

EL DRENATGE SOSTENIBLE A SANT CUGAT DEL VALLÈS: ANÀLISI, DIAGNOSI I VIABILITAT DEL TERRITORI

ISABEL VEGA AINSA (ORCID ID 0000-0003-2035-1812)

Arquitecta i doctoranda en Tecnologia de l'arquitectura de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Professora del Departament de Tecnologia de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès (ETSAV) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Amb col·laboració de: ELENA ALBAREDA-FERNÁNDEZ (ORCID ID 0000-0002-9145-1928)

Arquitecta i doctoranda en el curs de doctorat "Arquitectura, Energia i Medi Ambient" de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
Professora Associada al Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB) i del Vallès (ETSAV) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

RESUM

Aquest article és una presentació de l'Estudi de viabilitat d'implantació de criteris de drenatge sostenible que vaig realitzar per a l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès, i que parteix de la meva vinculació en aquest àmbit de recerca i de l'interès municipal pels temes de sostenibilitat en general i de gestió de l'aigua en particular.

Dins de l'àmbit de recerca iniciat a l'Escola Superior d'Arquitectura del Vallès (ETSAV) sobre temes d'urbanisme sostenible, es va creure interessant establir una col·laboració amb l'Ajuntament de Sant Cugat que pogués ser beneficiosa per a ambdues institucions en la tasca de millorar la vinculació de la ciutat amb el territori, a través d'un treball sobre el municipi centrat en l'estudi del drenatge urbà sostenible, objecte de la meva tesi doctoral a la UPC, en tecnologia de l'arquitectura, actualment en curs.

La implantació del drenatge urbà sostenible, per la reconsideració que implica en la relació amb el territori, suposaria per a la ciutat uns notables valors afegits pel seu model urbà vers la sostenibilitat.

L'estudi es va desenvolupar durant un any, en quatre fases que van abordar l'anàlisi dels sistemes SUDS, l'anàlisi del territori objecte d'estudi, la seva diagnosi i la seva viabilitat d'implantació, determinant les zones d'oportunitat i la proposta d'estratègies d'intervenció sobre la base d'objectius fixats de comú acord amb l'Ajuntament.

L'estudi aborda el repte de verificar si és viable la implantació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat i explica la problemàtica de l'actual drenatge urbà i l'alternativa del drenatge sostenible per a una millor gestió de l'aigua de pluja a l'entorn urbà. A través de l'anàlisi del territori, se n'extreuen aquells aspectes determinants en la gestió de l'aigua de pluja que permetran la seva caracterització i posterior diagnosi. La viabilitat d'aplicació es planteja a partir d'uns objectius de resolució de problemàtiques i aprofitament de recursos que generaran unes zones d'oportunitat i unes estratègies per aplicar.

Agraïments

A l'Àmbit de Gestió de Territori i Qualitat Urbana de l'Ajuntament, al seu cap Víctor Martínez i en especial a la tècnica Almudena González, del Servei de manteniment urbà, que va coordinar els treballs. Es va poder aprofundir en la temàtica plantejada en la mesura que l'Ajuntament es va implicar a través dels seus equips tècnics en el forniment de dades, cartografia de treball i altres informacions relatives a les necessitats que van anar sorgint durant l'elaboració de l'Estudi, qüestió que valoro com a molt important i necessària.

Agraïments també als professionals que van col·laborar en l'elaboració de l'estudi: Elena Albareda Fernández, arquitecta; Joaquim Arcas Abella, doctor arquitecte; Òscar Jané Espelt i Ariadna Conesa Buscallà, geòlegs. Com també a les becàries universitàries italianes Giulia Bellacoscia i Giulia Gatti, ambdues de la Scuola Politecnica dell'Università di Genova, i en especial a l'arquitecta tècnica i estudiant de PFC a l'ETSAV Raquel Pérez de Amo, amb la incorporació d'informació del seu projecte final de carrera «Les rotondes de Sant Cugat. Waste to resource» (2014).

PARAULES CLAU

Infraestructures verdes, gestió urbana de l'aigua de pluja, drenatge sostenible, sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS). Stormwater management.

INTRODUCCIÓ

LA PROBLEMÀTICA DEL DRENATGE URBÀ

A mesura que les ciutats van creixent, augmenten les àrees urbanitzades. Es construeixen edificis i es pavimenten nous carrers, incrementant cada vegada més la 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 dels cabals màxims a evacuar cada vegada que plou, ja que el model és llençar les aigües pluvials a les clavegueres.

Per solucionar aquests problemes es necessiten inversions progressivament més grans en la construcció de col·lectors que, a mesura que s'urbanitza conca amunt, superen la capacitat dels col·lectors existents, generant noves demandes d'ampliació del sistema. Així, si les ciutats continuen creixent sota el concepte tradicional d'evacuar les aigües de pluja el més 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.

A causa de l'actual impermeabilització sistemàtica de les zones urbanes, és molt poc el volum d'aigua d'escorrentia urbana que avui en dia es retorna als aqüífers, amb la qual cosa es redueix el seu volum total i la seva cota de captació.

Figura 1. 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.

L'actual impermeabilització sistemàtica de les zones urbanes genera fortes alteracions en l'escorrentia de l'aigua de pluja que afecta tant la qualitat dels sistemes naturals que hi interactuen com la viabilitat de les infraestructures urbanes que la gestionen.

La neteja de les superfícies urbanes, amb la recol·lecció i concentració de contaminants difusos, transforma les aigües d'escorrentia en un vector de contaminació vers el medi que dificulta o impossibilita, com en el cas dels aqüífers, el seu retorn al medi sense tractament.

D'altra banda, el creixement de la impermeabilització augmenta la quantitat i velocitat de l'escorrentia i pot posar en perill les infraestructures que les recullen, així com afectar l'eficiència de les estacions depuradores quan no hi ha un sistema separatiu de gestió d'aigües.

Tot això genera distorsions greus en els sistemes naturals i costos extraordinaris en la gestió urbana de l'aigua, més encara quan aquestes aigües, que tenen utilitat potencial per a diversos usos, són sovint desaprofitades.

ANTECEDENTS. EL DRENATGE URBÀ CONVENCIONAL

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-hi un ús necessari amb garanties de seguretat, com són, per exemple, els desplaçaments ja de vianants, ja de vehicles. Convencionalment això s'assoleix amb sistemes subterranis on, aplicant el coneixement tècnic de la hidràulica, es desenvolupen complexes xarxes de canonades dissenyades per evitar les inundacions a nivell local amb la idea de treure la quantitat d'aigua caiguda a causa de la pluja fora de l'espai urbà el més ràpid possible.

Les qüestions de qualitat de l'aigua han esdevingut cada cop més importants, a causa dels 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 captació de la conca.

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 a la flora i la fauna, han estat en gran mesura ignorats. Els sistemes convencionals de drenatge no s'han dissenyat pensant en 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 de qüestions més àmplies no és una opció sostenible a llarg termini i provoca un impacte negatiu en els ambients terrestres i aquàtics.

EL DRENATGE SOSTENIBLE. ELS SUDS

La gestió de l'aigua d'escorrentia al territori i concretament a l'entorn urbà és una necessitat bàsica per 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 un metabolisme on hi ha un consum de recursos i una generació de residus, que cal vetllar perquè esdevingui un cicle tancat.

El drenatge sostenible suposa una redefinició de l'estructura hídrica en el desenvolupament urbà, de la 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 a l'entorn urbà.

Els sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS) es dissenyen utilitzant els mateixos principis bàsics de la hidrologia i la hidràulica que els sistemes de drenatge convencionals, però aplicant-los d'una manera diferent. A més dels aspectes purament tècnics de drenatge, consideren aspectes més àmplis de millora del medi ambient i de la integració en l'entorn i en 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 al territori; per tant, tenen concepte de xarxa, d'infraestructura. La incorporació de SUDS en els projectes constitueix en si mateixa 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 millorar la qualitat de vida de la ciutadania.

Aquests sistemes, a través de diferents tècniques, sense necessitat de consum energètic ni de grans infraestructures, possibiliten el drenatge, el transport i el tractament de l'aigua d'escorrentia per millorar la seva qualitat, ja sigui pensant en la seva reutilització com en la seva devolució al medi d'acord amb les condicions que exigeix la Directiva marc europea de l'aigua (DMA 2000/60/CE). Suposen, finalment, una reconsideració global del sistema hídic urbà, transformant-se d'aquesta manera en una eina decisiva en la transició del model urbà vers la sostenibilitat.

Tots aquests sistemes són un complement i alhora una alternativa eficient, tant tècnica com econòmica, al tractament convencional de les aigües pluvials al medi urbà i, per tant, aporten solucions als seus problemes i es poden anar implantant progressivament.

En intervenir en una part significativa del cicle hídic de la ciutat, generen noves possibilitats de relació amb les zones verdes i amb els espais naturals. Els SUDS permeten una nova visió de relació de la ciutat amb el territori, contribuint a la presa de consciència sobre el paper de l'home respecte del medi i eduquen la comunitat cap a un desenvolupament sostenible.

El drenatge urbà sostenible s'allunya de les idees convencionals de disseny de les infraestructures de drenatge, només preocupades de l'evacuació, i tendeix a equilibrar l'impacte dels requeriments prioritaris de transportar quantitats d'aigua de pluja amb la gestió de la qualitat de l'aigua i la seva integració en l'entorn i la biodiversitat.

El drenatge sostenible és una millora de l'enfocament tradicional del drenatge de zones que reproduïx els patrons de flux natural del sistema hídic urbà. Tal com 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 2. Esquemes dels requeriments en el disseny del drenatge urbà. <http://www.ciria.com/suds/background.htm>

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 a molts planejaments urbans. En gestionar l'escorrentia a l'origen, el volum d'aigua i la quantitat potencial de contaminació són menors i, per tant, es requereixen components SUDS més petits aigües avall.

Sempre que sigui possible, el desenvolupament de l'escorrentia s'ha de gestionar a 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. A banda de l'atenuació de l'escorrentia, que és molt important, les tècniques SUDS possibiliten la infiltració de l'aigua en el subsòl i la conducció de l'escorrentia a altres àrees on es pugui 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 a la majoria d'entorns urbans, des d'àrees de superfície dura fins a zones de característiques paisatgístiques més toves. Aquestes tècniques possibiliten el control en diversos punts de la cadena de gestió, ja

sigui el control a l'origen, com a escala local, regional o estatal, segons sigui l'abast del territori que es gestiona.

Els SUDS es componen d'una o diverses tècniques creades per gestionar l'aigua d'escorrentia i s'han d'integrar en la forma urbana, no només utilitzant la visió més dura de l'enginyeria, sinó també la més tova del paisatge.

Prevenició

Minimitzar les superfícies impermeables i vetllar pel manteniment i neteja de les àrees pavimentades. Informar i educar els ciutadans sobre l'evacuació de residus desvinculada del sistema de drenatge.

Rases filtrants i cunetes

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).

Superfícies permeables i drens filtrants

Els drens filtrants i les superfícies permeables són dispositius que tenen un volum de material permeable per sota de l'acabat superficial a fi d'emmagatzemar l'escorrentia, i permeten també el tractament, el transport i la infiltració d'aigua. Poden ser superfícies de material porós o bé amb juntes entre peces.

Dispositius d'infiltració

Els dispositius d'infiltració drenen l'aigua directament al sòl i representen la substitució funcional d'una part del sòl existent per millorar les seves capacitats de drenatge. S'hi 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.

Basses i estanys

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

Un exemple d'aquests sistemes aplicats el trobem a l'ecobarri de Kronsberg, a Hannover.

*Figura 3. Mulden-Rigolen-System (MRS) a l'ecobarri de Kronsberg, a Hannover. Karin Rummig.
«Desarrollo urbano sostenible bajo el ejemplo representativo ecológico de la nueva urbanización de Kronsberg».*

Aquests sistemes de drenatge urbà es coneixen amb diverses denominacions als diferents països on es posen en pràctica. De les múltiples experiències dels sistemes sostenibles de drenatge, en destaca el referent britànic, pioner en la definició dels SUDS i inspirador d'altres països.

- SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*) REGNE UNIT
Definicions dels principis de disseny integrat i de les diferents tècniques de drenatge sostenible exposades.
- WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) AUSTRÀLIA
L'experiència australiana dels sistemes sostenibles de drenatge, WSUD, és interessant perquè ofereix una visió dels conceptes des d'una vessant més ecològica i constitueix un referent en l'elaboració de directrius tècniques de disseny dels diferents sistemes en entorn urbà, com els exemples de les ciutats de Sydney i Melbourne. Si els britànics treballen amb esperit d'enginyers, que resolen tècnicament les problemàtiques de les infraestructures, els australians ho fan més

com a arquitectes, enfocant la base d'actuació amb la voluntat de dissenyar l'espai urbà des d'una perspectiva més sostenible i integradora socialment.

- **BMPs (*Best Management Practices*) ESTATS UNITS**
L'experiència americana dels sistemes sostenibles de drenatge és interessant perquè ofereix una visió de com cal gestionar els projectes per tal 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, com l'exemple de la ciutat de Portland. Si 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 fer viables els projectes.
- **SUDS (Sistemas urbanos de drenaje sostenible) ESPANYA**
L'experiència espanyola dels sistemes urbans de drenatge sostenible també és interessant perquè s'explica a través de la recerca universitària i empresarial. S'inicia a la Universitat de Cantàbria, l'any 1993, amb l'estudi de les tècniques alternatives de drenatge de les aigües pluvials. A partir del model britànic, el Grup d'Investigació de l'Escola de Camins, Canals i Ports de Santander (GITECO) fa una aproximació als SUDS i desenvolupa projectes de recerca centrats en paviments permeables. El grup de recerca de la Universitat de Cantàbria ha generat, al llarg dels anys, sinergies amb altres investigadors de l'àmbit empresarial i de l'administració del territori espanyol, tant al País Basc, com a València, 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.

EXEMPLE DE BONES PRÀCTIQUES A SANT CUGAT DEL VALLÈS

A l'hora de plantejar la viabilitat d'implantació de criteris de drenatge sostenible en un territori, és molt important reconèixer en aquest la preexistència de bones pràctiques als seus espais urbans, perquè suposen un precedent a tenir en compte que marcarà criteris en les estratègies posteriors d'aplicació.

Com a exemple de bones pràctiques a escala territorial es destaca principalment el planejament del municipi, que situa els espais verds de la ciutat entorn de les àrees dels torrents i rieres del seu territori, perquè implica un criteri d'intervenció que preserva l'estructura hídrica primigènia conservant les seves lleres i contribuint al bon comportament del cicle natural de l'aigua. Tot i que algun curs d'aigua ha estat canalitzat, com és el cas de la riera de Sant Cugat al seu pas per la Rambla del Cellar, la majoria de les rieres circulen obertes, preservades de la urbanització com a espai lliure.

A banda d'aquest primer reconeixement de la bona pràctica del planejament urbà del municipi en la preservació dels cursos naturals de les seves rieres i torrents, cal destacar, també, el disseny d'altres espais públics com a exemple de bones pràctiques realitzades pel departament de parcs i jardins de l'Ajuntament:

El parc de Can Magí presenta pendent molt pronunciat i la solució adoptada consisteix a realitzar terrasses per col·locar els camins a cota, amb paviments permeables, i dotar-los d'un dren adjacent de peu de talús.

ESQUEMA

Al municipi de Sant Cugat són freqüents els nusos viaris solucionats amb rotonda i la majoria compten amb la incorporació d'un dren perimetral de vora que permet la infiltració al terreny de l'escorrentia de tota la rotonda. Existeixen diferents tipologies per solucionar el dren perimetral.

A la rotonda de Can Solà la solució adoptada per realitzar el dren perimetral de vora ha estat utilitzar còdols de mida gran que deixen espais també grans entre ells, on l'aigua d'escorrentia queda atrapada i s'infiltra posteriorment al terreny.

ESQUEMA

A la rotonda de la carretera de Rubí la solució adoptada per realitzar el dren perimetral de vora ha estat utilitzant encoixinament d'escorça, que deixa també espais on l'aigua d'escorrentia queda atrapada i s'infiltra posteriorment al terreny però, a més, la mateixa escorça queda impregnada d'aigua i és capaç de mantenir un cert grau d'humitat durant dies que és beneficiós per a la vegetació.

ESQUEMA

A les rotondes de la carretera de Vallvidrera la solució adoptada per realitzar el dren perimetral de vora ha estat realitzar una cuneta verda, amb vegetació arbustiva addicional o sense, que aconsegueix retenir un cert volum d'aigua abans de la seva infiltració al terreny. Les cunetes verdes són una tècnica SUDS que permet laminar molt bé l'escorrentia i també millorar la seva qualitat abans de ser infiltrada al terreny, ja que es filtra a través de la vegetació.

ESQUEMA

Al parc de Víctor Català trobem una solució de rasa drenant al costat de la vorera, però realitzada per solucionar, a manera d'intervenció d'emergència, la problemàtica de l'aportació de fins procedents de l'arrossegament del sauló, amb l'escorrentia de pluja, vers el paviment. Genera, però, problemes d'accessibilitat i, tot i que suposa una solució al problema, no pot ser considerada una bona pràctica, a causa de la seva limitació en l'ús del parc i perquè el dren adjacent al sauló s'acaba col·lapsant de fins i deixa de funcionar. A banda, hi trobem una bona pràctica en la solució de reperfilat en talús adjacent al camí, que el protegeix de l'acumulació d'escorrentia directa del pendent i genera un bon mecanisme per garantir el reg natural de l'arbrat d'alineació que es proposa per acompanyar el camí. Es tracta d'un talús amb contrapendent cap a la línia d'arbres que funciona com una cuneta verda de peu de talús.

ESQUEMA

Al parc del Turó de Can Mates trobem diverses bones pràctiques aplicades. D'una banda, s'ha optat per anar desplaçant el paviment de sauló gradualment, eliminant l'ús de fitosanitaris per evitar la proliferació de vegetació al sauló, manteniment habitual d'aquest tipus de paviments, i deixant que la vegetació de prat es vagi consolidant a través de realitzar segues de manera sistemàtica. Els paviments de sauló impliquen moltes problemàtiques derivades de l'escorrentia, sobretot quan es tracta de zones amb pendent, perquè es generen reguerots per erosió i acaben dificultant l'ús adequat de l'espai.

Es destaca com a bona pràctica, perquè suposa un major control de l'escorrentia a l'origen, canviant la permeabilitat del paviment, que amb vegetació és capaç de retenir més aigua i infiltrar-la posteriorment, a la vegada que suposa una millora en la qualitat del sòl, evitant l'ús dels fitosanitaris.

Al parc trobem una bassa que recull l'aigua d'escorrentia a peu de talús amb canal obert, generant una xarxa de recollida de la majoria de l'escorrentia sobrer del parc que s'acumula i posteriorment s'infiltra. La bassa de laminació i infiltració constitueix una acumulació important de l'aigua de pluja i suposa una atenuació de l'aigua vessada a xarxa en episodis de fortes pluges a través de la laminació i posterior infiltració al terreny.

A la urbanització del barri del Turó de Can Mates trobem diverses bones pràctiques aplicades: d'una banda, presenta voreres amples amb grans superfícies pavimentades que, amb bon criteri, s'han pavimentat amb paviments drenants fora del recorregut propi d'accés als edificis. Els paviments drenants proposats permeten la infiltració directa de l'escorrentia, però es dubtosa la resolució a les franges d'arbrat, mantenint uns escossells de petit format que, a voltes, generen patologies de deformació del paviment per l'acció de les arrels de l'arbrat.

Al barri també trobem uns carrerons d'ús mixt per a vianants i vehicles on la franja de paviment se separa de les vores de l'edificació generant franges on es recull i condueix l'escorrentia de l'àrea pavimentada.

Es considera una bona pràctica la col·locació de la pavimentació només on l'ús ho fa estrictament necessari, deixant la resta d'àrees amb capacitats d'infiltració més òptimes i no agreujant la problemàtica que suposen les escorrenties d'àrees impermeabilitzades amb paviment dur, a causa de l'augment de volums d'aigua de pluja a gestionar per les xarxes. Ambdues vores es configuren, però, de manera diferent: l'una és més estreta, a la manera de canal obert, i l'altra, amb la col·locació d'arbrat d'alineació, té més vocació de cuneta verda.

Si bé la concepció de la urbanització és correcta, la resolució concreta no presenta característiques adequades per ajudar al drenatge de l'aigua, ja que no hi ha ni presència de granulars ni vegetació que puguin atenuar l'escorrentia, retenir-la i afavorir la gradual infiltració al terreny.

Els espais exteriors del Monestir estan configurats majoritàriament per grans extensions de paviment de sauló, a voltes en zones de pendent, amb les conseqüents patologies de reguerots superficials.

Es considera, però, una bona pràctica la intervenció realitzada prop de la façana lateral del temple, on es col·loquen paviments de granulars confinats en àrees ben delimitades i sense pendent, que recullen les escorrenties de les teulades, les retenen i les infiltren, evitant que aquestes corrin horitzontalment generant reguerots.

Els espais exteriors del Poliesportiu Municipal són majoritàriament pavimentats, però es considera una bona pràctica la franja drenant a peu de façana per recollir les escorrenties, retenir-les i infiltrar-les. A banda, el parterre amb arbustives també representa una bona pràctica perquè reté l'escorrentia i no l'aboca sobre el paviment adjacent, alhora que s'aconsegueix la no intrusió de vianants dins l'àrea.

Al parc de l'Arboretum trobem diverses bones pràctiques aplicades: al parc, els camins pavimentats que generen una escorrentia per recollir, ho fan en espais verds adjacents que són capaços d'infiltrar l'aigua al terreny i alhora suposen una aportació d'aigua extra a l'arbrat d'alineació que el beneficia. A l'avinguda principal, les àrees adjacents són diferents: una banda és amb prat i l'altra amb sauló, amb més dificultats de drenatge.

ESQUEMA

El nou camí elevat que es va proposar per tal de connectar visualment el Tibidabo i el Monestir també vessa la seva escorrentia sobre àrees adjacents més permeables, tot i que, a la banda del talús, manca un drenatge al peu que eviti que l'escorrentia que corre a més velocitat i no és capaç d'infiltrar-se no col·lapsi l'àrea del paviment inferior, que se satura ràpidament.

Com hem vist anteriorment en altres parcs, a una zona pavimentada amb sauló per poder acollir l'activitat de la Fira de Mostres s'ha optat també per anar desplaçant gradualment el paviment de sauló, deixant que la vegetació de prat es vagi consolidant a través de realitzar segues de manera sistemàtica.

En aquest parc s'ha optat per perfilar el terreny en les àrees d'influència dels arbres generant uns cons invertits que concentren l'escorrentia i en garanteixen l'aportació natural d'aigua de pluja. Es considera una bona pràctica, tant perquè representa una millora per a l'arbrat, com perquè evita els reguerots descontrolats de l'aigua en línies de màxim pendent que acaben generant erosió del terreny.

A un costat del parc hi ha l'edifici de l'Escola de Música, que es troba envoltada d'una franja de drenatge perimetral a la zona de contacte amb les àrees verdes adjacents, algunes amb talús. Es considera una bona pràctica, tant per les àrees properes al talús on funciona com a dren clàssic de peu de talús, com a les àrees més planeres, on suposa un complement a la xarxa de recollida d'aigua, en episodis de fortes pluges, quan la xarxa està molt saturada.

El parc de la Pollancreda neix a partir de la plantació de pollancredes seguint una retícula de malla quadrada, on les superfícies són permeables, la majoria de prat, i els camins no estan pavimentats, excepte les voreres perimetrals que donen a carrer. Es considera una bona pràctica el plantejament del parc, tractant-lo com un espai natural, amb la decisió de no pavimentar àrees de pas, aconseguint una connexió visual amb el paratge de Torre Negra.

En aquest parc hi arriba la riera de Sant Cugat, que ha estat coberta per la urbanització de la Rambla del Celler i que en aquest punt recupera la seva condició oberta. El tractament que s'ha realitzat a la riera consisteix a ampliar la llera, amb talussos més suaus, consolidats amb malla de coco i vegetació autòctona i de ribera; s'estabilitzen els marges inferiors amb una contenció de pedra d'escullera, garantint la protecció vers l'erosió de l'aigua, i sobretot es realitza una rasa central per permetre la infiltració de l'aigua al terreny.

ESQUEMA

Es considera una bona pràctica perquè s'aconsegueix un millor control de l'aigua al seu pas per la zona urbana, alhora que configura una molt bona integració en el paisatge.

La Rambla del Celler és un exemple de passeig on les escorrenties dels paviments impermeables drenen en superfícies permeables adjacents. No hi ha xarxa de recollida d'aigua. Es considera una bona pràctica, perquè redueix molt notablement els volums d'aigua que ha de gestionar la xarxa general de clavegueram, alhora que comporta una aportació d'aigua que millora el manteniment de la vegetació i, sobretot, contribueix al tancament del cicle de l'aigua, amb la infiltració al terreny, que acaba recarregant els nivells freàtics inferiors.

ESQUEMA

El camí de Sant Cugat al Papiol també és un exemple on les escorrenties dels paviments impermeables drenen en superfícies permeables adjacents, a banda del plantejament basat en el tractament natural i paisatgístic amb la poca impermeabilització de superfícies. No hi ha xarxa de recollida d'aigua, a excepció del canal obert que recull l'aigua a peu de talús i la porta cap a la xarxa.

Es considera una bona pràctica, com ja s'ha explicat anteriorment en altres exemples. Igualment, la decisió de col·locar l'arbrat d'alineació que acompanya les àrees de pas, sobre les superfícies drenants, sense la construcció de l'escossell, millora les condicions de vida de l'arbre, vetllant pel seu creixement i manteniment adequats.

ESQUEMA

El bosc de la font de Can Ganxet és un exemple d'intervenció respectant la topografia i el caràcter natural de l'espai, col·locant els elements de pas i estada elevats o simplement superposats, realitzats amb fusta, deixant que l'aigua s'escoli entre les juntes o vessi directament sobre el terreny drenant adjacent, sense alterar l'escorrentia natural del terreny.

El Parc Central conserva els pendents d'ambdues vessants fins a la riera, que resta oberta i que continua recollint les escorrenties de les seves superfícies, conservant el funcionament natural primigeni. Es considera una bona pràctica el plantejament inicial, així com la minimització de les superfícies de pas pavimentades, que a més drenen sobre espais verds adjacents.

Es poden observar els diferents camins dins el parc, que estan pavimentats, però vessen la seva escorrentia sobre els espais drenants adjacents i es configura un pont per passar per damunt la riera.

La riera té un tractament per acotar la seva llera mitjançant una mínima contenció de fusta i encluses per frenar la velocitat de l'aigua i controlar els volums a gestionar gràcies a petites laminacions, però que amb el temps han resultat solucions, si bé ben plantejades, tècnicament no ben resoltes.

Al final de recorregut, tota l'aigua conduïda per la riera arribava a una bassa de retenció i laminació que permetia gestionar els grans volums d'aigua en períodes de fortes pluges sense col·lapsar la xarxa de clavegueram. Tanmateix, l'estancament prolongat d'aigua la convertia en viver de mosquits, amb les consegüents protestes veïnals. Actualment s'ha desestimat el seu ús inicial i s'ha convertit en una àrea de jocs, de manera que s'ha perdut la possibilitat de contribuir al bon funcionament del sistema de drenatge del territori. Es considera una bona pràctica que ja no està en ús però és susceptible de recuperar, sempre solucionant el problema esmentat.

METODOLOGIA

La metodologia emprada per efectuar el present estudi ha consistit a realitzar primer una anàlisi del territori de Sant Cugat, examinant els diferents aspectes que poden intervenir en la gestió de l'aigua de pluja; després, una diagnosi del territori sobre la base de les característiques territorials més determinants en el drenatge i, finalment, extreure'n la viabilitat d'aplicació basada en uns objectius que determinen unes zones d'oportunitat i unes estratègies per seguir.

ANÀLISI DEL TERRITORI DE SANT CUGAT DEL VALLÈS

El terme municipal de Sant Cugat del Vallès es troba ubicat al sector central de Catalunya, al nord-oest de la ciutat de Barcelona (separat per la serra de Collserola), a l'extrem sud de la comarca del Vallès Occidental. Limita al nord amb Sant Quirze del Vallès, a l'est amb Cerdanyola del Vallès, al sud-est amb Barcelona i Sant Feliu de Llobregat, al sud-oest amb Molins de Rei i el Papiol i a l'oest amb Rubí.

Es tracta d'un municipi amb 48,2 km² de superfície. La seva població és de 86.108 habitants (Idescat, 2013). El centre urbà de Sant Cugat del Vallès es troba a una alçada de 124 m (cota base del Monestir), tot i que a la serra de Collserola assoleix una altitud màxima de 495 m i a la riera de Rubí baixa fins a la cota de 52 m. Dins del terme municipal hi ha cinc entitats demogràfiques: el nucli urbà, Mira-sol, Valldoreix, la Floresta i les Planes.

A nivell de gestió municipal totes depenen de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès, tot i que Valldoreix és una Entitat Menor Descentralitzada que gestiona alguns recursos (com el clavegueram) de manera autònoma.

CLIMA I METEOROLOGIA

El clima al municipi de Sant Cugat del Vallès és del tipus mediterrani litoral, caracteritzant-se per temperatures moderades, amb poca oscil·lació tèrmica anual (de 13°C a 30°C de mitjana), amb hiverns suaus (6-8°C de temperatura mínima mitjana) amb alguna gelada ocasional (-16°C el febrer de 1956, -12°C el gener de 1985) i estius secs i calorosos, de poques pluges i temperatures molt altes (24°C de temperatura mitjana). La serra de Collserola fa, en certa manera, de barrera de la influència litoral com a moderador tèrmic, especialment en tractar-se de la vessant nord que refreda més les temperatures a l'hivern, cosa que en definitiva fa que l'amplitud tèrmica sigui major que a Barcelona.

La topografia del municipi es caracteritza per una suau plana situada entre les cotes 100 i 200 m per sobre del nivell del mar, generant un suau carener aproximadament nord-sud que divideix les dues conques hídriques principals, que aboquen al riu Besòs a llevant i al riu Llobregat a ponent. En aquesta plana és on es localitza la major part del desenvolupament urbà.

Al sud de la plana es distingeix la serra de Collserola, la qual assoleix cotes força més altes, fins arribar als 495 m en el punt més elevat dins del municipi, proper al Turó d'en Puig, de 476 m. La serra de Collserola es desenvolupa a la zona del municipi en petites serres que descendeixen en direcció predominant sud-nord i sud-est - nord-oest cap a la plana, evacuant gran part de les aigües cap a la conca del riu Besòs.

A la zona oest, separada del cos central de la serra de Collserola per la riera de Vallvidrera, destaca també la serra de Can Julià, que es perllonga al nord per la serra de Rabassa fins al Puig Madrona, a 341 m, el punt més alt d'aquesta formació.

TOPOGRAFIA, PENDENTS I ORIENTACIONS

A l'extrem nord del municipi es troba una zona més elevada respecte a la plana predominant, tot i que de menor desnivell i de topografia més suau que la serra de Collserola. Es tracta de l'extrem sud de la serra de Galliners; al tram santcugatenc destaca el Turó de Can Camps, que assoleix la cota de 288 m. Des de les cotes més elevades a l'extrem nord del terme municipal, les petites serres i valls descendeixen

majoritàriament en sentit nord-sud aportant aigües tant a la conca del Besòs en la vessant est, com del Llobregat en la vessant oest. Una excepció n'és la vall del barri de Can Barata, que baixa en sentit est-oest, desaiquant a la conca del Llobregat.

Pel que fa als pendents, seguint la lògica de la topografia estudiada, s'evidencia que la major part de la plana central més urbanitzada del municipi gaudeix de pendents suaus de fins al 5% com a màxim (quasi el 36% de tota la superfície del municipi), concentrant-se petites franges de major pendent, entre el 5 i el 20% i puntualment fins al 30%, al llarg dels torrents i rieres que travessen la plana. Tampoc a la serra de Galliners els pendents són excessivament marcats, ja que predominen les vessants lleus entre el 5 i el 20% i els més marcats, entre el 20 i el 30%, es concentren a les franges dels torrents, on puntualment existeixen zones de més del 30%.

És a les zones muntanyoses de Collserola on es concentren les majors superfícies amb pendents elevats. Les valls pronunciades que configuren l'orografia d'aquesta serra es caracteritzen per un predomini de pendents per sobre del 20% a les seves vessants (el que representa un 17% del territori santcugatenc), assolint-ne de superiors al 30% a les parts altes de les carenes (que no arriben al 4%). És justament en aquest àmbit on es desenvolupen els districtes de la Floresta i de les Planes.

HIDROLOGIA: RIERES, TORRENTS I CONQUES

La hidrografia del municipi de Sant Cugat del Vallès queda marcada per la situació a cavall de dues conques hidrogràfiques principals: la del riu Besòs a l'est i la del riu Llobregat a l'oest. Una derivació de la línia de carena que separa ambdues conques creua el municipi i a la seva zona central, més planera, és on es posiciona el monestir de Sant Cugat, origen del desenvolupament de la ciutat.

A continuació es descriu la xarxa de rieres i torrents que configuren el sistema hídic del municipi de Sant Cugat del Vallès, anomenant-los tant amb la toponímia acceptada actualment tant a escala municipal com per l'Institut Cartogràfic de Catalunya, així com pels seus noms històrics i populars.

La conca del Besòs: la riera Major o de Sant Cugat

Totes les aigües que pertanyen a la conca general del Besòs al terme municipal desaiquen a l'anomenada riera Major en textos medievals o riera de Sant Cugat en els més moderns. Aquest curs hídic està format per la unió de diferents cursos menors. D'una banda, els torrents que, pel marge sud, desguassen des de Collserola cap al centre de la plana del Vallès sense entrar a la zona urbana del centre de Sant Cugat, en una direcció predominant S-N són:

- El *torrent de Llaceres*, actualment més conegut com del *Sant Crist*, que també recull les aigües del torrent d'en Lluc (o torrent de la Font de l'Esclop). **3A**
- El *torrent de la Torre Negra* que, entre d'altres, recull les aigües del torrent de Can Bell, del torrent de Sant Vicenç, també anomenat de Can Gordi (o Cercèdol en èpoques medievals), i del torrent de la Font de l'Ermetà (pròpiament de l'Armetà, pel mas que hi havia a la seva vora, ara desaparegut). **3B**
- La *riera de Sant Medir*, **3**, de major llargada i cabal, que a la capçalera es bifurca en el torrent de la Salamandra, que recull les aigües dels torrents del Castanyer i dels Prunells, i que a mitja cota hi vessen també les aigües dels torrents de les Costes de Sant Medir i d'en Bonet. Per l'oest rep també el torrent de la Rabassada, a voltes anomenat torrent de Can Borrell, a mitja cota, i el torrent de la Font de la Rabassada, a la capçalera, que recull les aigües del torrent de les Monelles. Tota la riera és d'un pendent notable. **3C**

Des del sud-oest i travessant l'est de la Floresta, també en direcció predominant S-N, hi ha dos torrents que es poden considerar la capçalera més llarga de la *riera de Sant Cugat*, **2**, i que ja en àmbit urbà s'ajunten i transcorren canalitzats sota terra al llarg de la Rambla de Can Mora i la Rambla del Cellar. Són:

- El *torrent de Saladrigues* (pròpiament el torrent medieval de Vall Aurex), que a la capçalera recull les aigües dels torrents Llobet i Bosquerons (Buscarons). **2B**
- El *torrent de Can Mora*, que al llarg del seu recorregut va canviant de nom en funció dels masos que li són propers; així, en sentit ascendent s'anomena també torrent de Can Trabal, de Can Vilallonga, de Can Bova i, finalment a la capçalera, de Can Cortés o el Rabassalet. **2C**

En direcció O-E, recollint les aigües des del Turó de Can Mates (en documentació antiga torrent de la Coma) en un tram naturalitzat al Parc Central i amb el tram final canalitzat, *el torrent de la Bomba* també se suma a les aigües de la riera de Sant Cugat, a l'alçada de la Rambla del Cellar. **2A**

Pel marge hidrològic nord es troben els torrents que desguassen des de la serra de Galliners. Tot i la seva menor importància hidrològica, cal esmentar que travessen la trama urbana del nucli de Sant Cugat: parc de Can Vernet, barri de Sant Francesc, tálvegs fortament antropitzats per la urbanització del nucli de Sant Cugat. Són:

- El *torrent de Ferrussons*, que té part de la zona alta de la conca al municipi de Cerdanyola del Vallès. **1A**
- El *torrent de Volpelleres*, que a la capçalera es bifurca en el torrent de Can Camps (neix al turó amb el mateix nom) i el torrent de Can Marcet, que rep també les aigües del torrent de les Albes. A la part baixa, a l'alçada del Camí de la Creu, rep el nom de torrent Xandri. **1B**

Aquest conjunt de cursos hídrics drenen cap a la riera de Sant Cugat, tributària del riu Ripoll a Cerdanyola i situats a la conca general del Besòs.

La conca del Llobregat: les rieres de Rubí i Vallvidrera

El territori santcugatenc que pertany a la conca general del Llobregat està format per les subconques de diversos torrents del nord i centre del municipi que drenen cap a la riera de Rubí i, al sud, pels torrents que des de les Planes formen la riera de Vallvidrera, que s'aiguabarreja amb el Llobregat a l'alçada de Molins de Rei.

La riera de Rubí rep les aigües de diversos afluents provinents del municipi santcugatenc. Pel nord, amb naixement a la serra de Galliners i baixant en sentit E-O, trobem dos torrents que aboquen les seves aigües al *torrent de Can Ferran*, **4**, que transcorre ja pel terme de Rubí; aquests són:

- El *torrent de Can Barata* (que recull part d'aigües de la conca fora del municipi). **4A**
- La *riera de la Foradada*, que recull les aigües del torrent de Can Barata i de la zona urbana de barri que porta el mateix nom. **4B**

Al tram mitjà, la riera de Rubí, més avall del nucli urbà, rep les aigües del torrent dels Alocs (de conca compartida entre ambdós municipis i direcció predominant N-S), on destaca l'estany dels Alocs, un cos d'aigua que s'emplena pel freàtic del torrent en una zona antiga d'extracció d'àrids. I pocs metres més avall, rep també les aigües del torrent de Can Barba, en direcció predominant E-O, que suposa la major aportació

d'aigua en aquest tram en rebre les aigües dels torrents que travessen Mira-sol i Valldoreix:

- El *torrent de Can Cabassa*, **5** (o Campanyà), canalitzat en diversos trams pel pas d'infraestructures viàries. Des del nord rep les aigües de la serra de Galliners a través del *torrent de la Guinardera*, **5A** i el seu afluent, el torrent de Can Graells (o de Bohigues). I per l'est rep les aigües del *torrent Xoriguer*, **5B**, canalitzat en la major part del seu recorregut per Mira-sol.
- El *torrent d'en Nonell* (lectura espúria del nom de Can Llnell, també dit de la Mariscota), que travessa canalitzat en alguns trams la zona residencial urbana de baixa densitat de Valldoreix. **6A**
- El *torrent de Can Badal*, **6** que aigües amunt adopta el nom de *torrent de Can Llobet* (antigament de Canals), **6B** i que rep les aigües de diferents afluents: la riera del Bosc Gran (o de Can Major), la *riera de les Bobines*, **6C**, el torrent de Julià i la riera de Can Montmany.

Al tram baix de la riera de Rubí es troben alguns petits afluents que hi aboquen aigües en sentit E-O des del terme de Sant Cugat, entre els quals destaca el *torrent de Can Domènech*.

Per altra banda, la *riera de Vallvidrera*, que neix a la serra de Collserola dins del municipi de Barcelona (principalment des de la font de la Budellera) i descendeix primer N-S per girar després en sentit E-O fins al municipi de Molins de Rei. En el seu tram mitjà frega els barris sancugatencs de les Planes i la Floresta, fent de frontera del terme, i rep les aigües de diversos torrents de curt recorregut entre els quals destaquen:

- El *torrent de Can Blau* i el *torrent de Castellví* al tram alt de les Planes.
- El *torrent de Can Mallol*, de més recorregut, que recull també les aigües del torrent de les Tres Serres i desemboca a la riera de Vallvidrera a l'alçada de Can Busquets.
- El *torrent de les Mines* al tram baix al seu pas per la Floresta.

A partir de l'estudi de la seva topografia i xarxa hídrica natural, configurada pels cursos d'aigua dels seus torrents i rieres, es determinen les conques urbanes que el configuren i quines d'aquestes són internes al municipi i serviran per a una nova lectura del comportament del drenatge urbà.

*Figura 4. Plànol AT.05. Conques i subconques hídriques.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic de Catalunya (ICC).*

PLUVIOMETRIA

En la pluviometria es reconeixen moltes variacions durant el transcurs de l'any, presentant períodes repetits de pluges els mesos equinoccials de primavera i tardor, sovint de caràcter torrencial.

A falta d'estació meteorològica pròpia del Servei Meteorològic de Catalunya a Sant Cugat, s'han extret les dades de l'estació pertanyent al municipi de Cerdanyola del Vallès per la seva proximitat. Tot i així, per considerar la pluviometria mitjana anual s'ha pres la dada de 650 mm extreta de la «Diagnosi socioambiental de Sant Cugat del Vallès» (La Vola, Manlleu, 2006) corresponent a dades facilitades per l'estació del Centre Borja.

Figura 5. Elaboració pròpia a partir de les dades mensuals extretes de l'estació meteorològica de Cerdanyola de l'SMC i dades de pluviometria mitjana del Centre Borja de Sant Cugat del Vallès.

La quantitat de pluja s'expressa amb les unitats de mil·límetres (mm) o, de manera equivalent, en litres per metre quadrat (l/m²), durant un període de temps. La quantitat de pluja caiguda pot caure de sobte i de manera intensa durant poc temps (xàfec) o bé ser de curta durada i de poca quantitat (ruixat). La manera com plou és molt important.

La informació meteorològica utilitza adjectius per expressar la quantitat de pluja i la seva intensitat. La classificació del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) i la de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET) compara criteris d'acumulació en 24 h i intensitats de 30 i 60 minuts.

Prenent com a referència les dades meteorològiques de l'SMC per al període 2007-2013:

A Sant Cugat, la intensitat mitjana **en 24 h** és de **62,80 mm** i la intensitat mitjana **en 1 h** és de **25,60 mm**

Figura 6. Classificació de la precipitació segons la intensitat mitjana. A partir de les dades del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) i l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET).

Figura 7. Intensitat mitjana en 24 h (intensitats màx. Període 2007-2013). Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC).

Figura 8. Intensitat mitjana en 1 h (intensitats màx. Període 2007-2013). Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Meteorològic de Catalunya (SMC).

GEOLOGIA I PERMEABILITAT DEL SUBSÒL

Litològicament i orogràficament, Sant Cugat es pot dividir en tres grans unitats:

- 1) La zona muntanyosa sud (serra de Collserola), constituïda per materials metamòrfics d'origen molt antic, per roques primàries (principalment pissarres en quasi un 40% del sòl del municipi) i, en menor grau, per quarsites que apareixen en forma de filons. Aquestes roques es troben sobre el sòcol granític de la serra de Collserola. Morfològicament en aquesta zona hi ha un seguit de valls paral·leles i allargassades que davallen suaument de la serra de Collserola, al sud (a uns 400 m d'altitud), cap a la plana central, al nord. A les cotes baixes de la serra de Collserola i l'inici de la plana trobem un sòl compost majoritàriament per graves, que arriba a significar quasi el 20% del municipi.
- 2) La zona planera central, formada per materials més recents, quaternaris, principalment llims (un 32,22% del territori), bretxes i argiles (en menor grau). Sota aquests materials hi ha roques terciàries, lumaquel·les amb abundants fòssils o argiles blaves. Aquest substrat litològic s'ha utilitzat tradicionalment per conrear i posteriorment ha estat ocupat pel creixement urbà. Fisiogràficament, la zona planera central és una depressió, d'una altitud d'entre els 100 i 200 m, que a causa de l'acció erosiva dels torrents té un aspecte ondulat. Al centre d'aquesta plana hi ha un seguit de petits turons i carenes alineats de nord a sud que conformen una petita dorsal que actua de divisòria hidrogràfica de les conques del Besòs, a llevant, i del Llobregat, a ponent.
- 3) La zona muntanyosa nord (serra de Galliners), formada per conglomerats (en un 3,85%), argiles (que junt amb les de la plana constitueixen el 3,32%) i gresos d'origen terciari (a les cotes més baixes i en menor proporció, un 0,13%). Es tracta d'una zona poc extensa, constituïda pels contraforts més meridionals de la

Serralada Central Vallesana. Els turons d'aquesta zona, de menys de 300 m d'altitud, originen els torrents que discorren de nord a sud.

- 4) Existeix també una petita zona de granitoides (ocupa un 0,58% del sòl santcugatenc) localitzada a l'extrem oest del límit municipal, a la llera sud de la riera de Rubí aigües avall de la desembocadura del torrent d'en Domènech.

Figura 9. Plànol AT.08. Materials geològics dels sòls.

*Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).*

Els sòls de Sant Cugat són silícics, àcids, formats per l'alteració del silicats de la roca mare (pissarra o argiles). Al sector de Collserola, els sòls sotmesos a l'acció erosiva són prims i poc desenvolupats, de color bru amb tons més o menys vermellosos. A la plana central, en canvi, els sòls són més antics i més profunds, amb una coloració rogenca. Tanmateix, les lumachel·les de la vall de Volpelleres fan que l'aigua de la mina dels Monjos sedimenti importants capes de carbonat de calç dins la canonada.

Pel que fa a la *permeabilitat* dels sòls, a partir de la geologia d'aquests s'han aplicat a cada material els barems de permeabilitat assignats per Emilio Custodio i Manuel Ramón Llamas en el tom II del llibre *Hidrología subterránea*. Aplicant aquests valors a la geologia santcugatenc és possible distingir entre quatre zones principals:

- Les cotes altes de la serra de Collserola, amb una capacitat de permeabilitat pràcticament nul·la pròpia de les pissarres, que comprenen un 40,56% de la superfície municipal total. L'elevat grau d'impermeabilització corresponent a moltes capçaleres de conca afavoreix una elevada escorrentia superficial en aquesta zona per la falta d'infiltració al terreny.
- La zona intermèdia, entre les cotes baixes de la serra de Collserola i l'inici de la plana, amb una elevada permeabilitat gràcies a la seva composició majoritària de graves i que representa el 19,92% del territori. Aquesta elevada permeabilitat afavoreix la infiltració de l'aigua de pluja acumulada en cotes més altes dels torrents.
- La zona de la plana central, poc permeable per la seva composició majoritària de llims que comprèn, junt amb algunes franges argiloses, el 32,54% del territori santcugatenc, generant una gran superfície de reduïda infiltració que afavoreix una gran acumulació d'aigua d'escorrentia superficial.
- Les cotes altes de la serra de Galliners, en el seu tram santcugatenc, que intercalen franges de baixa permeabilitat per la seva composició argilosa amb franges més permeables en estar constituïdes per conglomerats. Tot i que quant a superfície del territori suposin només un 3,85% del total, pel fet de situar-se a les capçaleres de les conques nord redueixen en part l'acumulació d'aigua d'escorrentia afavorint-ne la infiltració.

ESQUEMA

AQUÍFERS, FONTS, POUS I MINES

Pel que fa als *aquífers*, consultant les bases de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), existeixen dos:

L'aquífer nord, que ocupa la major part del territori, comprenent la plana central i la serra de Galliners al nord, forma part de l'aquífer detrític miocè del Vallès, amb formacions mixtes de depressions neògenes i quaternàries i dipòsits detrítics de la mateixa condició. Es tracta d'un aquífer porós en medi detrític granular (rebliments neògens i quaternaris), de litologia detrítica no al·luvial, geometria tabulada,

semiconfinat a nivell hidràulic i intergranular a nivell de porositat. Segons estudis realitzats per l'INKA es pot diferenciar entre:

- *Aqüífer superficial*: aquest es desenvolupa en dipòsits d'origen fluvial i torrencial. El gruix de materials existents es troba entre els 0 i 20 metres segons dades de l'estudi d'INKA, amb una base impermeable formada per les argiles del miocè. Aquestes argiles són o han estat objecte d'explotació com a material per bòbiles a diferents punts del municipi. La granulometria dels dipòsits varia molt segons la zona, i varia entre els grollers com ara graves, generalment de còdols poc rodats, i materials molt més fins com llims i argiles. Tots aquests materials presenten importants variacions laterals degudes a la morfologia d'aquests dipòsits lenticulars. La recàrrega del conjunt de dipòsits aquífers estimada en un estudi d'INKA, realitzat entre els anys 2001-2002, és de 750.000 m³ anuals, amb una transmissivitat de 58 m²/dia i una permeabilitat de 10 m/dia obtingudes mitjançant assaig de bombeig. Totes les explotacions d'aigües subterrànies conegudes a Sant Cugat s'alimenten d'aquesta unitat, inclosa la mina de Can Volpelleres.
- *Aqüífer profund*: aquest es desenvolupa als dipòsits terrígens del terciari que omple, amb un gruix de centenars de metres, la fosa tectònica del Vallès. Es tracta d'un aqüífer de tipus multicapa, on nivells més o menys aïllats de materials grollers amb aigua s'intercalen en dipòsits de materials fins, llimosos-sorrencs.

L'*aqüífer sud*, que comprèn menys superfície al municipi, és part dels aqüífers locals en medis de baixa permeabilitat per la seva composició metamòrfica de pissarres i esquists paleozoics de la formació muntanyosa de Collserola. Amb formacions de gresos, pissarres i esquists i dipòsits detrítics cambro-ordovicianos i silurians, és de litologia metamòrfica amb geometria plegada, la hidràulica és predominantment lliure i la porositat només s'hi dona per fissuració a causa de la seva condició impermeable.

Històricament, aquests aqüífers han estat aprofitats per les activitats humanes mitjançant diversos *sistemes de captació*. En el cas santcugatenc cal destacar:

- *les fonts*, principalment localitzades a la zona sud, a la serra de Collserola i en algun cas també a les serres de Can Julià, d'en Rabassa i Galliners;
- *els pous*, bàsicament localitzats a la plana central i sovint propers als cursos fluvials de rieres i torrents. En alguns casos existeixen encara alguns molins de vent que en facilitaven l'extracció de l'aigua;
- *les mines* d'aigua, localitzades a la plana central, seguint els cursos subterranis d'alguns torrents i rieres.

Pel que fa a les *fonts* del municipi, la important densitat del recobriment vegetal i la capacitat del substrat per retenir l'aigua han fet possible l'existència d'una important circulació subterrània que aflora en un nombre considerable de fonts. L'últim cens donava una xifra de 190 (*Diagnosi socioambiental de Sant Cugat del Vallès*. La Vola, 2006).

Al municipi hi ha bastants *pous*, molts vinculats a cadascuna de les finques agrícoles que explotaven l'aigua per a la seva producció, així com per al seu consum, com es reflecteix en la cartografia del 1914. Així, trobem pous a Can Barata, Can Graells, Can Delaire, Can Canyameres, Can Gener, Can Cabassa, Can Rabella, Can Solà, Can Ganxet, Can Mora, Can Villaronga, Can Enrich, Can Badal, Can Montmany i Can Cortés. A banda, també hi ha pous al torrent de la Bomba, que podien abastar la Colònia Colomé. El propi nom de «la Bomba» procedeix d'una font a la plaça del Dr. Galtés que funcionava accionant aquest artefacte. A l'eixample sud, un gran nombre dels pous vinculats a torres d'estiueig havien tingut molins de vent que facilitaven l'extracció d'aigua, tot i que avui se'n conserven molt pocs. També en algun cas s'ha

detectat la construcció d'un dipòsit associat a la captació i reserva d'aigua dels pous, especialment a les citades torres d'estiueig.

També cal destacar les «mines d'aigua» com a sistema d'aprofitament de les aigües freàtiques captades a través de galeries subterrànies horitzontals, lligat de manera molt significativa a les característiques del terreny. En el cas de Sant Cugat n'existeixen encara algunes tal com demostren diversos estudis realitzats al municipi que han permès identificar-les i cartografiar-les aproximadament tot i que hi ha constància d'altres mines no estudiades que, per tant, no s'han inclòs a la documentació gràfica, com és el cas de la mina de Can Montmany.

El funcionament i aprofitament hidrològic de les mines es basa en la infiltració. A l'entorn de la serra de Collserola es troben multitud de mines que ressegueixen els cursos de rieres i torrents, especialment a les seves capçaleres. La facilitat d'excavació dels materials al·luvials, d'altra banda, permetia una certa rapidesa en les obres que, des de la zona de captació, portarien les aigües cap als punts d'aprofitament al llarg del seu recorregut.

Les mines d'aigua consten d'una zona de captació d'aigua subterrània o «cap de mina», amb un revestiment que permet el traspuament d'aigua o fins i tot es troben excavades sense revestir a la roca o sòl, de manera que ràpidament es recullen les filtracions. En altres ocasions, la recollida d'aigua es produeix a partir d'un pou que, per la situació del nivell freàtic, vessa l'aigua cap a un sistema de galeries horitzontals que traslladen aquesta aigua, que finalment és extreta directament de la galeria per descens per gravetat en suaus pendents gràcies a la diferència de cota del terreny o bé mitjançant pous al llarg del seu recorregut, sovint aprofitant els mateixos pous d'extracció de terra necessaris durant el procés d'execució de la infraestructura i que després garanteixen la ventilació per al seu manteniment.

Entre les mines documentades de Sant Cugat, destaca per la seva història i envergadura la *mina de Volpelleres* o *dels Monjos*, construïda el segle XIV, que, des de la zona de la Mare de Font, sota l'actual convent de dominiques, traslladava les aigües subterrànies captades fins al monestir, per a l'abastament dels monjos. L'any 1844, com a resultat de la desamortització de Mendizábal, alguns béns del clergat regular, com ara la mina de Can Volpelleres i la font, van ser cedides a l'Ajuntament per al seu aprofitament comunal. Per facilitar el seu ús pels veïns, es va instal·lar una nova font a la plaça d'Octavià el 1873. Irònicament, va rebre el sobrenom de «la font seca», ja que, a causa de la quantitat de calç que porta l'aigua, periòdicament la canonada s'obturava i deixava de rajar.

L'aprofitament d'aigua d'aquesta mina es fa de manera horitzontal a partir de les filtracions recollides en una galeria horitzontal. Posteriors modificacions i ampliacions de la galeria original no deixen clar actualment l'accés a un possible «cap de mina» excavat en roca natural. L'accés des de l'exterior es realitzava a partir de les entrades, que eren cobertes formant «casetes de mina» que portaven a la galeria amb una rampa d'escales o galeria i servien per facilitar les feines de manteniment. Les restes d'una d'aquestes casetes, que dona a l'únic accés practicable de la mina de Volpelleres, es troben molt a prop del tàlveg del torrent de Volpelleres, tocant l'autopista A-7. Aquesta conducció ha donat nom al carrer de la Mina dins el nucli urbà, tot i que la construcció de diferents blocs d'habitatges plurifamiliars amb soterrani com a pàrquing l'ha tallat en diversos punts.

A partir del cap de mina es desenvolupen les galeries de transport, que poden tenir, o no, una canaleta a terra o una conducció de tipus canonada, cilíndrica o semicilíndrica, per portar l'aigua. A Can Volpelleres, aquesta conducció està excavada a terra. El

recorregut topografiat total de la mina arriba als 431 metres, amb una profunditat màxima des de la boca d'entrada de 9,18 metres al punt màxim topografiat, tot i que clarament continua el seu recorregut. S'han localitzat des de l'interior de la mina quatre pous d'accés a l'exterior, amb alçades estimades diferents, que oscil·len entre els 3 i 12 metres. La longitud total entre el cap de mina i el monestir, calculada sobre plànol, és entorn dels 3 quilòmetres.

Una obra important sovint associada a les mines eren els aqüeductes que s'havien de realitzar per salvar clotades o valls quan el recorregut de la mina així ho requeria. En aquestes obres, la secció es reduïa al màxim per permetre el pas de l'aigua. L'aqüeducte de Can Vernet (s. XIII-XIV) és un exemple d'aquestes obres. L'aprofitament final de la mina dels Monjos es feia per abocament a una cisterna d'acumulació elevada, adossada al palau abacial, que en la seva part baixa tenia una petita font controlada per una aixeta.

La *mina de la Rambla del Cellar* és, juntament amb la mina de Volpelleres, la principal estructura d'aquest tipus existent al municipi de Sant Cugat. Posada al descobert durant les obres que es van realitzar en aquest sector, va ser reconeguda, identificant una única galeria de 450 metres de planta rectilínia, sub-paral·lela a l'eix de la riera.

Aquesta mina, desenvolupada en l'al·luvial de la riera que en aquest tram s'anomena Rambla del Cellar, anava aproximadament des del sector de la Rambla de Can Mora, en aquesta zona a peu de Collserola, fins a algun punt indeterminat, possiblement la Torre Blanca. Aquest conjunt de rambles successives s'han bastit sobre el soterrament de la riera de Sant Cugat al seu pas pel nucli urbà. Els cabals aforats a la Rambla del Cellar donen valors entre 2,2 i 2,8 litres per segon, el que indica un ordre de magnitud semblant, tot i que lleugerament inferior, al determinat a la mina de Can Volpelleres. Actualment, la mina és explotada per a l'aprofitament de les seves aigües per al rec de zones verdes municipals.

Existeixen altres mines de menor envergadura a la mateixa conca general del Besòs, com la *mina de l'Hípica* i la *mina del torrent de Llaceres* que es troben desenvolupades en l'al·luvial del citat torrent - riera de Sant Cugat, i són de curt recorregut. També es té constància de la *mina de Can Cabassa*, situada al torrent del mateix nom, sense més dades. És l'única que hidrològicament es troba en la vessant de la conca del riu Llobregat.

*Figura 10. Plànol AT.25. Aprofitament d'aigües freàtiques.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

L'estudi també fa un repàs de cartografia històrica, fins a la seva configuració actual, de teixits urbans i no urbans per tal de determinar els canvis en el seu desenvolupament que han estat significatius i reconèixer la seva vinculació amb al comportament actual de l'escorrentia.

LA CIUTAT TRADICIONAL

La tradició vol que l'origen de l'assentament romà *Castrum Octavianum* se situï al creuament de camins que anaven, l'un, de Barcino (Barcelona) a Egara (Terrassa) i, l'altre, de Narbona a Tarraco (Tarragona). Un punt carener de fàcil defensa entre les rieres de Volpelleres i de Sant Cugat. La realitat arqueològica més aviat parla d'una vil·la rústica del s. I, que es va fortificar el darrer quart del segle IV. La posterior construcció d'una església paleocristiana on en teoria es guardaven les relíquies del

màrtir Cugat va fer que, després de la conquesta de Barcelona pels francs, es fundés un monestir en aquest lloc, que seria el responsable de l'evolució de la ciutat.

Al voltant del monestir es desenvolupen les primeres cases alineades sobre les traces dels antics camins romans que portaven a Sabadell, Terrassa i Barcelona. Al plànol següent (fig. 10) es veu clarament com aquest primer desenvolupament urbà es desplega des del monestir pujant per la línia de carena divisòria de les aigües de les subconques entre les rieres de Volpelleres i de Sant Cugat, amb el torrent de la Bomba, que marca el límit oest del desenvolupament urbà. Així, es veu com la forma urbana que adopta el nucli històric està condicionada des de l'inici per la gestió de l'escorrentia d'aigua de pluja, ja que en disposar-se al llarg de la carena les cases eviten riscos d'inundació i permeten la desviació de l'aigua acumulada en sostres i carrers cap a les parcel·les d'hortes situades a les cotes més baixes.

Figura 11. Plànol d'evolució històrica. Pla especial de protecció i millora del casc urbà. Febrer 1984. Ajuntament de Sant Cugat. Parcial. Primera meitat del segle XVIII. Segons J. R. Amer.

Aquesta influència de la gestió de l'aigua de pluja per evitar riscos que perjudiquin l'espai construït afavorint el reg de les zones verdes productives de l'entorn periurbà es perllonga en el temps, reconeixent-se en la direcció predominant que adopten els carrers del centre en sentit perpendicular a la línia de carena i vers la riera, per facilitar l'evacuació de les aigües. Així, en la ciutat tradicional, les aigües que queien a l'espai urbà consolidat rentaven totes les superfícies per on passaven, arrossegant-ne la matèria orgànica acumulada (fulles, fems del bestiar als carrers, etc.) per transportar-la fins a les hortes on l'aportació d'aquests nutrients n'afavoria la fertilitat. Aquest model de gestió conscient i eficient de l'aigua a l'espai urbà és reconeixible a la major part de les ciutats tradicionals, i encara es troba en ús en algunes d'elles.

Figura 12. Plànol d'evolució històrica. Pla especial de protecció i millora del casc urbà. Febrer 1984. Ajuntament de Sant Cugat. Parcial. Any 1917 i any 1967. Segons R. Fierro.

Es pot observar com el creixement posterior de la ciutat es continua produint principalment entre ambdues rieres, que condicionen la geometria i disposició de carrers i parcel·les. Així mateix, bona part de les hortes es disposaven al llarg dels cursos d'aquestes rieres, per afavorir l'aprofitament de l'aigua que hi transcorria, així com la que s'hi seguia abocant des de l'espai urbà. Encara avui és possible trobar carrers i espais urbans amb una toponímia que recorda aquest passat d'aprofitament humà de l'aigua de pluja per al cultiu d'hortalisses (carrer de la Sort, carrer dels Pous).

És possible observar, a partir de la topografia del municipi, que entre la plana central que facilitava l'hàbitat i el cultiu, i les zones muntanyoses nord i sud que proporcionaven la disponibilitat de recursos i aigua, es va propiciar el desenvolupament urbà de Sant Cugat.

També en la fotografia del vol americà del 1956 és possible no només reconèixer els cursos fluvials identificables per les fileres d'arbres de ribera propis d'aquests ecosistemes, sinó també l'ús hortícola concentrat al llarg dels cursos fluvials clarament diferenciat del cultiu de cereal, oliveres, vinya i alguna pastura predominants a la resta del territori.

Figura 13. Imatge del municipi de Sant Cugat de l'any 1956. Font: Ajuntament de Sant Cugat.

LA CIUTAT INDUSTRIAL

El sistema de creixement il·limitat del model urbà, propi de l'era industrial, que ha caracteritzat el desenvolupament urbanístic santcugatenc les darreres dècades, ha estat el detonant d'una impermeabilització sistemàtica del territori, reduint de manera molt significativa les superfícies conreades i boscoses que permetien una bona infiltració d'aigua de pluja que recarregava l'aqüífer així com l'evapotranspiració afavorida pels sistemes biosfèrics.

Alhora, la dinàmica contaminant pròpia del metabolisme social urbà industrialitzat, que no tanca els cicles materials, ha desvinculat la gestió de l'aigua d'escorrentia dels espais verds urbans, aigua ara contaminada per metalls pesants, olis i altres components inorgànics en dissolució a conseqüència del seu pas per zones amb trànsit de vehicles així com per la neteja d'altres superfícies contaminants.

Uns espais verds que poc a poc han anat perdent el seu paper productiu per assumir funcions bàsicament recreatives, de salut i oci i, en algun cas, de corredors verds per afavorir la biodiversitat. En qualsevol cas, han estat segregats del metabolisme social urbà, perdent el seu paper en la gestió de l'aigua d'escorrentia urbana, alhora que la seva capacitat de tancar el cicle de la matèria orgànica (compostatge de matèria orgànica residual per a producció d'aliments). Malgrat la seva presència, avui ja no juguen l'antic rol d'espais estructurants de la ciutat.

Els espais verds han estat segregats d'aquesta dinàmica contaminant per preservar la seva qualitat ambiental, generant alhora un metabolisme social urbà encara més lineal, no només degut al consum d'aigua de xarxa o, en el cas santcugatenc actual, combinant el consum de xarxa amb un creixent consum d'aigua del freàtic, sinó també al consum d'abonaments químics d'alliberació lenta i productes fitosanitaris.

Per altra banda, la implantació del sistema de clavegueram a tot el municipi ha potenciat un model de gestió de l'escorrentia en xarxa, en canonada, transportant-la enterrada, sovint barrejada amb les aigües residuals urbanes, fins a les estacions depuradores que, sobretot en períodes de tempestes, no són capaces d'assumir el tractament de volums d'aigua tan elevats i generen vessaments directes als cursos fluvials. Així mateix, la gestió unitària d'aigües residuals i aigua de pluja provoca problemes per sobreacumulació de determinats punts de la xarxa, i la necessitat d'incorporar noves infraestructures defensives i d'elevat cost com són els tancs de tempestes.

Uns problemes de sobreacumulació que sovint es fan palesos fins i tot a l'espai públic, especialment quan aquest no és dissenyat de manera adequada per a la bona gestió de l'aigua de pluja. A Sant Cugat aquests exemples es troben especialment als passos viaris rodats per creuar sota la xarxa de ferrocarril, construïts rebaixant la cota de superfície original i que, per tant, modifiquen la topografia natural de com desaigüen les conques i generen zones d'inundació sistemàtica de l'espai públic urbà que n'impedeix temporalment el trànsit i ús.

EL SISTEMA URBÀ ACTUAL

El municipi es divideix administrativament en sis districtes: Centre Est, Centre Oest, Valldoreix, la Floresta, Mira-sol i les Planes, amb diversos barris cadascun d'ells, que sumen un total de 47.

Els districtes no es corresponen amb les conques naturals del municipi, igual que passa amb el límit municipal general. Aquest fet dificulta en part la gestió integrada del

cicle de l'aigua, posant en evidència la necessitat de coordinar una bona gestió administrativa entre els diversos agents i actors administratius que intervenen en cada conca hídrica. Alhora és una oportunitat de cooperació interadministrativa, afavorint relacions de coneixement de problemàtiques i vies estratègiques d'intervenció futura entre els diversos barris (per tant, d'associacions de veïns) englobats en una mateixa conca hídrica.

El planejament i la diferenciació d'usos urbans classificats entre els usos públics i privats continuen fent palesa la gestió administrativa indispensable per a la coordinació de diversos usos i agents dins d'una mateixa conca, evidentment amb interessos i vocacions diverses pel que fa a la gestió del cicle de l'aigua, però, de nou, oferint oportunitats de coordinació de la comunitat de ciutadans i de col·laboració entre el sector públic i el privat.

La morfologia urbana del municipi mostra zones de característiques diferenciades que permetran plantejar estratègies diferents pel que fa a la proposta d'aplicació de SUDS. En aquest sentit, algunes de les tipologies morfològiques més disperses al territori, com són els eixamples, la ciutat jardí i les zones industrials, s'han diferenciat en subcategories en funció del seu grau de permeabilitat o compacitat, entenent que aquest tret diferenciador permetrà generar propostes diverses i complementàries pel que fa a la gestió de l'aigua d'escorrentia

Les zones verdes públiques del municipi de Sant Cugat, centrant-nos en els parcs i jardins del nucli urbà, tenen dimensions significatives i, per tant, serien capaces d'assumir usos més productius que els actuals pel que fa a la gestió del cicle de l'aigua i, també directament relacionada, la gestió de la matèria orgànica. No s'han de menystenir, però, aquells espais menors vinculats als vials, les petites parcel·les o les places que en una anàlisi en profunditat seria important incorporar per l'elevat potencial que tenen d'absorció i infiltració descentralitzada de l'aigua d'escorrentia superficial urbana, en origen.

Finalment, a través de la consistència urbana i permeabilitat del sòl s'ha cartografiat la capacitat d'infiltració del territori actual del municipi en funció dels usos i, per tant, del nivell d'impermeabilització de cada parcel·la urbana.

*Figura 14. Plànol AT.22. Capacitat d'infiltració de les cobertes del sòl.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Cadastre i dels diferents teixits urbans i cobertes del sòl.*

Així, és possible veure que, tot i l'elevada superfície que posseeix un nivell molt alt d'infiltració potencial (el 71,12% del territori), corresponent majoritàriament a les zones boscoses i protegides de les muntanyes de la serra de Collserola i la serra de Galliners, i la petita proporció d'infiltració moderada que suposen les àrees de ciutat jardí de Valldoreix, la Floresta, les Planes i part de Mira-sol (4,93%), la zona pròpiament urbana del territori té entre una capacitat d'infiltració mitjana i una de nul·la a causa del seu elevat grau d'impermeabilització.

Entre aquests diversos graus d'impermeabilitat cal destacar que el 16,10% de Sant Cugat té una impermeabilització total, concentrada sobretot a les zones urbanes del centre històric i a les grans infraestructures viàries que travessen el municipi, com són l'autopista AP-7, l'autopista dels Túnel·ls de Vallvidrera i les diverses carreteres i rondes que rodegen i connecten el centre de la ciutat amb els municipis i barris veïns.

En un grau menor d'impermeabilització, però encara amb una capacitat poc significativa d'infiltració, els eixamples residencials i els polígons industrials representen aproximadament el 8% restant del territori.

ESQUEMA

EL CICLE URBÀ DE L'AIGUA

L'aigua és un recurs limitat però que tanca de manera natural el seu cicle gràcies a l'energia solar que l'evapora, aportant-li energia potencial i puresa (o energia química, capacitat de dissolució). Així, podem dir que l'aigua és energia solar, entropia, segons la física termodinàmica, ja que tots els usos socials que en fem es limiten a aprofitar aquestes dues capacitats energètiques bàsicament.

De l'aigua aprofitem, i hem aprofitat històricament, la seva energia potencial, ja sigui per la capacitat de treball capaç de generar moviment, ja sigui per transformar-lo en energia o per aprofitar la seva força d'arrossegament. Però sobretot aprofitem la seva capacitat de dissolució, convertint-se, dins la nostra societat, en el gran vehicle de mobilitat de residus. Un ús que altera el seu cicle natural, alhora que altera i contamina els ecosistemes i, per tant, el nostre propi hàbitat.

Pel que fa a l'ús social actual de l'aigua, parlem de tres fases diferenciades en la gestió social del cicle de l'aigua. La primera fase s'anomena abastament, la segona és la fase de sanejament i la tercera inclou el procés de reutilització:

Abastament: comprèn, en les activitats de captació dels recursos hídrics, la seva potabilització, transport i distribució.

Sanejament: consta de les activitats de recollida i transport de les aigües residuals i la seva depuració, a fi de proporcionar a l'aigua la qualitat necessària perquè pugui ser abocada al medi, és a dir, als rius o al mar, sense contaminar.

Reutilització: en aquesta fase es realitza el tractament més exigent que rep l'aigua que surt de la depuradora. S'anomena regeneració i té l'objectiu de donar-li nous usos com a aigua reutilitzada, que poden anar des del reg agrícola, passant per la neteja de carrers, els usos industrials o el reg de jardins, entre d'altres.

Figura 15. Esquema funcional del sistema de sanejament.

<http://www.amb.cat/web/medi-ambient/aigua/cicle-aigua/cicle-i-recursos-hidrics>

Però el cicle de l'aigua no sempre s'ha gestionat així. La ciutat tradicional, més enllà del patrimoni físic dels seus elements construïts, de les seves pedres, ens mostra un patrimoni intangible d'alt valor sostenibilista que és la gestió del cicle de l'aigua i, per tant, del seu metabolisme social.

Les societats tradicionals eren de base orgànica, és a dir, tenien un metabolisme social circular en què els inputs en forma de recursos s'adquirien del medi gràcies a l'aprofitament exclusiu d'energies de base solar, renovable (solar, hidràulica, eòlica), que sumades al treball humà permetien afavorir la fertilitat dels sistemes biosfèrics per obtenir-ne tot allò necessari per a la vida, per generar un hàbitat social. Mentre que els outputs (el que actualment anomenem producció) eren reintegrats al medi mitjançant les mateixes energies de base solar combinades amb el treball social, per garantir la fertilitat futura del sòl i, per tant, la disponibilitat de nous recursos en el futur.

Així, la gestió orgànica de l'aigua era una gestió adaptada a la disponibilitat d'aquest recurs limitat del territori i garantia la recàrrega dels aqüífers per assegurar la seva disponibilitat futura. A l'àmbit de Sant Cugat trobem nombrosos vestigis d'aquest passat orgànic de gestió de l'aigua, tal com s'ha descrit en apartats anteriors, on la mateixa forma urbana, del territori i del paisatge, afavoria aquesta gestió integrada de l'aigua en un model orgànic.

El coneixement d'aquesta gestió tradicional de l'aigua, ja sigui mitjançant sistemes de conducció de l'aigua d'escorrentia urbana en superfície, ja sigui de captació de fonts, mines i pous (aquests darrers complementats amb energies a sang o sostenibles com les sínies o els molins de vent que accionaven una bomba), és un patrimoni amb un elevat valor sostenibilista perquè és un model de gestió circular. Un patrimoni que cal revalorar i reinterpretar des del coneixement tècnic actual per a la satisfacció de les necessitats socials presents.

Per altra banda, la gestió actual de l'aigua, condicionada per una demanda creixent tant en volum com en qualitat, ha detonat la importació d'aigua de conques llunyanes, uns transvasaments que impliquen elevats consums energètics, tant per la construcció i gestió de les infraestructures de transport i tractament centralitzat, com per la seva conducció fins a les zones d'abastament i seva posterior evacuació i depuració.

Procedència de l'aigua d'abastament: Sant Cugat forma part de la gestió de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) que s'abasteix principalment del sistema Ter-Llobregat, amb cabals d'ambdós rius. Geogràficament es troba en la línia divisòria entre ATLL SUD i ATLL NORD, que separa els ramals principals des de la central de Barcelona i s'abasteix d'ambdós, que estan interconnectats i permeten el *by-pass* de l'un a l'altre:

- Del Sistema ATLL SUD arriba un ramal (Vallès Occidental - Est) fins al dipòsit del Cementiri.
- Del Sistema ATLL NORD arriba un ramal (Vallès Occidental - Sud) fins al dipòsit del Ter, al Turó d'en Lluch.

*Figura 16. Plànol AT.23. Abastament d'aigua actual.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades de SOREA i l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

A Sant Cugat, la procedència de l'aigua del sistema Ter-Llobregat es concreta en els percentatges següents, segons dades cedides per la companyia SOREA, que fa el subministrament de l'aigua a Sant Cugat del Vallès:

- 76% aigua del TER (des de l'ETAP Cardedeu fins al dipòsit del Ter)
- 20% aigua del LLOBREGAT (des de l'ETAP Abrera fins al dipòsit del Cementiri)
- 4% aigua d'SGAB (des de l'ETAP Sant Joan Despí). Aigües Ter-Llobregat

Del 20% de l'aigua del Llobregat, un 1% és d'explotació directa a través d'un pou que explota un petit torrent de la riera de Rubí, prop de Can Barata, per a l'abastament exclusiu d'aquesta zona urbanitzada aïllada que es troba a la serra de Galliners. És un exemple de gestió de l'aigua sense connexió amb la xarxa general de subministrament, a partir de l'abastament que aconsegueix amb l'explotació directa d'un torrent que pertany a la conca del Llobregat.

En la representació del subministrament als diferents municipis de l'AMB, se simplifica la xarxa indicant únicament l'entrada d'aigua majoritària, en el cas de Sant Cugat, l'aigua del Ter (76%), fins al dipòsit del Ter, de 8.000 m³, situat a una cota més elevada que el nucli principal de la població.

La connexió entre les ETAP de Cardedeu i Abrera fa que actualment el subministrament es pugui realitzar amb aigües d'ambdues procedències, tant del riu Ter com del Llobregat, en funció de la qualitat de l'aigua potabilitzada i les disponibilitats de cada moment.

Dins l'àmbit de subministrament de l'AMB, Sant Cugat destaca com un municipi amb un elevat consum d'aigua, darrere de Barcelona, Badalona i l'Hospitalet de Llobregat, ciutats totes elles amb més població, segons les dades de l'any 2012. Els municipis amb similar nombre d'habitants que Sant Cugat, com serien Sant Boi de Llobregat o Cornellà de Llobregat, tenien consums clarament inferiors.

A banda, les dades del 2012 indiquen un creixement per damunt de la mitjana metropolitana al municipi de Sant Cugat i en el període dels darrers cinc anys (2007-2011). Si observem el consum per usos, l'ús domèstic és clarament predominant a tots els municipis, però en el cas de Sant Cugat suposa el 67% del total, arribant a un consum diari de 148,7 litres/habitant, el més alt de tots els municipis de l'AMB. L'explicació es troba en el seu model residencialista, amb abundància de jardins i piscines privades.

*Figura 17. Evolució del consum domèstic per municipi (l/ha i dia).
Dades ambientals metropolitanes 2012. AMB.*

De l'aigua freàtica, procedent de pous i mines de la gestió tradicional, l'Ajuntament de Sant Cugat recentment en fa un aprofitament per al reg de zones verdes i neteja de carrers a fi contribuir a una gestió més sostenible de l'aigua.

El sistema de sanejament s'inicia als punts d'ús de l'aigua, ja siguin domèstics, comercials, industrials o municipals. Les aigües residuals es recullen al clavegueram, que gestiona cada municipi. Aquesta part del sanejament és la que s'anomena «sanejament en baixa». El citat clavegueram municipal connecta amb la xarxa de col·lectors, situats per tot el territori metropolità, que transporten les aigües residuals a les depuradores. És el que s'anomena «sanejament en alta».

L'àrea metropolitana està dividida en cinc sistemes. Cada un està format per la xarxa de clavegueram, els col·lectors, les estacions de bombament, les depuradores i els emissaris submarins. El sistema de sanejament inclou tot el procés de transport i tractament d'aigües residuals a les estacions depuradores d'aigües residuals (EDAR).

A Sant Cugat, la gestió i el manteniment de la xarxa de clavegueram la realitza l'Ajuntament, excepte a la zona de Valldoreix, que ho fa l'Entitat Municipal Descentralitzada (EMD).

La xarxa de clavegueram de Sant Cugat aboca bàsicament a dues grans depuradores: l'EDAR de Rubí i l'EDAR de Montcada i Reixac, segons sigui el vessant Llobregat o Besòs. A banda, però, de les dues EDAR principals de caràcter metropolità, existeixen altres petites EDAR que gestionen el clavegueram de diverses urbanitzacions que queden allunyades de la xarxa principal:

- EDAR de Can Barata: és una depuradora de fangs i consta de cinc dipòsits. Vessa aigües al torrent de Can Barata. La urbanització té xarxa unitària.
- EDAR de la urbanització Costa del Golf: és una depuradora de fangs. Vessa aigües al torrent de Llaceres. La urbanització té xarxa separativa de residuals i de pluja.
- EDAR de la urbanització Sol i Aire: la urbanització consta de 42 cases, de les quals 5 tenen una gestió autònoma i aboquen aigües al torrent de la Rabassada. Per a les altres 37 cases es realitza la depuració en unes basses amb pous de graves. L'escorrentia urbana d'aigua de pluja es vessa directament al torrent de la Rabassada fins al pantà de Can Borrell.
- EDAR de Can Borrull. Consta de dues petites EDAR: l'EDAR 1 rep l'aigua per gravetat i l'aigua que es bombeja des de l'EDAR 2. Finalment es bombeja fins a l'EDAR de Vallvidrera.
- EDAR de Can Cortés: exemple d'autogestió veïnal. És una fosa de filtre biològic. Vessa aigües al torrent de Can Bova. La urbanització té xarxa unitària.

Aprofitament d'aigües pluvials: és destacable l'esforç realitzat pel municipi per afavorir el seu ús. A Catalunya no existeix una normativa específica en relació amb l'aprofitament d'aigües pluvials, si bé hi ha un cert grau de regulació que ve donat a escala estatal a través del Codi tècnic de l'edificació; autonòmic, a través del decret d'ecoeficiència, i local, pel que disposen les ordenances municipals d'estalvi d'aigua, (OME). Sant Cugat del Vallès va ser el primer municipi del territori espanyol que publicà, l'any 2002, una ordenança d'estalvi d'aigua. Com a pionera del model, l'any 2008 Sant Cugat reformulà la seva ordenança, introduint altres paràmetres de disseny i matisant aspectes que en faciliten l'aplicació.

*Figura 18. Plànol AT.26. Abastament d'aigua actual.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

DIAGNOSI DEL TERRITORI DE SANT CUGAT DEL VALLÈS

Tal com s'ha exposat a l'inici, la problemàtica del drenatge urbà va lligada directament a la impermeabilització del sòl per efecte de l'augment de les àrees urbanitzades. Des de fa anys, constatat aquest fet, es va cercar una manera de poder quantificar la quantitat de sòl impermeabilitzat en un territori, generant així un indicador ambiental clau per mesurar el grau de problemàtica de drenatge que té i poder estudiar millor les intervencions amb vista a una gestió sostenible de l'aigua de pluja. Aquest indicador ambiental neix el 1996 a partir d'un estudi de Chester Arnold i James Gibbons recollit en l'article «Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator», publicat a la revista *American Planning Association Journal*. L'estudi exposa la relació entre la impermeabilització del sòl i el comportament de l'aigua de pluja, generant una escala del grau d'impermeabilització i, en conseqüència, el repartiment dels diferents vectors de l'aigua de pluja un cop arriba a la superfície del sòl, segons siguin les característiques d'aquest.

*Figura 19. Canvis en el cicle de l'aigua associats al grau d'urbanització.
Arnold, Chester L Jr; Gibbons, C James. (1996). «Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator».*

L'àrea total impermeable (ATI) d'un territori correspon a la suma ponderada de les taxes específiques d'impermeabilitat de les superfícies ocupades per diferents usos/cobertures de sòl, essent major a les zones residencials denses, industrials i comercials, que en àrees d'habitatges unifamiliars, agrícoles o amb dominància de cobertura vegetal.

A partir de l'anàlisi del territori municipal de Sant Cugat, on es determina el percentatge de superfície per a cadascuna de les cobertes del sòl amb una determinada capacitat d'infiltració, s'obté una capacitat d'infiltració total, que és del 72,45%. Els gradients d'impermeabilitat dels diferents usos són inversos a la seva capacitat d'infiltració i fent l'invers de la capacitat d'infiltració total del territori, del 72,45%, obtenim una àrea total d'impermeabilització (ATI) del 27,55%. Això es deu al fet que el municipi de Sant Cugat del Vallès té força territori amb cobertures vegetals, atès que conté una part important de la serra de Collserola.

Segons la classificació d'Arnold i Gibbons, aquest percentatge queda fora dels establerts en el seu estudi, i per això s'ha cercat l'ampliació de percentatges que anys més tard, el 2008, es va presentar en el IX Simposi d'Hidrologia, celebrat a Elx, on es fixen nous percentatges interpolant els valors originals:

- Per a les zones amb ATI inferior al 10%, s'assignen uns valors corresponents a les zones de coberta vegetal descrites per Arnold i Gibbons.
- Per a les zones amb ATI entre 20% i 35%, i entre 50% i 75%, no considerats per Arnold i Gibbons, s'assignen valors de flux hidrològic obtinguts a través de la mitjana aritmètica dels valors de les zones amb ATI entre 10-20% i 35-50% i entre 35-50% i 75-100%, respectivament.

Segons aquesta darrera aproximació, el repartiment de fluxos hidrològics teòrics dins el territori del terme municipal de Sant Cugat del Vallès, amb un ATI del 27,55%, corresponent a un ATI entre 20-35%, seria el següent:

Evapotranspiració	36,5%
Escorrentia superficial	25%
Infiltració superficial	20,5%
Infiltració profunda	18%

Figura 20. Repartiment dels fluxos hidrològics teòrics a Sant Cugat del Vallès. Elaboració pròpia a partir del càlcul de l'àrea total impermeable (ATI) i dels valors assignats per Arnold i Gibbons.

Caldrà estudiar els diferents fluxos, quines són les característiques de cadascun d'ells i quins són els factors dels quals depenen, per poder establir com han de ser regulats per les eines de planificació i gestió del territori. A banda, caldrà determinar el repartiment de fluxos per a cadascuna de les conques de treball, per poder estudiar en cadascuna d'elles les estratègies d'intervenció posteriors. És necessari treballar per conques, on podem establir un límit en el comportament del cicle de l'aigua.

ELS FLUXOS HIDROLÒGICS: PRECIPITACIÓ, EVAPOTRANSPIRACIÓ, ESCORRENTIA, INFILTRACIÓ

Podem dir de manera genèrica que, per tancar el cicle de l'aigua, els fluxos hidrològics compleixen l'equació:

$$\text{Precipitació (P)} = \text{Evapotranspiració (ET)} + \text{Escorrentia superficial (Es)} + \text{Infiltració (I), superficial i/o profunda}$$

La precipitació: ens interessa conèixer la intensitat de pluja, ja que és molt important el valor de la quantitat d'aigua caiguda per unitat de temps. Prenent com a referència les dades meteorològiques de l'SMC per al període 2007-2013 i a Sant Cugat, teníem:

- la intensitat mitjana en 24 h és de 62,80 mm
- la intensitat mitjana en 1 h és de 25,60 mm

L'evapotranspiració (ET) és la consideració conjunta de dos processos diferents: l'evaporació i la transpiració.

- L'evaporació és un fenomen físic en què l'aigua passa de líquid a vapor i es dissipa cap a l'atmosfera. Es produeix evaporació des de la superfície del sòl i la vegetació immediatament després de la precipitació.
- La transpiració és un fenomen biològic pel qual les plantes perden aigua cap a l'atmosfera. Les plantes prenen aigua a través de les arrels, una petita part la utilitzen per al seu creixement i la resta la transpiren.

Com que són difícils de mesurar per separat i en la majoria dels casos el que interessa és la quantitat total que es perd a l'atmosfera, sigui de la manera que sigui, es consideren conjuntament sota el concepte d'evapotranspiració (ET). La unitat de mesura és el mm, com en la pluviometria.

Els factors que determinen l'evapotranspiració són:

- El poder evaporant de l'atmosfera, directament proporcional als paràmetres de vent, radiació solar i temperatura, i inversament proporcional a la humitat relativa i a la pressió atmosfèrica (i altitud relacionada).
- El tipus i humitat del sòl.
- El tipus de planta de la cobertura vegetal.

Dels factors descrits, ens interessa destacar que el poder evaporant de l'atmosfera, dins el terme municipal de Sant Cugat, serà semblant, però augmentarà a les àrees de més radiació solar, directament relacionat amb les orientacions, i augmentarà també a les àrees de més altitud i per tant menys pressió atmosfèrica.

També interessa destacar que la presència de cobertura vegetal sempre fa augmentar l'ET.

L'*escorrentia superficial* és la làmina d'aigua que circula per sobre del sòl després de la precipitació de la pluja, com a excedent, que és drenada al final de conca o bé arriba a les masses d'aigua. Constitueix la part de la precipitació que s'escapa de la infiltració i de l'evapotranspiració. Sovint s'expressa com a resultat de la precipitació menys l'evapotranspiració i la infiltració del sòl, seguint l'equació mare de tancament de cicle: Es (escorrentia) = P (precipitació) – ET (evapotranspiració) – I (infiltració).

Apareix quan les precipitacions superen la capacitat d'infiltració del sòl, quan els compartiments del sòl se saturen d'aigua. La quantitat d'escorrentia varia segons les condicions d'humitat del sòl. Els processos de formació d'escorrentia i infiltració són ambdós inversos i un influeix sobre l'altre. Els factors que determinen l'escorrentia superficial són:

- La intensitat de la precipitació o pluja és fonamental en el procés de producció d'escorrentia superficial, és a dir, la quantitat d'aigua caiguda distribuïda en el temps.
- La capacitat d'infiltració, que depèn a la vegada del pendent del terreny i la cobertura vegetal del sòl. El pendent augmenta l'escorrentia, ja que una mateixa microtopografia embassa més aigua en terrenys planers que en terrenys empinats, com s'observa a la figura:

Figura 21. El pendent influeix en el coeficient d'escorrentia. Andrés Martínez de Azaga Paredes (2006).

Alhora, en augmentar l'escorrentia superficial, creix l'erosió hídrica, que llima el microrelleu del terreny, allisant el vessant i reduint les microdepressions que podrien frenar l'aigua. La presència de vegetació, la seva densitat, estructura, altura, temps d'instal·lació i permanència són determinants en el procés d'infiltració (i en el seu revers: la formació d'escorrentia superficial). La velocitat d'infiltració en sòls forestals és molt superior a la que presenten els sòls agrícoles, que al seu torn és molt superior a la dels sòls urbans. Això és degut a l'alt contingut de matèria orgànica dels sòls que suporten vegetació natural evolucionada, a l'acció de les arrels primàries i secundàries creant innumbrables canalets fins al subsòl, a l'augment de capacitat d'infiltració per disminució de la velocitat d'escorrentia i a la impossibilitat que es formin escrotonaments superficials al sòl gràcies a l'acció protectora del sotabosc i la fullaraca.

- La condició hidràulica del sòl (permeabilitat): la humitat inicial del sòl i la seva evolució al llarg de l'episodi de pluja influeixen notablement, donada la tendència decreixent de la taxa d'infiltració fins a assolir un valor asimptòtic que es relaciona amb la permeabilitat (o conductivitat hidràulica) del terreny.

Per determinar quina quantitat de pluja generarà escorrentia es poden utilitzar diversos mètodes. Aquí hem triat el mètode racional per estimació de cabals màxims, que resulta d'assignar a cadascuna de les superfícies un coeficient d'escorrentia en funció de la capacitat d'infiltració que s'havia assignat en l'anàlisi del territori a cadascuna de les diferents cobertures i usos del sòl. Aquest mètode assigna cabals màxims segons l'expressió:

$$Q \text{ màx. (m}^3\text{/h)} = I \text{ (intensitat de pluja) mm/h} * C \text{ (coeficient d'escorrentia)} * A \text{ (superfície) m}^2$$

Aquest mètode no té en compte el factor temps, és un càlcul de règim permanent i només avalua el cabal constant que s'obtidria com a resultat d'una precipitació constant. Només serveix per obtenir estimacions del cabal en conques petites i amb precipitacions curtes i homogènies. Es considera que la informació que dóna aquest mètode simplificat és suficient per determinar quines conques urbanes aporten més o menys cabal a cadascuna de les conques generals del Besòs o Llobregat i tenir un coneixement del conjunt del sistema al territori de Sant Cugat. És el que hem utilitzat per determinar els cabals màxims de cadascuna de les conques urbanes estudiades.

LA INFILTRACIÓ SUPERFICIAL I LA INFILTRACIÓ PROFUNDA

La infiltració és el procés de penetració de l'aigua des de la superfície del terreny fins al sòl. En una primera etapa satisfà la deficiència d'humitat del sòl a la zona propera a la superfície (infiltració superficial) i posteriorment, superant progressivament un cert nivell d'humitat, passa a formar part de l'aigua subterrània, saturant els espais buits (infiltració profunda).

En termes generals el valor de la infiltració no és constant, sinó que en els primers moments de les precipitacions sol ser més alt, i disminueix amb rapidesa fins a assolir un valor constant més baix que l'inicial. Aquest descens està motivat per la progressiva saturació dels porus, la compactació del sòl, sobretot si el sòl no té cobertura vegetal, i el tancament o la disminució de la mida de les esquerdes dels sòls, en especial quan hi ha presència d'argiles, que augmenten en hidratar-se.

La quantitat d'aigua que pot infiltrar-se en un terreny i la velocitat a què pot fer-ho depenen d'una sèrie de factors:

- La durada i la intensitat de les precipitacions. Les precipitacions suaus, encara que siguin prolongades en el temps, afavoreixen la infiltració, sobretot si no superen la capacitat d'absorció d'un sòl. Les precipitacions molt intenses o torrencials la dificulten, perquè superen sovint la capacitat d'absorció i l'aigua sobrant tendirà a mobilitzar-se, formant l'escorrentia superficial. L'aigua, per infiltrar-se, ha de desplaçar l'aire que està ocupant els porus i fissures; si les precipitacions són molt intenses es forma una zona saturada superficial que dificulta inicialment la sortida d'aquest aire i, per tant, l'entrada de més aigua.
- La humitat prèvia del terreny: la infiltració és més intensa en sòls secs i serà major en el cas de sòls que ja estiguin humits per precipitacions anteriors.
- El pendent del terreny: com més pendent, menys volum d'aigua infiltrada. Quan el relleu és abrupte, el pendent augmenta la velocitat i les aigües tendeixen a mobilitzar-se superficialment fins a les zones baixes. En relleus suaus, les aigües de precipitació s'estanquen i resten més temps en contacte amb els porus i fissures dels materials superficials, cosa que afavoreix la seva absorció i infiltració.
- La vegetació: sempre afavoreix la infiltració, encara que en major o menor mesura en funció de l'abundància de la cobertura i/o del tipus de plantes.
- La cobertura vegetal protegeix el sòl de la compactació que provoca l'impacte directe de les gotes de pluja, en parar i/o amortir la velocitat amb què cauen (intercepció). Es redueix així la violència de les precipitacions, es frena el recorregut superficial i l'aigua restarà més temps en superfície augmentant les possibilitats de ser infiltrada.
- Les arrels dels vegetals, en créixer i desenvolupar-se, obren nous conductes i mantenen oberts els que ja ocupen, cosa que fa que els sòls tinguin un menor grau de compactació i la infiltració sigui més eficaç.
- La matèria orgànica que aporta al sòl la cobertura vegetal (humus) millora l'estructura del sòl perquè afavoreix l'agregació dels col·loides inorgànics (argiles i òxids) i llavors els porus augmenten de mida, de manera que creix la capacitat d'absorció i s'afavoreix així la infiltració.
- Si les gotes de pluja impacten sobre un sòl desproveït de vegetació, la superfície del terreny es compacta i es remouen, separen i dispersen els agregats superficials, desplaçant-se petites partícules que s'introdueixen en les fissures. Això provoca que aquests forats quedin obturats, es redueixi la seva mida i per tant la capacitat d'infiltració.
- Factors relacionats amb la naturalesa dels materials: granulometria, textura, consistència, etc., que determinen la seva porositat i permeabilitat.

Recordem que en la fase d'anàlisi s'han determinat les permeabilitats a partir del plànol de geologia dels sòls, aplicant els barems de permeabilitat assignats per Emilio Custodio i Manuel Ramón Llamas en el tom II del llibre *Hidrología subterránea* a cada material.

CARACTERITZACIÓ DEL TERRITORI

A partir de l'anàlisi del territori i dels factors que influeixen en la determinació dels fluxos hidrològics que resulten de l'episodi de pluja (evapotranspiració, escorrentia superficial i infiltració) cal realitzar una caracterització del territori per a cadascuna de les conques internes d'estudi en funció dels paràmetres més influents.

La divisió del territori en conques urbanes és necessària per tal de determinar després com influeix cadascun dels paràmetres en cadascuna d'elles.

En la fase d'anàlisi s'ha constatat que el terme municipal de Sant Cugat del Vallès queda dividit aproximadament per la meitat entre les dues conques principals, la del Besòs a l'est i la del Llobregat a l'oest. Amb més detall es van configurar 9 conques urbanes que afecten el terme municipal, 3 de la conca hídrica del Besòs i 6 de la del Llobregat. D'aquestes, però, només 5 són totalment internes.

Es conserven les 3 conques del Besòs, però de les 6 del Llobregat se'n descarten 4, atès que representen subconques petites que pertanyen a conques majoritàriament fora del territori del terme municipal i, per tant, amb poca influència sobre la gestió de l'aigua general del municipi.

CONQUES DEL BESÒS

CONCA 1. CONCA DE FERRUSSONS	Torrent de Ferrussons i riera de Volpelleres
CONCA 2. CONCA DE SANT CUGAT	Torrent de la Bomba, torrent de Saladrigues i torrent de Can Mora
CONCA 3. CONCA DE SANT MEDIR	Torrent de Sant Crist, torrent de la Torre Negra i riera de Sant Medir

CONQUES DEL LLOBREGAT

CONCA 4. CONCA DE CAN BADAL	Torrent de Can Badal, torrent d'en Nonell, torrent de Can Llobet, torrent de Can Barba i riera de les Bobines
CONCA 5. CONCA DE CAN CABASSA	Torrent de Can Cabassa, torrent de la Guinardera i torrent del Xoriguer

*Figura 22. Plànol DT.00. Conques urbanes internes per a la diagnosi.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic de Catalunya (ICC).*

Seràn aquestes 5 conques internes les que s'estudiaran i es farà sense entrar en la seva descomposició en subconques, donada la complexitat que això suposaria per a l'estudi. Dels factors que determinen els fluxos hidrològics s'analitzaran els següents per a cada conca:

- *Orientacions*: les diferents orientacions del territori ens proporcionen informació de les zones amb més o menys hores d'incidència de la radiació solar, factor que influeix en l'evapotranspiració.
- *Pendents*: els diferents pendents del territori ens donen informació de les zones amb pendents més suaus o pendents més forts, factor que influeix en els fenòmens de generació d'escorrentia i infiltració.
- *Cobertes / usos del sòl*: els diferents usos del sòl del territori ens donen informació de les zones amb més o menys grau d'impermeabilització degut al nivell d'urbanització, que després es traslladarà a una capacitat d'infiltració per a cada ús del sòl.
- *Capacitat d'infiltració*: les diferents capacitats d'infiltració del territori ens donen informació de les zones amb més o menys grau d'impermeabilització degut al nivell d'urbanització derivat del seu ús, factor que influeix en els fenòmens de generació d'escorrentia i infiltració superficial.
- *Geologia i permeabilitat*: la diferent composició geològica dels sòls del territori ens dona informació de les zones amb un tipus o altre de sòl, factor que influeix en el fenomen de la capacitat d'infiltració profunda.

DIAGNOSI PER CONQUES

A partir de la caracterització del territori i del repartiment de fluxos hidrològics teòrics resultant de l'àrea total d'impermeabilització (ATI) es realitza una breu diagnosi de cada conca sobre la base d'aquestes dades.

A banda, s'ha fet l'esforç de calcular els cabals màxims generats per les escorrenties per a cadascuna de les conques urbanes, a partir del coeficient d'escorrentia que s'assimila a la taxa d'impermeabilització del sòl, l'invers de la capacitat d'infiltració. Aquests cabals màxims estimats, al marge del valor absolut de càlcul, ens donen una idea de quines són les conques que generen més aportació d'aigua d'escorrentia al conjunt del sistema de cada conca hidrològica principal. A la conca general del Besòs, la que té més incidència és la conca 2, de la riera de Sant Cugat, tot i no ser la que té la superfície més gran, que seria la conca 3, ni tampoc la que té més sòl impermeable, que seria la conca 1. Per tant, constatem que és important la relació grandària de la conca i percentatge de sòl impermeabilitzat.

A la conca general del Llobregat, la que té més incidència és la conca 5, de la riera de Can Cabassa, perquè, tot i tenir una superfície igual a la de la conca 4, té més sòl impermeabilitzat i duplica el seu cabal d'escorrentia.

$$Q \text{ màx. (m}^3\text{/h)} = I \text{ (intensitat de pluja) mm/h} * C \text{ (coeficient d'escorrentia)} * A \text{ (superfície) m}^2$$

Figura 23. Quadre d'elaboració pròpia del càlcul de l'escorrentia per a cadascuna de les conques.

A continuació es comenta, per a cadascuna de les conques, el repartiment teòric de fluxos i els factors del territori que poden influir en el repartiment real d'aquests fluxos.

CONCA 1. CONCA DEL TORRENT DE FERRUSSONS

- Superfície de la conca: 567,18 Ha
- Superfície dins el terme municipal: 515,58 Ha
- Àrea total d'impermeabilització (ATI) del 42,94% (entre 35-50%)

$$P \text{ (precipitació)} = ET \text{ (evapotranspiració)} + Es \text{ (escorrentia)} + I \text{ (infiltració)}$$

Evapotranspiració

L'evapotranspiració teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 35%. Com que la conca és majoritàriament ben assolada, aquests valors es podrien incrementar.

Escorrentia

L'escorrentia superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 30%. Aplicant una intensitat de pluja de 62,80 mm/h, donaria un cabal:

$$Q = 106.857 \text{ m}^3\text{/h}$$

Però amb el càlcul de les superfícies impermeabilitzades realitzat en l'anàlisi territorial i agafant un coeficient d'escorrentia igual a l'invers de la capacitat d'infiltració tindriem:

$$Q = 153.161 \text{ m}^3\text{/h}$$

superior al teòric i que cal tenir en compte (del 43%). Com que es tracta d'una conca amb pendent baix, cal pensar que les escorrenties no augmentaran per efecte d'aquest factor.

Infiltració

La infiltració superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20%. I la infiltració profunda del 15%, amb una taxa total d'infiltració del 35%. La infiltració va relacionada amb l'escorrentia, per tant podríem ajustar la infiltració com la part del percentatge d'ambdós fluxos, menys l'escorrentia que s'havia calculat:

$$65\% (Es + I) = 43\% (Es) + I \quad I = 65 - 43 = 22\%$$

molt inferior al teòric i que cal tenir en compte. Atès que la conca té una permeabilitat baixa, la infiltració profunda serà difícil i es pot pensar en l'aplicació de dispositius d'infiltració a les àrees de permeabilitat bona (10,6%), situades a la capçalera de la conca. Aquesta conca, però, és la que té menys àrees de permeabilitat bona per afavorir la infiltració de totes les conques que pertanyen al Besòs.

- Orientacions: majoritàriament molt assolellat. Pla + Sud + Oest = 65,4%. Nord + Est = 34,6%
- Pendants: majoritàriament de pendent baix: 0-10% = 80,2%
- Capacitat d'infiltració: ATI del 42,94% (entre 35-50%)
- Permeabilitat: majoritàriament permeabilitat baixa. Permeabilitat bona = 10,6%, a la capçalera de conca

GRAFIC

CONCA 2. CONCA DE LA RIERA DE SANT CUGAT

- Superfície de la conca: 826,30 Ha
- Superfície dins el terme municipal: 824,13 Ha
- Àrea total d'impermeabilització (ATI) del 35,63% (al voltant del 35%)

$$P (\text{precipitació}) = ET (\text{evapotranspiració}) + Es (\text{escorrentia}) + I (\text{infiltració})$$

Evapotranspiració

L'evapotranspiració teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 36,5%. Com que la conca és mitjanament ben assolellada, cal pensar que els valors restarien sense modificar per efecte d'aquest factor.

Escorrentia

L'escorrentia superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 27,5%. Aplicant una intensitat de pluja de 62,80 mm/h, donaria un cabal:

$$Q = 142.702 \text{ m}^3/\text{h}$$

Però amb el càlcul de les superfícies impermeabilitzades realitzat en l'anàlisi territorial i agafant un coeficient d'escorrentia = invers de la capacitat d'infiltració tindríem:

$$Q = 186.810 \text{ m}^3/\text{h}$$

superior al teòric i que cal tenir en compte (del 36%). Com que es tracta d'una conca amb la meitat de superfície amb pendent baix, cal pensar que les escorrenties podrien augmentar una mica, fins al 5%, per efecte d'aquest factor. Aquesta conca és la que produeix més escorrentia de totes les que pertanyen al Besòs.

Infiltració

La infiltració superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20%. I la infiltració profunda del 16%, amb una taxa total d'infiltració del 36%. La infiltració va relacionada amb l'escorrentia, per tant, podríem ajustar la infiltració com la part del percentatge d'ambdós fluxos menys l'escorrentia que s'havia calculat:

$$63,5\% (Es + I) = 36\% (Es) + I \quad I = 63,5 - 36 = 27,5\%$$

molt inferior al teòric i que cal tenir en compte. Com que la conca té una permeabilitat baixa, la infiltració profunda serà difícil i es pot pensar en l'aplicació de dispositius d'infiltració a les àrees de permeabilitat bona (25,6%), situades a la zona central de la conca. Aquesta conca és la que té més àrees de permeabilitat bona per afavorir la infiltració de totes les conques que pertanyen al Besòs.

- Orientacions: assolellament repartit a parts iguals. Pla + Sud + Oest = 46,6%. Nord + Est = 53,5%
- Pendents: meitat del territori de pendent baix. Pendent 0-10% = 52,8%
- Capacitat d'infiltració: ATI del 35,63% (al voltant del 35%)
- Permeabilitat: majoritàriament permeabilitat baixa. Permeabilitat bona = 25,6%, a la zona central de la conca.

GRAFIC

CONCA 3. CONCA DE LA RIERA DE SANT MEDIR

- Superfície de la conca: 1.060,52 Ha
- Superfície dins el terme municipal: 1.052,20 Ha
- Àrea total d'impermeabilització (ATI) del 13,61% (entre 10-20%)

$$P \text{ (precipitació)} = ET \text{ (evapotranspiració)} + Es \text{ (escorrentia)} + I \text{ (infiltració)}$$

Evapotranspiració

L'evapotranspiració teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 38%. Com que la conca és mitjanament ben assolellada, cal pensar que els valors restarien sense modificar per efecte d'aquest factor.

Escorrentia

L'escorrentia superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20%. Aplicant una intensitat de pluja de 62,80 mm/h, donaria un cabal:

$$Q = 133.201 \text{ m}^3/\text{h}$$

Però amb el càlcul de les superfícies impermeabilitzades realitzat en l'anàlisi territorial i agafant un coeficient d'escorrentia = invers de la capacitat d'infiltració tindriem:

$$Q = 93.241 \text{ m}^3/\text{h}$$

inferior al teòric i que cal tenir en compte (del 14%). Com que es tracta d'una conca amb pendent mitjà i alt, cal pensar que les escorrenties poden augmentar per efecte d'aquest factor, fins a un 15%, més proper als valors teòrics. Aquesta conca és la que produeix menys escorrentia de totes les conques que pertanyen al Besòs.

Infiltració

La infiltració superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 21%. I la infiltració profunda del 21%, amb una taxa total d'infiltració del 42%. La infiltració va relacionada amb l'escorrentia, per tant, podríem ajustar la infiltració com la part del percentatge d'ambdós fluxos menys l'escorrentia que s'havia calculat:

$$62\% (Es + I) = 14\% (Es) + I \quad I = 62 - 14 = 48\%$$

superior al teòric i que cal tenir en compte. Com que la conca té una permeabilitat baixa, la infiltració profunda serà difícil i es pot pensar en l'aplicació de dispositius d'infiltració a les àrees de permeabilitat bona (22,7%).

- Orientacions: assolellament repartit a parts iguals. Pla + Sud + Oest = 47,5%. Nord + Est = 52,5%
- Pendents: majoritàriament de pendent mitjà i alt. Pendent 0-10% = 26,8%
- Capacitat d'infiltració: ATI del 13,61% (entre 10-20%)
- Permeabilitat: majoritàriament permeabilitat baixa. Permeabilitat bona = 22,7%

GRAFIC

CONCA 4. CONCA DEL TORRENT DE CAN BADAL

- Superfície de la conca: 767,56 Ha
- Superfície dins el terme municipal: 764,27 Ha
- Àrea total d'impermeabilització (ATI) del 23,83% (entre 20-35%)

$$P \text{ (precipitació)} = ET \text{ (evapotranspiració)} + Es \text{ (escorrentia)} + I \text{ (infiltració)}$$

Evapotranspiració

L'evapotranspiració teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 36,5%. Com que la conca és mitjanament ben assolellada, cal pensar que els valors restarien sense modificar per efecte d'aquest factor.

Escorrentia

L'escorrentia superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20%. Aplicant una intensitat de pluja de 62,80 mm/h, donaria un cabal:

$$Q = 120.507 \text{ m}^3/\text{h}$$

Però amb el càlcul de les superfícies impermeabilitzades realitzat en l'anàlisi territorial i agafant un coeficient d'escorrentia = invers de la capacitat d'infiltració tindriem:

$$Q = 115.687 \text{ m}^3/\text{h}$$

semblant al teòric i que no cal tenir en compte (del 24%). Com que es tracta d'una conca amb la meitat de superfície amb pendent baix, cal pensar que les escorrenties podrien augmentar una mica, fins al 5%, per efecte d'aquest factor. Aquesta conca és la que produeix menys escorrentia de les conques que pertanyen al Llobregat.

Infiltració

La infiltració superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20,5%. I la infiltració profunda del 18%, amb una taxa total d'infiltració del 38,5%. La infiltració va relacionada amb l'escorrentia, per tant podríem ajustar la infiltració com la part del percentatge d'ambdós fluxos, menys l'escorrentia que s'havia calculat:

$$63,5\% (Es + I) = 24\% (Es) + I \quad I = 63,5 - 24 = 39,5\%$$

molt semblant al teòric i que cal tenir en compte. Com que la conca té una permeabilitat bona, de la meitat de la superfície, la infiltració profunda serà més fàcil i cal pensar en l'aplicació de dispositius d'infiltració a les àrees de permeabilitat bona (46,8%). Aquesta conca és la que té més àrees de permeabilitat bona per afavorir la infiltració de totes les conques que pertanyen al Llobregat.

- Orientacions: assolellament repartit a parts iguals. Pla + Sud + Oest = 46,7%. Nord + Est = 53,3%
- Pendants: meitat del territori de pendent baix. Pendent 0-10% = 51,4%
- Capacitat d'infiltració: ATI del 23,83% (entre 20-35%)
- Permeabilitat: mig i mig de permeabilitat baixa. Permeabilitat bona = 46,8%

GRAFIC

CONCA 5. CONCA DEL TORRENT DE CAN CABASSA

- Superfície de la conca: 769,58 Ha
- Superfície dins el terme municipal: 768,97 Ha
- Àrea total d'impermeabilització (ATI) del 42,02% (entre 35-50%)

$$P \text{ (precipitació)} = ET \text{ (evapotranspiració)} + Es \text{ (escorrentia)} + I \text{ (infiltració)}$$

Evapotranspiració

L'evapotranspiració teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 35%. Atès que la conca és majoritàriament poc assolellada, aquests valors podrien disminuir.

Escorrentia

L'escorrentia superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 30%. Aplicant una intensitat de pluja de 62,80 mm/h, donaria un cabal:

$$Q = 144.989 \text{ m}^3/\text{h}$$

Però amb el càlcul de les superfícies impermeabilitzades realitzat en l'anàlisi territorial i agafant un coeficient d'escorrentia = invers de la capacitat d'infiltració tindriem:

$$Q = 202.984 \text{ m}^3/\text{h}$$

superior al teòric i que cal tenir en compte (del 42%). Com que es tracta d'una conca amb pendent baix, cal pensar que les escorrenties no augmentaran per efecte d'aquest factor. Aquesta conca és la que produeix més escorrentia de les conques que pertanyen al Llobregat.

Infiltració

La infiltració superficial teòrica segons el repartiment de fluxos a partir de l'ATI seria del 20%. I la infiltració profunda del 15%, amb una taxa total d'infiltració del 35%. La infiltració va relacionada amb l'escorrentia, per tant podríem ajustar la infiltració com la part del percentatge d'ambdós fluxos, menys l'escorrentia que s'havia calculat:

$$65\% (Es + I) = 42\% (Es) + I \quad I = 65 - 42 = 23\%$$

molt inferior al teòric i que cal tenir en compte. Com que la conca té una permeabilitat baixa, la infiltració profunda serà difícil i es pot pensar en l'aplicació de dispositius d'infiltració a les àrees de permeabilitat bona (14,6%). Aquesta conca és la que té menys àrees de permeabilitat bona per afavorir la infiltració de totes les conques que pertanyen al Llobregat.

- Orientacions: majoritàriament molt assolellat. Pla + Sud + Oest = 72,1%. Nord + Est = 27,9%
- Pendants: majoritàriament de pendent baix. Pendent 0-10% = 87,3%
- Capacitat d'infiltració: ATI del 42,02% (entre 35-50%)
- Permeabilitat: majoritàriament permeabilitat baixa. Permeabilitat bona = 14,6%, a la capçalera de conca

GRAFIC

La diagnosi del territori constata la diversitat de cadascuna de les conques, que presenten, com hem vist, característiques diferents en factors claus com el pendent, l'orientació, l'àrea total d'impermeabilització, la capacitat d'infiltració i la permeabilitat del sòl.

La diagnosi també ha permès realitzar un repartiment de fluxos hidrològics per a cadascuna de les conques, que ens dona molta informació sobre el comportament del cicle de l'aigua de pluja al territori del municipi de Sant Cugat.

Es demostra la viabilitat d'aplicació dels sistemes SUDS, ja que s'han constatat característiques territorials propícies, de fortalesa i d'oportunitat, a cadascuna de les conques, a banda també de les amenaces o debilitats que algunes tenen a l'hora d'abordar la gestió sostenible de l'aigua de pluja.

CONQUES	PUNTS FORTS	PUNTS FEBLES
CONCA 1	<p>Majoritàriament molt assolellat i amb gran presència de cobertes del sòl d'espais lliures vegetats, que afavoreix l'evapotranspiració. Alguns espais lliures, de producció agrícola, suposen una oportunitat per a la gestió.</p> <p>Gran presència de teixit industrial i de serveis de format gran que afavoreix la gestió.</p>	<p>Alta impermeabilització de les cobertes del sòl, sobretot al final de conca, però en zones amb pendents baixos.</p> <p>Poca permeabilitat del sòl i en zones amb pendent alt, en capçalera de conca, però amb usos de sòl d'espais lliures.</p>
CONCA 2	<p>Gran presència de cobertes del sòl d'espais lliures vegetats; alguns parcs urbans situats a la zona de permeabilitat bona i aigües amunt de la zones impermeabilitzades suposen una oportunitat per a la gestió.</p> <p>Presència de teixit urbà de baixa densitat que afavoreix la gestió i cal preservar.</p>	<p>Alta impermeabilització de les cobertes del sòl, sobretot al final de conca, però en zones amb pendents baixos.</p> <p>Baixa permeabilitat del sòl i en zones amb pendent alta, però també amb zones de bona permeabilitat a la part central de la conca, a la zona de Can Trabal, però amb usos de sòl d'espais lliures i teixit de baixa densitat.</p>
CONCA 3	<p>Baixa impermeabilització del sòl, però en zones amb pendents elevats.</p> <p>Gran presència de cobertes del sòl d'espais lliures vegetats, dominant sobretot les àrees boscoses; algunes zones de producció agrícola, prop de la Torre Negra, situades a final de conca en zones de permeabilitat bona suposen una oportunitat per a la gestió i que cal preservar.</p>	<p>Pendents pronunciats i en zones boscoses.</p>
CONCA 4	<p>Pendents poc pronunciats. i amb àrees amb pendents baixos.</p> <p>Bona permeabilitat del sòl en zones amb pendent baix situades al llarg de tota la conca, a la zona de Valldoreix, amb teixit de baixa densitat que afavoreix la gestió.</p> <p>No presència de teixit urbà d'alta densitat.</p>	<p>Pendents més alts només en zones boscoses</p>
CONCA 5	<p>Majoritàriament molt assolellat però amb poca presència de cobertes del sòl d'espais lliures vegetats, però situats en capçalera de conca, on hi ha zones de bona permeabilitat.</p> <p>Pendents suaus i grans àrees amb pendents baixos.</p> <p>Presència de teixit urbà de baixa densitat que afavoreix la gestió i cal preservar.</p>	<p>Alta impermeabilització de les cobertes del sòl, ubicades per tota la conca, però en zones amb pendents baixos.</p> <p>Baixa permeabilitat del sòl però algunes zones amb permeabilitat bona, al final de la conca, a la zona de Mira-sol, i amb usos de sòl d'espais lliures i teixit de baixa densitat.</p>

S'elabora cartografia específica per a cadascuna de les conques internes urbanes, que comporta una caracterització del territori basada en els paràmetres que intervenen directament en els fluxos de l'aigua de pluja i que suposen una resposta o altra davant la problemàtica del drenatge urbà.

*Figura 24. Plànol DT.11. Caracterització de la Conca 2.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic de Catalunya (ICC).*

*Figura 25. Plànol DT.13. Caracterització de la Conca 2. Secció.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic de Catalunya (ICC).*

VIABILITAT DEL TERRITORI DE SANT CUGAT DEL VALLÈS

A partir de les particularitats de cada conca es generen estratègies d'intervenció per a cadascuna d'elles. Aquestes estratègies d'intervenció es plantejaran sobre la base d'objectius fixats conjuntament amb l'Ajuntament. Els objectius se centren en el control dels fluxos de l'aigua que es consideren més importants: les escorrenties i les infiltracions.

Les escorrenties es consideren importants perquè generen incidències, tant en parcs, places i zones verdes, deteriorant paviments i provocant processos d'erosió del sòl, com també, i sobretot, perquè generen incidències a la via pública, amb episodis puntuals d'entollaments d'aigua que dificulten l'ús correcte de la xarxa viària i/o de l'espai públic. També són les responsables de la inundabilitat, a causa de l'augment de volums d'aigua que s'acumulen a final de conca i que poden negar els terrenys adjacents dels cursos d'aigua en aquests punts.

Les infiltracions es consideren importants perquè són capaces de recarregar el nivell freàtic, contribuint a millorar el cicle de l'aigua i garantint una continuïtat del recurs. És important conèixer la capacitat de recàrrega del recurs que té el municipi vers el consum que se'n fa.

Els objectius es proposen sobre la base de:

- Minimitzar i/o controlar les problemàtiques de xarxa de pluvials del municipi. És a dir, control d'escorrenties.
- Controlar les avingudes. Als punts d'inundabilitat del municipi, control d'inundabilitat.
- Recàrrega d'aqüífers per al control sobre l'aprofitament de l'aigua freàtica del municipi.
- Reconeixement del sistema de rotondes com a infraestructures existents per a l'adaptabilitat de propostes d'intervenció. Control del consum de l'aigua freàtica.

CONTROL DE LES ESCORRENTIES EN PARCS, PLACES I ZONES VERDES

Les escorrenties generen incidències en parcs, places i zones verdes deteriorant paviments, majoritàriament de sauló, en els quals provoquen reguerots i processos d'erosió. L'Ajuntament, a través de la tècnica de serveis urbans, i també de la tècnica de parcs i jardins, determina aquelles incidències que cal tenir en compte i es visiten conjuntament per tal de disposar de coneixement directe de cadascuna d'elles i fer-ne un reportatge fotogràfic per tenir-les documentades.

En destaquen majoritàriament a les conques 2 i 5, on s'ha demostrat que eren les de majors àrees impermeabilitzades. Malgrat això, les problemàtiques no responen tant al bon o mal funcionament de la conca, com al disseny propi de cadascun dels parcs, places o zones verdes afectades, si bé la presència de grans volums d'escorrenties a gestionar n'aguditza i visualitza fortament la problemàtica.

Aquestes incidències són puntuals, dificulten l'accessibilitat i provoquen un risc als usuaris, a causa dels desnivells dels paviments i la presència de reguerots, alhora que suposen un deteriorament per l'erosió provocada que, a voltes, pot afectar també la vegetació quan queda amb les arrels descobertes. Els reguerots als paviments de sauló són deguts a pendents excessius per al bon funcionament i/o la manca de confinament d'aquests saulons. Alguns exemples citats van ser els espais a l'entorn del Monestir i també el parc de Can Ganxet.

FOTOS

Caldría repensar les trobades del sauló amb el paviment i trobar solucions de canvi de pendents, confinament del sauló i anar drenant sectorialment, evitant la circulació lliure de l'escorrentia, cosa que provoca els reguerots, i conduir-la cap a les àrees adjacents verdes i rases drenants, per estudiar en cada cas.

CONTROL DE LES ESCORRENTIES AMB INCIDÈNCIA A LA VIA PÚBLICA

Les incidències a la via pública tenen una gran repercussió sobre el correcte funcionament del municipi i, per tant, una gran repercussió sobre el ciutadà. Sovint són fruit d'una pluja de gran intensitat que genera grans volums d'escorrentia en poc temps, que la xarxa de clavegueram no és capaç de recollir i vehicular. Durant el 2014, hi va haver alguns episodis de pluja que tingueren incidències a la via pública, els quals van ser recollits pels mitjans d'informació locals i que l'estudi ha tingut en compte. Destaca la zona de sota el pont de l'avinguda Lluís Companys, amb més d'una incidència: el 28 de setembre i el 29 de novembre de 2014, i es confirma com un punt de problemàtica recurrent que interromp el trànsit.

FOTOS

L'Ajuntament, a través de la tècnica de serveis urbans, determina aquelles incidències que cal tenir en compte i que majoritàriament pertanyen a la conca 2, fortament impermeabilitzada, i en menor grau a les conques 1 i 5.

En general, a les zones on no hi ha xarxa separativa, sinó unitària, i els carrers estan sense urbanitzar o amb asfaltat, però sense vorals ni embornals de recollida, es produeixen escorrenties descontrolades. Això passa a les urbanitzacions de la Floresta, Sol i Aire i a altres que es troben a la conca 3. Val a dir, però, que aquestes zones són d'oportunitat, perquè permeten repensar de manera més eficient el drenatge i la gestió de l'escorrentia.

La majoria dels punts conflictius de la xarxa de clavegueram són provocats per l'aportació d'aigües pluvials a la xarxa de residuals, tant en zones amb xarxa unitària com en zones amb xarxa separativa urbana, però que reben aigües no separades procedents de l'edificació del seu entorn. A fi d'actuar per alleugerir la xarxa d'aquests volums excessius de pluvials en episodis de pluja de gran intensitat, cal pensar en la laminació, la retenció de volums durant un temps òptim, capaç de fer que la xarxa pugui gestionar gradualment les escorrenties. Per realitzar les laminacions caldrà trobar espais adjacents a les zones d'incidències que puguin encabir petites àrees inundables temporalment, ja sigui mitjançant rases, pous de grava o basses, que caldrà dissenyar en cada cas, en funció de les característiques de cada emplaçament.

Hi ha la dificultat d'actuar al final de la conca per augmentar la capacitat hidràulica de la xarxa a causa de l'existència de teixit urbà consolidat, com en el cas de les conques

1 i 2. Cal pensar en la necessitat d'actuar aigües amunt. Al final de conca l'opció de la laminació serà difícil de dur a terme sense repensar la secció de carrers, reduint carrils o àrees d'aparcament en benefici de l'augment de l'àrea de vianants que pugui contenir espais adjacents de rases verdes. Això suposa en molts casos repensar la mobilitat.

CONTROL DE LA INUNDABILITAT

El municipi de Sant Cugat del Vallès no està molt afectat de zones inundables, segons reflecteix el pla Inuncat 2012 de la Generalitat. El pla Inuncat quantifica i localitza a tot el territori de Catalunya els aspectes fonamentals per a l'anàlisi del risc, vulnerabilitat, zonificació del territori, establiment de les èpoques de perill i desplegament de mitjans i recursos i localització d'infraestructures de recolzament per als treballs d'actuació en cas d'emergència.

Segons la Directriu bàsica d'inundacions (Resolució de 31 de gener de 1995), es considerarà zona inundable la part del territori normalment seca que queda submergida temporalment com a conseqüència de l'aportació inusual, i més o menys sobtada, d'una quantitat d'aigua superior a la que és habitual en una zona determinada.

El Pla defineix les zones potencialment inundables com tots aquells territoris que limiten amb els llits dels rius, torrents, rieres, llacs o aigües continentals que poden ser afectats per avingudes fins a un període de retorn de 500 anys o que poden embassar-se per falta de drenatge, i aquelles zones urbanes on per la insuficiència del clavegueram es pugui produir una acumulació d'aigua per pluges amb períodes de retorn inferiors a deu anys. Val a dir, però, que el pla Inuncat fa referència als cursos fluvials més important dins de cada conca hidrogràfica estudiada i deixa fora de l'estudi concret molts torrents i rieres.

En la planificació de l'espai fluvial de la conca hidrogràfica del Llobregat, pel que fa a la diagnosi de la inundabilitat s'estudia la riera de Rubí, que queda fronterera amb el municipi, però que només afecta lleugerament els polígons industrials i alguns habitatges en la confluència del torrent de Can Cabassa, en períodes de retorn mitjans i alts.

Figura 26. Imatge de les zones inundables de la conca del Llobregat del municipi de Sant Cugat. Riera de Rubí.

En la planificació de l'espai fluvial de la conca hidrogràfica del Besòs, pel que fa a la diagnosi de la inundabilitat s'estudia la riera de Sant Cugat i s'exposa que el parc de la Pollancreda, situat a ambdós marges, es podria veure afectat per avingudes de període de retorn mitjà-alt. A la mateixa alçada, al marge esquerre hi ha el polígon industrial, en el qual les naus situades entre el camí de Can Calders i la llera es veurien afectades per avingudes de període de retorn mitjà, en part per culpa de la sobrelevació provocada pel pont de l'avinguda de les Corts Catalanes.

Aigua avall del pont hi ha la confluència de la riera de Sant Medir pel marge dret. En aquest punt hi ha els terrenys de l'hípica de Can Calders, també al marge dret, que podrien quedar afectats per avingudes de període de retorn baix. Els edificis situats al marge esquerre aigua avall del pont de l'avinguda de les Corts Catalanes es podrien veure afectats per avingudes de període de retorn mitjà.

Figura 27. Imatge de les zones inundables de la conca del Besòs del municipi de Sant Cugat. Riera de Sant Cugat.

És important, però, ser conscients d'aquestes zones inundables, que són punts on conflueixen varies conques urbanes i en què les seves esorrenties contribueixen a l'aportació de volums d'aigua responsables en darrera instància de les inundabilitats d'aquests punts. Per tant, caldrà vetllar pel control de les àrees impermeabilitzades d'aquestes conques a fi de no augmentar-les, fent especial atenció a les noves edificacions i urbanitzacions, integrant el disseny del drenatge sostenible en les intervencions, sobretot en les conques de més aportació d'esorrentia:

- Llobregat Conca 5
- Besòs Conques 1 i 2

CONTROL DE L'APROFITAMENT D'AIGÜES FREÀTIQUES

Els darrers anys, l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès ha fet un esforç per reduir els consums d'aigua de xarxa i augmentar el consum d'aigües freàtiques, primer explotant la mina de la Rambla del Cellar, que alimenta uns dipòsits que serveixen per a reg i càrrega de cisternes per a la neteja viària i el reg de l'arbrat viari i, actualment, amb 8 punts legalitzats d'explotació de freàtic.

*Figura 28. Evolució del consum d'aigua al municipi de Sant Cugat.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

Dels 8 punts actualment legalitzats d'explotació de freàtic, només 5 tenen consum. Aquests punts es localitzen a les conques 2 i 5:

1.- Carrer Amposta	Sense consum	Conca 5
2.- Can Cabassa	Sense consum	Conca 5
3.- Can Gatxet		Conca 5
4.- La Guinardera		Conca 5
5.- Mina Rambla del Cellar	a. Reg goters plaça de la Vila b. Reg parc Ramon Barnils c. Càrrega de cisternes mòbils	Conca 2
6.- Parc Central		Conca 2
7.- Carrer Sant Antoni		Conca 2
8.- Torrent de Ferrussons	Sense consum	Conca 1

S'observa que el darrer any 2014 hi ha un augment significatiu del consum de freàtic. Si mirem l'increment dels consums per conca, la conca 2 sempre ha estat la responsable majoritària del consum total de freàtic del municipi, per ser la conca on històricament es trobava la mina de la Rambla del Cellar i ser la primera a ser explotada. Però hi ha un augment significatiu del consum del 2014 a la conca 5, quasi doblant el de l'any anterior.

*Figura 29. Evolució del consum de freàtic per conca.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

Consum per conques (2013/2014)

Conca 1	Sense consum / Sense consum		
Conca 2	8.877 m ³ / 14.087,88 m ³	P5	6.409,19 m ³ / 9.455,28 m ³
		P6	2.466,99 m ³ / 4.623,21 m ³
		P7	0,82 m ³ / 9,39 m ³
Conca 3	Sense consum/ Sense consum		

Conca 4	Sense consum/ Sense consum	P1	0,01 m ³ / Sense consum
Conca 5	698,75 m ³ / 7.930,88 m ³	P2	0,51 m ³ / Sense consum
		P3	269,8 m ³ / 237 m ³
		P4	428,43 m ³ / 7.693,88 m ³

S'observa que l'augment sobtat de la conca 5 és degut al punt d'explotació P4, la Guinardera. Aquest punt alimenta únicament l'estany dels Alous que, per fuites del vas, perd aigua constantment i es reomple amb aigua de freàtic, per mantenir els nivells de l'estany. La imatge de l'estany és molt important per a la zona d'oficines i serveis adjacent, però caldria pensar si cal utilitzar aquest recurs per resoldre el problema. A priori sembla que si la bassa perd, aquesta aigua s'infiltra i va al freàtic i que reomplir-lo de freàtic tanca el cicle. Però cal tenir en compte tota l'energia de bombeig de l'aigua. Potser es podria aprofitar per repensar la bassa com una possible àrea de laminació i inundabilitat variable, dotant-lo de nova imatge igualment interessant per a la zona de negocis.

POTENCIAL INFILTRADOR PER CONCA

A cada conca, en funció de la seva àrea total impermeable (ATI) determinada en la diagnosi, li correspon un repartiment teòric de fluxos, segons Arnold i Gibbons. Sobre la base d'aquests percentatges s'han calculat els volums d'aigua potencials de ser infiltrats, per a dades pluviomètriques del 2013, i s'han comparat amb el consum de freàtic. La infiltració de cadascuna de les conques serà possible principalment a través de la franja de graves i revertirà finalment en la recàrrega d'un mateix aquífer, l'aquífer nord, que és el que s'està explotant per part de l'Ajuntament. S'observa que el seu potencial infiltrador és molt alt en comparació amb el consum de freàtic actual i, per tant, és una bona estratègia municipal explotar-lo per estalviar aigua de xarxa. Caldria, però, complementar-la amb el compromís anual de realitzar actuacions que permetin la infiltració almenys del consumit l'any anterior, per tal de vetllar pel retorn sempre del consum. A banda, amb aquesta mesura l'Ajuntament s'obligaria a anar implementant gradualment criteris de drenatge sostenible al seu territori.

*Figura 30. Potencial d'infiltració i consum de freàtic per conca.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

Si comparem també el potencial infiltrador i les escorrenties per conca i observem els consums de freàtic i el consum total de xarxa, deduïm que la política de l'Ajuntament de baixar el consum de xarxa i pujar el de freàtic és possible amb el potencial infiltrador que té el territori.

*Figura 31. Potencial d'infiltració, escorrentia, consum total de xarxa i consum de freàtic per conca.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

Si observem només l'escorrentia, que és aigua que es llença al clavegueram o, en el millor dels casos, directament als torrents i les rieres i la comparem amb el consum de xarxa, semblaria lògic pensar a aprofitar part d'aquesta aigua d'escorrentia per a la neteja viària, ja que aquests usos no necessiten d'una qualitat de l'aigua com la que subministra la xarxa.

*Figura 32. Escorrentia i consum de xarxa per conca.
Elaboració pròpia a partir de les dades de l'Ajuntament de Sant Cugat del Vallès.*

Aquesta iniciativa es va iniciar per part de l'Ajuntament creant un dipòsit sota la rotonda de Can Cabassa, però a la pràctica no s'usa a causa dels problemes que els

comporta mantenir la qualitat de l'aigua emmagatzemada, alhora que el punt de càrrega es troba dins la rotonda i no resulta gaire operatiu.

Això no treu que les rotondes no puguin ser unes infraestructures aptes per encabir-hi sistemes de drenatge sostenible, com es practica ja a altres països, sobretot perquè són àrees potencials infiltradores per a la recàrrega del freàtic i alhora laminadores de les escorrenties viàries que sovint generen incidències. Atès que són superfícies potencialment captadores d'aigua, tant de la superfície pròpia com de la de les escorrenties adjacents i alhora consumidores també, per garantir el manteniment de la vegetació que contenen, això les converteix en unes infraestructures estratègiques, sobretot si pensem que ja estan construïdes i que es troben distribuïdes pel territori, configurant-se com a nodes d'una malla, la trama viària.

Figura 33. Plànol VT.04. Aprofitament d'aigües freàtiques. Punts de consum per conques. Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.

LA XARXA DE ROTONDES VIÀRIES. INFRAESTRUCTURES ESTRATÈGIQUES

Les rotondes són espais consumidors d'aigua, però sense ús per a la zona verda, més enllà de contribuir al paisatge. La seva funció principal és ordenar la circulació de vehicles i això s'aconsegueix amb el traçat geomètric de les vies, deixant sense determinar l'ús de l'espai central de la rotonda, que s'ha enjardinat, cosa que genera un consum d'aigua.

La seva reconversió en SUDS, sistema urbà de drenatge sostenible, pretén abordar un canvi contemporani necessari en la manera d'entendre la gestió del territori, convertint els espais consumidors en espais productius. Per aconseguir això, primer caldrà canviar els criteris actuals de disseny de les rotondes al nostre país i passar de superfícies convexes a còncaves, per tal que puguin recollir l'aigua. Aquesta dificultat d'aplicació normativa ja va ser exposada anteriorment, l'any 2012, en el meu treball de tesina final de màster «Sistemes urbans de drenatge sostenible SUDS: viabilitat d'aplicació en el territori de Catalunya».

Si observem els criteris de disseny per a les rotondes, que es determinen en els llibres normatius, trobem que en l'esborrany del 2006 de la Instrucció per al disseny i projecte de rotondes es fixen uns pendents, tant per a l'illot central com per a la gorgera i la calçada anular. Aquests pendents obliguen les escorrenties a acumular-se fora de la rotonda i, habitualment, es recullen amb embornals a l'inici de la gorgera, al final d'aquesta o bé al voral o rigola de la vora externa de la calçada anular.

El Llibre d'estil de les carreteres catalanes estableix els criteris generals de disseny per al desenvolupament de la xarxa de carreteres de la Generalitat de Catalunya. 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 considera les noves propostes de SUDS i lloa els seus beneficis i eficàcia.

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 viària i permetre la recàrrega d'aqüífers. Malgrat aquesta recomanació general de l'ús dels sistemes SUDS, 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 34. Esquema que demostra que l'alçada no hauria d'obstaculitzar les visuals tangencials. Llibre d'estil de les carreteres catalanes. Departament de Política 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 a la gestió de l'escorrentia, laminant, depurant i filtrant l'aigua. Caldria canviar el disseny de les rotondes per aconseguir espais captadors de l'escorrentia. A banda, la posició d'aquests elements de rotonda, repartits per tot el territori, configurant-se com a nodes d'una malla de teixit impermeable que configura la trama viària existent, fa de les rotondes unes infraestructures estratègiques per a la gestió sostenible del cicle de l'aigua.

La gran visibilitat d'aquestes infraestructures les fa alhora molt adequades per a la consciència de la ciutadania respecte de la gestió sostenible municipal del recurs de l'aigua.

Figura 35. Fotografia d'una rotonda usada com a bassa de laminació. University of Abertay, Dundee. Escòcia.

Les rotondes no només tenen la seva pròpia àrea de captació, sinó també les àrees que conformen les superfícies impermeables dels carrers que generen escorrentia i que per gravetat van a parar a les rotondes.

El *plat* és l'àrea de captació delimitada per la topografia i la gravetat que, per pendent, condueix l'aigua fins al vas. Es realitza la simplificació de comptar només les àrees de calçada, encara que sovint recullen escorrenties de vorera.

- Superfície del municipi = 48.276.500 m², equivalents a 23.834.108 m³/any
- Superfície impermeable del municipi = 7.768.138 m² (16,1% municipi) equivalent a 3.835.130 m³/any
- 72 rotondes = 79.662 m²
- Superfície potencial de captació rotondes = 671.726 m² (1,4% municipi) equivalent a 331.631 m³/any (9% del total d'escorrentia) que és el potencial de captació o recurs disponible.

El recurs disponible és superior, però molt semblant, al consum de freàtic del municipi. Per tant, es pot pensar que es podria recarregar el freàtic amb la infiltració de les escorrenties recollides. La capacitat infiltradora depèn, però, de la naturalesa del subsòl i, com s'ha estudiat en l'anàlisi del territori, només una part del municipi té una capacitat gran d'absorció a causa de la presència de graves, mentre que la resta, la majoria del municipi, està format per argiles, llims i altres sòls, amb baixa capacitat infiltradora.

Malgrat això, totes les rotondes poden laminar les escorrenties, retenint els volums durant un període de temps suficient perquè la xarxa de clavegueram estigui alleugerida i infiltrant amb més temps el volum retingut.

Cada conca té una quantitat de rotondes:

Conca	Quantitat de rotondes	m ³ de captació
1	24	187.079
2	14	111.912
3	2	5.057
4	5	32.003
5	25	324.844
7	1	6.651
8	1	4.180

S'observa que la majoria de les rotondes es troben a les conques 1, 2 i 5 i són d'especial interès, perquè es troben en conques amb molta superfície impermeabilitzada que genera grans volums d'escorrenties.

S'observa la proporció entre la pluviometria, l'escorrentia i el potencial de captació per conca a través de les rotondes que hi ha en cadascuna d'elles. Cal destacar clarament el potencial de la conca 5.

Figura 36. Gràfic comparatiu de pluviometria, escorrentia i potencial de captació de les rotondes per conca. Elaboració pròpia a partir de les dades del PFC «Rotondes de Sant Cugat. Waste to resource». Raquel Pérez de Amo (2014).

Es pot observar el comparatiu mensual, on es veu quins són els mesos més o menys captadors. També que el consum de xarxa respecte del potencial captador de les rotondes es compensa perfectament, i que les rotondes serien capaces d'absorbir més del consum d'aigua de xarxa anual. L'aigua captada es podria infiltrar en el freàtic i es garantiria el retorn de l'aigua extreta del recurs.

Figura 37. Gràfic comparatiu de consums de xarxa i potencial de captació de les rotondes. Elaboració pròpia a partir de les dades del PFC «Rotondes de Sant Cugat. Waste to resource». Raquel Pérez de Amo (2014).

Les rotondes, doncs, representen una opció molt bona per a la gestió de l'aigua de pluja, ja que:

- Poden controlar les escorrenties, laminant els volums d'aigua en episodis de pluja d'intensitat forta, sense depurar l'aigua i vessant-la després del període de temps de retenció evitant col·lapsar la xarxa de clavegueram. Serien les *rotondes de laminació*.
- Poden contribuir al retorn de l'aigua al freàtic, permetent la infiltració a través d'elles cap a les capes inferiors del terreny. En aquest cas serien *rotondes d'infiltració*.

Es determinen unes rotondes que seran d'oportunitat, perquè destaquen en algun dels criteris exposats, o bé tenen volums òptims de recollida d'aigua o bé es troben a la zona de terreny que permet la infiltració cap a l'aquífer.

Les rotondes que seran d'oportunitat es determinen a partir de diversos criteris:

1. Han de complir la geometria mínima perquè, si no, no es pot configurar un vas suficient.
2. La relació entre el volum d'aigua d'escorrentia que pot recollir i el volum del vas ha de ser òptim. Es considera entre un 60% i un 100%. Per sota es considera que es recull poca aigua i per sobre que se'n llença molta.
3. Estar ubicada a la zona de graves que permet millor infiltració.

D'acord amb aquests criteris, es determinen les següents rotondes d'oportunitat. De les 72 rotondes inicials, se'n descarten 22 per no complir la geometria mínima i altres 36 per no tenir relació òptima entre el volum del vas i el volum d'escorrentia. Per tant, resten 15 rotondes d'oportunitat. D'aquestes 15, només dues estan en zona de màxima infiltració, perquè la majoria de rotondes situades en aquesta zona són de dimensions petites i no compleixen els volums mínims.

Distribució de rotondes d'oportunitat per conques hidrogràfiques

Conca	Rotondes	Rotondes d'oportunitat	Captació en m ³
1	24	7	58.775
2	14	3	15.961
3	2	0	0
4	5	1	3.798
5	25	4	32.599
7	1	0	0
8	1	0	0

Les estratègies d'intervenció per conques es determinen a partir dels objectius fixats.

Control d'escorrenties en parcs, places i zones verdes

No existeix una estratègia genèrica, sinó que s'ha d'analitzar cada cas particular, el qual, com s'ha comentat prèviament, passa majoritàriament pel control de l'estudi dels pendents i de la confinació del sauló.

Control d'escorrenties amb incidència a la via pública

També aquí cal estudiar cada cas particular. L'anàlisi de l'objectiu passa majoritàriament per la laminació de les escorrenties sobre superfícies adjacents, sigui amb rases drenants, pous o petites basses. Es recorda que la resolució dels casos obliga, en les zones de major presència d'àrees impermeabilitzades, a repensar la urbanització, canviant en algunes ocasions la mobilitat per dotar més espai per al vianant on es puguin encabir les superfícies de laminació.

De manera general caldrà fer atenció a les noves intervencions d'edificació i/o urbanització per tal de no contribuir a l'augment de superfícies impermeables que podrien derivar en l'empitjorament de les incidències existents o en noves incidències.

Control de la inundabilitat

L'estratègia per resoldre aquests casos és estar atent a les noves intervencions d'edificació i urbanització de les conques urbanes de més aportació per a cadascuna de les conques hidrològiques generals del Llobregat i el Besòs, per tal de no empitjorar la situació actual d'aportacions de cabals en les lleres als punts problemàtics marcats per l'estudi Inuncat 2012.

Es recorda que, pel que fa a la conca del Llobregat, caldria controlar la conca urbana 5 i, pel que fa a la conca del Besòs, caldria controlar les conques urbanes 1 i 2.

Control de l'aprofitament d'aigües freàtiques

L'estratègia per resoldre aquests casos és assolir el compromís de retorn del recurs emprat l'any anterior per tal d'efectuar-ne la reposició. Caldrà estar atent també a les noves intervencions d'edificació i urbanització del municipi, per tal d'afavorir la infiltració d'aigua i contribuir en la recàrrega del freàtic.

Es destaca la zona d'oportunitat de l'àrea de graves al subsòl, com a espais d'especial interès per a la intervenció, atès el seu alt potencial infiltrador. Es recorda que aquestes intervencions poden realitzar-se en qualsevol conca urbana, ja que totes elles alimenten un mateix aquífer, l'aquífer nord.

Infraestructures estratègiques. Rotondes

L'aprofitament de les rotondes és una estratègia general que cal tenir en compte i que té les seves unitats d'oportunitat concretes en cadascuna de les conques, les quals poden servir d'estratègia complementària per al control d'escorrenties amb incidència a la via pública i per al control de l'aprofitament d'aigües freàtiques.

Zones d'oportunitat

S'elabora cartografia específica per a cadascuna de les conques internes urbanes, que suposa una visualització àgil tant de la localització d'incidències i problemàtiques com de les àrees d'oportunitat i potencials del territori per a la seva intervenció urbana amb vista a la millora de la problemàtica del drenatge urbà i de la gestió de l'aigua de pluja.

*Figura 38. Plànol VT.10. Viabilitat de la Conca 2. Zones d'oportunitat.
Estudi de viabilitat d'aplicació de criteris de drenatge sostenible al territori de Sant Cugat del Vallès.
Elaboració pròpia a partir de les dades del Servei Cartogràfic de Catalunya (ICC).*

CONCLUSIONS

Cal assumir la urgència de canvi de l'actual model de gestió de l'aigua cap a un nou model més sostenible i eficient. Això passa indispensablement per una gestió sostenible del territori. En aquest sentit, serà necessari el disseny i la implementació d'estratègies de gestió dels usos del paisatge i la seva construcció física, així com nous models de gestió social del territori que afavoreixin una millor coordinació entre administració i agents privats, alhora que una major conscienciació i apoderament de la comunitat que habita el territori.

En la gestió del territori, la intervenció de l'espai urbà, construït i, per tant, actualment amb nivells molt elevats d'impermeabilització i evacuació d'aigua de pluja, serà imprescindible la introducció de SUDS com a oportunitat per a la gestió sostenible de l'aigua en aquests àmbits.

L'eficàcia d'aquests sistemes està àmpliament reconeguda a molts països i la seva aplicació és creixent, mitjançant mecanismes d'administració intermunicipal, local i de col·laboració entre el sector públic i el privat que permetin afavorir una millor gestió del cicle de l'aigua, indispensable per al compliment de la Directiva marc de l'aigua de la Unió Europea DMA 2000, d'obligat compliment a partir del 2015.

Segons la DMA, les aigües aprofitades per a un ús social hauran de ser retornades als sistemes naturals en la mateixa quantitat i qualitat en què n'han estat extretes, és a dir, en les mateixes condicions, com si no hi hagués hagut interferència humana en el seu cicle. Aquesta demanda implica un horitzó molt llunyà de l'actual model de gestió de l'aigua i, per tant, caldrà adoptar mesures de manera imprescindible.

En aquest sentit, l'aplicació de SUDS a escala municipal afavoreix l'aprofitament dels recursos locals, respectant les conques d'origen i adaptant el model social de consum a l'oferta disponible en un territori, el que li és propi segons els límits que estableix el paradigma de la sostenibilitat, ja sigui mitjançant sistemes de captació de l'aigua de pluja, per a reutilització i reciclatge, o bé mitjançant sistemes de captació i restitució de l'aqüífer.

Més enllà de l'aplicació a escala local, serà necessari replantejar el sistema de la gestió actual de l'aigua, condicionada per la demanda, creixent tant en volum com en qualitat, sense diferenciar-ne els usos socials que obliguen a la importació de conques llunyanes amb el consum energètic per abastament i desguàs que implica, així com els problemes de depuració generats per l'excessiva dilució amb aigua de pluja en les aigües residuals urbanes.

Dels diferents objectius plantejats, es veu que és possible aconseguir-los mitjançant estratègies d'intervenció amb criteris de drenatge sostenible.

Control de les escorrenties en parcs, places i zones verdes

Aquest objectiu és possible assolir-lo, però cal un estudi de cada cas. S'han apuntat les línies generals de treball en l'apartat corresponent. Serà important mantenir els parcs, places i les zones verdes amb un correcte drenatge, ja que aquests espais poden esdevenir d'oportunitat per a la gestió d'escorrenties d'àrees impermeables adjacents. En aquest sentit, val a dir que l'estudi demostra el potencial que té el municipi de Sant Cugat, amb una gran superfície per a aquests usos, que suposa una potencial xarxa de gestió de l'escorrentia.

Control de les escorrenties amb incidències a la via pública

També aquest objectiu és possible assolir-lo, però és el més difícil perquè implica intervencions més estructurals, on cal repensar la manera d'urbanitzar. També és, però, l'estratègia més visible per al ciutadà i la que posa les bases cap a una nova manera d'entendre l'espai públic.

En aquest sentit, queda palès que l'actual sistema de xarxa d'embornals, de recollida i evacuació de l'aigua de pluja, no és eficient i comporta problemàtiques, a voltes greus per al ciutadà, en episodis de pluja intensa, quan els volums d'aigua que s'han de gestionar són grans i no es poden absorbir.

Caldrà, doncs, aplicar mesures correctores que, a banda d'implementar els diferents sistemes SUDS, en funció de la problemàtica, passen per prendre consciència de la importància de la impermeabilització del sòl i regular el planejament i els projectes d'urbanització a fi de vetllar pel control d'aquest paràmetre, sobretot a les conques més impermeabilitzades, com la 1, la 2 i la 5.

L'estudi aporta el càlcul de l'àrea total impermeable del municipi (ATI = 27,55%), indicador ambiental clau per determinar el repartiment dels fluxos hidrològics. Si bé Sant Cugat no té un percentatge gaire elevat en conjunt, si descartem bona part del seu territori inclòs en el parc de Collserola, observarem que en el repartiment per conques la 1, la 2 i la 5 presenten índexs força alts.

Control de la inundabilitat

Aquest objectiu és possible assolir-lo i fa referència a uns punts molt concrets que fixa el pla Inuncat de la Generalitat, tant de la conca del riu Besòs, com de la conca del Llobregat, que cal estudiar amb detall, si bé sembla interessant aprofitar l'oportunitat per repensar les àrees d'intervenció. La conca del Besòs és la que presenta una més gran incidència en sòl municipal.

Aquest estudi, doncs, presenta el càlcul dels cabals potencials d'aportació de cadascuna de les conques i posa en evidència la importància de les conques 1 i 2 per als punts d'inundabilitat del Besòs. Per aquesta raó és molt important fer especial atenció al planejament i el desenvolupament de projectes a les conques esmentades, a fi d'evitar l'augment de cabals d'aportació.

El parc de la Pollancreda i tota l'àrea adjacent a la riera de Sant Cugat a partir del punt on torna a anar descoberta és un espai d'oportunitat per repensar opcions de laminació de l'aigua en la zona verda que puguin preservar la inundació de les àrees adjacents.

Control de l'aprofitament de l'aigua freàtica

És un objectiu possible d'assolir sense que sigui molt difícil, perquè comporta petites intervencions que es poden fer en qualsevol de les conques i amb la prioritat que es vulgui. Alhora, és una estratègia visible per al ciutadà que fins i tot es pot pactar amb els barris on hi ha les zones d'intervenció, dins de les àrees de gran capacitat d'infiltració, que sobretot afecten les conques 2, 4 i 5.

La infiltració de cadascuna de les conques serà possible principalment a través de la franja de graves i revertirà finalment en la recàrrega d'un mateix aquífer, l'aquífer nord, que és el que està explotant l'Ajuntament.

En aquest sentit, i seguint amb la política de l'Ajuntament d'augmentar el consum d'aigua freàtica, seria interessant aconseguir explotar algun dels cinc pous que es troben al parc de Can Vernet, seguint el torrent de Volpelleres, rere la traça de l'antiga mina dels Monjos, a la conca 1.

També caldria, d'acord amb el compliment de la DMA, assumir el compromís anual de realitzar actuacions que permetin la recàrrega del freàtic, garantint almenys la infiltració dels volums consumits l'any anterior, per tal de vetllar sempre pel retorn del recurs consumit. Així l'Ajuntament aniria implementant gradualment criteris de drenatge sostenible al seu territori.

Infraestructures estratègiques. Rotondes

Es manifesta com una opció per poder assolir objectius de control d'escorrenties amb incidències a la via pública i també de control de l'aprofitament de l'aigua freàtica. Permet actuar sobre les diferents conques, segons la prioritat.

Recordem, però, que caldria canviar el disseny de les rotondes per aconseguir espais captadors de l'escorrentia, com ja es fa a altres països on l'espai central de la rotonda s'aprofita per a la gestió de l'escorrentia, laminant, depurant i filtrant l'aigua.

Aquest canvi de disseny no seria difícil i es podria aplicar a noves rotondes o bé a rotondes existents, sempre respectant els criteris de seguretat viària, tant de visibilitat tangencial com per evitar l'enlluernament dels fars dels vehicles.

Figura 39. Imatges de funcionament de l'escorrentia en una rotonda. Sistema convencional i sistema SUDS. Elaboració pròpia a partir de les bases del PFC «Rotondes de Sant Cugat. Waste to resource». Raquel Pérez de Amo (2014).

L'estudi demostra que és possible la viabilitat d'aplicació dels criteris de drenatge sostenible i dels sistemes SUDS al territori de Sant Cugat del Vallès. 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 viària i permetre la recàrrega d'aqüífers.

Recordem quins són els sistemes i els comentem breument:

- Rases i pous d'infiltració. Es tracta de pous i rases poc profunds (d'1 a 3 m) 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.
- Cunetes verdes. Són 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 ($> 0,5$ m), talussos estesos ($< 1V:3H$) i admeten velocitats baixes ($< 1 - 2$ m/s).
- Dipòsits d'infiltració. Depressions del terreny vegetades dissenyades per emmagatzemar i infiltrar gradualment l'escorrentia generada a superfícies contigües i permeables.
- Dipòsits de detenció. Dipòsits superficials dissenyats per emmagatzemar els volums d'escorrentia generats aigües amunt i laminar els cabals punta.

Les tecnologies alternatives dels sistemes de drenatge sostenible encara no s'han consolidat al nostre país tot i que, cada vegada més, se'n comencen a veure exemples. Les precipitacions de caràcter torrencial amb altes intensitats i curta duració fan plantejar sobretot dipòsits de retenció i/o laminació per aconseguir la seva eficiència.

L'aplicació d'aquests sistemes implica un menor cost d'execució en les solucions de drenatge respecte de les convencionals, com també un menor cost en el manteniment a llarg termini, si bé els cal un manteniment continu, ja que majoritàriament comporten zones vegetades.

L'aplicació concreta dels diferents sistemes SUDS requerirà un estudi més detallat de cada zona on s'ha d'intervenir. S'han determinat unes zones d'oportunitat per a cadascuna de les conques i s'han apuntat estratègies d'intervenció que es podrien desenvolupar gradualment, les quals servirien per anar implementant els criteris de drenatge sostenible, a l'hora que es verifiquen les intervencions pilot inicials.

L'aplicació d'un o altre sistema de drenatge sostenible requereix una planificació i un disseny multidisciplinari entre diferents àrees estratègiques d'intervenció municipal.

A partir d'aquest document d'estudi de la viabilitat d'aplicació, caldria una visió estratègica més ampla desenvolupada en un document que pogués ser un referent en

els diferents àmbits d'intervenció municipal: planejament, parcs i jardins, serveis urbans, etc., i que permeti la transversalitat d'informació per a una intervenció més sostenible en el territori.

L'estudi no suposa un receptari de solucions a les problemàtiques detectades, sinó que presenta una nova visió de la gestió de l'aigua de pluja i la seva relació amb el territori, localitzant les àrees d'oportunitat i proposant estratègies d'intervenció.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

ACA (2012). *Planificació de l'espai fluvial a la conca del Besòs. Diagnosi de la inundabilitat.*

ACA (2012). *Planificació de l'espai fluvial a la conca del Llobregat. Diagnosi de la inundabilitat.*

AMB (2012). *Dades ambientals metropolitanes 2012.*

ARNOLD, Chester L. Jr.; GIBBONS, C. James (1996). *Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator.*

City of Portland, Oregon - Stormwater Marketplace Feasibility Study (2007).

Cuchí, A. et al. (2010): *Estrategia Verde Urbana de Santiago de Compostela*, Santiago de Compostela.

COUPE, S.J.; SMITH, H.G., NEWMAN, A.P.; PUEHMEIER, T. (2003). *Biodegradation and microbial diversity within permeable pavements.*

DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES. Generalitat de Catalunya (2008). *Llibre d'estil de les carreteres catalanes.*

Diagnosi socioambiental de Sant Cugat del Vallès (2006). La Vola, Manlleu.

Esquemes dels requeriments en el disseny del drenatge urbà.

<http://www.ciria.com/suds/background.htm>

GONZÁLEZ GARCÍA, M^a Paloma; LÓPEZ VERA, Fernando; GÓMEZ ARTOLA, Carmen; LACALLE PAREJA, Benito (2008). *Influencia del desarrollo urbanístico en el ciclo hidrológico local.* IX Simposio de Hidrogeología. Elche (Alicante).

HOBAN, A.; WONG, T.H.F. (2006). *Gestió integrada del cicle urbà de l'aigua.*

Laureano, P. (1995): *La Piramide rovesciata: il modello dell'oasi per il pianeta terra*, Torino: Bollati Boringhieri.

Lynbrook Estate Case Study. Sistema de bioretenció WSUD.

<http://www.wsud.org/>

PERALES MOMPALER, Sara; ANDRÉS DOMÈNECH, Ignacio; FERNÁNDEZ ESCALANTE, Enrique. *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en la hidrogeología urbana.*

PÉREZ DE AMO, Raquel (2014). «Rotondes de Sant Cugat. Waste to resource».

Pla especial de protecció i millora del casc urbà. Febrer 1984. Ajuntament de Sant Cugat.

TOT Sant Cugat (3 d'abril de 2014 / 18 de juliol de 2014 / 30 de juliol de 2014 / 2 d'agost de 2014 / 28 de setembre de 2014 / 29 de novembre de 2014).

VEGA, Isabel (setembre 2012). *Sistemes urbans de drenatge sostenible S.U.D.S.: viabilitat d'aplicació en el territori de Catalunya* (tesina final de màster, TFM).
<http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/16593>

VEGA Isabel (2014) *Estudi de viabilitat d'implantació de criteris de drenatge sostenible en el territori de Sant Cugat del Vallès.*

Water Environment Research Foundation
<http://www.werf.org/liveablecommunities/index.htm>

WSUD Resilience to Climate Change. 1st international Hydropolis Conference, Perth WA, October 2006.

WSUD. Technical guidelines for Western Sydney (2004).
<http://www.giteco.unican.es/SUDSlab/emplazamientos.html>