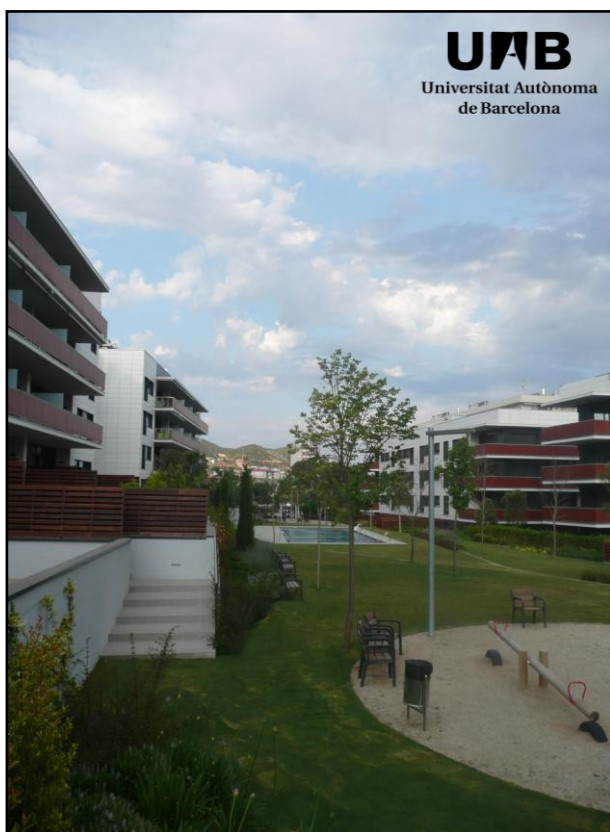


**Potencial d'aprofitament de recursos pluvials  
en zones urbanes al barri  
LA PLANA - SANTA BÀRBARA – VALLPINEDA  
del municipi de Sitges**

*Projecte final de carrera CCAA*

*Juny 2009*



**Autoria:**

Sara Angrill Toledo

**Direcció:**

Dr. Joan Rieradevall i Pons

Dr. Xavier Gabarrell i Durany

M.Sc. Ramon Farreny i Gaya

# ÍNDEX

<b>1. INTRODUCCIÓ A L'AIGUA I AL DESENVOLUPAMENT EN EL MARC DEL CANVI CLIMÀTIC</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTS D'APROFITAMENT DE RECURSOS HÍDRICS EN ZONES URBANES</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedents generals en l'aprofitament de les aigües pluvials	4
2.2 Experiències prèvies d'aprofitament de pluvials a escala urbana a Catalunya	6
2.3 Polítiques d'aprofitament d'aigües pluvials des de la UE a escales locals	8
2.4 Polítiques d'aprofitament de pluvials a l'Ajuntament de Sitges	10
2.5 Problemàtica actual sobre el cicle hídric al municipi de Sitges	11
<b>3. MARC D'ESTUDI</b>	<b>15</b>
3.1 Localització de l'àmbit d'estudi La Plana - Santa Bàrbara - Vallpineda	15
3.2 Climatologia i meteorologia	17
3.3 Planejament urbanístic de la zona d'estudi. Pla Parcial Urbanístic del sector	19
3.4 Gestió actual de l'aigua potable a la població del nucli urbà de Sitges	21
<b>4. JUSTIFICACIÓ</b>	<b>23</b>
<b>5. OBJECTIUS</b>	<b>24</b>
5.1 Generals	24
5.2 Específics	24
<b>6. METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
6.1 Estimació de pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda	29
6.1.1 Determinació de les potencials superfícies de captació d'aigua	30
6.1.2 Assignació dels coeficients d'escolament	33
6.1.3 Càlcul de l'índex d'impermeabilització de la zona d'estudi	34
6.1.4 Determinació de la quantitat de les aigües pluvials captades	35
6.2 Avaluació de la qualitat de les aigües pluvials captades i determinació dels usos apropiats per a l'estalvi d'aigua	40
6.3 Estimació de la potencial demanda d'aigua a la zona d'estudi i la seva distribució en els diferents usos	42
6.4 Avaluació del potencial d'autosuficiència d'aigües pluvials a La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda	45
<b>7. RESULTATS I DISCUSSIÓ</b>	<b>47</b>

<b>7.1</b>	<b>Anàlisi i discussió de l'oferta endògena local d'aigua: Determinació del potencial de captació de pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda</b>	<b>47</b>
7.1.1	Determinació de les potencials superfícies de captació d'aigua de pluja	47
7.1.2	Coeficients d'escolament per tipologia de cobertes	50
7.1.3	Índex d'impermeabilització del barri pilot	52
7.1.4	Escenaris potencials de captació d'aigües pluvials al barri pilot en funció de les variables de pluviometria, arquitectura de les cobertes i grau d'aprofitament segons la qualitat d'aquestes	53
<b>7.2</b>	<b>Avaluació de la qualitat de les aigües pluvials captades al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda en funció de la tipologia de coberta</b>	<b>59</b>
<b>7.3</b>	<b>Anàlisi i discussió de la demanda d'aigua: Demanda potencial d'aigua al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda en funció del escenaris proposats i el consum dels diferents sectors</b>	<b>64</b>
<b>7.4</b>	<b>Potencial d'autosuficiència hídrica al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció dels escenaris d'oferta i de demanda</b>	<b>74</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>88</b>
<b>9.</b>	<b>PROPOSTES DE FUTUR</b>	<b>92</b>
9.1	Estudiar diferents models de gestió d'aigua de pluja a escala barri mitjançant eines d'anàlisi ambiental i energètic com l'ACV i econòmiques, per analitzar l'ecoeficiència de cascuna	92
9.2	Estudis qualitatius de l'aigua de pluja i estudis per la optimització de l'ecoeficiència i repercussió ambiental i econòmica dels sistemes de recollida de pluvials	96
9.3	Seguiment i control de la quantitat i qualitat d'aigua mitjançant el registre de l'aigua captada de la zona i la qualitat d'aquest en els diferents subsistemes durant un any	99
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		<b>100</b>
	Articles i publicacions	100
	Adreces d'Internet	102
<b>ACRÒNIMS</b>		<b>104</b>
<b>ÍNDEX DE FIGURES I TAULES</b>		<b>106</b>
	Figures	106
	Taules	107
<b>PLÀNOLS</b>		<b>109</b>

1. Mapa de cobertes del sòl en funció del grau d'artificialització
2. Mapa de cobertes segons el coeficient d'escolament (RC)

**ANNEXOS**

**110**

**ANNEX I:** Temperatura i pluviometria mitjana durant el període 2000-2006

**ANNEX II:** Dades qualitatives de tres episodis de pluja al municipi de Sitges durant el 2008

**ANNEX III:** Càlculs realitzats per a la determinació de la oferta d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda: Potencial de recollida d'aigües pluvials

**ANNEX IV:** Càlculs realitzats per a la determinació qualitativa de l'aigua de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

**ANNEX V:** Càlculs realitzats per a la determinació de la demanda potencial d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

**ANNEX VI:** Càlculs realitzats per a la determinació de l'autosuficiència hídrica de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

## 1. INTRODUCCIÓ A L'AIGUA I AL DESENVOLUPAMENT EN EL MARC DEL CANVI CLIMÀTIC

### Recursos d'aigua i canvi climàtic

La situació actual a nivell global, tal com revela l'últim informe del IPCC del 2008 (Pachauri et al. 2008) i segons el registre d'observacions i les projeccions climàtiques, evidencia la vulnerabilitat dels recursos d'aigua dolça que poden esdevenir greument afectats pel canvi climàtic. Aquest informe esmenta alhora les conseqüències que tindrà tant per a la societat com per als ecosistemes promovent el treball comú per a la mitigació d'aquests efectes i la necessitat d'adaptació mitjançant un canvi en la gestió de les aigües per la millora del seu aprofitament.

En el marc de les polítiques locals, els acords presos al 5è Fòrum Mundial de l'Aigua a Istanbul (United Cities and Local Governments for Sustainability, 2009) del passat març del present any, mencionen la voluntat de cooperació de les diferents autoritats locals i regionals per fer front a les creixents pressions derivades dels actuals canvis globals i la seva contribució al desenvolupament sostenible. El màxim objectiu formulat fou el desenvolupament d'estratègies integrades tant de gestió de l'aigua com polítiques vers les limitacions que presenten factors com el canvi climàtic, el creixement demogràfic, l'extensió de la urbanització i les migracions, el ràpid creixement econòmic i altres pressions locals que afecten els recursos hídrics i el seu abastament. Les actuacions proposades a desenvolupar per els governs representants mostren una nova consciència i responsabilitat conjunta davant les problemàtiques de l'aigua i el sanejament, i la voluntat d'una gestió equitativa, òptima i sostenible.

Dins aquest marc, i més concretament davant la situació de dèficit hídric que amenaça el nostre entorn proper català, s'evidencia l'abastament i el sanejament de l'aigua com un repte dins una societat que actualment ja ha adoptat un compromís i uns objectius de sostenibilitat. Aquest recurs és reconegut a nivell internacional com a escàs i de gran valor tant qualitatiu com quantitatiu i sobre el que s'ha de treballar integradament per evitar el seu deteriorament i, conseqüentment, una disminució de la qualitat de vida.

### **Recursos d'aigua i desenvolupament econòmic**

L'existència d'una forta connexió entre l'aigua i el desenvolupament socioeconòmic d'una regió està reconduint la seva gestió des d'una perspectiva arcaica i sectorial dels recursos hídrics fins a l'actual necessitat d'una visió integradora incentivada per les directives de la Unió Europea (Water Framework Directive, WFD) (Fontaine i Glavany et al., 2000). La reducció de la dependència hídrica actual de les àrees urbanes des d'una perspectiva d'eficiència i innovació mitjançant sistemes de aprofitament d'aquest vector, propiciarà l'existència d'un recurs més equitatiu en quant a usos i a consums així com ajudarà a prevenir la seva escassetat.

Considerem l'aigua com un dels factors limitants del creixement econòmic actuals tant de Catalunya com de la resta de regions espanyoles que presenten dèficits hídrics. Recentment s'ha produït un increment en la disputa per l'aigua potable a nivell regional entre els diferents usos als que es dedica la demanda, que juntament amb el creixement poblacional dona lloc a les pressions existents al voltant d'aquest recurs.

La necessitat d'importar aigua i els problemes i pressions que se'n deriven afecta majoritàriament els nuclis urbans, els quals concentren un 50% de la població mundial i més d'un 70% a Amèrica, Europa i Oceania (UN 2006).

### **Demanda d'aigua a Catalunya**

Dins l'àmbit català, segons l'estudi sectorialitzat de demanda d'aigua realitzat per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA, 2002), s'ha trobat una gran asimetria entre les dues unitats hidrogràfiques (Conca de l'Ebre i Conques internes) que abasteixen els diferents usos. En el cas de les Conques internes, que comprenen el 52% del territori català i supleixen la població de la Regió Metropolitana de Barcelona entre d'altres, s'ha estimat una demanda agrícola del 35% del total, molt menor que la demanda urbana (65%) estimada en 350 litres per persona i dia (lpd). Aquesta darrera a la seva vegada es troba categoritzada en una demanda industrial que requereix un 21,2% (110 lpd) de la demanda urbana i una demanda domèstica de 43,7%, més del doble (240 lpd), posant de manifest la gran concentració d'aquests tipus d'usos en l'àrea subministrada. En aquest àmbit territorial es consumeix el 90% de l'aigua destinada als usos urbans de la regió. Aquest ús és el que ha sofert un creixement més accentuat, especialment el de tipus "residencial difús" (habitatges unifamiliars aïllats o adossats), que configuren el 32% dels nous usos urbans (Saurí et al., 2006).

### **Finalitat del Projecte**

És precisament en el litoral on es localitza la major part de la població a Catalunya, un d'aquests municipis és el de Sitges, a la comarca del Garraf. Aquestes comarques es veuen afectades per pics estacionals de demanda provocats per el increment del turisme en èpoques estivals. A més a més, l'augment substancial de la demanda en les darreres èpoques principalment en els nuclis urbans, els darrers episodis de sequera que amenacen el territori, els canvis en el cicle hidrològic general (incentivat per les conseqüències del canvi climàtic i la pròpia naturalesa d'aquests sistemes) i les creixents necessitats del sector serveis, posen de manifest la urgència d'aquesta evolució en temes de gestió hídrica en zones urbanes.

És per tant la finalitat d'aquest projecte avaluar els recursos endògens hídrics locals per mitjà de l'estudi del potencial de recollida d'aigües pluvials que presenta el barri de La Plana – Sta. Bàrbara – Vallpineda en el nucli urbà de Sitges en la etapa de planejament, per tal d'integrar aquest tipus d'aigües en el sistema d'abastament i sanejament urbà, millorant el cicle de l'aigua en àrees urbanes a nivell local. Determinar el potencial consum d'aquest sistema per poder quantificar l'autosuficiència d'aquests sistemes com a model a implementar en properes projeccions de planejament en altre àrees de Sitges o en altres municipis de la costa catalana.

## **2. ANTECEDENTS D'APROFITAMENT DE RECURSOS HÍDRICS EN ZONES URBANES**

En aquest apartat es mencionaran a continuació els antecedents de la recollida i aprofitament dels recursos pluvials. D'una banda es reconeixen els beneficis que suposa la captació i posterior utilització d'aigua de pluja així com també es fa referència a les polítiques vigents dins l'àmbit de la millora en la gestió de l'aigua, a experiències i estudis previs de recollida de pluvials en zones urbanes i a les mancances actuals que el municipi de Sitges ha de vèncer per la correcta gestió del cicle hídric.

### **2.1 Antecedents generals en l'aprofitament de les aigües pluvials**

Les principals problemàtiques en quant a l'aprofitament dels recursos pluvials estan relacionades amb limitacions econòmiques, decisions polítiques i problemes tècnics, entre d'altres. A més, la manca de treballs i dades amb que fins ara s'ha abordat el seu estudi per part de la comunitat científica enralenteix la seva implementació. La visió fins el moment s'ha concentrat en punts concrets del cicle de l'aigua com el tractament d'aigües residuals i estudis aïllats d'anàlisi de la qualitat d'aigües pluvials. Tanmateix, algunes proves pilot han donat lloc a estudis que abasten diferents tècniques de recollida d'aigües pluvials i que avaluen la qualitat de l'aigua en funció del seu trànsit per zones rodades o construccions (Nolde, 2006; Huguet, 2007).

#### **Potencials beneficis ambientals, socials i econòmics de la captació i utilització de l'aigua de pluja en entorns urbans**

L'aprofitament de l'aigua de pluja en sistemes urbans és reconegut pels beneficis ambientals, econòmics i socials que comporta la seva correcta gestió. Els més importants es veuen descrits en la taula 4.1. D'entre els primers, ja mencionada com un recurs escàs a nivell planetari, destaca un major control en la gestió del cicle hídric a escala regional i local per a la prevenció tant de sequeres com d'inundacions. Respecte als factors econòmics que ens reporta són especialment destacables l'estalvi en costos d'infraestructures de tractament, emmagatzematge i transport d'aigües; alhora que hi ha implicat un estalvi d'aigua potable i la possibilitat d'autoabastiment que proporciona. En darrer terme, també té una implicació social en quant a l'enfocament d'una educació ciutadana vers la sostenibilitat i la nova cultura de l'aigua.



BENEFICI POTENCIAL	TIPOLOGIA
Alternativa a la utilització d'aigua potable per a determinats usos <sup>(3,7)</sup>	Econòmica
Reducció d'infraestructures <sup>(2)</sup>	Econòmica
Millora de la gestió separativa de la xarxa d'aigües en sistemes urbans	Econòmica
Augment de la independència de la resta de la xarxa <sup>(1)</sup>	Econòmica
Major control del cicle hídric en entorns urbans <sup>(5,7)</sup>	Econòmica
Minimització de la desertització i l'escassetat d'aigua a la regió <sup>(1,4,6)</sup>	Ecològica
Utilització del potencial proporcionat per un recurs natural	Ecològica i econòmica
Prevenió d'inundacions i altres fenòmens <sup>(1)</sup>	Ecològica i econòmica
Creixement de l'educació vers la nova cultura de l'aigua <sup>(6)</sup>	Social
Actuació a favor del desenvolupament sostenible <sup>(7)</sup>	Ecològica, Econòmica i Social

**Taula 2.1:** Breu descripció i classificació dels principals beneficis potencials proporcionats per l'aprofitament de l'aigua de pluja en entorns urbans (Font: *Elaboració pròpia en base a: 1Murase 1999, 2Fewkes 2000, 3Herrmann and Schmida 2000, 4Zhu et al. 2004, 5Kim et al. 2005a, Kim et al. 2005b, 6Villarreal and Dixon 2005, 7van Roon 2007.*

### Qualitat de l'aigua d'escolament superficial de la pluja en entorns urbans artificialitzats

Malgrat els beneficis observats, la qualitat d'aquest tipus d'aigües la fan poc indicada per al consum humà degut principalment a la contaminació de tipus biològic (presència de patògens). Dins aquest àmbit, procedint de la Directiva Marc 98/83/CE en el corresponent Real Decreto 140/2003 es defineix l'aigua com a apta pel consum humà:

*“a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados. b) Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos. c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario de agua suministrado.”*

Tanmateix, l'aigua pluvial ha estat considerada amb la qualitat necessària per la realització d'altres usos urbans tals com neteja de vials, reg de zones verdes, neteja de vehicles, evacuació de cisternes i inodors, i altres potencials activitats relacionades amb usos no potables (Nolde, 2006; Tjallingii, 1995). Actualment s'està intensificant la investigació en sistemes de millora de la qualitat d'aquesta aigua d'escolament durant la seva recollida i emmagatzematge.

## **2.2 Experiències prèvies d'aprofitament de pluvials a escala urbana a Catalunya**

Durant els darrers anys, diferents grups de recerca, alguns dels quals adscrits a l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental de la UAB, han participat en l'elaboració de diversos projectes que no només valoren els fluxos hídrics de manera individual, sinó que també tenen en consideració altres tipus de fluxos energètics i de residus des d'una perspectiva hol·lística. Alhora, han desenvolupat diverses eines per a l'anàlisi del seu metabolisme principalment focalitzat en sistemes urbans.

### **ESCALA REGIÓ METROPOLITANA DE BARCELONA**

Altres publicacions relacionades basades en estudis efectuats dins la Regió Metropolitana de Barcelona avaluen la influència que diferents factors físics de la construcció, demogràfics i de conducta poden tenir en el consum d'aigua d'un habitatge. Considerant àrees periòdicament afectades per sequeres o altres tipus d'estrès hídric, com les localitzades al sud d'Europa en la franja Mediterrània, els resultats mostren que particularment el tipus d'habitatge i la mida de la unitat familiar resident són significativament vàlids per explicar variacions en els consums domèstics.

A més, la presència d'usos exteriors tals com una zona enjardinada i/o una piscina també suposa una despesa elevada en la quantitat d'aigua requerida en exteriors. Aquest ús es troba en expansió actualment a causa de la creixent preferència social per habitatges de tipus difós i la utilització d'espècies atlàntiques altament consumidores d'aigua. Aquesta despesa hídrica constitueix aproximadament el 30% del consum total d'aigua d'una llar que disposi d'aquest tipus d'equipament (el 50% a l'estiu), tot i que existeixen variacions en funció del nivell de renda de les llars.

En menor grau, però sense disminuir la seva importància, cal mencionar el rol que ocupa el comportament del consumidor de manera més o menys responsable amb el medi.

D'altra banda, també hi ha factors econòmics que juguen un paper essencial com a factors en l'explicació d'aquestes variacions consumptives. Aquest és el cas dels ingressos o renda familiar en qualsevol tipus i estructura d'habitatge.

Alhora l'estudi fa una crítica al tipus de polítiques que utilitza el govern per un millor control de la demanda domèstica d'aigua i que ignoren aquest tipus de factors i només contemplan criteris econòmics (Saurí et al., 2006).

## **ESCALA URBANA**

### **Diagnosi dels fluxos hídrics. Etapa d'ús de parcs de serveis**

Els estudis a mencionar per la seva relació amb sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials treballen sobre el vector aigua en relació a sistemes de parcs de serveis, tal és el cas del Parc de Montjuïc a Barcelona i el Parc comercial de Sant Boi de Llobregat, ambdós realitzats per investigadors del grup Sostenipra de l'ICTA. Aquests estudis demostren l'alt potencial que presenten les aigües pluvials en parcs de serveis, equipaments amb un consum molt alt d'aigua potable en la seva totalitat per cobrir les necessitats de la zona i que alhora presenten àmplies àrees i cobertes per a la recollida d'aigües pluvials. Previ anàlisi de les dades es constatà que els usos als quals es destinava l'aigua eren gairebé íntegrament no potables.

En el cas de Montjuïc, els resultats mostren un consum mitjà per visitant del parc de 27,3 litres, i determina un potencial total de aprofitament de pluvials de 1.760.000m<sup>3</sup> dins un flux d'entrada de 2.900.000 m<sup>3</sup> (62% del total) (Núñez et al., 2004). En el cas homòleg d'un parc de tipus comercial a St. Boi de Llobregat, el consum de 37000 m<sup>3</sup> d'aigua (dels quals només 2000m<sup>3</sup> són destinats a consum humà) fan considerar la possibilitat de l'ús d'aigües pluvials per satisfer tots els usos no potables (Farreny et al., 2008).

### **Aprofitament dels recursos hídrics. Etapa de planejament de nous barris de Vallbona a Barcelona**

Un altre estudi dins el marc de l'aprofitament d'aigües pluvials centrat a escala barri és el que dicta les directrius i criteris per a l'ambientalització de l'Àrea Residencial Estratègica de Vallbona a Barcelona (Barcelona Regional i ICTA, 2009). El projecte tracta d'incorporar criteris de sostenibilitat al desenvolupament de la nova zona residencial en base a Pla Director Urbanístic proposat i a criteris d'eficiència ambiental i energètica i prioritizant l'ús de recursos locals, configurant així un barri integrat en el seu entorn i model en quant a la seva petjada ecològica.

Els objectius específics que es proposa l'estudi dins el vector aigua comprenen:

- Racionalitzar el cicle de l'aigua
- Diversificar les fonts de subministrament
- Adequar la qualitat de l'aigua als usos
- Aprofitar els recursos locals

Una de les propostes és la creació d'una xarxa separativa de pluvials com la que ja disposa el barri objecte d'aquest estudi de La Plana - Santa Bàrbara – Vallpineda en el nucli urbà de Sitges, amb una xarxa de recollida d'aigües residuals i una altre de pluvials amb la intenció de gestionar les aigües de pluja. Per una banda s'aprofitaran les aigües drenades a carrers amb trànsit de vehicles i àrees verdes (destinades a usos no de boca), i per l'altra es proposa la recollida d'aigua dels terrats i als carrers amb preferència per a vianants.

Una altra mesura d'estalvi dins el sistema és la reutilització de les aigües grises en els edificis públics i la implantació d'una xarxa eficient de reg amb recursos hídrics locals.

Per tant, aquesta proposta promou la diversificació i racionalització de l'aigua mitjançant l'aprofitament de recursos endògens i alhora proporciona un cert grau d'autosuficiència en el consum.

### **Aprofitament de recursos hídrics a la UAB. Experimentació de captació de pluvials en cobertes d'edificis**

En addició, actualment el grup Sostenipra de l'ICTA està duent a terme des de juny de 2008 una prova pilot de recollida d'aigües pluvials en diferents equipaments del campus de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) amb continuïtat en el temps per a l'avaluació in situ d'aquests sistemes i l'obtenció de dades qualitatives i quantitatives representatives.

## **2.3 Polítiques d'aprofitament de pluvials des de la UE a escales locals**

### **Marc Europeu: UE**

Partint de l'esfera internacional, la gestió sostenible dels recursos hídrics es veu recolzada per diverses polítiques que avalen un aprofitament més eficient de l'aigua i un repartiment més equitatiu per tal de fer front a l'escassetat i la necessitat d'aigua provinent d'altres conques. És precisament la Unió Europea qui regula mitjançant la *Directiva Marc d'Aigua* (Water Framework Directive, *Directiva 2000/60/CE*) la gestió i aplicació d'aquesta nova política d'aigües enfocada cap a la preservació del medi i l'aproximació de la societat urbana a la sostenibilitat (Fontaine i Galvany, 2000).

### **Marc nacional: Estat Espanyol**

L'Estat Espanyol, així com la resta d'estats membres, ha tingut l'obligació d'adoptar-la i aplicar-la abans de Desembre del 2009 (EC 2000) mitjançant la transmissió de competències als àmbits municipals (Art. 4.1a) Llei estatal 7/1985, de 2 d'abril), coordinats per les respectives Comunitats Autònomes. Alhora, la Constitució Espanyola reconeix el dret de disposar d'un medi adequat, i l'obligació dels poders públics i ens locals de defensar-lo (art. 46).

### **Marc local: Catalunya**

A nivell regional aquesta potestat és reconeguda en la Llei municipal i de règim local de Catalunya (Text refós aprovat pel Deret legislatiu 2/2003, de 28 d'abril, arts. 8.1a i 66.3.f). Més recentment podem fer referència a l'Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua de la Diputació de Barcelona que per irradiació i efecte dels tractats establerts per la Unió Europea, i en conseqüència de l'Estat Espanyol i Comunitat Autònoma de Catalunya, ha estat redactada i està sent implementada (Diputació de Barcelona. Xarxa de municipis, 2005).

En ella es presenta la necessitat d'aquest estalvi d'aigua i del seu ús i consum raonable en la província així com la proposta d'instal·lacions i equipaments dissenyats per a l'aprofitament d'aigua de pluja, entre d'altres propostes (com la reutilització d'aigües grises i les procedents de piscines). A efectes, dicta l'obligació dels municipis d'adoptar per edifici un sistema d'emmagatzematge d'aigües pluvials recollides de cobertes no transitades i destinades a un dipòsit per al seu posterior ús en inodors, complement d'aigües grises, reg, neteja d'exterior, i/o d'altres adients. Cada ajuntament té la possibilitat d'adoptar aquestes mesures parcial o totalment en funció de les seves característiques, però el seu incompliment donarà lloc a les sancions pertinents descrites en l'ordenança (Diputació de Barcelona, 2005).

### **Ajuntament de Sant Cugat. Ordenança d'estalvi d'aigua**

Focalitzant l'adopció d'aquesta ordenança a nivell municipal, l'Ajuntament de Sant Cugat ha estat un dels pioners en dictar una normativa pròpia en quant a estalvi d'aigua per a tot tipus de nova edificació i/o rehabilitació. Respecte a l'aprofitament d'aigües pluvials, l'ordenança local determina la seva recollida per a noves construccions que incloguin el manteniment d'espais susceptibles al reg i/o a la seva neteja interior i exterior. A més a més, proporciona directrius pel disseny i càlcul del dimensionat d'aquests sistemes de captació en funció del tipus d'habitatge (Ajuntament de St. Cugat, 2002).

## 2.4 Polítiques d'aprofitament de pluvials a l'Ajuntament de Sitges

### Polítiques directes

El municipi de Sitges ja disposa d'una ordenança municipal sobre criteris d'ecoeficiència energètica i estalvi i ús racional de l'aigua en els edificis, malgrat no estar obligat per llei (doncs l'article 26.1d) de la Llei 7/1985 estableix les seves disposicions per poblacions de més de 50.000 habitants). L'objectiu d'aquesta normativa és la incorporació de paràmetres d'ecoeficiència en els edificis del municipi de nova construcció, i en les rehabilitacions o canvis d'usos d'antics edificis, vetllant alhora per l'ús racional de l'aigua mitjançant el seu aprofitament, aprofitament i reutilització en funció de l'ús que se'n vulgui fer. L'ordenança no només contempla la instal·lació de mecanismes per a l'estalvi de l'aigua en els edificis, si no també la introducció de materials aïllants i energies renovables, col·laborant així en un canvi social de perspectiva necessari a l'hora de dissenyar, construir i utilitzar els edificis (Ajuntament de Sitges, 2006).

A més a més de l'Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua de la Diputació de Barcelona mencionada anteriorment, el municipi de Sitges es basa en el nou marc d'actuació referent a l'edificació per part de la Generalitat de Catalunya i el Ministeri d'Habitatge de l'Estat (Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es reula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis i el RD 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el "Código Técnico de la Edificación").

Els **paràmetres d'ecoeficiència** descrits per la normativa i referents a l'aigua, a destacar per la seva relació amb l'objecte d'estudi en quant a la nova construcció d'un nou barri, són els següents:

- Incorporació a l'edifici d'una xarxa de sanejament separativa d'aigües pluvials i residuals.
- Disseny de mecanismes per economitzar l'aigua en aixetes, aigüeres i dutxes.
- En el cas d'edificacions aïllades de superfície construïda igual o major a 100m<sup>2</sup>, s'ha de garantir la captació i emmagatzematge d'aigua de la pluja. Els usos a que es destina aquesta aigua són: reg de jardins, neteja d'interiors i exteriors, cisternes d'inodors i altres usos a excepció del consum humà.

- Captació de l'aigua sobrant de piscines de superfície superior a 60m<sup>2</sup> per al seu us posterior (per tant cal que aquesta estigui exempta de tractaments químics) (Ajuntament de Sitges, 2006).

### **Polítiques indirectes**

**Altres plans i accions** que desenvolupa el municipi de Sitges amb una actitud favorable en la gestió dels recursos hídrics són:

- Pla Director de Clavequeram de Sitges (2005). Aquest pla estableix la implantació d'una xarxa separativa i de dipòsits de retenció de pluvials; i a més a més preveu fer anàlisis de la qualitat de les cigües pluvials interceptades.
- Actualització del Pla Director en alta de Sitges (2007)
- Pla de Gestió de Sequeres (2007)
- Participació en el programa Coastal Water Management COWAMA
- Voluntat de reutilitzar les xarxes de distribució deteriorades del casc antic per a distribució d'aigua de segona qualitat per a usos no potables

### **2.5 Problemàtica actual sobre el cicle hídric al municipi de Sitges**

El municipi de Sitges es caracteritza per una economia de caire turístic i majoritàriament estival. Aquest fet implica garantir l'abastiment d'aigua d'aquest volum de població durant aquests períodes. Mitjançant la implementació de tecnologies d'aprofitament d'aigües pluvials, s'aconseguiria una major independència de la xarxa d'aigua potable permetent així de manera més assequible l'estalvi d'aigua per a la seva posterior utilització durant aquests pics de demanda.

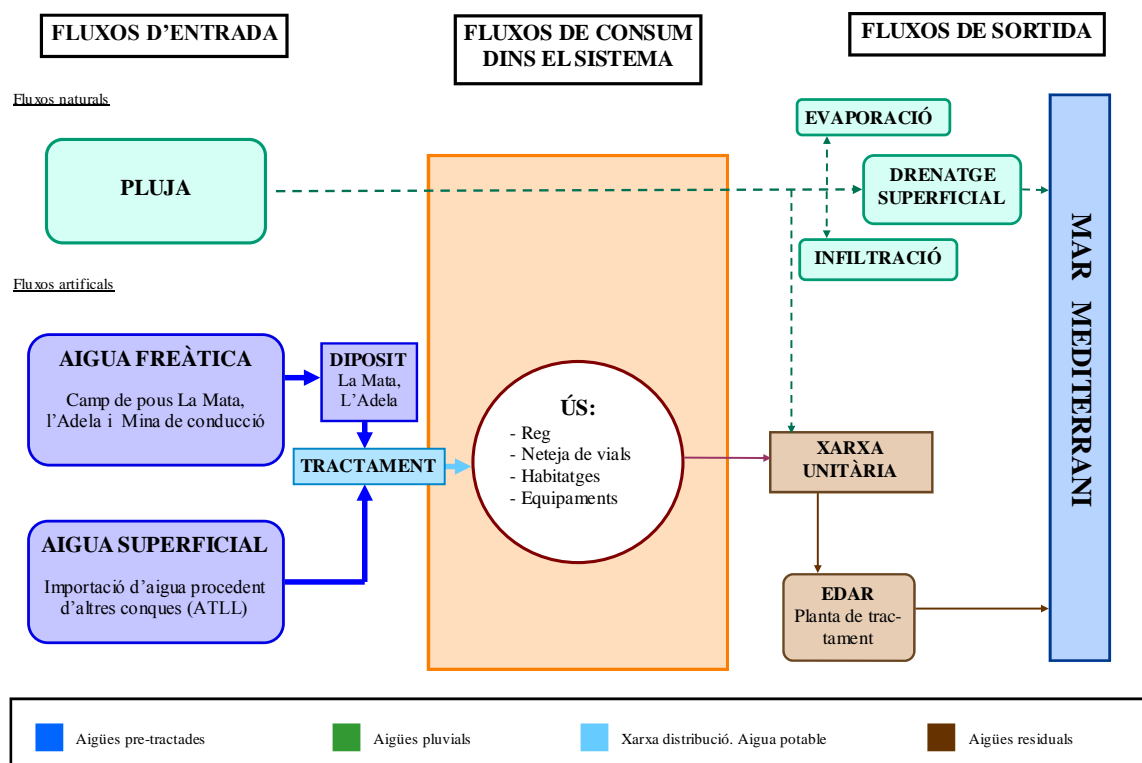
D'altra banda, la localitat pateix des de fa temps inundacions periòdiques degut a la seva orografia i règim climàtic mediterrani litoral, típic dels municipis riberencs mediterranis.

El progressiu creixement de Sitges ha suposat un augment de l'àrea urbanitzada que ha anat empitjorant poc a poc la situació davant les inundacions degut a que tot procés d'urbanització suposa una impermeabilització del terreny respecte a la situació inicial, procés reconegut com segellament del sòl (Lozano, 04/2009).

La regió pot patir episodis aïllats de pluges d'intensitats molt altes (precipitacions convectives de més de 90 mm/h en mitja hora de duració i freqüència decennal), però alhora aquests episodis poden concentrar en 2-3 dies la meitat de la precipitació anual de la zona, creant una problemàtica per al drenatge urbà. En addició, la urbanització de tipus intensiu de la localitat accentua la tendència a la formació d'aquestes pluges. És aquí on aquests sistemes també ajuden a prevenir aquests episodis d'avingudes mitjançant una millor gestió dels recursos hídrics (Generalitat, ?).

Antigament, el municipi de Sitges disposava d'una xarxa unitària de gestió tant d'aigües fecals com pluvials com esquemàticament es representa en la figura 2.1.

Diagrama del flux hidrogràfic de Sitges antic amb xarxa unitària d'aigües



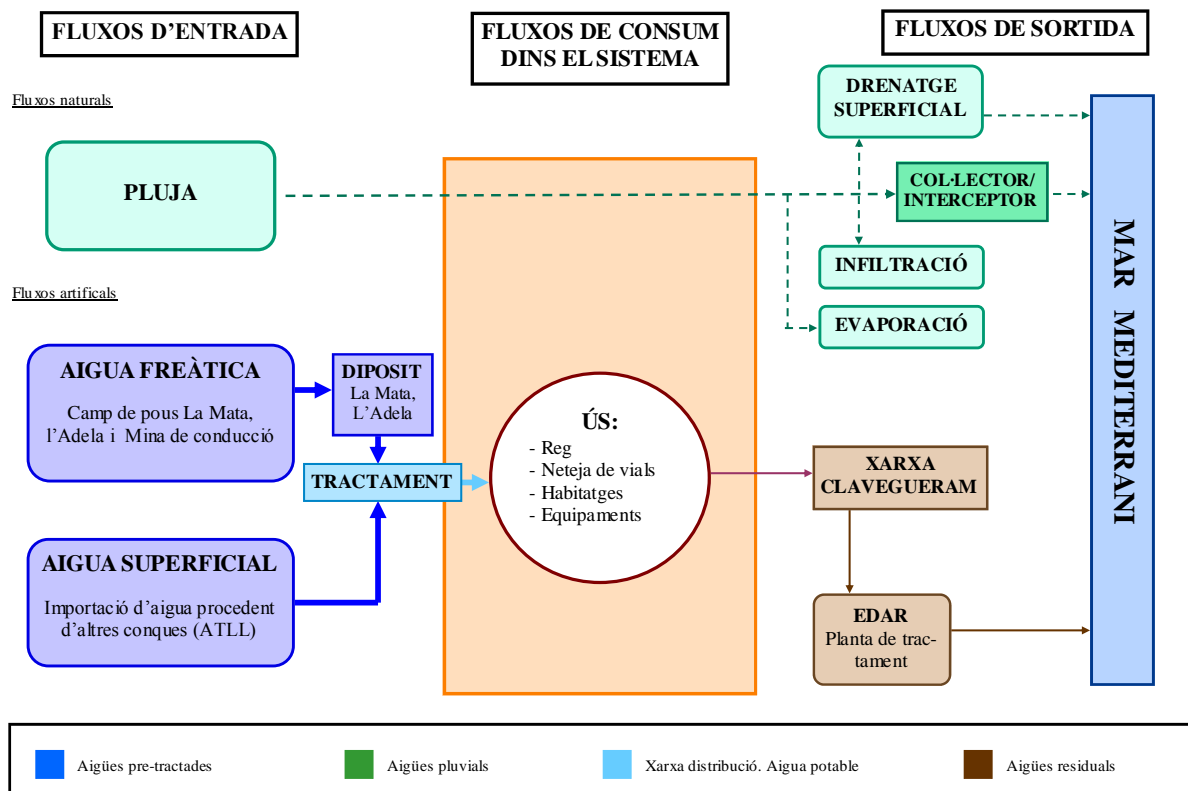
**Figura 2.1:** Diagrama del flux hidrogràfic a la localitat de Sitges mitjançant una xarxa unitària d'aigües (Font: Pròpia).

Aquest tipus de gestió alhora que augmentava en determinats períodes de pluges el volum d'aigua a tractar en l'EDAR, impossibilitava la seva utilització.



En canvi en l'actualitat, en la major part de Sitges i més concretament la zona d'estudi La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, s'han realitzat millores en la gestió dels fluxos hídrics i es disposa d'una xarxa hidrogràfica separativa com la representada a continuació en la figura 2.2.

Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda actual amb xarxa separativa



**Figura 2.2:** Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda actual (Font: Pròpia).

El principal problema que presenta la gestió exemplificada tant en la figura 5.1 com 5.2 és el malbaratament dels recursos endògens locals de l'àrea d'estudi, en el nostre cas de l'aigua de la pluja.

En el primer cas però, aquest planejament del flux hídric, es realitza un cicle totalment separat de les xarxes de distribució que abasteixen el barri al igual que les xarxes de recollida d'aigua posteriors al seu pas pel sistema.

En canvi, en el segon la innovació radica en la instal·lació d'un col·lector/interceptor destinat a la captació de la major part de l'aigua de pluja, encara que cal ahora considerar que hi ha una

certa quantitat infiltrada en zones no pavimentades, una altra fracció evaporada abans d'arribar al mar i una altra que segueix un drenatge superficial abans d'arribar al mar.

Tanmateix, a aquesta aigua de pluja no se li dona cap utilitat, però la virtut d'aquest segon tipus de gestió (figura 2.2) és que permet evitar les inundacions degudes a episodis torrencials redireccionant l'aigua de pluja cap al mar, alhora que alleuja la càrrega de cabal que arriba a l'EDAR.

La consideració de l'aigua de pluja dins el sistema abaratiria els costos destinats a l'obtenció i tractament d'aigua procedent d'altres conques (ATLL) i dels pous circumdants, així com una correcta gestió d'aquestes xarxes evitaria els greus problemes d'avingudes per pluges torrencials anteriorment mencionats, a més a més de la resta de beneficis descrits en la taula 2.1.

### 3. MARC D'ESTUDI

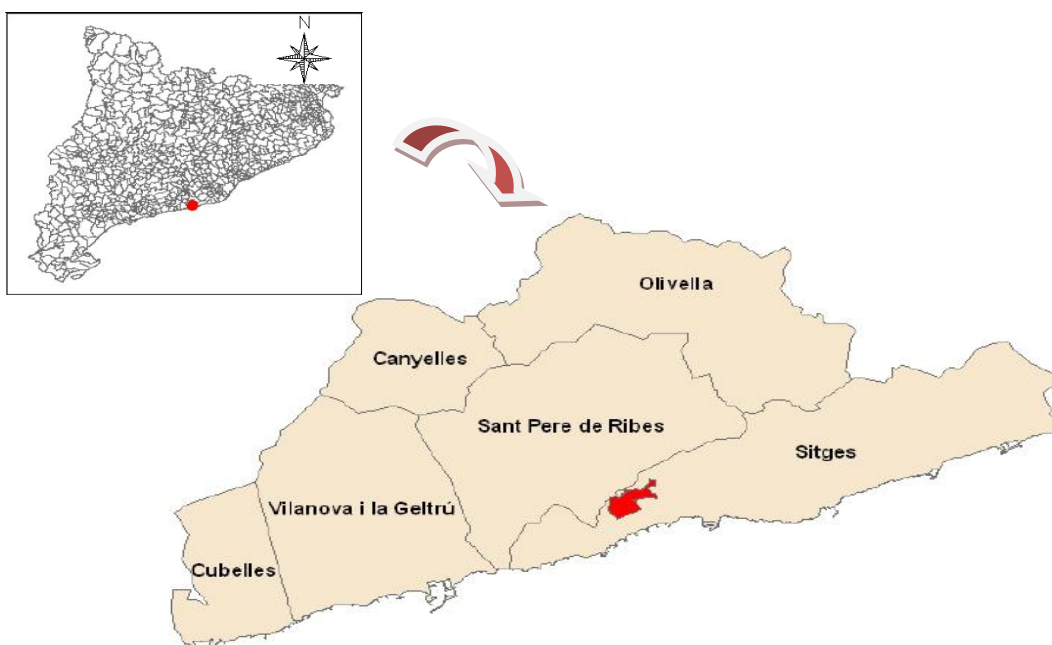
Dins l'àmbit d'estudi es descriu en aquest apartat la localització regional i local del sistema objecte d'estudi, el barri La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, l'estudi de la seva climatologia i meteorologia, la descripció del Pla Parcial Urbanístic que està en fase d'aprovació per l'ordenació de la zona i la gestió actual a escala de recursos hídrics que es preveu per aquesta àrea.

#### 3.1 Localització de l'àmbit d'estudi La Plana - Santa Bàrbara - Vallpineda

##### Municipi de Sitges

El municipi de Sitges està ubicat a la comarca del Garraf, província de Barcelona. Té una població de 27.070 habitants en una extensió de territori de 43.67 km<sup>2</sup> (Ajuntament de Sitges, 2009) i està integrat dins la Regió Metropolitana de Barcelona, situat a una distància de 42km d'aquesta (veure figura 3.1).

Hi ha una fracció de la població a destacar degut al seu augment en èpoques estivals i de rellevància per l'estimació de la demanda en aquest estudi. Segons dades de l'any 2003, la població estacional estimada és de 3.883 habitants i alhora la població no resident, però present durant determinats períodes és de 6.846 habitants (Idescat, 2003).



**Figura 3.1:** Mapa regional i local de la situació de la Plana Oest a Catalunya i al municipi de Sitges.

(Font: Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda al municipi de Sitges. Ajuntament de Sitges).

### Sistema objecte d'estudi

El barri de **La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda**, que representa l'àmbit d'estudi, està localitzat sobre la depressió costanera de Sitges, al nord del terme municipal, amb una extensió de 78.35ha segons el Pla Parcial del sector.

La proposta de construcció d'aquest nou barri constitueix una forta expansió d'un nou nucli urbà que limita al nord amb la localitat veïna de Sant Pere de Ribes a més a més de Santa Bàrbara i Vallpineda i al sud amb la línia ferroviària. Per la banda oest esdevé tancat per les cases del Sord i a l'oest per el barri de la Madriguera i La Plana Est. Aquest últim està integrat dins aquest nou pla parcial d'urbanisme i d'eixample de Sitges (veure Figura 3.2).



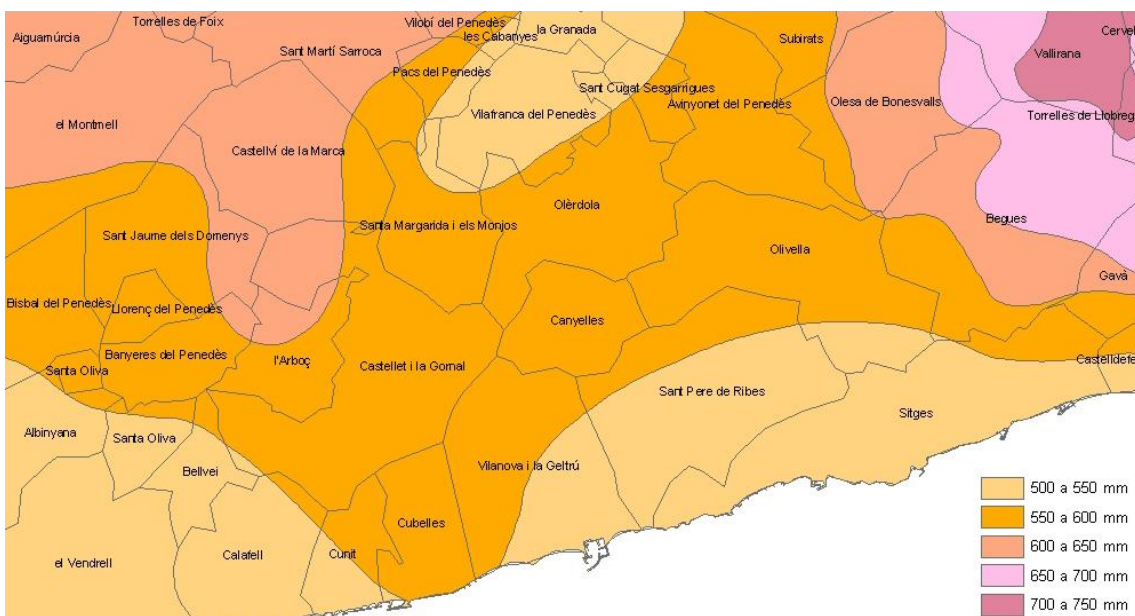
**Figura 3.2:** Topogràfic i ortofotomapa a escala 1:5000 on es delimita La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, Sitges. (Font: Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda al municipi de Sitges. Ajuntament de Sitges).

### 3.2 Climatologia i meteorologia

La situació costanera dota a Sitges d'un clima típicament mediterrani de plana i muntanya baixa amb influència marina.

#### Pluviometria

La pluviometria mitjana present s'estima entre els 500 i 550 mm anuals (veure Figura 3.3 i 3.4). Alhora, ve caracteritzat per escasses però torrencials pluges en època primaveral (150-200 mm) i a la tardor (200-250 mm). D'altra banda trobem un règim pluviomètric mínim a l'hivern (100-150 mm) i l'estiu (>100 mm), que dóna lloc a hiverns suaus i temperats i estius calorosos i eixuts (Grec.net, 04/2009).



**Figura 3.3:** Atles climàtic. Pluviometria del Garraf. (Font: Informe Ambiental del Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda al municipi de Sitges. Mileto Consultors i Urbanistas, S.L.).

#### Temperatures

La comarca del Garraf, i més concretament Sitges, està dotada d'un clima suau en el qual influeixen dos factors a remarcar: el mar, que suavitza les temperatures, i les muntanyes del massís de Garraf, que aïllen la zona de la influència de les temperatures més baixes i fredes de l'interior (veure Figura 3.4).

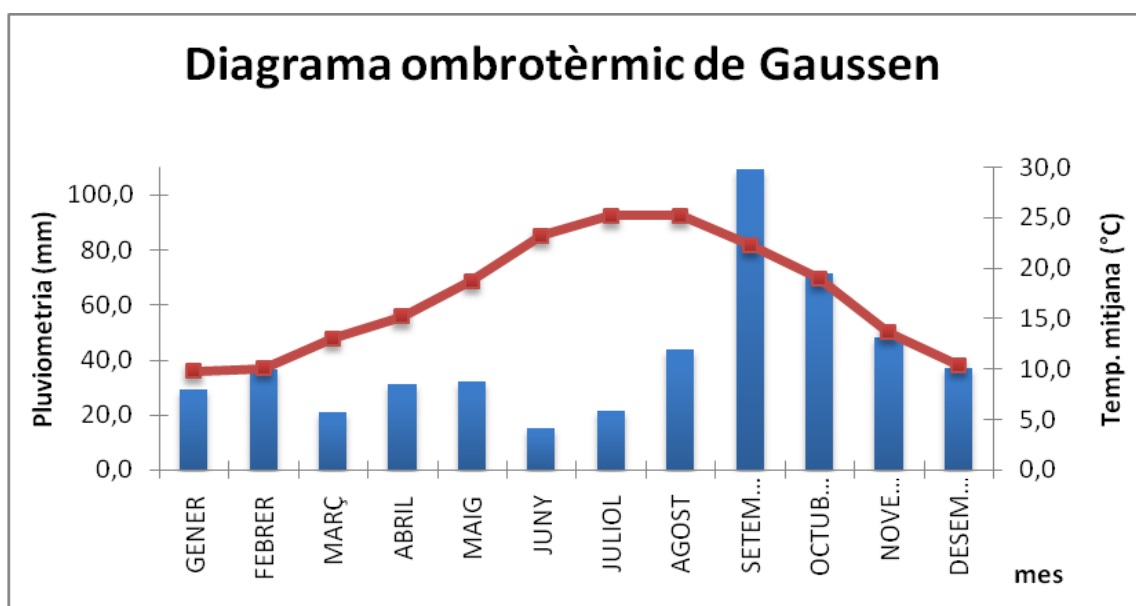
Tal com s'ha mencionat, els estius acostumen a ser secs, però són característics d'aquest clima les tempestes sobtades d'estiu, molt violentes i, a vegades, acompanyades de calamarsa, pedra, llamps i trons.

És precisament la torrencialitat d'aquestes pluges el que ha donat lloc al paisatge càrstic típic de depressions costaneres d'aquesta terra mitjançant processos erosius mecànics i químics, i ajudats alhora per l'actuació antròpica.

### Vents

Els vents predominants a la zona són el migjorn (sud), garbí (sud-oest) i llevant (est), vents anomenats de mar, amb una important concentració d'humitat.

El rang de temperatures mitjanes anuals es mostra en la taula 2.1 juntament amb la pluviometria (veure **ANNEX I**). La variació tèrmica mitjana es manté entre els 16 i 17°C, amb una àmplia variació hivern-estiu podent arribar a unes mínimes de 0°C durant els mesos més freds i unes màximes absolutes de fins a 35°C al juliol i agost (veure Figura 3.4 i 3.5).



**Figura 3.4:** Diagrama ombrotèrmic de Gausson: temperatura mitjana i precipitació. Període 2000 - 2006.

Dades Observatori Meteorològic de St. Pere de Ribes (Font: *Elaboració pròpia*).

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	
<b>T<sup>a</sup> mitjana (°C)</b>	9,8	10,1	13,0	15,2	18,7	23,2	25,1	25,2	22,2	19,0	13,7	10,4	Mitjana 17,2
<b>Pluviometria (mm)</b>	29,1	36,4	21,2	31,1	32,0	15,0	21,3	43,6	109,5	71,6	48,2	37,1	Total 515,2

**Taula 3.1:** Dades de Precipitació (mm) i Temperatura (°C) mensual i anual del període 2000-2006 (Font: *Observatori Meteorològic de St. Pere de Ribes*).

### **3.3 Planejament urbanístic de la zona d'estudi. El Pla Parcial Urbanístic del sector**

El planejament urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda, ve regit per les determinacions del POUM de Sitges, aprovat el 30/03/2006 (DOGC 24/05/2006), que ja el qualificava com a sòl urbanitzable, però amb uns condicionants específics recollits en el seu annex així com altres de generals sobre criteris i normes a tenir en compte.

#### **Habitatges programats**

En el planejament específic de l'àrea es contempla la construcció de 1.307 habitatges que acolliran al voltant de 5.701 habitants. En aquest Pla Parcial Urbanístic (Ajuntament de Sitges, 2009), el sostre destinat a la construcció d'habitatges de renda lliure proposa la construcció de 972 habitatges. Altrament, en el dedicat a la construcció d'habitatge protegit, es planteja l'aixecament de 657 habitatges.

#### **Tipologia d'habitatges: Unifamiliars i plurifamiliars**

El barri alhora planteja un teixit d'edificació semi-intensiva que proporciona una gran expansió de zones urbanístiques tipus ciutat jardí amb un nombre de 372 residències de caire unifamiliar i 1.292 plurifamiliars. Es justifica la tendència a l'adopció d'edificació majoritàriament aïllada com a mesura adoptada per la reducció de la impermeabilització de superfícies que suposa la construcció d'una nova urbanització en el terreny.

#### **Serveis**

L'àrea tindrà una densitat de 16,68 hab/Ha i els usos plantejats a que es destinaran les edificacions són principalment econòmics i residencials: habitatges, oficines-administratiu, sanitari-assistencial, hotelier, educatiu, cultural, associatiu, esportiu, restauració i aparcament. Dins la proposta s'han destinat tres àrees per la construcció d'equipaments, dues al sud limitant amb el ferrocarril i una a l'est del barri (veure Figura 3.5). D'entre les primeres destaquen una universitat de les Arts i una zona esportiva de gran superfície on s'emplaçaran un camp de rugby i un de futbol. Pel contrari, la situada en la zona més oriental està destinada a una oficina de l'Agència de Turisme de Sitges.

### **Espais verds: Públics i privats**

Alhora, es pretén crear un gran parc al voltant de l'ermita de Sta. Bàrbara al nord-oest del sector per tal de conservar una pineda mediterrània d'alt interès autòcton. Aquesta forma part d'una superfície de 42.000 m<sup>2</sup> que s'utilitzaria per crear un corredor amb funció connectora entre els espais del massís del Garraf al nord i els Colls-Miralpeix a l'oest. Es tracta de dues zones d'interès paisatgístic protegides i en continuïtat amb els camps de conreu del terme de St. Pere de Ribes (veure Figura 3.5).

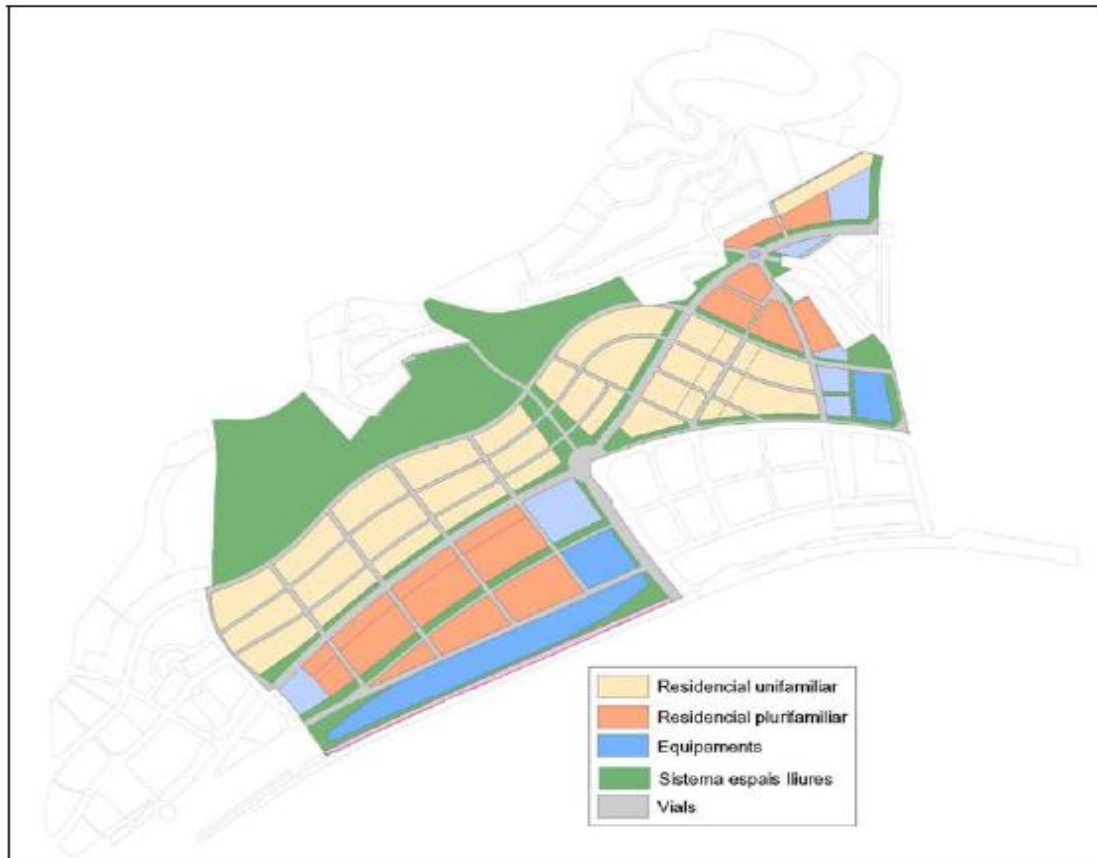
Aquest parc s'extindrà al llarg d'una superfície de més de 15ha del total de les 41ha delimitades com espais verds públics i privats. Tanmateix, es tracta d'una zona verda pública que ha de romandre en el seu estat natural, la demanda hídrica de la qual la proporcionarà l'aigua pluvial directe suposant una despesa nul·la per al seu manteniment. Alhora, la infiltració d'aquesta aigua es pretén serveixi per recarregar l'aquífer evitant així una completa impermeabilització del sòl (Ajuntament de Sitges, 2009).

### **Vials: Sistemes motoritzats i per a vianants i bicicletes**

En combinació amb aquesta idea, es promou la mobilitat sostenible dins l'àrea mitjançant la creació de zones lliures de pas per vianants i bicicletes per tal de reduir els desplaçaments en automòbil i promoure i facilitar un altre tipus de desplaçament (veure Figura 3.5).

A més a més, es preveu la integració en l'ordenació de l'ermita de Santa Bàrbara, edifici del s. XIX inclosa dins el catàleg del patrimoni arquitectònic de Catalunya, així com de la masia de Can Milà situada a l'est de l'àrea per evitar el seu deteriorament i promoure la seva conservació.





**Figura 3.5:** Mapa del planejament urbanística del barri La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda. (Font: Informe Ambiental del Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda a Sitges. Mileto Consultors i Urbanistas, S.L.).

### 3.4 Gestió actual de l'aigua potable a la població del nucli urbà de Sitges

#### **Sistema hidrogràfic: Recursos endògens locals**

El sistema hidrogràfic que compren Sitges no esdevé de gran importància degut principalment a la proximitat i poca altitud de les muntanyes del Garraf així com per les pròpies característiques del terreny. Tan sols està dotat de corrents d'aigua intermitents que conformen una xarxa de rieres i torrents que en èpoques d'alta intensitat de pluges poden suposar un risc d'inundació per la regió. El curs més llarg i pròxim a la zona d'estudi és de 18 km i correspon a la Riera de Ribes. El seu pas pel municipi de Sitges correspon al darrer tram del curs fluvial, travessant el municipi per a desembocar al mar en el cap de Grills.

### Gestió de l'aigua d'abastament

Davant la necessitat de garantir el subministrament hídric de la població, Sitges disposa d'un Pla Director d'abastament d'aigua potable en alta que va ser aprovat el 16 d'abril de 2007, i d'un Pla Director de Sanejament, aprovat el març de 2005. En el primer d'ells es contempla la gestió i planejament a nivell municipal de l'abastament d'aigua per part de l'empresa SOREA, S.A., l'evolució prevista de creixement i les demandes procedents dels diversos sectors pel subministrament dels usos globals. En sanejament de l'aigua residual el porta a càrrec l'EDAR de Sant Pere de Ribes – Sitges, instal·lació que està dotada d'unes dimensions suficients per a realitzar aquesta activitat i que preveu també el creixement poblacional que estima el POUM.



**Figura 3.6:** Fotografies del sistema de gestió hídric a Sitges. Esquerra: sortida de la canonada d'aigües pluvials; Dreta: pedestals situats als vials del casc antic per permetre el desplaçament dels vianants durant períodes de pluja. (Font: Elaboració pròpia).

En l'actualitat, el municipi de Sitges es pot considerar pioner en el camp de la gestió hídrica, doncs actualment disposa d'un **sistema separatiu** de recollida d'aigües pluvials i residuals en la major part de la seva extensió. D'altra banda, zones com el casc antic on no ha estat possible la seva implantació, són afectades pel drenatge superficial causat per pluges torrencials al llarg de l'any que escombren els carrers per anar a parar directament al mar, tal com es mostra en la Figura 3.6.

#### **4. JUSTIFICACIÓ**

D'entre les problemàtiques esmentades que presenta el municipi de Sitges en la gestió del cicle hídric es destaquen la importació d'aigua majoritàriament, els riscos freqüents de riuades i pluges torrencials i els danys associats provocats, i el malbaratament dels recursos pluvials al direccionar-los directament al mar.

Totes aquestes mancances que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara- Vallpineda venen lligades a un ineficient aprofitament de les aigües pluvials i subterrànies, que condicionen per tant una alta dependència hídrica de la xarxa.

Alhora Sitges presenta d'entre els municipis de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) uns dels valors mitjans més alts de consum domèstic d'aigua, correlacionada en els darrers anys amb una ordenació territorial de tipus dispers que agreuja el dèficit hídric de la regió.

A més a més, els costos d'infraestructures i sanejament de les aigües residuals urbanes són un altre factor de pressió en la gestió d'aquestes aigües que dificulta encara més el seu correcte aprofitament.

Per estudiar aquestes problemàtiques i mancances que presenta el municipi de Sitges i en concret el sistema objecte d'estudi en la gestió del cicle hídric, s'ha cregut convenient la realització d'aquest estudi d'una banda per tal d'aprofundir i analitzar les causes d'aquests problemes i per altra, per poder iniciar propostes de millora en la sostenibilitat dels sistemes hídrics.

És per tots aquests motius que s'ha volgut intervenir des de l'àmbit de les Ciències Ambientals en la millora del cicle hídric de Sitges, i més concretament de l'àmbit d'estudi, mitjançant la recollida i posterior utilització selectiva de les aigües pluvials.

## 5. OBJECTIUS

L'objecte d'aquest estudi és la determinació del potencial d'aprofitament dels recursos pluvials al barri de Sitges de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, així com determinar estratègies per al seu aprofitament.

### 5.1 Objectius generals

- Quantificació dels fluxos d'aigua d'origen pluvial en l'àrea d'estudi i dels seus diferents subsistemes.
- Qualificació dels fluxos d'aigua d'origen pluvial en l'àrea d'estudi i dels seus diferents subsistemes.
- Estimació del potencial d'aprofitament de recursos pluvials que presenta La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda per l'avaluació de la seva autosuficiència hídrica mitjanant l'ús d'aigües pluvials, en base als consums previstos pel pla.
- Plantejament de propostes de futur i d'altres escenaris per a millorar la recollida de les aigües pluvials al barri i la seva possible extensió a altres projeccions urbanístiques per promoure l'aprofitament dels recursos endògens del municipi i l'estalvi d'aigua.

### 5.2 Objectius específics

- Determinació i avaluació quantitativa del potencial de recollida d'aigües pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda de Sitges.
- Determinació i avaluació qualitativa del potencial de recollida d'aigües pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda de Sitges.
- Implantació d'una prova pilot de recollida d'aigües pluvials per a l'avaluació de la qualitat de l'aigua, possibilitant el contrast amb les de subministrament actuals.
- Determinació de la demanda potencial associada al barri en un futur en relació a les previsions de creixement global i les dades locals.
- Avaluació del potencial d'autosuficiència hídrica (PAA) a La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda de Sitges com a indicador de la capacitat del sistema per a satisfer les seves necessitats mitjançant aigua procedent de la pluja.
- Estimació de l'abastament hídric dels diferents usos potencials que presenta el barri en relació a la procedència, quantitat i qualitat de l'aigua.

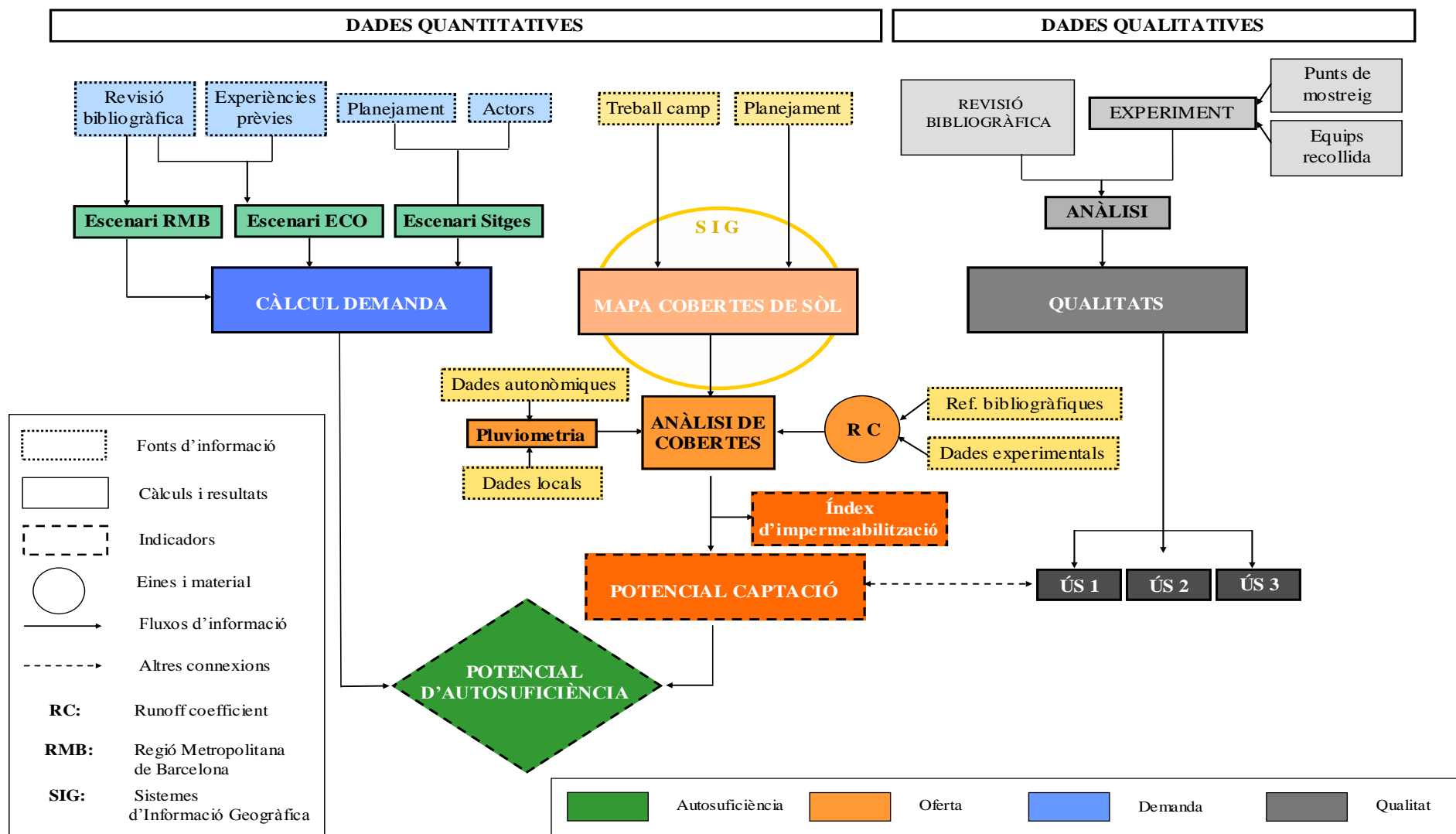
- Determinació de la eficiència de diferents escenaris plantejats per al cas d'estudi mitjançant una matriu d'incidència conjunta de la quantitat potencial d'aigua pluvial ofertada, i la demanda associada al sector i ús a cobrir.
- Anàlisi i discussió d'estratègies per a la autosuficiència hídrica del barri així com altres propostes en relació a l'aprofitament de recursos pluvials tant prèvies a la construcció com futures.

L'objectiu doncs, és estudiar la potencial l'autosuficiència hídrica del barri de Sitges objecte estudi, la qual cosa el dotaria d'una millor gestió i control dels seus recursos hídrics dins una escala més local, la independència hídrica parcial o total de la xarxa d'aigua potable, el reforçaria mitjançant aquests recursos contra l'escassetat d'aigua estacional de la regió i facilitaria el procés d'un desenvolupament sostenible a escala municipal .

## **6. METODOLOGIA**

El present estudi s'ha basat en la utilització de dades econòmiques, territorials i ambientals sectorials, i en la seva interpretació de manera hol·lística per tal de donar suport a diferents estratègies d'aprofitament d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda.

Havent constatat ja els beneficis que comporta aquesta pràctica, es pretén el seguiment d'una sèrie d'estratègies metodològiques per a constatar l'objectivitat de la proposta, resumides en la Figura 6.1:



**Figura 6.1:** Diagrama metodològic general per a la determinació del potencial d'autosuficiència de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

### **Càlcul del potencial de captació**

El primer pas per a la obtenció d'aquest càlcul ha estat la confecció d'un mapa de cobertes del sòl mitjançant programari de SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica), identificant així la superfície destinada a cada ús. La informació adquirida per a la digitalització del mapa prové de dades facilitades del planejament del barri proporcionades per l'Ajuntament (Pla Parcial Urbanístic), així com del treball de camp efectuat in situ. L'anàlisi del mapa de cobertes ha permès obtenir un índex d'impermeabilització del barri, com una mesura del grau de segellament del sòl d'aquest.

A partir d'aquí, s'han proposat tres escenaris més en funció de la pluviometria: Mitjana, Any sec i any humit; per a poder representar la situació en qualsevol dels casos davant un clima mediterrani tant variable com el del Garraf.

A més a més, s'ha determinat un coeficient d'escolament (RC) per a cadascuna de les superfícies identificades en el mapa de cobertes del sòl en funció del seu ús, inclinació, i localització. La utilitat d'aquest coeficient és proporcionar un valor representatiu de la quantitat potencial aprofitable d'una coberta en funció de les seves característiques.

Mitjançant aquests tres elements el potencial de captació que presenta el barri ha pogut ésser calculat per a cadascun dels escenaris pluviomètrics mencionats amb anterioritat.

### **Qualitats**

Paral·lelament i com a dades que també tenen un interès amb l'estudi de l'aprofitament de pluvials al barri, s'ha volgut obtenir un valor sobre les diferents qualitats que presenta aquesta aigua captada en funció de les diferents cobertes per les que transita. Això ha estat possible a través d'una revisió bibliogràfica obtenint així dades de carrers i teulades, així com mitjançant un experiment propi. Aquest darrer ens ha proporcionat la obtenció de dades pròpies del mateix municipi per a poder contrastar-les amb les obtingudes de la literatura. D'aquesta manera, s'ha instal·lat uns equips de recollida d'aigua a diferents punts de recollida (principalment teulades municipals com també s'han agafat mostres de l'aigua abocada al interceptor del barri). Mitjançant aquesta informació i el seu contrast amb la bibliografia, s'ha procedit a l'anàlisi i posterior qualificació de les aigües.

Les dades de qualitat obtingudes estan íntimament lligades amb l'ús que se li pot donar a l'aigua interceptada, correlacionant així diferents qualitats amb usos que no depenguin de l'aigua potable.



Aquests resultats poden interpretar-se conjuntament en relació al potencial de captació que presenta el barri per a estimar la quantitat d'aigua que pot ser captada de les diferents cobertes i a quins usos preferencials pot ésser destinada en funció de la qualitat que presenta.

### **Càlcul de la demanda**

Per altra banda, s'ha realitzat el càlcul de la demanda potencial del barri La Plana - Sta. Bàrbara - Vallpineda davant diferents escenaris de consum: Escenari de Sitges, Escenari de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) i Escenari ECO. Per a cadascun d'ells les fonts utilitzades per a la obtenció mitjana de la demanda varien. En el primer cas la informació proporciona el mateix planejament urbanístic, juntament amb d'altres actors: Sorea, S.A., empresa encarregada del subministrament d'aigua a Sitges, i l'Ajuntament de Sitges. En el segon escenari, les dades són extretes de diferents estudis previs de la regió juntament amb la revisió de la literatura, comptabilitzant una mitjana adequada al càlcul. En el darrer escenari ECO, es suposa una reducció d'un 30% respecte l'Escenari de la RMB adoptada a partir de referències bibliogràfiques.

### **Potencial d'autosuficiència**

La conjunció dels valors obtinguts de demanda i del potencial de captació que presenta La Plana – Sta. Bàrbara – Vallpineda, ens possibiliten l'estimació de diferents valors del potencial d'autosuficiència del barri, d'acord amb els escenaris plantejats. Aquest potencial és un indicador que vindria definit com la capacitat que té la zona segons les seves característiques per autoabastir-se mitjançant aigua provinent de la pluja.

A continuació es descriu amb major detall cadascun dels diferents passos metodològics realitzats.

## **6.1 Estimació de pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda**

Primerament ha estat necessària la quantificació del volum d'aigua pluvial que el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda és capaç de captar. Aquest càlcul s'ha realitzat mitjançant una prèvia determinació de les superfícies de captació en l'àmbit del barri i la posterior estimació de coeficients d'escolament per a cada tipus de superfície. Paral·lelament s'ha dut a terme la determinació de la qualitat i quantitat d'aquestes aigües.

### 6.1.1 Determinació de les potencials superfícies de captació d'aigua

El procediment seguit per a l'obtenció del càlcul de les potencials superfícies de captació al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda és el següent:

Primerament s'ha procedit a la recopilació de dades del sistema mitjançant una primera visita a l'àmbit d'estudi per identificar la situació actual, el reconeixement de la magnitud del barri i començar a visionar l'ordenació prevista per a cada subzona.

A més a més, s'ha obtingut per part de l'Ajuntament de Sitges el document del Pla Parcial Urbanístic de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, en la informació del qual s'han basat la resta de procediments de l'estudi per tal de tractar les dades de la forma més realista possible. Aquest document està en una fase encara de modificació la qual cosa ha limitat el grau de detall de les dades proporcionades. Per aquest motiu ha estat necessari l'aplicació de certs criteris i suposicions pròpies que en els apartats posteriors es detallaran sobre el sistema. Alhora, el fet que encara no estigui finalitzat permet aplicar els resultats de l'autosuficiència hídrica del barri d'aquest estudi abans de la seva projecció.

Un cop efectuats aquests passos previs i amb les dades aconseguides, s'ha realitzat la confecció d'un mapa de cobertes realitzat mitjançant eines de SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica, concretament amb el programa TNT (versió 2005) de *Microimages Software*.

Sobre la base d'una imatge de l'ordenació urbanística de la zona d'estudi extreta dels documents del planejament, s'ha procedit a la digitalització de totes les superfícies programades en el corresponent Pla Parcial Urbanístic, respectant tant la seva extensió prevista com la seva qualificació, i al seu posterior reagrupament segons l'ús del sòl i tipologia de coberta que presentaran (veure **Plànol 1**). Mitjançant aquesta diferenciació s'ha realitzat el càlcul de cada coberta com el sumatori de totes les superfícies corresponents a cada classificació i subclassificació.

La següent taula 6.1 ens mostra la catalogació de superfícies potencials de captació i la seva divisió en diferents subclasses:

Tipus de cobertes	Classificació
<b>A. SUPERFÍCIES PAVIMENTADES DE TERRA</b>	A.1 Vials rodats
	A.2 Voreres
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>	
<b>B1. Superfícies verdes públiques</b>	B1.1 Zona verda
	B1.2 Zones lliures A2
	B1.3 Zones recorregut vianants
<b>B2. Superfícies verdes privades</b>	B2.1 Zones verdes unifamiliars
	B2.2 Zones verdes plurifamiliars
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>	
<b>C1. Superfícies edificades – habitatges</b>	C1.1 Edificació unifamiliar
	C1.2 Edificació plurifamiliar
<b>C2. Superfícies edificades – equipaments</b>	C2. Equipaments
<b>C3. Superfícies edificades – altres</b>	C3.1 Edificació no residencial 20P
	C3.2 Edificació no residencial indefinida

**Taula 6.1:** Classificació de potencials superfícies de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: *Pròpia*).

En la primera classificació **A. Superfícies pavimentades de terra**, han estat agrupats separativament els vials rodats del barri i les voreres corresponents previstes. Són superfícies que s'espera tinguin un alt potencial de captació pel fet d'estar totalment pavimentades, però alhora la qualitat de l'aigua recollida tindrà una gran diferència amb la captada pels altres dos grups de cobertes (B i C).

En el grup **B. Superfícies verdes**, s'ha diferenciat entre les dedicades a l'ús públic (B1), el qual permet una gestió més eficient, i les pertanyents a habitatges privats (B2).

Dins la primera classificació s'ha agrupat per una banda les zones verdes (B1.1). Tal com preveu el Pla Parcial Urbanístic, aquesta gran àrea no necessitarà aigua de reg per la seva conservació i la constituirà principalment una parcel·la situada al nord del barri al voltant de

l'ermita de Santa Bàrbara amb una mínima transformació topogràfica, que juntament amb l'actual pineda constituïran un espai corredor d'espècies mediterrànies autòctones.

També s'inclouen les zones verdes lliures A2 (B1.2), a diferència de les anteriors tindran un caràcter més urbà i es preveuen localitzar-se dins el teixit urbà duent a terme una funció de pas, esbarjo i repòs per als habitants i d'amplitud dins l'entramat edificat. Alhora es pretén respectar la integració del patrimoni natural i la biodiversitat potencial actual d'aquests espais mitjançant una ordenació físicament contínua i en connexió ecològica amb els espais verds exteriors.

En darrer terme, les zones de recorregut de vianants (B1.3), estan pensades dins el programa de mobilitat sostenible del barri com a espais amb un grau d'artificialització no total (s'ha suposat per la realització dels càlculs una pavimentació del 60% de la superfície) destinats a itineraris d'interès pels vianants. Es preveu la creació de carrils bici i camins peatonals que interconnectin La Plana-Sta. Bàrbara- Vallpineda, donin continuïtat a la xarxa de camins existent en l'actualitat i facilitin aquest tipus de mobilitat.

En quant a les Superfícies verdes privades (B2), s'han delimitat seguint el model proposat pel Pla Parcial Urbanístic del sector. En el cas de les zones verdes unifamiliars (B2.1), la totalitat d'edificacions d'aquest tipus preveuen un espai perifèric destinat a aquest ús i es parteix del supòsit que totes elles disposaran d'una zona enjardinada annexa a l'habitatge. Per l'estimació de les cobertes verdes plurifamiliars (B2.2), s'ha quantificat la superfície corresponent a l'espai interior comunitari de cada parcel·la de blocs d'edificis.

En la darrera classificació, **C. Superfícies edificades**, s'ha subdividit en tres subcategories: Habitatges (C1), Equipaments (C2) i Altres (C3).

La primera d'elles fa referència a l'extensió de la coberta dels habitatges, tant pel cas de les edificacions unifamiliars (C1.1), com plurifamiliars (C2.2) plantejats en l'ordenació del barri, mitjançant el sumatori de totes les àrees.

En relació als Equipaments (C2), no s'ha realitzat cap submostra al tractar-se d'equipaments de tipologia molt diversa proposats pel mateix pla i dels quals no s'ha pogut obtenir un alt grau de detall. Tanmateix, en les tres parcel·les dedicades a aquest ús, la més extensa preveu la localització d'equipaments esportius, concretament un camp de rugby i un de futbol, encara que s'ha suposat la construcció d'un recinte esportiu o de serveis annex als camps. Una altra

parcel·la de superfície més moderada es pretén l'emplaçament d'una Universitat de les Arts, per proporcionar al barri un equipament educatiu de qualitat. El darrer equipament proposat és de dimensions reduïdes i es pretén que sigui seu de l'oficina de l'Agència de Turisme de Sitges.

En quant a la classificació de Altres (C3), s'han englobat edificacions que no entren pertanyen a habitatges ni equipaments i que queden definits al Pla Parcial d'una forma molt àmplia i difusa, però que es tracta de peces de terreny estratègicament situades on es preveu la major concentració de sòl que el pla destina a sòl no residencial.

D'una banda el subgrup d'Edificació residencial 20P (C3.1), s'ha interpretat que es dedicarà a l'aixecament d'edificacions comercials o en relació amb el sector econòmic i serà ubicat principalment en l'eix central del barri. D'altra banda, s'ha classificat com a Edificació no residencial indefinida (C3.2) la resta d'espais que el Pla ha preservat com a reserves de sòl destinades a acollir les necessitats que defineixi el programa municipal en el futur posteriors a la reparcel·lació.

### **6.1.2 Assignació dels coeficients d'escolament**

Per a determinar el coeficient d'escolament assignat a cadascuna de les classificacions de cobertes, la idea era utilitzar d'una banda dades experimentals i d'altres procedents de la bibliografia consultada.

#### **Càlcul experimental dels coeficients d'escolament**

Aquest coeficient d'escolament, també anomenat RC (Runoff Coefficient), es pot calcular mitjançant la següent equació:

$$\text{RC} = \text{Volum d'aigua captat} / \text{Volum d'aigua incident sobre la coberta}$$

Pel seu càlcul és necessari seleccionar una determinada coberta i fer un seguiment de l'aigua interceptada per aquesta en funció de la pluviometria incident sobre la mateixa. Per això, es suggereix la utilització de dades locals, experimentalment mitjançant la instal·lació in situ d'un pluviòmetre en un equip de recollida i la realització d'un seguiment meteorològic per a l'estimació de la precipitació en la zona d'estudi, amb un registre mínim de dades d'un any.

També es pot procedir a la utilització i/o contrast de dades bibliogràfiques d'altres experiències similars preferiblement locals o regionals.

És desaconsellable la barreja de dades locals amb pluviomètriques de tota una regió, ja que s'ha demostrat experimentalment que els resultats obtinguts no són representatius.

En el nostre cas, s'ha intentat la obtenció de dades experimentals el més realistes possible de diferents cobertes, per tant s'ha procedit a la instal·lació de dipòsits de captació en diferents tipus de teulades municipals al mateix municipi de Sitges (Ubicats a un edifici de l'Ajuntament i a un de la Brigada Municipal). Mitjançant la col·laboració de l'Ajuntament de Sitges, s'ha previst que en cada esdeveniment plujós es reculli i analitzi una mostra de cada dipòsit pluvial per a l'obtenció de dades qualitatives i d'aquest coeficient segons les característiques i la inclinació de cada coberta.

Els resultats d'aquestes proves combinats amb els d'altres procediments similars realitzats al municipi de Granollers i a la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) per part del grup de recerca SosteniPrA, ens proporcionen informació amb un alt grau de fiabilitat per a determinar el coeficient d'escolament de diferents tipus de superfícies.

Aquests coeficients han estat posteriorment utilitzats en la confecció d'un mapa de cobertes per a la facilitar la visualització del potencial de captació de l'aigua d'escolament que presenten les diferents superfícies del barri en relació a la seva extensió i distribució (veure **Plànol 2**).

### **Referències bibliogràfiques sobre els coeficients d'escolament**

En quant a la literatura analitzada, els resultats anteriorment esmentats s'han contrastat amb diversos valors d'aquest coeficient procedents d'altres estudis, principalment de Singh (1992) i Nolde (2006).

#### **6.1.3 Càlcul de l'índex d'impermeabilització de la zona d'estudi**

L'índex d'impermeabilització d'una superfície o àrea proporciona una idea de la fracció de sòl pavimentada respecta a la seva totalitat, i pot ser d'utilitat per a l'avaluació de l'autosuficiència hídrica d'una zona.

La funció que el defineix és la següent:

$$\text{Índex d'impermeabilització} = \text{Superfície pavimentada} / \text{Superfície total}$$

Principalment utilitzat en zones urbanes, com major sigui el valor d'aquest índex, major és la proporció d'àrea impermeabilitzada que impedeix la infiltració d'aigua i per tant menor la coberta vegetal present.

Tanmateix, això pot resultar d'utilitat dins la voluntat d'assolir l'autosuficiència hídrica de l'àmbit d'estudi, doncs també suposa una major possibilitat d'aprofitament per a la recollida d'aigües pluvials.

#### 6.1.4 Determinació de la quantitat de les aigües pluvials captades

Per a avaluar quantitativament l'aigua potencial que les cobertes definides poden captar, s'han plantejat tres escenaris hipotètics generals i per cadascun d'ells 6 sub-escenaris específics per a poder contrastar la situació de major aprofitament hídric en funció de l'anàlisi de diferents variables.

Els paràmetres escollits es presenten en la taula 6.2 conjuntament amb la justificació de la seva selecció en relació a l'estudi d'aprofitament d'aigua de pluja al barri objecte d'estudi:

Variable	Justificació
- <b>Pluviomètrica</b>	El règim pluviomètric determinarà, en funció de la precipitació anual incident sobre l'àrea d'estudi, el volum anual de captació d'aigües pluvials.
- <b>Arquitectònica</b>	El disseny arquitectònic de les cobertes té incidència en el grau d'eficiència de l'aprofitament d'aigües pluvials d'escolament de les cobertes així com en la major o menor retenció i acumulació hídrica.
- <b>Qualitativa</b>	En funció dels usos de l'aigua recollida mitjançant aquest sistema, es pot plantejar l'aprofitament hídric únicament d'aigua d'alta qualitat mitjançant captacions en les edificacions, o bé aigua d'una qualitat menor de la totalitat de la superfície.

**Taula 6.2:** Selecció de variables utilitzades en el plantejament dels escenaris de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda i corresponent justificació de l'elecció. (Font: Pròpia).

Els tres grans escenaris fan referència a la pluviometria anual registrada al municipi de Sitges segons dades proporcionades per l'observatori meteorològic de Sant Pere de Ribes (veure apartat 3.2), mentre que els sis sub-escenaris són relatius a la variable a analitzar per tal de determinar el volum de captació d'aigües pluvials al sistema en diferents supòsits:

**Escenari 1: Pluviometria mitjana de 600mm a Sitges**

En aquest primer escenari, s'ha considerat la precipitació mitjana anual al municipi de Sitges de 600 mm com a referència aproximada del volum d'aigua de pluja que anualment incideix sobre la superfície d'estudi. En base a aquesta dada de precipitació mitjana s'han realitzat tota la resta de càlculs per als sub-escenaris proposats.

El càlcul de la potencial captació d'aigua de pluja per a cadascuna de les cobertes s'ha realitzat mitjançant la següent equació:

$$\text{Captació potencial (m}^3\text{/any)} = \frac{\text{Superfície} \times \text{RC} \times \text{Pluviometria}}{1000}$$

On la superfície s'expressa en m<sup>2</sup>, el factor RC és adimensional i la pluviometria en L/m<sup>2</sup> o mm.

D'altra banda, d'acord amb la variable objecte d'estudi proposada per cada sub-escenari, s'han anat modificant els coeficients d'escolament (sub-escenaris 1.3 i 1.5) i s'ha realitzat el sumatori total dels valors (cas dels escenaris 1.1, 1.3 i 1.5) o parcial (cas dels escenaris 1.2, 1.4 i 1.6 on l'aigua pluvial recollida prové únicament de les teulades).

D'aquesta forma s'han obtingut resultats del volum d'aigua potencial a recollir per a cada classificació de cobertes definides en el mapa de cobertes del barri i en funció de les característiques i tipologia de la superfície (Runoff Coefficient) i dels 600 mm de pluviometria mitjana anual estimats en aquest escenari.

**Escenari 1.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic**

La situació que preveu aquest sub-escenari és la que s'ajusta a la ordenació del Pla Parcial Urbanístic actual de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda i constitueix, per tant, la hipòtesi més realista fins el moment.



Per al càlcul de la captació potencial de pluvials, s'han utilitzat valors del coeficient d'escolament determinats per a cadascuna de les cobertes en funció de les característiques de cadascuna, així com la seva extensió anteriorment determinada i la dada de pluviometria mitjana anual a Sitges de 600mm.

Agregant els resultats calculats per a cada superfície s'ha obtingut un volum anual total per a aquest sub-escenari 1.1.

#### Escenari 1.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic

L'objectiu desitjat en el plantejament d'aquest sub-escenari és la quantificació del volum potencial recollit d'aigües pluvials d'alta qualitat i, per tant procedents solament de les taulades de la totalitat de superfícies edificades (classificació C) que presentarà el barri en base a la proposta d'ordenació realitzada pel Pla Parcial Urbanístic. Això permetrà comparar-lo amb la demanda d'aigua d'alta qualitat de l'àmbit d'estudi per tal de veure si pot arribar a satisfer-la total o parcialment, tendint així a una autosuficiència major o menor.

Per tant, en el càlcul d'aquesta suposada situació simplement s'utilitzaran els mateixos valors obtinguts en el sub-escenari anterior (1.1) que contempla tant la proposta del Pla Parcial com els respectius coeficients d'escolament i la pluviometria mitjana anual (Escenari 1), però agregant només els resultats obtinguts a partir d'edificacions.

#### Escenari 1.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes

La proposta d'aquest escenari és la realització d'un canvi en el disseny i tipologia de les cobertes de totes les construccions (classificació C. Superfícies edificades) per a poder analitzar i contrastar els resultats obtinguts del volum de captació potencial d'aigua amb la resta de possibles escenaris.

Per aquest motiu, s'ha atorgat un coeficient d'escolament (RC) fix de 0,75 (el qual correspon a cobertes planes) a totes les edificacions i s'ha procedit al càlcul de la captació potencial com en els escenaris previs sempre a partir dels valors mitjans de pluviometria anuals de Sitges que suposa l'Escenari 1.

#### Escenari 1.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes

Aquest escenari pretén avaluar la quantitat potencial d'aigua només d'alta qualitat recollida en base als supòsits del sub-escenari anterior (1.3) on es considerava que la totalitat de

superfícies edificades presentaria un disseny pla i, conseqüentment un coeficient d'escolament determinat en 0,75.

Per tant, en el seu càlcul s'han agregat els resultats obtinguts en el sub-escenari anterior (1.3) procedents solament de cobertes d'edificacions (tipus C) que es suposa recolliran aigua de major qualitat.

#### Escenari 1.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades

L'objectiu d'aquest escenari és la representació d'una situació completament en contrast amb l'escenari 1.3 i amb la caracterització de cobertes que determina el Pla Parcial de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda (escenari 1.1).

Per a dur-ho a terme s'ha assignat un coeficient d'escolament (RC) de 0,95 (corresponent a cobertes inclinades amb alt grau d'escolament) a totes les superfícies d'edificacions previstes en la ordenació, i s'ha calculat de manera homòloga als escenaris anteriors la volumetria d'aigua de captació prevista en funció als 600mm de precipitació mitjana del municipi.

#### Escenari 1.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades

Un cop més, el darrer escenari està plantejat en base al sub-escenari anterior (1.5) per tal de determinar la quantitat potencial de recollida d'aigua pluvial d'alta qualitat procedent únicament de les teulades d'edificacions.

S'ha procedit al seu càlcul mitjançant la suma dels resultats obtinguts de totes les superfícies edificades (classificació C) que al basar-se en el supòsit plantejat en l'escenari anterior 1.5, presentaran una coberta de tipus inclinat i per tant un coeficient d'escolament força alt de 0,95.

En la resta d'escenaris els càlculs realitzats s'han obtingut de forma anàloga variant únicament el valor de referència la pluviometria de l'escenari general a avaluar, per aquest motiu es detallaran de manera més breu.

#### **Escenari 2: Pluviometria any humit de 800mm a Sitges**

En aquest segon escenari, s'ha procedit idènticament en relació als càlculs, però suposant una pluviometria característica d'un any humit per al municipi de 800mm. Per tant, els resultats

obtinguts relatius a cada sub-escenari informaran sobre el potencial de captació d'aigües pluvials per a cadascuna de les superfícies en un any que presenti aquest règim pluviomètric major que el determinat en l'Escenari 1 (600mm).

Els supòsits i objectius dels sub-escenaris proposats són els mateixos que els de l'Escenari 1 variant només el valor de pluviometria mitjana per la de l'any humit al municipi de Sitges.

Escenari 2.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic

Escenari 2.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic

Escenari 2.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes

Escenari 2.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes

Escenari 2.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades

Escenari 2.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades

### **Escenari 3: Pluviometria any sec de 400mm a Sitges**

El darrer escenari pluviomètric ve definit per una pluviometria inferior al volum de precipitació mitjà de Sitges, determinada en 400mm anuals.

La realització dels càlculs s'ha efectuat de manera equivalent als escenaris anteriors per als sub-escenaris proposats mantenint les característiques i objectius de cadascun d'ells descrits específicament en l'Escenari 1.

Escenari 3.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic

Escenari 3.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic

Escenari 3.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes

Escenari 3.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes

Escenari 3.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades

Escenari 3.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades

## **6.2 Avaluació de la qualitat de les aigües pluvials captades i determinació dels usos apropiats per a l'estalvi d'aigua**

Davant l'objectiu de valorar l'aigua de pluja recollida no només a nivell quantitatiu (apartat 6.1) sinó també qualitatiu, i donada la seva importància en relació als usos posteriors a que pot anar destinada aquesta aigua per tal de ser reutilitzada dins el propi sistema, s'ha cregut necessària la realització d'una revisió bibliogràfica d'estudis previs en relació a la qualitat d'aigües pluvials en zones urbanes així com un contrast amb dades in situ pròpies mitjançant uns sistemes de mostreig i anàlisi.

Per a portar a terme la determinació de la qualitat de l'aigua recollida, s'ha procedit a la elaboració d'un rang de valors de qualitat per a la seva posterior assignació a cadascuna de les cobertes establertes:

- 1:** Aigua potable
- 2:** Aigua de pluja amb qualitat alta
- 3:** Aigua de pluja amb qualitat moderada
- 4:** Aigua de pluja amb qualitat baixa

Aquests valors han estat estimats a partir de referències bibliogràfiques i estudis anteriors relatius a la qualitat d'aigües pluvials d'escolament en àrees urbanes (Göbel et al., 2006).

La determinació qualitativa de l'aigua de pluja en aquests projectes s'ha realitzat en funció de diferents variables: les característiques de la superfície de col·lecció, la deposició atmosfèrica seca, els components i pol·luents que presenta l'aigua de pluja, les diferents impermeabilitats de les teulades (en quant a inclinació, material, edat, exposició i localització). A més a més s'han considerat les diferents concentracions de contaminants en els accessos i superfícies rodats en funció de la densitat del trànsit, la intensitat del vent i de la precipitació, la duració del període sec i el nivell tecnològic relatiu al tràfic, així com la possible quantitat present de substàncies orgàniques procedents i/o emeses pels vehicles com a principals pol·luents de l'aigua d'escolament.

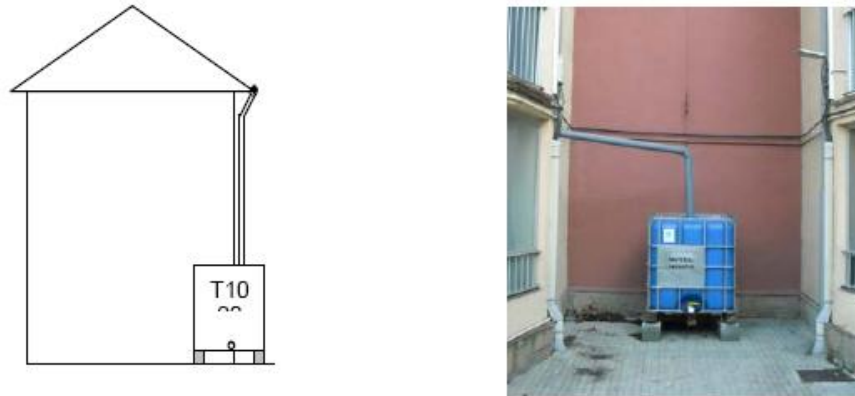
Els principals paràmetres que es determinen en la realització d'aquests tipus d'anàlisis qualitius són:

- Físico-químics: conductivitat elèctrica (EC) i el PH.
- Sumatoris: Total de Sòlids en Suspensió (TSS), la  $DBO_6$  i el COD.
- Metalls pesants: Cd, Zn, Cu, Pb, Ni i Cr.
- Ions principals: Na, Mg, Ca, K,  $SO_4$  i Cl.
- Substàncies orgàniques: Principalment Hidrocarburs Poli-Aromàtics (PAH).

A més a més, davant la voluntat experimental de comparar valors reals de l'àmbit d'estudi amb els associats a la bibliografia mencionada i tal com s'ha comentat amb anterioritat a l'apartat 6.1.2, s'ha procedit a la instal·lació d'equips de recollida en determinats punts de mostreig situats en edificacions municipals de Sitges aprofitant la col·laboració de l'Ajuntament de la localitat, amb l'objectiu de monitoritzar mitjançant la recollida i l'anàlisi qualitativa de mostres de cada tanc per cada esdeveniment plujós.

Posteriorment la intenció és realitzar una anàlisi comparativa amb les dades qualitatives de tres episodis plujosos procedents dels registres de l'Ajuntament de Sitges (veure **ANNEX II**).

En la següent figura es mostra un exemple de l'equipament de muntatge necessari per la recollida d'aigües pluvials a escala edifici:



**Figura 6.2:** Equipaments de recollida d'aigües pluvials a escala edifici vers diferents alternatives d'aprofitament d'aigües pluvials en funció de l'escala local o regional escollida. (Font: *Análisis ambiental del aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas. PluviSost*).

### **6.3 Estimació de la potencial demanda d'aigua a la zona d'estudi i la seva distribució en els diferents usos**

Per realitzar l'estimació de la demanda potencial que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, primerament s'han determinat tres escenaris diferents amb la intenció de captar l'afecció que diferents escales i variables tenen el consum d'aigua:

*Escenari A: Sitges*

*Escenari B: Regió Metropolitana de Barcelona (RMB)*

*Escenari C: ECO*

En addició, abans de començar el càlcul, s'ha realitzat una classificació dels diferents usos i serveis presents en la demanda del sector, per tal de calcular la demanda potencial del barri sobre ells.

A banda, s'ha determinat les variables i càlculs a realitzar per determinar la demanda total del barri.

La distribució realitzada de les diferents cobertes així com les variables i càlculs escollits es presenten en les taules 6.3 i 6.4.

Tipologia
<b>Habitatges unifamiliars</b>
<b>Zona verda unifamiliar</b>
<b>Piscines</b>
<b>Habitatges plurifamiliars</b>
<b>Zona comunitària plurifamiliar</b>
<b>Equipaments:</b>
<b>E1. Esportiu</b>
<b>E2. Universitat</b>
<b>E3. Oficina pública</b>
<b>Edificació no residencial/act. Econòmica</b>
<b>Zones verdes i parcs</b>
<b>Neteja de vials i voreres</b>

**Taula 6.3:** Classificació de la tipologia de cobertes realitzada per la determinació de la demanda d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font:Pròpia).

Variables	Unitats
<b>Mitjana</b>	Litres/persona/dia
<b>Habitatges</b>	Nombre habitatges
<b>Habitants</b>	Nombre habitants
Càlculs	Unitats
<b>Càlcul total barri</b>	Litres/dia
<b>Càlcul total</b>	m <sup>3</sup> /any
<b>Percentatge sobre el total</b>	%
<b>Fracció no potable</b>	%
<b>Fracció potable</b>	%

**Taula 6.4:** Classificació de les variables i càlculs realitzats per la determinació de la demanda d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font:Pròpia).

D'una banda, les variables mitjanes per cada tipologia de cobertes vénen determinades pel tipus d'escenari a analitzar i la font utilitzada en cadascun.

A partir d'aquí, el càlcul total del barri (l/dia) s'ha realitzat de la següent forma:

$$\text{Càlcul total del barri (l/dia)} = \text{Mitjana (l/p/d)} \times \text{Habitants (nom. habitants)}$$

A partir d'aquest resultat simplement és necessari passar-ho a m<sup>3</sup> i anys per a poder obtenir les unitats en la forma correcta per tal d'evitar error a l'hora de comparar-ho amb l'oferta de captació d'aigua.

#### *Escenari A: Sitges*

La idea de plantejar aquest primer supòsit, ha sorgit de la necessitat de comparar dades de consum el més locals possibles per tal de que en el posterior anàlisi d'autosuficiència s'obtinguessin resultats reals i objectius.

Per a l'obtenció dels valors emprats en el càlcul, s'ha hagut de recórrer a informació proporcionada per l'Ajuntament de Sitges i els autors encarregats de gestionar el subministrament d'aigua potable als diferents serveis (SOREA, S.A.).

Les dades de consum obtingudes no fan concretament referència al sector de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda donat que encara roman en una fase de planificació, però corresponen a dades mitjanes del propi municipi de Sitges.

#### *Escenari B: Regió Metropolitana de Barcelona (RMB)*

En aquest segon escenari, la intenció ha estat la seva comparació i contrast amb els altres dos escenaris de demanda proposats, així com realitzar una anàlisi de l'autosuficiència a partir del consum mitjà de la RMB.

Per aquest motiu, s'ha efectuat una revisió bibliogràfica d'altres estudis realitzats en base a la determinació de la demanda hídrica de la RMB (Vidal, 2007). Les dades recollides han estat utilitzades per al càlcul de la demanda potencial al barri objecte d'estudi per a cadascuna de les categories i metodologies descrites, de manera paral·lela a l'escenari Sitges (A).

#### *Escenari C: ECO*

La proposta d'aquest escenari ECO està basada en el supòsit d'una reducció del 30% de la demanda a partir de les dades de consum de la RMB, a excepció dels consums mitjans per



persona i dia tant d'habitatges unifamiliars i plurifamiliars que s'ha considerat un valor òptim de 80lpd (Gleick, 1992; Tjallingii, 1995).

Aquests 80lpd descomposats en els diferents usos de l'aigua domèstica diària s'estima es distribuïrien de la següent manera:

- 16 lpd preparar alimentació
- 7 lpd neteja d'interiors
- 35 lpd neteja personal (bany, dutxa i altres)
- 22 lpd rentadora

A banda, es contempla la reutilització d'aigües grises de la dutxa i rentadora per a la comptabilització de la despesa hídrica dels inodors:

- 15 lpd descàrrega d'inodors.

Es creu que aquesta reducció és possible sempre que s'apliquin estratègies de gestió hídrica conjuntament amb altres mesures domèstiques per tal de reduir la despesa (Barcelona Regional i ICTA, 2009).

En el present estudi es proposen una sèrie d'actuacions per la confecció de l'escenari ECO:

- Aprofitament d'aigües pluvials
- Reutilització d'aigües grises en habitatges i equipaments
- Tècniques eficients de reg o de manera òptima xerojardineria
- Implementació d'hidroescombradores per la neteja de vials
- Disminució del consum de les piscines

A més, per tal de donar consistència al valors obtinguts mitjançant el supòsit d'una reducció del 30% en la demanda i la revisió bibliogràfica, s'han també contrastat els valors obtinguts mitjançant experiències prèvies tant de recollida de pluvials com de reutilització d'aigües grises al municipi de Granollers i un parc de serveis de St. Boi (Farreny, 2008).

#### **6.4 Avaluació del potencial d'autosuficiència d'aigües pluvials a La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda**

Per a poder realitzar l'anàlisi de l'autosuficiència del barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, és necessari combinar els resultats de l'oferta o potencial de captació d'aigües pluvials amb la demanda d'aigua estimada pel sector.

Es tracta doncs de la confecció d'un índex d'autosuficiència que pugui donar una estimació del grau de sostenibilitat que presenta el barri de cara al seu propi subministrament de l'aigua requerida.

El càlcul es realitza mitjançant els valors obtinguts del volum de captació i el consum d'aigua de la següent forma:

**Índex d'autosuficiència hídrica (IAH)** = Potencial de recollida de pluvials / Consum d'aigua

A títol recordatori, cadascuna de les variables ve definida segons els següents paràmetres estimats prèviament:

$$\begin{aligned} \text{Potencial de recollida de pluvials} &= \text{Precipitació} \times \sum(\text{Àrea de captació} \times \text{Coef. escorrentia}) \\ \text{Consum d'aigua} &= \sum(\text{Consumidors} \times \text{Consum específic}) \end{aligned}$$

El resultat d'haver plantejat un variat ventall d'alternatives o escenaris implicarà la distinció de diferents graus d'autosuficiència en funció de l'aplicació d'una alternativa o altra sobre el barri. Aquest output serà representat en forma d'una matriu de 54 cel·les amb diferents gradacions de colors que facilitin la lectura d'una major o menor aproximació a l'autosuficiència de cadascun dels escenaris.

L'objectiu és que aquest índex pugui donar una referència sobre el nivell d'autosuficiència hídrica del present barri, així com que pugui ser implementat en estudis futurs d'altres sistemes urbans per tal d'optimitzar l'aprofitament de pluvials en base a un cicle tancat de l'aigua.

Altrament, a partir de la determinació d'aquest índex, es podran proposar com a preferibles unes alternatives a d'altres, i posteriorment realitzar el balanç hídric a escala del sistema per tal de fer un correcte dimensionament del dipòsit de recollida d'aigües pluvials.

L'aplicació de polítiques d'estalvi és inherent a l'aprofitament de pluvials per tal de reduir la demanda en un cas com el municipi de Sitges d'alt dèficit hídric. Per tant, cal també contemplar la necessitat de realitzar un aprofitament de les aigües grises de manera combinada amb la recollida de pluvials per tal de maximitzar la utilització dels recursos hídrics endògens.

## 7. RESULTATS I DISCUSSIÓ

A continuació es presenten conjuntament els resultats i discussió de cadascun dels apartats del projecte d'aprofitament d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda.

### 7.1 Anàlisi i discussió de l'oferta endògena local d'aigua: Determinació del potencial de captació de pluvials al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda.

#### 7.1.1 Determinació de les potencials superfícies de captació d'aigua de pluja

Per a cada classificació de cobertes realitzada al barri objecte d'estudi (veure apartat **6.1.1**), s'ha calculat la superfície que ocupa com el sumatori de totes les cobertes de la mateixa subclassificació mitjançant el mapa de cobertes (veure **Plànol 1**) i amb l'ajuda del programari de SIG.

Els resultats obtinguts estan descrits en la taula 7.1:

Tipus de cobertes	Classificació	Superfície calculada (m <sup>2</sup> )
<b>A. SUPERFÍCIES PAVIMENTADES DE TERRA</b>	A.1 Vials rodats	88.974
	A.2 Voreres	49.137
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>		
<b>B1. Superfícies verdes públiques</b>	B1.1 Zona verda	155.838
	B1.2 Zones lliures A2	53.491
	B1.3 Zones recorregut vianants	29.078 <sup>1</sup>
<b>B2. Superfícies verdes privades</b>	B2.1 Zones verdes unifamiliars	161.230
	B2.2 Zones verdes	

<sup>1</sup> Aquest valor correspon a l'extensió total de les zones B1.3. Tanmateix, s'ha considerat una superfície pavimentada del 60% per a la realització dels càlculs.

	plurifamiliars	80.886
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>		
<b>C1. Superfícies edificades – habitatges</b>	C1.1 Edificació unifamiliar	42.083
	C1.2 Edificació plurifamiliar	35.075
<b>C2. Superfícies edificades – equipaments</b>	C2. Equipaments	56.494
<b>C3. Superfícies edificades – altres</b>	C3.1 Edificació no residencial 20P	11.060
	C3.2 Edificació no residencial indefinida	20.153
	<b>TOTAL</b>	<b>78.3500</b>

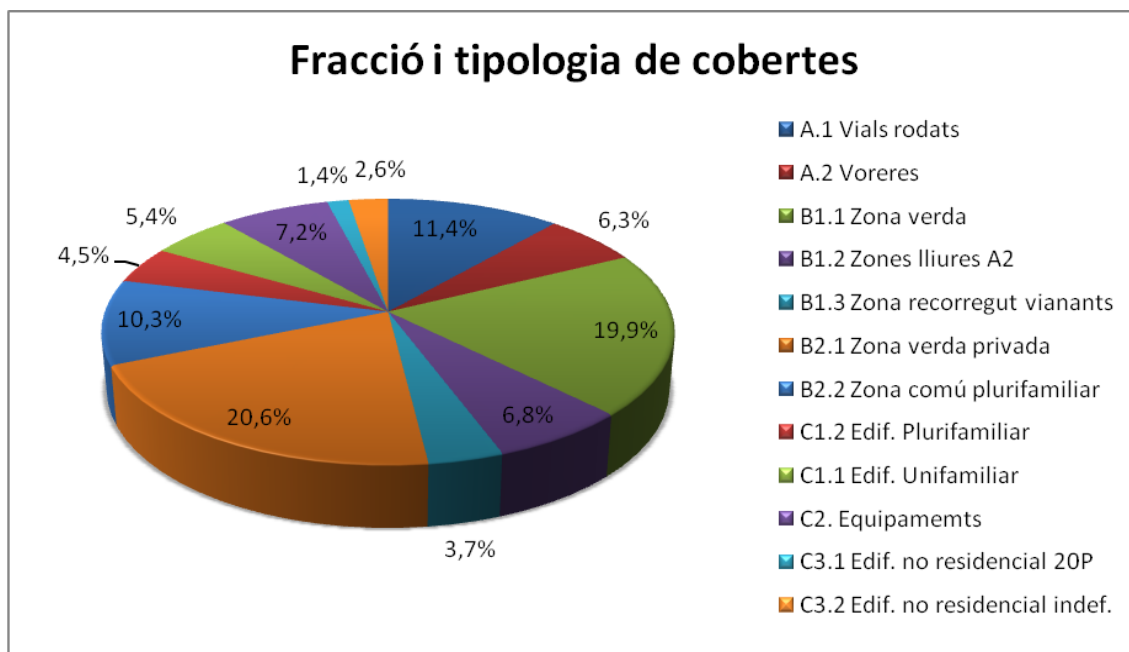
**Taula 7.1:** Classificació i quantificació de potencials superfícies de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

S'observa que les superfícies de major extensió amb un percentatge sobre el total del 61,3% (veure Figura 7.1) corresponen al grup B. Superfícies verdes tant les B1. Públiques (22.6776m<sup>2</sup>) com B2. Privades (242.116m<sup>2</sup> totals). Aquest resultat ens indica que una part d'aquests recursos de pluja seran utilitzats de forma directa per el reg natural de les zones verdes i per a la recàrrega de l'aquífer.

D'altra banda també cal destacar la superfície de captació dels vials rodats (A.1) amb gairebé 89.000m<sup>2</sup> i que representa el 11,4% (veure Figura 7.1). Aquestes cobertes, constitueixen sistemes més transitats on la qualitat de l'aigua possiblement es veurà disminuïda per la presència d'hidrocarburs, partícules en suspensió i metalls pesants principalment, en contrast amb la procedent d'altres cobertes com les dels edificis (Göbel et al., 2006). Tanmateix, possiblement presentaran un alt potencial de captació que caldrà avaluar la viabilitat d'aquestes aigües i l'ús a que poden estar destinades.

Per últim mencionar que el sumatori de tot el bloc C. Superfícies edificades suposa un total de 164.865m<sup>2</sup> de cobertes, corresponent al 21,1% (veure Figura 7.1), per la recollida d'aigua pluvial d'alta qualitat en relació a altres estudis consultats (Göbel et al., 2006), on la subclassificació dels equipaments (C2) suposa un 50% d'aquesta extensió.

A més a més, s'ha realitzat un diagrama per a representar gràficament la fracció que representa cada coberta en funció de la seva extensió sobre el total a través del qual es poden contrastar els resultats numèrics anteriors:



**Figura 7.1:** Fracció sobre el total de les diferents tipologies de cobertes de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

### Gran superfícies de recepció d'aigua

En la figura 7.1 es constaten dues grans extensions de cobertes corresponents a zona verda privada (B2.1) que representa un 20,6% del total, i la zona verda (B1.1) en gairebé un 20%. Seguidament trobem els vials rodats (A.1) que representen un 11% del total seguit de les zones comuns plurifamiliars (B2.2) que presenten un 10,3% del total, les zones lliures A2 (B1.2) que abasteixen més d'un 7% de la superfície destinada a cobertes, i per últim cal destacar els equipaments (C2) amb gairebé un 7%.

### Superfícies menors de recepció d'aigua

Les superfícies que tindran una recollida menys significativa en el sistema es preveu siguin les zones de recorregut de vianants (B1.3) que no arriben al 2% de l'extensió, l'edificació no residencial indefinida (C3.2) amb poc més d'un 2,5% i darrerament l'edificació no residencial 20P (C3.1) que no arriba a suposar ni un 4% de la extensió.

### 7.1.2 Coeficients d'escolament per tipologia de cobertes

Aquest coeficient té la funció de relacionar el volum d'aigua incident a la coberta amb la proporció que pot ésser captada i depèn per tant, de les característiques i inclinació de la superfície (veure **ANNEX III**).

La primera intenció per efectuar el càlcul d'aquests coeficients era la utilitzat dades experimentals contrastades amb d'altres procedents d'una revisió bibliogràfica<sup>12</sup>, tal com s'ha comentat a la metodologia (veure apartat **6.1.2** i **Plànol 2**). Tanmateix, no ha estat possible l'obtenció experimental de dades locals de diferents tipologies de cobertes a Sitges perquè per una banda aquest procés requereix un seguiment temporal bastant llarg incompatible amb la realització d'aquest estudi. Per l'altra, impediments logístics i de coordinació amb l'Ajuntament de Sitges tampoc han facilitat la rapidesa de la seva obtenció, malgrat el procediment s'està duent a terme en el present.

En la següent taula 7.2 es detalla el coeficient determinat per a cadascuna de les classificacions de cobertes.

Tipus de cobertes	Classificació	Coeficient d'escolament <sup>2</sup>
<b>A. SUPERFÍCIES PAVIMENTADES DE TERRA</b>	A.1 Vials rodats	0,82
	A.2 Voreres	0,88
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>		
<b>B1. Superfícies verdes públiques</b>	B1.1 Zona verda	0
	B1.2 Zones lliures A2	0
	B1.3 Zones recorregut vianants	0,75
<b>B2. Superfícies verdes privades</b>	B2.1 Zones verdes unifamiliars	0
	B2.2 Zones verdes plurifamiliars	0

<sup>2</sup> Singh, 1992

<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>		
<b>C1. Superfícies edificades – habitatges</b>	C1.1 Edificació unifamiliar	0,95
	C1.2 Edificació plurifamiliar	0,75
<b>C2. Superfícies edificades – equipaments</b>	C2. Equipaments	0,75
<b>C3. Superfícies edificades – altres</b>	C3.1 Edificació no residencial 20P	0,75
	C3.2 Edificació no residencial indefinida	0,75

**Taula 7.2:** Assignació dels coeficients d'escorrentia per a cada superfície de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: *Elaboració pròpia en base als estudis de Singh, V.P.*).

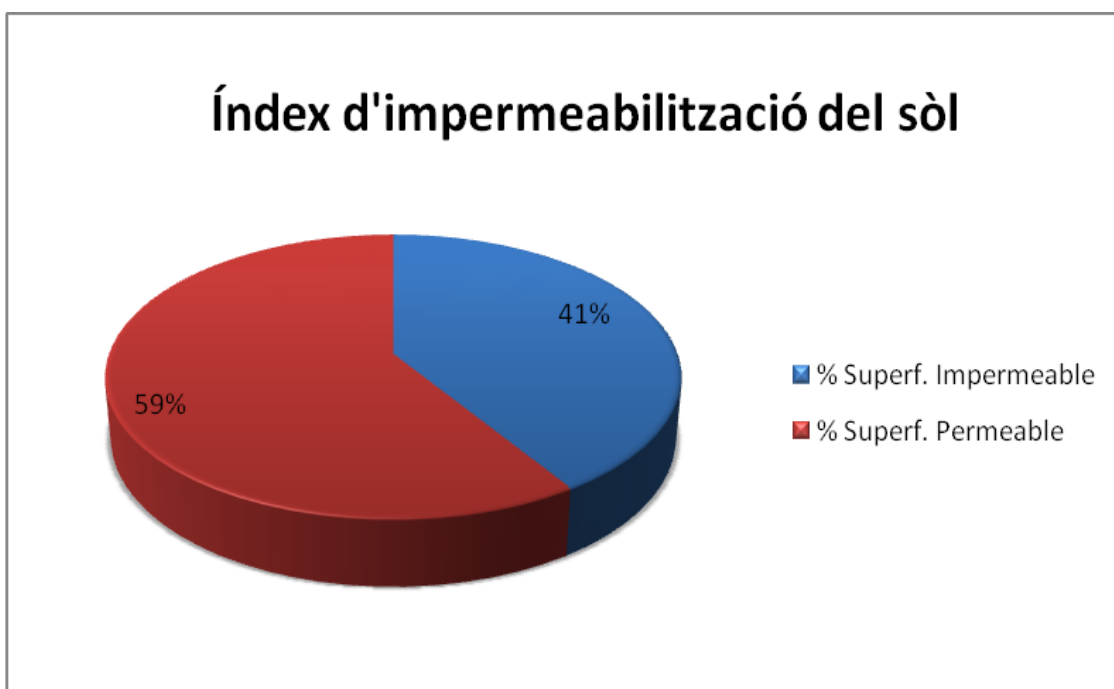
Tal com s'ha mencionat al inici de l'apartat, aquests coeficients depenen en gran mesura de les tipologies de cadascuna de les superfícies, del grau d'artificialització o permeabilització i de la inclinació d'aquestes. És per aquest motiu que les superfícies pavimentades de terra (A) i les superfícies edificades (C) presenten un coeficient proper a 1, on gairebé es pot recollir tota l'aigua procedent de l'escolament. En canvi, a les cobertes verdes (B) se'ls ha atorgat un coeficient de 0, doncs l'aigua incident s'infiltra a través de la superfície proporcionant un escolament resultant mínim, la captació del qual es considera menyspreable (Singh, 2009; Nolde, 2006).

Tanmateix, dins les superfícies verdes públiques (B1), en les zones de recorregut de vianants (B1.3) s'ha suposat un grau de pavimentació del 60% respecte el total de la seva superfície al tractar-se d'una zona transitada (veure Figura 7.1), però no en la seva totalitat, i el coeficient d'escolament respectiu només fa referència a aquesta fracció de superfície impermeabilitzada.

El criteri de variació d'aquest coeficient en les cobertes de les superfícies edificades (C) respon majoritàriament al grau d'inclinació de la coberta. Basant les hipòtesis en les previsions del Pla Parcial, les edificacions unifamiliars (C1.1) presenten un coeficient major (0,95) al tractar-se de superfícies de coberta inclinada, mentre que en la resta d'edificacions (C2, C3 i C1.2) es preveu la instal·lació de cobertes planes, que minven el grau d'escolament (0,75) (Singh, 2009).

### 7.1.3 Índex d'impermeabilització del barri pilot

Per la determinació de les potencials superfícies de captació que presenta l'àmbit d'estudi, s'ha calculat i representat gràficament l'índex d'impermeabilització del sòl de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en la figura 7.2.



**Figura 7.2:** Índex d'impermeabilització del sòl de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

L'índex d'impermeabilització ens diagnostica de manera puntual el grau de segellament del sòl. Aquest factor revela la seva importància en relació amb la capacitat de recollida i captació d'aigua pluvial d'una àrea. Així, a major pavimentació de sòl, la infiltració potencial és menor, i consegüentment propicia un volum de captació major.

La figura anterior ens presenta un grau de pavimentació del sòl de l'àrea d'estudi de menys de la meitat de les 78,35ha que conformen el projecte La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, en concret del 41% de la superfície total que mitjançant una gestió eficient podrien utilitzar-se per a la captació d'aigües pluvials. D'altra banda, s'observa que existeix una superfície força extensa (de gairebé el 60%) que permet la infiltració de l'aigua de pluja i condiona un tipus de reg menys intensiu en funció del tipus de vegetació que presenti.



Tanmateix, aquest índex no s'ha de considerar com una mesura a favor del segellament del terreny per tal d'optimitzar la captació d'aigua, si no com un valor objectiu de la superfície percentual total impermeable respecte el total, que alhora permet la seva comparació amb la fracció de superfície permeable.

#### **7.1.4 Escenaris potencials de captació d'aigües pluvials al barri pilot en funció de les variables de pluviometria, arquitectura de les cobertes i grau d'aprofitament segons la qualitat d'aquestes**

En base a l'elecció de diferents escenaris (veure apartat **6.1.4**) que puguin representar la varietat pluviomètrica de Sitges així com les característiques i variables arquitectòniques (veure **Taula 6.2**) en la construcció de les edificacions i el grau d'aprofitament de l'aigua potencial recollida, s'ha realitzat la següent proposta:

Estudi de les diferents variables pluviomètriques, arquitectòniques i qualitatives en un any de pluviometria mitjana de 600mm/any al barri objecte d'estudi.

##### **Escenari 1: Pluviometria mitjana de 600mm a Sitges (veure ANNEX II)**

*Escenari 1.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 1.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 1.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes*

*Escenari 1.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes*

*Escenari 1.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades*

*Escenari 1.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades*

Tipus de cobertes	1.1 Pla Parcial m <sup>3</sup> /any	1.2 Edificis PP m <sup>3</sup> /any	1.3 Cobertes planes m <sup>3</sup> /any	1.4 Edificis de c. planes m <sup>3</sup> /any	1.5 Cobertes inclinades m <sup>3</sup> /any	1.6 Edificis de c. inclinades m <sup>3</sup> /any
<b>A. SUPERFÍCIES</b>						
<b>PAVIMENTADES DE TERRA</b>						
A.1 Vials rodats	43775	0	43775	0	43775	0
A.2 Voreres	25944	0	25944	0	25944	0
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>						
B1.1 Zona verda	0	0	0	0	0	0
B1.2 Zones lliures A2	0	0	0	0	0	0
B1.3 Zones recorregut vianants	7851	0	7851	0	7851	0
B2.1 Zones verdes unifamiliars	0	0	0	0	0	0
B2.2 Zones verdes plurifamiliars	0	0	0	0	0	0
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>						
C1.1 Edificació unifamiliar	23988	23988	18938	18938	23988	23988
C1.2 Edificació plurifamiliar	15784	15784	15784	15784	19993	19993
C2. Equipaments	25422	25422	25422	25422	32202	32202
C3.1 Edificació no residencial 20P	4977	4977	4977	4977	6304	6304
C3.2 Edificació no residencial indefinida	9069	9069	9069	9069	11487	11487
<b>TOTAL</b>	<b>156.810</b>	<b>79.240</b>	<b>151.760</b>	<b>74.190</b>	<b>173.638</b>	<b>93.973</b>

**Taula 7.3:** Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 1: Pluviometria mitjana a Sitges de 600mm anuals, i els seus diferents sub-escenaris. (Font: Pròpia).

En la taula 7.3 es poden apreciar que els valors més elevats en quant a volum d'aigua pluvial captat, es produeixen en els sub-escenaris 1.1, 1.3 i 1.5 en que s'aprofita la totalitat de l'aigua que cau sobre el sistema, en comptes de només la de qualitat alta procedent de teulades i cobertes d'edificis.

D'entre aquests escenaris, l'òptim en el cas d'un any amb pluviometria mitjana semblant a la suposada per l'Escenari 1 seria la proposta de sub-escenari 1.5. En ella es promou un canvi arquitectònic només en el disseny de les cobertes de les edificacions (grup C) per tal d'incrementar l'aprofitament mitjançant una major inclinació de la totalitat de les cobertes del barri. Aquest canvi representa una millora en la captació d'un 11% respecte a la proposta realitzada pel Pla Parcial del sector (sub-escenari 1.1).

A continuació es presenten un seguit de sub-escenaris basats en les característiques pluviomètriques d'un any humit a Sitges (800mm/any de precipitació incident), és a dir a partir de l'Escenari 2:

### **Escenari 2: Pluviometria any humit de 800mm a Sitges**

*Escenari 2.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 2.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 2.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes*

*Escenari 2.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes*

*Escenari 2.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades*

*Escenari 2.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades*

Tipus de cobertes	2.1 Pla Parcial m <sup>3</sup> /any	2.2 Edificis PP m <sup>3</sup> /any	2.3 Cobertes planes m <sup>3</sup> /any	2.4 Edificis de c. planes m <sup>3</sup> /any	2.5 Cobertes inclinades m <sup>3</sup> /any	2.6 difícis de c. inclinades m <sup>3</sup> /any
<b>A. SUPERFÍCIES</b>						
<b>PAVIMENTADES DE TERRA</b>						
A.1 Vials rodats	58367	0	58367	0	58367	0
A.2 Voreres	34592	0	34592	0	34592	0
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>						
B1.1 Zona verda	0	0	0	0	0	0
B1.2 Zones lliures A2	0	0	0	0	0	0
B1.3 Zones recorregut vianants	10468	0	17447	0	17447	0
B2.1 Zones verdes unifamiliars	0	0	0	0	0	0
B2.2 Zones verdes plurifamiliars	0	0	0	0	0	0
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>						
C1.1 Edificació unifamiliar	31983	31983	25250	25250	31983	31983
C1.2 Edificació plurifamiliar	21045	21045	21045	21045	26657	26657
C2. Equipaments	33896	33896	33896	33896	42935	42935
C3.1 Edificació no residencial 20P	6636	6636	6636	6636	8405	8405
C3.2 Edificació no residencial indefinida	12092	12092	12092	12092	15316	15316
<b>TOTAL</b>	<b>209.080</b>	<b>105.653</b>	<b>209.326</b>	<b>98.919</b>	<b>235.704</b>	<b>125298</b>

**Taula 7.4:** Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 2: Pluviometria any humit a Sitges, i els seus diferents sub-escenaris. (Font: Pròpia).

En aquest cas, ens trobem amb la mateixa situació que l'anterior escenari, però per al cas d'un any meteorològicament molt plujós de 800mm.

Els resultats denoten una captació potencial major per als sub-escenaris 2.1, 2.3 i 2.5, essent aquest darrer el més eficient en la recollida de pluvials degut a la seva arquitectura, suposant una millora d'un 13% en la recollida de pluvials respecte al sub-escenari inicial 2.1.

Tanmateix, cal destacar que en aquest Escenari 2, la diferència entre els sub-escenaris 2.1 i 2.3 és realment molt petita ( $246\text{m}^3/\text{any}$ ) i donat el cas d'un any amb aquestes característiques, l'elecció d'un escenari o un altre no comportaria divergències molt grans.

Cal mencionar que l'escenari més desaconsellable el trobem en el 2.4, on el volum d'aigua recollida és el menor de tots els sub-escenaris proposats. Això és degut a que no només es desaprofita l'aigua que no incideix sobre teulades d'edificacions i, per tant amb qualitat inferior a aquesta però que en situacions d'escassetat pot tenir nombroses utilitats, sinó que a més l'arquitectura d'aquestes edificacions és de tipus pla i presenta un escolament poc eficient.

En darrer terme, s'ha establert un tercer escenari emprant les dades pluviomètriques pròpies d'un any sec al municipi de Sitges ( $400\text{mm}/\text{any}$ ) en relació al qual s'han establert els corresponents sub-escenaris:

### **Escenari 3: Pluviometria any sec de 400mm a Sitges**

*Escenari 3.1: Captació total potencial en base al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 3.2: Captació procedent solament de les edificacions presents al Pla Parcial Urbanístic*

*Escenari 3.3: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes planes*

*Escenari 3.4: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes planes*

*Escenari 3.5: Captació total de les superfícies del barri suposant que les edificacions presenten cobertes inclinades*

*Escenari 3.6: Captació procedent solament de les edificacions del barri. Totes presenten cobertes inclinades*

Tipus de cobertes	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6 Edificis
	Pla Parcial m <sup>3</sup> /any	Edificis PP m <sup>3</sup> /any	Cobertes planes m <sup>3</sup> /any	Edificis de c. planes m <sup>3</sup> /any	Cobertes inclinades m <sup>3</sup> /any	de c. inclinades m <sup>3</sup> /any
<b>A. SUPERFÍCIES</b>						
<b>PAVIMENTADES DE TERRA</b>						
A.1 Vials rodats	29184	0	29184	0	29184	0
A.2 Voreres	17296	0	17296	0	17296	0
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>						
B1.1 Zona verda	0	0	0	0	0	0
B1.2 Zones lliures A2	0	0	0	0	0	0
B1.3 Zones recorregut vianants	5234	0	8723	0	8723	0
B2.1 Zones verdes unifamiliars	0	0	0	0	0	0
B2.2 Zones verdes plurifamiliars	0	0	0	0	0	0
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>						
C1.1 Edificació unifamiliar	15991	15991	12625	12625	15992	15992
C1.2 Edificació plurifamiliar	10523	10523	10523	10523	13329	13329
C2. Equipaments	16948	16948	16948	16948	21468	21468
C3.1 Edificació no residencial 20P	3318	3318	3318	3318	4203	4203
C3.2 Edificació no residencial indefinida	6046	6046	6046	6046	7658	7658
<b>TOTAL</b>	<b>104.540</b>	<b>52.826</b>	<b>104.663</b>	<b>49.460</b>	<b>117.852</b>	<b>62.649</b>

**Taula 7.5:** Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 3: Pluviometria any sec a Sitges, i els seus diferents sub-escenaris.

(Font: Pròpia).

La taula 7.5 mostra una relació volumètrica d'aigua total captada molt baixa en comparació amb els altres dos escenaris, la qual cosa fa suposar que aquest Escenari 3 serà el que recollirà una quantitat potencial d'aigua pluvial menor al llarg de l'any.

D'entre els diferents sub-escenaris es poden observar les mateixes tendències que en els altres dos Escenaris (1 i 2) analitzats anteriorment. Els resultats mostren diferències menors entre cadascun d'ells, malgrat la clara eficiència de captació del 3.5, justificada per les raons aportades en la discussió dels Escenaris 1 i 2 i que representa, igual que en el cas anterior, una millora en la captació d'un 13% respecte al sub-escenari 3.1 proposat pel Pla Parcial.

Per tant, en èpoques de sequera es preveu una recollida menor d'aigua pluvial que pot ser contrarestat per una major dependència de la xarxa d'aigua potable en aquests anys o períodes puntuals.

En addició, cal esmentar el potencial que proporcionaria la implementació de panells solars en les superfícies edificades, dotant a les cobertes d'aquest disseny arquitectònic inclinat que s'ha vist presenta una major efectivitat en la recollida d'aigua. A més a més dels beneficis inherents a l'energia solar, proporcionant una energia neta i reduint la dependència energètica externa dels habitatges, caldria continuar estudiant en aquesta vessant.

## **7.2 Avaluació de la qualitat de les aigües pluvials captades al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda en funció de la tipologia de coberta.**

Amb l'objectiu d'assignar un rang de valors a l'aigua recollida per les cobertes del barri, s'ha establert una escala de qualitats en funció de l'origen i característiques de la superfície de col·lecció.

Cadascun d'aquests valors de qualitat s'ha determinat en funció de les propietats de l'aigua de pluja posteriors al seu escolament sobre les superfícies de contacte per les que circula.

A continuació es mencionen les característiques o components hídrics que determinen el valor de cada qualitat així com els usos a que pot ser destinada cada classificació qualitativa d'aigües:

### **1: Aigua potable**

Es tracta d'aigua apta pel consum humà i amb els requisits mencionats en el Real Decreto 140/2003 (veure apartat **2.1. Antecedents generals**).

Aquest grau de qualitat no pot ser assolit per l'aigua pluvial no tractada i per aquest motiu no s'ha contemplat en cap de les cobertes de captació.

### **2: Aigua de pluja amb qualitat alta**

Es considera aquella procedent de l'escolament superficial de cobertes i teulades d'edificacions i depèn en gran mesura de les propietats de l'aigua de pluja així com les de la coberta per on circula. Aquestes primeres es relacionen principalment amb PHs més aviat àcids que varien en gran mesura en funció del material de la superfície, el qual també té influència en la presència i concentració de determinats metalls pesants presents en determinats tipus de teulades (Göbel et al., 2006).

Aquesta aigua mostra unes característiques suficientment adequades per a la resta d'usos domèstics a excepció del consum humà (dutxa, neteja de vaixelles, rentadora).

### **3: Aigua de pluja amb qualitat moderada**

Aquesta classificació fa referència a aigua recollida procedent del trànsit per les superfícies transitades per vianants i vehicles lleugers de dues rodes principalment (bicicletes, patinets, altres). Aquestes superfícies variaran les propietats físico-químiques de l'aigua en funció de la intensitat del trànsit i dels materials de construcció. Les aigües circulants presenten usualment concentracions de metalls pesants i PHs més alts que en els casos anteriors, doncs és tracta de paràmetre molt relacionats amb la presència de trànsit rodat (Göbel et al., 2006).

Les necessitats proposades per les que l'aigua d'aquesta qualitat pot destinar-se comprenen des del reg de jardins, a la recàrrega de les cisternes d'inodors en equipaments i habitatges, i està principalment indicada per la neteja d'interiors i exteriors.

### **4: Aigua de pluja amb qualitat baixa**

En darrer lloc trobem l'aigua de baixa qualitat procedent de l'escolament a través de vials de trànsit rodat. Aquest tipus d'aigües presenten alts valors de les variables de conductivitat elèctrica (EC), PH, altes concentracions de metalls pesants, compostos orgànics (hidrocarburs) procedents de la combustió del fuel, gran quantitat de partícules en suspensió (TSS), i altres ions i nutrients. La determinació d'una major o menor qualitat dins d'aquest rang, vindrà



establerta per la tipologia de superfície i la intensitat del trànsit rodat, existint grans diferències quantitatives entre vials de servei i autopistes (Göbel et al., 2006)

Per aquest motiu, aquesta aigua només està recomanada per a realitzar la neteja de carrers o d'altres activitats de neteja d'exterior.

En base a aquesta definició de rangs de qualitat, s'han atorgat a cadascuna de les classificacions de cobertes del barri pilot un grau de qualitat en funció de la tipologia de la seva coberta, el seu trànsit per habitants i vehicles, i les característiques qualitatives de l'aigua que es preveu recollirà (veure **ANNEX IV**).

Tipus de cobertes	Rang de qualitat
<b>A. SUPERFÍCIES PAVIMENTADES DE TERRA</b>	
A.1 Vials rodats	4
A.2 Voreres	3
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>	
B1.1 Zona verda	-
B1.2 Zones lliures A2	-
B1.3 Zones recorregut vianants	3
B2.1 Zones verdes unifamiliars	-
B2.2 Zones verdes plurifamiliars	-
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>	
C1.1 Edificació unifamiliar	2
C1.2 Edificació plurifamiliar	2
C2.1 Equipaments esportius	3
C2.2 Equipaments docents	2
C2.3 Equipaments d'oficina	2

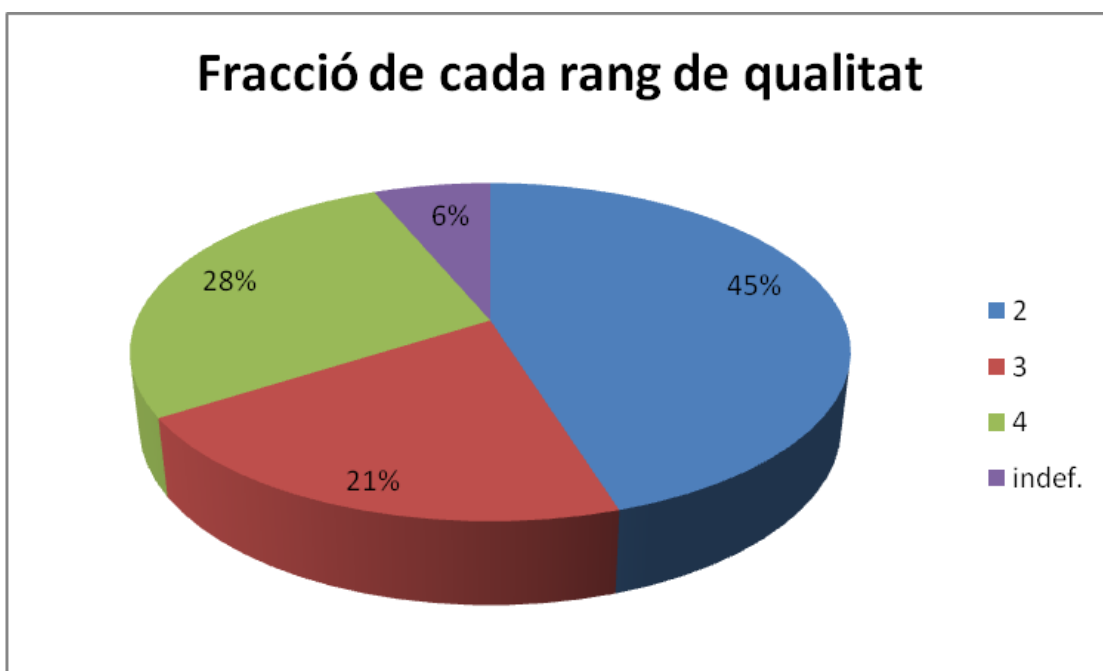
C3.1 Edificació no residencial 20P	2
C3.2 Edificació no residencial indefinida	Indefinit <sup>3</sup>

**Taula 7.6:** Determinació de la qualitat de les aigües pluvials en funció de la tipologia de cobertes de captació per La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

Les cobertes que no presenten cap valor és perquè no es preveu la recollida d'aigua de pluja d'aquestes zones, doncs corresponen principalment a zones verdes (B) on tota l'aigua es pretén que sigui infiltrada al sòl pel seu aprofitament per part de la vegetació i la recàrrega d'aqüífers.

La excepció correspon a la subcategoria B1.3 de zones de recorregut de vianants, on al haver suposat un 60% de la seva superfície pavimentada també es pot donar la captació d'aigua, encara que sigui d'una qualitat 3 al estar transitada de forma moderada.

De forma paral·lela, s'ha representat la distribució de qualitats en funció de la superfície corresponent a cadascuna d'elles en el següent diagrama:



**Figura 7.3:** Distribució de les diferents superfícies de captació segons rangs de qualitats per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

<sup>3</sup> Aquesta etiquetació s'ha efectuat a superfícies no ben delimitades pel Pla Parcial Urbanístic o reservades per una futura classificació. Davant el dubte s'ha estimat com a desconeguda la qualitat de l'aigua d'aquesta coberta.

De manera general, s'observen uns resultats potencials d'aigua d'alta qualitat per la procedent de superfícies edificades (C) ja que la coberta presenta un grau de trànsit i possible contaminació menor, mentre que els vials rodats i voreres (A) o altres zones de trànsit de vehicles i vianants (B) s'esperen qualitats inferiors de grau 3 o fins i tot 4 en carrers amplis, comercials i molt freqüentats.

Conjuntament, la figura mostra una superfície de cobertes que es preveu reculli aigua de qualitat alta (2) que presenta una vasta extensió de gairebé al meitat de tota l'àrea (45%).

Realitzant una anàlisi més acurada, s'ha observat que més de la meitat d'aquesta extensió amb capacitat per recollir aigua de qualitat 2 pertany a les superfícies destinades a equipaments (C2) tant esportius (C2.1), docents (C2.2) com d'oficina (C2.3).

Per tant, al tractar-se d'un recurs de gairebé el 50% en espai públic, aquest resultat ens possibilita la seva gestió per part de l'administració pública i municipal amb un sol interlocutor d'una manera més fàcil i eficient.

Tal i com s'ha mencionat en la metodologia (veure apartat **6.2**), la voluntat d'aquest estudi era la determinació experimental de la qualitat de diverses cobertes municipals presents al barri mitjançant la implantació d'una prova pilot de captació i posterior anàlisi de la qualitat d'aquestes aigües. Es volia aconseguir dades pròpies del sector i vàlides, contrastables amb d'altres valors bibliogràfics així com amb tres analítiques de qualitat realitzades per l'Ajuntament de Sitges.

Malgrat els esforços realitzats, l'obtenció d'un recull de dades significatiu en el període de realització d'aquest estudi no ha estat possible, deguda a la presència d'un gran nombre d'intermediaris en el procediment per a la instal·lació, recollida i anàlisi de les mostres, i les limitacions temporals. Tanmateix, el monitoreig d'aquestes dades s'està duent a terme en l'actualitat i serà contrastable en posteriors estudis.

A partir dels resultats obtinguts, es podrà avaluar la eficiència en l'utilització de l'aigua de baixa qualitat i la seva possible integració al clavegueram.

### **7.3 Anàlisi i discussió de la demanda d'aigua: Demanda potencial d'aigua al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda en funció del escenari proposats i el consum dels diferents sectors**

Davant la voluntat de comparar diferents escenaris no només en la oferta si no també relatius a la demanda, s'han proposat tres escenaris: un de tipus local mitjançant dades de consum de Sitges i del propi Pla Parcial Urbanístic del barri, un altre d'àmbit regional utilitzant dades de referències bibliogràfiques de tota la RMB (Vidal, 2007), i per últim un altre escenari anomenat ECO que suposa una reducció d'un 30% en la totalitat dels seus consums mitjançant bones pràctiques i mesures per a l'estalvi d'aigua.

#### **Variable consum d'aigua**

##### *Supòsits*

Els supòsits plantejats per a cadascuna de les dades de consum segons la tipologia del servei es citen en els següents apartats i són vàlids pels tres escenaris de demanda proposats.

És precís mencionar que els valors de demanda determinats pels habitatges tant unifamiliars com plurifamiliars inclouen la resta de despeses hídriques exteriors. D'aquesta manera, s'ha determinat que les dades de consum d'habitatges unifamiliars destinen un 36% d'aquest valor al manteniment del jardí i els usos exteriors (pe. Piscina), mentre que els habitatges plurifamiliars en destinen un 10% (Vidal, 2007).

En el cas de l'Equipament esportiu (E1), la seva extensió no venia definida pel planejament urbanístic, així que s'ha suposat d'unes dimensions i consums equiparables amb les del Camp de Futbol de l'Atlètic del Vallès.

D'altra banda, concretar que en relació a les zones verdes i parcs s'ha descomptat la superfície de zona verda que roman en estat natural i per la qual no hi ha demanda de rec.

També es desestimen les pèrdues en alta i en baixa de la xarxa per a cada escenari, que generalment suposarien un 30% dels valors de consum.

Cal remarcar que les dades del nombre d'habitatges han estat extretes del Pla Parcial Urbanístic del barri, mentre que l'extensió d'altres usos ha estat calculada prèviament mitjançant el mapa de cobertes del sòl. Ambdós grups de valors s'han suposat vàlids per tots els escenaris.

A més, la dada mitjana d'habitants per habitatge prové de les estadístiques mitjanes determinades per l'IDESCAT en referència a la comarca del Garraf (IDESCAT, 2003).

A continuació es detallen un a un els resultats obtinguts per a cada escenari (veure **ANNEX V**)<sup>4</sup>:

#### Escenari A: Sitges

Les dades obtingudes per a la realització dels càlculs d'aquest escenari han estat proporcionades per l'Ajuntament de Sitges, de manera conjunta amb les proporcionades per altres actors. D'entre aquests darrers cal mencionar l'empresa SOREA, S.A. com a subministradora de l'aigua potable de xarxa al municipi, que ha facilitat les dades de consum mitjanes per habitant i dia de Sitges.

Tipologia de consums	Demanda/ habitant l/pers i dia	Nombre d'habitatges	Nombre d'habitants	Demanda m <sup>3</sup> /any
<b>Unifamiliars</b>				
<b>Habitatges unifamiliars</b>	114 <sup>5</sup>	372 <sup>7</sup>	986 <sup>8</sup>	41.075
<b>Zona verda</b>	41	372	986	14.787
<b>Piscines</b>	21 <sup>6</sup>	182	483	3.623

<sup>4</sup> Consultar el mètode de càlcul detallat de la demanda en l'apartat **6.3** de metodologia i els resultats complets obtinguts en l'**ANNEX V**.

<sup>5</sup> Aquestes dades han estat proporcionades per SOREA, S.A. i es creu que els 114lpd correspon a una dada de consum mitjana per habitatges unifamiliars principalment de segona residència, en contraposició amb les dels escenaris RMB (B) i ECO (C) on les dades mitjanes de demanda corresponen a una residència anual permanent dels seus habitants.

<sup>6</sup> Es considera que un 50% del consum hídric en zones verdes d'habitatges unifamiliars està dedicat a la piscina, i que en aquest Escenari Sitges un 49% d'aquests habitatges unifamiliars tenen piscina en base a l'anàlisi dels barris residencials veïns de Sitges.

<b>Plurifamiliars</b>				
<b>Habitatges plurifamiliars</b>	142 <sup>19</sup>	1.292	3.424	177.699
<b>Zona comunitària</b>	14	1.292	3.424	17.770
<b>Edificació no residencial (m<sup>2</sup>)</b>	5 <sup>9</sup>		62.998	11.5129
<b>Equipaments (m<sup>2</sup>)</b>				
<b>Equipaments esportius</b>				1.482 <sup>10</sup>
<b>Equipaments docents</b>				902
<b>Equipaments d'oficina</b>				642
<b>Zones lliures i parcs (m<sup>2</sup>)</b>	2 <sup>26</sup>		83.000	60.673
<b>Neteja de vials i voreres (m<sup>2</sup>)</b>	0,04 <sup>26</sup>		138.111	2.019
<b>TOTAL</b>				<b>435.801</b>

**Taula 7.7:** Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari A: Sitges i dels consums dels sectors plantejats. (Font: Pròpia).

### Total subsistemes

En aquest escenari, descrit en la taula 7.7, s'observa que els requeriments més importants representen un 41% del total i corresponen a habitatges plurifamiliars de gairebé 200.000m<sup>3</sup>/any (veure figura 7.4). D'altra banda, els habitatges unifamiliars amb menor nombre d'edificacions i alhora corresponent a menys habitants en la seva totalitat, els valors totals són menors (59.485 m<sup>3</sup>/any).

<sup>8</sup> Es considera una mitjana de 2,65 habitants/residència segons dades del Garraf proporcionades per l'IDESCAT (IDESCAT, 2003).

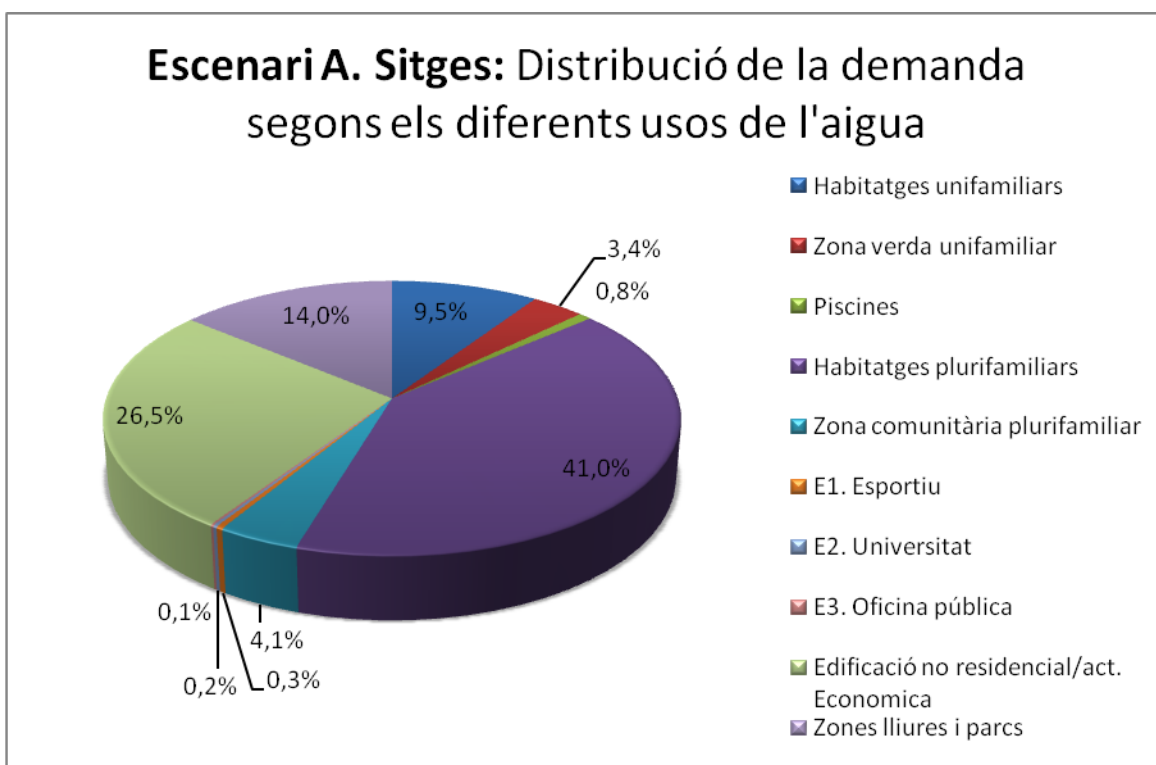
<sup>9</sup> Dades extretes del Pla Parcial Urbanístic del sector de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda (Ajuntament de Sitges, 2009).

<sup>10</sup> Al no tenir dades concretes de la tipologia dels equipaments i la seva extensió s'han suposat aquests valors anuals de consum en base a d'altres estudis que s'estan realitzant d'aprofitament d'aigües pluvials a Granollers.

## Habitants

D'una banda, els plurifamiliars presenten una demanda específicament domèstica per habitatge, que exclou usos exteriors, de 142l/pers i dia, mentre que els habitatges unifamiliars consumeixen solament 114l/pers i dia.

El municipi de Sitges està caracteritzat per un teixit urbà majoritàriament dispers i amb tendència a mantenir un alt consum hídric de caire estacional (Vidal, 2007). A més, s'ha calculat en base a barris residencials similars, que presenta un percentatge de piscines en més del 50% del total d'habitatges unifamiliars. De manera conclouent, al tractar-se en gran nombre d'un barri de segones residències on el grau d'ocupació de la vivenda és baix o ocasional, també el consum d'aigua al llarg de l'any serà menor i es creu és aquest el motiu que justifica aquest baix valor (114 lpd) per habitatges unifamiliars que en plurifamiliars (142 lpd).



**Figura 7.4:** Distribució de la demanda en base a l'Escenari A: Sitges i en funció dels usos a que es destina l'aigua. (Font: Pròpia).

En el diagrama de la figura 7.4 representa la distribució de la demanda de l'Escenari Sitges (A), en base als resultats obtinguts en la taula 7.7 anterior.

En ell s'observa que més d'un 40% del volum d'aigua demandat prové d'habitatges plurifamiliars, seguit per una gran proporció destinat a altra edificació no residencial o de caire econòmic (ordenació no ben definida pel Pla Parcial Urbanístic del sector) que abasta més d'un 25% de la demanda. Seguidament es troben les zones lliures i parcs amb un requeriment d'un 14% de l'aigua demandada i per últim els habitatges unifamiliars que no arriben al 10% de la demanda en fort contrast amb els primers.

#### **Escenari B: Regió Metropolitana de Barcelona (RMB)**

Per a la realització dels càlculs d'aquest escenari<sup>11</sup> (veure **ANNEX V**), s'han seguit els mateixos supòsits que els plantejats al principi de l'apartat 7.3.

En el cas de l'Escenari B, el tractament de les dades es fa en base a la tipologia i distribució d'usos realitzada pel barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, però mitjançant valors de consums mitjans per a tota la Regió Metropolitana de Barcelona a partir d'altres estudis dedicats concretament a la comptabilització de la demanda hídrica a la RMB (Vidal, 2007).

Tipologia de consums	Demanda/ habitant l/pers i dia	Nombre d'habitatges	Nombre d'habitants	Demanda m <sup>3</sup> /any
<b>Unifamiliars</b>				
Habitatges unifamiliars	130 <sup>12</sup>	372	1.302	61.865
Zona verda	73	372	1.302	34.739
Piscines	37 <sup>13</sup>	149	394	5.261
<b>Plurifamiliars</b>				

<sup>11</sup> Consultar el mètode de càlcul detallat de la demanda en l'apartat **6.3** de metodologia i els resultats complets obtinguts en l'**ANNEX V**.

<sup>12</sup> Dada obtinguda a partir de referències bibliogràfiques (Vidal, 2007).

<sup>13</sup> Es considera que un 50% del consum hídric en zones verdes d'habitatges unifamiliars està dedicat a la piscina, i que en aquest escenari RMB un 40% d'aquests habitatges unifamiliars tenen piscina en base a l'anàlisi dels barris residencials veïns de Sitges.



<b>Habitatges plurifamiliars</b>	168 <sup>27</sup>	1.292	4.522	277.669
<b>Zona comunitària</b>	7	1.292	4.522	11.107
<b>Edificació no residencial (m<sup>2</sup>)</b>	5 <sup>14</sup>		62.998	115.129
<b>Equipaments (m<sup>2</sup>)</b>				
<b>Equipaments esportius</b>				1.482 <sup>15</sup>
<b>Equipaments docents</b>				902
<b>Equipaments d'oficina</b>				642
<b>Zones lliures i parcs (m<sup>2</sup>)</b>	2		83.000	60.673
<b>Neteja de vials i voreres (m<sup>2</sup>)</b>	0,04		138.111	2.019
<b>TOTAL</b>				<b>571.487</b>

**Taula 7.8:** Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari B: RMB i dels consum dels sectors plantejats. (Font: Pròpia).

### Total subsistemes

Els resultats mostren de manera global un major consum d'aquest escenari B respecte l'anterior. El sector més demandant està constituït pels habitatges plurifamiliars, com en l'escenari Sitges (A), amb gairebé un 50% de la demanda total (veure figura 7.5).

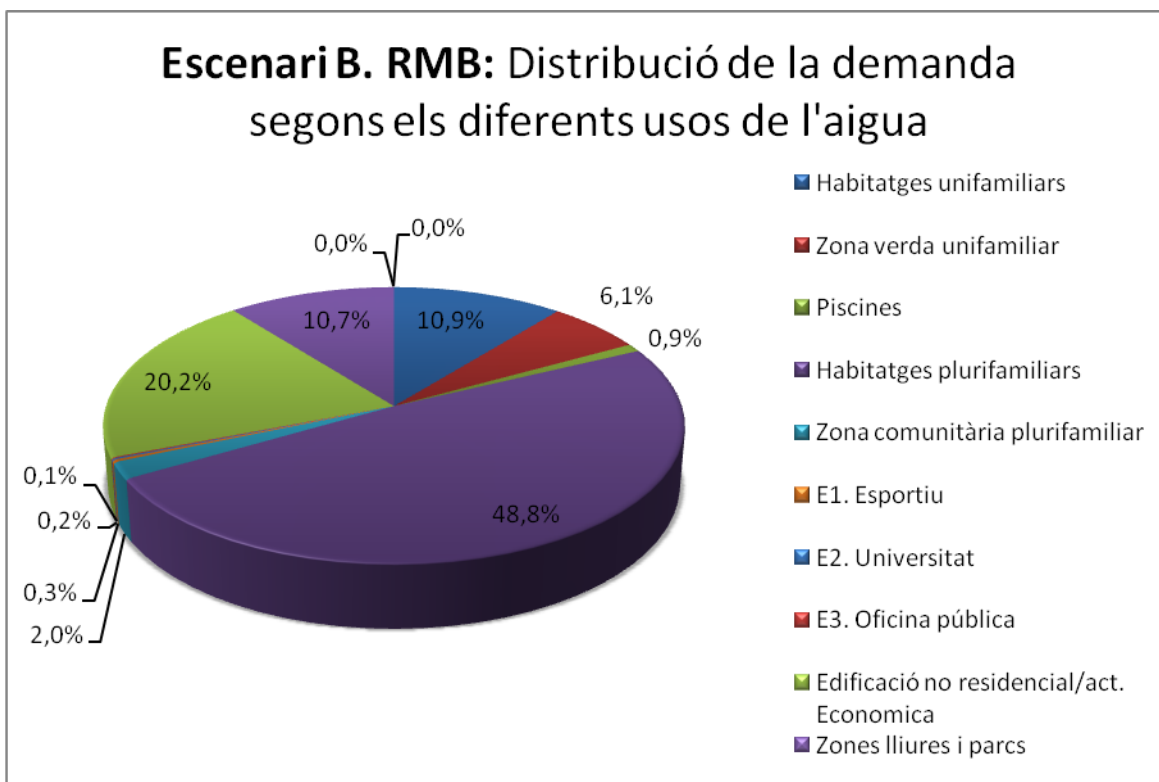
Però la principal diferència radica en que la demanda de les edificacions unifamiliars s'ha comptabilitzat de manera agregada i durant tot l'any, a diferència de l'Escenari A, requerint un consum per habitant de 240l/pers i dia. D'altra banda, les residències plurifamiliars presenten en base a aquest escenari demandes molt inferiors de 175l/pers i dia.

A la llum d'aquests resultats i per a l'àmbit de la RMB, és evident una major despesa hídrica total pròpia d'habitatges unifamiliars respecte als plurifamiliars. Això pot ser degut

<sup>14</sup> Dades estimades a partir dels valors obtinguts en un estudi d'aprofitament hídric a Montjuïc (Núñez, 2006). S'ha suposat el mateix consum que per l'Escenari A. Sitges.

<sup>15</sup> Al no tenir dades concretes de la tipologia dels equipaments i la seva extensió s'han suposat aquests valors anuals de consum en base a d'altres estudis que s'estan realitzant d'aprofitament d'aigües pluvials a Granollers. S'ha suposat el mateix consum que per l'Escenari A. Sitges.

principalment al alt consum que suposa el manteniment d'un jardí privat i d'una piscina, sempre en relació amb la tipologia de vegetació plantada i les dimensions i tècniques de neteja emprades en la piscina.



**Figura 7.5:** Distribució de la demanda en base a l'Escenari B: RMB i en funció dels usos a que es destina. (Font: Pròpia).

En la representació d'aquest segon escenari, s'observa una distribució semblant a l'anterior, però amb diferències en relació als percentatges que representa cada ús del total.

Destaca en gran mesura que gairebé la meitat de la demanda correspon a habitatges plurifamiliars (48,8%), mentre que les altres fraccions s'han vist disminuïdes respecte l'Escenari A.

Especial èmfasi requereix la zona verda unifamiliar, que disposa de més d'un 6% de la totalitat de demanda del barri.

### Escenari C: Escenari ECO

La proposta per aquest escenari es basa en la reducció d'un 30% de la demanda de tots els serveis a partir de les dades de consum de l'escenari de la RMB (B)<sup>16</sup> (veure ANNEX V). Aquesta disminució és possible sempre que s'apliquin polítiques de gestió de l'aigua i altres mesures per a la reducció de la despesa: Aprofitament d'aigües pluvials i reutilització d'aigües grises, xerojardineria o tècniques eficients de reg, disminució del consum en les piscines i la utilització d'hidroescombradores de vials (Barcelona Regional i ICTA, 2009)

A més, els valors s'han contrastat amb d'altres obtinguts mitjançant experiències prèvies tant de recollida de pluvials com de reutilització d'aigües grises al municipi de Granollers i un parc de serveis de St. Boi (Farreny, 2008)..

Tanmateix, s'ha determinat un valor òptim de consum per a les demandes domèstiques tant d'habitatges unifamiliars com de plurifamiliars de 80l/pd. Aquest valor s'ha obtingut mitjançant una revisió bibliogràfica d'altres estudis referents a l'eficiència en l'ús de l'aigua domèstica (Gleick, 1992; Tjallingii, 1995).

Tipologia de consums	Demanda/ habitant l/pers i dia	Nombre d'habitatges	Nombre d'habitants	Demanda m <sup>3</sup> /any
<b>Unifamiliars</b>				
Habitatges unifamiliars	80 <sup>17</sup>	372	1.302	38.070
Zona verda	22	372	1.302	10.422
Piscines	11	149	395	1.580
<b>Plurifamiliars</b>				
	113			
Habitatges plurifamiliars	80 <sup>34</sup>	1.292	4.522	83.301
Zona comunitària	2	1.292	4.522	3.332
Edificació no residencial (m <sup>2</sup> )	3,5		62.998	80.590

<sup>16</sup> Consultar el mètode de càlcul detallat de la demanda en l'apartat 6.3 de metodologia i els resultats complerts obtinguts en l'ANNEX V.

<sup>17</sup> Referència (Gleick, 1999)

<b>Equipaments (m<sup>2</sup>)</b>			
<b>Equipaments esportius</b>			444,6
<b>Equipaments docents</b>			270,6
<b>Equipaments d'oficina</b>			192,6
<b>Zones lliures i parcs (m<sup>2</sup>)</b>	1,4 <sup>18</sup>	83.000	42.471
<b>Neteja de vials i voreres (m<sup>2</sup>)</b>	0,03 <sup>19</sup>	138.111	1.514
<b>TOTAL</b>			<b>262.189</b>

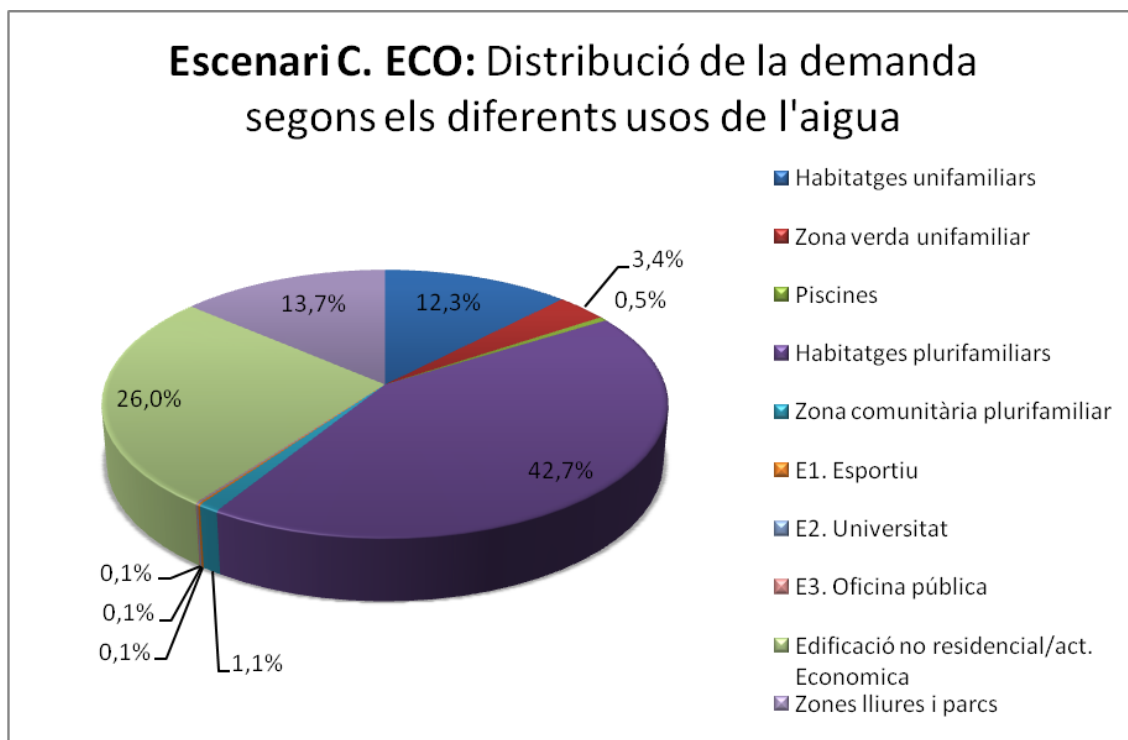
**Taula 7.9:** Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari C: ECO i dels consums dels sectors plantejats. (Font: Pròpia).

Després de la realització dels càlculs, els resultats que presenta la taula 7.9 sobre l'escenari C són principalment una reducció en el consum d'aigua de cadascuna de les tipologies i usos de demanda i, consegüentment una reducció en el total demandat (262189m<sup>3</sup>/any) respecte els dos escenaris anteriors A i B analitzats anteriorment en un 30% i un 54% respectivament (veure Figura 7.6).

A més a més, en el reg de zones verdes, s'ha considerat la pràctica de la xerojardineria conjuntament amb la existència de vegetació autòctona, és a dir espècies de baixa demanda hídrica.

<sup>18</sup> En jardins es suposa xerojardineria, mitjançant espècies baixa demanda

<sup>19</sup> Utilització d'hidroescombradores que utilitzin aigua recollida en un dipòsit de la red per la neteja de vials.



**Figura 7.6:** Distribució de la demanda en base a l'Escenari C: ECO i en funció dels usos a que es destina. (Font: Pròpia).

La distribució de les demandes de cada sector en relació a l'Escenari C també ha variat percentualment respecte els altres escenaris suposats.

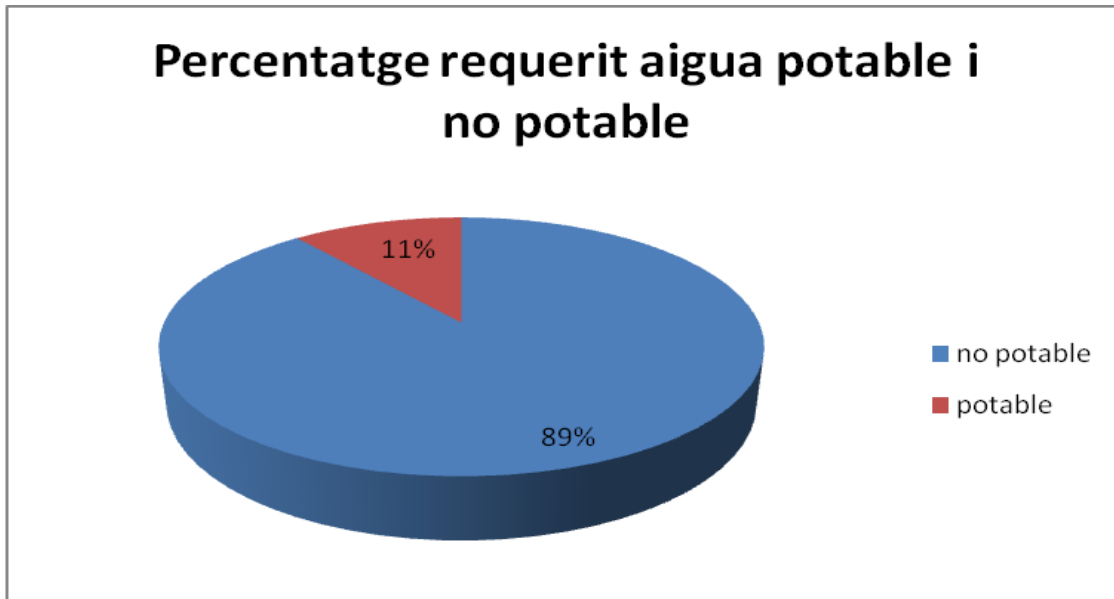
Es denota una reducció de fins el 32% de la totalitat del consum d'aigua del barri en Habitats plurifamiliars, així com un lleuger augment en el cas d'habitats unifamiliars de gairebé el 15% i de les edificacions no residencials i/o econòmiques que arriba al 30% del total.

En addició, s'ha volgut analitzar el percentatge total d'aigua potable demandada respecte els usos que no requereixen aigua d'alta qualitat per tal d'interpretar més àmpliament la distribució de la demanda al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda i poder així estimar quins d'aquests usos poden ser suplits per aigua procedent de pluvials.

Aquest càlcul s'ha realitzat en base a l'Escenari Sitges (A), suposant un percentatge d'aigua domèstica no potable tant en habitatges plurifamiliars com unifamiliars d'un 70%, un 80% en els equips docents i d'oficina i un 90% en els esportius.

La resta d'usos s'han considerat que poden ésser suplits al 100% per aigua no de boca.

Els resultats es presenten en la següent figura 7.7:



**Figura 7.7:** Distribució de les diferents superfícies de captació segons rangs de qualitats per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

En ell s'observa una demanda d'aigua no potable és de quasi el 90%, és a dir gairebé total, la qual cosa facilita l'autosuficiència del sistema mitjançant la recollida d'aigua de la pluja i la seva posterior utilització en tots aquests usos.

Només un 11% requerirà aigua potable subministrada necessàriament per la xarxa d'abastament d'aigua del municipi.

Posteriorment s'avaluarà el grau en que poden ser complertes les necessitats d'aquesta aigua no potable a partir de la oferta hídrica calculada a través de la pluviometria i els diferents escenaris arquitectònics proposats en l'apartat 7.1 per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda.

#### **7.4 Potencial d'autosuficiència hídrica del barri davant en funció dels escenaris d'oferta i de demanda.**

Seguidament es procedirà a avaluar l'autosuficiència hídrica del barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda utilitzant la combinació dels diferents escenaris de recollida d'aigua pluvial o d'oferta (1, 2 i 3 amb els corresponents sub-escenaris), amb els anteriors escenaris proposats de demanda d'aigua (A, B i C) (Veure **ANNEX VI**).

### Oferta total:

En la següent taula 7.10, es resumeixen la quantitat potencial total recollida mitjançant les cobertes que presenta el barri i en funció dels diferents escenaris d'oferta proposats:

<b>Escenari 1: Mitjana</b>						
	<b>1.1 Potencial</b>	<b>1.2 Teulades</b>	<b>1.3 Cob. Planes</b>	<b>1.4 Teulades planes</b>	<b>1.5 Cob. Inclinades</b>	<b>1.6 Teulades inclin</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/any)</b>	<b>156810</b>	<b>79240</b>	<b>151760</b>	<b>74190</b>	<b>173638</b>	<b>103918</b>
<b>Escenari 2: Any humit</b>						
	<b>2.1 Potencial</b>	<b>2.2 Teulades</b>	<b>2.3 Cob. Planes</b>	<b>2.4 Teulades planes</b>	<b>2.5 Cob. Inclinades</b>	<b>2.6 Teulades inclin</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/any)</b>	<b>209080</b>	<b>105653</b>	<b>209326</b>	<b>98919</b>	<b>235704</b>	<b>125298</b>
<b>Escenari 3: Any sec</b>						
	<b>3.1 Potencial</b>	<b>3.2 Teulades</b>	<b>3.3 Cob. Planes</b>	<b>3.4 Teulades planes</b>	<b>3.5 Cob. Inclinades</b>	<b>3.6 Teulades inclin</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>/any)</b>	<b>104540</b>	<b>52826</b>	<b>104663</b>	<b>49460</b>	<b>117852</b>	<b>62649</b>

**Taula 7.10:** Quantitat potencial total recollida a partir dels diferents escenaris i sub-escenaris proposats per a l'oferta d'aigua en el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda. (Font: Pròpia).

### Demanda total:

En la taula 7.11 es presenta la quantitat total d'aigua demandada al barri en funció dels diferents escenaris d'oferta proposats:

	<b>A) Escenari Sitges</b>	<b>B) Escenari RMB</b>	<b>C) Escenari ECO</b>
<b>TOTAL</b> (m <sup>3</sup> /any)	<b>435801</b>	<b>571487</b>	<b>262189</b>

**Taula 7.11:** Demanda potencial total que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda. (Font: Pròpia).



## Matriu general d'autosuficiència del sistema:

Per últim, en la taula 7.12 es presenta la matriu d'autosuficiència del sistema realitzada a partir dels resultats anteriors d'oferta i demanda del barri:

### MATRIU GENERAL D'AUTOSUFICIÈNCIA

	A. Sitges	B. RMB	C. ECO
1.1 Potencial	0,36	0,27	0,60
1.2 Teulades	0,18	0,14	0,30
1.3 Cob. Planes	0,35	0,27	0,58
1.4 Planes teulades	0,17	0,13	0,28
1.5 Cob. Inclínades	0,40	0,30	<b>0,66</b>
1.6 Inc. Teulades	0,24	0,18	0,40
2.1 Potencial	0,48	0,37	0,80
2.2 Teulades	0,24	0,18	0,40
2.3 Cob. Planes	0,48	0,37	0,80
2.4 Planes teulades	0,23	0,17	0,38
2.5 Cob. Inclínades	<b>0,54</b>	<b>0,41</b>	<b>0,90</b>
2.6 Inc. Teulades	0,29	0,22	0,48
3.1 Potencial	0,24	0,18	0,40
3.2 Teulades	0,12	<b>0,09</b>	0,20
3.3 Cob. Planes	0,24	0,18	0,40
3.4 Planes teulades	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,19</b>
3.5 Cob. Inclínades	0,27	0,21	<b>0,45</b>
3.6 Inc. Teulades	0,14	0,11	0,24

Taula 7.12: Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua del barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits. Bàrbara-

Vallpineda. (Font: Pròpia).

La taula 7.12 mostra el grau d'autosuficiència del sistema i per tant la seva dependència de la xarxa d'abastament d'aigua potable, i el primer resultat que se'n deriva és que s'aconsegueix reduir aquesta dependència en un 66% en l'escenari ECO (C) per un any de pluviometria mitjana, assolint valors molt propers a aquesta autosuficiència.

Donat que la interpretació del rang de valors d'autosuficiència observats en la taula 7.12 és diferent en funció de l'escenari de referència en que mirem la resta de outputs, s'ha cregut necessari realitzar una anàlisi comparativa a partir dels diferents escenaris de demanda.

*Escenari A:*     **Sitges**

- El grau de major autosuficiència amb un valor de 0,54 es dona en l'escenari 2 (any humit) degut a un major volum de precipitació sobre la zona i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades) que faciliten la recollida.
- El grau de menor autosuficiència amb un valor de 0,11 s'observa en l'escenari 3 (any sec) per l'escassetat pluviomètrica i sub-escenari 3.4 (teulades planes) on només es capta aigua de teulades i a sobre no amb la major eficiència en l'escolament al ser planes. Constitueix un escenari més selectiu i caracteritzat per una sequera pronunciada i requerirà molta més aigua per satisfer les necessitats.
- Per tant, s'observa una diferència entre el major resultat i el menor és de 0,43.
- La resta de resultats presenten valors alts tant per l'escenari 1 (precipitació mitjana), 2 (any humit) com 3 (any sec) en el cas dels sub-escenaris 1.5, 2.5 i 3.5 (tots amb cobertes inclinades) i valors mitjans/alts per potencial del barri segons el Pla Parcial Urbanístic i cobertes tipus pla. Valors baixos quan només s'aprofita aigua de les teulades i especialment en el cas de teulades planes i teulades proposades pel Pa Parcial.

*Escenari B:*     **RMB**

- El valor màxim assolit en aquest escenari és de 0,41 i correspon a l'Escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades) de forma paral·lela a l'Escenari A. Sitges.
- El valor mínim observat és de 0,09 el qual correspon a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenaris 3.2 (solament recollida de teulades dins la proposta del Pla Parcial) i 3.4 (teulades planes únicament) on a més a més de caracteritzar-se per un any poc plujós, l'aigua recollida només prové de les cobertes d'edificacions.
- En resum es pot calcular una diferència entre resultats màxims i mínims de 0,32.

- La resta de resultats de la taula 7.12 mantenen una relació amb el descrit per l'Escenari A, malgrat tots els valors d'autosuficiència son inferiors al haver-hi una major demanda d'aigua en aquest escenari.

**Escenari C: ECO**

- Aquest escenari és el que presenta els valors més aproximats a l'autosuficiència (1) del sistema.
- El resultat amb major grau d'autosuficiència amb el valor de 0,90 es dona en l'escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades).
- El resultat amb menor grau d'autosuficiència presenta el valor de 0,19 i pertany a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenari 3.4 (teulades planes únicament).
- Els valors obtinguts en aquest escenari denoten que amb una millora en les polítiques d'estalvi hídric aplicades es pot assolir a l'autosuficiència de l'àmbit d'estudi.

En el cas de mirar-ho des de la perspectiva de la oferta d'aigua els resultats són els mateixos, sempre el millor escenari és l'ECO (C) on amb un petit increment en les mesures d'estalvi al barri es podria obtenir la autosuficiència hídrica.

A continuació, s'ha volgut estimar el grau d'autosuficiència del sistema a partir dels mateixos escenaris d'oferta proposats anteriorment però recalculant la demanda parcial del barri. Per tant, s'han considerant separatament l'abastiment de les necessitats dels habitatges per una banda, i per l'altra la d'altres serveis d'alt consum hídric (piscines, equipaments, reg de zones verdes i neteja de vials).

**Demanda dels habitatges:**

- **Total habitatges unifamiliars:** demanda domèstica, reg de jardins privats i piscines
- **Total habitatges plurifamiliars:** demanda domèstica i reg de zona comunitària

En la taula 7.13 es presenta la quantitat d'aigua demandada al barri per part dels habitatges unifamiliars i plurifamiliars en funció dels diferents escenaris d'oferta proposats.

	<b>A) Escenari Sitges</b>	<b>B) Escenari RMB</b>	<b>C) Escenari ECO</b>
<b>TOTAL</b> (m <sup>3</sup> /any)	<b>254954</b>	<b>390640</b>	<b>136705</b>

**Taula 7.13:** Demanda potencial que presenten els habitatges unifamiliars i plurifamiliars al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda. (Font: Pròpia).

## Matriu d'autosuficiència del sistema en funció de la demanda d'aigua dels habitatges:

En la taula 7.14 es presenta la matriu d'autosuficiència del sistema realitzada a partir dels resultats anteriors d'oferta i demanda del barri:

### MATRIU D'AUTOSUFICIÈNCIA EN FUNCIÓ DE LA DEMANDA D'AIGUA DELS HABITATGES

	A. Sitges	B. RMB	C. ECO
1.1 Potencial	0,62	0,40	1,15
1.2 Teulades	0,31	0,20	0,58
1.3 Cob. Planes	0,60	0,39	1,11
1.4 Planes teulades	0,29	0,19	0,54
1.5 Cob. Inclínades	0,68	0,44	1,27
1.6 Inc. Teulades	0,41	0,27	0,76
2.1 Potencial	0,82	0,54	1,53
2.2 Teulades	0,41	0,27	0,77
2.3 Cob. Planes	0,82	0,54	1,53
2.4 Planes teulades	0,39	0,25	0,72
2.5 Cob. Inclínades	0,92	0,60	1,72
2.6 Inc. Teulades	0,49	0,32	0,92
3.1 Potencial	0,41	0,27	0,76
3.2 Teulades	0,21	0,14	0,39
3.3 Cob. Planes	0,41	0,27	0,77
3.4 Planes teulades	0,19	0,13	0,36
3.5 Cob. Inclínades	0,46	0,30	0,86
3.6 Inc. Teulades	0,25	0,16	0,46

Taula 7.14: Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua dels habitatges amb una captació de pluvials d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits.

(Font: Pròpia).

En aquest cas, no només s'assoleix si no que fins i tot es sobrepassa el grau d'autosuficiència per a escenaris de consum responsable com l'ECO (C), mentre que en la resta els resultats tenen una tendència a aquest valor unitari. S'observen resultats generalment majors considerant una demanda parcial que en el cas de la demanda general revisada amb anterioritat.

Cal esmentar, que el càlcul s'ha realitzat en base a la recollida proporcionada pel total de superfícies del barri i no només per les cobertes que proporcionen els habitatges.

**Escenari A: Sitges**

- El grau de major autosuficiència amb un valor de 0,92 es dona en l'escenari 2 (any humit) degut a un major volum de precipitació sobre la zona i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades) que faciliten la recollida. Presenta un resultat superior en 0,38 unitats respecte l'obtingut en la taula 7.12.
- El grau de menor autosuficiència amb un valor de 0,19 s'observa en l'escenari 3 (any sec) per l'escassetat pluviomètrica i sub-escenari 3.4 (teulades planes). En aquest cas també s'observa un lleuger increment de 0,08 del pitjor dels resultats comparant les taules 7.12 amb 7.14.
- Per tant, es pot calcular que la diferència entre el major resultat i el menor és de 0,73.
- La resta de resultats presenten valors entremitjos amb tendència al valor màxim pels escenaris conservant una proporció tant en els escenaris 1 (precipitació mitjana), 2 (any humit) i 3 (any sec) en el cas dels sub-escenaris 1.5, 2.5 i 3.5 (tots amb cobertes inclinades) i com pels resultats del potencial del barri segons el Pla Parcial Urbanístic i cobertes tipus pla. Valors amb tendències al valor mínim quan només s'aprofita aigua de les teulades i especialment en el cas de teulades planes i teulades proposades pel Pla Parcial.

**Escenari B: RMB**

- El valor màxim assolit en aquest escenari és de 0,60 i correspon a l'Escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades) de forma paral·lela a l'Escenari A. Sitges.
- El valor mínim observat és de 0,13 el qual correspon a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenaris 3.2 (solament recollida de teulades dins la proposta del Pla Parcial) i 3.4 (teulades planes únicament).
- En resum es pot calcular una diferència entre resultats màxims i mínims de 0,47.

- La resta de resultats de la taula 7.14 mantenen una relació amb el descrit per l'Escenari A, malgrat tots els valors d'autosuficiència son inferiors al haver-hi una major demanda d'aigua en aquest escenari.

**Escenari C: ECO**

- En aquest cas, torna a ser aquest escenari és el que presenta els valors més aproximats a l'autosuficiència (1) del sistema o fins i tot superiors.
- El resultat amb major grau d'autosuficiència amb el valor de 1,72 es dona en l'escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades).
- El resultat amb menor grau d'autosuficiència presenta el valor de 0,36 i pertany a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenari 3.4 (teulades planes únicament).
- Per tant, la diferència entre el valor màxim i el mínim és notable d'1,36.
- Els valors obtinguts en aquest escenari denoten que principalment en el cas que reflexa l'escenari 2 d'un any humit, l'autosuficiència està gairebé assegurada. Respecte als altres escenaris, aplicant millores en les polítiques d'estalvi hídric aplicades es pot assolir a l'autosuficiència de l'àmbit d'estudi sense problemes.

**Demanda dels serveis:**

- **Piscines**
- **Equipaments**
- **Reg de zones lliures i espais verds**
- **Neteja de vials i voreres**

En la taula 7.15 es presenta la quantitat d'aigua demandada al barri en funció dels diferents escenaris d'oferta proposats per als serveis esmentats:

	<b>A) Escenari Sitges</b>	<b>B) Escenari RMB</b>	<b>C) Escenari ECO</b>
<b>TOTAL</b> (m <sup>3</sup> /any)	<b>69341</b>	<b>70979</b>	<b>46474</b>

**Taula 7.15:** Demanda potencial dels serveis Piscines, Equipaments, Zones lliures i espais verds i Neteja de vials i voreres que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda. (Font: Pròpia).

**Matriu d'autosuficiència del sistema en funció d'altres serveis (Piscines, Equipaments, Reg de zones verdes i Neteja de vials):**

Per últim, en la taula 7.16 es presenta la matriu d'autosuficiència del sistema realitzada a partir dels resultats anteriors d'oferta i demanda del barri:

**MATRIU D'AUTOSUFICIÈNCIA EN FUNCIO D'ALTRES SERVEIS**

	<b>A. Sitges</b>	<b>B. RMB</b>	<b>C. ECO</b>
<b>1.1 Potencial</b>	2,26	2,21	3,37
<b>1.2 Teulades</b>	1,14	1,12	1,71
<b>1.3 Cob. Planes</b>	2,19	2,14	3,27
<b>1.4 Planes teulades</b>	1,07	1,05	1,60
<b>1.5 Cob. Inclínades</b>	2,50	2,45	3,74
<b>1.6 Inc. Teulades</b>	1,50	1,46	2,24
<b>2.1 Potencial</b>	3,02	2,95	4,50
<b>2.2 Teulades</b>	1,52	1,49	2,27
<b>2.3 Cob. Planes</b>	3,02	2,95	4,50
<b>2.4 Planes teulades</b>	1,43	1,39	2,13
<b>2.5 Cob. Inclínades</b>	3,40	3,32	5,07
<b>2.6 Inc. Teulades</b>	1,81	1,77	2,70
<b>3.1 Potencial</b>	1,51	1,47	2,25
<b>3.2 Teulades</b>	0,76	0,74	1,14
<b>3.3 Cob. Planes</b>	1,51	1,47	2,25
<b>3.4 Planes teulades</b>	0,71	<b>0,70</b>	1,06
<b>3.5 Cob. Inclínades</b>	1,70	1,66	2,54
<b>3.6 Inc. Teulades</b>	0,90	0,88	1,35

**Taula 7.16:** Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua d'altres serveis amb una captació de pluvials d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits. (Font:

Pròpia).

Davant aquest supòsit es compleix l'autosuficiència per gairebé la totalitat dels resultats de la taula 7.16, a excepció d'alguns dels sub-escenaris corresponents a l'any sec (3.2, 3.4 i 3.6) que no cobreixen les necessitats de les demandes dels serveis proposats per Sitges (A) ni la RMB (B).

A més a més, els resultats observats també són proporcionalment majors als obtinguts en la taula 7.12 i 7.14 dotant al sistema d'una autosuficiència hídrica assegurada.

Cal mencionar, que per aquest anàlisi d'autosuficiència al igual que en el cas anterior, els càlculs s'han realitzat en base a la recollida proporcionada pel total de superfícies del barri i no només per les cobertes corresponents a aquests serveis.

#### *Escenari A:*     **Sitges**

- El màxim valor d'autosuficiència trobat és de 3,40 i correspon, de manera anàloga als resultats trobats en les altres matriu a l'escenari 2 (any humit) i el sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades). Aquest valor és superior en 2,86 unitats a l'obtingut en la taula 7.12.
- El valor menor resultant dels càlculs i reflectit en la taula anterior correspon a 0,71, observat en l'escenari 3 (any sec) i sub-escenari 3.4 (teulades planes). Aquest és un dels pocs casos on no s'arriba a aconseguir l'autosuficiència hídrica del barri. En aquest cas també s'observa un increment de 0,60 del pitjor dels resultats comparant les taules 7.12 amb 7.16.
- Per tant, es pot calcular que la diferència entre el major resultat i el menor és de 2,69.
- La resta de resultats presenten valors també força alts en relació amb els resultats de les matrius anteriors, sobrepasant en la gran majoria dels casos l'autosuficiència (1). Tanmateix, es manté la proporció en relació als diferent escenaris de oferta.

#### *Escenari B:*     **RMB**

- El valor màxim assolit en aquest escenari és de 3,32 i correspon a l'Escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades) de forma paral·lela a l'Escenari A. Sitges, malgrat un mica inferior.
- El valor mínim observat és de 0,70 el qual correspon a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenaris 3.2 (solament recollida de teulades dins la proposta del Pla Parcial) i 3.4 (teulades planes únicament).
- En resum es pot calcular una diferència entre resultats màxims i mínims de 2,62.



- La resta de resultats de la taula 7.16 mantenen una relació amb el descrit per l'Escenari A, malgrat tots els valors d'autosuficiència son inferiors al haver-hi una major demanda d'aigua en aquest escenari.

*Escenari C:*     **ECO**

- En aquest cas, aquest escenari és el que presenta un grau d'autosuficiència major que sobrepassa en contrast amb tots els seus sub-escenaris el mínim (1) necessari per a que es doni aquesta condició.
- El resultat amb major grau d'autosuficiència amb el valor de 5,07 es dona en l'escenari 2 (any humit) i sub-escenari 2.5 (cobertes inclinades).
- El resultat amb menor grau d'autosuficiència presenta el valor de 1,06 i pertany a l'escenari 3 (any sec) i sub-escenari 3.4 (teulades planes únicament).
- Per tant, la diferència entre el valor màxim i el mínim és molt gran, de 4,01 i depèn bàsicament de les variables modificades en l'escenari d'oferta.
- Els valors obtinguts en aquest escenari denoten que l'autosuficiència mitjançant mesures mínimes per la reducció de la demanda està assegurada per cobrir els serveis relatius als quals s'ha fet l'anàlisi.

### **Discussió dels resultats proporcionats per l'índex d'autosuficiència**

A la llum dels resultats obtinguts en les taules 7.12, 7.14 i 7.16 i en funció de les diferents alternatives de gestió i recollida pluvials per una banda i de consum per l'altra, aquest índex ens proporciona una estimació de la capacitat del barri per autoabastir-se a partir de recursos endògens locals propis.

Els resultats mostren que l'escenari ECO sempre serà preferent a l'escenari Sitges, i aquest a la seva vegada a l'escenari RMB, en base a augmentar l'autosuficiència hídrica del sistema.

S'ha observat per tant que l'autosuficiència és possible, i es dona en major grau en escenaris tipus ECO on la demanda del sector es veu reduïda mitjançant diverses polítiques de gestió hídrica proposades.

A més a més, s'ha constatat la eficiència que un disseny arquitectònic o diferents tipus d'infraestructures poden presentar en la recollida d'aigües pluvials a escala edifici i/o barri.

D'altra banda, la sostenibilitat de la proposta va més enllà de la captació de pluvials. Precisament la direcció que han de prendre les polítiques implementades en La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda o altres zones urbanes amb carències hídriques similars a les de Sitges és la optimització de l'eficiència en l'ús de l'aigua.

Principalment la incidència d'un consum en major o menor grau sostenible amb l'entorn condiona en gran mesura els nivells d'autosuficiència del propi sistema. Per aquest motiu, és necessària una consciència social i política major davant el repte hídric actual per tal d'incentivar un tipus de demanda menys abusiva amb els recursos.

Per aquest motiu, és necessari un canvi de mentalitat en la gestió d'una societat consumidora-subministradora a una altra consumidora-subministradora. Per realitzar aquesta aproximació en la correcta gestió dels recursos hídrics urbans és necessària la implementació d'estratègies de gestió i actuacions socials de la mà de la innovació tecnològica.

L'oportunitat proporcionada pel planejament realitzat del present barri objecte d'estudi està relacionada amb la distribució dispersa del teixit urbà. Aquest tipus d'ordenació proporciona uns avantatges importants en contrast amb l'orbe compacta, principalment per l'increment en l'extensió de superfície potencial per a la recollida d'aigua, condicionant una situació òptima per a l'aprofitament del recurs.

En addició, en base als resultats que presenta aquest estudi on els excedents hídrics en escenaris de consum responsable són positius, els beneficis de la implementació d'equipaments d'aprofitament de pluvials doten el barri amb un sistema de prevenció davant precipitacions torrencials i inundacions, recollint aquesta aigua sobrant. Aquesta mesura és especialment rellevant en una situació climatològica com la de Sitges.

Al tractar-se d'una proposta ambiciosa d'utilització exhaustiva dels recursos locals mitjançant l'aprofitament del potencial hídric intern del barri, cal no desvincular el sistema de la xarxa d'abastament d'aigua potable. Aquesta es caracteritza per una gran flexibilitat en suplir pics de demanda i es presenta com una font hídrica de reserva en les èpoques de sequera o davant imprevistos del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials.

A més a més, aquesta proposta d'autosuficiència compren la reutilització d'aigua que avui en dia és considerada com a residual, integrant-la dins el cicle hídric urbà.

En vista de la discriminació actual que es realitza d'aquest recurs totalment desaprofitat, administrant aigua potable a usos que es poden satisfer amb aigua de menor qualitat, aquesta proposta integra en el món urbà la reutilització d'aigua de pluja, els beneficis econòmics, socials i ambientals de la qual són evidents en un proper futur. Fins i tot s'ha constatat que es pot concebre l'obtenció d'aigua de pluja d'una qualitat major mitjançant una recollida selectiva de cobertes no transitades, o bé millorar-la utilitzant uns mínims tractaments de filtració en el mateix dipòsit de recollida.

D'altra banda, la sostenibilitat és una característica dinàmica d'un sistema, i per aquest motiu ha d'ésser avaluada de continu. La seva flexibilitat dins un sistema urbà afectarà al posterior desenvolupament en aquesta línia, convenint readaptacions al llarg del temps que requereixin la completa integració del cicle hídric en l'ordenament i gestió urbana.

## 8. CONCLUSIONS

S'ha constatat que el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda pot arribar a assolir un cert grau d'autosuficiència hídrica mitjançant tècniques d'estalvi i altres mesures per augmentar l'ecoeficiència dels sistemes d'aigües pluvials fins arribar al 90%. Aquest resultat, conformen les principals conclusions extretes de la realització d'aquest estudi.

### Conclusions generals

En base al planejament actual previst pel Pla Parcial urbanístic del barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, no és possible d'assolir total autosuficiència hídrica. Això ve principalment condicionat per un règim pluviomètric baix de 600mm mitjans anuals, i un elevat consum de recursos segons les previsions del pla. Els valors d'autosuficiència hídrica són del 36%.

L'aplicació de mesures i estratègies de gestió hídrica com les proposades en l'escenari ECO aconseguixen una reducció de la dependència dels recursos procedents de la xarxa d'abastament del barri en més d'un 66%. Aquesta estratègia assegura els beneficis que suposa l'autogestió i independència hídrica al barri sense desvincular-lo de la flexibilitat de la xarxa potable.

En el barri pilot, integrant mesures per disminuir la demanda d'aigua com l'aprofitament d'aigües pluvials i la reutilització d'aigües grises, millores en la eficiència del reg, la utilització de vegetació de baixa demanda hídrica, o la reducció del consum de les piscines entre d'altres, es pot assolir l'autosuficiència amb un valor del 90%. Segons els supòsits de l'escenari ECO que és el que proporciona el valor d'autosuficiència més elevat, mitjançant un consum responsable es pot doncs reduir la dependència hídrica del barri de xarxa d'aigua potable gairebé en la seva totalitat. Dins el context actual que presenta Sitges, aquesta alternativa beneficiaria el barri d'una banda el dotant-lo d'una imatge pública favorable al desenvolupament sostenible, i reduint també la despesa pública en infraestructures de transport i tractament de l'aigua.

## **Metodologia**

S'ha verificat la metodologia utilitzada en l'anàlisi de recursos pluvials de forma positiva en el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda, essent aplicable en altres projectes que avaluïn diferents aspectes quantitius i qualitius dels recursos de pluja en un altre barri de Sitges, o fins i tot una altra població.

S'han observat dificultats tècniques en la instal·lació d'equips i la recollida de les mostres d'aigua de pluja en edificis i en la xarxa per poder realitzar una anàlisi detallada de la seva qualitat del barri objecte d'estudi. Per aquest motiu és necessari continuar els estudis en aquest àmbit.

S'ha constatat l'indicador d'autosuficiència com a eina capaç d'expressar el potencial d'una àrea d'autosatisfer les seves necessitats hídriques integrant la captació d'aigua de pluja en un sistema tancat, de manera sintètica i entenedora.

## **Recursos hídrics locals.**

### **Oferta d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda de Sitges**

S'ha observat que la major extensió de captació d'aigua és la zona verda tant pública com privada del barri, que suposa més d'un 60% de la totalitat de superfícies. D'aquesta, una gran extensió correspon a zona verda en estat natural (15 ha) amb un baix requeriment de reg que representa el 20% del sistema d'estudi.

Mitjançant l'índex de pavimentació, s'ha constatat que la zona impermeabilitzada que ha de permetre i assegurar la recollida de l'aigua de pluja és d'un 40% del total. Aquest resultat limita el volum d'aigües pluvials captat malgrat tractar-se d'una urbanització de teixit dispers.

Un aspecte que pot facilitar l'aprofitament de la recollida de pluvials en la zona impermeabilitzada és que més del 50% de la superfície de captació pertany a edificacions de gestió pública. Això pot facilitar la gestió i aprofitament d'aquestes aigües pluvials del barri i proporcionar el 45% de l'aigua d'alta qualitat capaç d'ésser recollida al barri. Aquesta, previ tractament biològic, pot estar destinada a abastir de forma no complexa les necessitats dels

serveis públics de reg de jardins, neteja de vials, neteja d'exteriors i/o als mateixos equipaments.

Un dels aspectes que afecta la menor quantitat d'aigua recollida en l'escenari proposat pel Pla Parcial Urbanístic és deguda a l'emplaçament de cobertes planes en un 19% de les cobertures proposades. Aquest tipus de superfícies presenten coeficients d'escolament de 0,75, menors als de les cobertes inclinades de 0,95, i per tant són menys eficients en la recollida de pluvials.

S'observa un major grau de captació de l'aigua de pluja d'entre un 11 i un 13%, independentment del règim pluviomètric existent, en l'escenari que contempla un canvi de disseny de les cobertes planes a inclinades. Aquesta modificació urbanística representa entre 13.300 i 26.600 m<sup>3</sup>/any més de captació respecte a la proposta realitzada pel Pla Parcial del barri.

En base únicament a la captació d'aigua d'alta qualitat de teulades d'edificacions es disminueix també l'aprofitament. Però considerar el interès de la proposta si no es disposen de suficients recursos econòmics per a possibilitar una captació generalitzada de tot el barri, doncs es tracta d'un primer pas cap a l'autosuficiència (del 20% de la capacitat d'autoabastiment).

### **Demanda d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda de Sitges**

L'escenari de la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) és el que comporta una major consum d'aigua en un 30% i un 118% superior als escenaris Pla Parcial (A) i ECO (C) respectivament.

S'observa un valor baix de la demanda considerat en l'escenari del Pla Parcial Urbanístic que contrasta amb un altre estudi realitzat el qual indicava que el municipi de Sitges era un dels majors consumidors d'aigua per càpita de tota la RMB al estar conformat d'una urbanització dispersa en que més de la meitat de residències presenten piscines (Vidal, 2007). Una possible interpretació és que els valors obtinguts per part de les entitats públiques amb els que s'han realitzat es càlculs de l'escenari del planejament de Sitges han considerat que un nombre important d'habitatges són segones residències.

### **Subsistema habitatge amb la demanda**

S'ha observat un consum més elevat per part de les edificacions plurifamiliars de gairebé el 50% de la demanda hídrica del barri per als escenaris que més aigua requereixen, el escenari del Pla Parcial de Sitges i l'escenari RMB.

En la determinació dels requeriments de la demanda d'aigua potable i no potable del barri s'ha observat que un 90% del total de la demanda del barri d'aquestes necessitats es poden cobrir amb aigua no potable, la qual cosa facilita l'aplicació dels recursos pluvials amb un tractament simple, en funció de les dades preliminars de la qualitat d'aquestes aigües.

### **Autosuficiència hídrica del sistema**

L'assoliment de l'autosuficiència total del sistema no és possible en base al planejament actual del barri. Es pot arribar a autosuficiència d'entre el 12% i el 54% en funció d'un any amb règim pluviomètric baix o alt i de l'eficiència de la captació realitzada.

Es pot assolir una autosuficiència del 90% mitjançant un escenari ECO que adequi els consums a la realitat del règim pluviomètric de Sitges i l'actual situació d'escassetat a nivell de tota la península.

Integrant en el planejament un requeriment de disseny d'edificis amb una tipologia de cobertes de disseny inclinat facilitaria l'augment del volum de captació d'aigua pluvial que en anys de pluviometria elevada (800mm) podria arribar a ser d'un 60 a 172% autosuficient, en funció de les característiques de la demanda.

S'ha constatat que es poden garantir completament les demandes d'aigua d'un conjunt de serveis (reg d'espais públics, equipaments, neteja de zones verdes i piscines) mitjançant la captació d'aigua de pluja del barri en el pitjor escenari.

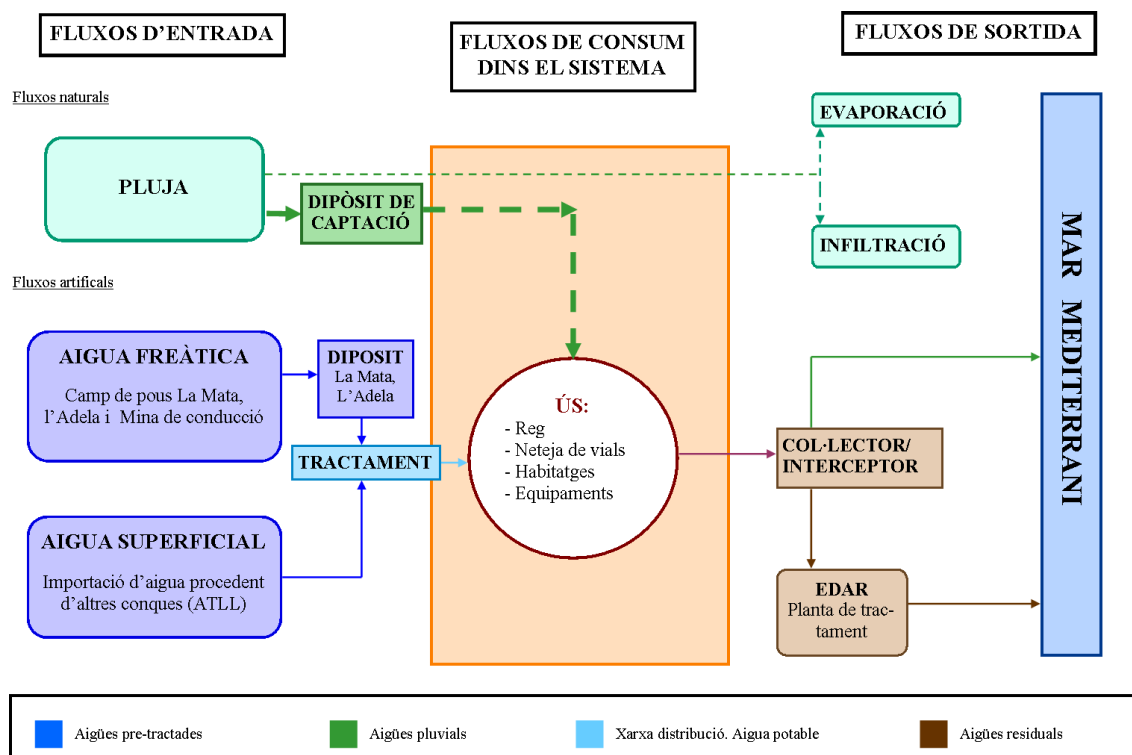
L'escenari ECO és el que presenta els millors resultats en comparació amb el del Pla Parcial de Sitges, i aquest al proposat per la RMB des del punt de mira de la demanda per tal d'aproximar el sistema a l'autosuficiència.

## 9. PROPOSTES DE FUTUR

En base a les conclusions extretes en l'estudi de l'autosuficiència hídrica del barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, l'ampliació de l'anàlisi dels diferents vectors socials, econòmics i ambientals així com la implementació de nous paràmetres i propostes pot afavorir la correcta definició del caràcter autosuficient del barri en major detall.

### 9.1 Estudiar diferents models de gestió d'aigua de pluja a escala barri mitjançant eines d'anàlisi ambiental i energètic com l'ACV i econòmiques, per analitzar l'eficiència de cascuna

- Cal estudiar en futurs estudis com integrar dins el sistema els recursos d'aigua de pluja per tal de disminuir el volum d'aigua provinent d'aqüífers i cursos superficials (figura 9.1) amb el menor consum de recursos, energies i impacte global associat a aquestes noves infraestructures, aplicant eines com l'Anàlisi del cicle de vida (ACV).

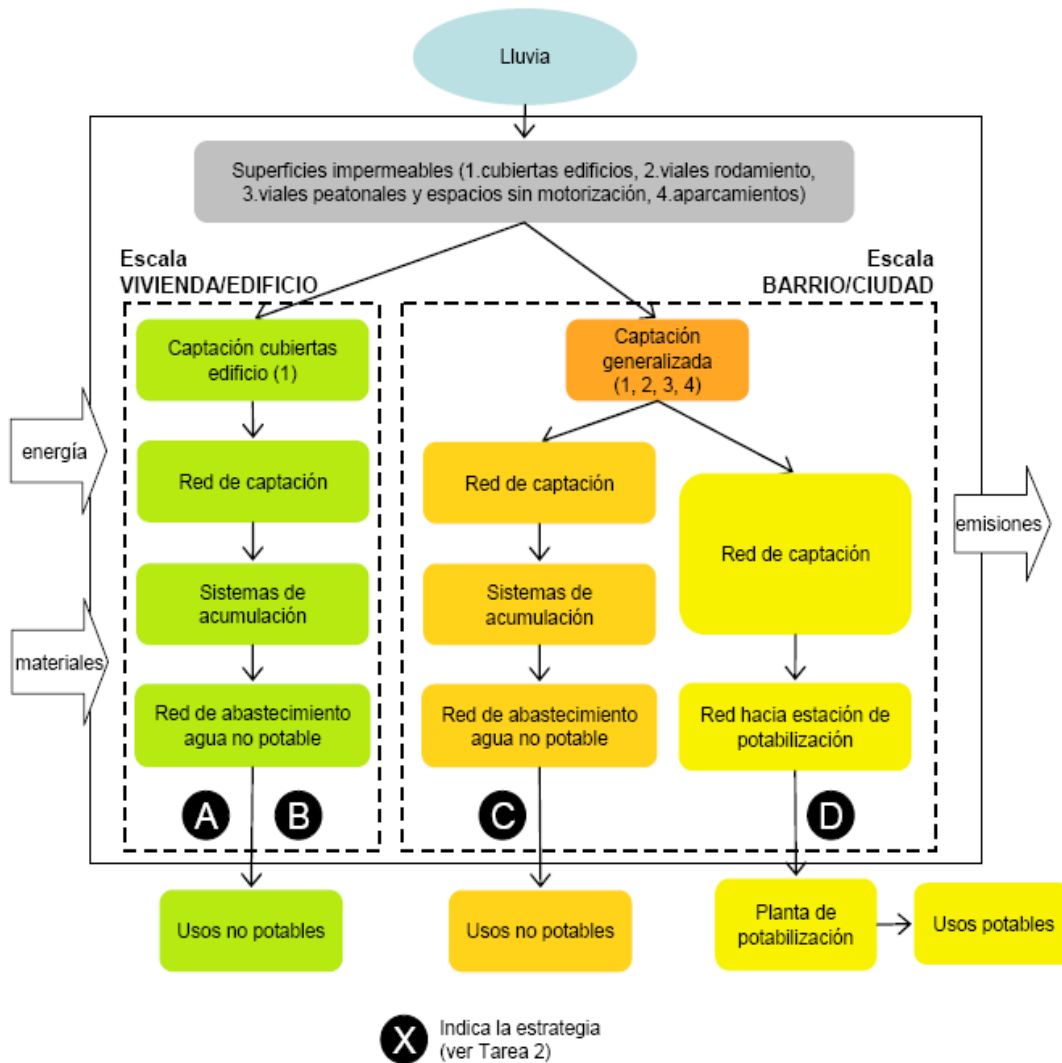


**Figura 9.1:** Diagrama del flux hidrològic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda integrant la gestió d'aigües pluvials. (Font: Pròpia)



Aquesta proposta pot ser duta a terme mitjançant diferents tipus d'infraestructures en funció de l'escala d'aprofitament del recurs que es vulgui implantar en el barri. Així, a escala local obtenim 3 propostes de gestió diferents reflectides en la figura 9.2.

Per tal de portar-les a terme aquestes anàlisis serà necessària la integració completa de criteris ambientals, socials i econòmics.



**Figura 9.2:** Diagrama de les diferents alternatives d'aprofitament d'aigües pluvials en funció de l'escala local o regional escollida. (Font: *Análisis ambiental del aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas. PluviSost*).

### Escala habitatge/edifici

- La primera d'elles ve referida a l'aprofitament de les aigües pluvials captades en un mateix edifici mitjançant un cicle tancat de reutilització del recurs (veure Figura 9.2).

A la pràctica es necessitaria la instal·lació d'uns equipaments de captació de pluvials que realitzessin la recollida i conducció de l'aigua fins un dipòsit d'emmagatzematge. Aquest darrer, caldria estudiar el dimensionament apropiat des del punt de vista d'impactes ambientals i costos per tal de fer-lo més ecoeficient.

- Una proposta inicial seria que l'aigua recollida s'apliqués com a recurs hídric domèstic no potable per cobrir les necessitats que poguessin adoptar aigua d'aquesta qualitat (dutxa, neteja de vaixelles, rentadora, inodors, neteja d'interiors i exteriors, reg del jardí i piscina).
- També es proposa com a estratègia interessant l'aprofitament de l'energia potencial de l'aigua emmagatzemada en dipòsits pluvials situats sota les cobertes de captació per tal de distribuir per gravetat l'aigua entre els habitatges de l'edifici o entre edificis.

#### **Escala barri**

- L'aigua captada a partir de les cobertes de cadascun dels edificis està destinada al seu emmagatzematge dins un dipòsit de barri de majors dimensions a partir del qual es subministra l'aigua necessària per els diferents usos no potables de cadascun dels habitatges (veure Figura 9.2).

Cal fer un estudi acurat del dimensionament d'aquest dipòsit mitjançant criteris ambientals, energètics i econòmics, perquè d'una banda pugui recollir l'aigua de períodes d'intensa precipitació, i de l'altra proporcioni l'aigua requerida (d'acord amb les limitacions que presenten aquests sistemes) als diferents serveis.

#### **Dipòsits en funció del impacte de les infraestructures**

- Cal estudiar altres alternatives complementàries d'instal·lació de tres dipòsits menors que proporcionin aigua als tres grans districtes en que es subdivideix La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda. Aquesta anàlisi s'ha de conduir mitjançant un ACV simplificat per tal de determinar el major o menor impacte d'aquesta proposta.

#### **Dipòsits en funció de la qualitat de l'aigua**

- Estudiar el disseny, nombre i dimensions dels dipòsits en funció de la qualitat de l'aigua captada.

- Estudiar la possibilitat d'instal·lar dipòsits en funció de la recollida d'aigua d'alta i mitjana qualitat, desestimant l'aigua que proporcionen els accessos rodats que és la que presenta majors continguts de contaminants i sòlids dissolts (Göbel, 2006). El destí d'aquesta aigua podria suplir les necessitats de determinats serveis públics (equipaments, neteja de vials i reg d'espais verds públics) per tal d'adaptar el sistema a la disposició hídrica potencial calculada.

### **Escala ciutat**

- Donada la captació d'aigua a una escala major, els fluxos d'aigües pluvials són de major magnitud i es planteja l'enviament de l'aigua pluvial captada cap a una planta de potabilització i tractament abans de ser subministrada als diferents serveis. Un cop potabilitzada, aquesta aigua seria perfectament apta tant pel consum humà com per abastir la resta de la demanda.

Caldria estudiar amb detall el cost i necessitat de realitzar aquest tractament i de les infraestructures associades per tal de constatar la viabilitat de la proposta.

- Es podria estudiar i comparar la viabilitat econòmica d'aquesta proposta a escala edifici.

### **Estudiar la integració en el planejament dels fluxos d'aigües grises i pluvials**

- Integració de les aigües grises al sistema. Aquest aprofitament agregat a la recollida d'aigües pluvials pot afavorir l'autosuficiència hídrica del barri a l'hora que permet reduir la demanda d'aigua en determinats usos i serveis. Els sistemes d'aprofitament d'aigües grises permeten realitzar una reducció de la demanda domèstica dins l'habitatge de fins un 30%, aprofitant l'aigua de les dutxes i inodors o d'altres usos. Si es veuen complimentades amb polítiques d'estalvi d'aigua adients, les probabilitats d'èxit aniran en augment.
- En funció de la capacitat (volum) del sistema d'emmagatzematge d'aigües grises i dels hàbits de consum, caldrà analitzar la viabilitat de l'aprofitament d'aigües grises a escala habitatge o escala edifici:  
Treballar a escala edifici permetrà uns majors rendiments en l'aprofitament (optimització de la funció oferta-demanda d'aigua) però requerirà l'existència d'un gestor, d'una infraestructura de major envergadura (instal·lació d'unes canonades

independents per a recol·lectar l'aigua de les dutxes, que conduiran l'aigua a tractar fins a arribar a uns dipòsits, on es porta a terme un tractament de depuració i d'altra banda, les canonades que duren l'aigua tractada cap a les cisternes del vàter) i de més despeses de bombament.

En canvi, els sistemes a nivell d'habitatge són més senzills ja que redueixen la infraestructura i els costos d'operació. No obstant, el sistemes de depuració són menys eficaços i el rendiment de la instal·lació és molt menor.

- L'estudi en els aspectes qualitius per realitzar una anàlisi més adequada a la satisfacció dels requeriments hídrics del barri en funció de les diferents qualitats de l'aigua recol·lectada en els subsistemes d'estudi.

## **9.2 Estudis qualitius de l'aigua de pluja i estudis per la optimització de l'eficiència i repercussió ambiental i econòmica dels sistemes de recollida de pluvials**

- Donar continuïtat a l'estudi en els aspectes qualitius per realitzar una anàlisi més adequada a la satisfacció dels requeriments hídrics del barri en funció de les diferents qualitats de l'aigua recol·lectada en els subsistemes d'estudi.

### **Estudis de captació d'aigua en funció de la inclinació, tipus de materials i color de la coberta**

- Valoració i contrast de diferents tipologies i dissenys de cobertes realitzades amb diferents materials, inclinacions i colors per facilitar la maximització de l'autosuficiència hídrica del barri.
- Estudiar l'exclusió de la recollida d'aigua pluvial procedent dels vials del sistema. Tal com s'ha vist anteriorment en els resultats, aquestes cobertes proporcionen un volum d'aigua poc representatiu en relació a l'extensió de les altres cobertes, del 11% de la superfície total. L'aigua captada presenta una qualitat molt baixa de per se segons altres estudis realitzats (Göbel, 2006), amb conductivitats superiors als 450 $\mu$ S/cm, TSS majors a 150mg/l, i concentracions de Zn i Pb de més de 400 i 150 $\mu$ g/l, la qual cosa limita la seva utilització a usos i serveis de baixa demanda.

- Estudiar l'efecte del rentat de cobertes (first flush) per tal de separar els primers litres d'aigua de pluja i millorar així la qualitat de l'aigua pluvial captada.
- Estudiar en detall la instal·lació de panells solars de forma indirecta per tal d'augmentar la captació d'aigua de la pluja assimilant el seu disseny al d'una coberta inclinada, alhora que es realitza un aprofitament in situ d'un recurs renovable disminuint la seva demanda externa.
- Cal estudiar els avantatges de regulació de les cobertes de tipus pla, encara que la captació sigui menor, ja que poden reduir un intens i ràpid escolament superficial en cas de no ser aprofitades per a la captació d'aigües pluvials. D'aquesta forma, s'aconseguiria un major control del cicle hídric, reduint en certa mesura les possibles inundacions i riudes torrencials, característiques d'un règim climàtic mediterrani com el de Sitges.
- Estudiar la possibilitat d'excloure o no la recollida d'aigua pluvial procedent dels vials del sistema. Tal com s'ha vist anteriorment en els resultats, aquestes cobertes proporcionen un volum d'aigua poc representatiu en relació a l'extensió de les altres cobertes. A més, l'aigua captada presenta una qualitat molt baixa (Göbel, 2006).

#### **Estudiar el consum real dels diferents tipus d'habitatges a Sitges**

- Per a verificar les dades utilitzades per al càlcul de la demanda potencial en els diferents escenaris, es proposa realitzar un treball de camp per la recollida de dades més detallades de consums locals (p.e. cadascun dels equipaments del barri) per a una anàlisi més acurada del sistema.

#### **Estudiar les pèrdues d'alta i baixa en aquest sistema**

- Estudiar les pèrdues en alta i baixa del sistema. La necessitat futura de valorar aquestes pèrdues rau en la seva importància en la recàrrega d'aqüífers i aigües subterrànies. Així, en funció del grau de pavimentació que la zona d'estudi presenti i la eficiència dels sistemes d'instal·lació i distribució tindran una afecció major o menor al sistema.
- Estudiar les repercussions positives d'aquestes pèrdues en la recàrrega d'aqüífers i aigües subterrànies.

### **Estudiar accions a integrar al planejament per afavorir un escenari ECO**

- La principal alternativa per tal d'afavorir l'autosuficiència del barri està associada a l'escenari ECO. Es tracta d'avaluar els aspectes socials analitzant l'afecció de diferents graus de consums més o menys responsables i incidència de determinades polítiques d'utilització sostenible dels recursos sobre l'autosuficiència hídrica del barri.

### **Estudi de les repercussions econòmiques associades a l'aprofitament de l'aigua de pluja.**

#### **Ecoeficiència**

- Cal realitzar una valoració econòmica d'aquestes instal·lacions d'aprofitament de l'aigua de pluja en els diferents escenaris.
- Els resultats d'aquesta recerca d'anàlisi inversió – benefici conjuntament amb les necessitats hídriques que presenta el municipi poden ajudar a la presa de decisions de les entitats públiques i privades cap a polítiques d'aprofitament hídric dels recursos locals.

### **Estudis de les repercussions ambientals globals associades a l'aprofitament dels recursos de pluja a diferents escales en un barri.**

- Realització d'estudis d'impacte ambiental i d'Anàlisi del Cicle de Vida (ACV) dels materials i les infraestructures necessàries per dur a terme les diferents propostes de gestió.

### **Estudi de la sostenibilitat de l'aprofitament de l'aigua de pluja**

- Aquests projectes han d'anar íntimament lligats amb les valoracions econòmiques i ambientals dels apartats anteriors i complementades per una anàlisi de l'acceptació social d'aquest aprofitament.

### **Estudi ambiental de l'aprofitament d'aigua de pluja en front la connexió a la xarxa convencional**

- Avaluació d'impacte ambiental de les activitats d'importació i tractament de l'aigua per tal de realitzar un contrast amb els beneficis de l'aprofitament local de l'aigua.

Donat que s'ha observat que només un 10% dels requeriments del barri requereixen aigua potable, utilitzar sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials i/o grises ajuda a disminuir la demanda hídrica del barri, alhora que requereixen tractaments menors i aplicables in situ.

A més a més, l'avaluació de la internalització de les externalitats del sistema permetrà identificar els beneficis d'aquesta proposta vers els danys provocats per les freqüents inundacions i pluges torrencials que presenta el municipi de Sitges.

### **9.3 Seguiment i control de la quantitat i qualitat d'aigua mitjançant el registre de l'aigua captada de la zona i la qualitat d'aquest en els diferents subsistemes durant un any**

- Continuar amb el seguiment i monitoreig iniciat en el present estudi de la qualitat de les aigües pluvials que presenta el barri. L'objectiu és assolir un major coneixement detallat de la incidència del grau de qualitat, la tipologia de cobertes i la pluviometria per tal d'afavorir l'autosuficiència.

Els equips de recollida de mostres en edificis ja s'han realitzat i només cal integrar els equips de captació en el col·lector de pluvials.

- Ampliar la informació sobre la periodicitat i intensitat de la pluja, concretament al barri objecte d'estudi. Aquest seguiment es pot realitzar mitjançant un monitoreig amb lignímetres i altres instruments de mesura pluviomètrica d'alta fiabilitat.

Els resultats d'aquestes proves experimentals han de permetre una comparació més detallada entre l'oferta i la demanda presents al barri per tal d'ajustar la gestió d'aquests sistemes autosuficients a les característiques socials, econòmiques i ambientals de l'àmbit d'estudi.

## BIBLIOGRAFIA

### Articles i publicacions

Agència Catalana de l'Aigua. Comissió de gestió de la Sequera (2007) *Informe de seguiment la sequera*.

Ajuntament de Sitges. Mileto Consultors Urbanistes, S.L. (Febrer 2009) *Pla Parcial Urbanístic del sector urbanitzable PP1 La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda al municipi de Sitges*. Sitges.

Ajuntament de Sitges. Àrea de Territori i Medi ambient (2006) *Ordenança municipal sobre els criteris d'ecoeficiència energètica i mesures d'estalvi i ús racional de l'aigua en els edificis del municipi de Sitges*. Sitges

Ajuntament de Sant Cugat (Setembre 2002) *Ordenança Municipal per a l'Estalvi d'Aigua*. Sant Cugat.

Barcelona Regional & ICTA (2009) *Pla director urbanístic de l'àrea residencial estratègica del Barcelonès a l'àmbit de Barcelona pel quadrienni 2008-2011*. ARE de Vallbona.

Diputació de Barcelona. Xarxa de municipis (2005) *Ordenança Tipus sobre l'Estalvi d'Aigua, Grup de Treball Nova Cultura de l'Aigua de la Xarxa de Ciutats i Pobles cap a la Sostenibilitat*. Barcelona.

Domene, E. & Saurí, D. (2006) *Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona*.

European Parliament (Fontaine, N.) & Council of the European Union (Glavany, J.) (2000) *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*.

Farreny, R.; Rieradevall, J.; Barbassa, A.P.; Teixeira, B.; Gabarrell, X. (2008) *Water Intensity and Potential Water Self-Sufficiency Indicators Applied to the Retail Park Service Sector*.

Fewkes, A. (2000) *Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalised approach*. Urban Water 1(4):323-333

Foley, B. A. & Daniell, T. M. (2004) *The role of WSUD in improving the sustainability of urban developments*.



Frangkou, M.C.; Vicent, T.; Gabarrell, X. (?) *Regional Water Flow accounting and a new indicator as tools for sustainable water use assessment in urban regions*

Gabarrell, X. (?) *Análisis ambiental del aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas (PluviSost)*.

Gabarrell, X.; Rieradevall, J.; Vicent, T.; Villalba, G.; Farreny, R.; Frankgou, M.; Oliver, J.; Sendra, C.; Borrós, M.; García, R. (2007) *Indicadores urbanos de autosuficiencia ambiental para agua, residuos, energía y materiales*.

Generalitat de Catalunya. Departament d'interiors (?) *INUNCAT: Pla especial d'emergències per inundacions*

Gleick, P.H. (1992) *Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs*. Vol. 21, Num. 2.

Göbel, P.; Dierkes, C.; Coldewey, W.G. (2006) *Storm water runoff concentration matrix for urban areas*.

Herrmann T, Schmida U (2000) *Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects*. Urban Water 1(4):307-316

Huguet, J.L. (2007) *El agua en la Bioconstrucción, pluviales y grises*. Centre de Documentació de l'Aigua. Barcelona.

IDESCAT (2003) *Estadístiques poblacionals al municipi de Sitges, Barcelona*.

Kim, R. H.; Lee, S.; Kim, Y. M.; Lee, J. H.; Kim, S. K.; Kim, J. G. (2005a) *Pollutants in rainwater runoff in Korea: their impacts on rainwater utilization*. Environ Technol 26:411-420.

Kim, R.H.; Lee, S.; Lee, J. H.; Kim, Y.; Suh, J. Y. (2005b) *Developing technologies for rainwater utilization in urbanized area*. Environ Technol 26:401-410

Murase, M. (1999) *Creating a rainwater utilisation based society for sustainable development. Proceedings of the International Symposium on Efficient Water Use in Urban Areas*, pp. 107-120

Nolde, E. (2006) *Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces*.

Núñez, M.; Boada, M.; Rieradevall, J.; Gómez, F.J. (2004) *Diagnosi ambiental del Parc de Montjuïc*. Barcelona- UAB.

Pachauri, R. K. (2008) *El cambio climático y el agua*. Documento técnico VI del IPCC.

Saurí, D. (2006) *Mirada local - Els usos de l'aigua a Catalunya*. Medi Ambient. La gestió integrada de l'aigua (num. 36).

Singh, V.P. (1992) *Elementary hidrology*. Chapter 18: Estimacion of Peak Discharge.

Tjallingii, S.P. (1995) *Ecopolis*. Chpt.2. Guiding models for chains.

United Cities and Local Governments for Sustainability (2009) *Istanbul Water Consensus. 5th World Water Forum*.

van Roon, M. (2007) *Water localisation and reclamation: Steps towards low impact urban design and development*. J Environ Manag 83(4):437-447

Vidal, M. (2007) *Urbanització dispersa i nous usos de l'aigua: el cas de les piscines de la RMB*.

Villarreal, E. L.; Dixon, A. (2005) *Analysis of a rainwater collection system for 543 domestic water supply in Ringdansen, Norrkoping, Sweden*. Build Environ 40(9):1174-1184

Zhu, K.; Zhang, L.; Hart, W.; Liu, M.; Chen, H. (2004) *Quality issues in harvested rainwater in arid and semiarid Loess Plateau of northern China*. J Arid Environ 57(4):487-505

### **Adreces d'Internet**

**Agència Catalana de l'Aigua**

[www.gencat.net/aca](http://www.gencat.net/aca)

**Ajuntament de Sitges**

[www.sitges.cat](http://www.sitges.cat)

**Atles Climàtic de Catalunya**

<http://magno.uab.es/atles-climatic>

**Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya**

[www.gencat.es/mediamb](http://www.gencat.es/mediamb)

**Diputació de Barcelona**

[www.diba.es](http://www.diba.es)

**Grup d'Investigadors de Les Roquetes del Garraf**

[www.lesroquetes.com](http://www.lesroquetes.com)

**Greg.net. Meteorologia i climatologia a Sitges**

[www.grec.net](http://www.grec.net)

**Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT)**

[www.idescat.cat](http://www.idescat.cat)

**LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd**

<http://www.lmnoeng.com/Hydrology/rational.htm>

<http://water.me.vccs.edu/courses/CIV246/table2.htm>

**Servei Meteorològic de Catalunya**

[www.metocat.cat](http://www.metocat.cat)

**Servei de Medi Ambient. Ajuntament de Sitges**

<http://www.dalia.grupouni2.com/mediambient.htm>

**Sitges model XXI**

[www.sitgesmodelxxi.cat](http://www.sitgesmodelxxi.cat)

**Carlesmiret.cat. Meteorologia de St. Pere de Ribes**

[www.carlesmiret.cat/](http://www.carlesmiret.cat/)

## ACRÒNIMS

- ACA	Agència Catalana de l'Aigua
- ACV	Anàlisi del cicle de vida
- ATLL	Aigües Ter-Llobregat
- °C	Graus centígrads
- Cm	Centímetre
- CIC	Conques internes de Catalunya
- COWAMA	Coastal Water Management
- DBO	Demanda Biològica d'Oxígen
- EC	Conductivitat elèctrica
- EDAR	Estació depuradora d'aigües residuals
- ICTA	Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental
- IDESCAT	Institut d'Estadística de Catalunya
- ha	Hectàrea
- hab	Habitant
- hm <sup>3</sup>	Hectòmetre cúbic
- ICTA	Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals
- IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
- Km <sup>2</sup>	Kilòmetres quadrats
- l	Litre
- lpd	Litres per persona i dia
- m <sup>2</sup>	Metre quadrat
- m <sup>3</sup>	Metre cúbic
- mg	Mil·ligram
- µg	Microgram
- µS	MicroSiemens
- mm	Mil·límetre
- OMS	Organització Mundial de la Salut
- PAA	Potencial d'Autosuficiència d'Aigua
- PAH	Hidrocarburs poli-aromàtics
- PP	Pla parcial urbanístic

- POUM Pla d'ordenació urbanística municipal
- PWSS Potencial Water Self-Sufficiency
- RC Coeficient d'escolament (Runoff Coefficient)
- RMB Regió Metropolitana de Barcelona
- SIG Sistemes d'Informació Geogràfica
- TSS Total de sòlids dissolts
- UAB Universitat Autònoma de Barcelona
- UE Unió Europea
- WDF Water Framework Directive

## ÍNDEX DE FIGURES I TAULES

### Figures

<b>Figura 2.1:</b> Diagrama del flux hidrogràfic a la localitat de Sitges mitjançant una xarxa unitària d'aigües	12
<b>Figura 2.2:</b> Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda actual	13
<b>Figura 3.1:</b> Mapa regional i local de la situació de la Plana Oest a Catalunya i al municipi de Sitges	15
<b>Figura 3.2:</b> Topogràfic i ortofotomapa a escala 1:5000 on es delimita La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda, Sitges	16
<b>Figura 3.3:</b> Atlas climàtic. Pluviometria del Garraf. <i>(Font: Informe Ambiental del Pla Parcial Urbanístic de La Plana Oest – Sta. Bàrbara – Vallpineda al municipi de Sitges)</i>	17
<b>Figura 3.4:</b> Diagrama ombrotèrmic de Gausсен: temperatura mitjana i precipitació. Període 2000 - 2006. Dades Observatori Meteorològic de St. Pere de Ribes	18
<b>Figura 3.5:</b> Mapa del planejament urbanística del barri La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda	21
<b>Figura 3.6:</b> Fotografies del sistema de gestió hídric a Sitges. Esquerra: sortida de la canonada d'aigües pluvials; Dreta: pedestals situats als vials del casc antic per permetre el desplaçament dels vianants durant períodes de pluja	22
<b>Figura 6.1:</b> Diagrama metodològic general per a la determinació del potencial d'autosuficiència de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	27
<b>Figura 6.2:</b> Equipaments de recollida d'aigües pluvials a escala edifici vers diferents alternatives d'aprofitament d'aigües pluvials en funció de l'escala local o regional Escollida	42
<b>Figura 7.1:</b> Fracció sobre el total de les diferents tipologies de cobertes de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	49
<b>Figura 7.2:</b> Índex d'impermeabilització del sòl de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	52
<b>Figura 7.3:</b> Distribució de les diferents superfícies de captació segons rangs de qualitats per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	62
<b>Figura 7.4:</b> Distribució de la demanda en base a l'Escenari A: Sitges i en funció dels usos a que es destina l'aigua	67

<b>Figura 7.5:</b> Distribució de la demanda en base a l'Escenari B: RMB i en funció dels usos a que es destina	70
<b>Figura 7.6:</b> Distribució de la demanda en base a l'Escenari C: ECO i en funció dels usos a que es destina	73
<b>Figura 7.7:</b> Distribució de les diferents superfícies de captació segons rangs de qualitats per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	74
<b>Figura 9.1:</b> Diagrama del flux hidrogràfic al barri de La Plana-Santa Bàrbara-Vallpineda integrant la gestió d'aigües pluvials	94
<b>Figura 9.2:</b> Diagrama de les diferents alternatives d'aprofitament d'aigües pluvials en funció de l'escala local o regional escollida. (Font: <i>Análisis ambiental del aprovechamiento de las aguas pluviales urbanas</i> )	95

### Taules

<b>Taula 2.1:</b> Breu descripció i classificació dels principals beneficis potencials proporcionats per l'aprofitament de l'aigua de pluja en entorns urbans	5
<b>Taula 3.1:</b> Dades de Precipitació (mm) i Temperatura (°C) mensual i anual del període 2000-2006	18
<b>Taula 6.1:</b> Classificació de potencials superfícies de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	31
<b>Taula 6.2:</b> Selecció de variables utilitzades en el plantejament dels escenaris de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda i corresponent justificació de l'elecció	35
<b>Taula 6.3:</b> Classificació de la tipologia de cobertes realitzada per la determinació de la demanda d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	43
<b>Taula 6.4:</b> Classificació de les variables i càlculs realitzats per la determinació de la demanda d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	43
<b>Taula 7.1:</b> Classificació i quantificació de potencials superfícies de captació d'aigües pluvials per al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	48
<b>Taula 7.2:</b> Assignació dels coeficients d'escorrentia per a cada superfície de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	51
<b>Taula 7.3:</b> Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 1: Pluviometria mitjana a Sitges de 600mm anuals, i els seus diferents sub-escenaris	54

<b>Taula 7.4:</b> Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 2: Pluviometria any humit a Sitges, i els seus diferents sub-escenaris	56
<b>Taula 7.5:</b> Càlcul de la quantitat potencial de captació d'aigües pluvials al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari 3: Pluviometria any sec a Sitges, i els seus diferents sub-escenaris	58
<b>Taula 7.6:</b> Determinació de la qualitat de les aigües pluvials en funció de la tipologia de cobertes de captació per La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	61
<b>Taula 7.7:</b> Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari A: Sitges i dels consum dels sectors plantejats	66
<b>Taula 7.8:</b> Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari B: RMB i dels consum dels sectors plantejats	69
<b>Taula 7.9:</b> Càlcul de la quantitat demandada d'aigua al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda en funció de l'Escenari C: ECO i dels consum dels sectors plantejats	72
<b>Taula 7.10:</b> Quantitat potencial total recollida a partir dels diferents escenaris i sub-escenaris proposats per a l'oferta d'aigua en el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda	75
<b>Taula 7.11:</b> Demanda potencial total que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda	76
<b>Taula 7.12:</b> Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua del barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits. Bàrbara-Vallpineda	77
<b>Taula 7.13:</b> Demanda potencial que presenten els habitatges unifamiliars i plurifamiliars al barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda	80
<b>Taula 7.14:</b> Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua dels habitatges amb una captació de pluvials d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits	81
<b>Taula 7.15:</b> Demanda potencial dels serveis Piscines, Equipaments, Zones lliures i espais verds i Neteja de vials i voreres que presenta el barri de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda a partir dels diferents escenaris proposats per la demanda	83
<b>7.16:</b> Matriu d'autosuficiència de la demanda d'aigua d'altres serveis amb una captació de pluvials d'acord amb els escenaris d'oferta pre-definits	84



## **PLÀNOLS**

- 1. Mapa de cobertes del sòl en funció del grau d'artificialització**
- 2. Mapa de cobertes segons el coeficient d'escolament (RC)**

La Plana – Santa Bàrbara – Vallpineda

# 1 Mapa de cobertes del sòl

## LLEGENDA

### A. SUPERFÍCIES EDIFICADES DE TERRA

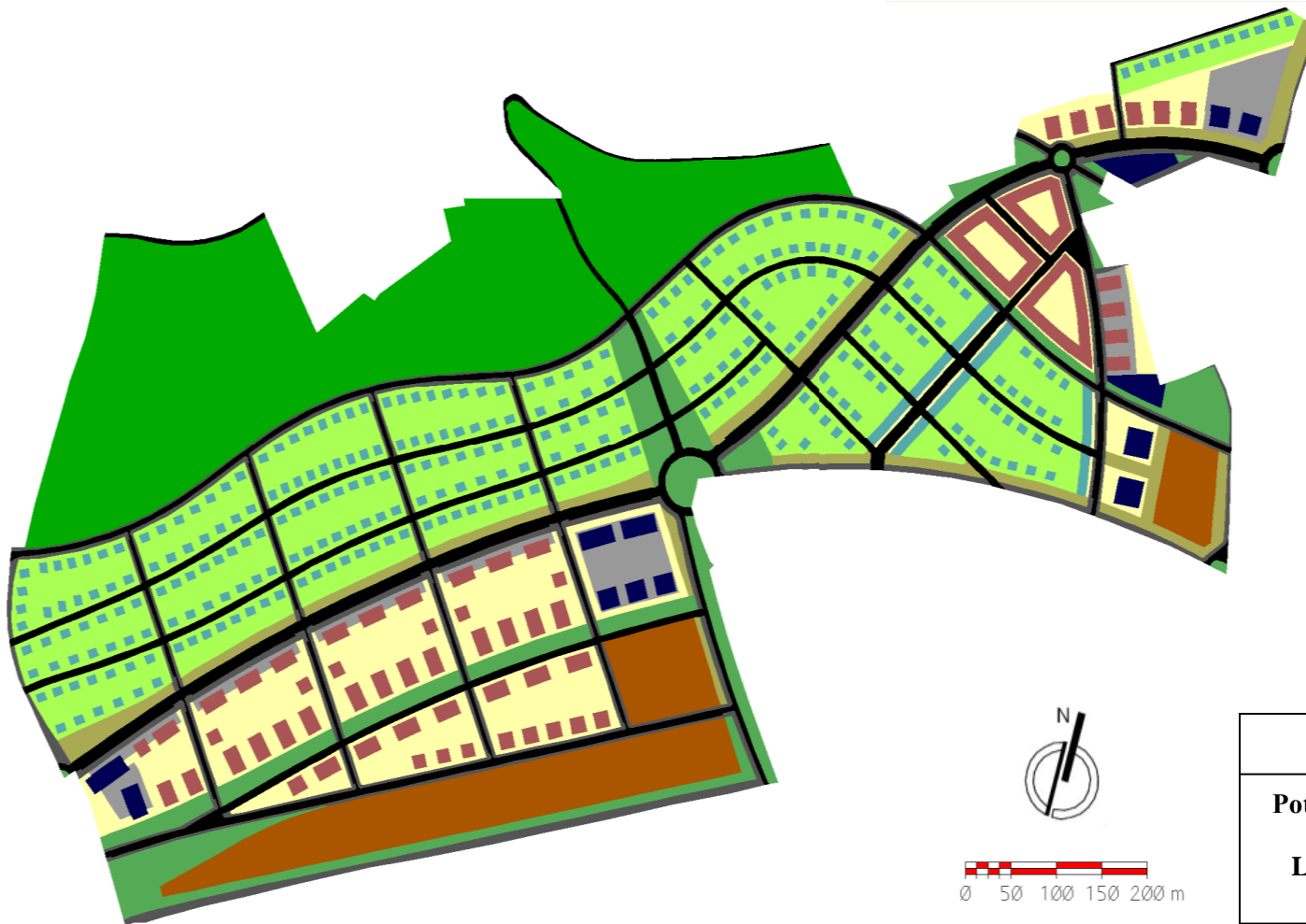
- A.1 Vials rodats
- A.2 Voreres

### B. SUPERFÍCIES VERDES

- B.1.1 Zona verda
- B.1.2 Zones lliures A2
- B.1.3 Zona recorregut vianants
- B.2.1 Zona verda privada
- B.2.2 Zona comú plurifamiliar

### C. SUPERFÍCIES EDIFICADES

- C.1.1 Edificació unifamiliar
- C.1.2 Edificació plurifamiliar
- C.2 Equipaments
- C.3.1 Edificació no residencial 20P
- C.3.2 Edificació no residencial indefinida



Projecte final de carrera CCAA:

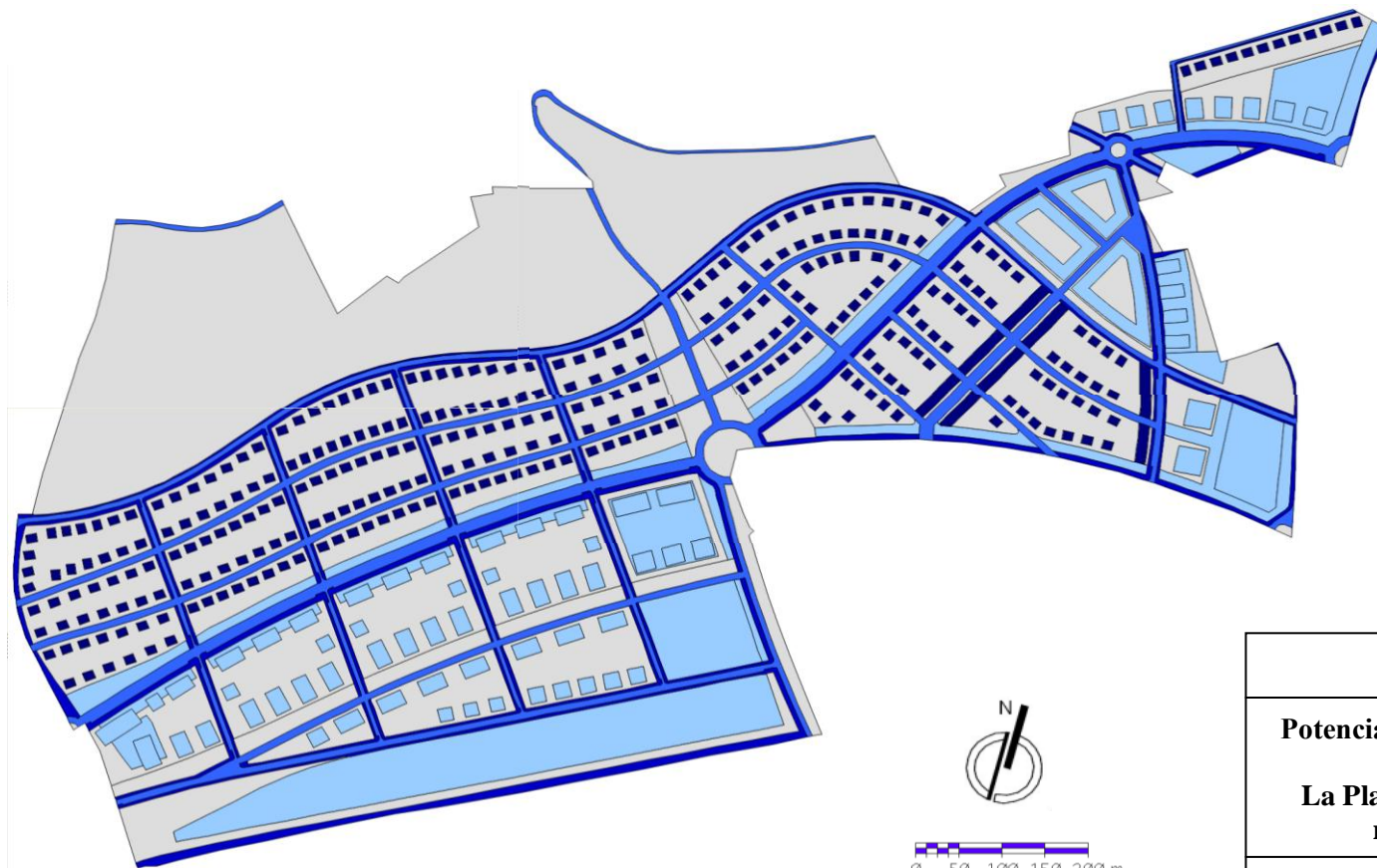
**Potencial d'aprofitament de recursos pluvials  
en zones urbanes al barri**

**La Plana – Santa Bàrbara- Vallpineda del  
municipi de Sitges (Barcelona)**

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

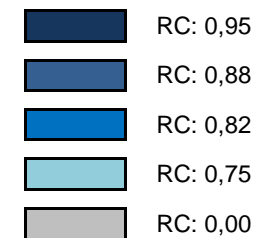
Juny 2009  
Sara Angrill Toledo

La Plana – Santa Bàrbara – Vallpineda  
**2 Mapa de cobertes segons els coeficients  
d'escolament (RC)**



**LLEGENDA**

**Runoff Coefficients**



Projecte final de carrera CCAA:

**Potencial d'aprofitament de recursos pluvials  
en zones urbanes al barri  
La Plana – Santa Bàrbara- Vallpineda del  
municipi de Sitges (Barcelona)**

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

Juny 2009  
Sara Angrill Toledo

## **ANNEXOS**

**ANNEX I:** Temperatura i pluviometria mitjana durant el període 2000-2006.

**ANNEX II:** Dades qualitatives de tres episodis de pluja al municipi de Sitges durant el 2008.

**ANNEX III:** Càlculs realitzats per a la determinació de la oferta d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda: Potencial de recollida d'aigües pluvials.

**ANNEX IV:** Càlculs realitzats per a la determinació qualitativa de l'aigua de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda.

**ANNEX V:** Càlculs realitzats per a la determinació de la demanda potencial d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

**ANNEX VI:** Càlculs realitzats per a la determinació de l'autosuficiència hídrica de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

**ANNEX II: Dades qualitatives de tres episodis de pluja al municipi de Sitges durant el 2008**

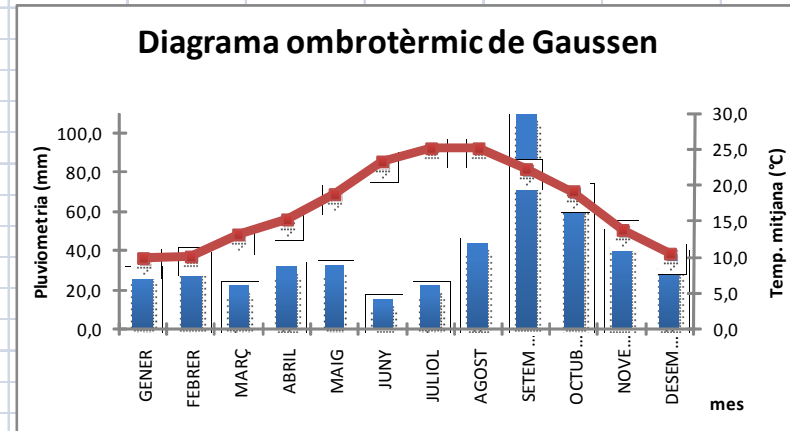
<b>INTERCEPTOR RIERES 17.04.08</b>		<b>11,30</b>	<b>11,45</b>	<b>12,00</b>	<b>12,15</b>	<b>12,30</b>	<b>12,45</b>	<b>13,00</b>	<b>13,15</b>	<b>13,30</b>	<b>13,45</b>	<b>Mitjana</b>
<b>Terbolesa</b>	UNF	15	16	14	15	10	6,9	36	16	9,7	11	<b>15</b>
<b>Matèries en Suspensió</b>	mg/L	32	31	13	17	15	7,7	53	20	13	11	<b>21</b>
<b>DQO no decantada</b>	mg O2/L	58	59	43	<30	<30	<30	53	43	<30	<30	<b>51</b>
<b>Conductivitat (a 20°C)</b>	uS/cm	331	242	238	114	146	163	230	250	270	293	<b>228</b>
<b>pH</b>	und. pH	7,9	7,7	7,6	7,9	7,7	7,5	7,6	7,4	7,4	7,4	<b>8</b>
<b>Coliformes fecals</b>	UFC/100 ml	7000	11000	8000	47000	3000	12000	1000	2000	6000	7000	<b>10400</b>
<b>Enterococs</b>	UFC/100 ml	11000	12500	9900	10400	9300	10800	8800	12800	12300	150000	<b>24780</b>
<b>Escherichia Coli</b>	NMP/100 ml	1610	3130	3840	4430	410	2750	860	860	1110	840	<b>1984</b>

<b>CLAVEGUERAM JCARBONELL 12.05.08</b>		<b>9,30</b>	<b>10,00</b>	<b>10,30</b>	<b>11,00</b>	<b>11,30</b>	<b>12,00</b>	<b>12,30</b>	<b>13,00</b>	<b>Mitjana</b>
<b>Terbolesa</b>	UNF	156	175	166	250	580	318	259	215	<b>265</b>
<b>Matèries en Suspensió</b>	mg/L	234	254	238	312	830	376	328	310	<b>360</b>
<b>DQO no decantada</b>	mg O2/L	552	553	566	715	1341	708	661	572	<b>709</b>
<b>Conductivitat (a 20°C)</b>	uS/cm	3815	3875	3747	3374	2353	2197	1983	1857	<b>2900</b>
<b>pH</b>	und. pH	7,6	7,7	7,7	7,3	7	7,2	7	7,1	<b>7</b>
<b>Coliformes fecals</b>	UFC/100 ml	4100000	5100000	4600000	5000000	4300000	3100000	3100000	2800000	<b>4012500</b>
<b>Enterococs</b>	UFC/100 ml	1020000	980000	850000	1210000	810000	630000	640000	610000	<b>843750</b>
<b>Escherichia Coli</b>	NMP/100 ml	3255000	4611000	4106000	3448000	3448000	2755000	2723000	2035000	<b>3297625</b>

<b>CLAVEGUERAM JCARBONELL 24,09.08</b>		<b>12.30-14</b>
<b>Terbolesa</b>	UNF	<b>330</b>
<b>Matèries en Suspensió</b>	mg/L	<b>365</b>
<b>DQO no decantada</b>	mg O2/L	<b>449</b>
<b>Conductivitat (a 20°C)</b>	uS/cm	<b>5264</b>
<b>pH</b>	und. pH	<b>7</b>
<b>Coliformes fecals</b>	UFC/100 ml	<b>6300000</b>
<b>Enterococs</b>	UFC/100 ml	<b>590000</b>
<b>Escherichia Coli</b>	NMP/100 ml	<b>4352000</b>

## ANNEX I: Temperatura i pluviometria mitjana durant el període 2000-2006

MITJANA TOTAL (2000-2006)				
MES	Tª MAX	Tª MIN	PLUJA	Tª mitjana (°C)
GENER	14,4	5,2	29,1	9,8
FEBRER	14,9	5,3	36,4	10,1
MARÇ	18,1	8,0	21,2	13,0
ABRIL	20,3	10,1	31,1	15,2
MAIG	23,6	13,8	32,0	18,7
JUNY	28,4	18,0	15,0	23,2
JULIOL	29,9	20,4	21,3	25,1
AGOST	30,1	20,3	43,6	25,2
SETEMBRE	26,9	17,5	109,5	22,2
OCTUBRE	23,6	14,4	71,6	19,0
NOVENBRE	18,2	9,1	48,2	13,7
DESEMBRE	14,9	5,9	37,1	10,4
	22,0	12,3	515,2	17,2



	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	
Tª màxima (°C)	14,4	14,9	18,1	20,3	23,6	28,4	29,9	30,1	26,9	23,6	18,2	14,9	22,0
Tª mínima (°C)	5,2	5,3	8,0	10,1	13,8	18,0	20,4	20,3	17,5	14,4	9,1	5,9	12,3
Pluviometria (mm)	29,1	36,4	21,2	31,1	32,0	15,0	21,3	43,6	109,5	71,6	48,2	37,1	515,2
Tª mitjana	9,8	10,1	13,0	15,2	18,7	23,2	25,1	25,2	22,2	19,0	13,7	10,4	17,2

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Mitjana total
Tª mitjana (°C)	9,8	10,1	13,0	15,2	18,7	23,2	25,1	25,2	22,2	19,0	13,7	10,4	17,2
Pluviometria (mm)	29,1	36,4	21,2	31,1	32,0	15,0	21,3	43,6	109,5	71,6	48,2	37,1	515,2

**ANNEX III: Càlculs realitzats per a la determinació de la oferta d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda: Potencial de recollida d'aigües pluvials**

TIPUS COBERTES	Superfície	coef.	Escolament	Escenari 1: MITJANA					
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
				Potencial	Només teulades	Cob. Plane:	Planes teul:	Cob. Inclín:	Inc. Teulades
Unitats	m2			m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any
				1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
				m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any
<b>A. SUPERFÍCIES EDIFICADES DE TERRA</b>									
A.1 Vials rodats	88974	0,82		43775	0	43775	0	43775	0
A.2 Voreres	49137	0,88		25944	0	25944	0	25944	0
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>									
<b>B1. SUPERFÍCIES VERDES PÚBLIQUES</b>									
B1.1 Zona verda	155838	0							
B1.2 Zones lliures A2	53491	0							
B1.3 Zona recorregut vianants	17447	0,75		7851	0	7851	0	7851	0
<b>B2. SUPERFÍCIES VERDES PRIVADES</b>									
B2.1 Zona verda privada	161230	0							
B2.2 Zona comú plurifamiliar	80886	0							
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>									
<b>C1. SUPERFÍCIES EDIFICADES- HABITATGES</b>									
C1.2 Edif. Plurifamiliar	35075	0,75		15784	15784	15784	15784	19993	19993
Edif. Unifamiliar tipus 1	36284								
La plana oest nord1.1	21583								
Sta Barbara nord1.2	6835								
Vallpineda1.3	1404								
Sta. Barbara sud1.4	6461								
Edif. Unifamiliar tipus 2	5800								
C1.1 Edif. Unifamiliar	42083	0,95		23988	23988	18938	18938	23988	23988
<b>C2. SUPERFÍCIES EDIFICADES- EQUIPAMENTS</b>									
C2. Equipaments	56493,99	0,75		25422	25422	25422	25422	32202	32202
<b>C3. SUPERFÍCIES EDIFICADES- ALTRES</b>									
C3.1 Edif. no residencial 20P	11060	0,75		4977	4977	4977	4977	6304	6304
C3.2 Edif. no residencial indef.	20153	0,75		9069	9069	9069	9069	11487	11487
TOTAL no residencial	31213								
<b>Total</b>	<b>783500</b>			<b>156810</b>	<b>79240</b>	<b>151760</b>	<b>74190</b>	<b>173638</b>	<b>93973</b>

	Escenari 2: ANY HUMIT						Escenari 3: ANY SEC					
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
TIPUS COBERTES	Potencial	Només te	Cob. Plan Planes te	Cob. Inclii	Inc. Teulades		Potencial	Només te	Cob. Plan Planes te	Cob. Inclii	Inc. Teulades	
Unitats	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any	m3/any
<b>A. SUPERFÍCIES EDIFICADES DE TERRA</b>												
A.1 Vials rodats	58367	0	58367	0	58367	0	29184	0	29184	0	29184	0
A.2 Voreres	34592	0	34592	0	34592	0	17296	0	17296	0	17296	0
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>												
<b>B1. SUPERFÍCIES VERDES PÚBLIQUES</b>												
B1.1 Zona verda												
B1.2 Zones lliures A2												
B1.3 Zona recorregut vianants	10468	0	17447	0	17447	0	5234	0	8723	0	8723	0
<b>B2. SUPERFÍCIES VERDES PRIVADES</b>												
B2.1 Zona verda privada												
B2.2 Zona comú plurifamiliar												
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>												
<b>C1. SUPERFÍCIES EDIFICADES- HABITATGES</b>												
C1.2 Edif. Plurifamiliar	21045	21045	21045	21045	26657	26657	10523	10523	10523	10523	13329	13329
Edif. Unifamiliar tipus 1												
La plana oest nord1.1												
Sta Barbara nord1.2												
Vallpineda1.3												
Sta. Barbara sud1.4												
Edif. Unifamiliar tipus 2												
C1.1 Edif. Unifamiliar	31983	31983	25250	25250	31983	31983	15992	15992	12625	12625	15992	15992
<b>C2. SUPERFÍCIES EDIFICADES- EQUIPAMENTS</b>												
C2. Equipamemts	33896	33896	33896	33896	42935	42935	16948	16948	16948	16948	21468	21468
<b>C3. SUPERFÍCIES EDIFICADES- ALTRES</b>												
C3.1 Edif. no residencial 20P	6636	6636	6636	6636	8405	8405	3318	3318	3318	3318	4203	4203
C3.2 Edif. no residencial indef.	12092	12092	12092	12092	15316	15316	6046	6046	6046	6046	7658	7658
TOTAL no residencial												
<b>Total</b>	<b>209080</b>	<b>105653</b>	<b>209326</b>	<b>98919</b>	<b>235704</b>	<b>125298</b>	<b>104540</b>	<b>52826</b>	<b>104663</b>	<b>49460</b>	<b>117852</b>	<b>62649</b>



**ANNEX IV:** Càlculs realitzats per a la determinació qualitativa de l'aigua de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

QUALITAT	(1-4) major-menor		Superfície real
Tipologia	Rang qualitat		m2
<b>A. SUPERFÍCIES EDIFICADES DE TERRA</b>			
A.1 Vials rodats	4	Baixa	88974
A.2 Voreres	3	Moderada	49137
<b>B. SUPERFÍCIES VERDES</b>			
<b>B1. SUPERFÍCIES VERDES PÚBLIQUES</b>			
B1.1 Zona verda			
B1.2 Zones lliures A2			
B1.3 Zona recorregut vianants	3	Moderada	17447
<b>B2. SUPERFÍCIES VERDES PRIVADES</b>			
B2.1 Zona verda privada			
B2.2 Zona comú plurifamiliar			
<b>C. SUPERFÍCIES EDIFICADES</b>			
<b>C1. SUPERFÍCIES EDIFICADES- HABITATGES</b>			
C1.2 Edif. Plurifamiliar	2	Alta	35075
C1.1 Edif. Unifamiliar	2	Alta	42083
<b>C2. SUPERFÍCIES EDIFICADES- EQUIPAMENTS</b>			
C2. Equipaments			56494
C2.1 Esportius	2	Moderada	
C2.2 Docents	2	Alta	
C2.3 Oficina pública	2	Alta	
<b>C3. SUPERFÍCIES EDIFICADES- ALTRES</b>			
C3.1 Edif. no residencial 20P	2	Comercial	11060
C3.2 Edif. no residencial indef.	indef.		20153
*1: Aigua potable (qualitat no assolida per aigua pluvial no tractada)			783500

**ANNEX V: Càlculs realitzats per a la determinació de la demanda potencial d'aigua a La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda**

DEMANDA I DISTRIBUCIÓ									
<b>A) Escenari Sitges</b>									
Tipologia	l/p/d			l/dia					
	Mig	Habitatges	Habitants	Càlcul total barri m3/any		no potable	potable	%	
Habitatges unifamiliars	114	372	986	112381	41075	70	30	9,4	
Zona verda unifamiliar	41	372	986	40457	14787	100		3,4	
Piscines	21	182	483	9912	3623	100		0,8	
Habitatges plurifamiliars	142	1292	3.424	486180	177699	70	30	40,8	
Zona comunitària plurifamiliar	14	1292	3.424	48618	17770	100		4,1	
Equipaments:									
E1. Esportiu					1482	90	10	0,3	
E2. Universitat					902	80	20	0,2	
E3. Oficina pública				10/15 lpd	642	80	20	0,1	
Edificació no residencial/act. Economica	5 l/m2·dia		62998 m2	314990	115129	80	20	26,4	
Zones lliures i parcs	2 l/m2·dia		83000 m2	166000	60673	100		13,9	
*Descompte de la superfície de zona verda que roman en estat natural i per la qual no hi ha demanda de rec.									
Neteja de vials i voreres	0,04 l/m2·dia		138111	5524	2019	100			
<b>TOTAL</b>				<b>1184062</b>	<b>435801</b>	<b>970</b>	<b>130</b>	<b>100,0</b>	

**B) Escenari general RMB**

Tipologia	l/p/d		l/dia			%
	Mig	Habitatges	Habitants	Càlcul total barri	m3/any	
Habitatges unifamiliars	130	372	1.302	169260	61865	10,8
Reg Zona verda unifamiliar	73	372	1.302	95046	34739	6,1
Piscines	37	149	394	14392,68	5261	0,9
Habitatges plurifamiliars	168	1292	4.522	759696	277669	48,6
Zona comunitària plurifamiliar	7	1292	4.522	30387,84	11107	1,9
Equipaments:						
E1. Esportiu					1482	0,3
E2. Universitat					902	0,2
E3. Oficina pública					642	0,1
Edificació no residencial/act. Economica		5 l/m2·dia	62998 m2	314990	115129	20,1
Zona verda pública						
Zones lliures i parcs		2 l/m2·dia	83000 m2	166000	60673	10,6
*Descompte de la superfície de zona verda que roman en estat natural i per la qual no hi ha demanda de rec.						
Neteja de vials i voreres		0,04 l/m2·dia	138111	5524	2019	
<b>TOTAL</b>				<b>1555297</b>	<b>571487</b>	<b>100,0</b>

**C) Escenari ECO**

Tipologia	l/p/d		l/dia			%
	Mig	Habitatges	Habitants	Càlcul total barri	m3/any	
Habitatges unifamiliars	80	372	1.302	104160	38070	14,5
Zona verda unifamiliar	22	372	1.302	28514	10422	4,0
Piscines	11	149	395	4324	1580	0,6
Habitatges plurifamiliars	50	1292	4.522	227909	83301	31,8
Zona comunitària plurifamiliar	2	1292	4.522	9116	3332	1,3
Equipaments:						
E1. Esportius					444,6	0,2
E2. Universitat					270,6	0,1
E3. Oficina pública					192,6	0,1
Edificació no residencial/act. Economica	3,5	l/m2·dia	62998 m2	220493	80590	30,7
Zona verda pública						
Zones lliures i parcs	1,4	l/m2·dia	83000 m2	116200	42471	16,2
*Descompte de la superfície de zona verda que roman en estat natural i per la qual no hi ha demanda de rec.						
Neteja de vials i voreres	0,03	l/m2·dia	138111	4143	1514	
<b>TOTAL</b>				<b>714859</b>	<b>262189</b>	<b>100,0</b>

**ANNEX VI:** Càlculs realitzats per a la determinació de l'autosuficiència hídrica de La Plana-Sta. Bàrbara-Vallpineda

	<b>A) Escenari Sitges</b>		<b>B) Escenari RMB</b>		<b>C) Escenari ECO</b>	
	435801		571487		262189	
	<b>Escenari 1: Mitjana</b>					
	1.1 Potencial	1.2 Teulades	1.3 Cob. Planes	1.4 Teulades plane	1.5 Cob. Inclínades	1.6 Teulades inclin
<b>Total</b>	156810	79240	151760	74190	173638	103918
	<b>Escenari 2: Any humit</b>					
	2.1 Potencial	2.2 Teulades	2.3 Cob. Planes	2.4 Teulades plane	2.5 Cob. Inclínades	2.6 Teulades inclin
<b>Total</b>	209080	105653	209326	98919	235704	125298
	<b>Escenari 3: Any sec</b>					
	3.1 Potencial	3.2 Teulades	3.3 Cob. Planes	3.4 Teulades plane	3.5 Cob. Inclínades	3.6 Teulades inclin
<b>Total</b>	104540	52826	104663	49460	117852	62649

MATRIU D'AUTOSUFICIÈNCIA TOTAL			
	A Sitges	B. RMB	C. ECO
1.1 Potencial	0,36	0,27	0,60
1.2 Teulades	0,18	0,14	0,30
1.3 Cob. Planes	0,35	0,27	0,58
1.4 Planes teulades	0,17	0,13	0,28
1.5 Cob. Inclínades	0,40	0,30	0,66
1.6 Inc. Teulades	0,24	0,18	0,40
2.1 Potencial	0,48	0,37	0,80
2.2 Teulades	0,24	0,18	0,40
2.3 Cob. Planes	0,48	0,37	0,80
2.4 Planes teulades	0,23	0,17	0,38
2.5 Cob. Inclínades	0,54	0,41	0,90
2.6 Inc. Teulades	0,29	0,22	0,48
3.1 Potencial	0,24	0,18	0,40
3.2 Teulades	0,12	0,09	0,20
3.3 Cob. Planes	0,24	0,18	0,40
3.4 Planes teulades	0,11	0,09	0,19
3.5 Cob. Inclínades	0,27	0,21	0,45
3.6 Inc. Teulades	0,14	0,11	0,24

<b>Anàlisi individualitzat</b>				
		<b>A) Sitges</b>	<b>B) RMB</b>	<b>C)ECO</b>
<b>Tipologia</b>		<b>m3/any</b>	<b>m3/any</b>	<b>m3/any</b>
Habitatges unifamiliars		41075	61865	38070
Zona verda unifamiliar		14787	34739	10422
Piscines		3623	5261	1580
		<b>59485</b>	<b>101864</b>	<b>50073</b>
Habitatges plurifamiliars		177699	277669	83301
Zona comunitària plurifamiliar		17770	11107	3332
		<b>195469</b>	<b>288776</b>	<b>86633</b>
Equipaments:				
E1. Esportiu		1482	1482	445
E2. Universitat		902	902	271
E3. Oficina pública		642	642	193
Edificació no residencial/act. Economic		115129	115129	80590
Zones lliures i parcs		<b>60673</b>	<b>60673</b>	<b>42471,1</b>
Neteja de vials i voreres		<b>2019</b>	<b>2019</b>	<b>1514</b>
<b>Habitatges</b>		254954	390640	136705
<b>reg+piscines+vials+Equip</b>		69341	70979	46474

**MATRIU D'AUTOSUFICIÈNCIA EN FUNCIO DELS HABITATGES**

	<b>A Sitges</b>	<b>B. RMB</b>	<b>C. ECO</b>
<b>1.1 Potencial</b>	0,62	0,40	1,15
<b>1.2 Teulades</b>	0,31	0,20	0,58
<b>1.3 Cob. Planes</b>	0,60	0,39	1,11
<b>1.4 Planes teulades</b>	0,29	0,19	0,54
<b>1.5 Cob. Inclínades</b>	0,68	0,44	1,27
<b>1.6 Inc. Teulades</b>	0,41	0,27	0,76
<b>2.1 Potencial</b>	0,82	0,54	1,53
<b>2.2 Teulades</b>	0,41	0,27	0,77
<b>2.3 Cob. Planes</b>	0,82	0,54	1,53
<b>2.4 Planes teulades</b>	0,39	0,25	0,72
<b>2.5 Cob. Inclínades</b>	0,92	0,60	1,72
<b>2.6 Inc. Teulades</b>	0,49	0,32	0,92
<b>3.1 Potencial</b>	0,41	0,27	0,76
<b>3.2 Teulades</b>	0,21	0,14	0,39
<b>3.3 Cob. Planes</b>	0,41	0,27	0,77
<b>3.4 Planes teulades</b>	0,19	<b>0,13</b>	0,36
<b>3.5 Cob. Inclínades</b>	0,46	0,30	0,86
<b>3.6 Inc. Teulades</b>	0,25	0,16	0,46



**MATRIU D'AUTOSUFICIÈNCIA EN FUNCIO D'ALTRES SERVEIS**

	<b>A Sitges</b>	<b>B. RMB</b>	<b>C. ECO</b>
<b>1.1 Potencial</b>	2,26	2,21	3,37
<b>1.2 Teulades</b>	1,14	1,12	1,71
<b>1.3 Cob. Planes</b>	2,19	2,14	3,27
<b>1.4 Planes teulades</b>	1,07	1,05	1,60
<b>1.5 Cob. Inclínades</b>	2,50	2,45	3,74
<b>1.6 Inc. Teulades</b>	1,50	1,46	2,24
<b>2.1 Potencial</b>	3,02	2,95	4,50
<b>2.2 Teulades</b>	1,52	1,49	2,27
<b>2.3 Cob. Planes</b>	3,02	2,95	4,50
<b>2.4 Planes teulades</b>	1,43	1,39	2,13
<b>2.5 Cob. Inclínades</b>	3,40	3,32	5,07
<b>2.6 Inc. Teulades</b>	1,81	1,77	2,70
<b>3.1 Potencial</b>	1,51	1,47	2,25
<b>3.2 Teulades</b>	0,76	0,74	1,14
<b>3.3 Cob. Planes</b>	1,51	1,47	2,25
<b>3.4 Planes teulades</b>	0,71	<b>0,70</b>	1,06
<b>3.5 Cob. Inclínades</b>	1,70	1,66	2,54
<b>3.6 Inc. Teulades</b>	0,90	0,88	1,35