



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Industrial. Pla 2002

**Títol:** Anàlisi i redisseny de la xarxa de distribució d'aigua potable a alta pressió de Santa Cristina d'Aro.

**Document:** Memòria i Annexos. Vol. 2 Annexos

**Alumne:** Joan Mulà Montseny

**Director/Tutor:** Lino Montoro - Josep Ramon González  
**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial  
**Àrea:** Mecànica de Fluids

**Convocatòria** (mes/any): Juliol 2008

## ÍNDEX

<b>A.- ESTUDI DEL CREIXEMENT DE LA POBLACIÓ .....</b>	<b>3</b>
A1.- INTRODUCCIÓ.....	4
A2.- CÀLCUL DEL CREIXEMENT DEMOGRÀFIC .....	4
A3.- CREIXEMENT SEGONS EL POU M .....	9
<b>B.- ESTUDI DE L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS .....</b>	<b>19</b>
B1.- INTRODUCCIÓ.....	20
B2.- DESCRIPCIÓ I ANÀLISI DE L'AIGUA BOMBADA .....	20
B3.- DESCRIPCIÓ DE L'AIGUA REGISTRADA.....	25
<b>C.- SIMULACIÓ.....</b>	<b>28</b>
C1.- INTRODUCCIÓ.....	29
C2.- DISCRETITZACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA .....	29
C3.- NUSOS DE CONSUM .....	32
C4.- CANONADES .....	46
C5.- DIPÒSITS REGULADORS .....	53
C6.- BOMBES D'IMPULSIÓ .....	56
C7.- VALVULERIA .....	62
C8.- LLEIS DE CONTROL.....	64
<b>D.- VALIDACIÓ DELS RESULTATS .....</b>	<b>68</b>
D1.- INTRODUCCIÓ.....	69
D2.- CONSUMS.....	69
D3.- PRESSIONS .....	71
D4.- NIVELLS DELS DIPÒSITS .....	75
<b>E.- ANÀLISI DE LA XARXA ACTUAL.....</b>	<b>84</b>
E1.- INTRODUCCIÓ .....	85
E2.- SITUACIÓ DE MÀXIM CONSUM .....	85
E3.- SITUACIONS DE RISC.....	105
<b>F.- SOLUCIÓ PROJECTADA .....</b>	<b>112</b>
F1.- INTRODUCCIÓ .....	113
F2.- INTERVENCIÓ DESTACADES.....	113
F3.- MILLORES A SANTA CRISTINA D'ARO.....	114
F4.- MILLORES A LA URB. MAS TREMPAT.....	121
F5.- MILLORES A LA URB. GOLF CLUB COSTA BRAVA.....	126
F6.- MILLORES A LA URB. ROCA DE MALVET.....	131
F7.- MILLORES A LA URB. BELL LLOCH.....	132

---

<i>F8.- MILLORES A ROMANYÀ.....</i>	<i>137</i>
<i>F9.- MILLORES A LA URB. ST. MIQUEL D'ARO .....</i>	<i>139</i>
<i>F10.- SITUACIONS DE RISC.....</i>	<i>142</i>
<b>G.- QUALITAT.....</b>	<b>150</b>
<i>G1.- INTRODUCCIÓ .....</i>	<i>151</i>
<i>G2.- DESCRIPCIÓ TEÒRICA .....</i>	<i>151</i>
<i>G3.- ESTUDI DE LA XARXA MUNICIPAL.....</i>	<i>155</i>
<i>G4.- SIMULACIÓ DE LA QUALITAT ACTUAL.....</i>	<i>160</i>
<i>G5.- SOLUCIÓ PROJECTADA .....</i>	<i>172</i>
<b>H.- CÀLCULS HIDRÀULICS.....</b>	<b>180</b>
<i>H1.- INTRODUCCIÓ.....</i>	<i>181</i>
<i>H2.- FORMULACIÓ CANONADES .....</i>	<i>181</i>
<i>H3.- JUSTIFICACIÓ DE LES CANONADES PROJECTADES .....</i>	<i>190</i>
<i>H4.- FORMULACIÓ BOMBES HIDRÀULIQUES.....</i>	<i>197</i>
<i>H5.- JUSTIFICACIÓ DE LES NOVES BOMBES HIDRÀULIQUES.....</i>	<i>202</i>
<i>H6.- FORMULACIÓ DIPÒSITS REGULADORS .....</i>	<i>203</i>
<i>H7.- JUSTIFICACIÓ DELS NOUS DIPÒSITS REGULADORS.....</i>	<i>204</i>
<b>I- ESTUDI ECONÒMIC.....</b>	<b>210</b>
<i>I1.- INTRODUCCIÓ .....</i>	<i>211</i>
<i>I2.- ACTUACIONS PREVISTES.....</i>	<i>211</i>
<b>J- PRESSUPOST DEL TREBALL .....</b>	<b>227</b>

## **ANNEX A**

## **A.- ESTUDI DEL CREIXEMENT DE LA POBLACIÓ**

### **A1.- INTRODUCCIÓ**

El present annex es dividirà en dues fases clarament diferenciades, en primer lloc, es descriurà el mètode de la taxa de creixement utilitzat per a l'obtenció de la futura població, mentre que posteriorment es resumiran les normes urbanístiques que afecten al nou sòl a urbanitzar, per tal de trobar així la tipologia i el nombre màxim d'edificacions permès, així com també el seu nombre d'habitants.

### **A2.- CÀLCUL DEL CREIXEMENT DEMOGRÀFIC**

En aquest apartat es realitzarà una estimació del creixement demogràfic que experimentarà la població de Santa Cristina d'Aro en els propers 20 anys, per tal de poder determinar el consum d'aigua de la població en el futur, i preveure així el seu abastament.

La metodologia emprada per a l'obtenció dels resultats, és el "**Model de la taxa de creixement**", el qual suposa que el creixement poblacional és constant en el temps i d'un valor semblant al que s'ha esdevingut fins a l'actualitat. Aquest mètode és un dels més utilitzats avui en dia per la seva fàcil aplicació, així com també, pel fet que es pugui anar modificant a mesura que es disposen de noves dades. Altrament, el model permet realitzar diverses hipòtesis de creixement i escollir la que es creu que serà la més ajustada.

#### **A2.1.- Mètode de la taxa de creixement acumulatiu**

Els habitants que conté certa població després d'un període de temps, **n**, és la població inicial més la població total que ha arribat (+) o ha marxat (-), ja sigui per migracions o bé per naixements o defuncions. Aquest increment o reducció es pot representar com a factor multiplicador de la població inicial, que s'anomenarà taxa de creixement de la població ( $\alpha$ ).

Es demostra que una determinada població després d'un any conté un nombre d'habitants que venen donats per la següent expressió:

$$p^1 = p^0 + p^0 * \alpha \quad (\text{Eq.1})$$

On:

$p^1$ : població futura al cap d'un any (habitants)

$p^0$ : població inicial (habitants)

$\alpha$ : taxa de creixement acumulativa (adim.)

Traient factor comú a  $p^0$  a la expressió anterior:

$$p^1 = p^0 * (1 + \alpha) \quad (\text{Eq.2})$$

Després de dos anys es demostra que:

$$p^2 = p^1 * (1 + \alpha) \quad (\text{Eq.3})$$

Si es substitueix  $p^1$  per l'equació (Eq.3), trobada anteriorment, la població al cap d'un parell d'anys és de:

$$p^2 = p^0 (1 + \alpha) * (1 + \alpha) = p^0 (1 + \alpha)^2 \quad (\text{Eq.4})$$

Després de n anys:

$$p^{t+n} = p^t (1 + \alpha)^n \quad (\text{Eq.5})$$

On:

$p^{t+n}$ : població futura (habitants)

$p^t$ : població de l'últim cens (habitants)

$\alpha$ : taxa de creixement acumulatiu (adim.)

$n$ : temps a partir de l'últim cens (anys)

## **A2.2.- Taxa de creixement acumulatiu ( $\alpha$ )**

En disposar del cens de població d'anys anteriors al actual es pot trobar, mitjançant les formules anteriors, la taxa de creixement acumulatiu dels últims anys en el municipi, i estimar que el creixement futur es realitzarà d'una manera semblant.

Així doncs:

$$p^{t+n} = p^t (1 + \alpha)^n \quad (\text{Eq.6})$$

$$p^{t+n} / p^t = (1 + \alpha)^n \rightarrow \sqrt[n]{\frac{p^{t+n}}{p^t}} = 1 + \alpha \quad (\text{Eq.7})$$

$$\alpha = \sqrt[n]{\frac{p^{t+n}}{p^t}} - 1 \quad (\text{Eq.8})$$

Trobada la població s'haurà de comprovar que les dades censades disponibles corresponguin a temps del moment de l'estudi.

### A2.3.- Metodologia i resultats obtinguts

Les dades requerides pel càlcul del creixement mitjançant el mètode anterior són únicament els censos de població de Santa Cristina d'Aro de diversos anys anteriors. Aquestes dades s'han obtingut de la pàgina web de l'Institut d'Estadística de Catalunya ([www.idescat.net](http://www.idescat.net)).

Any	1990	1992	1994	1996	1998	1999	2000
Hab.	1.811	1.901	2.117	2.443	2.650	2.730	2.902
Any	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Hab.	3.049	3.206	3.522	3.735	3.983	4.214	4.547

**Taula 1.-** Evolució demogràfica de Santa Cristina d'Aro des del any 1990 al 2007.

En la figura 1 es mostra l'evolució de la població de Santa Cristina d'Aro durant aquest segle, quedant reflectit el gran canvi de tendència produït des dels anys 70 fins a l'actualitat. Tot i això, s'observa que a partir dels 90 el pendent és més accentuat i per tant agafant a partir d'aquesta època com a referència per al càlcul del creixement.

S'ha considerat el període comprés entre l'any 1990 i el 2007 per a les hipòtesis de creixement de la població, ja que un temps major podria provocar desviacions importants en ser la societat tant canviada.

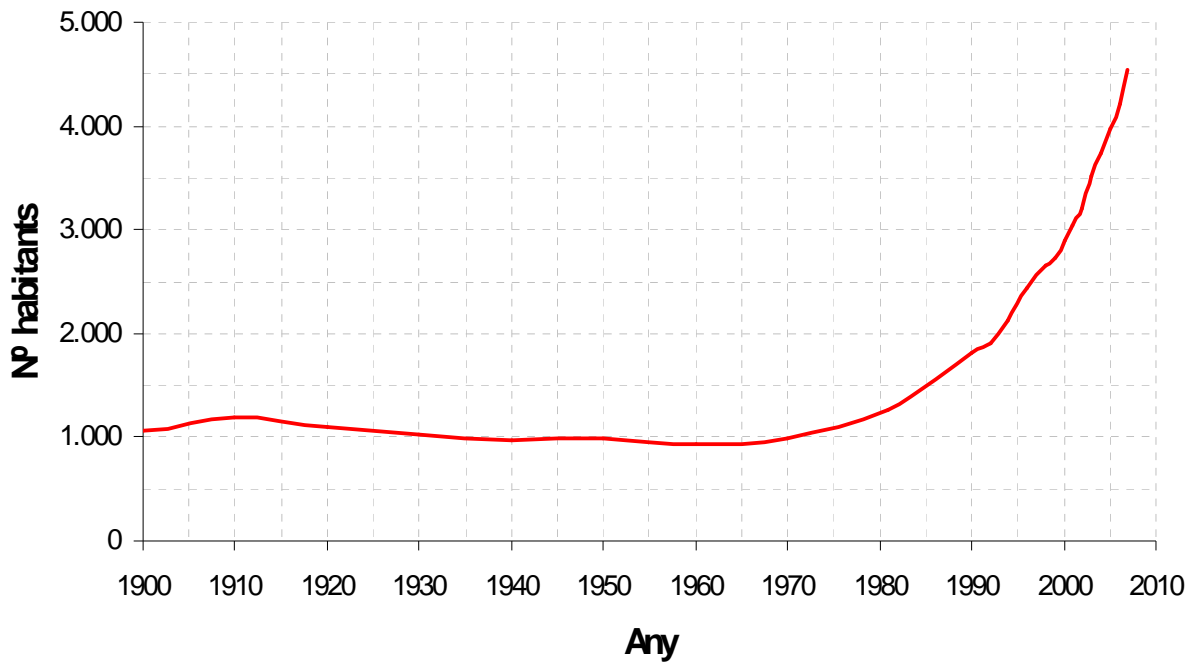


Fig. 1.- Evolució demogràfica de Santa Cristina d'Aro des del 1990 al 2007.

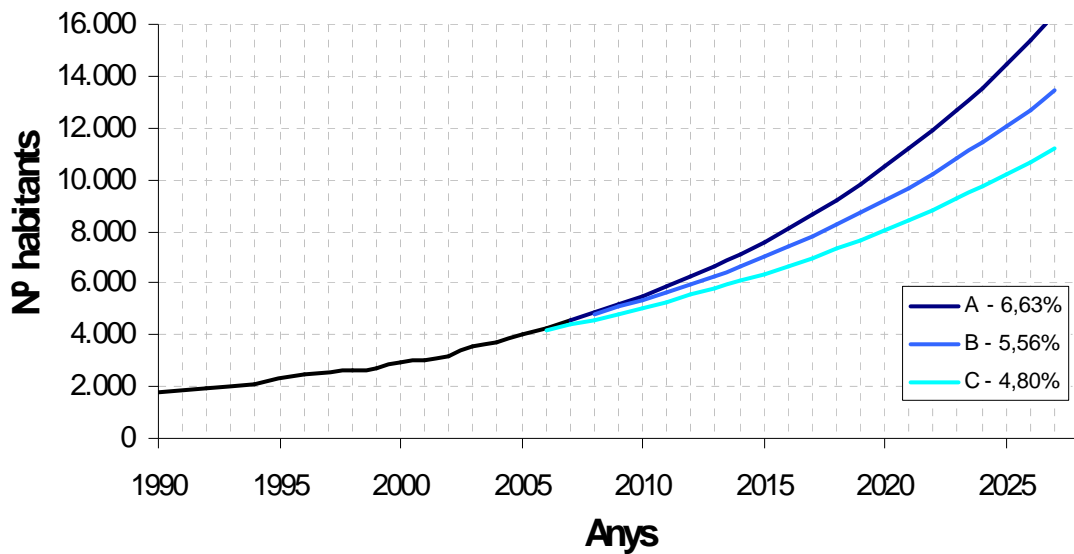
S'han considerat dos hipòtesis pel càlcul del creixement acumulatiu, per poder comparar-les, i establir la que suposadament reflectirà, en situacions normals, el futur creixement de la població cristinenca. A més, també s'ha inclòs el criteri de creixement establert en el Pla director de l'Empordà, el qual preveu un creixement del 4,8 % a la població de Santa Cristina d'Aro.

Resumint, els tres criteris seleccionats serien:

- Criteri 1: creixement demogràfic semblant al del període 1990 – 2007
- Criteri 2: creixement demogràfic semblant al del període 2000 – 2007
- Criteri 3: creixement demogràfic establert pel Pla director de l'Empordà (2005)

	Ritme de creixement anual (%)	Criteri
<b>A</b>	6,63	Creixement de 2000 - 2007
<b>B</b>	5,56	Creixement de 1990 - 2007
<b>C</b>	4,80	Creixement segons Pla director de l'Empordà





**Fig. 2 .-** Previsió de creixement a Santa Cristina d'Aro a l'horitzó de l'any 2027.

Any	Previsió A	Previsió B	Previsió C
2008	4.848	4.800	4.585
2009	5.170	5.067	4.805
2010	5.513	5.348	5.035
2011	5.878	5.646	5.277
2012	6.268	5.960	5.530
2013	6.683	6.291	5.796
2014	7.127	6.641	6.074
2015	7.599	7.010	6.365
2016	8.103	7.400	6.671
2017	8.640	7.811	6.991
2018	9.213	8.246	7.327
2019	9.824	8.704	7.678
2020	10.475	9.188	8.047
2021	11.170	9.699	8.433
2022	11.910	10.238	8.838
2023	12.700	10.807	9.262
2024	13.542	11.408	9.707
2025	14.440	12.042	10.173
2026	15.397	12.712	10.661
2027	16.418	13.419	11.173

**Taula. 2 .-** Previsions de creixement a Santa Cristina d'Aro.

En l'elaboració del present treball es tindrà en compte el criteri B, el qual estableix per un ritme de creixement del 5,56 % anual, ja que és un creixement que considera uns nivells raonables de població per l'any 2027. La hipòtesis que considera un increment poblacional més important és l'alternativa A, sent descartada ràpidament, en preveure més de 16.400

persones al municipi, xifra que no es podrà assolir segons el nou planejament urbanístic municipal (POUM) i que per tant no es donarà el cas. Per contra, les previsions fetes pel Pla director de l'Empordà (2005), estan per sota del creixement real i per tant tampoc no reflecteix l'evolució futura.

Al creixement obtingut pels mitjans anteriors, corresponen a les poblacions de dret, i per tant, s'hauràn d'incrementar per tenir en compte l'augment estacional de la població per raons turístiques, de mercat o d'altres.

### **A3.- CREIXEMENT SEGONS EL PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL**

El municipi de Santa Cristina d'Aro conté un gran nombre de nuclis habitats repartits arreu dels seus 16,8 Km<sup>2</sup> d'extensió territorial. Molts d'aquests nuclis es troben situats al mig dels massissos de les Gavarres o l'Ardenya, amb uns pendents de més del 20%, provocant un difícil accés tant de mobilitat, com de serveis (electricitat, aigua, sanejament, gas ... ). El pla d'ordenació urbanístic municipal preveu la consolidació del nucli urbà de Santa Cristina com a eix vertebrador del comerç, així com també de l'activitat de la població. Per altra banda, també proposa l'adequació de les urbanitzacions existents, per tal de garantir un nivell de vida de qualitat als seus habitants. Això si, en aquestes urbanitzacions no es preveuen zones noves de creixement importants sinó que només algunes actuacions per acabar de tancar el perímetre d'algunes d'elles.

Seguidament es descriuran les noves zones de creixement, contemplades al pla d'ordenació urbanístic, que es duran a terme a la població. Segons el nombre d'habitatges màxim que es permetran a cada zona, s'ha estimat el nombre de persones que hi viuran, suposant de mitjana 3 habitants/habitatge.

#### ▪ SUD 1 Sector Ridaura

Està format pels terrenys que es troben situats entre el nucli urbà i el Ridaura, conformant una eixample natural per la banda sud del casc urbà. El creixement serà bàsicament residencial, edificació de blocs plurifamiliars amb comerç a les plantes baixes.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació són els següents :

- Superfície: 6,76 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,46 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

- Alçada màxima: PB+3
- Densitat màxima: 45 habitatges/Ha

SUD 1 Sector Ridaura	
Habitatges previstos	312 edificis
Població prevista	936 Pers.

▪ SUD 2 Sector Serra Sol III

Es delimita el sector per a completar el teixit urbà de Sta. Cristina d'Aro pel seu límit nord-oest. El creixement serà residencial, en edificació aïllada tipologia de ciutat jardí.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 3,01 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,30 m2/m2
- Alçada màxima: PB+1
- Densitat màxima: 10 habitatges/Ha

SUD 2 Sector Serra Sol III	
Habitatges previstos	30 edificis
Població prevista	90 Pers.

▪ SUD 3 Sector Teulera

Està format pels terrenys que es troben situats a banda i banda de l'antic traçat del carrilet al nord del sector nord-est els quals s'està construint en eixample al barri de la Teulera.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 6,95 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,40 m2/m2
- Alçada màxima: PB+2 al sud del passeig i PB+1 al nord del mateix
- Densitat màxima: 25 habitatges/Ha

SUD 3 Sector Teulera	
Habitatges previstos	173 edificis
Població prevista	519 Pers.

▪ SUD 4 Sector Pedrò

Es delimita el sector per a completar el teixit urbà ja executat al llarg del carrer Pedró, i així ordenar els creixements d'aquest límit nord de l'àrea urbana del municipi. El creixement serà residencial, en edificació aïllada tipus ciutat jardí.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació són els següents :

- Superfície: 1,46 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,25 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Alçada màxima: PB+1
- Densitat màxima: 8 habitatges/Ha

SUD 4 Sector Pedrò	
Habitatges previstos	11 edificis
Població prevista	33 Pers.

▪ SUD 5 Sector Estació

Comprèn el sector situat a l'est del nucli urbà de Santa Cristina d'Aro limitat per la carretera a Platja d'Aro i la carretera Sant Feliu de Guíxols, travessat pel camí Ral a la Vall d'Aro, que ha de constituir el final de la taca de creixement residencial.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació són els següents :

- Superfície: 10,92 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,47 m<sup>2</sup>st/m<sup>2</sup>s per a usos d'habitatge 0,05 m<sup>2</sup>st/m<sup>2</sup>s sector per usos comercials o altres no residencials
- Densitat màxima: 42 habitatges/Ha
- Alçada màxima: PB+2, s'admetrà l'alçada de PB+3 en el c./ Teulera, i en la rambla central d'accés per a facilitar l'implantació comercial en PB.

SUD 5 Sector Estació	
Habitatges previstos	458 edificis
Població prevista	1.374 Pers.

▪ SUD 6 Sector Camí Vell

Es delimita el sector des de la carretera de Castell d'Aro fins al Ridaura per a possibilitar una àrea de creixement residencial, en edificació de blocs plurifamiliars amb comerç a les plantes baixes, cases en filera i habitatges aïllats.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 9,81 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,42 m<sup>2</sup>st/m<sup>2</sup>s per a ús d'habitatge 0,05 m<sup>2</sup>st/m<sup>2</sup>s sector per usos comercials o altres no residencials
- Densitat màxima: 38 habitatges/Ha
- Alçada màxima: PB+2 , s'admetrà l'alçada de PB+3 en la rambla central d'accés per a facilitar l'implantació comercial en PB.

SUD 6 Sector Camí Vell	
Habitatges previstos	372 edificis
Població prevista	1.116 Pers.

▪ SUD 7 Sector Equipaments Teulera

Es delimita el sector per a possibilitar el creixement de l'àrea dels equipaments fins al Ridaura en el límit sud-oest de l'àrea central de Santa Cristina i permetre un nou creixement, en edificació residencial i hotelera, a la banda sud del carrer Teulera.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 6,21 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,20 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, dels quals 2.000 m<sup>2</sup> edificables es destinaran a l'ús hoteler.
- Densitat màxima: 16 habitatges/Ha
- Alçada màxima: PB+3

SUD 7 Sector Equipaments Teulera	
Habitatges previstos	99 edificis
Població prevista	297 Pers.

▪ SUD 8 Sector Mas Pla A

Es delimita el sector per a possibilitar una àrea de creixement residencial entre la carretera de Castell d'Aro i el barri de Salom. En la zona més propera a les Escoles la tipologia edificatòria serà de cases en filera, mentre que en el costat oposat hi haurà ciutat jardí.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 13,81 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,30 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Densitat màxima: 20 habitatges/Ha
- Alçada màxima: PB+2

SUD 8 Sector Mas Pla A	
Habitatges previstos	276 edificis
Població prevista	828 Pers.

▪ SUD 9 Sector Mas Pla C

Es troba situat a l'extrem est del municipi, a tocar amb el terme municipal de Castell Platja d'Aro. Són uns terrenys situats entre la carretera de Castell d'Aro i les Teules.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 9,75 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,30 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Alçada màxima:PB+1 (6 m)

SUD 9 Sector Mas Pla C	
Habitatges previstos	117 edificis
Població prevista	351 Pers.

▪ SUD 10 Sector Equipaments Riera Malvet

Es delimita el sector per a possibilitar el creixement de l'àrea dels equipaments fins a la traça del carrilet en el límit oest de l'àrea central de Santa Cristina i permetre un nou creixement, amb edificació aïllada residencial, a la banda nord del carrilet entre Serra Sol i Suro de la Creu.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació són els següents :

- Superfície: 6,31 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,12 m2/m2
- Alçada màxima: PB+1
- Densitat màxima: 4 habitatges/Ha

SUD 10 Sector Equipaments Riera Malvet	
Habitatges previstos	25 edificis
Població prevista	75 Pers.

▪ SUD 11 Sector Mas Trempat II

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents :

- Superfície: 5,91 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,30 m2/m2
- Alçada màxima: PB+1 (6 m)

SUD 11 Sector Mas Trempat II	
Habitatges previstos	88 edificis
Població prevista	264 Pers.

▪ SUD 12 Sector Bell Lloch III

Es delimita el sector per a possibilitar la continuïtat entre Bell-lloc I i Bell-lloc II amb una petita àrea de creixement residencial, en edificació aïllada residencial.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació son els següents:

- Superfície: 8,17 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,18 m2/m2
- Alçada màxima: PB+1

- Densitat màxima: 6 habitatges/Ha

SUD 12 Sector Bell Lloch III	
Habitatges previstos	49 edificis
Població prevista	147 Pers.

- SUD 13 Sector Riera de Molinets

Es delimita el sector per a completar les previsions d'ampliació de l'àrea del Golf Club Costa Brava. Es reserva la zona inferior propera al riu Ridaura, i inundable en períodes de retorn de 500 anys per a ús esportiu de golf i complementaris.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents :

- Superfície: 64,22 Ha
- Índex d'edificabilitat brut residencial: 0,055 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Densitat: 2,65 hab/Ha. de nova construcció.

SUD 13 Sector Riera de Molinets	
Habitatges previstos	170 edificis
Població prevista	510 Pers.

- SUD 14 Sector Tueda

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents:

- Superfície: 27,84 Ha
- Índex d'edificabilitat brut residencial: 0,05 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Alçada màxima: PB+1 (6 m)

SUD 14 Sector Tueda	
Habitatges previstos	34 edificis
Població prevista	102 Pers.



▪ SUD 15 Sector Molí d'en Reixach – Bernades

Es delimita el sector per a possibilitar el creixement industrial i per a activitats econòmiques. L'àrea d'aprofitament es localitzarà al Pla de Bernades en front del polígon industrial Molí d'en Tarrés.

Els paràmetres urbanístics a aplicar són:

- Superfície: 33,18 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,60 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Alçada reguladora màxima: 12,00 m, d'alçada total inclòs coberta.

SUD 15 Sector Molí d'en Reixach - Bernades	
Nombre de locals industrials	46 locals

▪ SUD 16 Sector Molí d'en Tarrés

Es delimita aquest sector d'activitats econòmiques per a completar l'àrea d'expansió industrial del municipi. El sector es qualifica i reserva per a zona de producció industrial, centre logístic de distribució, noves tecnologies.

Els paràmetres urbanístics a aplicar són:

- Superfície: 14,61 Ha
- Índex d'edificabilitat brut: 0,55 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Alçada reguladora màxima: 10,00 m, d'alçada total inclòs coberta.

SUD 16 Sector Molí d'en Terrés	
Nombre de locals industrials	59 locals

▪ SUD 17 Sector Activitats turístiques

Es delimita el sector situat al sud de la carretera de Castell d'Aro per a iniciatives turístiques i d'esbarjo per a l'activitat turística.

Els paràmetres urbanístics d'aplicació són els següents :

- Superfície: 10,72 Ha

- Índex d'edificabilitat brut: 0,10 m2/m2
- Alçada màxima: PB
- Parcel·lació: Parcel·la mínima de 3.000 m2
- Aparcaments: Una plaça per cada dos usuaris segons la capacitat màxima

▪ PMU 1 Sector Suberolita

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents:

- Superfície: 3,87 Ha
- Edificabilitat bruta màxima: 0,40 m2 st /m2 del sector
- Densitat màxima: 35 hab/ha
- Alçada màxima: PB+3 (12,40 m + 0,70 en PB per a ús comercial)

PMU 1 Sector Suberolita	
Habitatges previstos	135 edificis
Població prevista	405 Pers.

▪ PMU 2 Sector Ridaura

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents:

- Superfície: 1,77 Ha
- Edificabilitat bruta: 0,50 m2 st /m2 sector
- Densitat màxima: 43 hab/ha
- Alçada màxima: PB+3 (12,40 m + 0,70 en PB per a ús comercial)

PMU 2 Sector Ridaura	
Habitatges previstos	76 edificis
Població prevista	228 Pers.

▪ PMU 3 Sector el Vilar

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents:

- Superfície: 4,54 Ha
- Edificabilitat bruta: 0,16 m2 st /m2 sector

- Densitat màxima: 4 hab/ha
- Alçada màxima: PB+1 (6,00 m)

PMU 3 Sector el Vilar	
Habitatges previstos	12 edificis
Població prevista	36 Pers.

▪ PMU 4 Sector Salom

El sector del barri de Salom engloba els terrenys situats a llevant del nucli antic de l'església amb una parcel·lació de petites finques i horts, i amb bona part amb edificació consolidada de masies, edificacions rurals i cases unifamiliars

El sector manté una estructura de estrets camins, i una parcel·lació i edificació antiga, conservant el caire de disseminat rural

Paràmetres urbanístics :

- Superfície: 34,75 Ha
- Alçada màxima: PB+1 (6,00 m)

PMU 4 Sector Salom	
Habitatges previstos	90 edificis
Població prevista	270 Pers.

▪ PMU 6 Sector Accés Mas Trempat

Els paràmetres urbanístics d'aplicació sobre la superfície total de l'àmbit són els següents:

- Superfície total: 1,03 Ha
- Edificabilitat bruta: 0,25 m<sup>2</sup> st/ m<sup>2</sup> sector
- Densitat: 9 hab/Ha

PMU 6 Sector accés Mas Trempat	
Habitatges previstos	9 edificis
Població prevista	27 Pers.

## **ANNEX B**

## B.- ESTUDI DE L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS

### B1.- INTRODUCCIÓ

El present annex té com a objectiu mostrar les dades dels volums d'aigua potable que circulen per la xarxa d'abastament i distribució, les quals han estat utilitzades per a la realització del capítol de la memòria "estudi de l'aprofitament dels recursos hídrics". En primer lloc es mostraran les taules i gràfiques referents a l'aigua bombada a cadascuna de les tres zones estudiades (Sta. Cristina, Golf i Bell Lloch / Romanyà), i posteriorment s'exposaran els consums registrats per la companyia d'aigües que han estat utilitzats pel càlcul en la simulació amb EPANET.

### B2.- DESCRIPCIÓ I ANÀLISI DE L'AIGUA BOMBADA

#### B2.1.- Relació de cabals entre les fonts d'abastament pròpies i externes

En primer lloc es mostrarà breument la procedència de les captacions d'aigua destinades al consum humà, per tal de conèixer el total d'aigua extreta de les fonts d'abastament del municipi, així com també saber en quina proporció entre elles.

La figura 3 mostra la quantitat total d'aigua que va ser bombada al municipi durant l'any 2007, i la seva procedència.

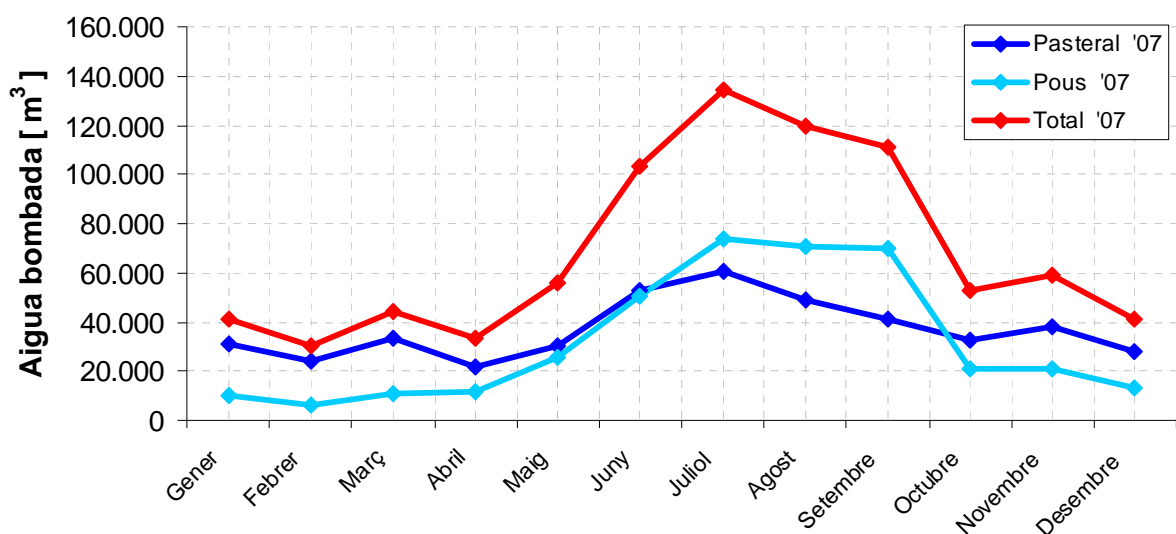


Fig. 3.- Procedència de les aigües bombades durant l'any 2007 al municipi de Sta. Cristina d'Aro.

	Consum Pasteral [ m <sup>3</sup> ]	Consum Pous [ m <sup>3</sup> ]	Consum TOTAL [ m <sup>3</sup> ]
Gener	31.328	9.857	41.185
Febrer	24.047	6.040	30.087
Març	33.364	10.942	44.306
Abril	21.564	11.556	33.120
Maig	30.132	25.452	55.584
Juny	52.717	50.846	103.563
Juliol	60.743	73.453	134.196
Agost	49.132	70.630	119.762
Setembre	40.972	70.126	111.098
Octubre	32.303	20.865	53.168
Novembre	38.434	20.599	59.033
Desembre	28.057	13.172	41.229

**Taula 3.-** Quantitat d'aigua bombada durant l'any 2007 al municipi de Sta. Cristina d'Aro.

S'observa que durant la temporada baixa (hivern) la major part de l'aigua que es bomba prové del Pasteral. Això és degut a dues raons principalment: la primera és que hi ha un contracte amb el consorci de la Costa Brava, la qual gestiona la canonada del Pasteral, que garanteix un cabal mínim a la Població. Aquesta aigua encara que no es gasti es pagaria, i per tant es consumeix abans aquesta. En segon lloc, durant l'hivern les urbanitzacions estan desocupades, provocant que s'hi consumeixi molt poca aigua. Aquestes urbanitzacions majoritàriament són proveïdes des dels pous fent que no s'hi bombegi aigua.

### **B2.2.- Procedència de les aigües al sector Santa Cristina d'Aro**

S'han recollit les dades referents a la procedència de les aigües bombades al nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i les urbanitzacions que s'alimenten des de la seva subxarxa. S'observa que la major part del volum consumit prové de la presa del Pasteral, mentre que només en els mesos d'estiu hi ha un consum de les fonts pròpies, representant aquestes últimes un percentatge molt baix.

En aquesta zona avui en dia estan en actiu només tres dels set pous que hi ha hagut en servei, aquests són el pou 7, el 6 i el 8 els quals poden extreure com a màxim un cabal d'uns 90 m<sup>3</sup>/h en total. Ara bé, una sobreexplotació d'aquests pous pot portar al seu assecament, podent-los deixar sense servei per a llargs períodes de temps.

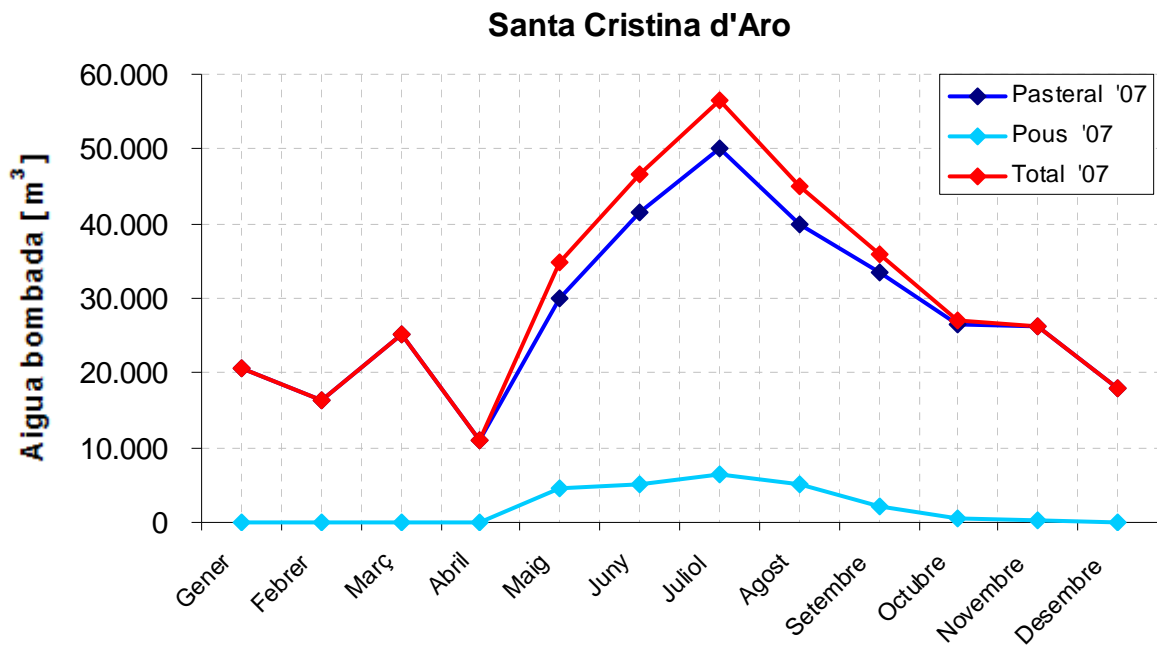


Fig. 4.- Procedència de les aigües bombades durant l'any 2007 a Sta. Cristina d'Aro.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Total.
Pou 7	0	0	0	2	1.783	699	1.814	2.634	856	387	55	1	8.231
Pou 6 Tr.	0	0	0	22	1.050	2.519	1.802	91	329	55	33	3	5.904
P. 8 o Palahi	0	0	0	34	1.777	1.966	2.855	2.304	1.010	168	64	2	10.180
<b>Pous Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>4.610</b>	<b>5.184</b>	<b>6.471</b>	<b>5.029</b>	<b>2.195</b>	<b>610</b>	<b>152</b>	<b>6</b>	<b>24.315</b>
Pasteral	20.599	16.336	25.102	10.947	30.132	41.527	50.019	39.993	33.586	26.573	26.156	17.825	338.795
<b>Total</b>	<b>20.599</b>	<b>16.336</b>	<b>25.102</b>	<b>11.005</b>	<b>34.742</b>	<b>46.711</b>	<b>56.490</b>	<b>45.022</b>	<b>35.781</b>	<b>27.183</b>	<b>26.308</b>	<b>17.831</b>	<b>363.110</b>

Any 2006	11.304	13.860	25.685	28.529	39.432	38.905	52.267	54.006	36.351	21.481	27.893	25.793	375.506
<b>Desviació.</b>	<b>82,23%</b>	<b>17,86%</b>	<b>-2,27%</b>	<b>-61,43%</b>	<b>-11,89%</b>	<b>20,06%</b>	<b>8,08%</b>	<b>-16,64%</b>	<b>-1,57%</b>	<b>26,54%</b>	<b>-5,68%</b>	<b>-30,87%</b>	<b>-3,30%</b>
Acum. '07	20.599	36.935	62.037	73.042	107.784	154.495	210.985	256.007	291.788	318.971	345.279	363.110	363.110
Acum. '06	11.304	25.164	50.849	79.378	118.810	157.715	209.982	263.988	300.339	321.820	349.713	375.506	375.506
07/'06 (%)	82,23%	46,78%	22,00%	-7,98%	-9,28%	-2,04%	0,48%	-3,02%	-2,85%	-0,89%	-1,27%	-3,30%	-3,30%
07-'06	9.295	11.771	11.188	-6.336	-11.026	-3.220	1.003	-7.981	-8.551	-2.849	-4.434	-12.396	-12.396

Taula 4.- Aigua bombada durant l'any 2007 a Sta. Cristina d'Aro (unitats en m<sup>3</sup>).

### B2.3.- Procedència de les aigües al sector Golf Club Costa Brava

El sector del golf acull un elevat nombre d'habitatges, els quals en la seva majoria són segones residències, tenint una situació semblant al que passa en altres urbanitzacions del municipi. Aquesta, però, destaca per la seva grandària i pel fet que el seu volum d'aigua consumit en les èpoques d'estiu és semblant al consumit en el sector de Santa Cristina d'Aro, que inclou a més del casc urbà, zones de Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat.

Així doncs, la urbanització Golf Club Costa Brava representa durant l'estiu una important zona de consum d'aigua, que resol el seu subministrament, a partir de les aigües de l'aqüífer del Ridaura en primer lloc així com també, des del Pasteral com a font de recolzament.

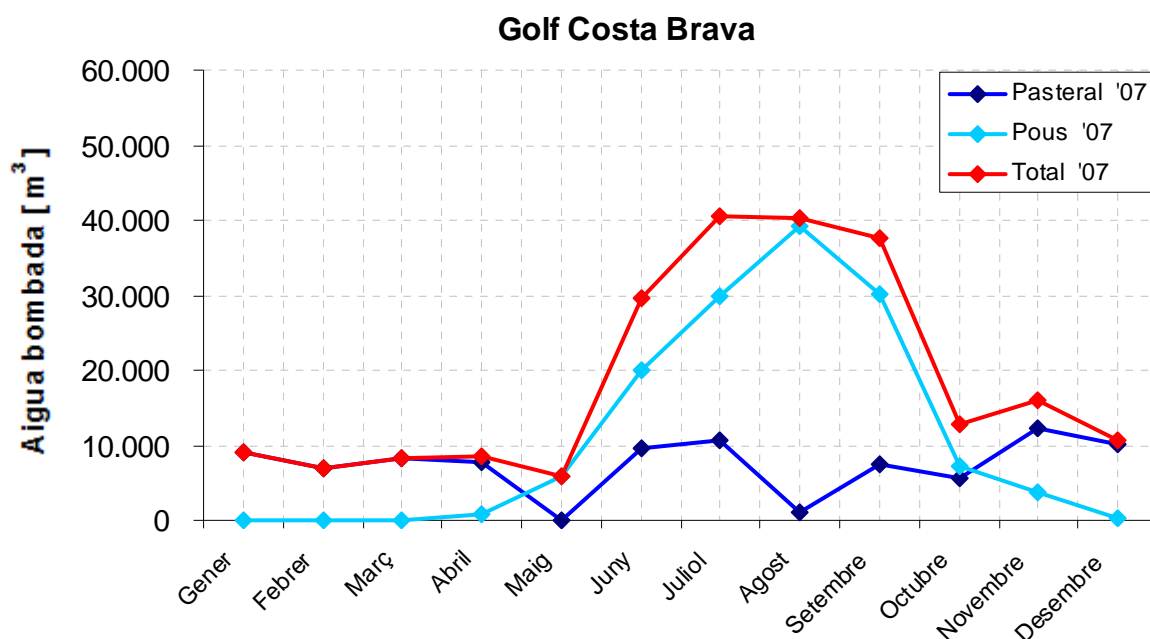


Fig. 5.- Procedència de les aigües bombades durant l'any 2007 al Golf Club Costa Brava.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Total
Pou 27	16	0	0	43	0	181	1.787	14.358	6.651	41	0	77	23.154
Pou 17bis	11	0	0	60	0	170	6.148	5.836	4.320	125	139	260	17.069
Pou 7	0	8	0	20	23	34	4.339	5.294	3.978	670	627	0	14.993
Pou 8	0	0	0	0	0	10.032	8.585	3.904	5.107	2.861	1.129	0	31.618
Pou 8bis	0	6	0	618	5.821	9.667	6.317	3.433	4.625	2.557	992	7	34.043
Pou 13	0	0	0	0	0	24	2.626	6.414	5.524	816	789	0	16.193
<b>Pous Total</b>	<b>27</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>741</b>	<b>5.844</b>	<b>20.108</b>	<b>29.802</b>	<b>39.239</b>	<b>30.205</b>	<b>7.070</b>	<b>3.676</b>	<b>344</b>	<b>137.070</b>
Pasteral	9.083	7.031	8.246	7.750	0	9.602	10.696	1.153	7.367	5.726	12.272	10.230	89.156
<b>Total</b>	<b>9.110</b>	<b>7.045</b>	<b>8.246</b>	<b>8.491</b>	<b>5.844</b>	<b>29.710</b>	<b>40.498</b>	<b>40.392</b>	<b>37.572</b>	<b>12.796</b>	<b>15.948</b>	<b>10.574</b>	<b>226.226</b>

Any 2006	12.786	10.880	6.759	29.684	25.412	50.564	48.991	46.542	36.376	20.281	5.613	3.765	297.653
<b>Desviació.</b>	<b>-28,75%</b>	<b>-35,25%</b>	<b>22,00%</b>	<b>-71,40%</b>	<b>-77,00%</b>	<b>-41,24%</b>	<b>-17,34%</b>	<b>-13,21%</b>	<b>3,29%</b>	<b>-36,91%</b>	<b>184,13%</b>	<b>180,85%</b>	<b>-24,00%</b>
Acum. '07	9.110	16.155	24.401	32.892	38.736	68.446	108.944	149.336	186.908	199.704	215.652	226.226	226.226
Acum. '06	12.786	23.666	30.425	60.109	85.521	136.085	185.076	231.618	267.994	288.275	293.888	297.653	297.653
07/'06 (%)	-28,75%	-31,74%	-19,80%	-45,28%	-54,71%	-49,70%	-41,14%	-35,52%	-30,26%	-30,72%	-26,62%	-24,00%	-24,00%
07-'06	(3.676)	(7.511)	(6.024)	(27.217)	(46.785)	(67.639)	(76.132)	(82.282)	(81.086)	(88.571)	(78.236)	(71.427)	(71.427)

Taula 5.- Aigua bombada durant l'any 2007 al Golf Club Costa Brava (unitats en m<sup>3</sup>).

#### B2.4.- Procedència de les aigües al sector Bell Lloch / Romanyà de la Selva

El sector Bell Lloch / Romanyà compren a més d'aquests dos nuclis urbans, les urbanitzacions situades a les cotes més altes del massís de les Gavarres, que són Sant Miquel d'Aro i Vall repòs. En general tota la zona experimenta una alta estacionalitat degut al gran nombre de segones residències que conté.

Aquest fet queda de manifest observant les gràfiques del consum de la zona, on la major part del volum demandat és a les èpoques d'estiu.



Per altra banda, la fonts que subministra l'aigua als habitatges d'aquestes urbanitzacions és en la seva majoria l'aqüífer del Ridaura ja que a la plana de la vall es troben dos pous capaços de subministrar pràcticament tot el cabal necessari, només utilitzant l'aigua del Pasteral per assolir determinades puntes de demanda que hi ha.

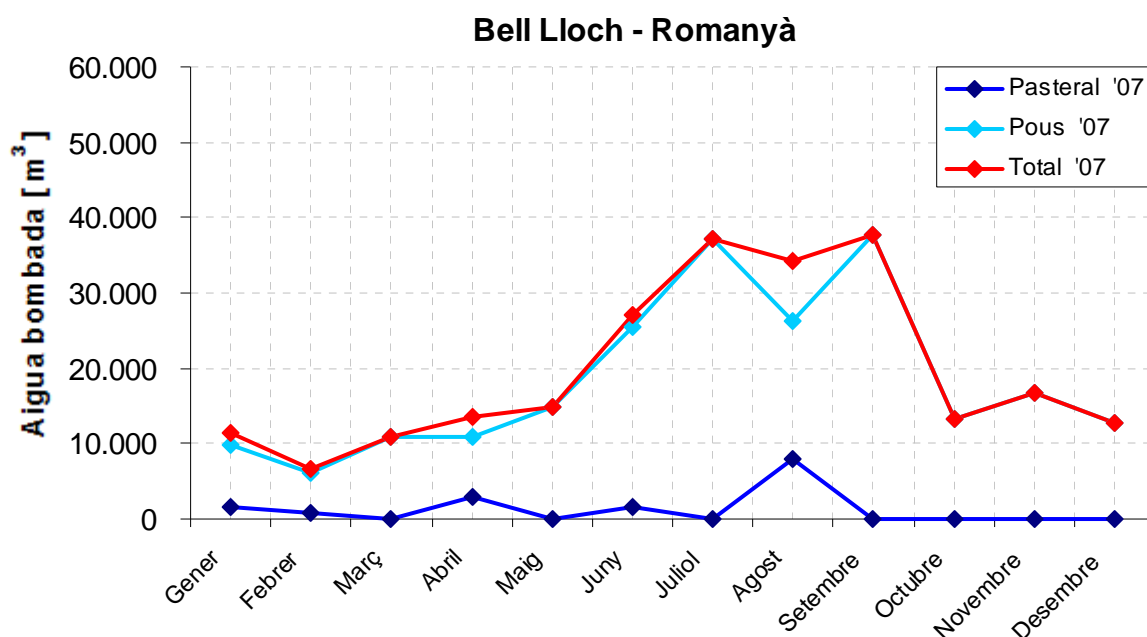


Fig. 6.- Procedència de les aigües bombades durant l'any 2007 a Bell Lloch / Romanyà.

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	July	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Total.
Pou n.1	9.830	5.866	10.942	10.750	14.991	23.071	34.081	21.121	32.823	13.185	16.771	12.822	<b>206.253</b>
Pou n.2	0	160	0	7	7	2.483	3.099	5.241	4.903	0	0	0	<b>15.900</b>
<b>Pous Total</b>	<b>9.830</b>	<b>6.026</b>	<b>10.942</b>	<b>10.757</b>	<b>14.998</b>	<b>25.554</b>	<b>37.180</b>	<b>26.362</b>	<b>37.726</b>	<b>13.185</b>	<b>16.771</b>	<b>12.822</b>	<b>222.153</b>
Pasteral	1.646	680	16	2.867	0	1.588	28	7.986	19	4	6	2	<b>14.842</b>
<b>Total</b>	<b>11.476</b>	<b>6.706</b>	<b>10.958</b>	<b>13.624</b>	<b>14.998</b>	<b>27.142</b>	<b>37.208</b>	<b>34.348</b>	<b>37.745</b>	<b>13.189</b>	<b>16.777</b>	<b>12.824</b>	<b>236.995</b>

Any 2006	8.748	5.903	7.892	20.744	21.112	36.804	48.380	32.834	25.238	14.131	11.996	6.362	240.144
<b>Desviació.</b>	<b>31,18%</b>	<b>13,60%</b>	<b>38,85%</b>	<b>-34,32%</b>	<b>-28,96%</b>	<b>-26,25%</b>	<b>-23,09%</b>	<b>4,61%</b>	<b>49,56%</b>	<b>-6,67%</b>	<b>39,85%</b>	<b>101,57%</b>	<b>-1,31%</b>
Acum. '07	11.476	18.182	29.140	42.764	57.762	84.904	122.112	156.460	194.205	207.394	224.171	236.995	236.995
Acum. '06	8.748	14.651	22.543	43.287	64.399	101.203	149.583	182.417	207.655	221.786	233.782	240.144	240.144
07/'06 (%)	31,18%	24,10%	29,26%	-1,21%	-10,31%	-16,11%	-18,37%	-14,23%	-6,48%	-6,49%	-4,11%	-1,31%	-1,31%
07-'06	2.728	3.531	6.597	(523)	(6.637)	(16.299)	(27.471)	(25.957)	(13.450)	(14.392)	(9.611)	(3.149)	(3.149)

vall repos 06	1.903	781	1.388	2.999	3.979	7.006	8.496	6.332	5.051	2.323	1.215	1.758	<b>43.231</b>
vall repos 07	1.666	1.205	1.525	2.006	3.502	3.201	3.097	6.747	7.707	1.904	2.247	1.455	<b>36.262</b>
sant miquel 06	3.098	2.096	2.144	4.004	4.329	7.587	10.097	7.184	5.673	3.035	1.811	1.825	<b>52.883</b>
sant miquel 07	2.544	1.195	2.063	2.289	2.907	4.480	6.394	6.239	6.631	1.733	2.711	2.005	<b>41.191</b>

Taula 6.- Aigua bombada durant l'any 2007 a Bell Lloch / Romanyà (unitats m<sup>3</sup>).

---

### **B3.- DESCRIPCIÓ DE L'AIGUA REGISTRADA**

En el treball es considerarà que l'aigua consumida al municipi serà d'una magnitud similar a l'aigua registrada pels comptadors de la companyia subministradora, encara que s'ha de tenir en compte, factors d'error com són desviacions en els aparells comptadors, o consums il·legals a la xarxa, que poden arribar a ser considerables. Aquests s'han tingut en consideració amb l'aplicació d'uns coeficients multiplicadors a la demanda mitjana explicats en el capítol de la memòria "Estudi de l'aprofitament dels recursos hídrics".

Així doncs, es disposa de les dades dels consums registrats per a cadascuna de les escomeses de la població, detallat per zones, carrers i número de l'habitatge.

Seguidament es mostraran els consums utilitzats en el treball, els quals s'han resumits per zones i carrers ja que es vol mantenir la privacitat dels consums de cada habitatge. Els valors representats són del trimestre d'estiu del 2007 que és l'últim període de màxim consum de què es disposen dades.

Notacions:

*AV: Avinguda*

*CL: Carrer*

*CM: Camí*

*CR: Carretera*

*PG: Passeig*

*PJ: Pujada*

*PZ: Plaça*

*UR: Urbanització*

SANTA CRISTINA D'ARO	
Carrer	(m <sup>3</sup> ) Fac.
Total AV/ DE L'ESGLÉSIA	2.545
Total AV/ PAISOS CATALANS	732
Total AV/ RIDAURA	1.102
Total CA/ PUIG GROS-URB.MAS TREMPAT	202
Total CL/ ABAD ESCARRE	48
Total CL/ ANGEL GUIMERA	365
Total CL/ ANTONI GAUDI	805
Total CL/ ARDENYA-URB.MAS TREMPAT	407
Total CL/ BARRI BUFAGANYES	1.410
Total CL/ BARRI DE SALOM	829
Total CL/ BARRI SALOM-MAS GRILL	104
Total CL/ BUJONIS	66
Total CL/ CAMP OLIVER	726
Total CL/ CARRERO VELL	188
Total CL/ CARRILET	148
Total CL/ COMERC	1.742
Total CL/ DE LA PEDRERA	1.170
Total CL/ DE LES COMES-U.MAS TREMPAT	621
Total CL/ DE PEDRALTA-U.MAS TREMPAT	1.897
Total CL/ DE PEDRELLS	538
Total CL/ DEL CENTRE	279
Total CL/ DEL COMAL-URB.MAS TREMPAT	603
Total CL/ DEL MONCLAR-U.MAS TREMPAT	665
Total CL/ DEL PASSALLIS-U.MAS TREMP.	181
Total CL/ DEL PUIG	766
Total CL/ DEL QUINTA	147
Total CL/ DEL SURO GROS	236
Total CL/ DELS JONCS-URB.MAS TREMPAT	2.360
Total CL/ DOCTOR CASALS	3.068
Total CL/ DOCTOR FLEMING	657
Total CL/ DOCTOR TRUETA	776
Total CL/ DR. MANEL BURCH I BARRAQU	289
Total CL/ EL PADRO	1.213
Total CL/ ENRIC GRANADOS	662
Total CL/ FEIXA D'EN ROQUER	60
Total CL/ FRANCESC MACIA	65
Total CL/ GREGAL	549
Total CL/ JOAN MIRO	18
Total CL/ JORDI VERRIE I FAGET	2.892
Total CL/ JOSEP M. DE SEGARRA	754
Total CL/ JULI GARRETA	1.254
Total CL/ LA TAULERA	5.826
Total CL/ LA TAULERA-ED TAULERA	1.921
Total CL/ LLEVANT	432
Total CL/ LLIBERTAT	946
Total CL/ MARAGALL	146
Total CL/ MAS SAGRERA	1.077
Total CL/ MAS SICARS	274
Total CL/ MESTRAL	114
Total CL/ MIGJORN	102
Total CL/ MIQUEL DE PAU-U.MAS TREMP.	109
Total CL/ MONTURIOL	1.205
Total CL/ PAU CASALS	1.834
Total CL/ PAU PICASSO	782

Total CL/ PEP VENTURA	391
Total CL/ PERE GIRONES	2.005
Total CL/ PLA DE LA VINYASSA	844
Total CL/ PLANA BASARDA U.MAS TREMP.	38
Total CL/ PONENT	353
Total CL/ RAMON I CAJAL	67
Total CL/ REC DEL FORN	4
Total CL/ REC DELS TORS	892
Total CL/ REMENCES	22
Total CL/ RIDAURA	2.030
Total CL/ ROCA RODONA-U.MAS TREMPAT	521
Total CL/ ROCA TOSA-URB.MAS TREMPAT	924
Total CL/ SALVADOR ALBERT I PEY	468
Total CL/ SALVADOR DALI	1.351
Total CL/ SANT BALDIRI-U.MAS TREMPAT	668
Total CL/ SANT GRAU-U.MAS TREMPAT	279
Total CL/ SANTIAGO RUSIÑOL	353
Total CL/ SURO DE LA CREU	820
Total CL/ TRAMUNTANA	205
Total CL/ VICTORIA POMAR	18
Total CL/ XALOC	180
Total CM/ DE FANALS	220
Total CM/ DE LA MORA	320
Total CM/ DEL MAS DANEA	189
Total CM/ FONDO	157
Total CM/ RAL	325
Total CR/ ANTIGUA	336
Total CR/ ST FELIU A GIRONA	104
Total CR/ STA CRISTINA	741
Total PG/ SPORTIU	2.416
Total PJ/ DELS COLOMERS	235
Total PJ/ MAS ESTRUCH	261
Total PZ/ BAUDILI REIXACH	747
Total PZ/ MOSSEN SALVADOR DURAN	352
Total PZ/ PRESIDENT IRLA	699
Total PZ/ SALVADOR BONET	260
Total RD/ RDA PI DE LA CREU-U.MAS TRE.	402
Total TR/ CAMP BACH	1.310
Total TR/ CARRILET	271
Total TR/ ESTACIO	364
Total TR/ PEP VENTURA	109
Total TR/ PERE GIRONES	105
Total UR/ EL PALOMAR	136
Total UR/ LES TEULES-1	10.444
Total UR/ LES TEULES-2	4.793
Total UR/ LES TEULES-MASIES	2.126
Total UR/ MARTIN VALLS	320
Total UR/ ROCA DE MALVET-1	11.031
Total UR/ ROCA DE MALVET-2	3.494
Total UR/ UR SERRASOL	128
<b>Total general</b>	<b>102.735</b>

<b>GOLF CLUB COSTA BRAVA</b>	
<b>Carrer</b>	<b>(m<sup>3</sup>) Fac.</b>
Total CL/ GOLF-ZONA GRANJA	248
Total CL/ ROCA RODONA	1.041
Total CL/ Z.ALTA-CANIGO	14.883
Total CL/ Z.ALTA-GAVARRES	1.013
Total CL/ Z.ALTA-GIRONES	121
Total CL/ Z.ALTA-PIRINEUS	8.040
Total CL/ Z.ALTA-PUJADA HOTEL	5.593
Total CL/ Z.ALTA-ROCA ALBA	7.055
Total CL/ Z.B-CANIGO	484
Total CL/ Z.B-PUJADA HOTEL	1.139
Total CL/ Z.C-CANIGO	2.031
Total CL/ Z.DALIAS-ST.GRAU	566
Total CL/ Z.E-CAVALL BERNAT	3.108
Total CL/ Z.F-CANIGO	696
Total CL/ Z.MARGARITAS-CANIGO	3.579
Total CL/ Z.MARGARITAS-ROCA RODONA	474
Total CL/ Z.MIMOSAS-AV.C.BRAVA	2.782
Total CL/ Z.MIMOSAS-CADI	1.276
Total CL/ Z.MIMOSAS-CLUB DE GOLF	3.137
Total CL/ Z.MIMOSAS-MONTSENY	5.397
Total CL/ Z.MIMOSAS-MONTSERRAT	<b>3.375</b>
Total CL/ Z.MIMOSAS-ROMANYA	2.673
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-AV.C.BRAVA	7.519
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-CANIGO	2.450
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-EMPORDA	5.125
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-MONTNEGRE	915
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-MONTSERRAT	5.594
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-PUJADA HOTEL	531
Total CL/ Z.ORQUIDEAS-TR.C.BRAVA	1.466
Total CL/ Z.SOLIUS-CANIGO	273
Total CL/ Z.SOLIUS-SOLIUS	125
Total CL/ ZONA MARGARITAS	256
<b>Total general</b>	<b>92.965</b>

<b>BELL LLOCH / ROMANYÀ</b>	
<b>Carrer</b>	<b>(m<sup>3</sup>) Fac.</b>
Total CL/ BELL-LLOCH-2-PISCINA	1.077
Total CL/ CEMENTIRI DE STA.CRISTINA	0
Total CL/ CRT DE GIRONA	2.852
Total CL/ ST.MIQUEL D'ARO-AP.D'ARO	86
Total CL/ UR BELL-LLOCH-1	4.422
Total CL/ UR BELL-LLOCH-2	20.433
Total CL/ UR ROMANYA	5.190
Total CL/ UR SANT MIQUEL D'ARO	12.916
Total CL/ UR VALL REPÒS	18.562
<b>Total General</b>	<b>65.538</b>

## **ANNEX C**

## **C.- SIMULACIÓ**

### ***C1.- INTRODUCCIÓ***

En el present annex es descriuran les dades introduïdes al programa de simulació EPANET per la realització del model matemàtic de la xarxa d'aigües de Sta. Cristina d'Aro.

Així doncs, s'exposaran els paràmetres hidràulics dels elements més importants que formen la xarxa, parant especial atenció en la introducció, al programa, dels seus paràmetres més destacables. Aquests elements són: dipòsits, bombes hidràuliques, conduccions, vàlvules i automatismes de control; on cadascun d'ells depèn de certs paràmetres com poden ser pressions, cabals, velocitats, nivells d'aigua, temps etc.

Cal comentar que aquest annex s'ha centrat en la modelització matemàtica de la xarxa, excloent-hi els resultats finals trobats a partir de la simulació, ja que aquests es troben detallats en els seus annexes i capítols de la memòria corresponents.

### ***C2.- DISCRETITZACIÓ DE LA XARXA D'AIGUA***

S'han simulat dues situacions diferenciades del comportament hidràulic de la xarxa d'aigua de Sta. Cristina d'Aro. En primer lloc s'ha modelat el comportament actual de la instal·lació, per a detectar les deficiències i mancances que té, mentre que en segon lloc s'ha realitzat una proposta de millora de la xarxa per a solucionar-les.

Això ha requerit la col·locació d'un gran nombre d'elements (dipòsits, bombes, canonades, etc.) en el simulador ja que per assolir un bon grau de precisió és necessària arribar a detalls d'implementació de valvuleria, i automatismes que conté la xarxa. A més, en cadascun d'aquests elements s'han d'introduir una sèrie de paràmetres (dimensions, topografia, consums, etc.) que els farà que es comportin d'una manera semblant a l'element real instal·lat a la xarxa.

El fet que la xarxa de Sta. Cristina d'Aro sigui antiga comporta que no es disposi de tota la informació respecte els elements que componen la xarxa, o bé que molta de la informació disponible no estigui digitalitzada. Aquests inconvenients suposen haver d'introduir moltes

de les dades requerides pel programa a ma i per tant estar molt de temps realitzant feines monòtones de digitalització dels elements.

En el present treball s'ha creat un model matemàtic que descriu el sistema d'aigua potable actual de Sta. Cristina d'Aro, i un altre de proposat que millora la xarxa existent i la prepara per atendre a les noves necessitats del futur. Els resultats dels anàlisis hidràulics d'ambdues xarxes es troben en els annexes "Anàlisi de la xarxa actual" i "Solució projectada", mentre que l'anàlisi de la qualitat de les aigües es troba a l'annex de "Qualitat".

En la taula 7 es descriu el nombre d'elements (nusos de consum, pous, dipòsits, etc.) hi ha implementats en la simulació actual i projectada de la xarxa. Cal dir que la diferència tant elevada entre elles és deguda a que en la solució projectada s'han introduït al model la xarxa de les futures zones de creixement de la població.

<b>Situació actual</b>		<b>Solució projectada</b>	
Nº de nusos de cabal	964	Nº de nusos de cabal	1.221
Nº de pous de captació	15	Nº pous de captació	14
Nº de dipòsits	20	Nº de dipòsits	20
Nº de Canonades	1.049	Nº de Canonades	1.449
Nº de bombes	25	Nº de bombes	27
Nº de vàlvules	13	Nº de vàlvules	23

**Taula 7.-** Nombre d'elements simulats en els models de "Sit. Actual i Solució projectada".

Per altra banda, en la figura 7 es troba representat el volum total de la simulació realitzada, observant-se com s'han tingut en compte tota la xarxa d'aigües municipal en l'elaboració del treball, tot i que aquesta té una gran extensió ja que acull a un gran nombre d'urbanitzacions i petits nuclis habitats.

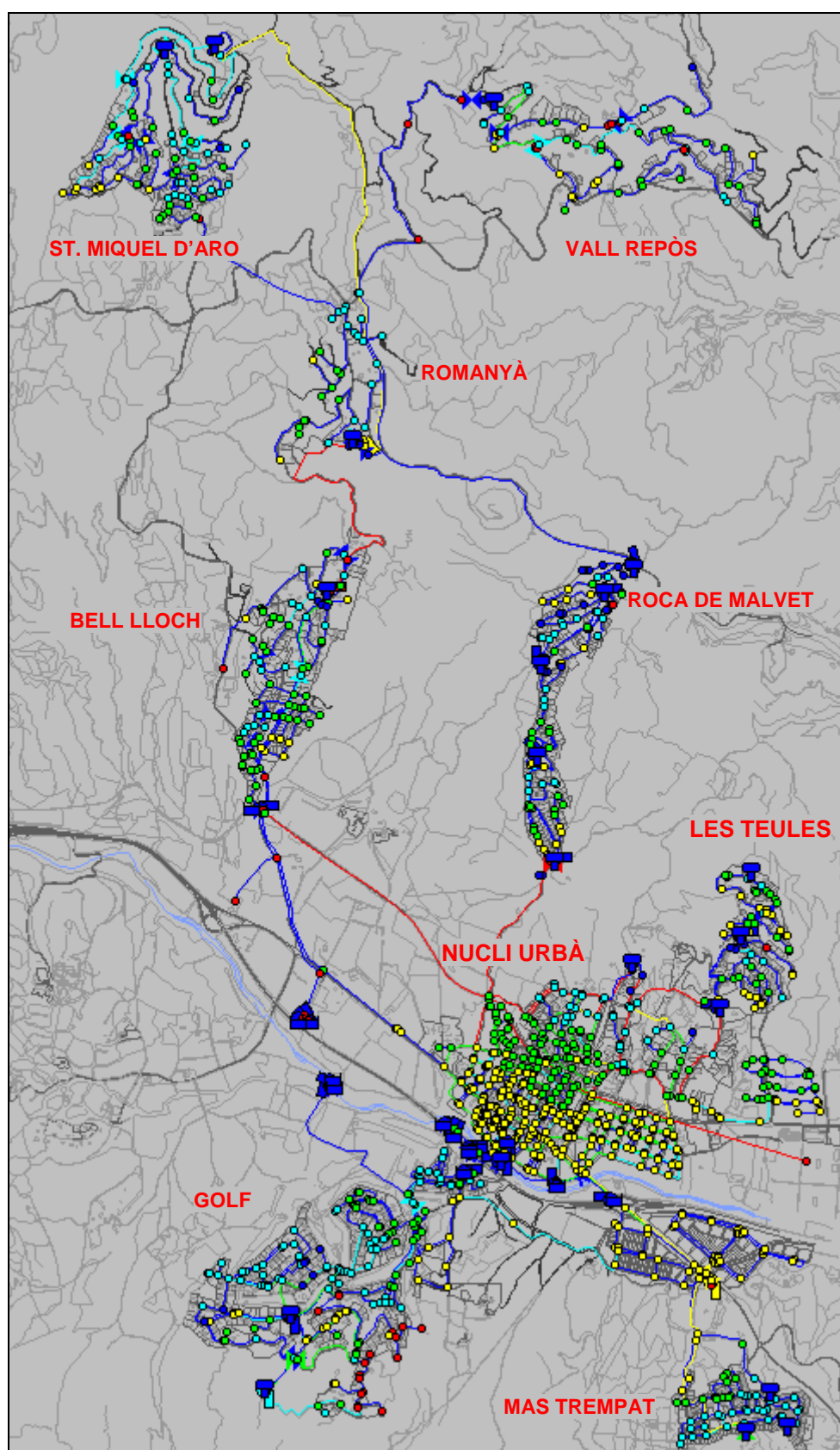


Fig. 7.- Simulació de la solució projectada de la xarxa d'aigua potable municipal.



### **C3.- NUSOS DE CONSUM**

En el model matemàtic són existents una sèrie de nusos de consum que vindrien a representar en la xarxa real situacions com punts d'unió entre canonades, els seus extrems, o canvis de direcció. A més, a tots aquests punts se'ls pot assignar una sortida o entrada de cabal, representant agrupacions d'escomeses o bé simplement punts de pas.

Les dades bàsiques imputades als nusos són:

- Cota respecte a un nivell de referència, en el present treball s'ha considerat el mar.
- La demanda d'aigua que surt de la xarxa.
- La qualitat inicial de l'aigua.

Els resultats obtinguts en la simulació per els nusos, en cada període de simulació són:

- L'alçada manomètrica (energia per unitat de pes del fluid, o bé suma de la cota més la alçada de pressió).
- La pressió.
- La qualitat de l'aigua.

A part, els nusos permeten tenir en compte en el model una sèrie característiques que esdevenen en les xarxes reals, les quals seguidament es descriuen breument:

- Una demanda variable en el temps, amb l'assignació de corbes de modulació que apliquen un coeficient a la demanda base d'aigua estipulada.
- Poden tenir assignades diferents tipologies de demanda a la vegada, permetent que en un mateix punt de consum representi per exemple una escomesa i un consum industrial a la vegada.
- Poden tenir una demanda negativa, indicant que el cabal entra a la xarxa a través del nus.
- Ser un punt de entrada d'una font contaminant de la xarxa.

#### **C3.1.- Demanda base**

Tal com s'ha comentat anteriorment, a cada nusos de consum introduït al model se li assigna una demanda base (demanda mitja), que representen el comportament d'una

agrupació d'escomeses, que poden ser domèstiques, industrials, o d'altres elements de la xarxa com hidrants o boques de reg. Per tal que el model s'aproximi el més possible a la realitat, a totes aquestes demandes se'ls aplica uns coeficients que representen l'evolució del consum durant el dia. Aquests coeficients s'anomenen corbes de modulació trobant-se descrites al subapartat C4.1.2.

Per tal d'assignar les demandes base del municipi amb suficient precisió, es van aconseguir els registres de consums trimestrals referents als mesos de Juny-Juliol-Agost de cadascun dels habitatges i indústries de la població.

En ser un estudi de la xarxa d'aigua potable en alta pressió es va considerar convenient en l'edició dels nusos de cabal, la agrupació d'escomeses per trams de carrer, permetent així reduir el nombre de punts i de conduccions obtenint uns resultats molt semblants.

### **C3.2.- Corbes de modulació**

Les corbes de modulació són una seqüència de factors multiplicadors que aplicats sobre un valor base, fan que aquests variïn en el temps. S'associen a les demandes d'aigua introduïdes a la simulació per modelar el comportament del consum durant un període de temps determinat (dia, setmana, mes), ja que no hi ha un consum constant al llarg del temps.

Aquestes corbes permetran la implementació de diferents situacions de consum com poden ser la demanda domèstics, industrials, de reg, dels hidrants ..., els quals totes elles utilitzen l'aigua en major o menor quantitat depenent de l'hora del dia.

En no disposar de les corbes de modulació que actuen al municipi s'ha consultat diferents fonts bibliogràfiques per a determinar les corbes que representen un comportament més semblant al real.

#### Demanda domèstica

De totes les fonts bibliogràfiques consultades destaquen en primer lloc un estudi realitzat per la Universitat Politècnica de València, on mitjançant la mesura real en les escomeses dels habitatges es va determinar, després de la depuració i anàlisi de les dades obtingudes, una corba de modulació de la demanda domèstica tipus. Aquests coeficients es caracteritzen pel pronunciat contrast entre les hores nocturnes i diürnes, ja que els mínim consum està a 0,05 vegades la demanda base, mentre que el màxims ho està a 1,9 vegades.

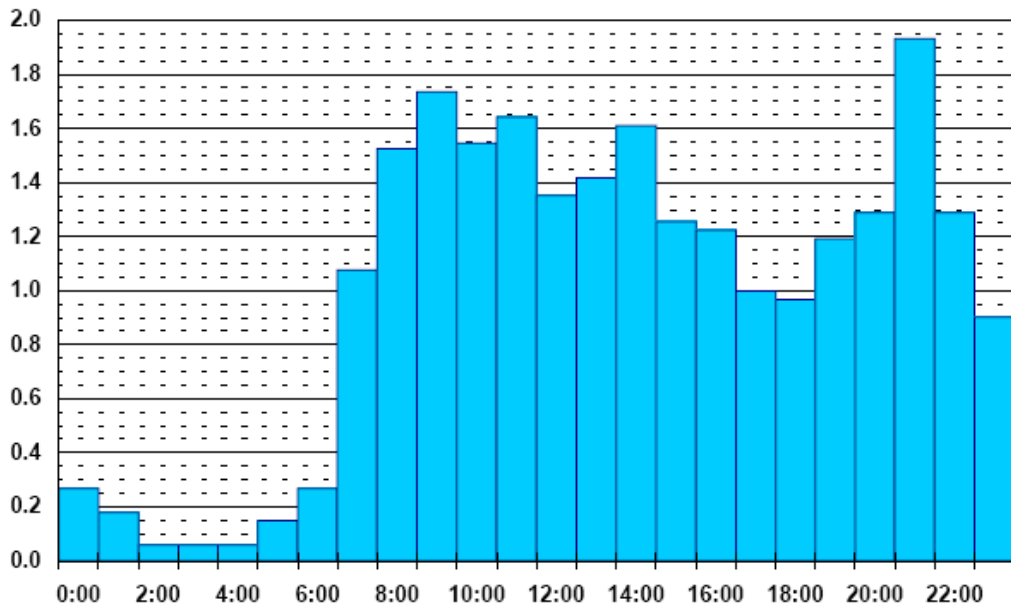


Fig. 8.- Corba modulació demanda domèstica Universitat Politècnica de València

Per altra banda, en el llibre Gestión de Recursos Hídricos (Balairón, P.L., 2002) proposa una corba de modulació per a la demanda domèstica, amb menys contrastos que en el cas anterior, amb un coeficient màxim de consum del 1,32 respecte la demanda base, i un coeficient mínim del 0,68 de la demanda.

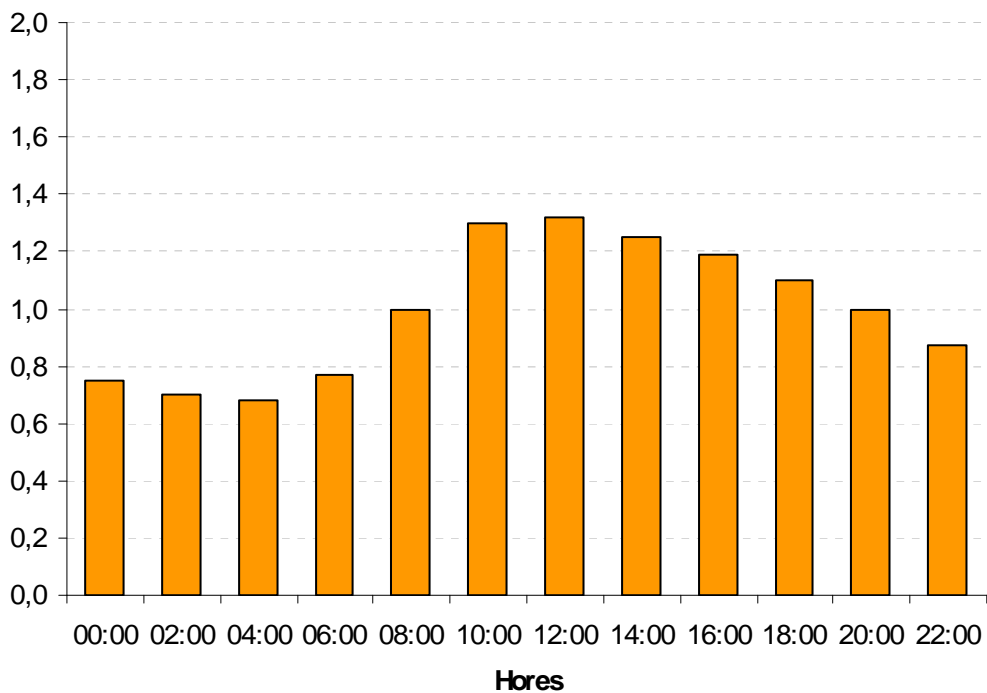


Fig. 9.- Corba modulació demanda domèstica segons Balairón, P.L. (2002)

S'ha realitzat la simulació de la xarxa amb les dues corbes de modulació domèstica anteriors, obtenint uns millors resultats per a la proposada al llibre *Gestión de Recursos hídricos* (Balairón, P.L., 2002), ja que no s'observa a la realitat una disminució tant important de la demanda nocturna com la que s'obté en la corba trobada per la Universitat Politècnica de València.

Amb l'anàlisi dels nivells dels dipòsits en continu (telecontrol) es demostra que hi ha una disminució important de la demanda nocturna, però en cap cas ho fa en unes proporcions tant elevades.

En la figura 10 es mostra el nivell d'aigua real que hi ha al dipòsit de Sant Miquel d'Aro durant un període de tres dies, com també els resultats obtinguts en les simulacions emprant les dues corbes de modulació trobades. Es pot observar que tot i que ambdues tenen un comportament similar al real, en la corba de modulació trobada per la Universitat Politècnica de València les hores nocturnes tenen un pendent amb una inclinació pràcticament horitzontal. Aquest fet, en canvi, no queda reflectit ni en el comportament real del nivell del dipòsit, ni tampoc en la corba de modulació recollida en el llibre *Gestión de Recursos Hídricos*.

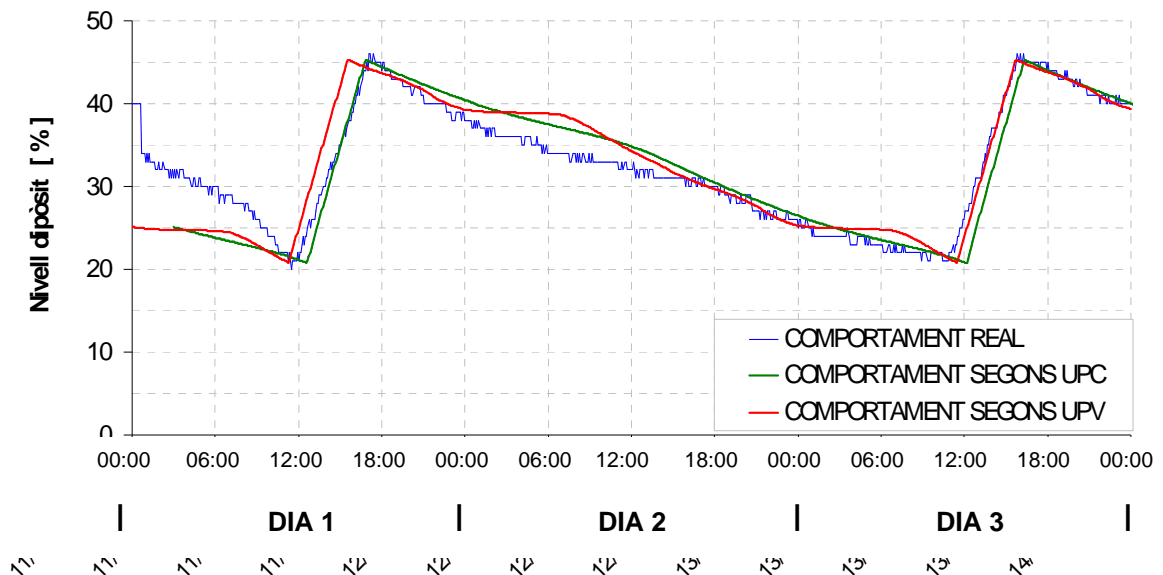
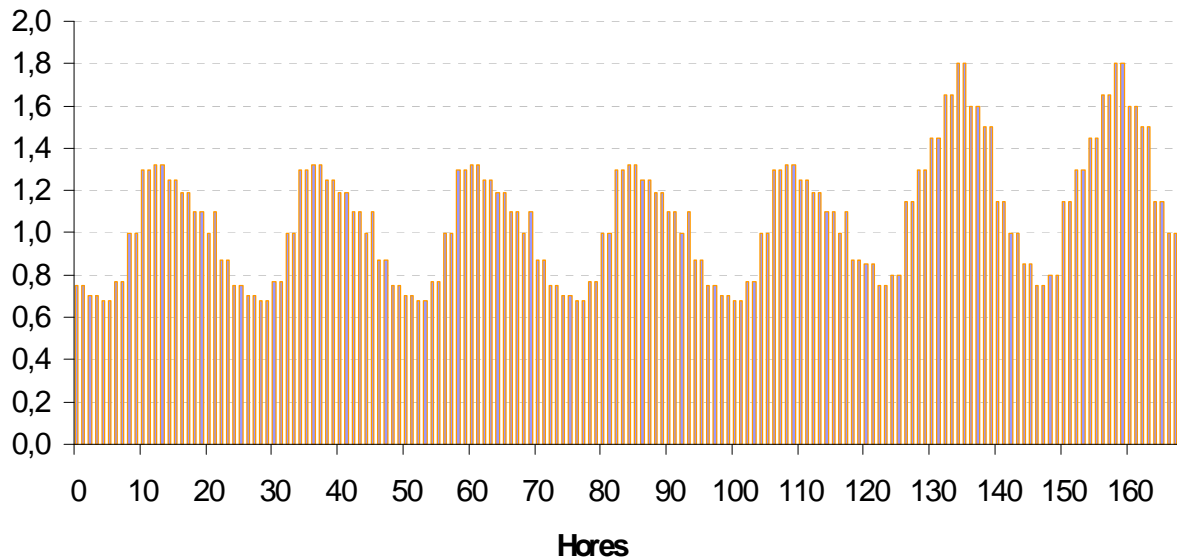


Fig. 10.- Comparació de l'evolució del nivell del dipòsit a St. Miquel d'Aro

Per tal de considerar l'increment de consum que experimenta la població el cap de setmana, s'han realitzat les corbes de modulació horàries en un període de temps de set dies. En la figura 11 es troba representada la corba final introduïda al programa EPANET.



**Fig. 11.-** Corba de modulació domèstica setmanal EPANET

### Demanda industrial

Trobar una corba de modulació tipus que representi el consum industrial al llarg d'un dia és molt difícil, ja que la zona disposarà de diverses tipologies d'indústries on cadascuna tindrà una demanda diària d'aigua diferent. Tot i això, segons el pla d'ordenació urbanístic municipal es preveu la implantació de petites i mitjanes empreses, en què el seu consum global d'aigua pot representar important, però en canvi des d'un punt de vista individualitzat, el consum serà de moderat a baix.

En la figura 12 es mostra la corba de modulació de la demanda diària d'una indústria tipus del municipi, mentre que en la segona, hi ha representada tota l'evolució setmanal del consum.

S'observa que els períodes de màxima demanda són a mig matí, i a la tarda, mentre que durant la nit la activitat industrial baixa moltíssim, igual que durant el cap de setmana.

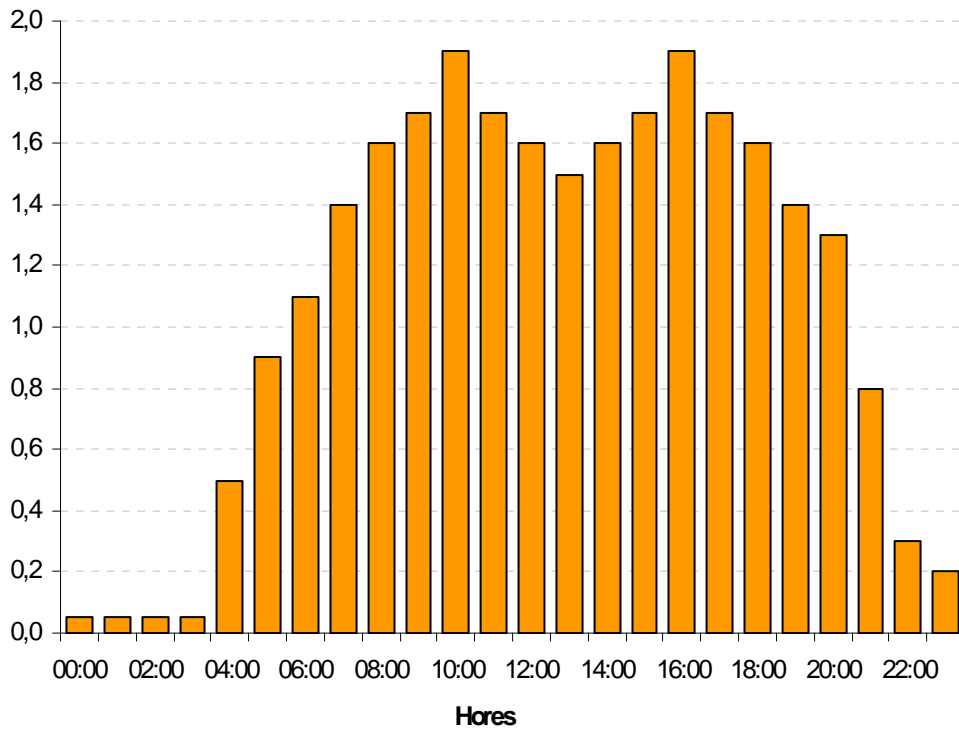


Fig. 12.- Corba de modulació industrial diària EPANET

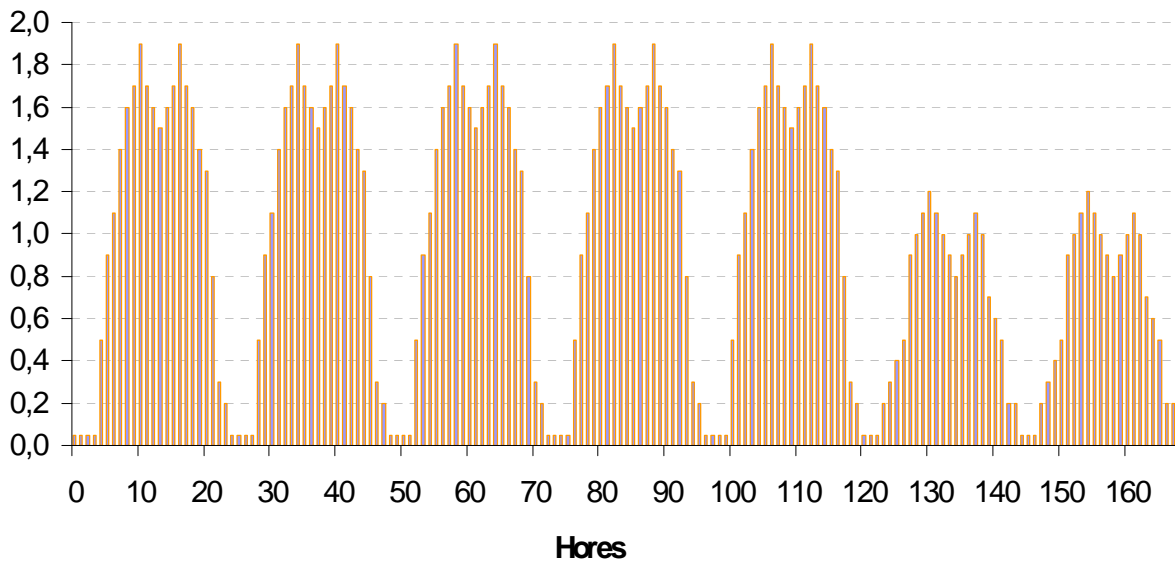
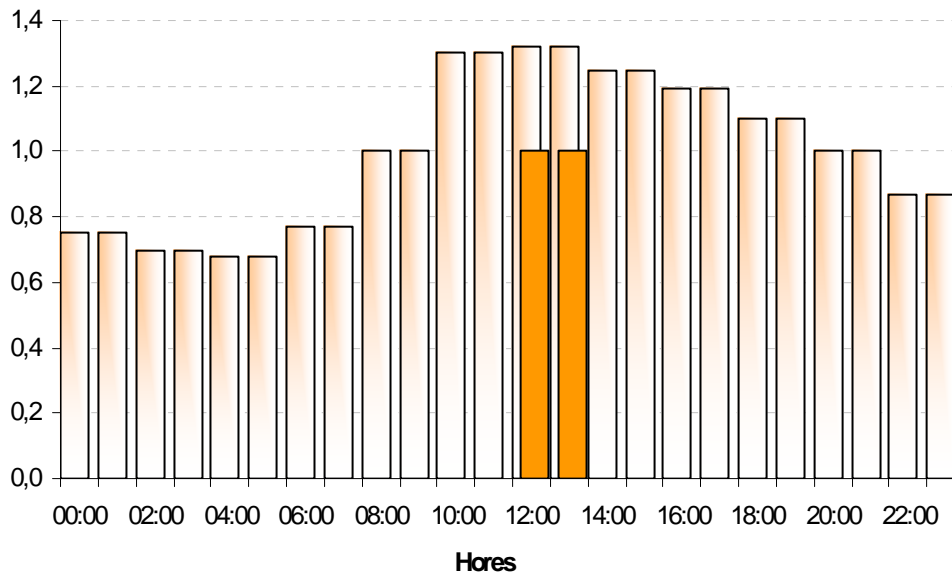


Fig. 13.- Corba de modulació industrial setmanal EPANET

### Incendi

En la simulació s'ha tingut en compte possibles casos d'incendi en diverses zones de la població ja que en aquesta situació hi ha un elevat consum d'aigua potable degut a la

utilització d'hidrants. Segons la normativa la xarxa ha de permetre el funcionament simultani de dos hidrants durant dues hores seguides de funcionament, trobant-se representat en la simulació mitjançant una corba característica.



**Fig. 14.-** Corba de modulació simulació incendi i corba domèstica diària de fons EPANET

S'han considerat els incendis en les hores més desfavorables del dia, les quals són entre dotze i una del migdia ja que hi ha una demanda domèstica d'aigua elevada, i a més les empreses en cara estan en funcionament.

### Reg

Finalment s'ha considerat en la modelització de la xarxa, els consums municipals per reg, ja que aquests representen un volum important d'aigua sobretot en les èpoques estivals i no considerar-los podria comportar errors en la simulació. S'ha considerat que el reg en els parcs i jardins municipals de la població, així com també la neteja amb aigua de carrers es realitza amb un temps màxim de 4 hores, assumint per tant un consum constant durant les hores de funcionament.

La corba de modulació emprada es mostra a continuació:

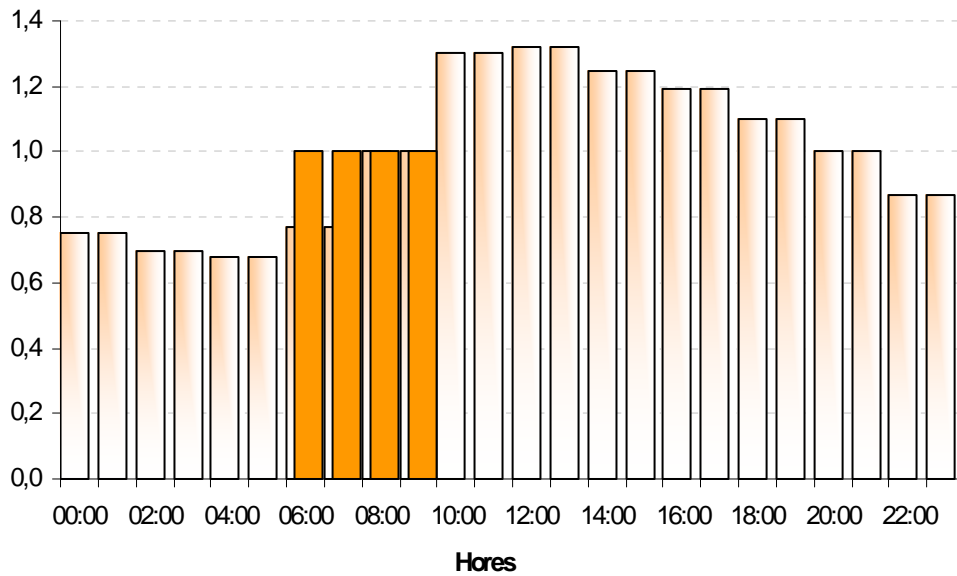


Fig. 15.- Corba de modulació simulació per a reg i corba domèstica diària de fons EPANET

### C3.3.- Llistat de nusos considerats en la simulació

A continuació s'exposen les dades introduïdes en el programa de simulació durant l'elaboració del present treball. L'exposició d'aquests valors permetrà posteriorment la comprovació dels resultats obtinguts i validar per tant el sistema hidràulic simulat mitjançant els valors reals disponibles. Les dades entrades a la simulació són la cota topogràfica, la demanda base, les corbes de modulació de la demanda i la qualitat inicial de l'aigua.

S'han agrupat els diferents nusos introduïts al programa segons les zones geogràfiques on pertanyen, per tal de ser fàcilment localitzables.

Els punts de consum representen agrupacions d'escomeses dels edificis, indústries de la zona, hidrants o reg. Cada un d'ells tindrà una cota i una demanda mitjana (demanda base) que mitjançant uns factors multiplicadors (corbes de modulació) representarà la variació dels consums al llarg del dia.

Simbologia emprada:

A	Santa Cristina d'Aro	G	Golf Club Costa Brava
B	Roca de Malvet 1 <sup>a</sup> fase	I	Sant Miquel d'Aro
C	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	J	Romanyà de la Selva
D	Mas Trempat	K	Vallrepòs
E	Les Teules 1 <sup>a</sup> fase	L	Bell Lloch
F	Les Teules 2 <sup>a</sup> fase		



	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_001	27,03	0,0567	5
Nus A_002	27,46	0,0360	5
Nus A_003	27,83	0,1292	5
Nus A_004	28,35	0,1825	5
Nus A_005	29,55	0,0000	5
Nus A_006	27,83	0,0942	5
Nus A_007	28,35	0,0600	5
Nus A_008	28,35	0,0725	5
Nus A_009	29,51	0,0713	5
Nus A_010	30,05	0,0247	5
Nus A_011	30,88	0,0145	5
Nus A_012	31,85	0,0875	5
Nus A_013	32,80	0,2888	5
Nus A_014	28,60	0,0870	5
Nus A_015	28,42	0,0121	5
Nus A_016	28,46	0,0629	5
Nus A_017	28,32	0,0206	5
Nus A_018	28,60	0,0269	5
Nus A_019	28,42	0,0200	5
Nus A_020	29,59	0,0325	5
Nus A_021	29,59	0,0608	5
Nus A_022	29,60	0,0833	5
Nus A_023	29,59	0,0118	5
Nus A_024	30,25	0,0300	5
Nus A_025a	37,24	0,0000	5
Nus A_025b	32,04	0,0143	5
Nus A_026	32,04	0,0413	5
Nus A_027	32,04	0,0271	5
Nus A_028	32,41	0,0129	5
Nus A_029	32,65	0,0417	5
Nus A_030	32,65	0,0679	5
Nus A_031	30,25	0,0692	5
Nus A_032	32,04	0,0185	5
Nus A_033	32,81	0,1125	5
Nus A_034	32,94	0,0193	5
Nus A_035	32,94	0,0450	5
Nus A_036	32,72	0,0060	5
Nus A_037	33,71	0,0621	5
Nus A_038	31,57	0,0929	5
Nus A_039	29,71	0,0179	5
Nus A_040	29,05	0,0168	5
Nus A_041	33,52	0,0467	5
Nus A_042	31,60	0,0315	5

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_043	31,60	0,0147	5
Nus A_044	31,60	0,0000	5
Nus A_045	31,88	0,0454	5
Nus A_046	32,11	0,0500	5
Nus A_047	32,11	0,0000	5
Nus A_048	30,44	0,0023	5
Nus A_049	32,33	0,0621	5
Nus A_050	32,65	0,0217	5
Nus A_051	32,60	0,0353	5
Nus A_052	33,80	0,0319	5
Nus A_053	33,80	0,0090	5
Nus A_054	34,22	0,0268	5
Nus A_055	35,09	0,0152	5
Nus A_056a	29,59	0,0234	5
Nus A_056b	34,43	0,0058	5
Nus A_057	34,10	0,0253	5
Nus A_058	33,66	0,0788	5
Nus A_059	33,66	0,0229	5
Nus A_060	34,45	0,0100	5
Nus A_061	34,43	0,0554	5
Nus A_062	35,51	0,0258	5
Nus A_063	33,80	0,0262	5
Nus A_064	33,81	0,0176	5
Nus A_065	36,11	0,0138	5
Nus A_066	35,85	0,0129	5
Nus A_067a	38,64	0,0308	5
Nus A_067b	35,71	0,0254	5
Nus A_068	36,68	0,0152	5
Nus A_069	36,70	0,0000	5
Nus A_070	40,12	0,1358	5
Nus A_071	50,86	0,0055	5
Nus A_072	47,82	0,0120	5
Nus A_073	50,54	0,0144	5
Nus A_074	53,40	0,0107	5
Nus A_075	37,36	0,0192	5
Nus A_076	37,35	0,0154	5
Nus A_077	39,52	0,0938	5
Nus A_078	39,71	0,1038	5
Nus A_079	41,25	0,0375	5
Nus A_080	42,59	0,0321	5
Nus A_081	42,80	0,0179	5
Nus A_082	42,38	0,0108	5
Nus A_083	40,41	0,0583	5

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_084	37,49	0,0075	5
Nus A_085	38,81	0,0192	5
Nus A_086	38,81	0,0146	5
Nus A_087	39,71	0,0158	5
Nus A_088	39,71	0,0417	5
Nus A_089	41,49	0,0317	5
Nus A_090	39,27	0,0450	5
Nus A_091	42,48	0,0142	5
Nus A_092	42,48	0,0000	5
Nus A_093	42,51	0,0192	5
Nus A_094	27,83	0,1125	5
Nus A_095	28,42	0,0245	5
Nus A_096	39,64	0,0142	5
Nus A_097	31,60	0,0333	5
Nus A_098	35,56	0,0083	5
Nus A_099	41,54	0,0190	5
Nus A_100	41,57	0,0185	5
Nus A_101	46,21	0,0325	5
Nus A_102	43,56	0,0353	5
Nus A_103	47,12	0,0131	5
Nus A_104	53,73	0,0075	5
Nus A_105	52,43	0,0219	5
Nus A_106	50,34	0,0226	5
Nus A_107	50,26	0,0166	5
Nus A_108	50,68	0,0350	5
Nus A_110	55,31	0,0340	5
Nus A_111	56,45	0,0140	5
Nus A_112	61,27	0,0296	5
Nus A_113	61,44	0,0555	5
Nus A_114	53,14	0,0172	5
Nus A_115	53,14	0,0023	5
Nus A_116	60,62	0,0250	5
Nus A_117	49,56	0,0000	5
Nus A_118	54,13	0,0264	5
Nus A_119	54,13	0,0257	5
Nus A_120	59,48	0,0288	5
Nus A_121	49,56	0,0378	5
Nus A_122	59,48	0,0425	5
Nus A_123	51,36	0,0483	5
Nus A_124a	59,48	0,0453	5
Nus A_124b	73,44	0,0243	5
Nus A_125	74,56	0,0444	5
Nus A_126	79,78	0,0454	5

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_127	67,58	0,0842	5
Nus A_128	54,39	0,0242	5
Nus A_129	40,60	0,0000	5
Nus A_130	40,58	0,2021	5
Nus A_131	44,41	0,0454	5
Nus A_132	59,14	0,0473	5
Nus A_133	65,20	0,0257	5
Nus A_134	74,76	0,0192	5
Nus A_135	73,77	0,1463	5
Nus A_136	63,20	0,0508	5
Nus A_137	58,37	0,0188	5
Nus A_138a	29,83	0,0773	5
Nus A_138b	44,61	0,1067	5
Nus A_139	30,42	0,0122	5
Nus A_139a	40,36	0,0244	5
Nus A_140	30,42	0,0522	5
Nus A_140a	40,36	0,0333	5
Nus A_141	48,47	0,0571	5
Nus A_142	48,47	0,0358	5
Nus A_143	48,82	0,0193	5
Nus A_144	48,82	0,0183	5
Nus A_145	47,54	0,0313	5
Nus A_146	47,54	0,0245	5
Nus A_147	51,52	0,0629	5
Nus A_148	33,38	0,0433	5
Nus A_149	33,58	0,0546	5
Nus A_150	33,36	0,0273	5
Nus A_151	33,36	0,0131	5
Nus A_152	57,89	0,0167	5
Nus A_152a	39,46	0,0189	5
Nus A_153	63,62	0,0135	5
Nus A_154	34,45	0,0083	5
Nus A_155	29,66	0,1025	5
Nus A_156	29,86	0,0076	5
Nus A_157	29,95	0,0023	5
Nus A_158	30,42	0,0423	5
Nus A_159a	29,45	0,0454	5
Nus A_159b	30,65	0,1275	5
Nus A_160	34,50	0,0125	5
Nus A_161	33,12	0,0158	5
Nus A_162	44,61	0,0237	5
Nus A_163	54,61	0,0405	5
Nus A_164	53,82	0,0105	5

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_165	31,44	0,0417	5
Nus A_166	29,42	0,0432	5
Nus A_167	35,38	0,3125	5
Nus A_168	34,93	0,0133	5
Nus A_169	29,72	0,0963	5
Nus A_170	53,82	0,0453	5
Nus A_171	31,50	0,1683	5
Nus A_172	27,83	0,0062	5
Nus A_173	31,83	0,0353	5
Nus A_174	38,72	0,0000	5
Nus A_175	55,30	0,0692	5
Nus A_176	40,37	0,0165	5
Nus A_177	65,31	0,0535	5
Nus A_178	80,45	0,0285	5
Nus A_179	27,83	0,0023	5
Nus A_180	34,93	0,0958	5
Nus A_181	25,82	0,1813	5
Nus A_182	53,58	0,2733	5
Nus A_1001	37,66	0,0000	0
Nus A_1002	42,59	0,0000	0
Nus A_1004	33,80	0,0000	0
Nus A_1005	32,94	0,0000	0
Nus A_1006	32,04	0,0000	0
Nus A_1007	30,35	0,0000	0
Nus A_1008	29,65	0,0000	0
Nus A_1009	53,82	0,0000	0
Nus A_1010	73,44	0,0000	0
Nus A_1011	100,34	0,0000	0
Nus A_1012	100,34	0,0000	0
Nus A_1013	61,40	0,0000	0
Nus A_1014	83,26	0,0000	0
Nus A_1015	90,05	0,0000	0
Nus A_1016	80,05	0,0000	0
Nus A_1017	31,60	0,0000	0
Nus A_1018	100,34	0,0000	0
Nus A_1019	59,48	0,0000	0
Nus A_1020	66,58	0,0000	0
Nus A_1021	53,51	0,0000	0
Nus A_1022	45,18	0,0000	0
Nus A_1023	40,37	0,0000	0
Nus A_1024	34,40	0,0000	0
Nus A_1025	34,62	0,0000	0
Nus A_1026	39,40	0,0000	0

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_1027	39,40	0,0000	0
Nus A_1028	40,05	0,0000	0
Nus A_1029	47,54	0,0000	0
Nus A_1030	51,52	0,0000	0
Nus A_1031	43,48	0,0000	0
Nus A_1032	50,22	0,0000	0
Nus A_1033	23,94	0,0000	0
Nus A_2001	100,34	0,0000	0
Nus A_2002	50,86	0,0000	0
Nus A_2003	40,12	0,0000	0
Nus A_2004	30,00	0,0000	0
Nus A_2005	29,00	0,0000	0
Nus A_2006	31,30	0,0000	0
Nus A_2007	30,00	0,0000	0
Nus A_2008	30,00	0,0000	0
Nus A_2009	30,00	0,0000	0
Nus A_2010	31,30	0,0000	0
Nus A_2011	31,30	0,0000	0
Nus A_3000	31,30	0,0000	0
Nus A_3001	31,30	0,0000	0
Nus A_H00	34,93	16,6700	2
Nus A_H01	35,04	16,6700	2
Nus A_H02	61,40	16,6700	2
Nus A_H03	79,78	16,6700	2
Nus A_H04	74,56	16,6700	2
Nus A_H05	74,76	16,6700	2
Nus A_H06	63,62	16,6700	2
Nus A_H07	73,77	16,6700	2
Nus A_H08	68,63	16,6700	2
Nus A_H09	65,35	16,6700	2
Nus A_H10	50,68	16,6700	2
Nus A_H11	42,48	16,6700	2
Nus A_H12	55,31	16,6700	2
Nus A_H13	46,21	16,6700	2
Nus A_H14	54,19	16,6700	2
Nus A_H15	65,20	16,6700	2
Nus A_H16	41,57	16,6700	2
Nus A_H17	38,64	16,6700	2
Nus A_H18	40,12	16,6700	2
Nus A_H19	50,86	16,6700	2
Nus A_H20	47,82	16,6700	2
Nus A_H21	35,71	16,6700	2
Nus A_H22	34,43	16,6700	2

	Cota	Dem.	Corb.
Nus A_H23	34,22	16,6700	2
Nus A_H24	40,58	16,6700	2
Nus A_H25	44,61	16,6700	2
Nus A_H26	32,94	16,6700	2
Nus A_H27	32,60	16,6700	2
Nus A_H28	32,80	16,6700	2
Nus A_H29	32,65	16,6700	2
Nus A_H30	31,85	16,6700	2
Nus A_H31	32,04	16,6700	2
Nus A_H32	32,33	16,6700	2
Nus A_H33	32,11	16,6700	2
Nus A_H34	30,44	16,6700	2
Nus A_H35	30,42	16,6700	2
Nus A_H36	29,51	16,6700	2
Nus A_H37	29,59	16,6700	2
Nus A_H38	27,83	16,6700	2
Nus A_H39	27,03	16,6700	2
Nus A_H40	26,84	16,6700	2
Nus A_H41	51,58	16,6700	2
Nus A_H42	54,32	16,6700	2
Nus A_H43	50,05	16,6700	2
Nus A_H44	47,54	16,6700	2
Nus A_H45	41,59	16,6700	2
Nus A_H46	40,36	16,6700	2
Nus A_H47	39,40	16,6700	2
Nus A_H48	33,36	16,6700	2
Nus A_H49	34,48	16,6700	2
Nus A_H50	33,50	16,6700	2
Nus A_H51	33,36	16,6700	2
Nus A_R01	65,52	0,0000	4
Nus A_R02	38,72	0,0000	4
Nus A_R03	34,63	0,0000	4
Nus A_R04	30,25	0,0000	4
Nus A_R05	29,83	0,0000	4
Nus A_R06	29,55	0,0000	4
Nus A_R07	28,35	0,0000	4
Nus B_001	70,41	0,0708	1
Nus B_002	108,61	0,0750	1
Nus B_003	108,61	0,0279	1
Nus B_004	70,41	0,0917	1
Nus B_005	85,97	0,0708	1
Nus B_006	96,34	0,1333	1
Nus B_007	99,72	0,0458	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus B_008	83,93	0,0583	1
Nus B_009	118,61	0,0883	1
Nus B_010	114,72	0,1083	1
Nus B_011	109,57	0,0383	1
Nus B_012	137,94	0,0208	1
Nus B_013	137,94	0,1042	1
Nus B_014	145,83	0,0700	1
Nus B_015	163,66	0,0342	1
Nus B_016	158,75	0,0279	1
Nus B_017	163,78	0,0333	1
Nus B_018	167,93	0,0263	1
Nus B_019	181,14	0,0521	1
Nus B_020	195,36	0,0875	1
Nus B_021	200,50	0,0417	1
Nus B_022	206,57	0,0696	1
Nus B_1001	163,78	0,0000	0
Nus B_1002	148,91	0,0000	0
Nus B_1003	83,46	0,0000	0
Nus B_1004	67,50	0,0000	0
Nus B_3000	74,52	0,0000	0
Nus B_H01	67,50	16,6700	2
Nus B_H02	70,41	16,6700	2
Nus B_H03	102,05	16,6700	2
Nus B_H04	109,50	16,6700	2
Nus B_H05	121,57	16,6700	2
Nus B_H06	145,83	16,6700	2
Nus B_H07	160,05	16,6700	2
Nus B_H08	190,62	16,6700	2
Nus B_R01	171,88	0,0000	4
Nus B_R02	130,65	0,0000	4
Nus B_R03	98,59	0,0000	4
Nus B_R04	109,57	0,0000	4
Nus B_R05	99,05	0,0000	4
Nus B_R06	88,99	0,0000	4
Nus B_R07	103,22	0,0000	4
Nus B_R08	93,42	0,0000	4
Nus B_R09	90,40	0,0000	4
Nus B_R10	80,50	0,0000	4
Nus B_R11	74,52	0,0000	4
Nus B_R12	70,41	0,0000	4
Nus B_R13	118,61	0,0000	4
Nus B_R14	75,60	0,0000	4
Nus C_001	203,50	0,1008	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus C_002	236,97	0,0079	1
Nus C_003	256,31	0,0163	1
Nus C_004	218,44	0,0425	1
Nus C_005	221,54	0,1208	1
Nus C_006	235,79	0,0285	1
Nus C_007	233,81	0,0308	1
Nus C_008	254,49	0,0642	1
Nus C_009	270,29	0,0042	1
Nus C_010	279,51	0,0425	1
Nus C_011	305,83	0,0000	1
Nus C_012	342,20	0,0088	1
Nus C_013	344,49	0,0163	1
Nus C_014	239,42	0,0135	1
Nus C_1001	323,26	0,0000	0
Nus C_1002	264,18	0,0000	0
Nus C_1003	355,31	0,0000	0
Nus C_1004	264,18	0,0000	0
Nus C_1005	239,42	0,0000	0
Nus C_1006	244,71	0,0000	0
Nus C_1007	244,67	0,0000	0
Nus C_1008	218,44	0,0000	0
Nus C_1009	212,34	0,0000	0
Nus C_1010	229,55	0,0000	0
Nus C_1011	206,57	0,0000	0
Nus C_H01	221,54	16,6700	2
Nus C_H02	205,45	16,6700	2
Nus C_H03	218,44	16,6700	2
Nus C_H04	233,81	16,6700	2
Nus C_H05	254,49	16,6700	2
Nus C_H06	279,60	16,6700	2
Nus C_H07	239,42	16,6700	2
Nus C_H09	286,56	16,6700	2
Nus C_H10	306,53	16,6700	2
Nus C_H11	323,26	16,6700	2
Nus C_H12	346,90	16,6700	2
Nus C_H13	355,31	16,6700	2
Nus C_R01	342,20	0,0000	4
Nus C_R02	348,40	0,0000	4
Nus C_R03	346,38	0,0000	4
Nus C_R04	298,62	0,0000	4
Nus C_R05	280,36	0,0000	4
Nus C_R06	284,52	0,0000	4
Nus C_R07	305,87	0,0000	4

	Cota	Dem.	Corb.
Nus C_R08	270,29	0,0000	4
Nus C_R09	257,53	0,0000	4
Nus C_R10	256,31	0,0000	4
Nus C_R11	239,58	0,0000	4
Nus C_R12	250,61	0,0000	4
Nus C_R13	235,73	0,0000	4
Nus C_R14	229,15	0,0000	4
Nus C_R15	236,97	0,0000	4
Nus C_R16	212,34	0,0000	4
Nus C_R17	203,50	0,0000	4
Nus C_R18	217,86	0,0000	4
Nus D_001	87,80	0,0183	1
Nus D_002	83,49	0,0395	1
Nus D_003	77,54	0,0343	1
Nus D_004	77,54	0,0758	1
Nus D_005	74,21	0,0173	1
Nus D_006	74,21	0,0206	1
Nus D_007	73,19	0,0692	1
Nus D_008	73,19	0,0160	1
Nus D_009	67,76	0,0136	1
Nus D_010	57,68	0,0708	1
Nus D_011	48,35	0,0260	1
Nus D_012	94,81	0,0330	1
Nus D_013	86,40	0,0513	1
Nus D_014	81,41	0,1417	1
Nus D_015	87,80	0,0179	1
Nus D_016	88,60	0,0410	1
Nus D_017	87,21	0,0399	1
Nus D_018	88,42	0,0292	1
Nus D_019	83,23	0,0352	1
Nus D_020	81,80	0,0226	1
Nus D_021	90,54	0,0181	1
Nus D_022	92,23	0,0298	1
Nus D_023	87,56	0,0202	1
Nus D_024	91,90	0,0023	1
Nus D_025	85,45	0,0854	1
Nus D_026	66,86	0,0621	1
Nus D_027	62,53	0,0152	1
Nus D_028	64,37	0,0679	1
Nus D_029	88,42	0,0183	1
Nus D_030	88,60	0,0178	1
Nus D_031	92,21	0,0133	1
Nus D_032	89,82	0,0280	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus D_033	89,82	0,0104	1
Nus D_034	57,27	0,0671	1
Nus D_035	94,32	0,0083	1
Nus D_1001	35,05	0,0000	0
Nus D_1002	87,80	0,0000	0
Nus D_1003	80,05	0,0000	0
Nus D_1004	73,19	0,0000	0
Nus D_1005	74,21	0,0000	0
Nus D_1006	92,21	0,0000	0
Nus D_1007	35,05	0,0000	0
Nus D_H01	23,09	16,6700	2
Nus D_H02	45,05	16,6700	2
Nus D_H03	73,39	16,6700	2
Nus D_H04	65,05	16,6700	2
Nus D_H05	50,05	16,6700	2
Nus D_H06	73,19	16,6700	2
Nus D_H07	74,21	16,6700	2
Nus D_H08	77,54	16,6700	2
Nus D_H09	87,81	16,6700	2
Nus D_H10	85,85	16,6700	2
Nus D_H11	81,56	16,6700	2
Nus D_H12	97,05	16,6700	2
Nus E_001	175,85	0,1000	1
Nus E_002	157,22	0,2613	1
Nus E_003	115,85	0,1975	1
Nus E_004	101,19	0,1396	1
Nus E_005	79,37	0,1180	1
Nus E_006	115,43	0,0963	1
Nus E_007	96,62	0,0529	1
Nus E_008	90,09	0,1104	1
Nus E_009	99,95	0,1592	1
Nus E_010	92,79	0,1108	1
Nus E_011	91,69	0,0369	1
Nus E_012	104,27	0,1225	1
Nus E_013	76,47	0,0233	1
Nus E_014	80,87	0,0467	1
Nus E_015	123,38	0,0091	1
Nus E_016	162,15	0,0454	1
Nus E_017	136,36	0,0255	1
Nus E_018	139,77	0,0700	1
Nus E_1001	149,76	0,0000	0
Nus E_1002	149,76	0,0000	0
Nus E_1003	80,87	0,0000	0

	Cota	Dem.	Corb.
Nus E_1004	99,93	0,0000	0
Nus E_1005	85,33	0,0000	0
Nus E_2001	85,33	0,0000	0
Nus E_2002	136,36	0,0000	0
Nus E_2003	149,76	0,0000	0
Nus E_2004	149,76	0,0000	0
Nus E_H01	82,51	16,6700	2
Nus E_H02	95,01	16,6700	2
Nus E_H03	109,48	16,6700	2
Nus E_H04	136,36	16,6700	2
Nus E_H05	141,49	16,6700	2
Nus E_H06	149,76	16,6700	2
Nus E_R01	121,48	0,0000	4
Nus E_R02	157,22	0,0000	4
Nus E_R03	104,27	0,0000	4
Nus E_R04	79,37	0,0000	4
Nus F_001	166,10	0,0367	1
Nus F_002	170,79	0,0314	1
Nus F_003	173,30	0,0290	1
Nus F_004	200,48	0,0328	1
Nus F_005	204,93	0,0203	1
Nus F_006	202,78	0,0825	1
Nus F_007	235,13	0,0401	1
Nus F_008	234,47	0,0359	1
Nus F_009	220,34	0,0243	1
Nus F_010	153,45	0,0273	1
Nus F_011	244,33	0,0390	1
Nus F_1001	274,54	0,0000	0
Nus F_1031	200,48	0,0920	1
Nus F_1032	238,36	0,0000	0
Nus F_3000	200,48	0,0000	0
Nus F_H01	189,78	16,6700	2
Nus F_H02	225,25	16,6700	2
Nus F_H03	230,53	16,6700	2
Nus F_H04	234,47	16,6700	2
Nus F_H05	208,90	16,6700	2
Nus F_H06	235,13	16,6700	2
Nus F_R01	235,13	0,0000	4
Nus F_R02	244,33	0,0000	4
Nus F_R03	233,25	0,0000	4
Nus F_R04	207,52	0,0000	4
Nus F_R05	200,48	0,0000	4
Nus F_R06	166,10	0,0000	4

	Cota	Dem.	Corb.
Nus F_R07	173,30	0,0000	4
Nus F_R08	203,86	0,0000	4
Nus F_R09	204,93	0,0000	4
Nus F_R10	153,45	0,0000	4
Nus F_R11	173,47	0,0000	4
Nus F_R12	175,85	0,0000	4
Nus G_001	40,53	0,0492	1
Nus G_002	36,41	0,1421	1
Nus G_003	37,84	0,1596	1
Nus G_004	45,17	0,1888	1
Nus G_005	43,49	0,0846	1
Nus G_006	40,59	0,1554	1
Nus G_007	40,59	0,0479	1
Nus G_008	47,21	0,1290	1
Nus G_009	47,63	0,0688	1
Nus G_010	45,69	0,0829	1
Nus G_011	45,69	0,0533	1
Nus G_012	37,51	0,1450	1
Nus G_013	40,53	0,1863	1
Nus G_014	40,59	0,1392	1
Nus G_015	56,38	0,1417	1
Nus G_016	49,22	0,0971	1
Nus G_017	65,10	0,1396	1
Nus G_018	66,50	0,0279	1
Nus G_019	59,56	0,0642	1
Nus G_020	54,05	0,1971	1
Nus G_021	52,60	0,1842	1
Nus G_022	52,63	0,1783	1
Nus G_023	53,71	0,1942	1
Nus G_024	55,50	0,0275	1
Nus G_025	55,36	0,0188	1
Nus G_026	57,18	0,1896	1
Nus G_027	53,61	0,1574	1
Nus G_028	62,50	0,1658	1
Nus G_029	52,48	0,1097	1
Nus G_030	45,16	0,1883	1
Nus G_031	48,50	0,1158	1
Nus G_032	59,56	0,0721	1
Nus G_033	65,05	0,1413	1
Nus G_034	58,11	0,1267	1
Nus G_035	58,18	0,1854	1
Nus G_036	58,11	0,1642	1
Nus G_037	67,30	0,1779	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus G_038	65,64	0,1021	1
Nus G_039	53,04	0,2330	1
Nus G_040	63,47	0,0471	1
Nus G_041	30,31	0,1750	1
Nus G_042	31,46	0,1854	1
Nus G_043	31,16	0,0608	1
Nus G_044	55,28	0,3542	1
Nus G_045	54,17	0,1538	1
Nus G_046	41,76	0,1229	1
Nus G_047	58,52	0,0879	1
Nus G_048	53,10	0,0413	1
Nus G_049	53,60	0,1550	1
Nus G_050	63,68	0,0504	1
Nus G_051	73,42	0,1838	1
Nus G_052	90,05	0,1504	1
Nus G_053	95,70	0,1663	1
Nus G_054	73,42	0,0921	1
Nus G_055	90,05	0,0913	1
Nus G_056	106,78	0,2788	1
Nus G_057	73,69	0,1642	1
Nus G_058	87,55	0,1533	1
Nus G_059	73,69	0,1658	1
Nus G_060	78,18	0,1933	1
Nus G_061	75,47	0,1888	1
Nus G_062	82,06	0,0725	1
Nus G_063	85,22	0,1303	1
Nus G_064	73,39	0,1996	1
Nus G_065	82,06	0,1988	1
Nus G_066	75,47	0,0417	1
Nus G_067	90,54	0,1783	1
Nus G_068	90,54	0,0829	1
Nus G_069	60,05	0,0754	1
Nus G_070	72,88	0,1463	1
Nus G_071	56,38	0,0195	1
Nus G_072	64,92	0,1400	1
Nus G_073	110,46	0,2261	1
Nus G_074	145,28	0,1942	1
Nus G_075	139,56	0,0579	1
Nus G_076	119,30	0,0575	1
Nus G_077	142,32	0,1663	1
Nus G_078	138,38	0,1496	1
Nus G_079	186,72	0,1829	1
Nus G_080	170,05	0,0579	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus G_081	104,53	0,0415	1
Nus G_082	62,50	0,0804	1
Nus G_083	30,33	0,0594	1
Nus G_084	30,54	0,0405	1
Nus G_085	30,65	0,0675	1
Nus G_086	30,78	0,1125	1
Nus G_087	33,73	0,0560	1
Nus G_088	31,10	0,0642	1
Nus G_089	29,52	0,0442	1
Nus G_090	30,38	0,0283	1
Nus G_091	32,72	0,1192	1
Nus G_092	34,08	0,0458	1
Nus G_093	36,02	0,0938	1
Nus G_094	34,19	0,0285	1
Nus G_095	45,34	0,0896	1
Nus G_096	30,12	0,0329	1
Nus G_097	57,23	0,0319	1
Nus G_098	31,66	0,0161	1
Nus G_099	43,51	0,0350	1
Nus G_100	47,61	0,0783	1
Nus G_1001	29,52	0,0000	0
Nus G_1002	30,38	0,0000	0
Nus G_1003	30,05	0,0000	0
Nus G_1004	33,05	0,0000	0
Nus G_1005	32,04	0,0000	0
Nus G_1006	32,02	0,0000	0
Nus G_1007	32,20	0,0000	0
Nus G_1008	31,58	0,0000	0
Nus G_1009	33,35	0,0000	0
Nus G_1010	33,60	0,0000	0
Nus G_1011	33,60	0,0000	0
Nus G_1012	34,20	0,0000	0
Nus G_1013	42,05	0,0000	0
Nus G_1014	45,87	0,0000	0
Nus G_1015	47,80	0,0000	0
Nus G_1016	65,64	0,1000	1
Nus G_1017	46,65	0,1400	1
Nus G_1018	85,23	0,0000	0
Nus G_1019	80,00	0,0000	0
Nus G_1020	82,06	0,0000	0
Nus G_1021	80,00	0,0000	0
Nus G_1022	55,28	0,1000	1
Nus G_1023	53,04	0,1000	0

	Cota	Dem.	Corb.
Nus G_1024	55,26	0,0000	0
Nus G_1025	55,52	0,0000	0
Nus G_1026	41,54	0,0000	0
Nus G_1027	50,05	0,1000	1
Nus G_1028	55,28	0,1100	1
Nus G_2001	29,52	0,0000	0
Nus G_2002	31,66	0,0000	0
Nus G_2003	35,00	0,0000	0
Nus G_2004	200,00	0,0000	0
Nus G_2005	200,00	0,0000	0
Nus G_2006	26,00	0,0000	0
Nus G_2007	31,30	0,0000	0
Nus G_2008	27,50	0,0000	0
Nus G_2009	29,52	0,0000	0
Nus G_2012	35,00	0,0000	0
Nus G_2013	35,00	0,0000	0
Nus G_2014	26,00	0,0000	0
Nus G_2015	26,00	0,0000	0
Nus G_3000	104,53	0,0000	0
Nus G_3001	104,53	0,0000	0
Nus G_3002	104,67	0,0000	0
Nus G_3003	104,67	0,0000	0
Nus G_3004	69,42	0,0083	1
Nus G_3005	200,00	0,0000	0
Nus G_3006	130,00	0,0000	0
Nus G_3007	130,00	0,1000	1
Nus G_3008	26,00	0,0000	0
Nus G_3009	31,30	0,0000	0
Nus G_3010	31,58	0,0000	0
Nus G_H01	27,50	16,6700	2
Nus G_H02	32,05	16,6700	2
Nus G_H03	40,59	16,6700	2
Nus G_H04	43,49	16,6700	2
Nus G_H05	41,76	16,6700	2
Nus G_H06	41,76	16,6700	2
Nus G_H07	63,47	16,6700	2
Nus G_H08	52,63	16,6700	2
Nus G_H09	50,25	16,6700	2
Nus G_H10	57,18	16,6700	2
Nus G_H11	83,05	16,6700	2
Nus G_R01	36,41	0,0000	4
Nus G_R02	37,84	0,0000	4
Nus G_R03	37,84	0,0000	4

	Cota	Dem.	Corb.
Nus G_R04	45,17	0,0000	4
Nus G_R05	40,59	0,0000	4
Nus G_R06	43,49	0,0000	4
Nus G_R07	40,57	0,0000	4
Nus G_R08	32,80	0,0000	4
Nus G_R09	40,53	0,0000	4
Nus G_R10	45,69	0,0000	4
Nus G_R11	46,52	0,0000	4
Nus G_R12	47,80	0,0000	4
Nus G_R13	57,23	0,0000	4
Nus G_R14	57,23	0,0000	4
Nus G_R15	56,82	0,0000	4
Nus G_R16	56,38	0,0000	4
Nus G_R17	53,71	0,0000	4
Nus G_R18	52,60	0,0000	4
Nus G_R19	48,50	0,0000	4
Nus G_R20	62,20	0,0000	4
Nus G_R21	73,69	0,0000	4
Nus G_R22	90,05	0,0000	4
Nus G_R23	83,25	0,0000	4
Nus G_R24	80,05	0,0000	4
Nus G_R25	79,62	0,0000	4
Nus G_R26	73,39	0,0000	4
Nus G_R27	118,32	0,0000	4
Nus G_R28	145,28	0,0000	4
Nus G_R29	139,56	0,0000	4
Nus G_R30	168,25	0,0000	4
Nus G_R31	142,32	0,0000	4
Nus I_001	215,79	0,0163	1
Nus I_002	211,82	0,1246	1
Nus I_003	218,17	0,0983	1
Nus I_004	222,69	0,0278	1
Nus I_005	224,32	0,0215	1
Nus I_006	226,37	0,0625	1
Nus I_007	234,43	0,0048	1
Nus I_008	227,51	0,0110	1
Nus I_009	219,83	0,0090	1
Nus I_010	219,36	0,0567	1
Nus I_011	230,84	0,0245	1
Nus I_012	237,90	0,0642	1
Nus I_013	239,53	0,0721	1
Nus I_014	228,36	0,0554	1
Nus I_015	221,42	0,0721	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus I_017	253,30	0,0588	1
Nus I_018	233,24	0,0234	1
Nus I_019	279,55	0,0283	1
Nus I_020	310,56	0,0729	1
Nus I_021	291,74	0,1283	1
Nus I_022	252,33	0,0613	1
Nus I_023	244,56	0,0224	1
Nus I_024	256,61	0,0654	1
Nus I_025	273,56	0,0180	1
Nus I_026	269,37	0,0700	1
Nus I_027	234,53	0,0233	1
Nus I_028	252,40	0,0319	1
Nus I_029	315,83	0,0588	1
Nus I_030	302,61	0,0138	1
Nus I_031	329,87	0,0019	1
Nus I_032	320,53	0,0050	1
Nus I_033	329,87	0,0256	1
Nus I_034	368,74	0,0150	1
Nus I_035	322,73	0,0014	1
Nus I_036	337,95	0,0134	1
Nus I_037	369,53	0,0067	1
Nus I_038	219,47	0,0212	1
Nus I_039	229,63	0,0075	1
Nus I_040	243,55	0,0458	1
Nus I_041	245,47	0,0288	1
Nus I_042	253,90	0,0080	1
Nus I_043	276,29	0,0646	1
Nus I_1000	399,36	0,0000	0
Nus I_1001	337,95	0,0000	0
Nus I_1002	344,27	0,0000	0
Nus I_1003	312,20	0,0000	0
Nus I_1004	294,61	0,0000	0
Nus I_1005	267,37	0,0000	0
Nus I_1006	253,90	0,0000	0
Nus I_1007	304,27	0,0000	0
Nus I_1008	252,37	0,1826	1
Nus I_1009	235,72	0,0000	0
Nus I_1010	229,49	0,0000	0
Nus I_1011	222,66	0,0000	0
Nus I_1012	216,64	0,0000	0
Nus I_1013	215,79	0,0000	0
Nus I_1014	260,46	0,0000	0
Nus I_1015	263,32	0,0000	0

	Cota	Dem.	Corb.
Nus I_1016	267,65	0,0000	0
Nus I_1017	250,67	0,0000	0
Nus I_1018	304,27	0,0000	0
Nus I_1019	273,56	0,3660	1
Nus I_1020	222,69	0,0000	0
Nus I_1022	416,27	0,0000	0
Nus I_1023	318,69	0,0000	0
Nus I_1024	318,69	0,0000	0
Nus I_1025	416,27	0,0000	0
Nus I_1026	416,27	0,0000	0
Nus I_3000	337,95	0,0000	0
Nus I_3001	318,69	0,0000	0
Nus I_3002	228,36	0,0000	0
Nus I_3003	229,63	0,0000	0
Nus I_3004	211,82	0,0000	0
Nus I_3005	253,30	0,0177	1
Nus J_001	325,54	0,0813	1
Nus J_002	330,55	0,0051	1
Nus J_003	330,05	0,0642	1
Nus J_004	316,82	0,0027	1
Nus J_005	323,47	0,0147	1
Nus J_006	329,44	0,0258	1
Nus J_007	305,29	0,0604	1
Nus J_008	293,66	0,0289	1
Nus J_009	299,70	0,0042	1
Nus J_010	282,57	0,0596	1
Nus J_011	305,86	0,0031	1
Nus J_012	303,49	0,0054	1
Nus J_013	328,80	0,0646	1
Nus J_014	331,40	0,0113	1
Nus J_015	332,22	0,0550	1
Nus J_016	303,80	0,0696	1
Nus J_017	313,33	0,0172	1
Nus J_018	305,55	0,0140	1
Nus J_019	314,30	0,0386	1
Nus J_020	325,34	0,0417	1
Nus J_1001	328,17	0,1330	1
Nus J_1002	313,33	0,0000	1
Nus J_1003	300,34	0,0000	1
Nus J_1004	300,34	0,0000	1
Nus J_1005	320,05	0,0000	1
Nus J_1006	351,00	0,0000	1
Nus J_1007	351,00	0,0000	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus J_H01	240,00	16,6700	2
Nus J_H02	325,34	16,6700	2
Nus J_H03	330,55	16,6700	2
Nus K_001	199,61	0,0854	1
Nus K_002	173,79	0,0671	1
Nus K_003	162,29	0,1238	1
Nus K_004	156,44	0,1596	1
Nus K_005	148,50	0,1317	1
Nus K_006	161,70	0,0208	1
Nus K_007	147,48	0,2300	1
Nus K_008	156,57	0,0444	1
Nus K_009	172,46	0,0221	1
Nus K_010	214,51	0,0738	1
Nus K_011	205,67	0,0638	1
Nus K_012	177,72	0,0029	1
Nus K_013	191,48	0,0217	1
Nus K_014	209,43	0,0237	1
Nus K_015	191,66	0,1200	1
Nus K_016	148,43	0,1883	1
Nus K_017	138,64	0,1463	1
Nus K_018	166,73	0,1688	1
Nus K_019	195,34	0,0733	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus K_020	125,47	0,1896	1
Nus K_021	162,64	0,0433	1
Nus K_022	203,70	0,2433	1
Nus K_023	210,63	0,1217	1
Nus K_024	226,26	0,0353	1
Nus K_025	231,42	0,0256	1
Nus K_026	233,61	0,0808	1
Nus K_3000	173,79	0,0000	0
Nus K_3001	173,79	0,0000	0
Nus K_3002	195,34	0,0000	0
Nus K_3003	195,34	0,0000	0
Nus K_3004	133,33	0,0000	0
Nus K_3005	163,45	0,0000	0
Nus K_3006	177,72	0,0000	0
Nus K_3007	257,12	0,0000	0
Nus K_3008	133,33	0,0000	0
Nus K_H01	240,00	16,6700	2
Nus K_H02	254,09	16,6700	2
Nus K_H03	231,42	16,6700	2
Nus K_H04	197,34	16,6700	2
Nus K_H05	173,79	16,6700	2
Nus K_H06	178,52	16,6700	2
Nus K_H07	161,71	16,6700	2
Nus K_H08	197,27	16,6700	2
Nus K_H09	199,61	16,6700	2
Nus K_H10	191,48	16,6700	2
Nus K_H11	152,73	16,6700	2
Nus K_H12	149,49	16,6700	2
Nus K_H13	136,45	16,6700	2
Nus K_H14	163,45	16,6700	2
Nus K_H15	205,67	16,6700	2
Nus K_H16	128,49	16,6700	2
Nus K_H17	161,70	16,6700	2
Nus K_H18	214,51	16,6700	2
Nus K_H19	177,72	16,6700	2
Nus K_H20	110,45	16,6700	2
Nus K_H21	155,57	16,6700	2
Nus K_H22	172,46	16,6700	2
Nus K_H23	159,67	16,6700	2
Nus K_H24	162,64	16,6700	2
Nus K_H25	225,05	16,6700	2
Nus L_001a	51,64	0,1179	1
Nus L_001b	62,13	0,0225	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus L_002	62,32	0,0467	1
Nus L_003	64,83	0,0429	1
Nus L_004	67,51	0,0283	1
Nus L_005	64,91	0,0046	1
Nus L_006	72,79	0,0271	1
Nus L_007	76,90	0,0771	1
Nus L_008	60,46	0,1021	1
Nus L_009	61,10	0,0189	1
Nus L_010	60,57	0,0104	1
Nus L_011	59,72	0,0263	1
Nus L_012	67,72	0,0438	1
Nus L_013a	82,27	0,0400	1
Nus L_013b	104,60	0,0000	1
Nus L_014	76,71	0,0356	1
Nus L_015	72,11	0,0179	1
Nus L_016a	79,47	0,0000	1
Nus L_016b	89,38	0,0858	1
Nus L_017a	82,06	0,0263	1
Nus L_017b	82,61	0,0154	1
Nus L_018	66,67	0,0308	1
Nus L_019	83,48	0,1338	1
Nus L_020	85,36	0,0392	1
Nus L_021	92,90	0,0025	1
Nus L_022	106,35	0,0122	1
Nus L_023	100,93	0,0513	1
Nus L_024	96,33	0,0042	1
Nus L_025	146,03	0,2463	1
Nus L_026	123,34	0,1396	1
Nus L_027	132,47	0,0696	1
Nus L_028	146,80	0,1713	1
Nus L_029	170,27	0,1246	1
Nus L_030	142,01	0,1175	1
Nus L_031	164,73	0,0513	1
Nus L_032	130,33	0,0771	1
Nus L_033	130,65	0,1254	1
Nus L_034	109,33	0,0138	1
Nus L_035a	120,64	0,2433	1
Nus L_035b	110,60	0,1800	1
Nus L_036	95,53	0,1004	1
Nus L_037	66,67	0,1967	1
Nus L_038	144,75	0,0065	1
Nus L_039	95,86	0,0271	1
Nus L_040	112,46	0,2508	1

	Cota	Dem.	Corb.
Nus L_041	116,41	0,0280	1
Nus L_042	134,47	0,0571	1
Nus L_043	35,05	0,3667	1
Nus L_1001	213,10	0,0000	0
Nus L_1002	167,56	0,0000	0
Nus L_1003	167,56	0,0000	0
Nus L_1004	177,26	0,0000	0
Nus L_1005	177,26	0,0000	0
Nus L_1006	148,29	0,0000	0
Nus L_1007	0,00	0,0000	0
Nus L_1008	144,75	0,0000	0
Nus L_1009	100,46	0,0000	0
Nus L_1010	111,38	0,0000	0
Nus L_1011	137,65	0,0000	0
Nus L_1012	123,34	0,0000	0
Nus L_1013	53,57	0,0000	0
Nus L_1014	53,57	0,0000	0
Nus L_1015	109,33	0,0000	0
Nus L_1016	53,57	0,0000	0
Nus L_2001	37,00	0,0000	0
Nus L_2002	38,00	0,0000	0
Nus L_3000	213,10	0,0000	0
Nus L_3001	37,00	0,0000	0
Nus L_3002	37,00	0,0000	0
Nus L_3003	66,67	0,0000	0
Nus L_H01	57,49	16,6700	2
Nus L_H03	60,57	16,6700	2
Nus L_H04	62,13	16,6700	2
Nus L_H05	62,32	16,6700	2
Nus L_H06	70,05	16,6700	2
Nus L_H07	76,90	16,6700	2
Nus L_H08	82,61	16,6700	2
Nus L_H09	109,33	16,6700	2
Nus L_H12	60,05	16,6700	2
Nus T_001	52,91	0,0000	0
Nus T_002	52,91	0,0000	0
Nus T_003	53,57	0,0000	0
Nus T_004	40,12	0,0000	0
Nus T_005	31,36	90,0000	1

#### **C4.- CANONADES**

Les canonades són línies que transporten aigua d'un nus a un altre, estant sempre treballant en càrrega ja que sinó, les equacions emprades en la simulació per els càlculs hidràulics no serien correctes. Per altra banda, la direcció del flux és sempre del nus amb major alçada manomètrica (suma de la cota més la pressió, o bé energia interna per unitat de pes) a la de menor alçada manomètrica.

Els paràmetres principals de les canonades són:

- Nus inicial i final
- Diàmetre
- Longitud
- Coeficient de rugositat
- El seu estat (oberta, tancada o amb una vàlvula de retenció)

En l'anàlisi de la qualitat de les aigües les dades requerides a introduir són:

- Coeficient de reacció en el medi
- Coeficient de reacció a la paret

Els resultats obtinguts en la simulació són:

- Cabal de circulació
- La velocitat del fluid
- La pèrdua de càrrega unitària
- El factor de fricció per a la fórmula de Darcy-Weisbach
- La velocitat mitja de reacció (al llarg de la canonada)
- La qualitat mitja de l'aigua (al llarg de la canonada)

Mitjançant lleis de control, apartat C4.6, les canonades canvien d'estat en determinats instants de la simulació, o bé sota certes condicions especificades, que permeten un major grau de realisme comportament de la xarxa simulada.

#### **C4.1.- Llistat de canonades considerades en la simulació**

El model matemàtic que representa l'estat actual de la simulació, conté un total de 1.049 canonades, les quals s'hi han introduït en cadascuna d'elles una sèrie de característiques físiques que afecten en gran mesura l'anàlisi hidràulic i de qualitat de la xarxa. Aquestes característiques són la longitud, el diàmetre i la rugositat.

Seguidament es mostren aquests paràmetres introduïts en les canonades de l'estat actual, no obstant, aquestes no representen el volum total de la simulació ja que amb la solució projectada, el nombre total de conduccions s'eleva fins a 1.449. Per no repetir, i a tall d'exemple, només es mostrarà els valors inicials de l'estat actual.



	Long.	Diàm.	Rug.
3	118,98	90	0.7
5	852,01	90	0.7
7	122,37	90	0.7
8	156,39	90	0.7
9	26,75	90	0.7
10	368,42	90	0.7
11	226,39	90	0.7
12	250,19	90	0.7
14	71,68	90	0.7
15	48,28	90	0.7
16	387,98	90	0.7
17	99,29	90	0.7
19	81,19	60	0.7
20	125,39	60	0.7
21	350,36	60	0.7
23	186,50	80	0.7
24	288,92	60	0.7
25	280,32	80	0.7
27	92,55	80	0.7
28	124,04	80	0.7
29	178,23	80	0.7
30	314,60	60	0.7
31	227,72	60	0.7
32	496,09	80	0.7
33	112,05	80	0.7
34	160,05	80	0.7
35	104,04	80	0.7
37	62,47	110	0.0015
38	227,17	60	0.7
39	183,67	110	0.0015
40	85,00	60	0.7
41	25,97	80	0.7
42	59,46	125	0.0015
43	88,36	80	0.7
44	122,76	80	0.7
45	173,51	80	0.7
46	201,47	80	0.7
47	45,61	60	0.7
48	73,91	60	0.7
49	61,28	100	0.7
50	121,80	90	0.7
51	44,21	100	0.7
52	35,02	60	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
53	32,32	32	0.0015
55	1048,76	100	0.7
56	73,45	100	0.7
58	74,34	50	0.7
59	116,45	60	0.7
60	236,05	50	0.7
61	71,89	60	0.7
62	74,70	63	0.0015
63	65,09	63	0.0015
64	190,52	63	0.0015
65	219,41	90	0.0015
66	26,49	32	0.0015
67	199,67	63	0.0015
68	31,33	60	0.7
69	28,65	63	0.0015
70	49,08	63	0.0015
71	48,10	63	0.0015
72	327,55	90	0.7
4	18,63	80	0.7
18	6,13	90	0.7
73	7,39	90	0.7
74	9,33	90	0.7
75	269,30	90	0.7
76	576,32	90	0.7
1	62,31	160	0.0015
2	123,60	125	0.0015
77	221,79	160	0.0015
80	73,89	160	0.0015
81	6,57	125	0.0015
82	33,28	160	0.0015
83	197,63	160	0.0015
84	21,18	160	0.0015
85	122,83	160	0.0015
87	77,59	125	0.0015
88	167,62	125	0.0015
89	143,44	125	0.0015
90	22,19	125	0.0015
92	292,13	125	0.0015
93	410,58	125	0.0015
94	7,79	160	0.0015
95	269,71	160	0.0015
97	66,39	125	0.0015
98	182,08	125	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
99	35,87	125	0.0015
100	294,94	125	0.0015
101	264,82	125	0.0015
102	34,44	125	0.0015
103	164,80	125	0.0015
105	234,31	125	0.0015
106	169,25	125	0.0015
107	229,02	125	0.0015
108	246,81	63	0.0015
109	59,52	125	0.0015
110	12,00	125	0.0015
111	253,70	125	0.0015
112	30,49	125	0.0015
113	363,23	125	0.0015
114	7,04	125	0.0015
115	337,80	125	0.0015
117	38,86	125	0.0015
118	150,69	125	0.0015
119	167,44	125	0.0015
120	24,28	125	0.0015
121	211,25	125	0.0015
123	10,75	125	0.0015
124	164,28	125	0.0015
125	175,81	125	0.0015
126	97,60	63	0.0015
127	236,16	125	0.0015
129	552,63	160	0.0015
130	829,37	160	0.0015
132	16,64	125	0.0015
133	35,16	100	0.7
134	52,58	60	0.7
135	90,49	125	0.0015
136	63,84	100	0.0015
137	25,38	100	0.0015
138	100,39	60	0.7
139	104,29	63	0.0015
140	39,82	100	0.0015
141	149,53	100	0.0015
142	156,54	100	0.0015
143	302,09	60	0.7
144	27,11	60	0.7
145	151,28	80	0.7
146	97,14	60	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
147	194,08	80	0.7
148	81,87	32	0.7
149	74,16	100	0.7
150	245,41	100	0.0015
151	260,44	60	0.7
152	92,02	110	0.0015
153	49,61	32	0.0015
154	5,13	60	0.7
155	312,12	60	0.7
156	325,20	60	0.7
157	202,21	60	0.7
79	660,17	110	0.0015
159	34,05	125	0.0015
160	313,74	100	0.7
162	18,52	80	0.7
163	137,27	80	0.7
164	96,10	32	0.0015
165	194,99	80	0.7
166	110,77	50	0.7
167	125,10	63	0.0015
168	163,43	80	0.7
169	184,91	200	0.7
170	21,68	200	0.7
171	132,28	100	0.7
172	232,42	80	0.7
173	330,01	80	0.7
174	135,63	110	0.0015
175	333,74	110	0.0015
176	45,48	63	0.0015
177	128,35	100	0.7
178	61,03	100	0.7
179	42,88	100	0.7
180	50,88	80	0.7
181	62,51	100	0.7
182	7,13	100	0.7
183	99,14	63	0.0015
184	42,94	40	0.7
185	76,05	50	0.7
186	40,59	63	0.0015
187	216,88	50	0.7
188	114,24	125	0.0015
189	193,66	50	0.7
190	97,52	200	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
191	252,85	80	0.7
192	103,42	50	0.7
193	90,08	50	0.0015
194	17,57	38	0.7
195	161,84	50	0.7
196	341,98	150	0.7
197	86,23	50	0.7
198	169,40	150	0.7
199	73,46	150	0.7
200	13,56	110	0.0015
201	95,30	110	0.0015
202	73,01	110	0.0015
203	70,49	150	0.7
204	137,99	150	0.7
205	255,23	110	0.0015
206	77,86	150	0.7
208	64,46	110	0.0015
209	91,62	110	0.0015
210	44,11	110	0.0015
211	43,03	110	0.0015
212	26,49	110	0.0015
213	50,62	110	0.0015
214	86,71	110	0.0015
215	38,32	110	0.0015
216	64,96	110	0.0015
217	24,32	110	0.0015
218	86,27	110	0.0015
219	17,26	110	0.0015
220	85,10	110	0.0015
221	26,08	110	0.0015
222	27,49	110	0.0015
223	55,18	110	0.0015
224	6,48	110	0.0015
225	48,82	110	0.0015
226	88,55	110	0.0015
227	86,93	110	0.0015
228	178,20	250	0.7
233	7,67	250	0.7
234	193,62	250	0.7
235	11,68	700	0.7
236	21,17	700	0.7
237	19,71	700	0.7
78	73,66	100	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
158	578,14	100	0.7
230	28,40	100	0.7
231	18,43	100	0.7
232	179,93	80	0.7
238	98,79	100	0.7
239	87,15	80	0.7
240	27,47	80	0.7
241	7,39	80	0.7
242	86,05	80	0.7
243	187,32	100	0.7
244	60,70	100	0.7
245	55,90	100	0.7
246	4,05	100	0.7
247	450,20	100	0.7
249	132,58	80	0.7
250	16,77	80	0.7
251	127,36	80	0.7
252	5,11	80	0.7
253	103,73	80	0.7
254	143,89	80	0.7
255	72,54	80	0.7
256	81,68	80	0.7
257	160,26	80	0.7
258	147,56	80	0.7
259	54,59	80	0.7
260	140,66	80	0.7
261	124,65	80	0.7
262	23,44	80	0.7
263	128,08	80	0.7
264	125,46	80	0.7
265	95,47	80	0.7
266	113,35	80	0.7
267	8,64	80	0.7
268	6,61	100	0.7
269	105,73	100	0.7
270	52,00	80	0.7
271	52,17	80	0.7
272	9,97	80	0.7
273	7,85	80	0.7
274	103,78	80	0.7
275	5,34	80	0.7
276	135,10	80	0.7
277	101,11	100	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
278	19,24	80	0.7
279	6,10	100	0.7
280	234,38	80	0.7
281	77,64	80	0.7
282	117,60	80	0.7
283	37,08	80	0.7
229	14,66	80	0.7
284	75,98	80	0.7
285	72,26	80	0.7
286	9,19	80	0.7
287	525,53	100	0.7
288	61,49	100	0.7
290	8,60	100	0.7
291	15,80	100	0.7
292	47,40	100	0.7
293	17,27	60	0.7
294	108,38	80	0.7
295	161,64	80	0.7
296	5,27	80	0.7
297	261,82	60	0.7
298	130,29	100	0.7
299	101,94	100	0.7
300	83,51	100	0.7
301	85,17	100	0.7
302	41,72	100	0.7
303	28,56	100	0.7
304	253,72	60	0.7
305	26,90	60	0.7
306	128,70	60	0.7
307	300,06	60	0.7
308	132,37	100	0.7
309	11,42	100	0.7
311	359,31	150	0.7
312	254,36	150	0.7
313	45,53	200	0.7
314	136,14	100	0.7
315	82,19	100	0.7
316	71,03	100	0.7
317	8,59	100	0.7
318	16,89	100	0.7
319	18,36	60	0.7
320	16,77	60	0.7
321	130,03	100	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
322	70,93	100	0.7
323	114,14	100	0.7
324	11,34	100	0.7
325	8,39	100	0.7
326	253,26	60	0.7
327	97,07	100	0.7
328	275,67	60	0.7
329	90,29	60	0.7
330	35,59	60	0.7
331	66,87	60	0.7
332	115,60	60	0.7
333	69,70	60	0.7
334	134,97	60	0.7
335	417,50	200	0.7
336	101,99	60	0.7
337	11,72	60	0.7
338	190,09	60	0.7
339	54,33	200	0.7
340	92,22	200	0.7
342	98,14	200	0.7
343	8,13	125	0.0015
344	28,01	125	0.0015
345	274,03	125	0.0015
346	66,30	100	0.7
347	176,21	125	0.0015
348	76,71	125	0.0015
349	32,89	125	0.0015
350	9,46	125	0.0015
351	55,92	125	0.0015
352	37,27	63	0.0015
353	26,62	125	0.0015
354	45,96	125	0.0015
355	35,28	125	0.0015
356	166,26	125	0.0015
357	46,95	100	0.7
358	61,46	200	0.7
359	270,57	100	0.7
360	104,63	125	0.0015
361	84,11	125	0.0015
362	45,27	125	0.0015
363	66,91	63	0.0015
364	7,03	63	0.0015
365	67,46	125	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
366	56,87	125	0.0015
367	65,96	125	0.0015
368	16,55	63	0.0015
369	63,52	63	0.0015
370	75,57	125	0.0015
371	84,08	125	0.0015
372	9,10	125	0.0015
373	40,24	125	0.0015
374	50,77	125	0.0015
375	51,45	100	0.7
376	32,85	100	0.7
377	51,84	200	0.7
378	32,03	200	0.7
379	56,18	100	0.7
380	50,65	100	0.7
381	33,19	100	0.7
382	52,75	100	0.7
383	35,00	100	0.7
384	45,89	100	0.7
385	61,66	100	0.7
386	53,12	100	0.7
387	28,83	100	0.7
388	48,77	63	0.0015
389	50,77	100	0.7
390	96,34	100	0.7
391	96,33	200	0.7
392	73,94	200	0.7
393	100,55	100	0.7
394	8,26	100	0.7
395	54,63	50	0.7
396	79,66	50	0.7
397	22,05	100	0.7
398	11,37	100	0.7
399	41,66	50	0.7
400	33,27	50	0.7
401	50,58	50	0.7
402	20,83	50	0.7
403	47,55	50	0.7
405	7,72	50	0.7
406	7,08	100	0.7
407	27,87	50	0.7
408	115,10	50	0.7
409	76,38	100	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
410	11,72	100	0.7
411	68,70	100	0.7
412	16,12	100	0.7
413	7,01	100	0.7
414	52,77	100	0.7
415	73,92	100	0.7
416	66,37	100	0.7
417	12,67	100	0.7
418	66,13	100	0.7
419	7,08	125	0.7
420	99,18	100	0.7
421	81,44	125	0.7
422	67,50	100	0.7
423	97,02	125	0.7
424	66,80	100	0.7
425	17,50	100	0.7
426	8,80	100	0.7
427	38,05	100	0.7
428	10,18	100	0.7
429	26,17	100	0.7
430	52,58	63	0.0015
431	79,44	100	0.7
432	10,07	100	0.7
433	40,83	100	0.7
434	87,33	100	0.7
435	59,28	100	0.7
436	107,70	100	0.7
437	4,85	100	0.7
438	34,32	100	0.7
439	30,38	100	0.7
440	61,57	100	0.7
441	9,48	100	0.7
442	78,03	125	0.0015
443	41,04	100	0.7
444	40,61	100	0.7
445	9,84	100	0.7
446	9,59	100	0.7
447	37,05	100	0.7
448	41,08	100	0.7
449	40,74	100	0.7
450	30,27	100	0.7
451	14,87	100	0.7
452	42,69	100	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
453	40,48	100	0.7
454	38,90	100	0.7
455	40,05	100	0.7
456	16,75	100	0.7
457	27,24	100	0.7
458	71,04	100	0.7
459	49,16	100	0.7
460	28,04	100	0.7
461	22,64	100	0.7
462	24,26	100	0.7
463	24,66	125	0.0015
464	11,44	100	0.7
465	42,71	110	0.0015
466	5,22	110	0.0015
467	84,95	125	0.7
468	75,27	110	0.7
469	42,74	63	0.0015
470	53,33	60	0.7
471	14,98	110	0.0015
472	32,94	125	0.0015
473	51,02	110	0.0015
474	46,35	100	0.7
475	53,48	63	0.0015
476	66,59	60	0.7
477	36,44	100	0.7
478	57,88	100	0.7
479	70,44	60	0.7
480	89,27	60	0.7
481	71,86	60	0.7
482	34,60	60	0.7
483	37,24	160	0.7
484	41,28	160	0.7
485	7,32	125	0.7
486	12,29	60	0.7
487	6,56	50	0.7
488	8,63	100	0.7
489	18,70	125	0.7
490	24,45	125	0.7
491	28,88	50	0.7
492	20,73	160	0.7
493	90,48	150	0.7
494	7,01	100	0.7
495	33,62	50	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
496	21,45	150	0.7
497	31,42	150	0.7
498	118,80	150	0.7
499	40,42	150	0.7
500	133,25	125	0.0015
503	85,37	63	0.0015
504	22,35	60	0.7
505	63,84	60	0.7
506	41,70	60	0.7
507	58,85	125	0.0015
508	126,88	60	0.7
509	128,62	100	0.7
510	72,49	60	0.7
511	110,72	60	0.7
512	53,21	60	0.7
513	37,16	100	0.7
514	92,23	100	0.7
515	17,65	100	0.7
516	87,37	100	0.7
517	59,81	80	0.7
518	29,47	100	0.7
519	53,93	200	0.0015
520	8,56	32	0.0015
521	12,63	200	0.0015
522	60,10	32	0.0015
523	104,30	100	0.7
524	49,09	110	0.0015
525	7,26	110	0.0015
526	54,23	110	0.0015
527	50,11	63	0.0015
528	4,73	63	0.0015
529	30,34	50	0.7
530	78,64	63	0.0015
531	30,29	100	0.7
532	6,87	100	0.7
533	38,85	100	0.7
534	13,31	100	0.7
535	54,47	63	0.0015
536	53,44	63	0.0015
537	77,63	63	0.0015
538	162,05	50	0.7
539	61,62	125	0.0015
540	111,57	50	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
541	50,23	63	0.0015
542	63,68	63	0.0015
543	121,08	125	0.0015
544	3,78	63	0.0015
545	47,37	125	0.0015
546	23,85	125	0.0015
547	56,45	100	0.7
548	34,33	100	0.7
549	147,85	80	0.7
550	124,88	80	0.7
551	194,29	80	0.7
552	62,12	100	0.7
553	5,23	110	0.0015
554	77,62	110	0.0015
555	52,71	110	0.0015
556	8,40	110	0.0015
557	58,21	110	0.0015
558	28,12	110	0.0015
559	15,35	110	0.0015
560	28,02	110	0.0015
561	72,05	100	0.7
562	45,66	100	0.7
563	91,33	110	0.0015
564	80,15	100	0.7
565	7,75	110	0.0015
566	68,13	110	0.0015
567	17,02	110	0.0015
568	57,52	110	0.0015
569	27,65	110	0.0015
570	102,26	110	0.0015
571	42,21	100	0.7
572	130,40	100	0.7
573	121,44	125	0.0015
574	79,15	125	0.0015
575	54,85	125	0.0015
576	84,20	125	0.0015
577	11,52	125	0.0015
578	124,37	200	0.7
579	13,91	125	0.0015
580	105,70	125	0.0015
583	286,66	200	0.7
584	117,62	200	0.0015
585	58,92	125	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
586	681,81	200	0.7
587	6,76	100	0.7
588	9,17	110	0.0015
589	160,47	110	0.0015
591	16,86	100	0.7
592	93,45	150	0.7
593	821,74	200	0.7
594	138,44	200	0.7
595	655,23	200	0.7
596	65,32	100	0.7
597	197,70	60	0.7
598	289,19	60	0.7
599	116,89	110	0.0015
600	9,79	100	0.7
601	20,71	100	0.7
602	69,47	100	0.7
603	150,07	150	0.7
604	95,30	100	0.7
605	472,70	100	0.7
606	45,02	60	0.7
607	103,04	110	0.0015
608	2197,99	700	0.7
609	775,98	700	0.7
610	24,27	60	0.7
611	196,82	200	0.7
612	9,14	200	0.7
613	4,15	200	0.7
614	7,74	200	0.7
615	99,78	200	0.7
616	53,40	150	0.7
617	48,08	63	0.7
618	13,13	200	0.7
619	7,98	200	0.7
131	271,16	100	0.7
248	83,68	100	0.7
289	115,33	63	0.0015
310	175,47	80	0.7
341	154,10	100	0.7
404	119,77	32	0.0015
501	71,03	100	0.7
502	86,62	70	0.7
590	115,11	50	0.7
620	73,39	80	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
621	59,59	80	0.7
622	9,98	200	0.7
623	138,25	200	0.7
624	23,75	200	0.0015
625	156,53	200	0.0015
626	50,32	200	0.0015
627	23,75	200	0.0015
628	59,31	200	0.0015
629	23,44	200	0.0015
630	34,96	63	0.0015
631	97,33	200	0.0015
632	50,44	200	0.0015
633	12,22	200	0.0015
634	232,53	200	0.0015
635	198,14	200	0.0015
636	32,49	125	0.0015
637	62,97	125	0.0015
638	27,66	125	0.0015
639	53,75	125	0.0015
640	6,65	125	0.0015
641	5,43	63	0.0015
642	114,66	125	0.0015
643	239,97	63	0.0015
644	128,14	125	0.0015
645	59,52	125	0.0015
646	29,02	125	0.0015
647	47,56	125	0.0015
648	8,81	63	0.0015
649	142,06	125	0.0015
650	77,99	125	0.0015
651	215,81	63	0.0015
652	9,64	125	0.0015
653	63,45	125	0.0015
654	9,20	125	0.0015
655	134,81	125	0.0015
656	52,93	125	0.0015
657	74,72	125	0.0015
658	9,46	125	0.0015
659	19,92	125	0.0015
660	12,87	63	0.0015
661	196,84	125	0.0015
662	47,85	125	0.0015
663	7,75	125	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
664	261,11	63	0.0015
665	65,01	125	0.0015
666	99,45	125	0.0015
667	173,70	125	0.0015
668	30,20	125	0.0015
669	64,28	125	0.0015
670	52,57	125	0.0015
671	122,18	125	0.0015
672	89,20	125	0.0015
673	88,98	125	0.0015
674	167,15	80	0.0015
675	174,22	100	0.7
676	48,85	150	0.7
677	7,99	150	0.7
678	113,97	100	0.7
679	11,43	100	0.7
680	8,70	70	0.7
681	163,93	70	0.7
682	141,93	125	0.0015
683	134,40	70	0.7
684	39,97	70	0.7
685	73,81	60	0.7
686	12,64	60	0.7
687	81,60	150	0.7
688	37,28	150	0.7
689	32,02	150	0.7
690	36,80	60	0.7
691	23,16	60	0.7
692	83,68	60	0.7
695	75,45	80	0.7
696	67,66	80	0.7
697	12,11	60	0.7
698	38,66	80	0.7
699	93,69	60	0.7
700	159,88	60	0.7
701	50,29	60	0.7
702	5,91	60	0.7
703	6,98	60	0.7
704	98,99	60	0.7
705	90,93	60	0.7
706	4,21	60	0.7
707	62,70	60	0.7
708	50,57	60	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
709	15,81	60	0.7
710	38,83	60	0.7
711	95,22	60	0.7
712	4,96	60	0.7
713	217,97	110	0.0015
714	9,97	110	0.0015
715	210,58	110	0.0015
716	8,25	110	0.0015
717	55,98	110	0.0015
718	68,48	110	0.0015
719	17,01	80	0.7
720	112,07	80	0.7
721	82,49	50	0.7
722	245,58	50	0.7
723	52,65	80	0.7
724	47,66	60	0.7
725	81,84	60	0.7
726	103,47	60	0.7
727	78,12	60	0.7
728	12,80	60	0.7
729	153,67	80	0.7
730	9,61	110	0.0015
731	284,46	110	0.0015
732	22,37	80	0.7
733	124,80	80	0.7
734	89,23	80	0.7
735	42,50	80	0.7
736	33,34	80	0.7
737	14,91	80	0.7
738	92,61	80	0.7
739	45,63	80	0.7
740	66,83	80	0.7
741	80,94	110	0.0015
742	195,04	80	0.7
743	457,64	125	0.7
744	137,39	150	0.0015
745	8,20	150	0.0015
746	678,47	100	0.7
747	3,51	100	0.7
748	9,04	150	0.7
749	573,00	150	0.7
750	127,57	63	0.0015
751	310,16	150	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
752	585,07	150	0.7
753	392,16	150	0.7
754	265,84	110	0.0015
755	227,95	110	0.0015
756	130,12	110	0.0015
757	10,36	110	0.0015
758	51,18	90	0.0015
759	15,01	90	0.0015
760	25,46	110	0.0015
761	73,38	90	0.0015
762	15,99	90	0.0015
763	47,01	90	0.0015
764	83,50	32	0.0015
765	60,90	90	0.0015
766	5,76	90	0.0015
767	53,98	90	0.0015
768	52,59	90	0.0015
769	57,01	90	0.0015
770	97,03	90	0.0015
771	63,40	90	0.0015
772	70,79	110	0.0015
773	27,92	100	0.7
774	153,22	110	0.0015
775	121,82	63	0.0015
776	118,26	125	0.0015
777	63,82	125	0.0015
778	8,68	125	0.0015
779	147,65	125	0.0015
780	81,65	90	0.0015
781	13,50	125	0.0015
782	68,95	63	0.0015
783	14,44	125	0.0015
784	13,80	75	0.0015
785	28,39	75	0.0015
786	47,16	75	0.0015
787	21,15	90	0.0015
788	62,44	63	0.0015
789	93,43	63	0.0015
790	75,35	63	0.0015
791	86,29	63	0.0015
792	36,71	63	0.0015
793	142,70	63	0.0015
794	91,32	63	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
795	172,80	110	0.0015
796	14,26	75	0.0015
797	83,24	110	0.0015
798	93,06	63	0.0015
799	115,37	125	0.0015
800	112,24	110	0.0015
801	114,23	110	0.0015
802	92,44	110	0.0015
803	101,23	63	0.0015
804	78,42	63	0.0015
805	14,72	110	0.0015
806	60,90	63	0.0015
807	16,49	100	0.7
808	47,42	50	0.7
809	87,22	100	0.7
811	53,22	63	0.0015
812	177,95	75	0.0015
813	102,66	63	0.0015
814	41,89	63	0.0015
815	618,87	110	0.0015
816	5,86	110	0.0015
817	33,07	100	0.0015
818	118,62	80	0.7
819	63,05	80	0.7
820	64,32	80	0.7
821	52,45	80	0.7
822	53,06	80	0.7
823	10,71	80	0.7
824	66,54	125	0.0015
827	58,73	80	0.7
828	180,56	80	0.7
829	18,75	70	0.7
830	13,79	70	0.7
831	119,17	70	0.7
832	73,43	70	0.7
833	86,43	70	0.7
834	123,50	110	0.0015
835	145,26	70	0.7
836	182,06	70	0.7
837	33,60	110	0.0015
838	99,44	110	0.0015
839	111,78	80	0.7
840	95,59	80	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
842	81,10	63	0.0015
843	85,07	63	0.0015
844	88,60	70	0.7
845	48,24	63	0.0015
846	49,02	63	0.0015
847	34,34	70	0.7
848	59,78	70	0.7
849	16,50	70	0.7
850	84,05	63	0.0015
851	177,96	63	0.0015
852	33,11	70	0.7
853	137,43	70	0.7
854	24,71	70	0.7
855	36,06	70	0.7
856	31,09	70	0.7
857	136,31	70	0.7
858	6,65	70	0.7
859	7,00	70	0.7
860	191,21	70	0.7
861	15,39	70	0.7
862	81,69	70	0.7
863	264,17	70	0.7
864	211,36	70	0.7
865	11,04	70	0.7
866	8,64	70	0.7
867	178,53	70	0.7
868	91,18	70	0.7
869	67,26	70	0.7
870	28,11	70	0.7
871	10,35	70	0.7
872	85,85	70	0.7
873	13,84	70	0.7
874	193,34	90	0.0015
875	43,84	90	0.0015
876	67,58	90	0.0015
877	45,46	70	0.7
878	63,17	70	0.7
879	31,44	70	0.7
880	126,94	70	0.7
881	9,84	100	0.7
882	117,23	70	0.7
883	108,56	100	0.7
884	22,79	100	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
885	20,64	100	0.7
886	21,69	100	0.7
887	8,31	100	0.7
888	16,44	100	0.7
889	98,33	100	0.7
890	271,40	70	0.7
891	72,97	100	0.7
892	7,32	80	0.7
893	85,58	100	0.7
894	104,91	80	0.7
895	14,16	70	0.7
896	40,32	70	0.7
897	19,22	70	0.7
898	89,38	80	0.7
899	200,37	70	0.7
900	62,17	70	0.7
901	10,87	70	0.7
902	76,03	70	0.7
903	80,45	125	0.0015
904	25,56	125	0.0015
905	131,75	125	0.0015
906	173,70	70	0.7
907	8,71	70	0.7
908	14,28	70	0.7
909	20,12	70	0.7
910	55,84	70	0.7
911	73,75	125	0.0015
912	239,03	70	0.7
913	119,06	70	0.7
914	98,92	70	0.7
915	68,88	70	0.7
916	36,74	70	0.7
917	152,21	70	0.7
918	278,74	70	0.7
919	230,20	70	0.7
920	59,53	70	0.7
921	77,46	70	0.7
922	47,86	70	0.7
923	11,69	70	0.7
924	178,92	70	0.7
925	124,40	70	0.7
927	160,79	80	0.7
928	148,50	80	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
929	34,87	80	0.7
930	205,91	80	0.7
931	124,22	32	0.7
932	113,82	80	0.7
933	291,20	80	0.7
934	196,65	125	0.0015
935	8,75	70	0.7
936	50,89	80	0.7
937	165,49	50	0.7
938	173,73	70	0.7
939	189,00	100	0.7
941	165,07	80	0.7
943	94,66	100	0.7
944	137,21	80	0.7
945	104,45	80	0.7
946	8,88	80	0.7
947	96,64	80	0.7
948	28,25	80	0.7
949	63,11	80	0.7
950	74,18	80	0.7
951	13,86	80	0.7
952	12,77	80	0.7
953	244,06	80	0.7
954	351,47	250	0.7
955	295,79	125	0.0015
956	61,87	100	0.7
957	51,38	100	0.7
958	51,43	100	0.7
959	79,84	100	0.7
960	146,59	125	0.0015
961	104,03	125	0.0015
962	147,50	125	0.0015
963	5,76	80	0.7
964	128,10	50	0.7
965	126,49	50	0.7
966	35,24	50	0.7
967	34,81	50	0.7
968	42,81	50	0.7
969	12,75	125	0.0015
970	132,98	110	0.0015
971	23,03	80	0.7
972	72,93	80	0.7
973	298,08	63	0.0015

	Long.	Diàm.	Rug.
974	30,76	100	0.7
975	33,58	80	0.7
976	89,76	80	0.7
977	108,68	32	0.7
978	122,31	100	0.7
979	328,80	80	0.7
980	422,54	80	0.7
981	166,98	80	0.7
983	107,25	80	0.7
984	64,23	80	0.7
986	11,14	80	0.7
988	10,66	100	0.7
989	173,22	100	0.7
990	77,10	80	0.7
991	9,87	80	0.7
992	180,81	80	0.7
993	68,30	80	0.7
994	142,32	125	0.0015
995	171,12	80	0.7
997	105,43	250	0.7
998	335,93	250	0.7
1001	1038,34	100	0.7
1002	882,63	250	0.7
1003	7,40	125	0.0015
1004	20,00	250	0.7
1007	8,71	90	0.7
1008	9,25	90	0.7
1009	244,18	90	0.7
1010	162,74	80	0.7
1012	106,11	200	0.7
1013	165,08	250	0.7
1014	388,45	100	0.7
1015	975,80	250	0.7
1016	298,97	250	0.7
1017	5,04	250	0.7
1006	137,94	150	0.7
1019	16,49	150	0.7
1021	11,28	100	0.7
1022	387,51	100	0.7
1023	336,90	100	0.7
1024	95,54	100	0.7
1025	19,49	200	0.7
1026	51,41	200	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
1027	160,89	100	0.7
1028	27,51	250	0.7
1032	35,06	250	0.7
1033	30,88	200	0.7
1034	7,41	100	0.7
1035	8,55	100	0.7
22	65,01	80	0.7
996	308,82	80	0.7
999	240,96	80	0.7
1000	14,60	80	0.7
96	13,13	125	0.0015
1011	170,57	125	0.0015
1018	25,20	125	0.0015
1020	253,15	125	0.0015
1036	44,67	125	0.0015
1037	151,73	125	0.0015
1038	128,78	125	0.0015
1039	12,81	125	0.0015
1040	20,55	125	0.0015
1041	325,98	125	0.0015
1042	10,46	125	0.0015
116	176,58	80	0.7
122	0,85	80	0.7
13	64,40	160	0.0015
161	10,39	80	0.7
1043	29,07	90	0.7
1044	29,86	90	0.7
207	172,98	80	0.7
693	20,75	80	0.7
694	30,43	60	0.7
1047	29,72	200	0.7
1048	69,27	200	0.7
1051	356,48	80	0.7
1052	483,23	80	0.7
1055	27,37	80	0.7
1056	51,14	80	0.7
1057	134,83	70	0.7
1058	15,62	70	0.7
926	535,33	90	0.7
942	361,08	90	0.0015
982	78,11	80	0.7
985	18,36	80	0.7
987	90,63	80	0.7

	Long.	Diàm.	Rug.
1005	25,46	250	0.7
1029	15,94	250	0.7
1030	130,96	250	0.7
1031	17,46	250	0.7
1049	39,90	250	0.7
1053	5,53	80	0.7
1054	54,30	70	0.7
841	121,42	80	0.7
1060	152,91	60	0.7
1061	118,35	80	0.7
1062	192,55	100	0.7
1063	17,29	100	0.7
128	16,56	200	0.7
581	16,40	200	0.7
825	8,30	200	0.7
826	76,04	50	0.7
1064	266,88	100	0.7

### **C5.- DIPÒSITS REGULADORS**

A la xarxa d'aigua potable existeixen un gran nombre de dipòsits destinats principalment a dos objectius. En primer lloc regular les pressions de servei de la població, mentre que per altra banda, serveixen com a reserva d'aigua en cas de necessitat com pot ser un incendi, un tall en alguna artèria principal d'abastament, o un augment punta de la demanda.

Els dipòsits representen en la simulació amb EPANET, nusos amb certa capacitat d'emmagatzematge, els quals el volum d'aigua emmagatzemada pot variar en el temps de simulació. Per a definir un dipòsit s'han d'introduir una sèrie de dades bàsiques que es descriuen a continuació:

- Cota de la solera del dipòsit
- El diàmetre (el seu diàmetre equivalent si no és cilíndric)
- Els nivells inicial, mínim i màxim de l'aigua.
- La qualitat inicial de l'aigua

Un cop transcorreguda la simulació s'obtenen els valors de:

- Alçada manomètrica de l'aigua del dipòsit
- La pressió (nivell d'aigua)
- La qualitat de les aigües

Per a la determinació d'algunes de les dades bàsiques requerides pel programa de simulació s'han hagut de realitzar simplificacions, ja que es desconeix la totalitat de la informació requerida en tractar-se de dipòsits molt antics, o bé, d'informació variable en el temps com és el cas del nivell inicial del dipòsit a les 12:00 am.

Les dades inicials que es coneixien dels dipòsits era el seu volum, i la seva cota topogràfica, quedant per trobar el diàmetre, alçada i geometria. Aquestes incògnites es varen solucionar, mitjançant uns plànols topogràfics del municipi en format CAD, que varen permetre trobar la geometria en planta de cadascun d'ells, i partir d'aquí es va intuir l'alçada.

De les dades recollides s'ha elaborat la taula 8 on es mostren la capacitat del dipòsit, la seva cota topogràfica de solera i el nivell d'aigua màxim i inicial estimat.

POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	CAPACITAT [ m3]	COTA [ m]	DIÀMETRE [ m]	NIVELL MÀXIM AIGUA [ m]	NIVELL INICIAL AIGUA [ m]	
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (1)	620	105	15,72	3,19	2,55	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (2)	425	105	12,10	3,69	2,95	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Receptor Roca Malvet	50	98	3,80	4,40	4,00	91%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (1)	300	175	9,75	4,00	3,20	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (2)	225	245	8,40	4,00	3,20	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (3)	220	316	8,80	3,60	2,88	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (4)	150	385	6,75	4,20	3,36	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Receptor les Teules	90	83	4,50	5,65	5,60	99%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (1) "A"	260	150	11,75	2,40	1,92	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (1) "B"	90	150	5,41	3,91	3,13	80%
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (2)	200	228	8,60	3,40	2,72	80%
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 1	600	80	11,50	5,78	4,91	85%
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 2	400	200	11,50	3,85	3,08	80%
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit Bell Lloch 2	250	161	11,00	2,35	1,88	80%
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit de Romanyà	250	351	10,00	2,63	1,84	70%
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit St. Miquel d'Aro (1)	500	317	11,00	5,30	4,24	80%
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit St. Miquel d'Aro (2)	500	415	11,00	5,30	1,33	25%
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit de Vall Repòs	350	258	10,25	4,25	3,83	90%

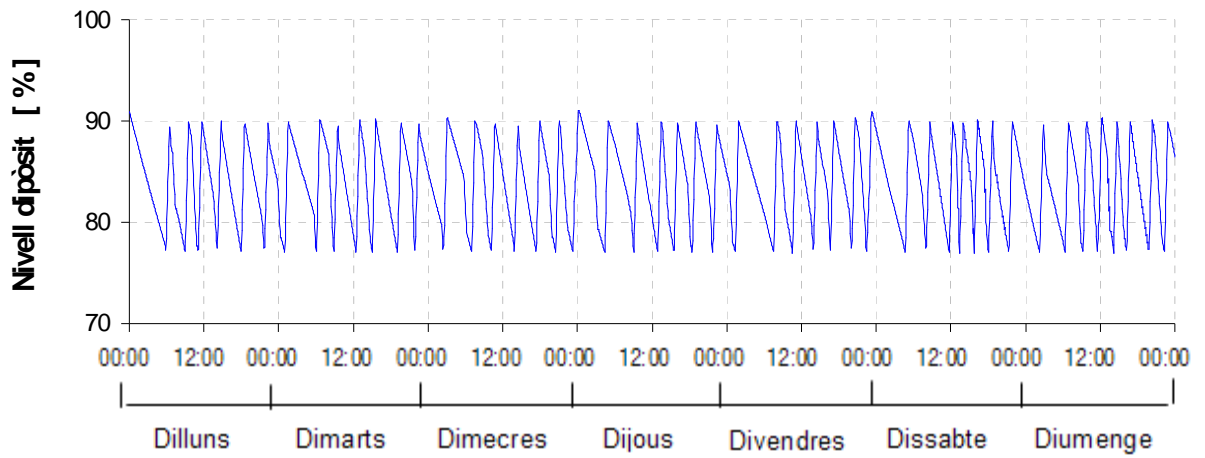
**Taula 8.-** Descripció de les principals característiques dels dipòsits municipals.

Amb la simulació s'han obtingut els nivells dels dipòsits del municipi en cada instant de temps considerat, disposant d'una informació molt útil per a conèixer si els recursos destinats són suficients o s'han d'incrementar degut a falta d'aigua en determinats moments. Per altra banda, cal comentar que aquestes gràfiques presenten un grau de variabilitat elevat en dependre del consum de la població, la qual és extremadament diferent en determinades èpoques de l'any.

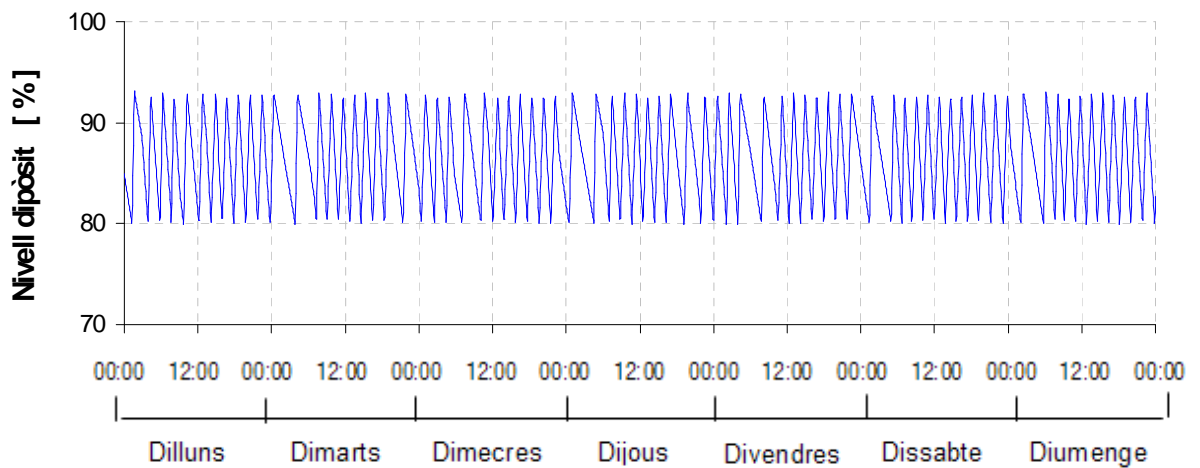
Amb aquesta variabilitat tant important s'ha hagut de considerar una demanda punta al cap de setmana, així com també, uns coeficients de consum més elevats en determinades èpoques de l'any. Tots aquests factors multiplicadors responen al fet d'aproximar el més fidelment possible el comportament real de la xarxa

En les figures següents es mostren com evolucionen els diferents nivells d'alguns dels dipòsits del municipi.

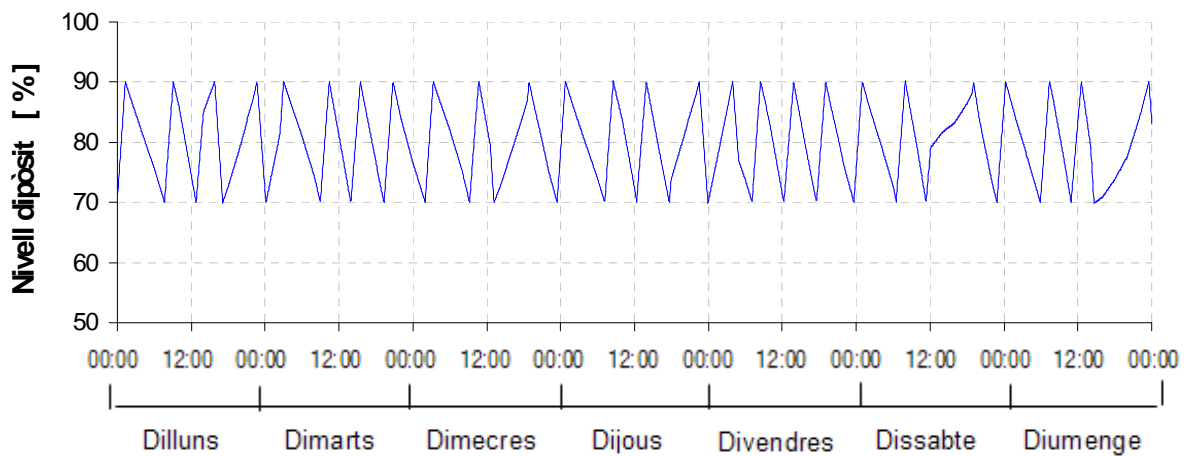
### Santa Cristina d'Aro



### Golf Club Costa Brava



### Romanyà de la Selva







Per tal de simular, el més fidelment possible, el comportament de les bombes hidràuliques és necessari la introducció en el programa de simulació les corbes característiques de cadascuna d'elles.

El programa permet mitjançant diferents metodologies la creació de les corbes de comportament. Així doncs, segons les dades de què es disposin s'utilitzarà una o una altre sistema per a la implementació de les corbes que seran més exactes quant es tingui coneixement de més dades. A continuació es detallen els diferents mètodes que utilitza EPANET per a la creació de les corbes ordenats de menys a més precisió:

- *La corba d'un sol punt*, queda definida únicament per la relació "Alçada – Cabal", que representa normalment el punt de funcionament o nominal de la bomba. El programa afegeix dos punts més a la corba assumint que l'alçada a cabal nul de la bomba és un 133 % del nominal, mentre que per altra banda, el cabal a alçada zero és el doble del nominal.

- *La corba de tres punts*, queda definida per tres punts coneguts que s'utilitzen per a trobar els altres punts mitjançant l'equació  $h_g = A - B q^C$  on  $h_g$  és l'alçada manomètrica de la bomba,  $q$  el cabal i  $A B C$  són constants de la corba característica.

- *La corba multipunt*, està formada per una sèrie de valors "Alçada – Cabal" que descriu el comportament real de la corba característica de la bomba. El programa completa la corba unint les diferents dades introduïdes mitjançant una recta. Aquest mètode requereix el coneixement de diversos punts de la corba per a d'obtenir uns bons resultats, ja que si es disposen de pocs punts característics, o els punts estan massa a prop, pot provocar errors considerables en el resultat final.

En disposar de gairebé la totalitat de corbes característiques de les bombes de Santa Cristina d'Aro, aquestes s'han introduït al programa EPANET mitjançant corbes multipunt. A més s'han considerat un mínim de 11 punts per tal de reproduir amb una bona aproximació.

Per contra, hi ha dues bombes que no s'han pogut trobar les seves corbes característiques, utilitzant en aquestes, la proporcionada pel programa de simulació

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| - Pou 6             | Santa Cristina d'Aro |
| - Sant Miquel d'Aro | Bell Lloch / Romanyà |

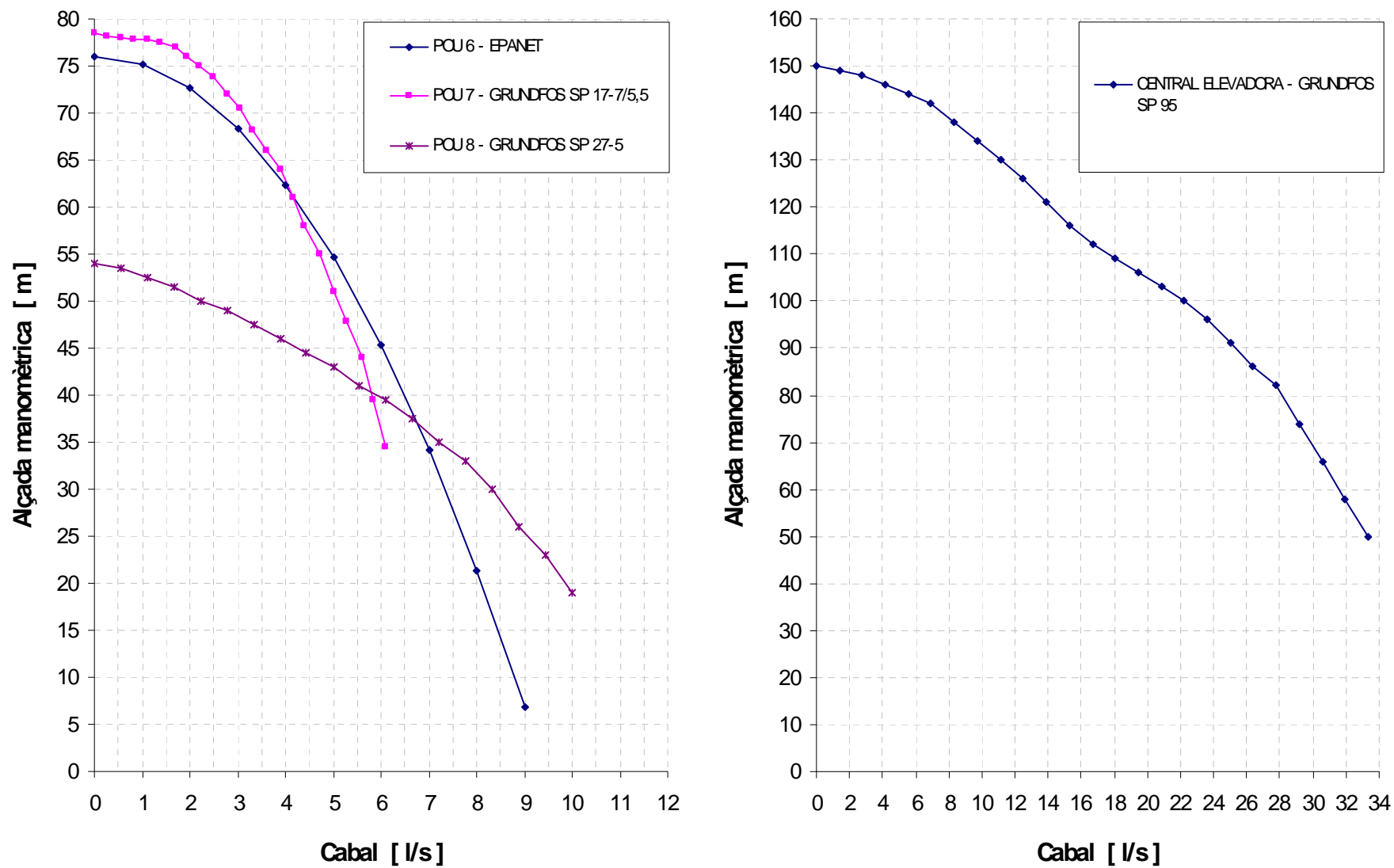


Fig. 17.- Corbes característiques introduïdes a l'EPANET nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro.

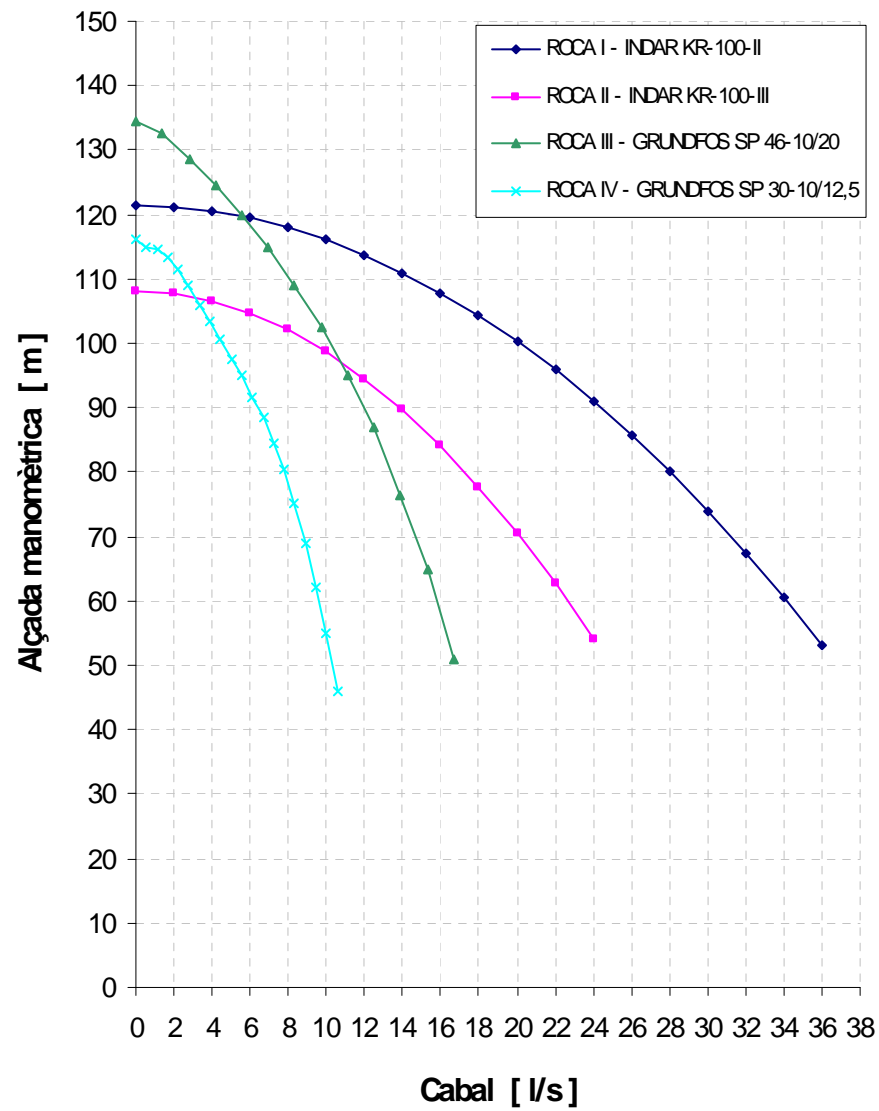
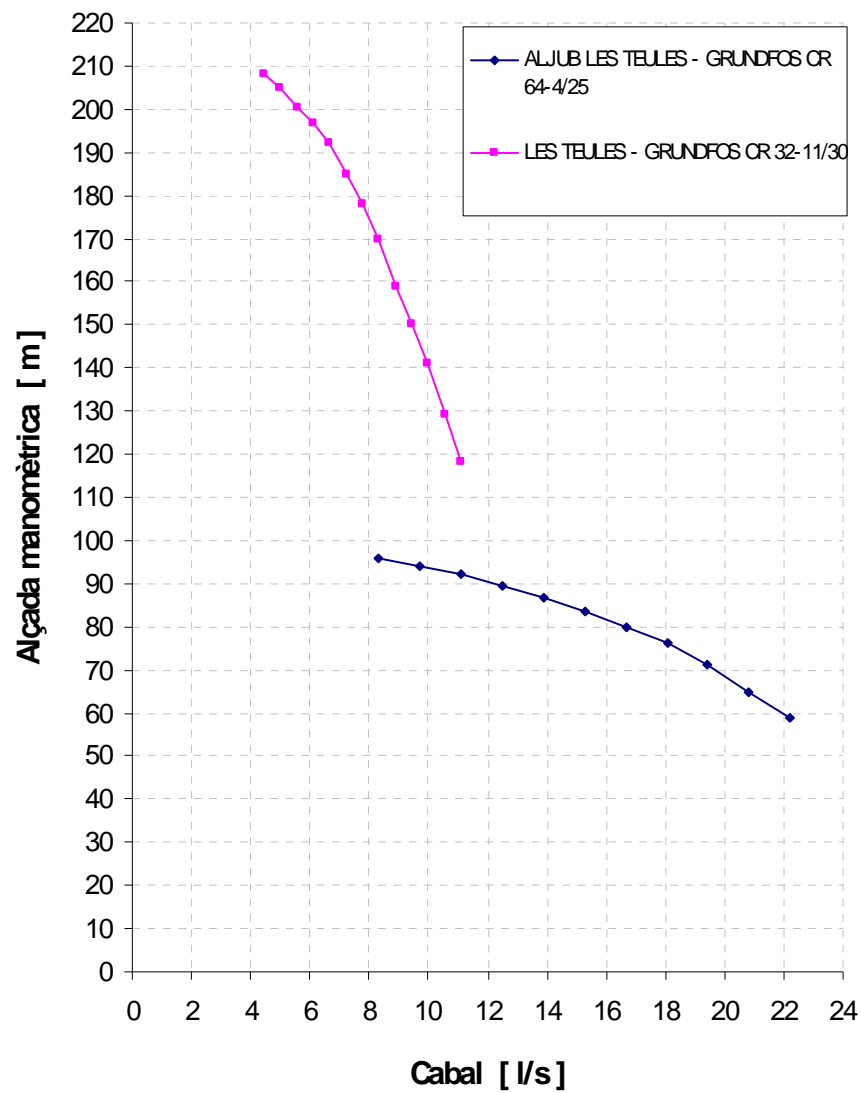


Fig. 18.- Corbes característiques introduïdes a l'EPANET urbanitzacions Roca de Malvet i Les

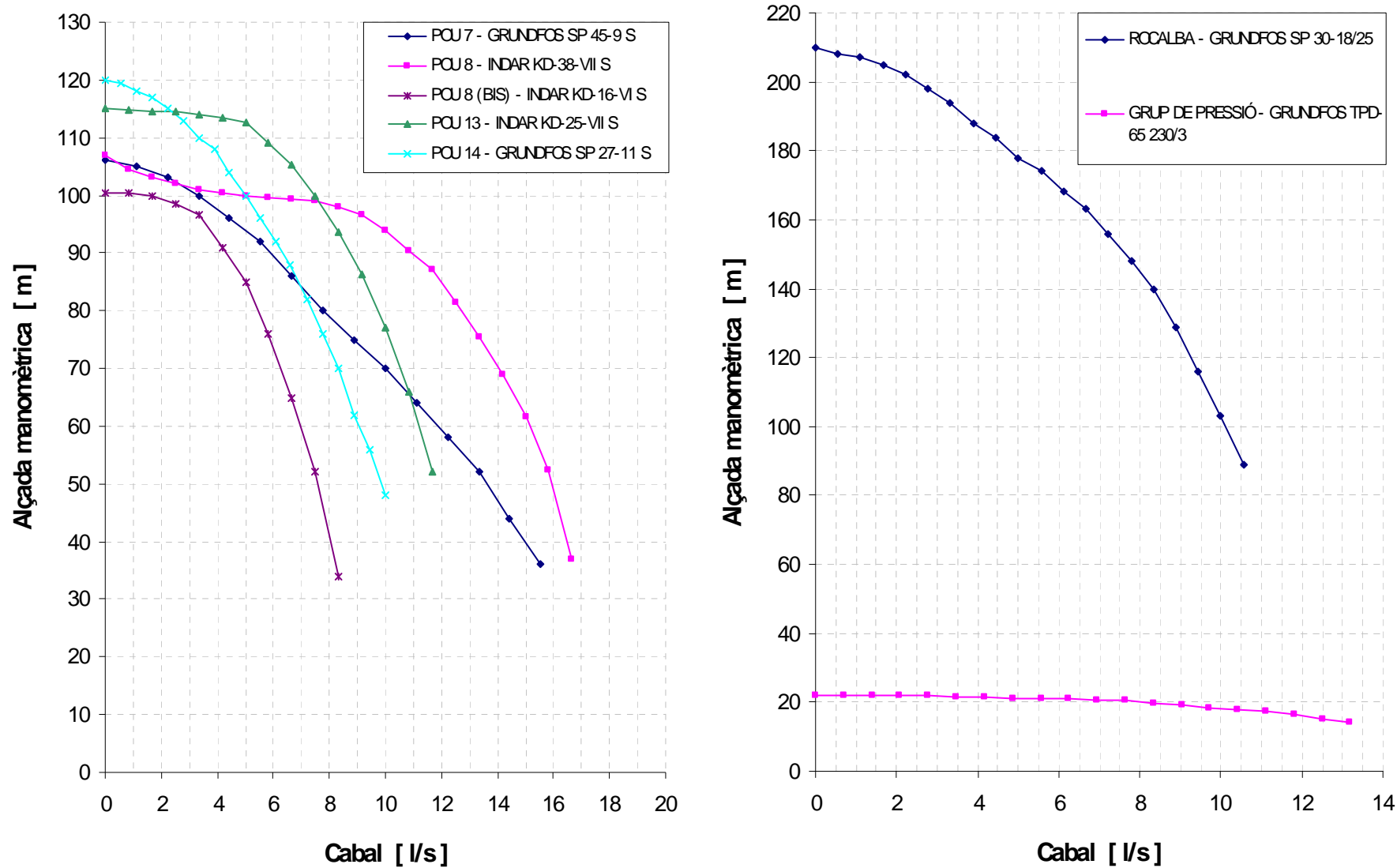


Fig. 19.- Corbes característiques introduïdes a l'EPANET urbanització Golf Club Costa Brava.

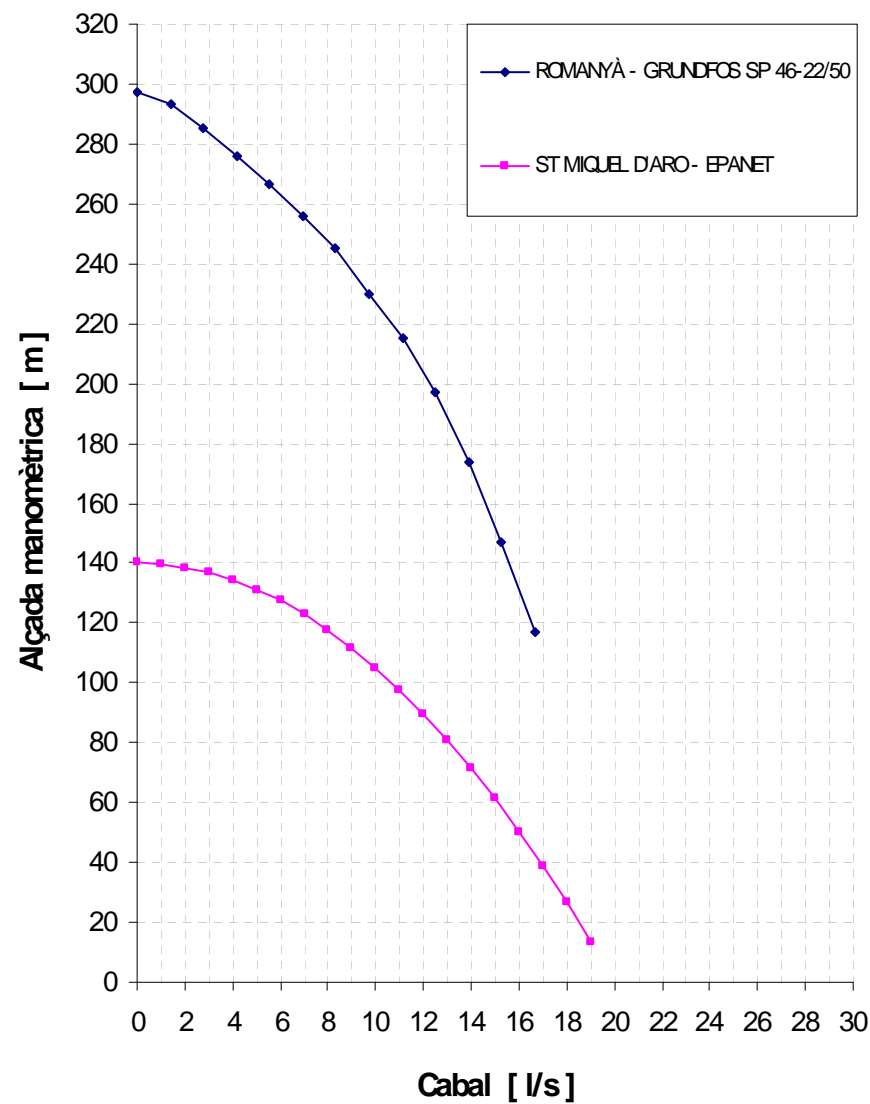
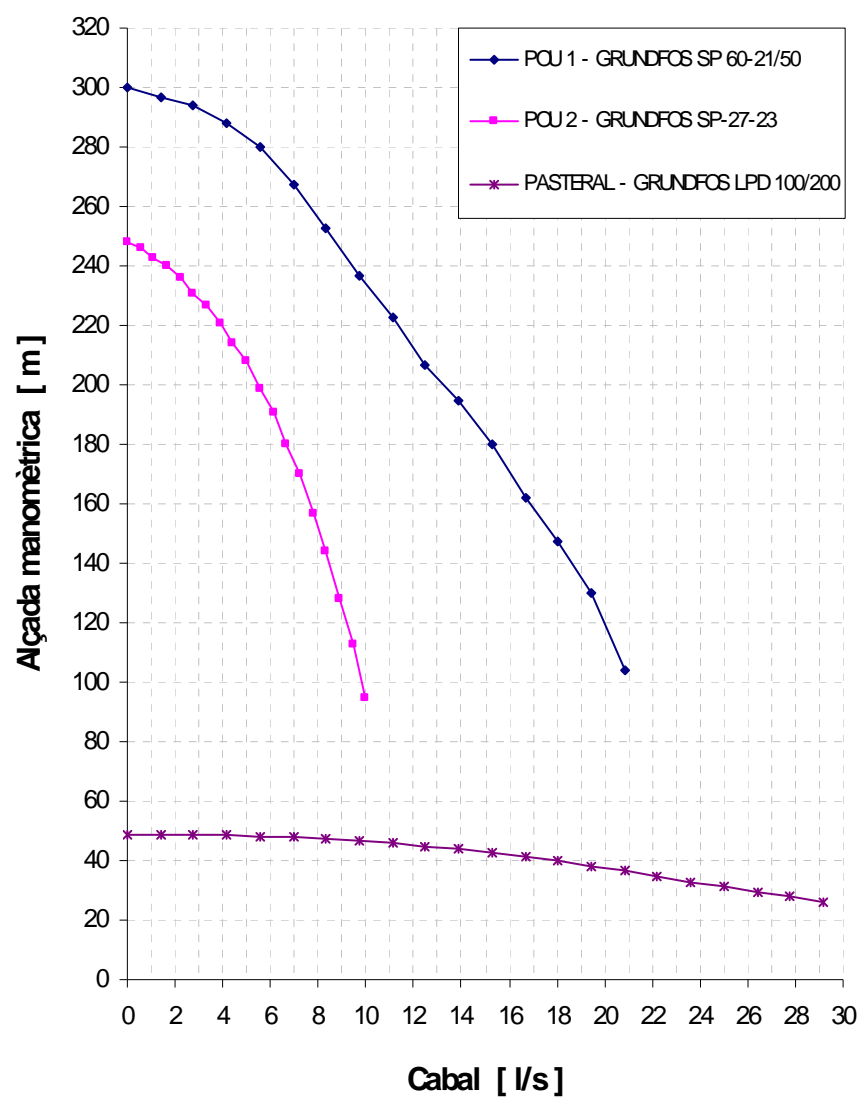


Fig. 20.- Corbes característiques introduïdes a l'EPANET zona .Bell Lloch / Romanyà

## **C7- VALVULERIA**

Per tal de realitzar una simulació de la xarxa que es comporti d'una manera semblant al sistema real, s'han introduït al model una sèrie de elements que representen les diferents tipologies de vàlvules que existeixen a la instal·lació.

Aquestes vàlvules es troben representades mitjançant línies que limiten la pressió o el cabal de la xarxa en un punt determinat. Les dades principals d'una vàlvula són els nusos aigües amunt i aigües avall, el diàmetre, el valor de la consigna, i el seu estat. Mentre que els resultats associats a les vàlvules són bàsicament el cabal de pas i la pèrdua de càrrega.

Dir també que les vàlvules de tall (comportes) i les vàlvules de retenció (antiretorn) no són considerades línies independents pel programa EPANET, havent-se de definir quant es descriuen les propietats de les canonades.

D'entre totes les vàlvules que el programa et permet considerar, destaquen les vàlvules reductores de pressió, i les limitadores de cabal.

Les primeres són utilitzades en diverses zones del municipi per tal de reduir la pressió de l'aigua degut a la pronunciada orografia que hi ha en algunes urbanitzacions (Golf Club Costa Brava, St. Miquel d'Aro, Vall Repòs, Les Teules).

Les segones en canvi el seu ús és molt menor en la xarxa, estant col·locades només a l'entrada d'alguns dipòsits del municipi que s'emplenen per gravetat. La seva finalitat és la de no reduir excessivament el nivell dels dipòsits de cota superior en les èpoques de major demanda i tenir una baixada important de pressió en les zones properes al dipòsit primari. L'exemple més significatiu és el dipòsit de Vall Repòs, el qual s'alimenta directament des del dipòsit de Romanyà, provocant baixades significatives en el seu nivell d'aigua a l'estiu que deixen sense pressió al nucli urbà de Romanyà.

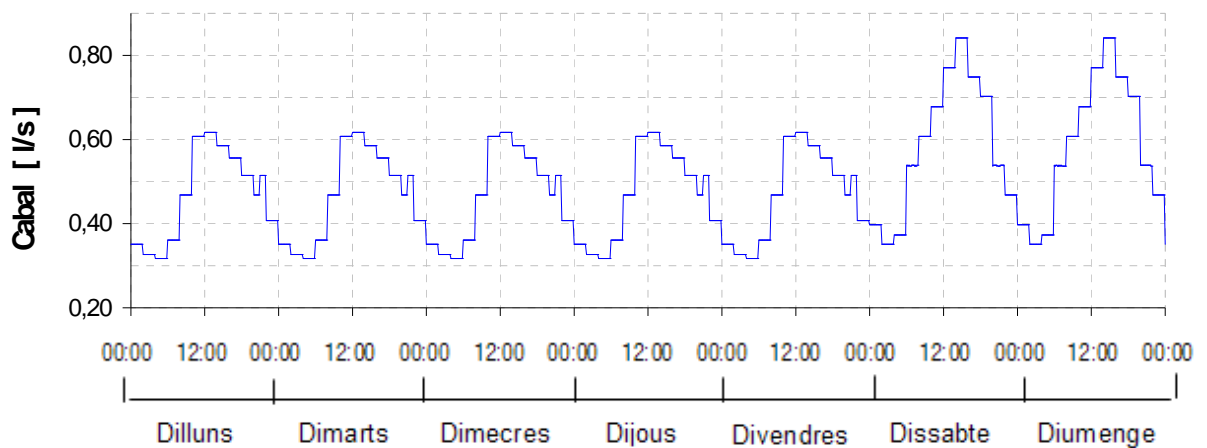
Les vàlvules reguladores considerades en la simulació es troben definides i ordenades per zones en la taula 9. En el capítol de validació de la situació actual simulada es compararan els valors de la pressió d'entrada i sortida reals mesurats amb els resultats mitjançant EPANET.

POBLACIÓ	SITUACIÓ	COTA [ m ]	PRESSIÓ ENT. [ bar ]	PRESSIÓ SORT. [ bar ]
Les Teules	Avinguda de les Mimoses	200,48	6,00	3,00
Golf Club Costa Brava	Carrer de Pirineus 1	104,53	9,50	5,50
Golf Club Costa Brava	Carrer de Pirineus 2	104,53	9,50	5,50
Golf Club Costa Brava	Avinguda de Canigò	31,58	4,80	3,20
Bell Lloch	Carrer de Panedes	66,67	9,50	4,00
Bell Lloch	Carrer Volta Ginesta	213,10	15,60	4,10
Vall repòs	Parcel·la 54	195,34	6,00	3,00
Vall repòs	Parcel·la 8	173,79	8,00	3,00
Vall repòs	Parcel·la 92	133,33	9,50	3,50
St Miquel d'Aro	Parcel·la X-8	337,95	8,00	3,00
St Miquel d'Aro	Parcel·la 79	229,63	9,50	3,00
St Miquel d'Aro	Parcel·la A-7	228,36	9,50	7,50

**Taula 9** .- .Característiques principals dels reguladors de pressió instal·lats a la xarxa d'aigües.

La figura 21 mostra l'evolució del cabal que passa per la vàlvula limitadora de pressió situada davant la parcel·la X-8 de St. Miquel d'Aro al llarg d'una setmana.

- *Vàlvula limitadora de pressió St. Miquel d'Aro (Parcel·la X-8)*



**Fig. 21** .- .Evolució del cabal setmanal que transcorre per una vàlvula reguladora de pressió del municipi.



### **C8.- LLEIS DE CONTROL**

Les Lleis de Control són regles lògiques que determinen la manera d'operar de la xarxa durant la simulació. Així doncs, permeten el control de determinades variables com són l'estat de les línies, vàlvules o bombes en funció dels paràmetres de simulació com ara el temps, els nivells d'aigua dels dipòsits, les pressions en els nusos de la xarxa, etc.

Durant el transcurs de la simulació la possible activació de les lleis de control es determinen de la següent manera:

1. Les diverses regles s'analitzen pas a pas, avançant amb un interval de temps fix, el qual és en el cas del present projecte de 1/10 del interval del càlcul hidràulic.
2. En base a aquest interval de temps, s'actualitza la hora de simulació i els nivells d'aigua en els dipòsits.
3. Si en algun moment donat es compleix amb alguna de les regles, les actuacions derivades s'afegeixen a una llista. Si l'actuació proposada entra en conflicte amb una altre actuació de la llista sobre la mateixa línia, es sobreposa aquella que té una prioritat més elevada, sent l'altre eliminada. Si les prioritats són equivalents, llavors es sobreposa l'actuació que estava abans a la llista.
4. Després d'haver avaluat totes les regles, si la llista no està buida s'executaran totes les actuacions emmagatzemades en ella. Si com a conseqüència de les actuacions canvia l'estat d'una o més línies, s'obindrà una nova solució i el procés de simulació continuarà.
5. Si no hi ha cap canvi d'estat en cap línia, s'esborrarà la llista d'actuacions, i es passarà a avaluar les regles en el següent instant, a no ser que s'hagi arribat al pròxim interval hidràulic.

Seguidament es troben representades les lleis de control considerades en la simulació de la xarxa d'aigua potable del municipi.

```
;** URBANITZACIÓ VALL REPÒS **
RULE VALL REPOS I
IF TANK K_D1 LEVEL ABOVE 3.83
THEN VALVE 54 SETTING IS 0.1

RULE VALL REPOS II
IF TANK K_D1 LEVEL < 3.83
AND TANK K_D1 LEVEL > 3.60
THEN VALVE 54 SETTING IS 4.0

RULE VALL REPOS III
IF TANK K_D1 LEVEL < 3.60
AND TANK K_D1 LEVEL > 3.2
THEN VALVE 54 SETTING IS 5.0

RULE VALL REPOS IV
IF TANK K_D1 LEVEL < 3.2
AND TANK K_D1 LEVEL > 2.9
THEN VALVE 54 SETTING IS 5.5

RULE VALL REPOS V
IF TANK K_D1 LEVEL < 2.9
AND TANK K_D1 LEVEL > 2.5
THEN VALVE 54 SETTING IS 6.9

RULE VALL REPOS VI
IF TANK K_D1 LEVEL BELOW 2.5
THEN VALVE 54 SETTING IS 8.3

;** URBANITZACIÓ SANT MIQUEL D'ARO **
RULE SANT MIQUEL I
IF TANK I_D1 LEVEL BELOW 1.1
THEN PUMP I_B1 STATUS IS OPEN

RULE SANT MIQUEL I
IF TANK I_D1 LEVEL ABOVE 2.4
THEN PUMP I_B1 STATUS IS CLOSED

RULE SANT MIQUEL II
IF TANK I_D2 LEVEL BELOW 3.7
THEN PIPE 1063 STATUS IS OPEN

RULE SANT MIQUEL II
IF TANK I_D2 LEVEL ABOVE 4.8
THEN PIPE 1063 STATUS IS CLOSED

;** NUCLI URBÀ DE ROMANYÀ **
RULE ROMANYÀ I
IF TANK J_D1 LEVEL BELOW 1.84
THEN PUMP L_B3 STATUS IS OPEN

RULE ROMANYÀ I
IF TANK J_D1 LEVEL ABOVE 2.37
THEN PUMP L_B3 STATUS IS CLOSED

;** URBANITZACIÓ BELL LLOCH **
RULE BELL LLOCH I
IF TANK L_D1 LEVEL BELOW 1.76
THEN PUMP L_B1 STATUS IS OPEN

RULE BELL LLOCH I
IF TANK L_D1 LEVEL ABOVE 2.23
THEN PUMP L_B1 STATUS IS CLOSED

RULE BELL LLOCH II
IF TANK L_D1 LEVEL BELOW 1.41
THEN PUMP L_B4 STATUS IS OPEN

RULE 5001 BELL LLOCH II
IF TANK L_D1 LEVEL ABOVE 2.0
THEN PUMP L_B4 STATUS IS CLOSED

RULE BELL LLOCH III
IF TANK L_D1 LEVEL BELOW 1.20
THEN PUMP L_B2 STATUS IS OPEN

RULE BELL LLOCH III
IF TANK L_D1 LEVEL ABOVE 2.0
THEN PUMP L_B2 STATUS IS CLOSED

;** URBANITZACIÓ LES TEULES **
RULE LES TEULES I
IF TANK E_D1 LEVEL BELOW 2.53
THEN PUMP E_B2 STATUS IS OPEN

RULE LES TEULES I
IF TANK E_D1 LEVEL ABOVE 3.03
THEN PUMP E_B2 STATUS IS CLOSED

RULE LES TEULES II
IF TANK F_D1 LEVEL BELOW 2.55
THEN PUMP E_B1 STATUS IS OPEN

RULE LES TEULES II
IF TANK F_D1 LEVEL ABOVE 2.79
```

```
THEN PUMP E_B1 STATUS IS CLOSED

; ** URBANITZACIÓ ROCA DE MALVET **

RULE ROCA DE MALVET I
IF TANK B_D1 LEVEL BELOW 3.0
THEN PUMP B_B1 STATUS IS OPEN

RULE ROCA DE MALVET I
IF TANK B_D1 LEVEL ABOVE 3.6
THEN PUMP B_B1 STATUS IS CLOSED

RULE ROCA DE MALVET II
IF TANK C_D3 LEVEL BELOW 3.0
THEN PUMP B_B2 STATUS IS OPEN

RULE ROCA DE MALVET II
IF TANK C_D3 LEVEL ABOVE 3.6
THEN PUMP B_B2 STATUS IS CLOSED

RULE ROCA DE MALVET III
IF TANK C_D2 LEVEL BELOW 2.7
THEN PUMP C_B1 STATUS IS OPEN

RULE ROCA DE MALVET III
IF TANK C_D2 LEVEL ABOVE 3.24
THEN PUMP C_B1 STATUS IS CLOSED

RULE ROCA DE MALVET IV
IF TANK C_D1 LEVEL BELOW 3.15
THEN PUMP C_B2 STATUS IS OPEN

RULE ROCA DE MALVET IV
IF TANK C_D1 LEVEL ABOVE 3.78
THEN PUMP C_B2 STATUS IS CLOSED

; ** URBANITZACIÓ GOLF CLUB **

;(Bombeig fins a dipòsit Rocalba)

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA ROCALBA
IF TANK G_D2 LEVEL BELOW 2.70
THEN PUMP G_B1 STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA ROCALBA
IF TANK G_D2 LEVEL ABOVE 3.66
THEN PUMP G_B1 STATUS IS CLOSED

;(Pous de captació del Golf T.NOCT)

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 13
IF SYSTEM CLOCKTIME >= 1 AM
AND SYSTEM CLOCKTIME < 8 AM
AND TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
THEN PUMP G_B13 STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 13
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B13 STATUS IS CLOSED

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 8
IF SYSTEM CLOCKTIME >= 1 AM
AND SYSTEM CLOCKTIME < 8 AM
AND TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
THEN PUMP G_B8 STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 8
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B8 STATUS IS CLOSED

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 8 BIS
IF SYSTEM CLOCKTIME >= 1 AM
AND SYSTEM CLOCKTIME < 8 AM
AND TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
THEN PUMP G_B8(bis) STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 8 BIS
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B8(bis) STATUS IS CLOSED

;(Pous de captació del Golf 24 hores)

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 7
IF TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
THEN PUMP G_B7 STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 7
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B7 STATUS IS CLOSED

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 17
IF TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
THEN PUMP G_B17 STATUS IS OPEN

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 17
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B17 STATUS IS CLOSED

RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 17 BIS
IF TANK G_D1 LEVEL BELOW 4.62
```

```
THEN PUMP G_B17(bis) STATUS IS OPEN
RULE GOLF CLUB COSTA BRAVA POU 17 BIS
IF TANK G_D1 LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP G_B17(bis) STATUS IS CLOSED

; ** NUCLI URBÀ DE SANTA CRISTINA D'ARO **
; Pous de captació de Santa Cristina d'Aro

RULE SANTA CRISTINA D'ARO CENTRAL
IF SYSTEM CLOCKTIME >= 1 AM
AND SYSTEM CLOCKTIME < 8 AM
AND TANK A_D1 LEVEL BELOW 2.54
THEN PUMP A_B0 STATUS IS OPEN

RULE SANTA CRISTINA D'ARO CENTRAL
IF TANK A_D1 LEVEL ABOVE 2.97
THEN PUMP A_B0 STATUS IS CLOSED

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 6
IF TANK ALJUB LEVEL BELOW 4.52
THEN PUMP A_B6 STATUS IS OPEN

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 6
IF TANK ALJUB LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP A_B6 STATUS IS CLOSED

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 7
IF TANK ALJUB LEVEL BELOW 4.52
THEN PUMP A_B7 STATUS IS OPEN

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 7
IF TANK ALJUB LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP A_B7 STATUS IS CLOSED

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 8
IF TANK ALJUB LEVEL BELOW 4.52
THEN PUMP A_B8 STATUS IS OPEN

RULE SANTA CRISTINA D'ARO POU 8
IF TANK ALJUB LEVEL ABOVE 5.37
THEN PUMP A_B8 STATUS IS CLOSED

; Pasteral Santa Cristina d'Aro

RULE SANTA CRISTINA D'ARO "PASTERAL"
IF TANK A_D1 LEVEL BELOW 2.54
THEN PIPE 618 STATUS IS OPEN

RULE SANTA CRISTINA D'ARO "PASTERAL"
IF TANK A_D1 LEVEL ABOVE 2.97
THEN PIPE 618 STATUS IS CLOSED

; ** URBANITZACIÓ MAS TREMPAT **

RULE MAS TREMPAT
IF TANK D_D2 LEVEL BELOW 1.28
THEN PIPE 1064 STATUS IS OPEN

RULE MAS TREMPAT
IF TANK D_D2 LEVEL ABOVE 1.52
THEN PIPE 1064 STATUS IS CLOSE
```

## **ANNEX D**

## **D.- VALIDACIÓ DELS RESULTATS**

### ***D1.- INTRODUCCIÓ***

En el present annex es descriurà la metodologia i els resultats obtinguts per a la validació de la xarxa hidràulica simulada mitjançant el programa EPANET. Això permetrà posteriorment, fer un anàlisi de la xarxa actual amb garanties i també el disseny d'una de nova.

La mesura dels paràmetres hidràulics de la xarxa d'abastament i distribució s'ha realitzat amb l'ajuda dels serveis tècnics d'AQUALIA ja que és necessària una instrumentació específica per a cadascun d'ells. Les variables reals recollides per a la calibració i validació dels resultats són els cabals, les pressions i els nivells dels dipòsits.

Cal comentar que en aquest annex només es fa referència al comportament hidràulic de la instal·lació, en estar a l'annex anomenat "Qualitat" l'estudi referent a la concentració de clor i el temps de permanència de l'aigua a la xarxa.

### ***D2.- CONSUMS***

#### **D2.1.- Descripció**

En el present apartat es justificarà la demanda base i estacional assignada als nusos de cabal de la simulació. És per això, que es compararan els valors reals de consum de cadascuna de les zones del municipi amb els que s'han introduït al programa de simulació.

A l'hora d'assignar unes demandes base a cada nus s'han utilitzat els registres d'aigua de cadascuna de les escomeses del municipi, les quals han estat proporcionades per l'empresa AQUALIA. Altrament, per a determinar els consums base s'han considerat les situacions més desfavorables que es disposaven, sent el trimestre de Juliol – Agost - Setembre del 2007 l'escollit com a referència de la demanda simulada.

Ara bé, s'ha de tenir en compte que aquest període és llarg i que no es disposen de valors més precisos de consums, el qual farà que s'estigui treballant des de uns valors mitjans diaris d'aquests tres mesos d'estiu.

Aquest inconvenient, però, quedarà disminuït amb la utilització d'una sèrie de coeficients multiplicadors que tindran en consideració l'estacionalitat de la zona.

## D2.2.- Resultats obtinguts

En la taula 10 es mostren els valors reals consumits durant el trimestre de Juliol, Agost i Setembre, i els valors de la demanda base simulada.

		Consums registrats AQUALIA [ l/s ]	Consums simulats [ l/s ]	Error relatiu [ % ]	Error absolut [ l/s ]
A	Santa Cristina d'Aro	7,841	8,079	-3,038	-0,238
B	Roca de Malvet 1 <sup>a</sup> Fase	1,419	1,376	3,003	0,043
C	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> Fase	0,449	0,497	-10,609	-0,048
D	Mas Trempat	1,301	1,277	1,810	0,024
E	Les Teules 1 <sup>a</sup> Fase	1,617	1,725	-6,711	-0,108
F	Les Teules 2 <sup>a</sup> Fase	0,616	0,601	2,496	0,015
G	Golf Club Costa Brava	11,955	12,595	-5,350	-0,640
I	Sant Miquel d'Aro	1,661	1,842	-10,897	-0,181
J	Romanyà de la Selva	0,667	0,667	0,066	0,000
K	Vall Repòs	2,410	2,510	-4,161	-0,100
L	Bell Lloch	3,702	3,567	3,637	0,135
<b>TOTAL</b>		<b>33,637</b>	<b>34,736</b>	<b>-3,266</b>	<b>-1,099</b>

**Taula 10.-** Consums registrats al municipi durant el trimestre d'estiu del 2007.

Es pot observar que existeix una variació entre els valors reals registrats durant el trimestre d'estiu (Juliol, Agost i Setembre) del 2007 i els obtinguts en la simulació. Aquests errors es deuen al fet que es varen manipular un gran nombre de dades, i a que en nombrosos casos es va haver de canviar d'unitats passant de m<sup>3</sup>/trimestrals a l/s havent-hi un canvi d'escala molt significatiu. A més, es varen agrupar i sumar cadascun dels consums procedents de les 4.106 escomeses de la població, i introduir al programa de simulació, aplicant l'arrodoniment dels valors al tercer decimal i per tant produint-se en alguna ocasió la pèrdua d'informació d'alguna d'elles.

L'error relatiu total comès en la simulació ha estat d'un 3,266 %, considerant-se en el cas del present treball un valor acceptable en tenir una forta estacionalitat la demanda d'aigua de la zona. Per tal de tenir en compte aquest factor s'aplicarà a la uns coeficients multiplicadors que consideraran la estacionalitat de la zona per tal d'aproximar més el model a la realitat.

### **D3.- PRESSIONS**

#### **D3.1.- Descripció**

Una variable important a considerar a l'hora de comprovar que el model matemàtic funcioni són les pressions de la xarxa. Aquestes però, no són constants sinó que depenent del consum de la població oscil·len entre determinats valors, fent difícil una valoració objectiva del grau de precisió obtingut.

Per a la validació de les pressions s'han comparat les magnituds reals i simulades de diferents llocs i hores de la xarxa. En primer lloc s'han mesurat les pressions in situ de diversos punts concrets de la xarxa que s'han observat crítics o problemàtics en la simulació amb EPANET, mentre que en segon lloc s'han utilitzat els valors de les pressions d'entrada i sortida de les diverses vàlvules reguladores de pressió, les quals han estat anotades pels tècnics de l'empresa AQUALIA en les tasques de manteniment.

#### **D3.2.- Mesura de les pressions in situ**

La mesura de les pressions de servei encara és una feina carregosa que requereix temps i la necessitat de desmuntar la clau de pas de la instal·lació d'aigua potable dels habitatges, sent imprescindible, per tant, tallar el subministrament d'aigua a alguns veïns.

Per aquest motiu es va decidir la presa de mesures dels punts més crítics observats en la simulació i treballar amb aquests valors, juntament amb els dels reguladors. A més, les mesures es van realitzar amb un manòmetre d'agulla, amb una precisió de 0,25 bars.

Amb aquest procediment, es van recollir mostres a 14 punts crítics de la xarxa a diferents hores del dia. Durant la mesura, es va considerar un interval de temps d'1 minut, per tal de deixar que el manòmetre s'estabilitzes a un cert valor i tenir una precisió major en la mesura. En la taula 11 es mostren els valors mesurats en el treball de camp realitzat el 16 i 23 d'abril de 2008 a la xarxa d'aigües de Sta. Cristina d'Aro.



**PRESSIONS DE LA XARXA MESURADES**

POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	COTA [ m ]	PRESSIÓ MESURADA [ bar ]	PRESSIÓ EPANET [ bar ]	ERROR RELATIU [ % ]	ERROR ABSOLUT [ bar ]	HORA	DATA
Sta. Cristina d'Aro	Carrer Antoni Gaudí	52,43	4,50	4,65	-3,33	-0,15	16:15	23/04/2008
Sta. Cristina d'Aro	Carrer de Monturiol	29,95	6,75	7,56	-12,00	-0,81	16:25	23/04/2008
Les Teules	Carrer de l'Alzina	136,36	1,20	1,59	-32,50	-0,39	12:10	23/04/2008
Mas Trempat	Carrer de la Perdiu	94,81	0,75	0,76	-1,33	-0,01	15:30	23/04/2008
Mas Trempat	Carrer de Sardenya	92,23	0,75	0,91	-21,33	-0,16	15:45	23/04/2008
Golf Club Costa Brava	Carrer de Cala Montjoi	43,49	4,00	3,94	1,50	0,06	11:45	23/04/2008
Golf Club Costa Brava	Avinguda de Canigò	62,20	1,50	1,46	2,67	0,04	11:00	23/04/2008
Bell Lloch	Pous de captació	37,00	12,75	13,55	-6,27	-0,80	18:00	16/04/2008
Bell Lloch	Carrer Rabassada	66,67	9,00	9,81	-9,00	-0,81	17:30	16/04/2008
Romanyà	Carrer de Mercé Rodoreda	325,34	1,50	1,49	0,67	0,01	17:00	16/04/2008
St Miquel d'Aro	Comptador entrada [ Vàlvula tancada ]	211,82	14,00	14,10	-0,71	-0,10	16:25	16/04/2008
St Miquel d'Aro	Comptador entrada [ Vàlvula oberta ]	211,82	12,50	11,80	5,60	0,70	16:35	16/04/2008
St Miquel d'Aro	Parcel·la 1 [ Vàlvula tancada ]	206,82	11,00	10,60	3,64	0,40	16:15	16/04/2008
St Miquel d'Aro	Parcel·la 1 [ Vàlvula oberta ]	206,82	12,00	11,10	7,50	0,90	16:00	16/04/2008

**Taula 11.-** Pressions mesurades in situ en la xarxa d'aigües municipal.

De la taula 11 es pot observar que en la majoria de les pressions mesurades existeix un error relatiu menor al 10% posant de manifest el bon funcionament (com a mínim en aquestes zones) del model matemàtic.

Per contra els valors mesurats al carrer Alzina de les Teules i el carrer de Sardenya del Mas Trempat representen uns errors relatius importants, sent necessària l'anàlisi detallat de cadascun d'ells. Així doncs, si s'observen aquestes dues mesures en valors absoluts, aquests no arriben als 0,4 bars de pressió de diferència, entre el valor real i el simulat, sent un valor molt petit. Aquestes desviacions podent ser degudes a la combinació entre un error de mesura in situ, i un petit desajust horari en el programa de simulació, que no representa un canvi significatiu en els resultats.

### **D3.3.- Mesura de les pressions en les vàlvules reguladores de pressió**

Degut a la pronunciada orografia d'algunes zones del municipi hi ha col·locats actualment 12 reguladors de pressió, els quals estan destinats a donar unes bones condicions de servei als abonats i evitar avaries a la xarxa per sobrepressions.

A cada regulador se li realitza un manteniment periòdic per tal d'assegurar el seu correcte funcionament. Una de les tasques a realitzar és l'anotació en una llibreta els valors de pressió d'entrada i de sortida del regulador, així com també el dia i l'hora que s'ha realitzat la mesura. Amb aquesta informació s'ha pogut en primer lloc assignar els valors de consigna (pressió de sortida) de les vàlvules reguladores de pressió simulades, així com també comparar els valors de pressió reals amb els modelats de 12 punts de la xarxa (pressions d'entrada).

Cal considerar que en el moment de mesurar les pressions en els reguladors poden haver-hi lleugeres desviacions en els resultats degut a l'efecte turbulent que fa la vàlvula al pas del fluid.

**PRESSIIONS EN ELS REGULADORS**

POBLACIÓ	SITUACIÓ	COTA [ m ]	PRESSIÓ ENTRADA [ bar ]	PRESSIÓ EPANET [ bar ]	ERROR RELATIU [ % ]	ERROR ABSOLUT [ bar ]	PRESSIÓ SORTIDA [ bar ]	HORA	DATA
Les Teules	Avinguda de les Mimoses	200,48	7,00	7,65	-9,29	-0,65	3,00	10:20	15/04/2008
Golf Club Costa Brava	Carrer de Pirineus 1	104,53	9,50	9,52	-0,21	-0,02	5,50	11:00	15/04/2008
Golf Club Costa Brava	Carrer de Pirineus 2	104,53	9,50	9,52	-0,21	-0,02	5,50	11:10	15/04/2008
Golf Club Costa Brava	Avinguda de Canigò	31,58	5,00	5,02	-0,40	-0,02	3,20	11:25	15/04/2008
Bell Lloch	Carrer de Panedes	66,67	9,50	9,56	-0,63	-0,06	4,00	11:40	15/04/2008
Bell Lloch	Carrer Volta Ginesta	213,10	15,50	15,83	-2,13	-0,33	4,10	11:50	15/04/2008
Vall repòs	Parcel·la 54	195,34	6,00	6,55	-9,17	-0,55	3,00	12:15	15/04/2008
Vall repòs	Parcel·la 8	173,79	8,00	8,70	-8,75	-0,70	3,00	12:30	15/04/2008
Vall repòs	Parcel·la 92	133,33	9,50	9,20	3,16	0,30	3,50	12:40	15/04/2008
St Miquel d'Aro	Parcel·la X-8	337,95	8,00	7,89	1,38	0,11	3,00	13:15	15/04/2008
St Miquel d'Aro	Parcel·la 79	229,63	9,50	9,24	2,74	0,26	3,00	13:30	15/04/2008
St Miquel d'Aro	Parcel·la A-7	228,36	9,50	9,37	1,37	0,13	7,50	13:40	15/04/2008

**Taula 12.-** Pressions de servei dels reguladors de pressió del municipi.

La comparació entre les pressions mesurades en els reguladors i les simulades amb l'EPANET donen uns resultats molt pròxims en la majoria dels casos, ja que en totes les mesures l'error relatiu és menor al 10%. A més, l'error absolut màxim és de només 0,7 bars sent perfectament assumible aquesta variació a un error de mesura o bé a la oscil·lació del consum.

#### **D4.- NIVELL DELS DIPÒSITS**

##### **D4.1.- Descripció**

En el present apartat s'ha comparat l'evolució del nivell d'aigua de diversos dipòsits de la xarxa, amb els resultats obtinguts en la simulació. Això s'ha realitzat mitjançant el telecontrol disponible en alguns dipòsits municipals, que ha permès validar que el model matemàtic desenvolupat tingui un comportament semblant al de la xarxa real, en ser el nivell dels dipòsits una variable vinculada a la demanda i a la pressió de la xarxa.

L'empresa AQUALIA disposa en alguns dels dipòsits del municipi de telecontrol per via ràdio, que fa possible tenir dades en continu del nivell dels dipòsits. Això permet als tècnics detectar anomalies en el funcionament de la xarxa des del mateix despatx, i poder solucionar-les el més ràpidament possible. D'entre tots els dipòsits que disposen de telecontrol destaquen els de Santa Cristina d'Aro, el del Golf, el de les Teules, el de Romanyà i el de Sant Miquel d'Aro.

Per demostrar que el comportament del sistema obtingut en la simulació s'aproxima al real s'han realitzat una sèrie de gràfiques que descriuen l'evolució setmanal del nivell dels dipòsits. A més, s'han generat les gràfiques de tot el mes de setembre de 2007, obtingudes en el telecontrol, per tal de poder comparar-les i mostrar la gran variabilitat del sistema hidràulic cristinenc. S'han utilitzat les gràfiques del mes de setembre en ser el més regular del trimestre d'estiu (Juliol-Agost-Setembre), tenint un menor nombre de dades anòmales provocades per puntes de demandes que fan més inestable el sistema en determinats dies. Finalment, s'ha introduït la gràfica de comportament simulat amb EPANET per a comparar-lo amb els valors reals del setembre. Seguidament es mostren les condicions que s'han de complir per a considerar acceptables els resultats obtinguts amb el programa de simulació.

- El rang del nivell *d'aigua* del model simulat ha de ser pròxim a la mitjana de les quatre setmanes del mes de setembre del 2007.
- La freqüència del model simulat ha d'estar entre la freqüència màxima i mínima de les gràfiques del mes de setembre del 2007.

### EVOLUCIÓ DEL NIVELL D'AIGUA EN EL DIPÒSIT DE SANTA CRISTINA D'ARO

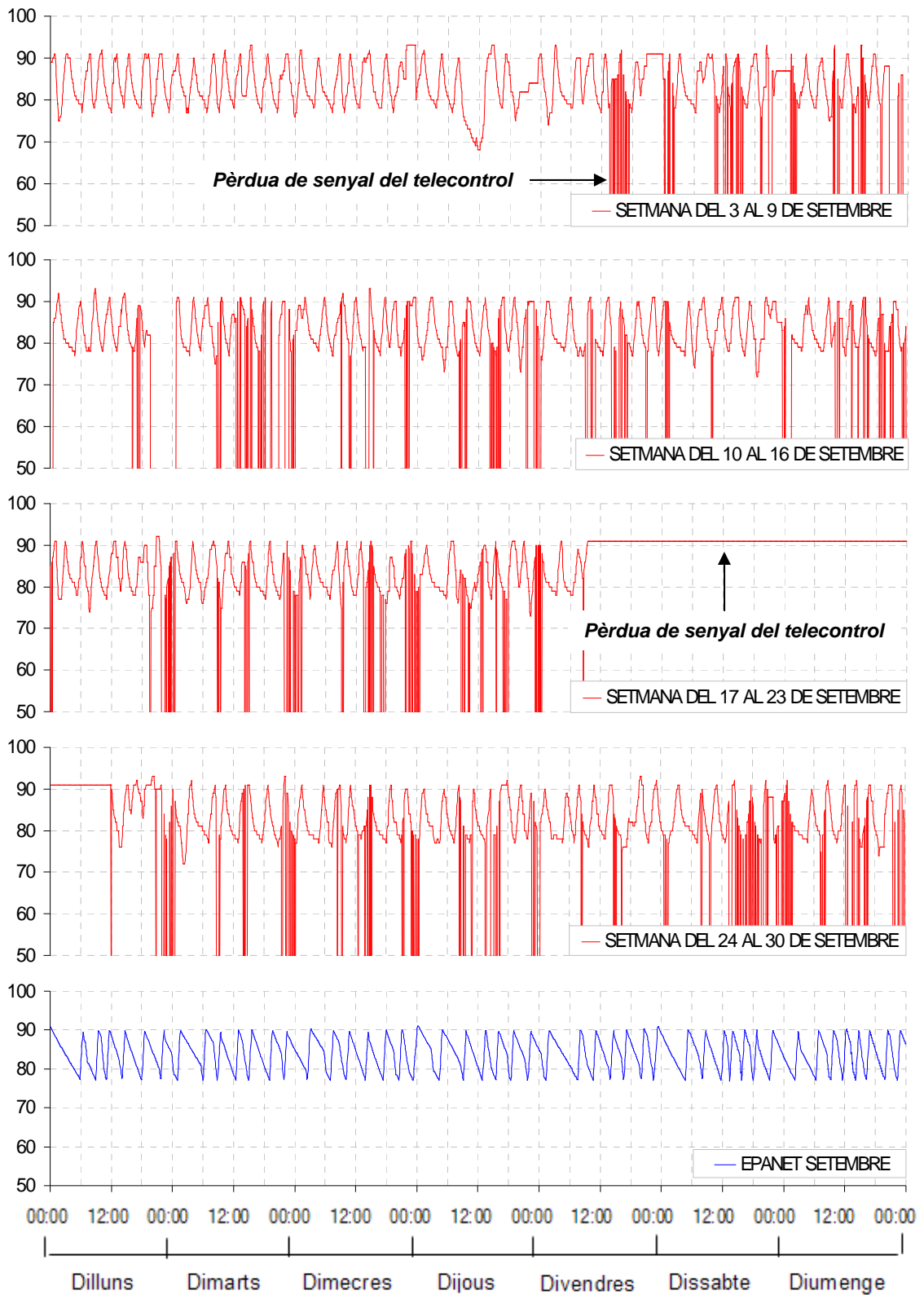
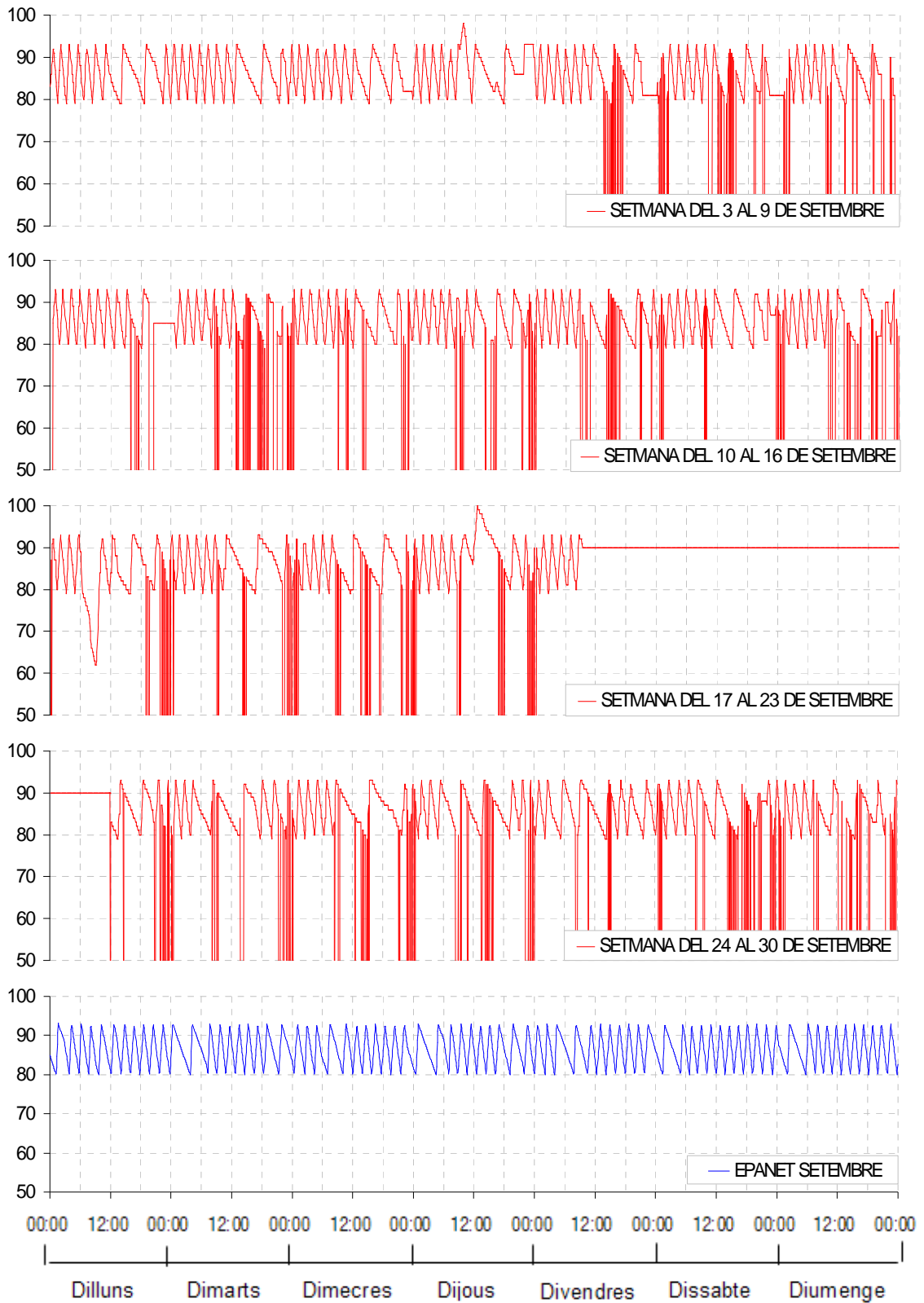


Fig. 22.- Evolució del nivell d'aigua als dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro.

### EVOLUCIÓ DEL NIVELL D'AIGUA EN EL DIPÒSIT DEL GOLF CLUB COSTA BRAVA



**Fig. 23.-** Evolució del nivell d'aigua al dipòsit del Golf Club Costa Brava.

### EVOLUCIÓ DEL NIVELL D'AIGUA EN EL DIPÒSIT DE ROMANYÀ

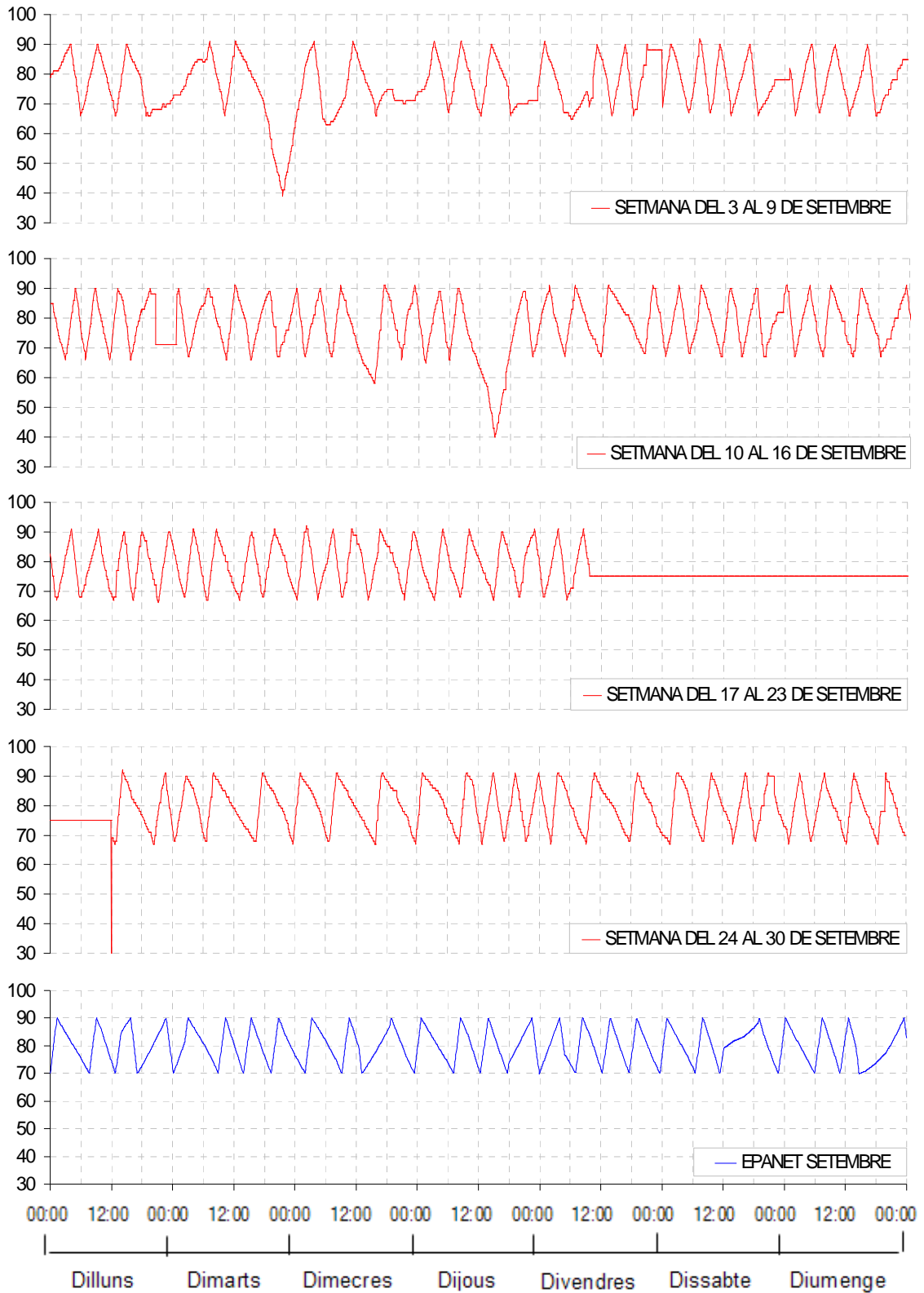


Fig. 24.- Evolució del nivell d'aigua al dipòsit de Romanyà.

### EVOLUCIÓ DEL NIVELL D'AIGUA EN EL DIPÒSIT DE LES TEULES

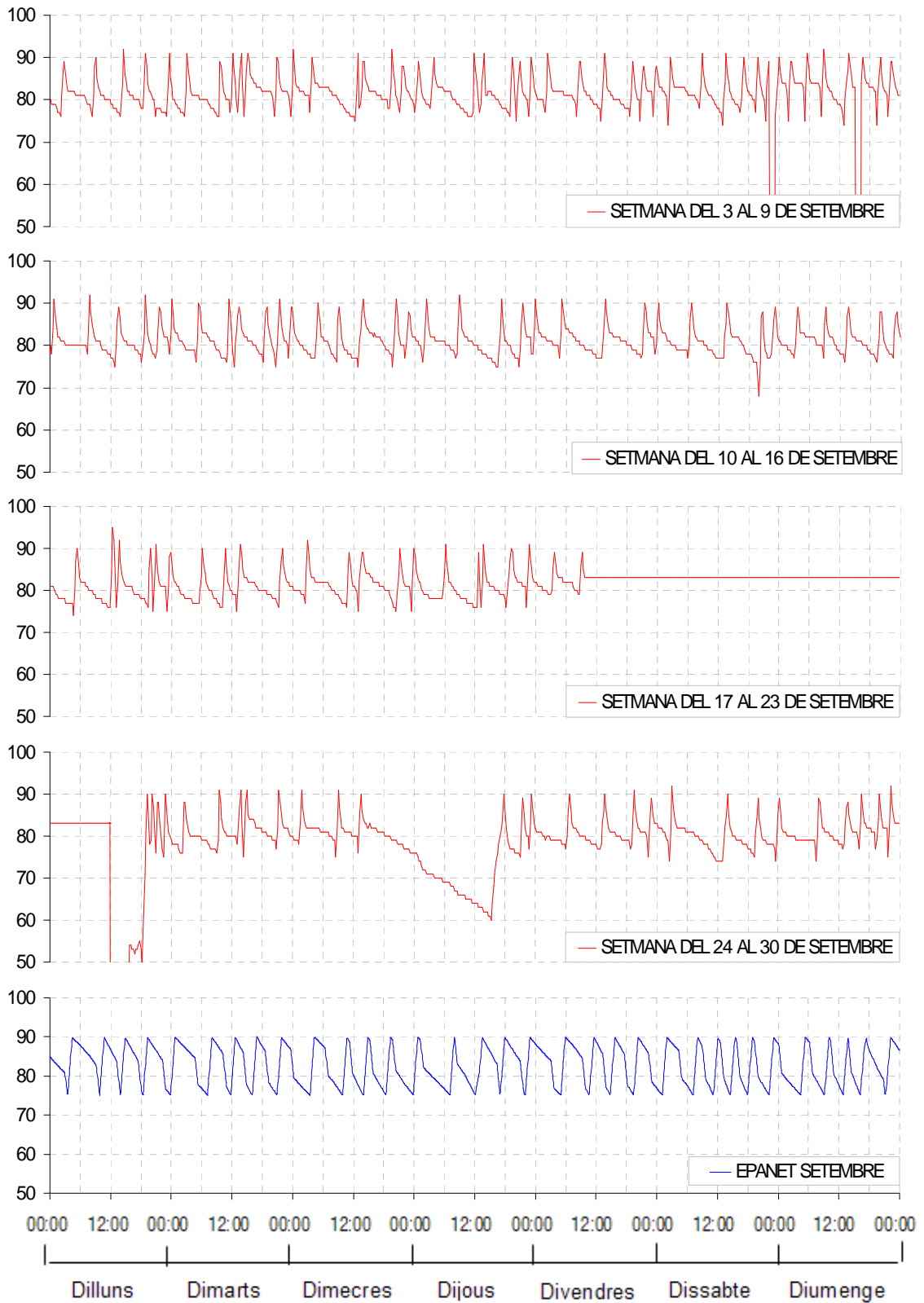


Fig. 25.- Evolució del nivell d'aigua al dipòsit de les Teules.



### EVOLUCIÓ DEL NIVELL D'AIGUA EN EL DIPÒSIT DE SANT MIQUEL D'ARO

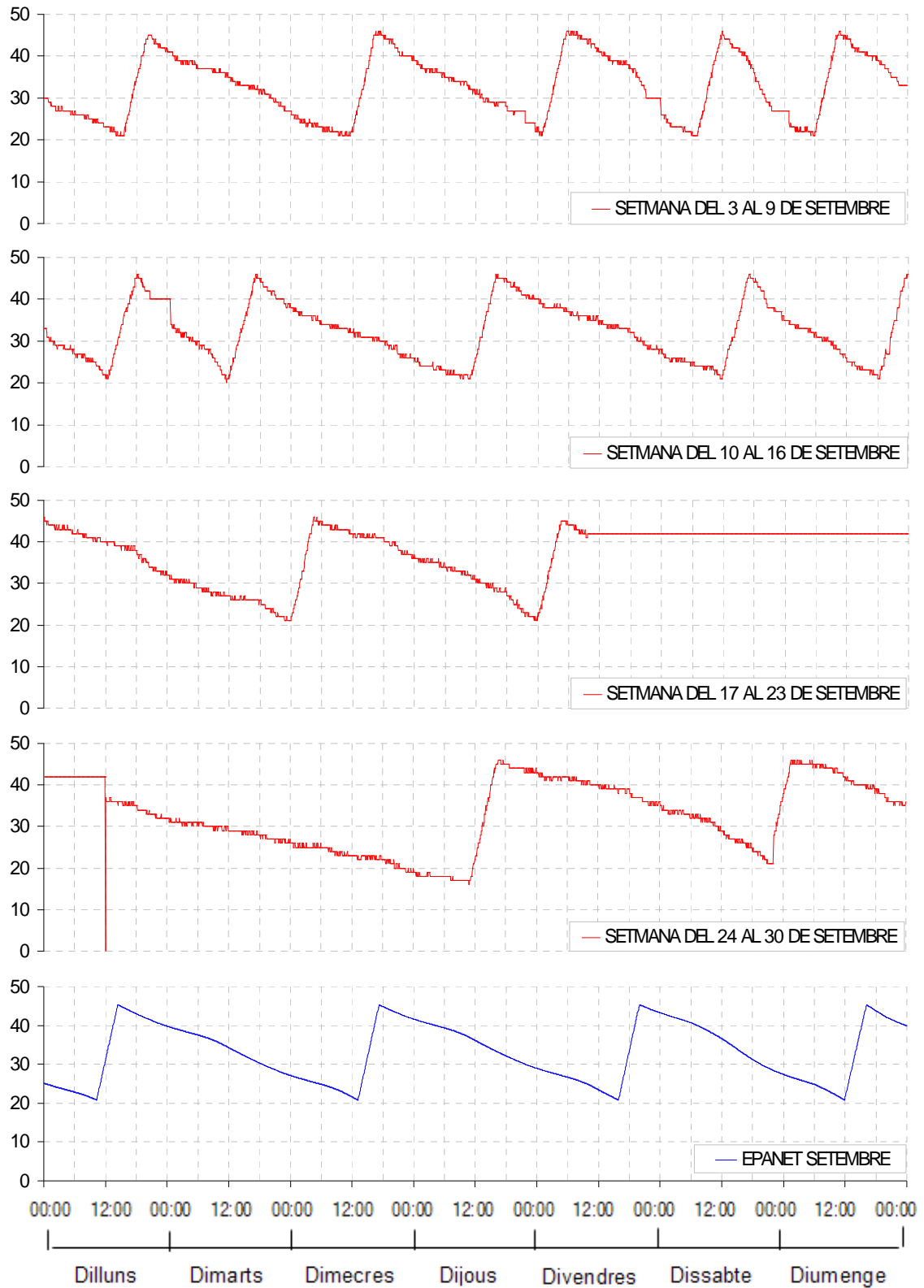


Fig. 26.- Evolució del nivell d'aigua al dipòsit de St. Miquel d'Aro.

## D4.2.- Anàlisi dels resultats obtinguts

### D4.2.1.- Sta. Cristina d'Aro

El comportament dels dipòsits generals simulats es correspon aproximadament al real, ja que com es pot veure a la figura 22, les consignes d'emplenat i buidat són semblants, així com també la freqüència amb què ho fan. Així doncs, els resultats obtinguts mitjançant l'EPANET, en estar dins els valors màxims i mínims del mes de setembre es consideraran bons, tenint en compte la gran variabilitat del sistema.

Seguidament es mostra una taula 13, on hi ha representats el nombre de cicles (correspon al nivell màxim d'emplenat) que hi ha hagut realment al dipòsit durant el mes de setembre, i el nº de cicles del model simulat.

Del 3 al 9 de setembre	Del 10 al 16 de setembre	Del 17 al 23 de setembre	Del 24 al 30 de setembre	EPANET setembre
52 cicles	52 cicles	33 cicles	47 cicles	48 cicles

**Taula 13.-** Nº de cicles d'emplenat dels dipòsits de Sta. Cristina d'Aro el setembre del 2007.

### D4.2.2.- Golf Club Costa Brava

Tal com es pot observar en la figura 23, aquest dipòsit és el que presenta un nombre major d'emplenades durant el dia. Això fa que les bombes d'impulsió que l'abasteixen treballin durant moltes hores, i es deteriorin més ràpidament en engegar-se i parar-se contínuament.

El nombre de cicles simulats amb EPANET es troben lleugerament per sobre dels reals, ja que el programa dona una seqüència aproximadament regular del nivell del dipòsit, cosa que a la realitat no es dona així. En aquest mes, es demostra que es produeixen petites irregularitats que fan que en molts casos no s'acabi d'assolir el nivell màxim d'aigua, fent variar la freqüència.

Seguidament es mostra una taula 14 amb els cicles del mes de setembre del 2007, així com també el nombre de cicles simulats amb el programa.

Del 3 al 9 de setembre	Del 10 al 16 de setembre	Del 17 al 23 de setembre	Del 24 al 30 de setembre	EPANET setembre
67 cicles	70 cicles	40 cicles	53 cicles	76 cicles

**Taula 14.-** N° de cicles d'emplenat dels dipòsits del Golf el setembre del 2007.

\*Del 17 al 23 de setembre hi va haver una apagada en el telecontrol

#### **D4.2.3.- Romanyà de la Selva**

El dipòsit de Romanyà presenta una gran irregularitat durant les èpoques d'estiu tal com es pot veure a la figura 24, on durant la primera quinzena de setembre el seu volum és incapaç d'afrontar la demanda requerida amb normalitat, mentre que això deixa de succeir, durant la segona i tercera setmana de setembre, en ser els consums són molt inferiors.

Es mostra en la taula 15 que la freqüència d'emplenat del dipòsit de Romanyà entre els valors reals del mes de setembre i el simulat amb EPANET està dins el rang mínim i màxim que es dona durant aquest mes.

Del 3 al 9 de setembre	Del 10 al 16 de setembre	Del 17 al 23 de setembre	Del 24 al 30 de setembre	EPANET setembre
22 cicles	29 cicles	20 cicles	24 cicles	26 cicles

**Taula 15.-** N° de cicles d'emplenat dels dipòsits de Romanyà el setembre del 2007.

#### **D4.2.4.- Les Teules**

El dipòsit de les Teules regula l'aigua a la zona baixa de la urbanització les Teules, i a més alimenta a un segon dipòsit regulador situat més amunt. Aquest fet és remarcable ja que quant les bombes d'impulsió alimenten aquest segon dipòsit, el nivell del primer disminueix ràpidament. Per altra banda, quant el dipòsit només alimenta a la zona habitada, el pendent del consum disminueix.

La freqüència simulada d'emplenat del dipòsit està dins dels valors reals trobats en el mes de setembre, tal com es mostra en la taula 16.

Del 3 al 9 de setembre	Del 10 al 16 de setembre	Del 17 al 23 de setembre	Del 24 al 30 de setembre	EPANET setembre
44 cicles	35 cicles	22 cicles	28 cicles	33 cicles

**Taula 16.-** N<sup>o</sup> de cicles d'emplenat dels dipòsits de les Teules el setembre del 2007.

#### **D4.2.5.- St. Miquel d'Aro**

Aquest dipòsit es troba a la zona alta de les Gavarres, donant servei a part de la urbanització de St. Miquel d'Aro, ja que l'altre sector està alimentat des d'un segon dipòsit situat en cotes inferiors.

La figura de l'evolució del nivell en aquest dipòsit mostra que el consum en aquesta urbanització és molt baix, provocat pel fet que està molt separada dels nuclis urbans més poblats com són Sta. Cristina, Bell Lloch o el Golf.

Per altra banda, aquest dipòsit tot i alimentar un reduït nombre d'habitatges disposa d'una capacitat de 500 m<sup>3</sup>, fent que les aigües tinguin un temps de permanència a la xarxa molt gran abans de ser consumides.

En la taula 17 es mostra el nombre de vegades que s'emplena el dipòsit durant les diferents setmanes de setembre, i el valor simulat amb l'EPANET.

Els resultats constaten el que s'ha comentat anteriorment, i que la simulació dona una bona aproximació dels resultats ja que la forma de la gràfica és semblant, així com també el seu número de cicles.

Del 3 al 9 de setembre	Del 10 al 16 de setembre	Del 17 al 23 de setembre	Del 24 al 30 de setembre	EPANET setembre
5 cicles	4 cicles	2 cicles	3 cicles	4 cicles

**Taula 17.-** N<sup>o</sup> de cicles d'emplenat dels dipòsits de St. Miquel d'Aro el setembre del 2007.

## **ANNEX E**

---

## **E.- ANÀLISI DE LA XARXA ACTUAL**

### ***E1.- INTRODUCCIÓ***

En el present annex es realitzarà l'anàlisi de la xarxa actual d'aigua potable per tal de trobar les deficiències en el comportament hidràulic de la instal·lació. Així doncs es simularan una sèrie de situacions de risc com períodes de màxim consum, incendis o talls en canonades principals, determinant els punts del sistema que tenen un mal comportament hidràulic i proposant, posteriorment, una sèrie de millores en la xarxa.

### ***E2.- SITUACIÓ DE MÀXIM CONSUM***

Primerament s'avaluarà el comportament de la xarxa en un suposat consum punta que pot esdevenir a la població durant els mesos d'estiu. Per tal de fer més entenedors els resultats obtinguts es compararan amb els valors mitjans anuals.

El coeficient punta diari que s'ha utilitzat en la simulació està justificat en el capítol "estudi de l'aprofitament dels recursos hídrics", sent de 1,56 mensual. S'ha de afegir el coeficient punta horari que es troba definit a les corbes de modulació introduïdes a l'EPANET.

#### **E2.1.- Abastament**

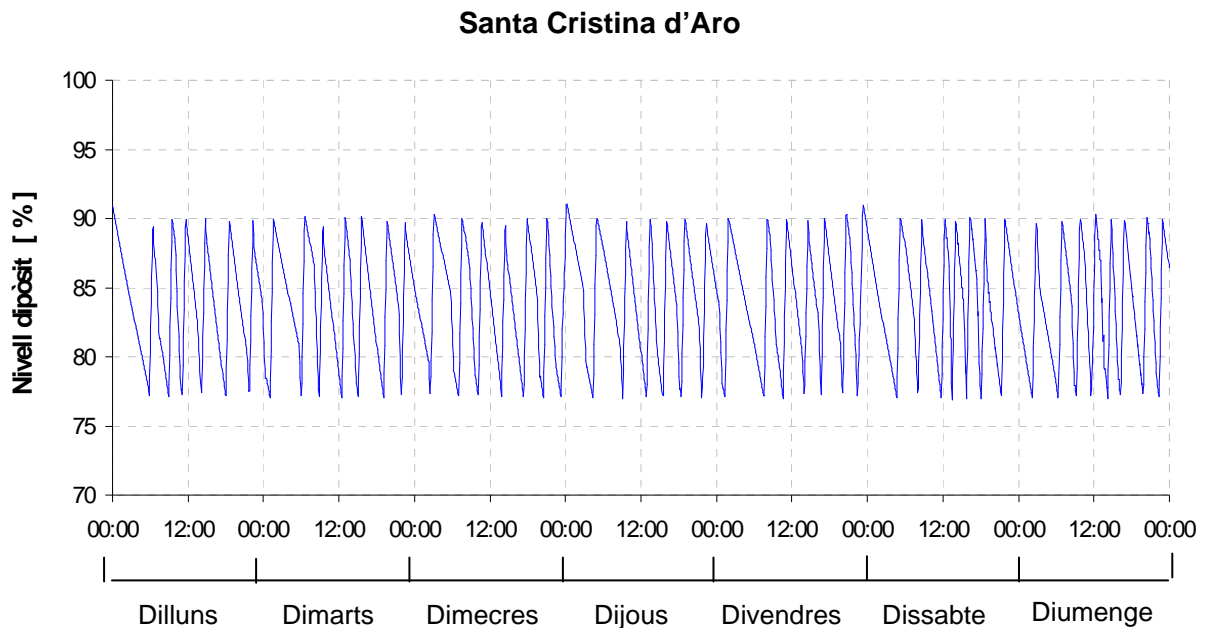
El programa de simulació EPANET considera que les fonts d'abastament són inesgotables, i per tant, tot el cabal que és sol·licitat per la xarxa és subministrat mitjançant els pous i els abastament proposats.

Això a la realitat no succeeix així, ja que en el nostre país els recursos hidràulics són escassos havent-se de construir grans canalitzacions que porten l'aigua des de molt lluny. Un exemple al municipi és la captació de la presa del Pasteral que proporciona una gran quantitat d'aigua en ser les fonts pròpies (pous) insuficients per abastir-la totalment en determinades èpoques de l'any.

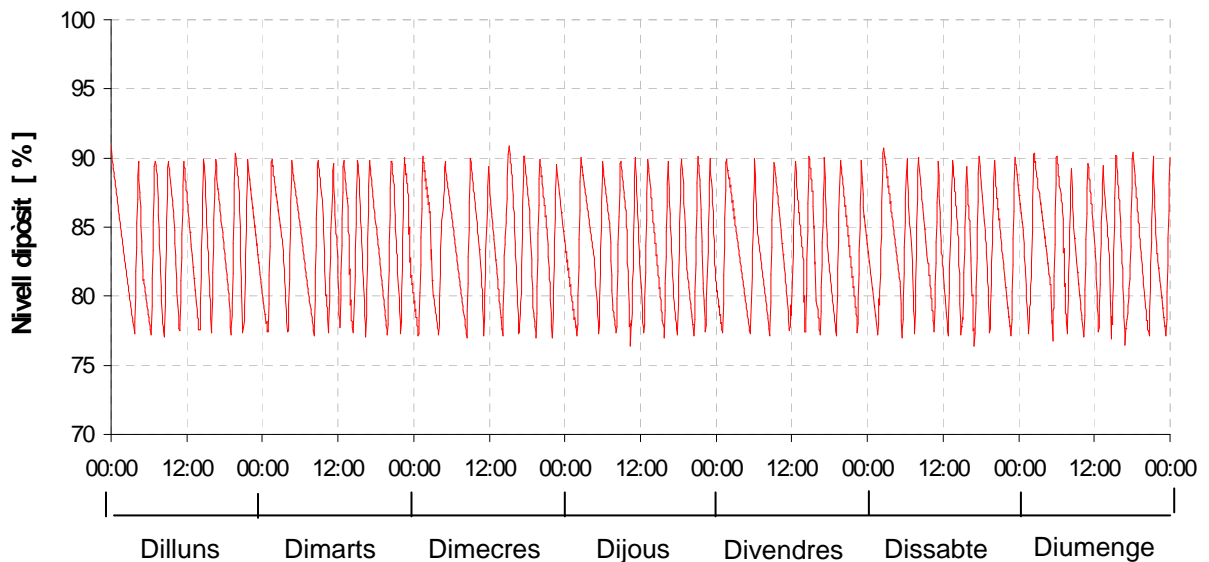
#### **E2.2.- Dipòsits**

Degut al enorme augment del cabal consumit sobretot durant l'estiu, el nivell d'alguns dipòsits es redueix considerablement en tenir una falta de volum d'emmagatzematge, i/o una manca de cabal en les bombes o conduccions a pressió que els alimenten. A vegades, el nivell disminueix tant que li costa un temps molt gran recuperar el nivell de consigna.

Seguidament es mostra l'evolució setmanal dels nivells d'alguns dels dipòsits més crítics de la població, ja sigui per la seva importància estratègica, o bé per la seva manca de capacitat.



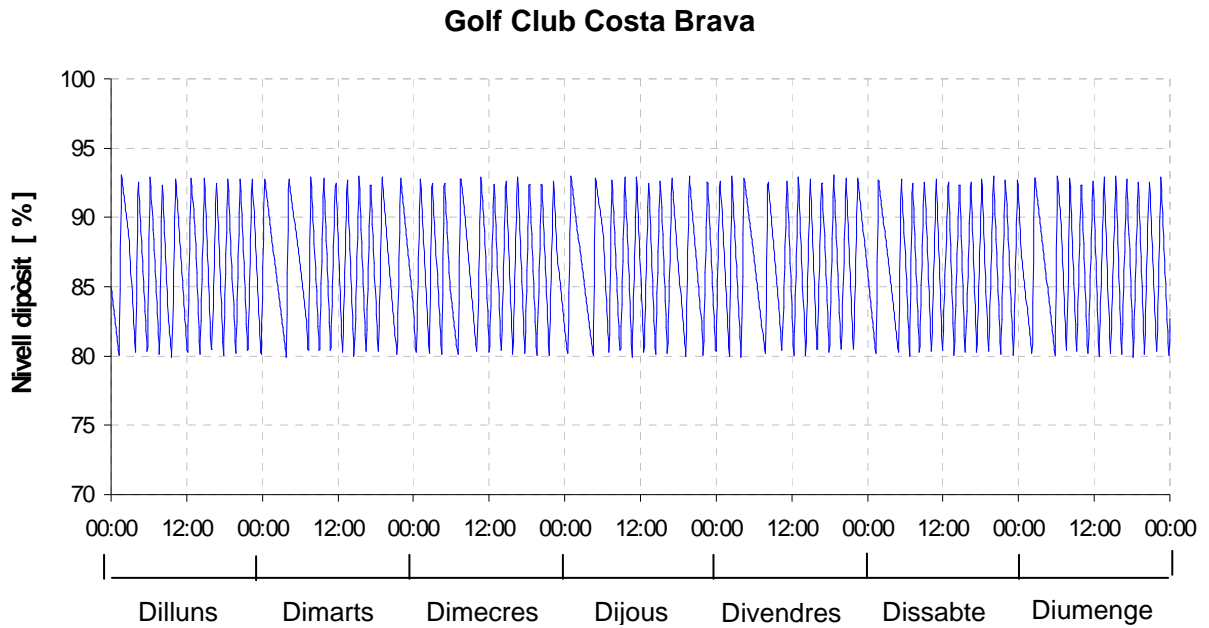
**Fig. 27.-** Nivell del dipòsit de Santa Cristina d'Aro amb un coeficient de demanda 1,00.



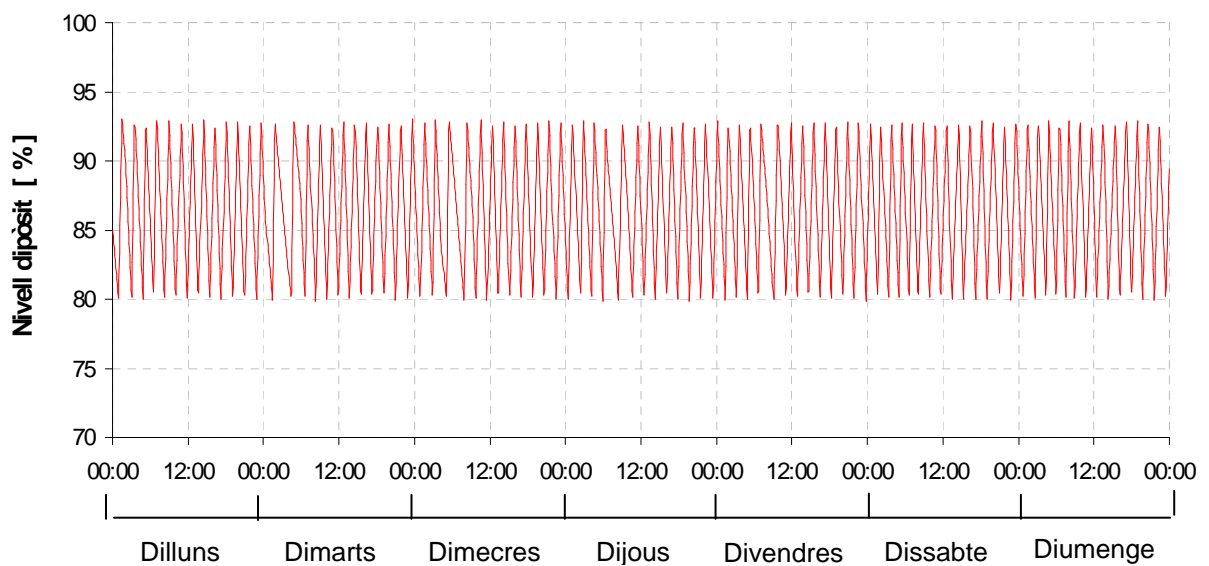
**Fig. 28.-** Nivell del dipòsit de Santa Cristina d'Aro amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1 respecte demanda base	Coeficient 1,56 respecte demanda base	Diferència absoluta de freqüència
49 cicles	61 cicles	12 cicles

**Taula 18.-** Freqüència del nivell d'emplenat del dipòsit de Santa Cristina d'Aro.



**Fig. 29.-** Nivell del dipòsit del Golf Club Costa Brava amb un coeficient de demanda 1,00.

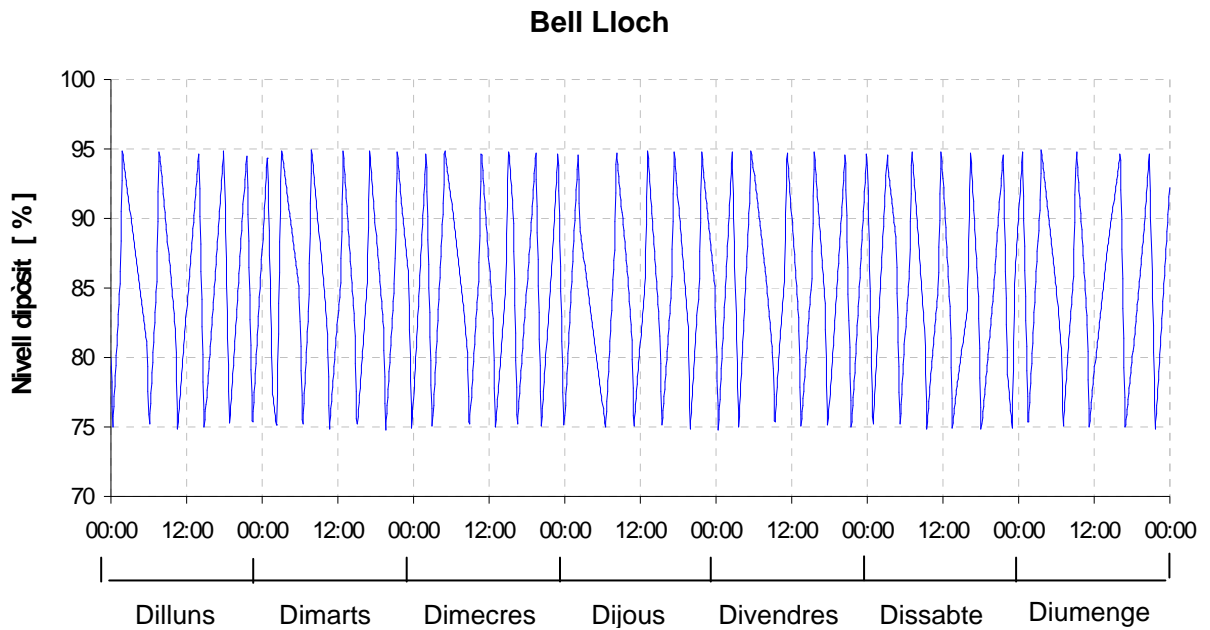


**Fig. 30.-** Nivell del dipòsit del Golf Club Costa Brava amb una demanda punta 1,56.

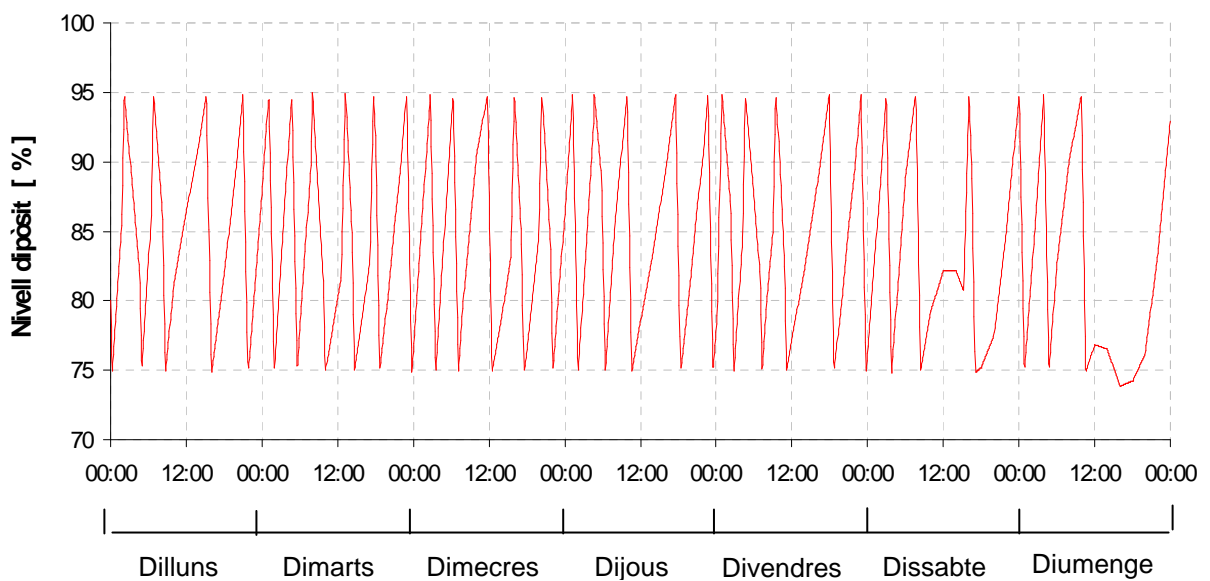


Coeficient 1 respecte demanda base	Coeficient 1,56 respecte demanda base	Diferència absoluta de freqüència
76 cicles	89 cicles	13 cicles

**Taula 19.-** Freqüència del nivell d'emplenat del dipòsit del Golf Club Costa Brava.



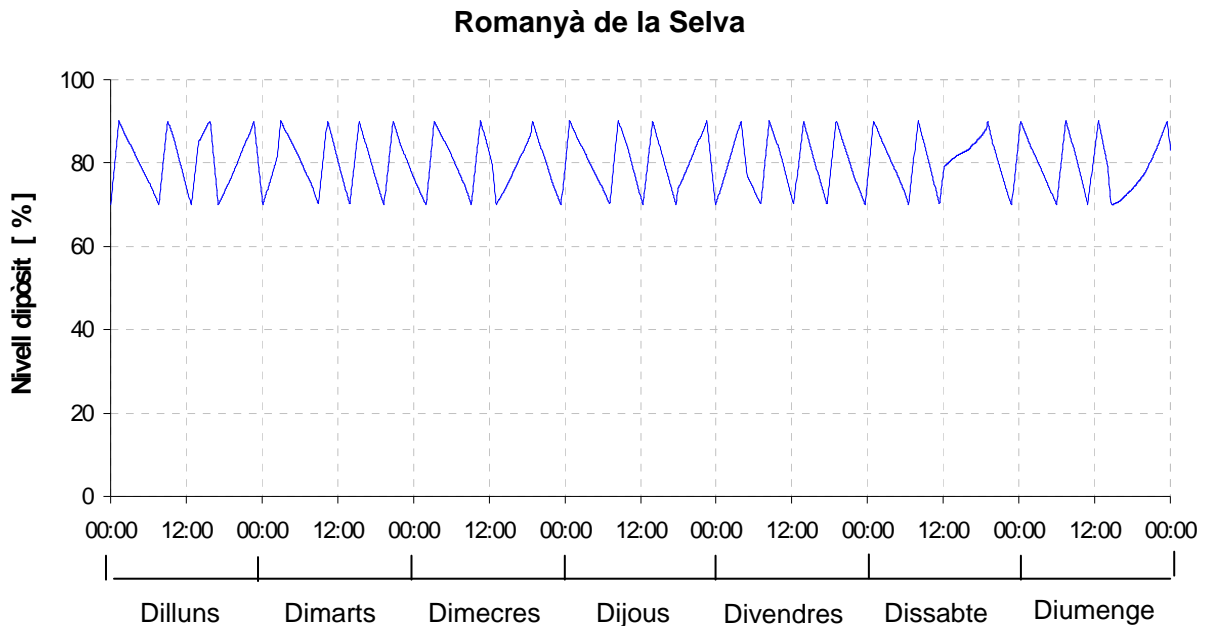
**Fig. 31.-** Nivell del dipòsit de Bell Lloch amb un coeficient de demanda 1,00.



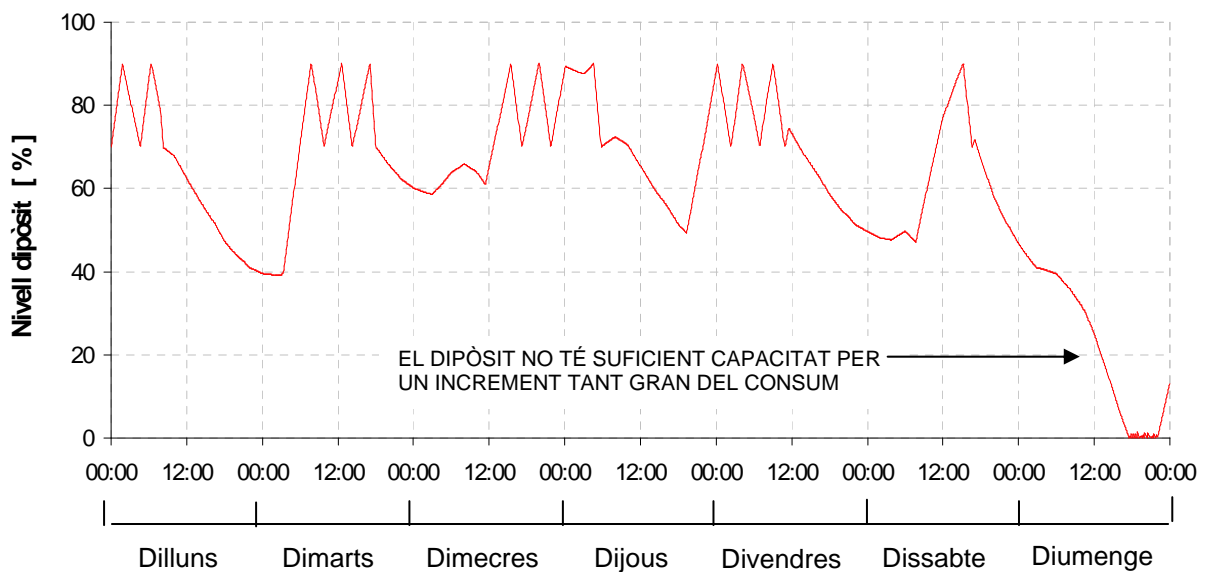
**Fig. 32.-** Nivell del dipòsit de Bell Lloch amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1 respecte demanda base	Coeficient 1,56 respecte demanda base	Diferència absoluta de freqüència
39 cicles	32 cicles	- 7 cicles

**Taula 20.-** Freqüència del nivell d'emplenat del dipòsit de Bell Lloch.



**Fig. 33.-** Nivell del dipòsit de Romanyà de la Selva amb un coeficient de demanda 1,00.



**Fig. 34.-** Nivell del dipòsit de Romanyà de la Selva amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1 respecte demanda base	Coeficient 1,56 respecte demanda base	Diferència absoluta de freqüència
26 cicles	12 cicles	14 cicles

**Taula 21.-** Freqüència del nivell d'emplenat del dipòsit de Romanyà de la Selva.

## Conclusions

En les pàgines anteriors s'ha pogut comprovar la manca de volum que pateixen alguns dipòsits del municipi en les èpoques de major demanda. Els dipòsits exposats anteriorment són els que es troben en un estat més crític i per tant els que s'han estudiat en aquest apartat.

- *Dipòsits de Sta. Cristina d'Aro i Golf*

Es pot observar com durant el dia són emplenats i buidats constantment degut a la gran quantitat de població que han d'abastir i a la insuficient reserva d'aigua que tenen. Tot i això el sistema es relativament regular ja que les bombes d'impulsió que els alimenten són prou potents i aporten el cabal necessari per a donar servei a la població. Això, però, no és recomanable pel fet que en el cas que s'espatllessin en poques hores es deixaria sense servei al municipi, i a més, la constant engegada i parada de les bombes provoca un major desgast a les màquines.

- *Dipòsits de Bell Lloch i Romanyà*

Per altra banda, el dipòsit de Bell Lloch amb una capacitat de 250 m<sup>3</sup> alimenta la urbanització que porta el seu nom, i el dipòsit de Romanyà amb una capacitat de 250 m<sup>3</sup>. S'observa que sobretot aquest últim en períodes de demanda punta el seu nivell esdevé irregular i fins i tot arribant a nivells sota mínims.

Es preveu necessària l'actuació en els dipòsits situats a Santa Cristina d'Aro, Golf Club Costa Brava, Bell Lloch i a Romanyà de la Selva, per a augmentar el volum d'acumulació d'aigua potable a fi de poder garantir el servei en èpoques de demanda punta de consum, així com per garantir l'abastament en el futur.

### E2.3.- Bombes hidràuliques

Són existents al territori un gran nombre de bombes hidràuliques que són utilitzades per a l'extracció de les aigües dels pous, i per a l'elevació d'aquestes fins als dipòsits, o per l'elevació entre dipòsits.

La utilització d'aquestes bombes no és homogènia a tot el territori, existint zones on els manca cabal degut al creixement de la demanda, mentre que en d'altres és suficient el volum d'aigua elevat.

Seguidament es mostren unes gràfiques de la utilització de les bombes, en diferents períodes estacionals.

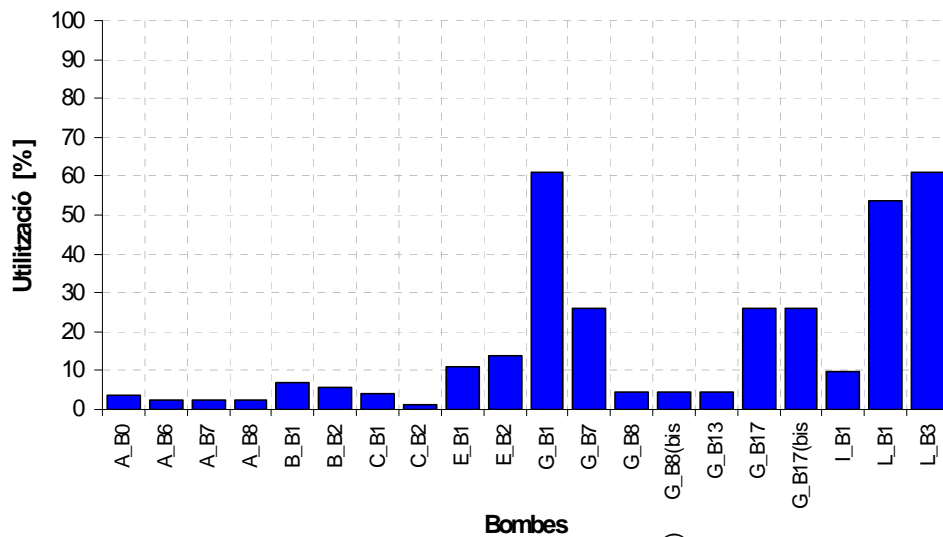


Fig. 35.- Utilització de les bombes hidràuliques amb un coeficient de demanda 1,00.

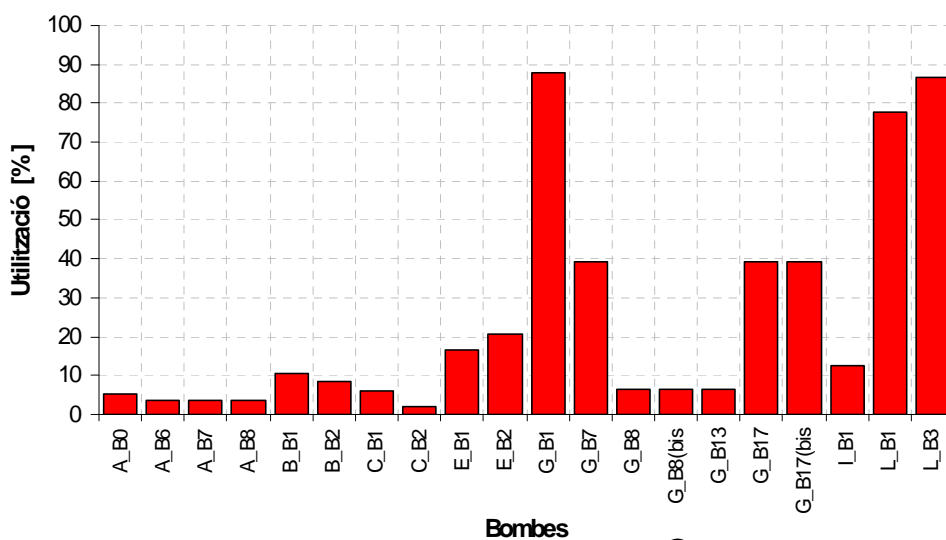


Fig. 36.- Utilització de les bombes hidràuliques amb un coeficient de demanda 1,56.

Simbologia emprada en la definició dels grups de bombeig:

A_B0	Santa Cristina d'Aro	Central elevadora
A_B6	Santa Cristina d'Aro	Pou 6
A_B7	Santa Cristina d'Aro	Pou 7
A_B8	Santa Cristina d'Aro	Pou 8
B_B1	Roca de Malvet 1 <sup>a</sup> fase	Dip. receptor - Dip. 1
B_B2	Roca de Malvet 1 <sup>a</sup> fase	Dip. 1 - Dip. 2
C_B1	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	Dip. 2 - Dip. 3
C_B2	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	Dip. 3 - Dip. 4
E_B1	Les Teules	Dip. receptor - Dip. 1
E_B2	Les Teules	Dip. 1 - Dip. 2
G_B1	Golf Club Costa Brava	Dip. 1 - Dip. 2 (Rocalba)
G_B7	Golf Club Costa Brava	Pou 7
G_B8	Golf Club Costa Brava	Pou 8
G_B8 (bis)	Golf Club Costa Brava	Pou 8 (bis)
G_B13	Golf Club Costa Brava	Pou 13
G_B17	Golf Club Costa Brava	Pou 17
G_B17 (bis)	Golf Club Costa Brava	Pou 17 (bis)
I_B1	St. Miquel d'Aro	Dip. 1 - Dip. 2
L_B1	Bell Lloch	Pou 1
L_B3	Bell Lloch	Dip Bell Lloch - Romanyà

En les figures 35 i 36 es compara el % d'utilització de les bombes del municipi en una època de consum mitjà anual, i una de consums punta per tal de trobar quines màquines treballen més, i si tenen la necessitat de ser ampliades.

En les gràfiques destaquen tres bombes les quals són la sobreelevació al dipòsit de Rocalba i les bombes d'impulsió de la zona de Bell Lloch / Romanyà (Pou 1 fins a dipòsit de Bell Lloch i d'aquest fins al dipòsit de Romanyà). El seu percentatge d'utilització en l'època de consum mig és d'aproximadament el 60%, mentre que en èpoques de major demanda s'eleva fins a prop del 90%, implicant un desgast important de les màquines.

La utilització d'aquestes bombes va estretament lligada al volum dels dipòsits pel fet que si aquests tenen una capacitat deficient, implicarà que per a cobrir la demanda les bombes hauran de treballar durant més temps.

Seguidament s'exposen les freqüències d'engegada de les bombes més utilitzades, per tal de conèixer si el seu funcionament és continu al llarg del dia, o bé tenen un gran nombre d'engegades.

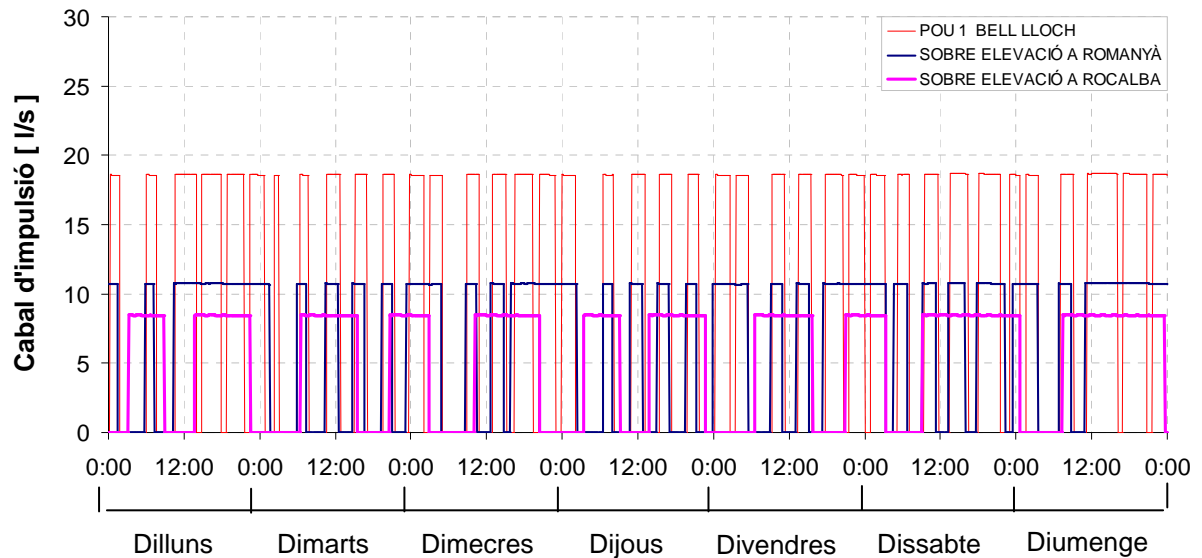


Fig. 37.- Freqüència d'engegada bombes hidràuliques més utilitzades, coeficient de demanda 1,00.

S'observa que la bomba que s'engega un major nombre de vegades al dia és la situada al pou 1 de Bell Lloch, la qual de mitjana es posa en marxa unes 5 vegades diàries. Després la sobre-elevació de Romanyà, la qual de mitjana s'engega unes 4 vegades, i la de Rocalba unes dues diàries, però estant aquestes últimes moltes hores funcionant.

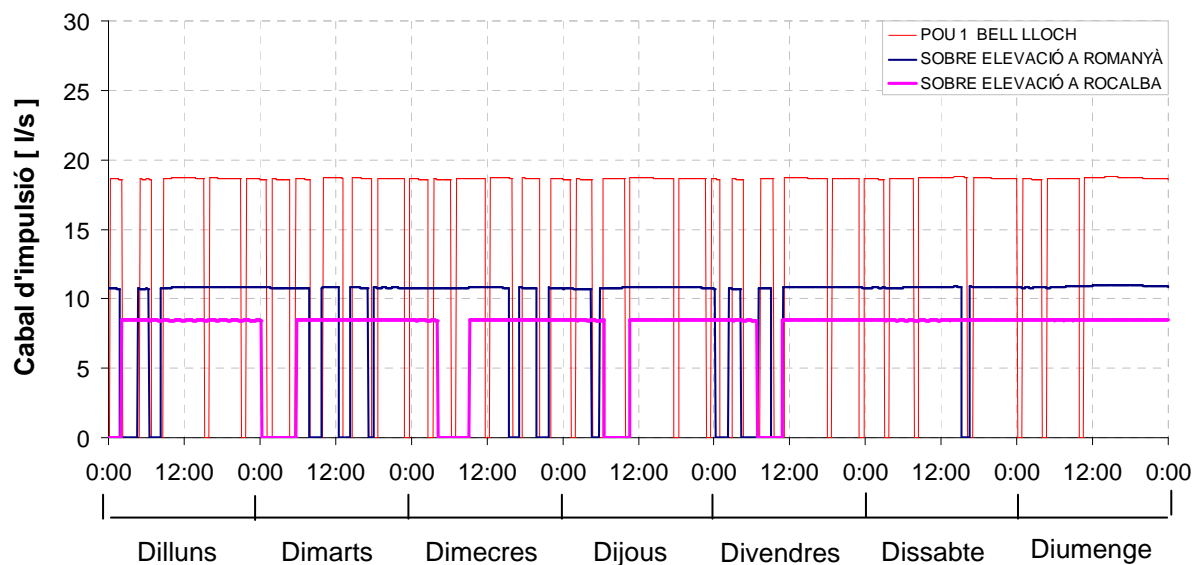


Fig. 38.- Freqüència d'engegada bombes hidràuliques més utilitzades, coeficient de demanda 1,56.

## Conclusions

- Es confirma la necessitat d'ampliació dels dipòsits de Bell Lloch i de Romanyà ja que les bombes que els alimenten tenen un grau d'utilització molt elevat.
- La bomba del pou 1 de Bell Lloc es considera que no requereix ser substituïda ja que tot i que el seu grau d'utilització és alt, aquesta s'engega i es para un gran nombre de cops al dia, indicant que assoleix la demanda requerida. Amb la construcció d'un nou dipòsit de més capacitat aquesta freqüència disminuirà.
- Les bombes que eleven l'aigua a Rocalba i a Romanyà hauran de ser substituïdes per unes que elevin un major cabal, ja que es demostra que en èpoques de demandes grans han d'estar llargs períodes de temps en marxa.

### E2.4.- Pressions a la xarxa

Les pressions que conté la xarxa varien segons la demanda que hi ha a cada instant. Així doncs, aquests consums mai són exactament iguals d'un dia a un altre, sent molt difícil de predir amb exactitud. Ara bé, el que és important no és conèixer exactament el valor de les pressions en cada punt, sinó saber en quin rang oscil·len en la instal·lació al llarg del dia i al llarg dels mesos.

Al municipi de Santa Cristina d'Aro hi ha una diferència de cotes importants entre les zones més altes i les més baixes, que fa necessària la col·locació de diversos dipòsits reguladors i vàlvules reductores de pressió per donar unes bones condicions de servei als abonats.

Tot i això en determinades zones la pronunciada orografia del terreny i la utilització d'una mateixa canonada d'impulsió i distribució fa que en algunes conduccions es superin els 70 m.c.a. de pressió.

Per altra banda, hi ha zones en què la situació és contrària en haver-hi pressions menors a 10 m.c.a., provocant que els habitatges tinguin dificultats per a fer funcionar els electrodomèstics, o emplenar el termo. Aquestes zones solen ser les més properes als dipòsits degut a que la xarxa de distribució flueix per gravetat des dels dipòsits reguladors, no havent pogut assolir l'aigua prou pressió en quedar a cotes semblants. En zones molt allunyades dels dipòsits, les pèrdues de càrrega de les conduccions provoquen importants disminucions de pressió que en alguns casos la fan disminuir per sota els nivells recomanables.

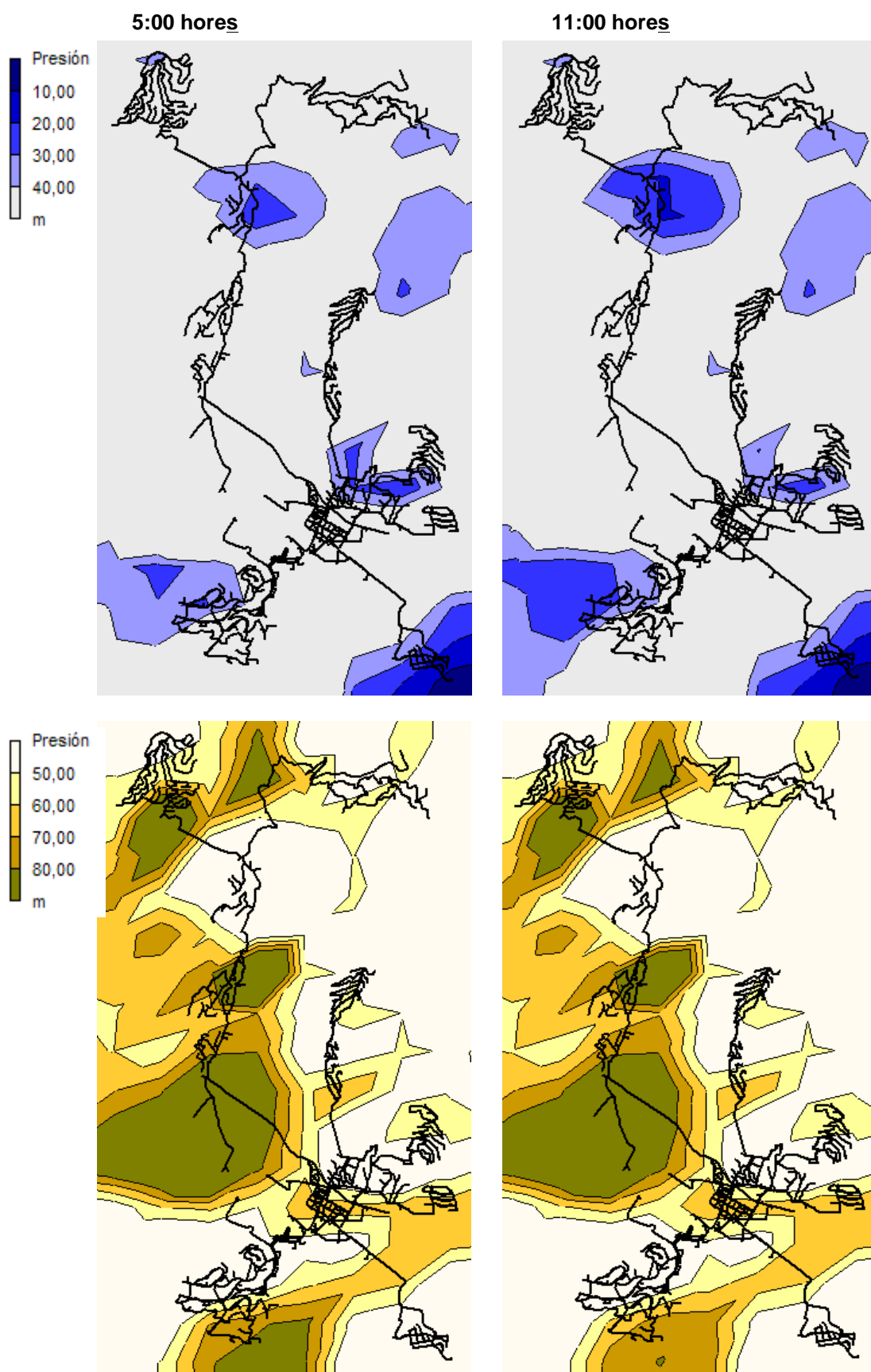


Fig. 39.- Pressions mínimes i màximes al municipi amb un coeficient de demanda 1,56.



---

## Resultats obtinguts

En una xarxa de distribució les pressions de servei que es donen als abonats es recomana que estiguin compreses entre 20 m.c.a de mínima i uns 70 m.c.a. de màxima. Tot i això es demostra que en moltes zones de la població aquestes condicions no es donen provocant seriosos problemes tant als usuaris com a la companyia d'aigües.

En la figura 39 es troben representades les mínimes i les màximes pressions de la xarxa, per tal de destacar els punts crítics de la instal·lació. A més, s'han analitzat dues situacions diferenciades per a mostrar els resultats obtinguts en la simulació. Les pressions a les 5:00 hores de la matinada, que és una hora de mínima demanda, i a les 11:00 hores, que és quant la demanda es preveu màxima.

Això permetrà comprovar com es comporta la xarxa en els moments extrems de demanda i per tant trobar els seus defectes més fàcilment.

S'observa a la figura 39 que al municipi existeixen determinades zones amb pressions de servei deficientes, sent les altes pressions les predominants ja que la orografia del terreny és pronunciada.

## Conclusions

- *Zones amb pressions deficitàries.*
  - Pràcticament la totalitat del nucli urbà de Romanyà de la Selva presenta pressions baixes degut al gran cabal que és absorbit per les urbanitzacions de St. Miquel d'Aro i Vall repòs, a més, el fet que el volum d'acumulació del dipòsit de Romanyà és petit, no ajuda a tenir unes pressions de servei adients.
  - La zona sud – est de la urbanització Mas Trempat, tocant el terme municipal de Sant Feliu de Guíxols, presenta pressions per sota 10 m.c.a. durant pràcticament tot el dia. Això és degut a que el dipòsit regulador existent es troba a una cota pròxima a la cota dels habitatges de la zona.
  - Els habitatges pròxims a les zones on es disposa d'un dipòsit regulador tenen pressions baixes degut a la reduïda diferència de cotes entre ells.

▪ *Zones amb pressions excessives.*

- La zona més baixa de la urbanització Sant Miquel d'Aro conté pressions excessives degut a la gran diferència de cotes entre els dipòsits reguladors i els punts de consum. Actualment no es pot col·locar reguladors de pressió en ser una xarxa compartida de impulsió / regulació.
- A la segona fase de la urbanització Bell Lloch existeixen habitatges amb pressions altes ja que aquests són alimentats des de la impulsió que va al dipòsit de Romanyà tenint variacions de pressió importants al llarg del dia.
- Les zones baixes de la urbanització Bell Lloch també contenen pressions elevades en haver-hi una gran diferència de cota amb el dipòsit regulador que alimenta els habitatges de la zona. A més, la xarxa d'aigües és unitària entre la impulsió i la distribució provocant importants variacions de pressió.

**E2.5.- Velocitats de les canonades**

A la hora de comparar les velocitats de les canonades de la xarxa d'aigua potable, s'ha diferenciat entre les conduccions d'impulsió i les de distribució, en considerar que a les primeres el fluid hi circula a una major velocitat pel fet que estiguin impulsades per bombes hidràuliques i no per gravetat com succeeix en les segones.

**E2.5.1.- Velocitats en la xarxa d'impulsió**

El municipi conté una sèrie de canonades d'impulsió que condueixen l'aigua des de les fonts d'abastament principals (pous propis i connexió amb la canonada del Pasteral) fins als dipòsits. Això permet disposar, en la major part de les zones, d'una pressió de servei adient i d'unes reserves d'aigua per a possibles avaries en el sistema.

Seguidament es mostra la taula 22 amb els resultats hidràulics de les canonades d'impulsió de la xarxa municipal. S'ha representat el cabal nominal que hi circula, el qual en la majoria dels casos és el proporcionat per les bombes d'impulsió del sistema; s'ha introduït la secció exterior de la canonada, sent en la totalitat dels casos de fibrociment i s'ha calculat la velocitat i les pèrdues unitàries que contenen mitjançant la fórmula de Darcy explicada en l'annex de "Càlculs hidràulics".

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]
Santa Cristina d'Aro	Central elevadora - Pasteral	90	200	0,49	1,79
Santa Cristina d'Aro	Pasteral - Dip. Generals	288	200	2,57	46,50
Santa Cristina d'Aro	Pou 6 - Central	20	150	0,51	2,79
Santa Cristina d'Aro	Pou 7 - Central	17	100	0,72	9,21
Santa Cristina d'Aro	Pou 8 - Central	32	100	1,04	19,30
Roca de Malvet 1ª fase	Dip. receptor - Dip. 1	84	200	0,91	5,99
Roca de Malvet 1ª fase	Dip. 1 - Dip. 2	60	150	1,11	12,89
Roca de Malvet 2ª fase	Dip. 2 - Dip. 3	48	100	1,69	49,85
Roca de Malvet 2ª fase	Dip. 3 - Dip. 4	24	100	0,69	8,55
Les Teules	Dip. receptor - Dip. 1	50	125	1,48	28,57
Les Teules	Dip. 1 - Dip. 2	36,1	100	1,25	27,65
Golf Club Costa Brava	Pous abast. - Dip. 1	208	250	1,35	9,81
Golf Club Costa Brava	Dip. 1 - Dip. 2 (Rocalba)	30	90	1,33	35,92
St. Miquel d'Aro	Dip. 1 - Dip. 2	36	90	1,46	43,12
Bell Lloch	Pou 1 - Pasteral	60	250	0,38	0,81
Bell Lloch	Pou 2 - Pasteral	29	250	0,38	0,81
Bell Lloch	Pasteral - Dip. Bell Lloch	60	250	0,36	0,73
Bell Lloch	Dip. Bell Lloch - Dip. Romanyà	36	100	1,37	33,06

**Taula 22.-** Característiques hidràuliques de la impulsió actual al municipi de Santa Cristina d'Aro.

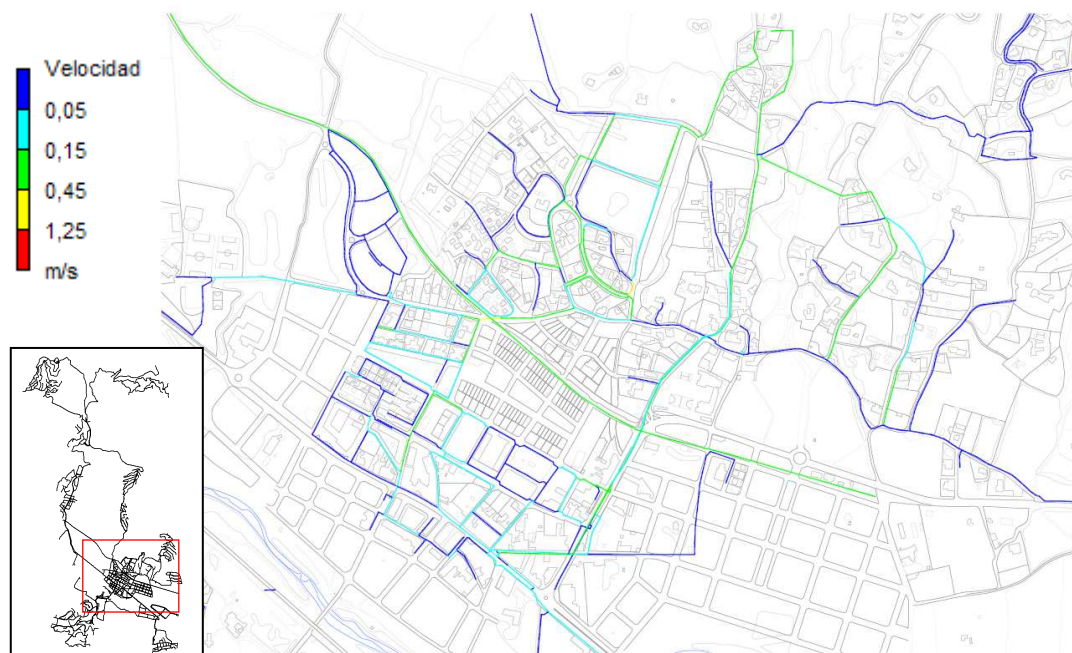
Dels resultats obtinguts anteriorment és destacable que les velocitats i pèrdues unitàries presents en moltes de les canonades d'impulsió valors alts. A més, aquest problema es veu accentuat pel fet que aquestes conduccions estan fetes de fibrociment, les quals es veuen debilitades constantment per les contínues variacions de pressió de la xarxa provocades per l'engegada i parada de les bombes.

Algunes de les pèrdues unitàries de la xarxa d'impulsió es consideren excessives per la gran quantitat d'aigua que ha de passar per les canonades, presentant aquestes uns diàmetres massa petits.

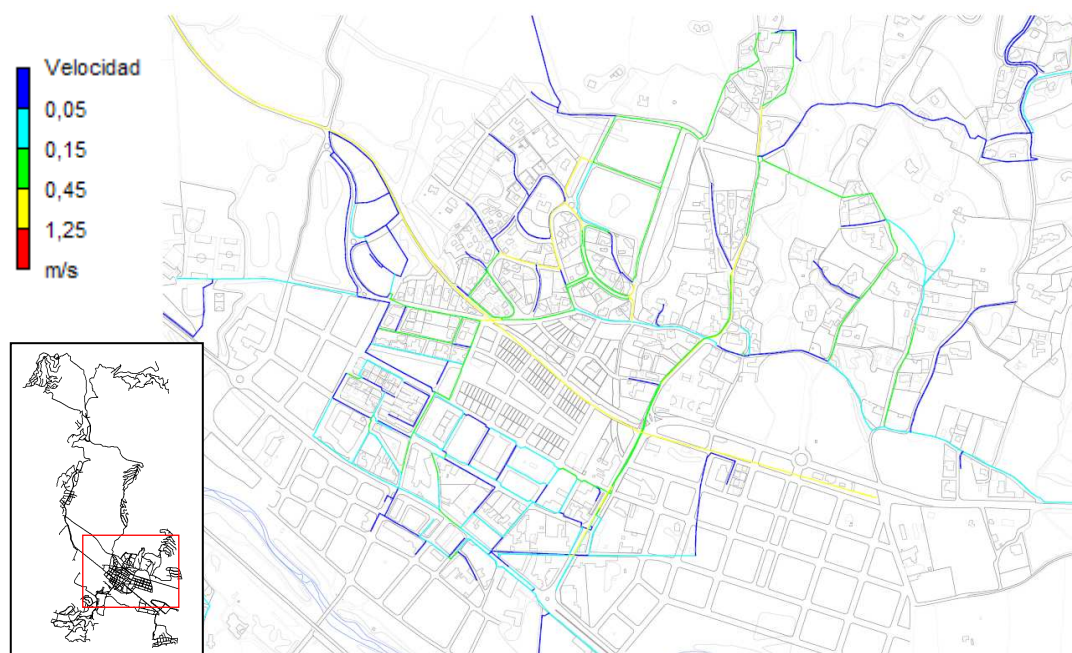
### **E2.5.2.- Velocitats en la xarxa de distribució**

El gran nombre de canonades considerades en la simulació fa difícil la interpretació numèrica dels resultats, així doncs per simplificar la comprensió de la xarxa s'ha realitzat una anàlisi gràfica mitjançant la simulació. En el cas que es tingués interès en la consulta dels valors numèrics torbats, aquests estan detallats en l'annex "Càlculs hidràulics".

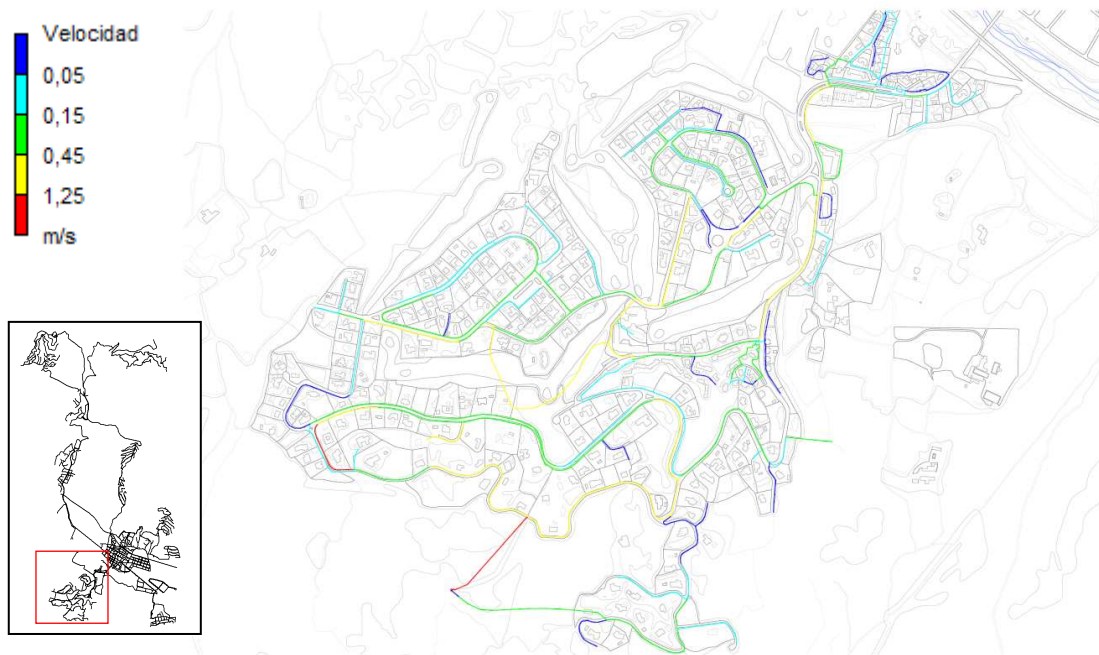
S'han descrit les zones amb més demanda del municipi per tal de veure amb exactitud quines són les conduccions més afectades. Aquestes zones són el nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i el Golf Club Costa Brava.



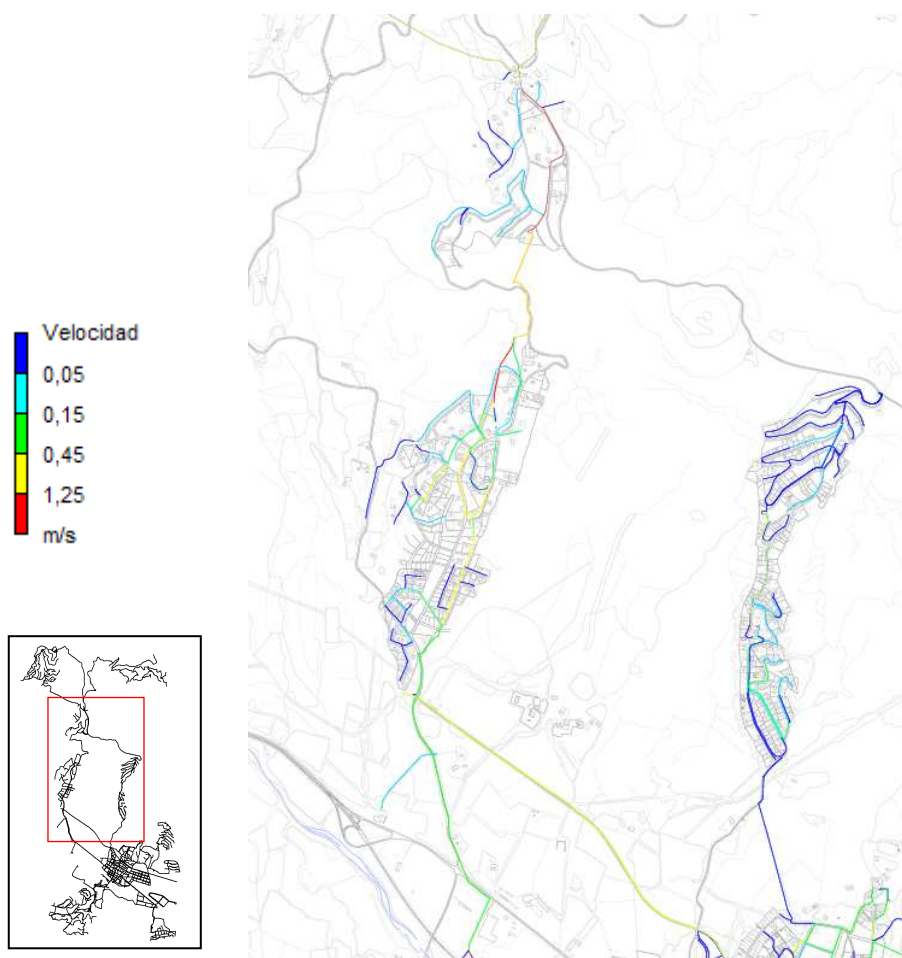
**Fig. 40.-** Velocitats nucli urbà de Santa Cristina a les 5:00 h amb un coeficient de demanda 1,56.



**Fig. 41.-** Velocitats nucli urbà de Santa Cristina a les 11:00 h amb un coeficient de demanda 1,56.



**Fig. 42.-** Velocitats a la urbanització Golf a les 11:00 h amb un coeficient de demanda 1,56.



**Fig. 43.-** Velocitats a Bell Lloch, / Romanyà i Roca de Malvet a les 11:00 h amb un coeficient de demanda 1,56.

En les gràfiques anteriors es pot veure que en general les conduccions secundàries tenen unes velocitats que van de 0 a 0,45 m/s, el qual fa que estiguin àmpliament dins els límits recomanables. Per altra banda, les artèries principals transporten un volum d'aigua molt major, provocant que en alguns casos les velocitats del fluid comenci a ser considerable. El fet que les canonades del municipi en general són de fibrociment, i amb uns diàmetres nominals inferiors a 100 mm, no ajuda a evitar les altes velocitats que s'hi produeixen.

A Sta. Cristina d'Aro, el fluid és distribuït ràpidament mitjançant les dues canonades de 200 mm que baixen des dels dipòsits generals. Aquestes conduccions alimenten la resta de la xarxa secundària del sistema, la qual en general no té problemes de velocitats ni subministrament en estar molt mallada.

A la zona es detecta alguna conducció principal que frega els 1,25 m/s, sense que provoqui cap problema ja que és una velocitat moderada.

Al Golf, la xarxa actual presenta en molts punts diàmetres insuficients per atendre a la demanda, provocant pèrdues de càrrega importants i afectant, per tant, a la pressió de servei dels abonats. Les velocitats de la zona alta es demostra en les gràfiques anteriors que són properes a 1,25 m/s sent acceptables, però amb la necessitat de tenir-les en compte de cara a possibles problemes en el futur.

Finalment a la zona del Bell Lloch i fins a Romanyà, hi ha velocitats elevades en haver-hi una xarxa unitària entre la impulsió i la distribució. Això provoca seriosos problemes als veïns, i als serveis tècnics de les aigües en trencar-se sovint les canonades de la zona.

## **Conclusions**

Seguidament es descriuran les deficiències detectades en la instal·lació d'impulsió, i distribució.

- *Velocitats en la impulsió*

Hi ha determinades canonades d'impulsió de la xarxa actual que presenten unes velocitats i unes pèrdues de càrrega, elevades. Aquestes conduccions, doncs, hauran de ser substituïdes per unes d'un diàmetre superior per tal que les bombes hidràuliques no gastin una energia innecessària. Aquestes canonades són:

- Impulsió des de la connexió entre la canonada del Pasteral i els dipòsits generals de Sta. Cristina.
- Impulsió fins al dipòsit des del dipòsit 1 del Golf fins al dipòsit de Rocalba.
- Impulsió entre els dipòsits 2 i 4 de Roca de Malvet.
- Impulsió des de la connexió entre la canonada del Pasteral i el dipòsit de Bell Lloch.
- Impulsió entre el dipòsit de Bell Lloch i el de Romanyà.

Hi ha una altre conducció d'impulsió deficitària al municipi com és la de St. Miquel d'Aro, la qual serà eliminada per tal de construir-ne una de nova amb un traçat diferent, impulsat mitjançant bombes hidràuliques i no per gravetat com fins ara.

Per altra banda, la urbanització Les Teules, presenta pèrdues de càrrega moderades – altes, però degut a que no es preveu un creixement important a la zona, es recomana mantenir les conduccions.

- *Velocitats en la distribució*

S'observa en les gràfiques anteriors que la majoria de les conduccions de la xarxa de distribució tenen unes velocitats acceptables i estant; per tant, dins els límits recomanats.

Les zones més destacables són:

- A la zona alta del Golf Club Costa Brava, les conduccions principals són de fibrociment DN 80 mm com a màxim, comportant elevades pèrdues de càrrega i altes velocitats per ser distribució per gravetat.
- A Bell Lloch, en haver-hi una xarxa d'impulsió / distribució, també es donen velocitats altes en les canonades, provocant un mal servei als abonats.

## **E2.6.- Consums**

La demanda del municipi és molt variable degut al gran nombre de factors que depèn. Alguns de més significatius són l'estacionalitat, el dia de la setmana que hi ha, la hora del dia, o la combinació de la tipologia dels consums (domèstics, industrials, restauració, serveis ... ).

Per a mostrar aquests consums s'ha realitzat una taula on hi ha representada la demanda base (mes, dia i hora de consum mig al municipi), la demanda a les 5:00 h de la matinada, i a les 11:00 h del mes punta, i la demanda a les 5:00 h i 11:00 h del mes de consum punta.

		Demanda Base [ m <sup>3</sup> /dia ]	Coeficient punta 1,00		Coeficient punta 1,56	
			Demanda 5:00 h [ m <sup>3</sup> /dia ]	Demanda 11:00 h [ m <sup>3</sup> /dia ]	Demanda 5:00 h [ m <sup>3</sup> /dia ]	Demanda 11:00 h [ m <sup>3</sup> /dia ]
A	Santa Cristina d'Aro	698,0	475,2	903,7	710,2	1.356,5
B	Roca de Malvet 1ª Fase	118,9	81,2	153,8	121,0	230,7
C	Roca de Malvet 2ª Fase	42,9	29,4	57,0	43,2	85,5
D	Mas Trempat	110,4	75,2	141,7	112,3	216,0
E	Les Teules 1ª Fase	149,1	103,7	193,5	151,2	292,0
F	Les Teules 2ª Fase	42,4	28,5	56,2	42,3	82,9
G	Golf Club Costa Brava	1.088,3	740,4	1.411,8	1.106,8	2.117,7
I	Sant Miquel d'Aro	190,8	129,6	248,0	194,4	372,4
J	Romanyà de la Selva	69,2	46,7	89,0	70,8	138,2
K	Vall Repòs	216,6	146,9	284,3	219,5	422,5
L	Bell Lloch	315,9	214,3	411,3	321,4	614,3
<b>TOTAL</b>		<b>3.042,5</b>	<b>2.071,0</b>	<b>3.950,2</b>	<b>3.093,1</b>	<b>5.928,8</b>

**Taula 23.-** Demanda hidràulica al municipi segons l'estacionalitat i la franja horària.

Els resultats anteriors s'han desglossat per zones urbanes per tal de ser fàcilment comparables entre elles i no tenir una visió tant general dels consums. A més, s'han mostrat els resultats en m<sup>3</sup>/dia per afavorir la interpretació de les dades obtingudes.

Així doncs, sabent que un dipòsit en general ha de contenir unes reserves d'aigua capaces d'abastir una població durant un dia es pot tenir una primera aproximació de si els dipòsits existents estan dimensionats tenint en compte les necessitats actuals.

Seguidament es representa una taula amb els valors del volum d'acumulació dels dipòsits municipals per a poder comparar-los amb els consums diaris de cada zona del municipi.



Ubicació	Denominació	Capacitat [ m <sup>3</sup> ]	Cota [ m ]	Demanda punta [ m <sup>3</sup> /dia ]
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (1)	620	105	1.572,5
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (2)	425	105	
Roca de Malvet	Dipòsit Receptor Roca Malvet	50	98	316,2
Roca de Malvet	Dipòsit Roca Malvet (1)	300	175	
Roca de Malvet	Dipòsit Roca Malvet (2)	225	245	
Roca de Malvet	Dipòsit Roca Malvet (3)	220	316	
Roca de Malvet	Dipòsit Roca Malvet (4)	150	385	
Les Teules	Dipòsit Receptor les Teules	90	83	375,0
Les Teules	Dipòsit les Teules (1) "A"	260	150	
Les Teules	Dipòsit les Teules (1) "B"	90	150	
Les Teules	Dipòsit les Teules (2)	200	228	
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 1	600	80	2.117,7
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 2	400	200	
Bell Lloch	Dipòsit Bell Lloch 2	250	161	614,3
Romanyà	Dipòsit de Romanyà	250	351	138,2
St. Miquel d'Aro	Dipòsit St. Miquel d'Aro (1)	500	317	614,3
St. Miquel d'Aro	Dipòsit St. Miquel d'Aro (2)	500	415	
Vall repòs	Dipòsit de Vall Repòs	350	258	422,5

**Taula 24.-** Capacitat dels dipòsits municipals i consums punta.

De la taula 24 es pot observar les zones del municipi on manca volum d'aigua en els dipòsits, en les èpoques de major demanda, i on els dipòsits donen un servei suficient per a garantir el subministrament.

Els dipòsits generals de Santa Cristina d'Aro es veuen insuficients per a garantir la demanda en les èpoques estivals, ja que presenten un volum de reserva inferiors al que es pot arribar a consumir durant un dia. A més, en existir una única canonada d'impulsió provocaria talls en el subministrament en cas de trencament de la canonada d'impulsió, o de les bombes. Per altra banda, aquests dipòsits alimenten altres subxarxes com són: la urbanització Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat.

Els dipòsits de Roca de Malvet i les Teules presenten un volum d'acumulació adequat, en no preveure's en el POUM l'increment del sol urbanitzable de les urbanitzacions i per tant les previsions de creixement són baixes.

Al dipòsit del Golf els consums són mínims durant l'hivern i tardor, mentre que a l'estiu la demanda d'aigua es dispara fins al punt que s'hi consumeix més aigua que al nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro. S'ha considerat necessària la construcció d'un nou dipòsit regulador, a més d'aplicar mesures importants d'estalvi d'aigua ja que la major part dels habitatges que conté la urbanització són xalets amb grans extensions de jardí que consumeixen molta aigua.

En aquest cas es considera convenient estudiar la realització d'una xarxa d'aigües grises provinents de la depuradora de Castell – Platja d'Aro – S'Agarò que permeti la reutilització de l'aigua per a reg.

### **E3.- SITUACIONS DE RISC**

La xarxa d'aigües municipal té una gran extensió de canonades i elements, pel que fa molt complicat un anàlisi exhaustiu de totes les zones. Amb els càlculs realitzats fins ara i amb l'experiència dels tècnics de la companyia subministradora d'aigua s'han buscat els punts més febles i els més importants de la xarxa actual, sent aquests els que s'analitzaran a continuació.

Els paràmetres de servei més significatius de la xarxa que es mostraran en les diverses situacions que es mostraran a continuació. Aquestes variables són: el nivell d'aigua en els dipòsits d'abastament, les pressions de servei i les velocitats del fluid per les canonades.

#### **E3.1.- Incendis**

Els bombers, per tal d'extingir els incendis amb garanties necessiten que la xarxa presenti unes condicions de funcionament determinades. Aquesta ha de poder suportar en les xarxes noves com a mínim dos hidrants simultanis amb un cabal cadascun de 1000 litres / minut funcionant durant dues hores a una pressió de 10 m.c.a. Així doncs, aquest condicionant serà de vital importància en el redisseny de la instal·lació ja que les condicions exigides són molt severes. No obstant, en les zones de la població amb la xarxa antiga, les condicions mínimes que ha de complir la xarxa és permetre el funcionament de dos hidrants simultanis que subministrin un cabal de 500 litres / minut durant 2 hores a 10 m.c.a.

S'han simulat incendis en diversos punts de la xarxa per tal de conèixer el comportament que tindrà en cadascun d'ells.

- Simulació 1: Nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i Les Teules.
- Simulació 2: Urbanització Golf Club Costa Brava.
- Simulació 3: Urbanització Roca de Malvet.
- Simulació 4: Urbanització Mas Trempat.
- Simulació 5: Urbanització Bell Lloch.
- Simulació 6: Nucli urbà de Romanyà de la Selva.
- Simulació 7: Urbanització Vall repòs.
- Simulació 8: Urbanització Sant Miquel d'Aro.

## Resultats

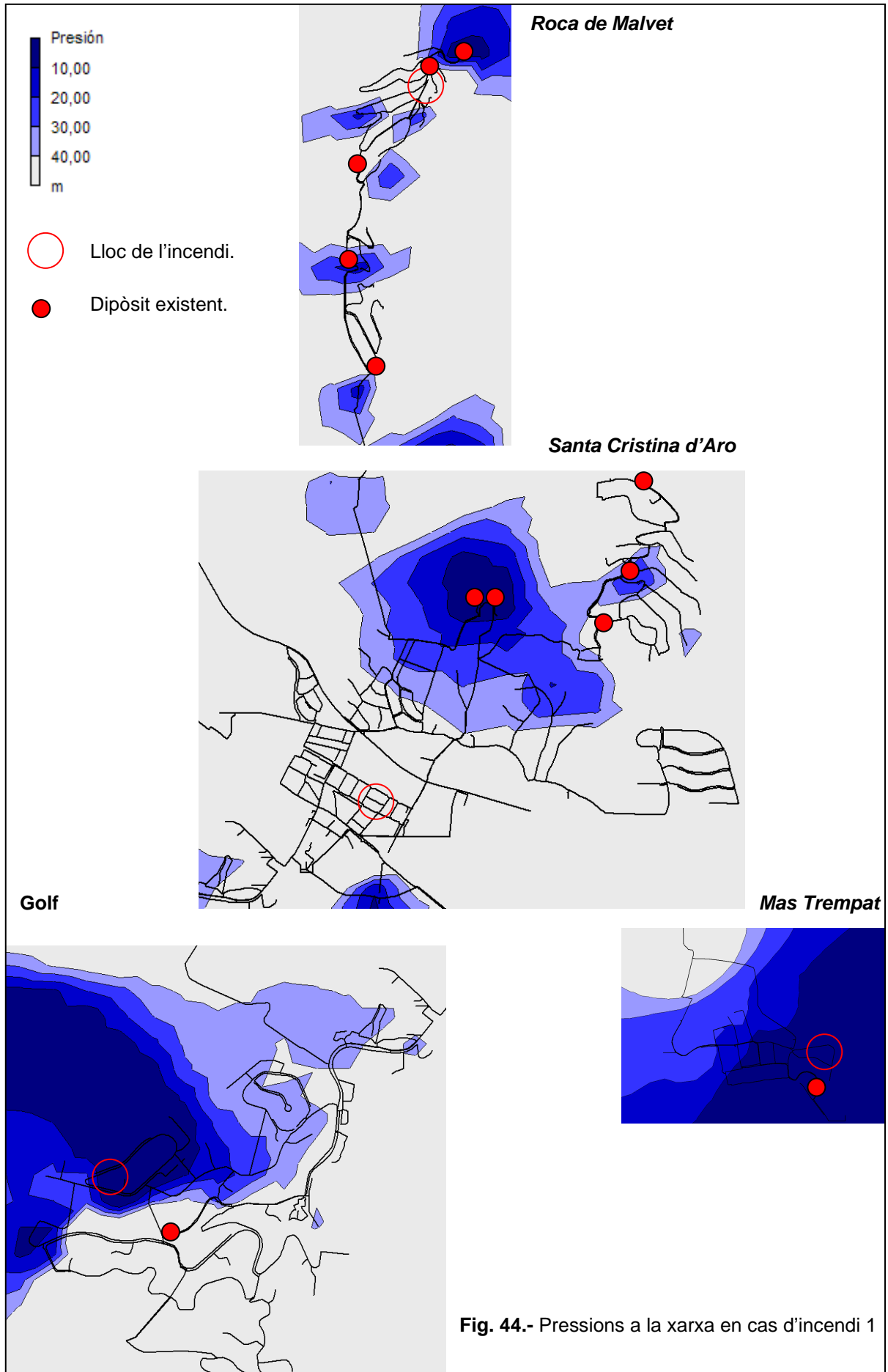
Les velocitats de les conduccions properes als hidrants engegats presenten una velocitat elevada ja que en alguns punts són superiors a 2 m/s. Això és degut a que els diàmetres de les conduccions són inferiors als 125 mm, provocant a més importants pèrdues de càrrega.

### ▪ *Zones amb pressions deficitàries:*

- La xarxa municipal d'aigües es antiga i disposa en general de canonades de diàmetre menor de 100 mm, provocant unes importants pèrdues de pressió. L'important consum que hi ha a la població en les èpoques d'estiu, i al fet que molts dels dipòsits necessitin un augment de la seva capacitat d'emmagatzematge tal com s'ha vist anteriorment no ajuda a tenir unes bones condicions de pressió. Les zones més crítiques que s'han trobat són: 1) el Mas Trempat, on en la situació actual ja hi ha una manca de pressió important; 2) la zona del Golf Club Costa Brava, ja que conté llargues canonades amb diàmetres menors de 100 mm, que provoquen elevades pèrdues; 3) La zona de Bell Lloch, on també hi ha uns diàmetres massa petits de canonada pels metres de recorregut que tenen; 4) El nucli de Romanyà té el dipòsit general que l'alimenta a pocs metres per sobre de la cota d'alguns habitatges, provocant que la caiguda de pressió provocada per l'incendi es noti enormement deixant la població sense pràcticament servei.

### ▪ *Zones amb bon rendiment de la xarxa*

- Les xarxes que presenten unes bones condicions davant un incendi són: 1) el nucli urbà, on la instal·lació és antiga però molt mallada, i amb diàmetres de 100 mm o majors en la majoria de carrers; 2) La urbanització Vall repòs on hi ha canonades de polietilè DN 125 mm alimentades des d'una artèria principal de DN 160 mm.



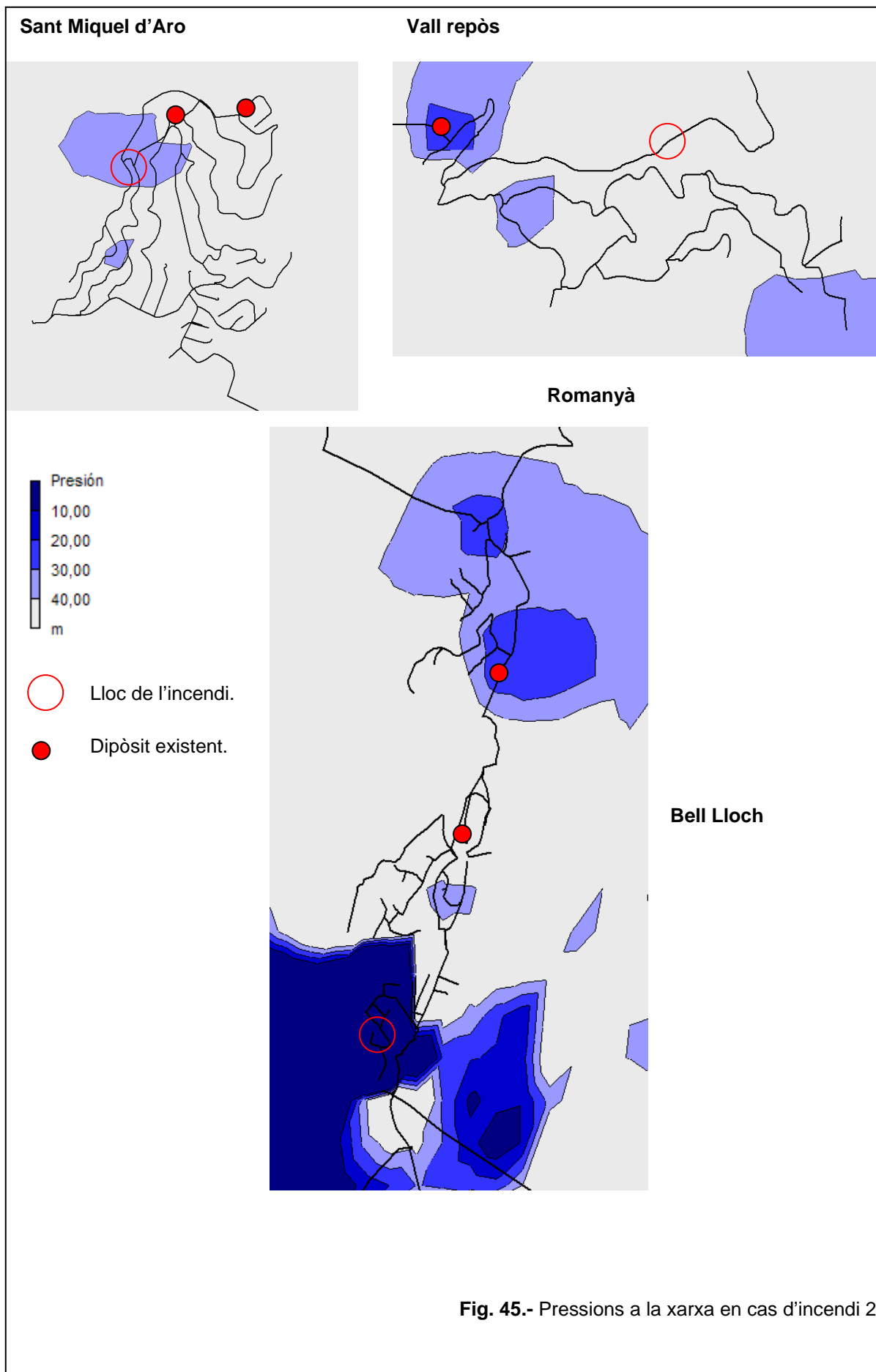


Fig. 45.- Pressions a la xarxa en cas d'incendi 2

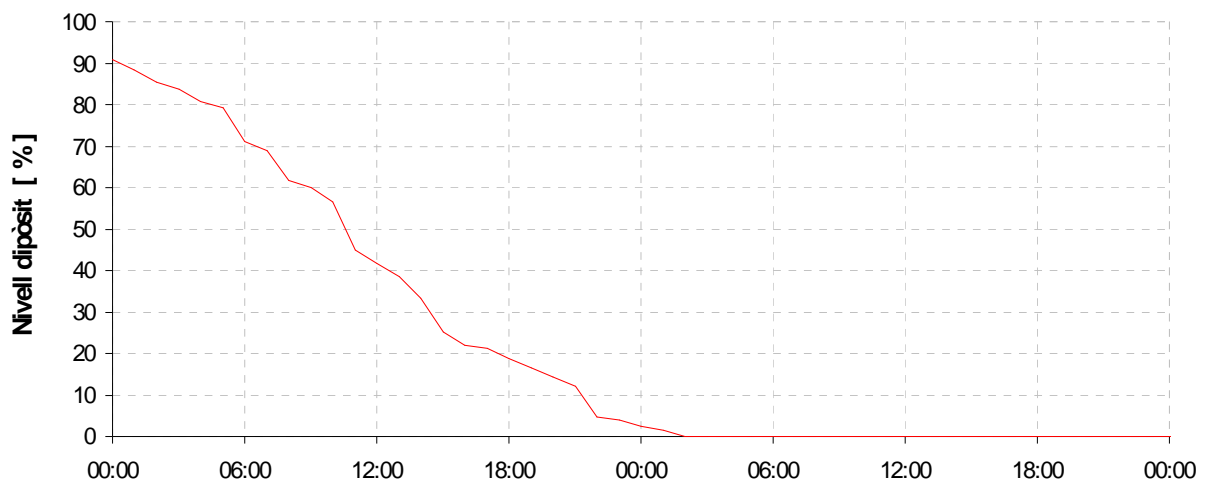
## E3.2.- Talls en artèries principals

### E3.2.1.- Talls en les canonades d'impulsió

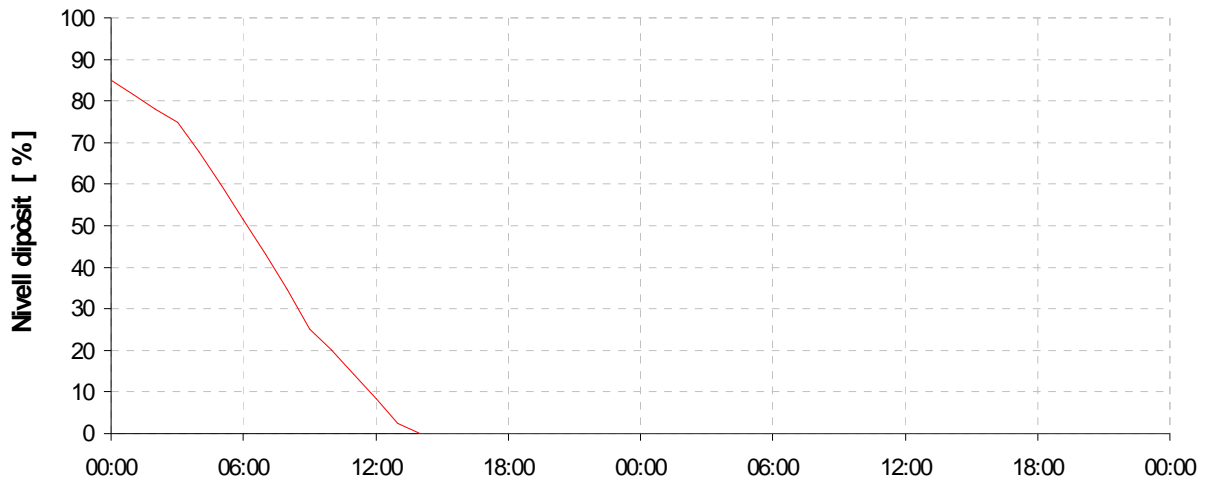
S'ha considerat la situació en què es produís un trencament en les canonades d'impulsió als dipòsits de Santa Cristina d'Aro, als del Golf i als de la zona de Bell Lloch i Romanyà. En els tres sistemes es disposa només d'una conducció d'impulsió per alimentar els seus dipòsits principals. Així doncs, al cap de cert temps els dipòsits es buidaran i ja no es donarà servei a la població.

En aquest apartat es determinaran les hores màximes que podrien donar servei els dipòsits sense alimentació, i conèixer el temps que disposen els serveis tècnics per arreglar el subministrament sense haver-se de produir talls.

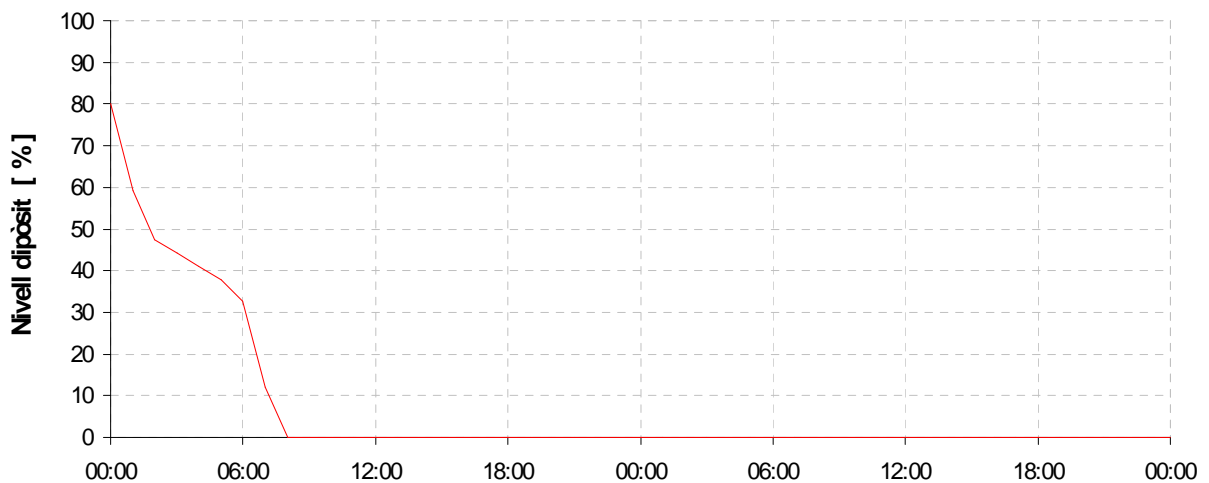
S'ha considerat que el trencament en les canonades d'impulsió s'han realitzat amb els dipòsits al 80 % de la seva capacitat ja que oscil·len els seus nivells entre els 70 i 90 %.



**Fig. 46.-** Evolució del nivell del dipòsit de Santa Cristina d'Aro amb un tall a la impulsió i amb un coeficient de demanda 1,00.



**Fig. 47.-** Evolució del nivell del dipòsit del Golf Club Costa Brava amb un tall a la impulsió i amb un coeficient de demanda 1,00.



**Fig. 48.-** Evolució del nivell del dipòsit de Bell Lloch amb un tall a la impulsió i amb un coeficient de demanda 1,00.

Observant les gràfiques anteriors es pot veure que l'únic sistema que disposa de suficients reserves per a fer front a un tall en el subministrament és el de Santa Cristina d'Aro ja que podria estar 26 hores alimentant a la població sense entrada d'aigua. Per altra banda, el dipòsit general del Golf Club Costa Brava només té reserves per a 13 hores de servei, i el cas de Bell Lloch encara és més extrem ja que només pot donar servei 8 hores a partir del trencament de la canonada.

### **E3.2.2.- Talls en les canonades de distribució principals**

La xarxa conté algunes artèries principals que abasteixen la resta de les conduccions secundàries de què està formada la xarxa. El trencament d'aquestes canonades pot implicar una disminució important de la pressió en algunes zones si la xarxa no està suficientment mallada. Per això s'estudiaran les pressions de servei i les velocitats de les zones més crítiques.

#### ▪ *Sector Santa Cristina d'Aro*

- El nucli urbà disposa d'una xarxa majoritàriament mallada, per lo que fa que no hi hagi problemes de subministrament en el cas que es produís un tall en alguna de les artèries principals que la componen.
- La urbanització Roca de Malvet disposa d'una xarxa clarament ramificada degut a la orografia del terreny. Això provoca que el trencament en alguna de les artèries principals deixaria ràpidament sense subministrament a bona part de la població.
- La urbanització les teules disposa també d'una xarxa ramificada ja que existeixen forts pendents a la zona que dificulten les connexions entre carrers i per tant entre conduccions.
- La urbanització Mas Trempat disposa d'una xarxa mallada en la majoria de les zones, i garantint el subministrament.

#### ▪ *Sector Golf Club Costa Brava*

- A les zones baixes del Golf Club Costa Brava és existent una xarxa generalment mallada que garanteix el subministrament. A mesura que s'augmenta de cota, i de pendents, la xarxa és més difícil de mallar, i es troben zones on és ramificada.

#### ▪ *Sector Bell Lloch / Romanyà*

- La urbanització Bell Lloch conté una xarxa de distribució ramificada en pràcticament totes les seves zones. Així doncs el trencament d'alguna de les canonades deixa sense servei els habitatges aigües avall de la instal·lació.
- El nucli urbà de Romanyà de la Selva també conté una xarxa ramificada, i per tant no tenint garantit el subministrament en cas de tall en alguna conducció.
- La urbanització Vall repòs i Sant Miquel d'Aro contenen la zona sud mallada, mentre que la nord, coincidint amb uns pendents majors, es troba ramificada.



**ANNEX F**

## **F.- SOLUCIÓ PROJECTADA**

### **F1.- INTRODUCCIÓ**

En el present annex es descriuran les principals solucions constructives a dur a terme per tal de tenir una millora important en la xarxa d'aigües municipal actual, així com també s'exposaran diferents solucions per a l'abastament en les noves zones de creixement. Es demostrarà per tant que la nova xarxa tot i tenir uns consums majors als que hi ha avui en dia té un millor comportament hidràulic.

### **F2.- INTERVENCIIONS DESTACADES**

Seguidament es troben descrites les intervencions a dur a terme a la xarxa classificades per zones:

#### **Santa Cristina d'Aro**

- Construcció d'un nou dipòsit general de 1.963 m<sup>3</sup>.
- Substitució de la canonada d'impulsió general per una FD DN 300 mm.
- Construcció d'una anella perifèrica al nucli urbà de PTE DN 200 mm.
- Noves zones de creixement residencial de Serra Sol III, l'Estació, Camí vell, Ridaura, Suberolita, el Vilar i Tueda.
- Nous polígons industrials del Molí d'en Tarrés i Molí d'en Reixach.

#### **Mas Trempat**

- Construcció d'un nou dipòsit de 456 m<sup>3</sup>.
- Nou grup de pressió per a la impulsió fins al dipòsit del Mas Trempat.
- Substitució de la canonada d'impulsió / distribució unitària per una de separativa de PTE DN 125.
- Nova zona de creixement residencial a l'extrem nord – oest de la urbanització.

#### **Golf Club Costa Brava**

- Construcció d'un nou dipòsit general de 456 m<sup>3</sup>.
- Nou grup de pressió per a la sobrelevació a Rocalba.
- Substitució de la canonada d'impulsió a Rocalba per una conducció PTE DN 125 mm.
- Col·locació de reguladors de pressió.

#### **Roca de Malvet**

- Connexió entre les xarxes de Santa Cristina d'Aro i Bell Lloch / Romanyà des del dipòsit de Roca de Malvet amb una conducció PTE DN 125 mm.

- Substitució dels últims trams de la canonada d'impulsió per una de DN 125 mm.

#### **Bell Lloch**

- Ampliació del dipòsit de Bell Lloch fins a una capacitat de 672 m<sup>3</sup>.
- Substitució de la canonada d'impulsió / distribució unitària per una de separativa amb un traçat més eficient.
- Nova zona de creixement de Bell Lloch.
- Col·locació de reguladors de pressió.

#### **Romanyà de la Selva**

- Ampliació del dipòsit de Romanyà fins a una capacitat de 672 m<sup>3</sup>.
- Substitució del grup de bombeig al dipòsit de Romanyà per un de major potència.
- Substitució de la canonada d'impulsió per una de PTE DN 125 mm.

#### **Sant Miquel d'Aro**

- Nova impulsió a la urbanització St. Miquel d'Aro de PTE DN 125 mm.
- Col·locació d'un grup de pressió per elevar les aigües fins al dipòsit 2.
- Col·locació de reguladors de pressió.

### ***F3.- MILLORES A SANTA CRISTINA D'ARO***

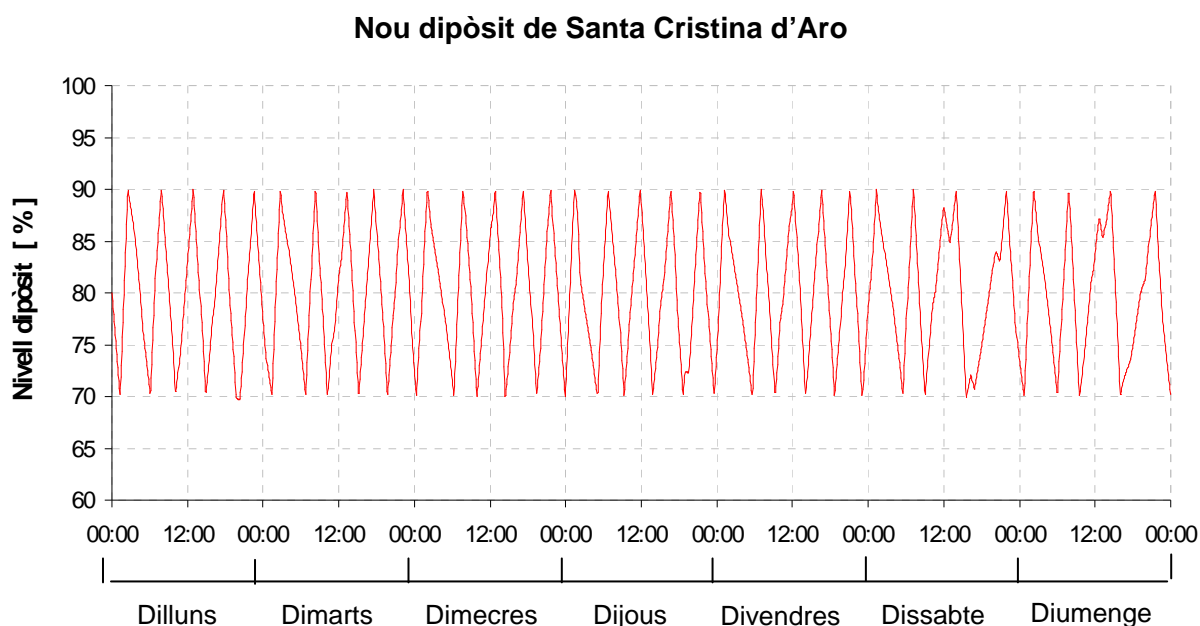
La zona de Sta. Cristina d'Aro és la que presenta una major quantitat d'habitatges del municipi i on hi ha la major part de la població resident. La seva xarxa, tal com s'ha vist en el capítol d'estat actual, presenta uns bons nivells de servei, però s'ha de tenir en compte que està aprovat un nou pla urbanístic amb importants creixements a la zona.

Aquest important augment poblacional pot fer que els recursos que avui funcionen ho deixin de fer i es torni una xarxa deficient. Seguidament es descriuran les actuacions més destacades a realitzar al nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro per a poder atendre a la demanda futura en vista a 20 anys.

Cal comentar que la xarxa de distribució de la població és complexa i antiga, amb la necessitat de ser substituïdes la major part de les seves conduccions. En el present treball només es proposaran solucions per a les conduccions més importants i de nova construcció, ja que les existents es considera que actualment funcionen i que a mesura que es realitzen actuacions de reurbanització, a les diferents zones dels municipis, es substituiran per unes d'uns materials més adequats (polietilè, fosa) i d'uns diàmetres mínims DN 125 mm per ajudar als bombers en l'extinció d'incendis.

### F3.1.- Ampliació dels dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro.

En l'annex anàlisi de la situació actual s'exposava que els dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro tenen un volum de reserva d'aigua per un dia. Ara bé, aquesta capacitat es considera insuficient per atendre a la futura demanda ja que es construiran zones de creixement al nucli urbà.



**Fig. 49.-** Nivell del nou dipòsit de Santa Cristina d'Aro amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Actual	Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Projectada	Diferència absoluta de freqüència
61 cicles	33 cicles	28 cicles

**Taula. 25.-** N° de cicles setmanals en el dipòsit de Sta. Cristina d'Aro amb demanda punta 1,56.

Amb la implantació d'un nou dipòsit de 1.963 m<sup>3</sup> la capacitat d'emmagatzematge del nucli urbà augmenta fins a 3.008 m<sup>3</sup>, garantint el subministrament de la població en el futur. A més la freqüència d'engegada de les bombes i vàlvules d'impulsió és molt menor produint un menor desgast a les màquines i aparells.

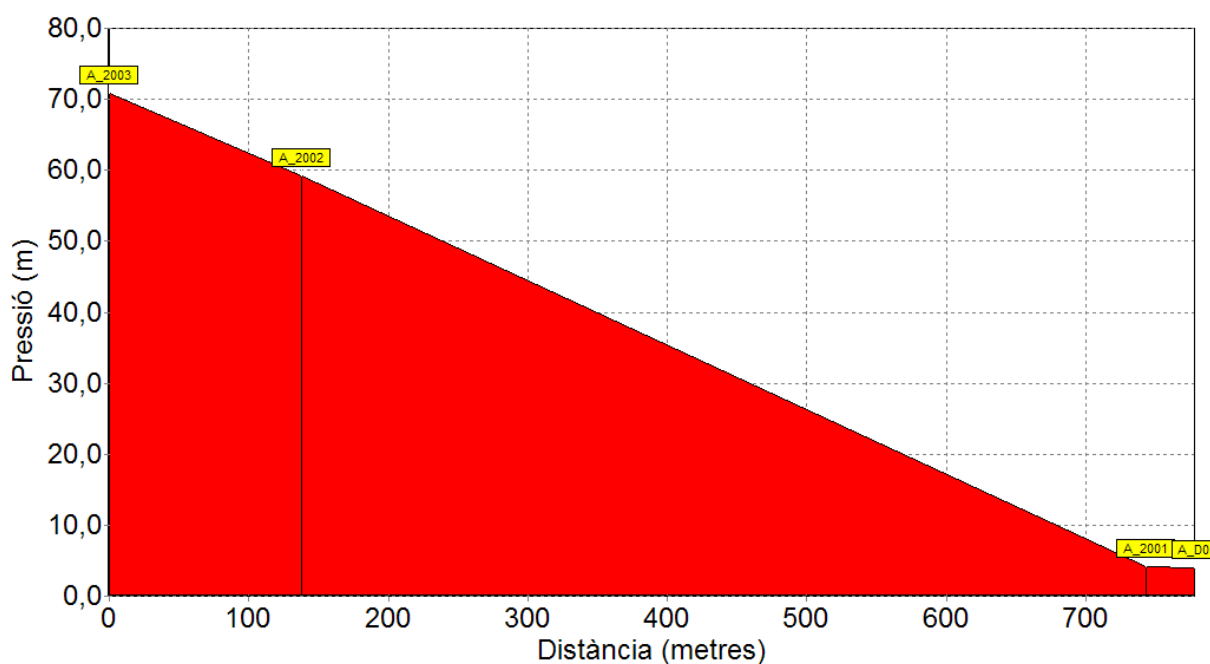
### F3.2.- Substitució de la canonada d'impulsió general per una de FD DN 300 mm.

S'ha vist en l'apartat de situació actual que la impulsió que va des de la connexió amb el Pasteral fins als dipòsits generals és deficitària, ja que la canonada presenta una elevada

velocitat de circulació de l'aigua (2,57 m/s) i provocant, per tant, unes pèrdues de càrrega de 46,50 m.c.a./Km.

Així doncs, es proposa la substitució de la impulsió per una conducció de fosa dúctil DN 300 mm que proveeixi els dipòsits generals amb suficient cabal per a assolir la demanda actual i futura de la zona.

Seguidament es mostra l'evolució de la pressió a l'interior de la canonada d'impulsió des de l'inici fins al final del tram.



**Fig. 50.-** Variació de la pressió a l'interior de la canonada d'impulsió des del Pasteral als dipòsits generals.

A més, també es representarà una taula amb els valors hidràulics més característics de la nova canonada per tal de verificar que els resultats trobats són adequats per a la xarxa.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
Santa Cristina d'Aro	Pasteral - Dip. Generals	442,08	300	1,74	6,37	817	FD

**Taula. 26.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió des del Pasteral als dipòsits generals.

\* *FD: Fosa dúctil*

En la taula 26 s'observen uns bons resultats de velocitat i de pèrdues unitàries, ja que el valor 1,74 m/s del fluid es considera acceptable en la impulsió, i encara més si la canonada projectada és de fosa dúctil.

Per altra banda, les pèrdues de càrrega unitàries del tram són una mica altes però es consideren assumibles ja que la conducció del Pasteral conté unes pressions d'entre 70 i 100 m.c.a., suficients per alimentar els dipòsits generals amb garanties.

S'ha optat per la fosa dúctil en la impulsió fins als dipòsits generals pel fet que la conducció proposada té un diàmetre considerable (DN 300 mm), que a més, haurà de treballar en unes condicions molt dures per les elevades pressions i el gran cabal que hi circularà pel seu interior. Amb aquest material es garanteix una llarga vida a la conducció i a la seva resistència mecànica. D'altra banda, les canonades de polietilè de gran diàmetre tendeixen a la ovalització.

### **F3.3.- Construcció d'una anella perifèrica al nucli urbà de PTE DN 200 mm.**

Al nucli urbà de Sta. Cristina és on hi haurà un consum major a causa del seu elevat creixement residencial i industrial. Així doncs, es proposa la construcció d'una anella perifèrica que envolti el nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro mitjançant una canonada de polietilè DN 200 mm, que permetrà fer arribar l'aigua d'una manera ràpida i amb unes molt bones condicions de pressió als punts més allunyats de la xarxa.

Al pas d'aquesta conducció per les diverses zones de la població s'hi connectaran les canonades procedents de la xarxa secundària, amb la finalitat de tenir una instal·lació el més mallada possible.

En la figura 51 es mostra el traçat de les noves conduccions principals proposades per a la xarxa de distribució del nucli urbà. Aquestes conduccions són majoritàriament de polietilè d'alta densitat DN 200 mm i de DN 160 mm, formant anelles que envolten les zones urbanes ja consolidades i les de creixement. Aquestes anelles transcorren soterrades pels carrers de la perifèria del nucli urbà, alimentant tota la seva xarxa secundària i aportant ràpidament la quantitat d'aigua demandada a cada moment. S'observa també, que s'han proposat dues anelles secundàries més, les quals són específiques per alimentar les zones de creixement de L'Estació, Camí Vell i el barri Salom.

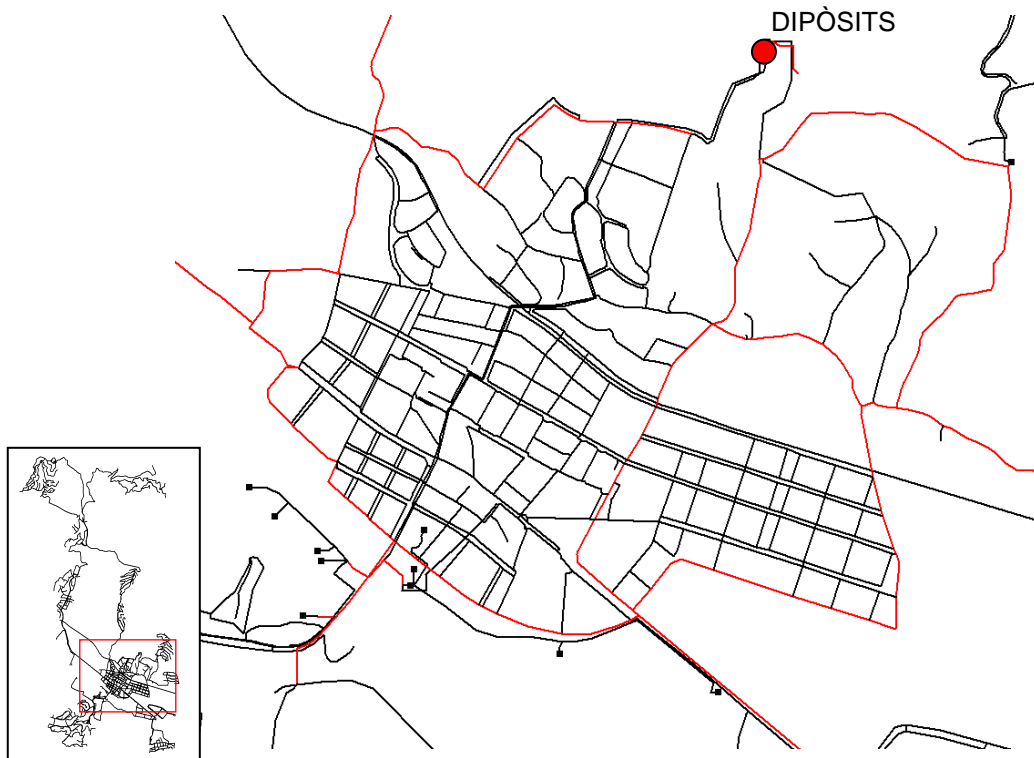


Fig. 51.- Nova anella projectada al nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro.

#### **F3.4.- Noves zones de creixement residencial i industrial.**

En el pla d'ordenació urbanístic municipal (POUM) es troben definides totes les zones de creixement que experimentarà la població en els propers 20 anys. Algunes d'aquestes zones es troben ja detallades al pla urbanístic, havent-hi el traçat dels carrers, parcel·les i parcs ja delimitats. Per altra banda, hi ha altres zones en què només s'ha definit la tipologia de la edificació que s'hi implantarà i el seu perímetre.

En el treball es proposarà una nova xarxa hidràulica en les zones de creixement que ja estan definides en el POUM, marcant el traçat pels carrers, el diàmetre de les conduccions i el seu material. Per altra banda, en les zones de creixement en què només està delimitada la superfície es farà arribar una/es conduccions principals per alimentar-les, així com també, es tindrà en compte el seu futur consum a l'hora de realitzar els càlculs.

Les zones considerades són:

- 1.- Sector Serra Sol III.
- 2.- Sector Estació.
- 3.- Sector Camí Vell.

- 4.- Sector Teulera.
- 5.- Sector Ridaura.
- 6.- Sector Suberolita
- 7.- Sector el Vilar.
- 8.- Sector Tueda.
- 9.- Polígon Molí d'en Tarrés.
- 10.- Polígon Molí d'en Reixach.

#### **F3.4.1.- Pressions a Sta. Cristina d'Aro.**

Seguidament es mostren les pressions de la xarxa de distribució que tindrà el nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro en un dia punta de demanda, havent implementat les propostes de millora definides en el present treball.

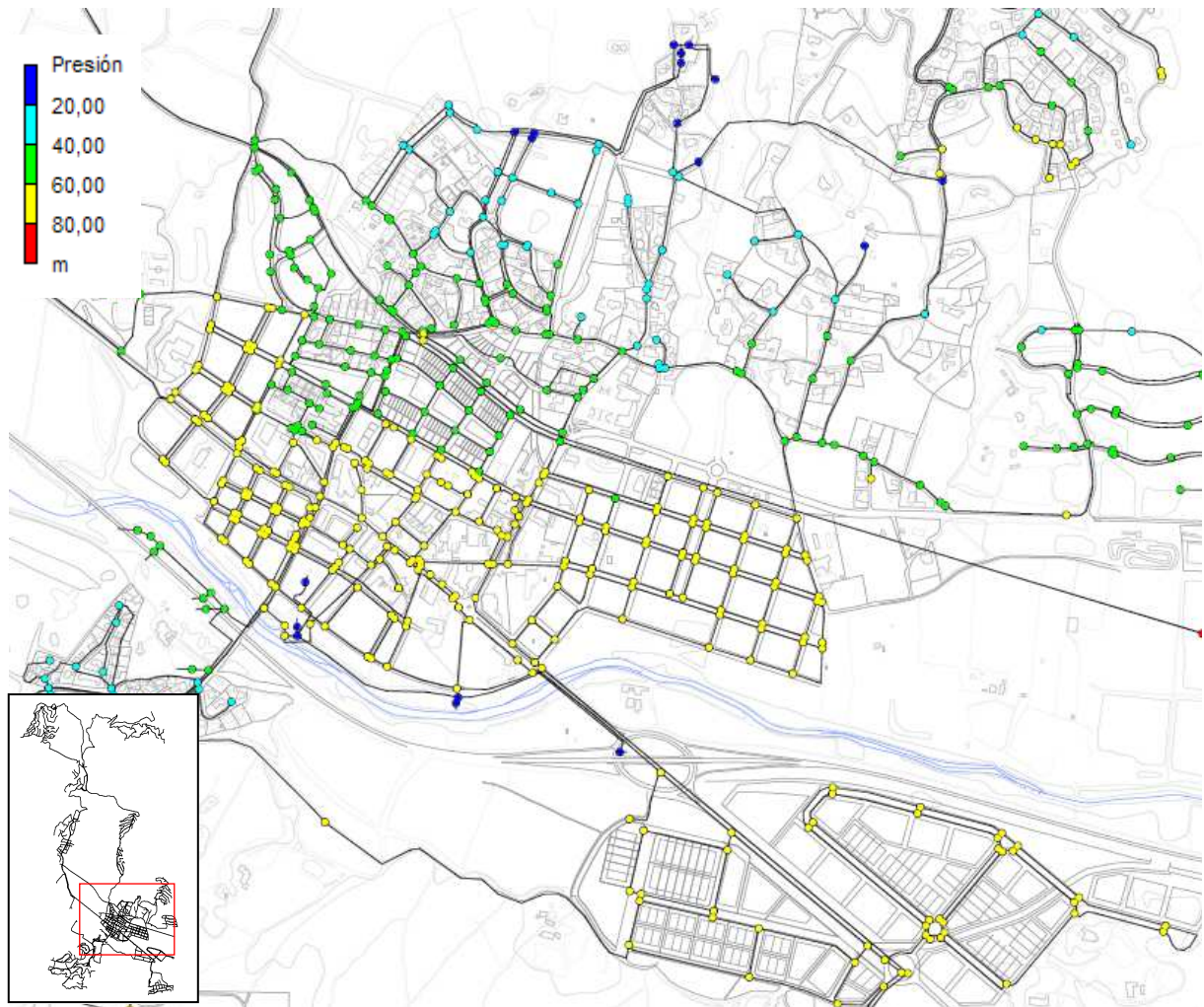
Tal com s'observa en la figura 52, ja es troben definides les noves zones de creixement que tindrà la població, alimentades amb conduccions de polietilè d'alta densitat de diàmetres compresos entre DN 125 mm i DN 200 mm.

Els habitatges pròxims als dipòsits generals mostren unes pressions inferiors a 20 m.c.a. provocat pel fet que el fluid és distribuït per gravetat a la població, no obstant, aquestes pressions són superiors a 10 m.c.a en tots els habitatges, complint-se les condicions mínimes de pressió exigides per la normativa.

Existeixen dues línies de pressions més, d'entre 20 i 40 m.c.a. i d'entre 40 i 60 m.c.a., respectivament. Generalment, en aquesta zona els habitatges són cases unifamiliars de planta baixa o planta baixa + 1 en la seva majoria i, per tant, el nivell de pressions és l'adequat.

Finalment, existeix la zona baixa de la població, amb unes pressions elevades, d'entre 60 i 70 m.c.a., adequades per la tipologia d'habitatges de la zona, és a dir, edificis plurifamiliars.



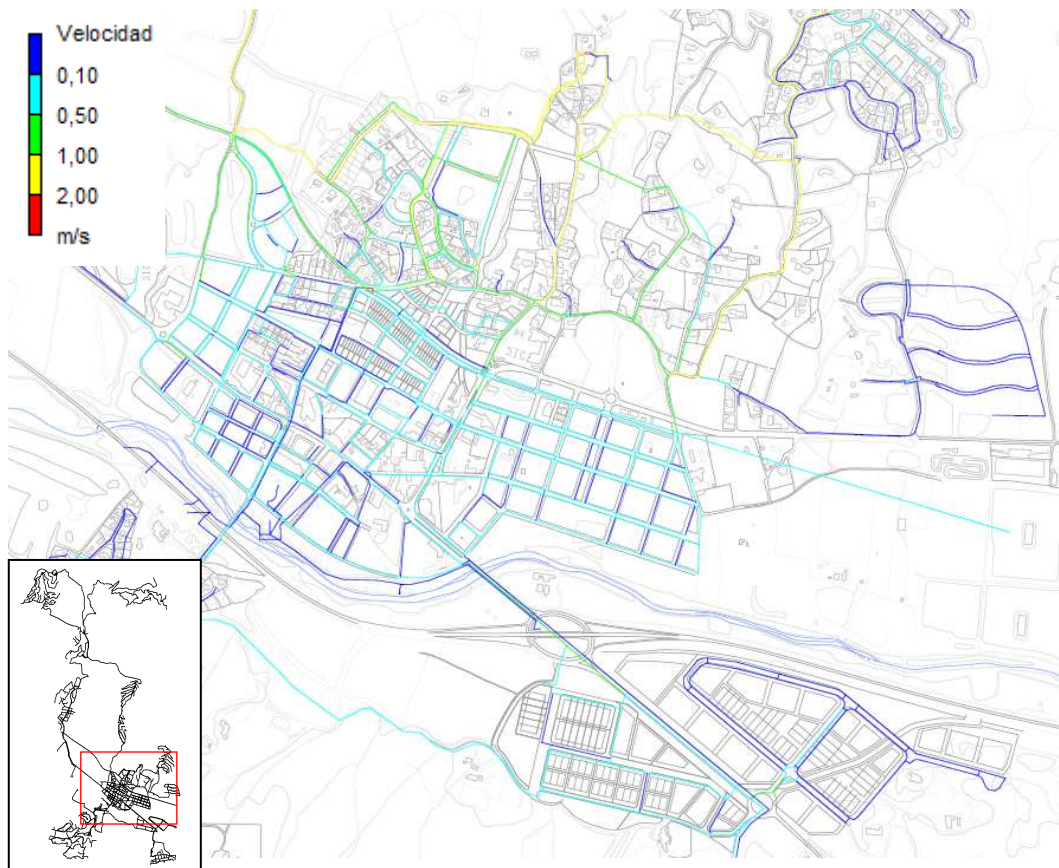


**Fig. 52.-** Pressions al nucli urbà de Santa Cristina a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.

#### **F3.4.2.- Velocitats a Sta. Cristina d'Aro.**

Les canonades de distribució de la població són majoritàriament de fibrociment, amb uns diàmetres que van des de DN 50 a DN 200 mm. En algunes zones, a causa de les elevades pèrdues de carrega, seria necessària la renovació de les conduccions, essent substituïdes per unes de majors dimensions.

Els bombers recomanen la col·locació d'un diàmetre mínim de DN 125 mm en canonades de polietilè per afrontar amb garanties un incendi. Així doncs, tret d'algunes excepcions, la xarxa de distribució secundària que es projecti en les zones de creixement tindrà uns diàmetres de DN 125 mm, mentre que en les artèries principals seran DN 160 mm i superiors.



**Fig. 53.-** Velocitats al nucli urbà de Santa Cristina a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.

En la figura 53 s'observa que les noves velocitats de tota la xarxa presenten uns valors acceptables, no sobrepasant en cap cas, els 2 m/s. També cal destacar que les velocitats de la zona superior són més elevades que les de les cotes inferiors, en ser la xarxa més mallada, i repartint-se el cabal a aportar, entre un major nombre de conduccions.

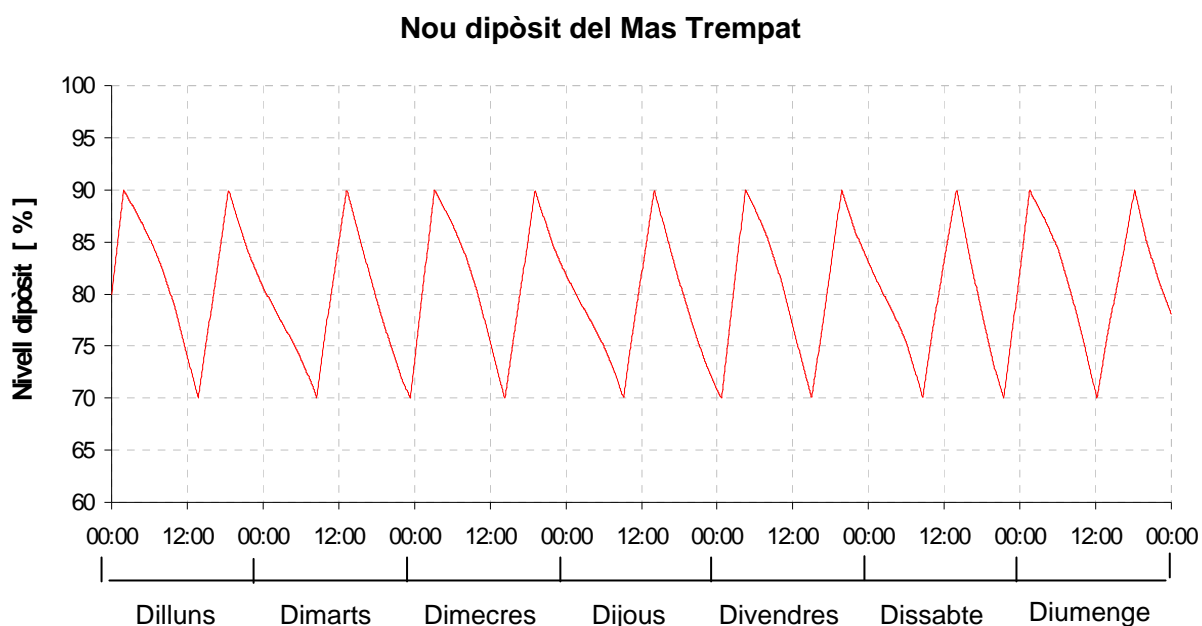
#### **F4.- MILLORES A LA URBANITZACIÓ MAS TREMPAT**

La urbanització Mas Trempat, situada prop del terme municipal de St. Feliu de Guíxols, presenta uns habitatges diferenciats, alguns d'ells, pertanyents a urbanitzacions d'aquesta població. Això provoca que sigui una zona amb un important creixement, ja que a St. Feliu de Guíxols el sòl està pràcticament exhaurit i la gent comença a desplaçar-se a Sta. Cristina d'Aro.

Les mesures més importants a desenvolupar a la zona es troben detallades a continuació.

#### F4.1.- Construcció d'un nou dipòsit al Mas Trempat.

La urbanització té actualment un dipòsit de 50 m<sup>3</sup> que pertany a Sant Feliu de Guíxols, essent aquest insuficient per atendre tota la demanda. Així doncs, amb la col·locació d'un nou dipòsit en terreny municipal, es pretén abastir la totalitat de la urbanització, i poder donar, a més, unes bones condicions de cabal i pressions als bombers en l'extinció d'incendis.



**Fig. 54.-** Nivell del nou dipòsit del Mas Trempat amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Actual	Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Projectada	Diferència absoluta de freqüència
-	11 cicles	-

**Taula. 27.-** N<sup>o</sup> de cicles setmanals en el dipòsit del Mas Trempat amb demanda punta 1,56.

En la figura 54 s'observa que el nou dipòsit del Mas Trempat s'emplenarà unes dues vegades el dia per a proporcionar aigua als veïns de la urbanització. Altrament, s'aprofitarà per connectar-lo a la xarxa municipal mitjançant les canonades de distribució existents, amb una vàlvula normalment tancada, obrint-se només en cas de necessitat per alimentar el nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro.

#### F4.2.- Nou grup de pressió per a la impulsió fins al dipòsit del Mas Trempat.

Degut a les condicions topogràfiques de la zona, els habitatges de les cotes superiors de la urbanització estan situats a una alçada semblant als dipòsits generals, això fa que sigui inviable l'alimentació per gravetat a la zona, i es necessitin grups de pressió. Així doncs, es col·locarà unes bombes hidràuliques a prop dels polígons industrials que impulsaran l'aigua cap al nou dipòsit proposat, i des d'aquest la distribució es farà per gravetat.

La figura 55 mostra el cabal proporcionat per la nova bomba hidràulica proposada, així com també la seva freqüència d'engegades i parades. En ser de nova implantació, no es disposa d'una evolució actual per a comparar-la, però es considera que engegar-se de mitjana unes dues vegades al dia està dins els paràmetres normals de funcionament. S'ha de tenir en compte que en zones clarament estacionals com és el cas del municipi, s'ha de preveure una capacitat de resposta dels element hidràulics majors per tal de poder assolir aquestes grans puntes de demanda que es poden donar lloc.

En total es calcula que durant la setmana, les bombes es posaran en marxa unes 11 vegades per a emplenar el dipòsit general. Ara bé a part de l'estacionalitat, comentada anteriorment, s'han de preveure possibles situacions de risc com són incendi, talls en les conduccions principals, i per tant les bombes han d'estar dimensionades per a donar el cabal i alçada suficients per a disminuir els efectes d'aquestes situacions.

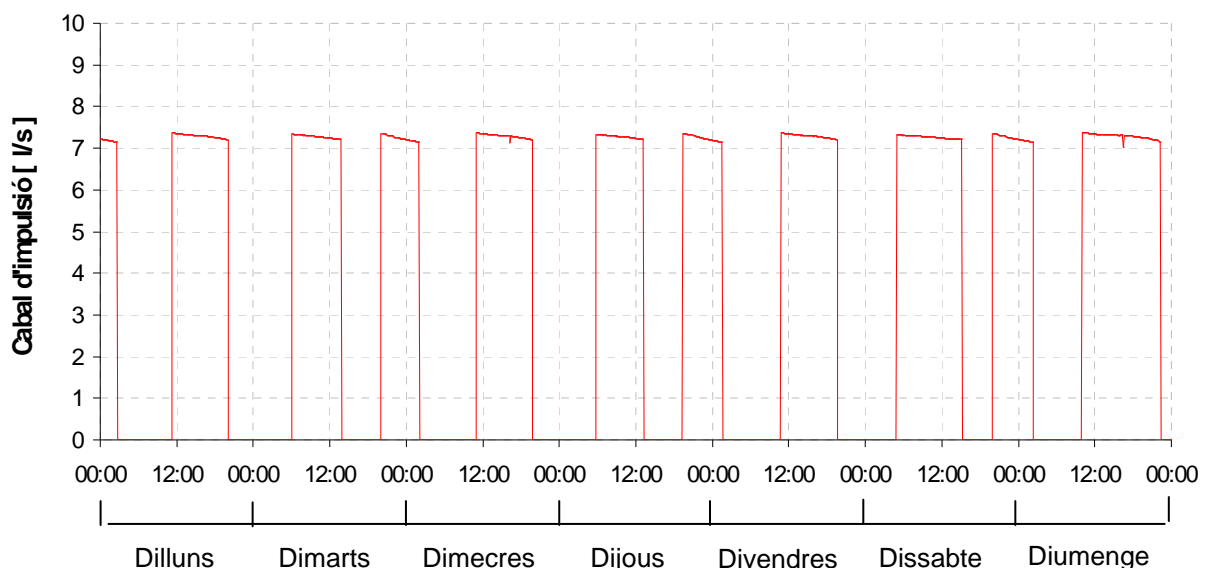


Fig. 55.- Cabal impulsat pel grup de bombeig del Mas Trempat amb una demanda punta 1,56.

S'observa de la gràfica anterior que amb un cabal d'uns 7,2 l/s és possible abastir a la urbanització amb garanties.

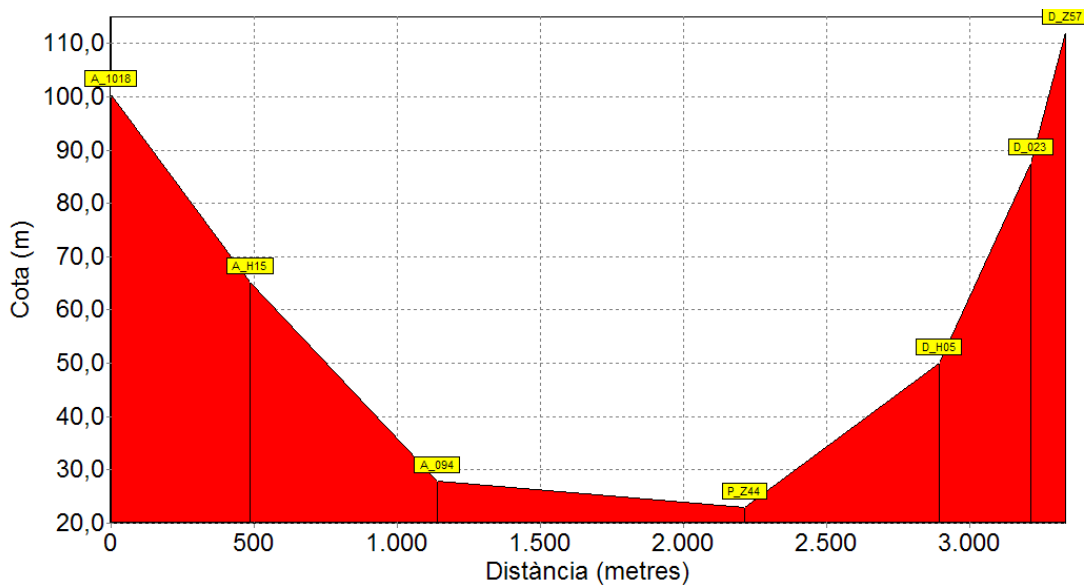
Mes endavant es troba detallat el comportament del sistema de tot el municipi en diverses situacions de risc com són talls en canonades, incendis, avaries...

#### **F4.3.- Substitució de la canonada d'impulsió / distribució per un sistema separatiu.**

Actualment la urbanització s'alimenta des dels dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro i des de la xarxa de distribució d'aigües de St. Feliu de Guíxols. Aquesta alimentació es realitza mitjançant canonades que a la vegada són d'impulsió i de distribució formant una xarxa unitària.

Es proposa la realització d'una conducció de polietilè d'alta densitat que provingui de la xarxa general i que transcorri per la carretera de St. Feliu de Guíxols, fins als dipòsits generals del Mas Trempat. Tal com s'ha comentat al pas per la zona industrial es preveu la col·locació d'un petit grup de bombeig per a fer arribar les aigües a la urbanització ja que la cota topogràfica del terreny ho exigeix. Amb aquesta alternativa es desconnectarien les xarxes entre els dos municipis veïns (Sta. Cristina i St. Feliu) i es tindria unes canonades per a la impulsió, i unes per a la distribució.

Seguidament es mostra una gràfica on hi ha representada la diferència de cotes entre els dipòsits generals de Sta. Cristina i el del Mas Trempat, així com també les cotes dels diferents punts intermitjos per on haurà de passar la conducció. Es demostra per tant que la alimentació per gravetat entre els dos dipòsits no és possible.



**Fig. 56.-** Diferència de cotes entre els dipòsits de Sta. Cristina i el del Mas Trempat.

La conducció proposada per a alimentar el Mas Trempat és tota ella de polietilè d'alta densitat, però està composta per dos trams. El primer s'inicia a la zona de l'ajuntament, i segueix per la carretera de St. Feliu fins a l'entrada dels polígons industrials. Aquest tram, la conducció alimentarà tant els polígons com la urbanització, i per tant serà de PTE DN 160 mm. Per altre banda, la canonada seguirà el recorregut cap al cim del Mas Trempat amb un diàmetre de DN 125 mm impulsat per unes bombes situades prop dels polígons.

Les principals característiques hidràuliques de la conducció estudiada es mostren a la següent taula. El tram considerat en aquesta taula correspon al que va des del polígon industrial fins al dipòsit del Mas Trempat ja que la resta de la conducció alimenta tant la urbanització com els polígons.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
Mas Trempat	Polígon - Dip. Mas Trempat	28,48	125	0,64	3,19	1.376	PTE

**Taula. 28.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió  
des dels dipòsits generals fins al Mas Trempat.

\* PTE: Polietilè d'alta densitat

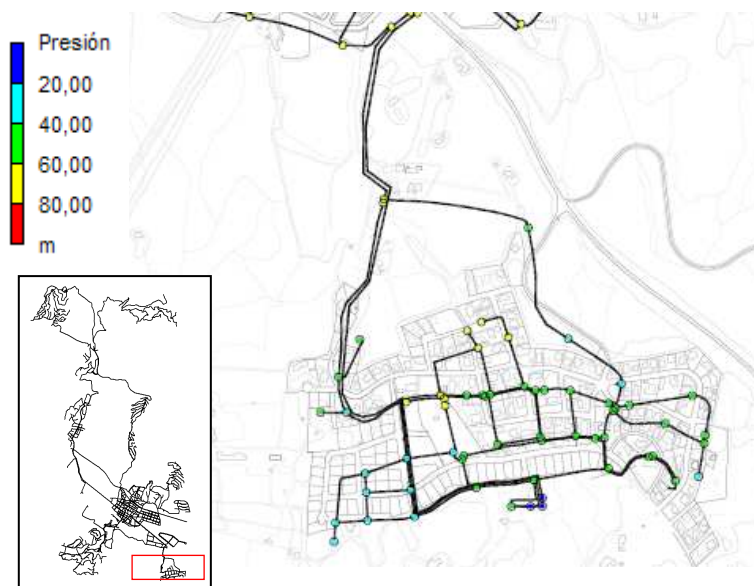
#### **F4.4.- Nova zona de creixement residencial.**

Degut a la proximitat amb St. Feliu de Guíxols s'espera a la zona un lleuger creixement de la seva població, ja que al sector sud – oest de la urbanització, el POUM ha classificat com a sòl urbanitzable uns terrenys.

En aquesta zona i en d'altres de properes hi ha problemes de pressions degut a que els terrenys estan situats prop de la cota del dipòsit regulador. Per a solucionar aquest inconvenient s'ha proposat creació d'un nou dipòsit situat a una cota superior, el qual estarà alimentat íntegrament des de la xarxa municipal de Sta. Cristina d'Aro.

Així doncs, tal com es pot observar, en la totalitat de la zona es troben pressions adients de servei comportant una millora substancial a la situació actual.

En la figura 57 es mostren els valors de les pressions de la xarxa de distribució de la zona detallats per nusos de consum.



**Fig. 57.-** Pressions al Mas Trempat a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.

#### **F5.- MILLORES AL GOLF CLUB COSTA BRAVA**

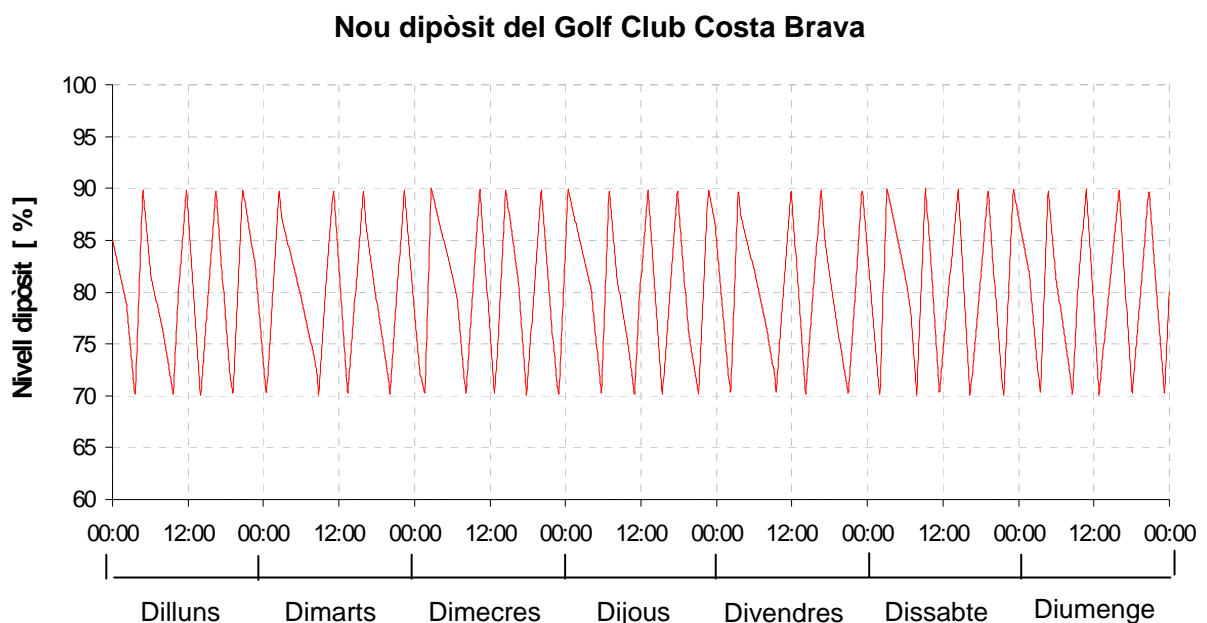
La zona del Golf representa un dels punts de consum més importants del municipi durant l'estiu, ja que només ella consumeix una quantitat d'aigua semblant a la de tot el nucli urbà i les urbanitzacions Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat juntes.

Això provoca que la instal·lació s'hagi de dimensionar tenint en compte la demanda d'estiu, mentre que a l'hivern funciona sota mínims.

S'han detectat una sèrie de deficiències a la xarxa d'aigües de la zona, les quals es descriuran a continuació, així com també la seva solució per a resoldre-ho. Encara que la xarxa de distribució de la zona és antiga i presenta en molts casos diàmetres petits, no s'ha considerat la substitució de les canonades en ser una tasca que es realitzarà progressivament a mesura que es vagin fent actuacions a la xarxa.

### F5.1.- Ampliació del dipòsit general del Golf Club Costa Brava.

El dipòsit general del Golf de 600 m<sup>3</sup> de capacitat és insuficient per a garantir unes mínimes reserves d'aigua durant d'estiu, ja que amb una demanda mitjana només té reserves per a 13 hores (vegeu capítol "Anàlisi de la situació actual"). Això provoca que la freqüència d'engegada de les seves bombes elevada provocant sovint problemes mecànics i talls en el subministrament.



**Fig. 58.-** Nivell del nou dipòsit del Golf Club Costa Brava amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Actual	Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Projectada	Diferència absoluta de freqüència
89 cicles	30 cicles	59 cicles

**Taula. 29.-** N<sup>o</sup> de cicles setmanals en el dipòsit del Golf amb demanda punta 1,56.



Amb la col·locació d'un nou dipòsit annex de 456 m<sup>3</sup>, la freqüència d'emplenat del dipòsit disminueix dràsticament amb una millora notable de les condicions de treball d'aquest i assegurant unes reserves d'aigua suficients per a un dia de servei.

### F5.2.- Substitució del grup de bombeig al dipòsit de Rocalba.

Al dipòsit de Rocalba hi arriba l'aigua bombada procedent del dipòsit 1 del Golf mitjançant una canonada de PVC DN 90 i un grup de pressió GRUNDFOS, compost per dues bombes en paral·lel, que eleva 30 m<sup>3</sup>/h a una alçada manomètrica de 139 m.c.a.

Es pot observar en la següent gràfica que durant l'estiu les bombes treballen una gran quantitat d'hores sense parar, veient-se agreujada aquesta situació durant el cap de setmana.

Es proposa augmentar la capacitat d'aquestes bombes per tal que no estiguin durant llargues hores treballant i disminuir el seu desgast. Les noves bombes a instal·lar es proposa que elevin un cabal d'uns 42 m<sup>3</sup>/h a una alçada manomètrica de 139 m.ca.

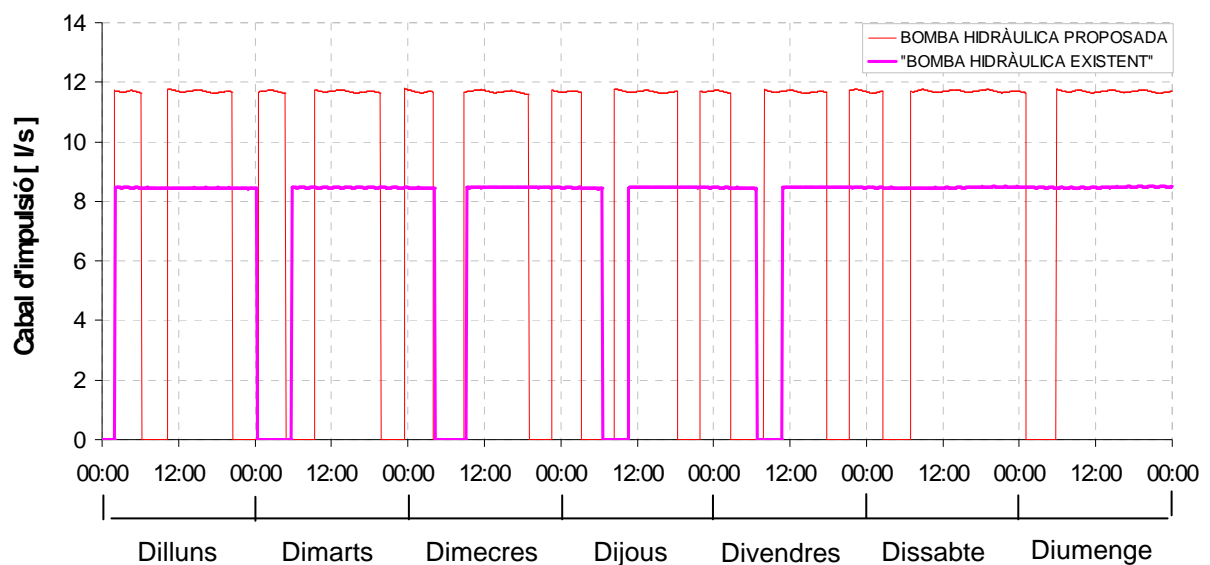
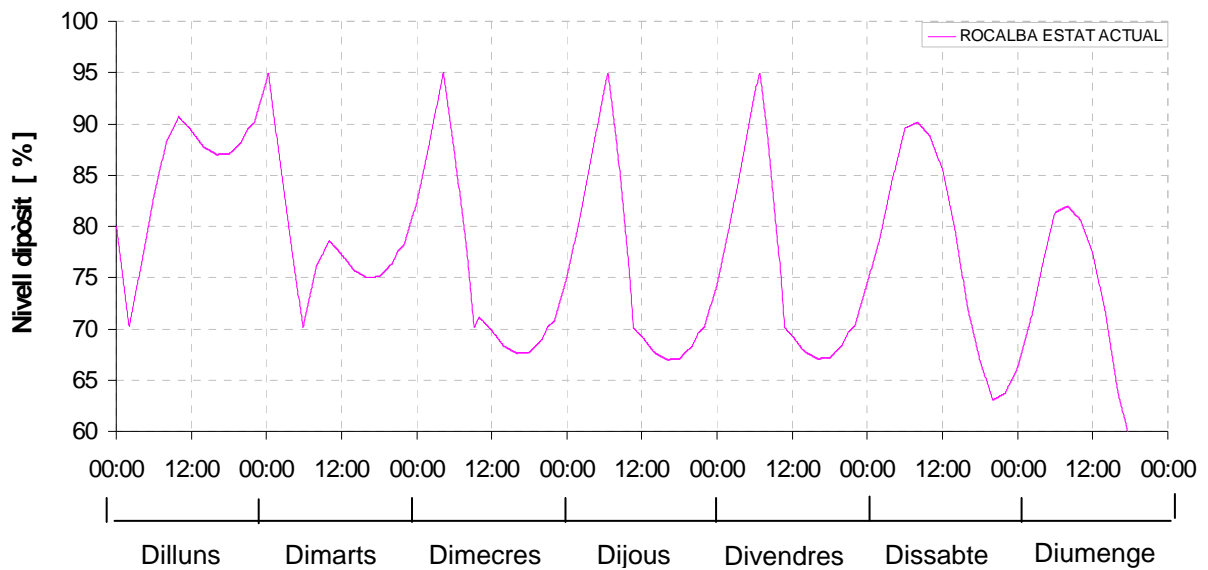
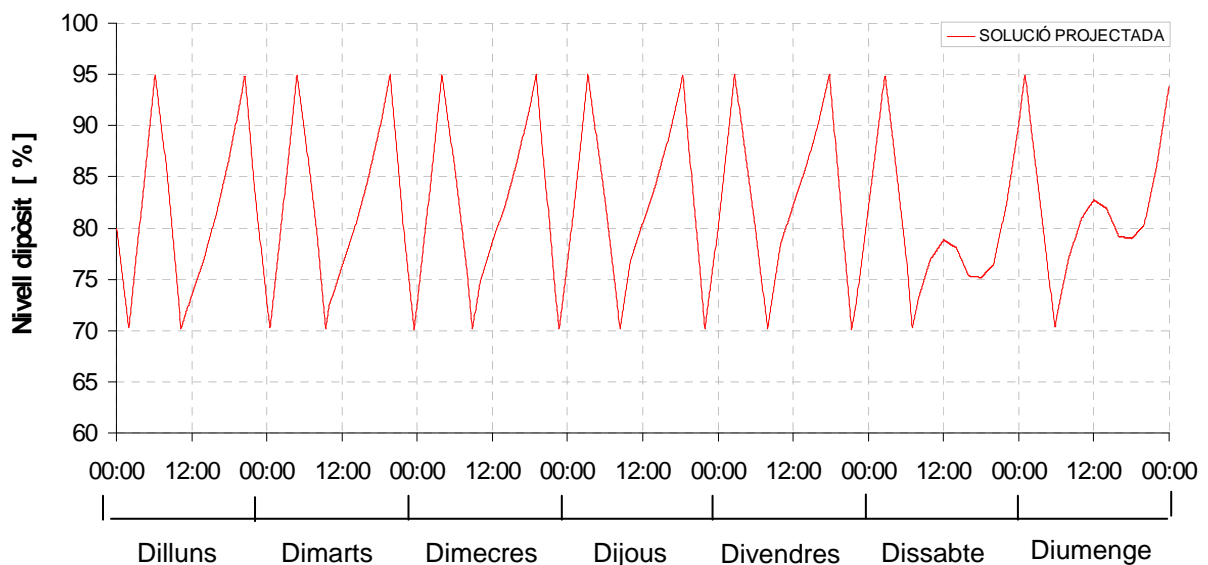


Fig. 59.- Cabal impulsat pel grup de bombeig fins a Rocalba amb una demanda punta 1,56.

Per veure com afecta la nova bomba a Rocalba es mostraran els nivells al dipòsit de Rocalba en l'època de major demanda, amb el grup de bombeig existent, i el nou grup proposat. Es demostrarà doncs que el sistema és molt més estable amb una aportació major d'aigua al dipòsit, i per tant es descarta la possibilitat d'ampliació del volum d'acumulació d'aquest.



**Fig. 60.-** Evolució del nivell actual al dipòsit de Rocalba amb una demanda punta 1,56.



**Fig. 61.-** Evolució del nivell al dipòsit de Rocalba amb les actuacions previstes i amb una demanda punta 1,56.

### **F5.3.- Substitució de la impulsió al dipòsit de Rocalba.**

S'ha detectat que la impulsió actual al dipòsit de Rocalba no serà suficient per al nou cabal subministrat per la bomba d'impulsió proposada anteriorment.

Així doncs, es recomana la seva substitució per una conducció de PTE DN 125 mm que redueixi les pèrdues de càrrega i la velocitat del fluid.

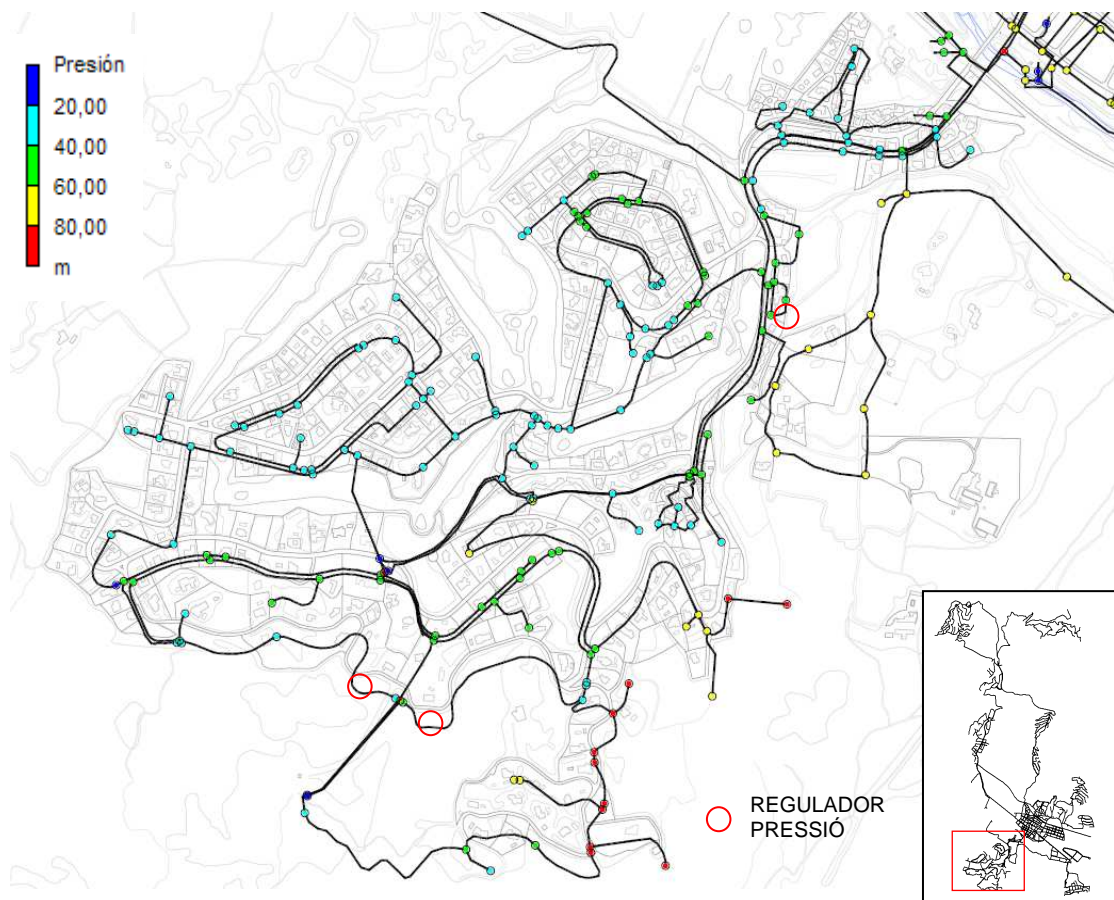
A continuació es mostren les característiques hidràuliques principals d'aquesta nova canonada.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
Golf Club Costa Brava	Dip. 1 - Dip. 2 (Rocalba)	42,01	125	0,95	6,41	535	PTE

**Taula. 30.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió  
des del dipòsit general del Golf fins a dipòsit de Rocalba.

#### F5.4.- Urbanització Golf Club Costa Brava

La xarxa actual del Golf presenta elevades pressions en les seves cotes més altes, per això es proposa la col·locació de dos reguladors de pressió que doni unes condicions de servei adequada als abonats. En la següent figura es mostren les pressions resultants que es donaran durant l'època d'estiu amb la disposició dels reguladors.



**Fig. 62.-** Pressions al Golf Club Costa Brava a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.

---

## **F6.- MILLORES A ROCA DE MALVET**

A Roca de Malvet no s'espera un creixement significatiu de la població, ja que pràcticament tot el sòl disponible està edificat, i el POUM no estableix ampliar-lo.

Així doncs, es considera suficient la xarxa d'aigua potable actual per atendre a les necessitats de la urbanització, i per tant les úniques actuacions que es consideraran seran amb la finalitat de connectar les xarxes de Sta. Cristina d'Aro i Bell Lloch / Romanyà des d'aquesta urbanització.

### **F6.1.- Connexió entre les xarxes de Sta. Cristina d'Aro i Romanyà**

Per a garantir el subministrament en cas de tall o avaria a la impulsió de Bell Lloch / Romanyà es proposa la interconnexió de xarxes entre el dipòsit 4 de Roca de Malvet i el de Romanyà, ja que el pas entre els dos nuclis està creat en haver-hi una carretera secundària que els uneix.

El dipòsit de Romanyà és un punt estratègic de la zona ja que des d'allà pot alimentar totes les altres urbanitzacions que hi ha a prop, i garantir el subministrament d'aigua com a mínim durant uns dies. Així doncs, aprofitant la via existent entre els dos dipòsits es proposa la realització d'una nova canonada de PTE DN 125 mm que els uneixi.

Per contra, la cota topogràfica entre els dos dipòsits és semblant i no és possible la alimentació per gravetat, proposant per tant, la instal·lació d'un petit grup de bombeig al dipòsit de Roca de Malvet per a subministrar l'aigua requerida en cas de necessitat.

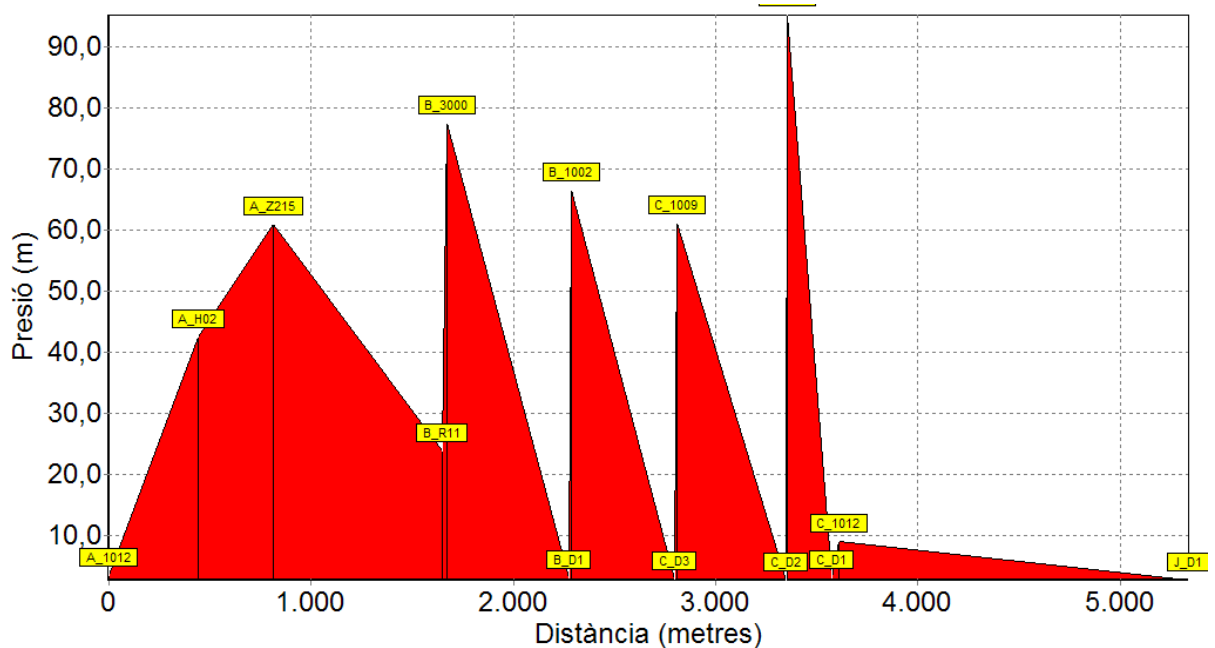
Es descarta també la possibilitat de alimentació inversa entre Romanyà i el dipòsit de Roca de Malvet, ja que la zona de Sta. Cristina consumeix la major quantitat d'aigua del municipi, sent per tant molt poc eficient una alimentació des d'aquests dipòsits en haver de recórrer a diàmetres molt elevats de canonades, i unes potències de les bombes molt sobredimensionades.

En l'apartat referent a l'avaluació de riscos, s'han trobat altres alternatives per alimentar Sta. Cristina en diverses situacions de risc, sense haver de requerir l'aigua de Romanyà.

A part del que s'ha comentat anteriorment, la impulsió de la zona alta de la urbanització Roca de Malvet presenta uns diàmetres DN 100 mm, els quals s'hauran de substituir per uns de DN 125 mm igual que la nova canonada d'impulsió.

La següent figura mostra les pressions que haurà de tenir el fluid en relació amb la distància recorreguda des dels dipòsits de Sta. Cristina fins al de Romanyà.

S'observa que el tram inicial es realitza per gravetat ja que el pendent de pressions és menys pronunciat, mentre que els trams intermedis coincidint ja amb l'entrada a Roca de Malvet, la impulsió es fa mitjançant bombes. Finalment, l'últim tram correspon a la nova conducció projectada, la qual tal com s'ha comentat anteriorment requereix ser impulsada mínimament per arribar fins al dipòsit de Romanyà.



**Fig. 63.-** Variació de la pressió a l'interior de la canonada d'impulsió des dels dipòsits generals de Sta. Cristina fins al de Romanyà.

### **F7.- MILLORES A BELL LLOCH**

Aquesta urbanització té actualment una xarxa d'aigües deficitària en molts aspectes, ja que la impulsió principal que alimenta a tota la zona passa pel seu interior, essent a més la conducció principal de distribució que alimenta a la seva xarxa secundària. Els veïns de la zona tenen grans variacions de pressió coincidint amb l'engegada o no de les bombes

d'abastament situades als pous de Bell Lloch. A més tenen altes pressions de servei que ocasionen nombrosos danys a la instal·lació.

Per altra banda, a les cotes superiors de la urbanització es disposa d'un dipòsit regulador, però en tenir la zona una diferència topogràfica tant alta entre el seu inici i final, als habitatges situats a cotes baixes, tenen igualment pressions excessives.

Seguidament es mostraran les actuacions proposades a realitzar a la urbanització per tal de solucionar les deficiències detectades.

### F7.1.- Ampliació del dipòsit de Bell Lloch.

El dipòsit de Bell Lloch, a més d'alimentar la zona alta de la urbanització que té el seu nom, proporciona l'aigua necessària al dipòsit de Romanyà, el qual és el dipòsit general des d'on s'alimenta els nuclis poblats de Romanyà, St. Miquel d'Aro i Vall repòs.

Actualment el dipòsit de Bell Lloch és de 250 m<sup>3</sup>, essent insuficients per atendre a la demanda d'estiu, en existir nombroses urbanitzacions que estiren l'aigua d'aquest dipòsit. Es proposa per tant la seva ampliació fins a una capacitat de **672 m<sup>3</sup>** per garantir el subministrament.

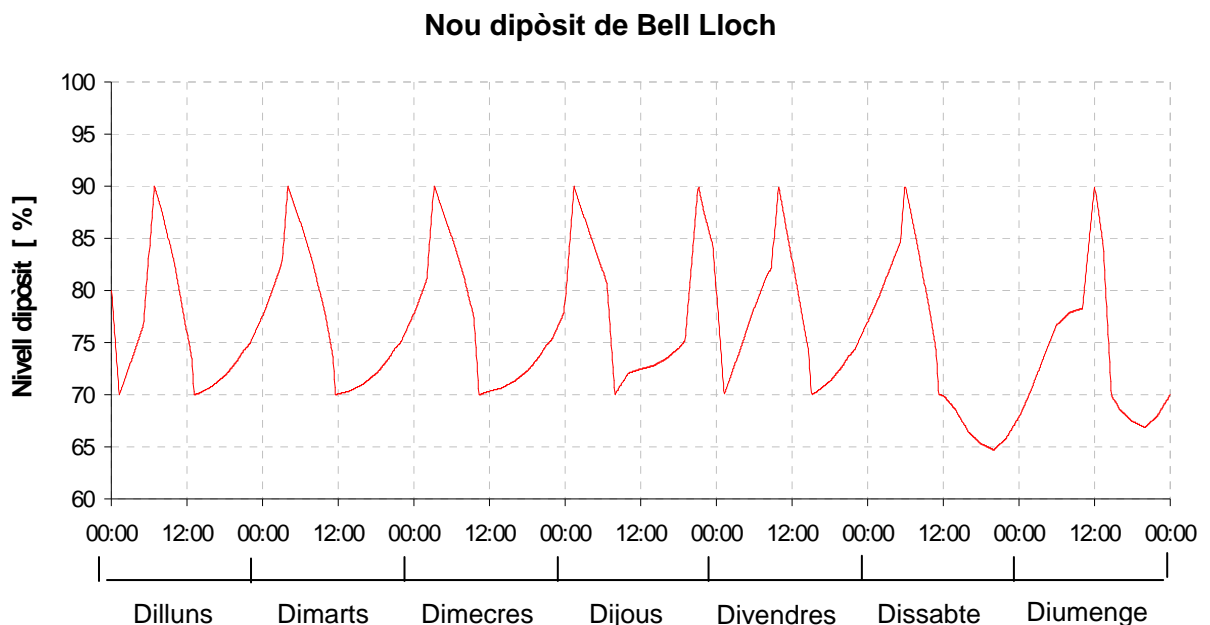


Fig. 64.- Nivell del nou dipòsit de Bell Lloch amb una demanda punta 1,56.

Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Actual	Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Projectada	Diferència absoluta de freqüència
32 cicles	8 cicles	24 cicles

**Taula. 31.-** N<sup>o</sup> de cicles setmanals en el dipòsit de Bell Lloch amb demanda punta 1,56.

### **F7.2.- Substitució de la canonada d'impulsió / distribució.**

La urbanització té la mateixa conducció per a la impulsió i la distribució, el qual provoca nombrosos problemes a la xarxa. Per això es proposa la separació d'aquesta conducció amb la construcció de dues de noves de polietilè que transcorrin paral·lelament.

Cal comentar també que s'hauria de fer un nou traçat de la canonada, en ser l'actual ineficient, en haver-hi recorreguts més rectilinis fins al dipòsit de Bell Lloch, i en passar pel mig de terrenys urbanitzables.

Es proposa la realització d'una conducció d'impulsió de PTE DN 160 mm que s'iniciï a la connexió amb la canonada que prové del Pasteral que s'enfilï cap a Bell Lloch passant per la carretera a Romanyà fins el dipòsit de la urbanització.

Per altra banda, es proposa una conducció per a la distribució de PTE DN 160 mm que s'iniciï al dipòsit de Bell Lloch i que descendeixi per la carretera a Romanyà alimentant la xarxa secundària d'aigües de la zona.

El fet de fer passar les dos conduccions en paral·lel serà beneficiós ja que en primer lloc només s'haurà de fer una sola rasa alhora de la seva construcció, mentre que en segon lloc, en cas de trencament d'una de les canonades s'utilitzarà l'altre en una xarxa compartida de impulsió / distribució.

Les característiques hidràuliques més importants de la canonada d'impulsió es troben detallades a la taula 32, mentre que el traçat d'aquestes noves línies es torben grafats en l'apartat de plànols.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
Bell Lloch	Pasteral - Dip. Bell Lloch	67,53	160	0,93	4,60	1.275	PTE

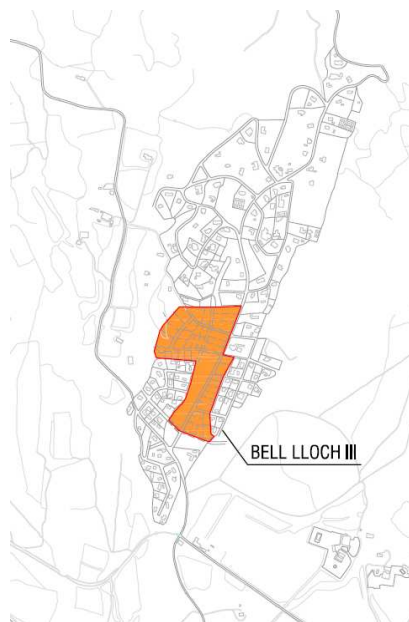
**Taula. 32.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió des de la connexió amb el Pasteral al dipòsit de Bell Lloch.

S'observa que les velocitats i pèrdues de càrrega de la conducció representen uns valors acceptables per aquest tipus d'instal·lació.

### F7.3.- Nova zona de creixement residencial.

El POUM preveu un petit creixement a la urbanització per tal de consolidar la 1<sup>a</sup> i la 2<sup>a</sup> fase de Bell Lloch en existir al mig uns terrenys sense urbanitzar.

Així doncs, s'han traçat les canonades de distribució secundàries necessàries per a donar servei a aquesta zona de creixement, connectant-se a la conducció principal de PTE DN 160 mm descrita anteriorment. Aquestes canonades són de PTE DN 125 mm per tal que els hidrants contra incendis puguin treballar correctament.



**Fig. 65.-** Nova zona de creixement de Bell Lloch

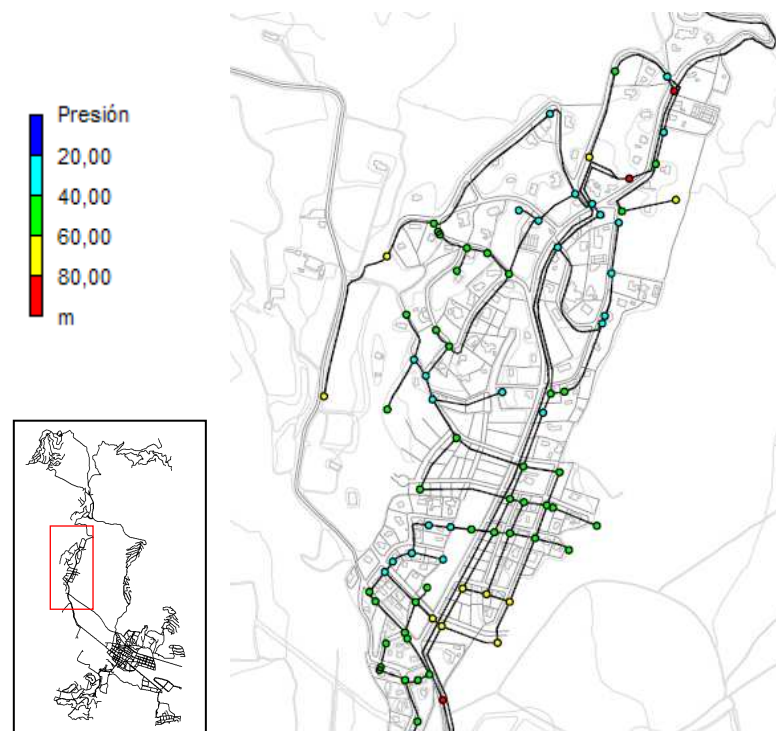


#### F7.4.- Col·locació de reguladors de pressió.

La urbanització Bell Lloch disposa a l'actualitat d'un regulador de pressió ja que la diferència de cotes entre la zona més alta i la més baixa és de 125 m. El problema que hi ha és que és existent una xarxa unitària entre la impulsió i la distribució, fent complicat la col·locació de reguladors ja que aquests són unidireccionals.

Tal com s'ha comentat, la solució proposada contempla la possibilitat de fer una xarxa separativa, permetent la utilització de reguladors de pressió i obtenir unes bones condicions de servei.

En la figura 66, on es mostra una possible solució per a la ubicació dels reguladors de pressió, es veu la millora de les pressions de servei en relació amb l'estat actual, ja que amb aquesta nova situació no hi ha pressions superiors a 80 m.c.a.



**Fig. 66.-** Pressions a Bell Lloch a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.



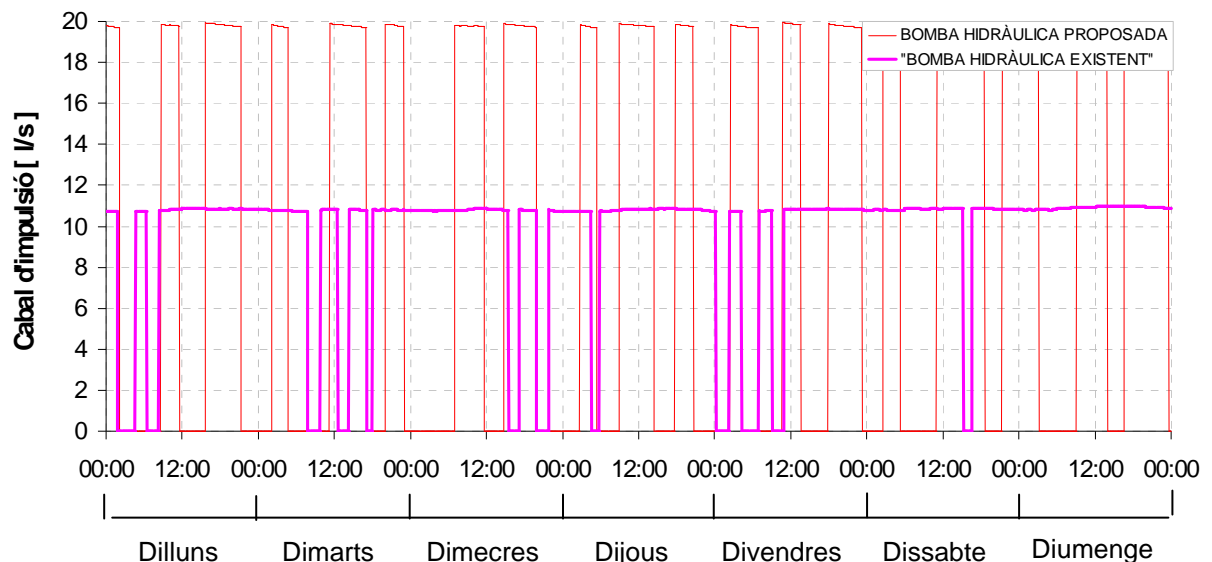
Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Actual	Coeficient 1,56 respecte demanda base Situació Projectada	Diferència absoluta de freqüència
12 cicles	8 cicles	4 cicles

**Taula. 33.-** N° de cicles setmanals en el dipòsit de Romanyà amb demanda punta 1,56.

El dipòsit de Romanyà alimenta els dipòsits de Vall repòs i St. Miquel d'Aro, per tant, en obrir-se les vàlvules i bombes hidràuliques d'impulsió cap a aquests dipòsits, el nivell d'aigua de Romanyà disminueix notablement. Tot i això amb les actuacions previstes es pot observar que fins i tot en les èpoques de major demanda el sistema respon eficaçment recuperant el nivell.

### F8.2.- Substitució del grup de bombeig al dipòsit de Romanyà.

S'ha vist en l'annex "Anàlisi de la situació actual" que la zona de Romanyà és una de les més crítiques pel què fa a subministrament, ja que els volums d'acumulació del seu dipòsit es veuen totalment insuficient a l'estiu. A més el grup de bombeig situat al dipòsit de Bell Lloch, que impulsa l'aigua a Romanyà, no pot atendre a tota la demanda ni funcionant la major part del dia, produint-se fortes baixades en el nivell dels dipòsits.



**Fig. 68.-** Cabal impulsat pel grup de bombeig fins a Romanyà amb una demanda punta 1,56.

S'observa que s'ha incrementat notablement el cabal aportat per les bombes, permetent garantir el nivell d'aigua al dipòsit de Romanyà a l'estiu. Per altra banda, aquest augment

tant significatiu ha comportat l'augment de capacitat del dipòsit de Bell Lloch, que és d'on s'extreu l'aigua per impulsar-la fins a Romanyà.

### **F8.3.- Substitució de la canonada d'impulsió al dipòsit de Romanyà.**

En les actuacions anteriors s'ha augmentat la capacitat del dipòsit de Romanyà i s'ha augmentat el volum aportat a la zona en substituir les bombes d'impulsió. Per tal d'adaptar el sistema a les noves condicions és necessari també l'ampliació del diàmetre d'impulsió, així com també canviar de materials. El fibrociment de què estan fetes actualment les conduccions es trenquen fàcilment en els canvis bruscos de pressió i no garanteix una qualitat òptima de les aigües.

Es proposa la instal·lació d'una conducció de PTE DN 125 que vagi des del dipòsit de Bell Lloch, fins al de Romanyà passant soterrada per la carretera de Romanyà.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
Bell Lloch	Dip. Bell Lloch - Dip. Romanyà	43,42	125	0,99	6,83	1.492	PTE

**Taula. 34.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió des del dipòsit de Bell Lloch fins al dipòsit de Romanyà.

### **F9.- MILLORES A ST. MIQUEL D'ARO**

La urbanització St. Miquel d'Aro és la zona residencial que està situada a una cota superior del municipi, ja que la seva part més alta està a uns 420 m d'alçada, mentre que la més baixa a uns 200 m.

La urbanització s'alimenta per gravetat des del dipòsit de Romanyà, fins al dipòsit 1 de St. Miquel, mitjançant una canonada de fibrociment DN 100 mm que s'utilitza tant per a impulsió com per distribució.

Això fa que a la zona hi hagi importants pressions en la xarxa, ocasionant talls constantment a la xarxa per culpa de fuites i avaries. A més la col·locació de reguladors de pressió no és possible, ja que no són bidireccionals, i impediria la circulació de l'aigua d'impulsió.

Es proposa per tant una nova impulsió separativa amb un traçat més eficient que l'actual, i la col·locació de diversos reguladors de pressió que evitin pressions excessives a la zona.

### **F9.1.- Nova impulsió a St. Miquel d'Aro.**

Aquesta nova impulsió s'iniciarà al dipòsit de Romanyà, i transcorrerà per camins secundaris de la zona fins al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro, situat a la zona alta de la urbanització.

Això implicarà la col·locació d'un nou grup de pressió en estar en una cota superior aquest dipòsit que el de Romanyà, però per altra banda es podran suprimir les bombes que impulsen les aigües des del dipòsit 1 de St. Miquel d'Aro fins al 2.

La nova canonada serà de polietilè per tal de garantir la qualitat de les aigües que vagin a la urbanització, i de diàmetre DN 125 mm per garantir el subministrament en el futur.

Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
St. Miquel d'Aro	Dip. 1 - Dip. 2	22,46	125	0,51	2,09	3.177	PTE

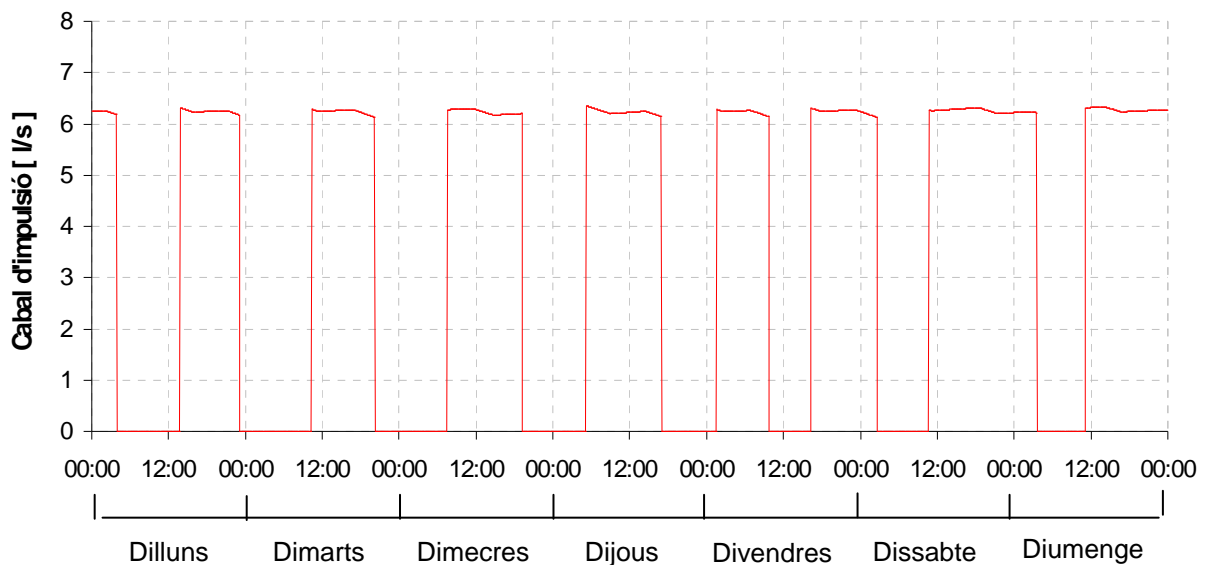
**Taula. 35.-** Característiques hidràuliques canonada d'impulsió des del dipòsit de Romanyà fins al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro.

S'observa en la taula 35 que la velocitat del fluid és només de 0,51 m/s, ja que la conducció està sobredimensionada. Això és així pel fet que el diàmetre mínim recomanable tant en distribució com en impulsió és de DN 125 mm per tal de poder fer front a possibles situacions de màxim consum.

### **F9.2.- Nou grup de bombeig al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro.**

Tal com s'ha comentat, la urbanització s'alimenta actualment des d'una canonada d'impulsió / distribució que va des de dipòsit de Romanyà fins al dipòsit 1 de St. Miquel d'Aro, ramificant-se al pas dels diferents carrers en altres canonades secundàries de la xarxa. Això representa nombrosos problemes de pressions, sent necessària la realització d'una xarxa separativa.

Aquesta nova canonada d'impulsió s'iniciarà a Romanyà amb un grup de pressió que alimentarà el dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro. La seva seqüència d'engegades prevista durant la setmana és la següent:



**Fig. 69.-** Cabal impulsat pel grup de bombeig fins a St. Miquel d'Aro amb una demanda punta 1,56.

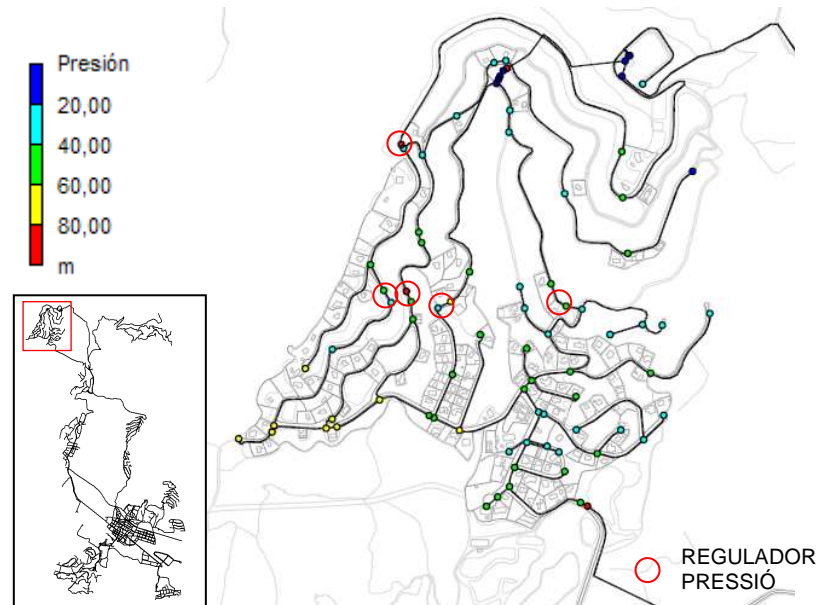
### **F9.3.- Col·locació de reductors de pressió.**

Aquesta urbanització té greus problemes de pressions degut a que s'alimenta mitjançant una canonada d'impulsió / distribució, la qual impossibilita la col·locació de reguladors de pressió en ella.

La impulsió es realitza per gravetat des del dipòsit de Romanyà, i connecta amb el dipòsit 1 de la urbanització passant abans pel seu interior connectant-se amb les canonades de distribució que es troba pel seu recorregut.

En el present treball es proposa la realització d'una nova canonada d'impulsió que alimenti el dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro, fet que tota la distribució es faci per gravetat. Així doncs, amb aquesta disposició es podran col·locar reguladors de pressió per a donar les pressions de servei adients.

S'observa en la figura 70 com amb aquesta nova disposició les pressions de la urbanització no sobrepassen els 80 m.c.a., fet que comporta una elevada millora de la xarxa, en presentar-se pressions de fins a 130 m.c.a. en determinats punts.



**Fig. 70.-** Pressions a St. Miquel d'Aro a les 11:00 hores amb una demanda punta 1,56.

### **F10.- SITUACIONS DE RISC**

La xarxa d'aigües municipal té una gran extensió de canonades i elements, pel que fa molt complicat un anàlisi exhaustiu de totes les zones. Tot i això a continuació es mostraran el comportament previsible de la nova xarxa en situacions de risc que poden esdevenir en un determinat moment.

#### **F10.1- Incendis**

Els bombers, per tal d'extingir els incendi amb garanties necessiten que la xarxa presenti unes condicions de funcionament determinades. Aquesta, si és nova ha de poder suportar com a mínim dos hidrants simultanis amb un cabal cadascun de 1000 litres/minut funcionant durant dues hores a una pressió de 10 m.c.a, mentre que si la xarxa és antiga, cada hidrant haurà de proporcionar com a mínim 500 litres/minut.

En el present treball no s'ha intervingut en la substitució de la xarxa de distribució existent del municipi, en haver-se de canviar en gairebé la seva totalitat pel fet que la majoria de canonades són de fibrociment, amb diàmetres menors a DN 100 mm, fent difícil poder subministrar als bombers un cabal de 1000 litres/minut en les zones noves i 500 litres minut en les antigues.

Amb les actuacions proposades es comprovarà com hi ha una millora substancial en els resultats en la lluita contra incendis, ja que s'ha augmentat el volum d'acumulació d'alguns dipòsits, o s'ha proposat alguna nova artèria principal, però el canvi més significatiu es donarà quant a mesura que es realitzin projectes de reurbanització dels carrers del municipi es substituïxin les conduccions existents per unes de diàmetre DN 125 mm com a mínim.

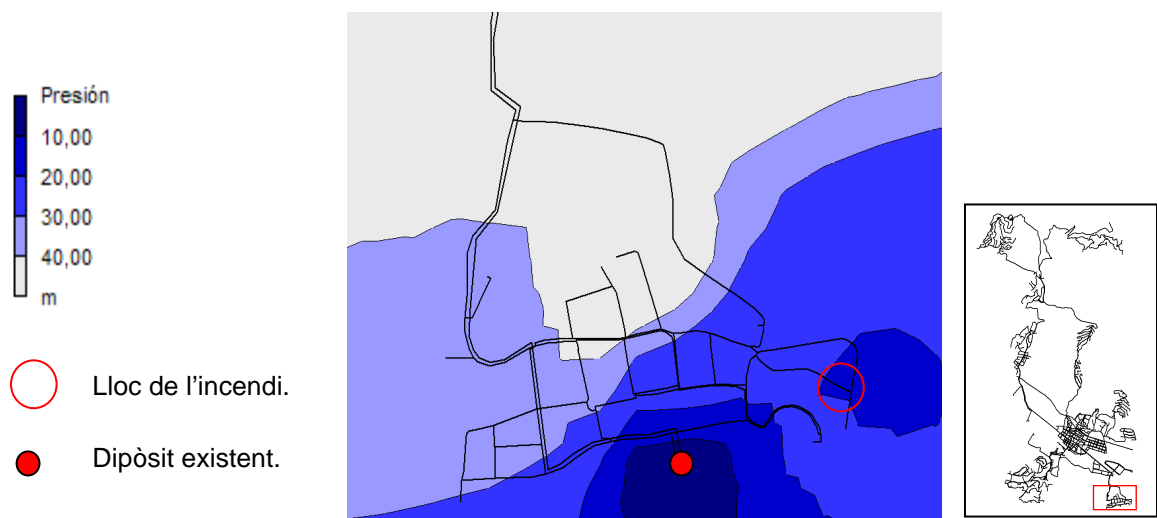
S'han tornat a simular els incendis en diversos punts de la xarxa on al capítol de situació actual existien pressions baixes.

- Simulació 1: Urbanització Mas Trempat
- Simulació 2: Urbanització Golf Club Costa Brava.
- Simulació 3: Urbanització Bell Lloch.

#### F10.1.1.- Urbanització Mas Trempat

S'observa una notable millora del comportament de la xarxa quant hi ha un incendi a la zona, ja que el nou dipòsit proposat està ubicat a una cota superior al actual i per tant les pressions de la instal·lació són superiors.

Així doncs, en el lloc de l'incendi es disposarà d'una pressió d'entre 10 i 20 m.c.a., proporcionant un cabal d'uns 500 litres/minut en cadascun dels dos hidrants activats. En ser una xarxa antiga amb diàmetres menors a DN 100 mm, hi ha col·locats hidrants amb una boca de DN 80 mm, els quals donen com a màxim el cabal anterior.



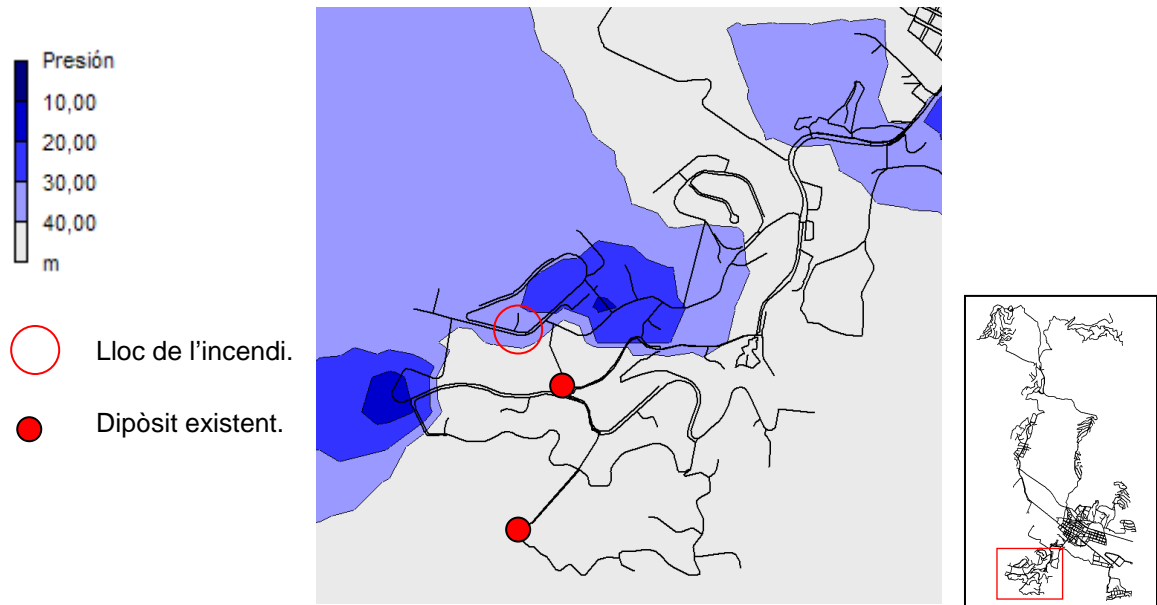
**Fig. 71.-** Pressions al Mas Trempat en cas d'incendi a les 8:00 hores amb dos hidrants de 500 l/min cadascun funcionant.



### F10.1.2.- Urbanització Golf Club Costa Brava

El Golf té una xarxa de distribució amb uns diàmetres nominals que sovint són menors a DN 100 mm. Això fa que hi hagi col·locats a la zona hidrants de DN 80 mm de boca i puguin proporcionar un cabal màxim de 500 litres/minut.

Es demostra a continuació que amb les actuacions realitzades a la zona, les pressions en la zona de l'incendi estan per sobre dels 10 m.c.a. complint per tant amb la normativa vigent.

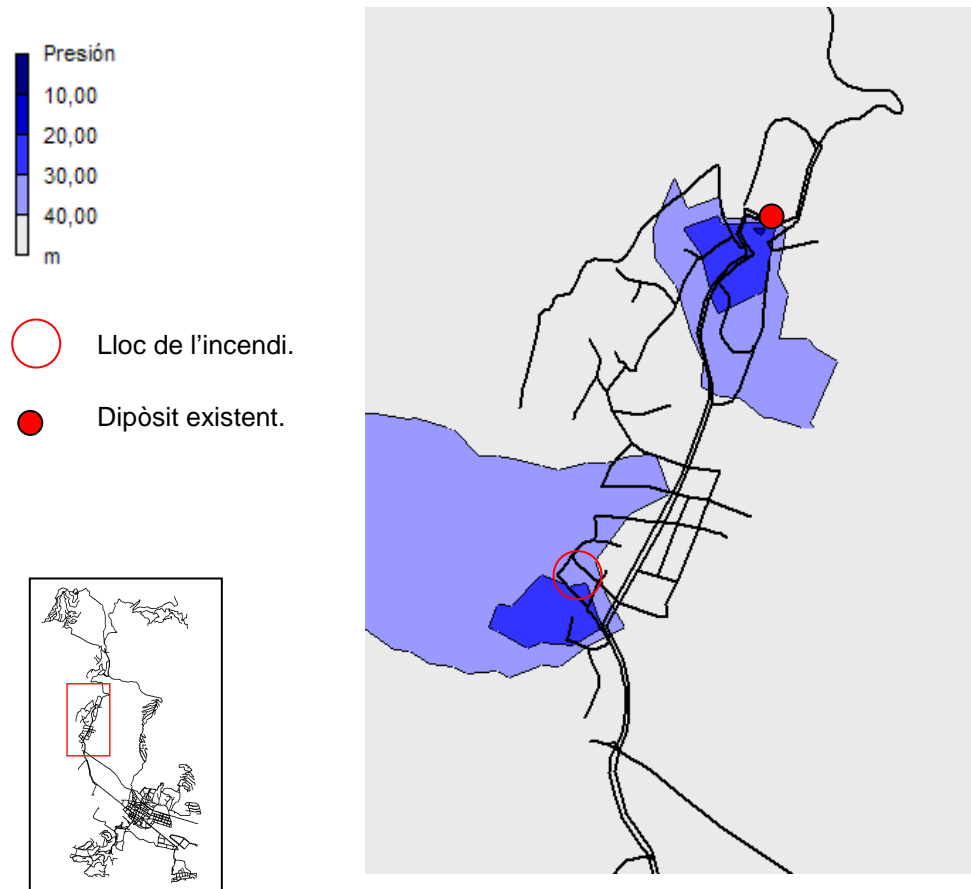


**Fig. 72.-** Pressions al Golf en cas d'incendi a les 8:00 hores amb dos hidrants de 500 l/min cadascun funcionant.

### F10.1.3.- Urbanització Bell Lloch

En cas d'incendi, aquesta zona presenta actualment deficiències importants tal com s'ha vist en el capítol d'anàlisi de la situació actual. Amb la realització de la nova xarxa separativa de distribució, l'aigua arriba molt més ràpidament a la zona, donant unes millors condicions en l'extinció d'incendis tal com es pot comprovar a la figura 73.

Amb les noves propostes de millora, tot i que es demanda un cabal de 1000 litres/minut en cadascun dels dos hidrants connectats, la xarxa subministra prou aigua per a l'incendi i per a mantenir les pressions de la xarxa per sobre de 10 m.c.a.



**Fig. 73.-** Pressions a Bell Lloch en cas d'incendi a les 8:00 hores amb dos hidrants de 1000 l/min cadascun funcionant.

### F10.2.- Talls en artèries principals

S'ha considerat la situació en què es produís un trencament en les canonades d'impulsió als dipòsits de Santa Cristina d'Aro i als de la zona de Bell Lloch i Romanyà. En els dos sistemes es disposa només d'una conducció d'impulsió per alimentar els seus dipòsits principals.

Per altra banda, s'han proposat una sèrie d'alternatives per a donar servei a les zones afectades pels talls en la impulsió, les quals es nomenaran a continuació.

- Tall a la impulsió de Sta. Cristina d'Aro. Es proposa l'alimentació de la zona des de les aigües de l'aqüífer del Ridaura, connectant directament les impulsions dels pous de Sta. Cristina i el Golf a la xarxa de distribució.

- Tall a la impulsió de Bell Lloch / Romanyà. Es proposa per a la zona alta (Romanyà, St. Miquel d'Aro, Vall repòs) la utilització de la nova canonada que connecta Roca de Malvet i Romanyà per a donar servei amb normalitat a la zona. Per altra banda, a Bell Lloch es subministrarà l'aigua des de la canonada de distribució, que transcorre paral·lela a la impulsió.

#### **F10.2.1.- Tall a la impulsió de Sta. Cristina d'Aro**

Tal com s'ha vist en la situació actual, la canonada d'impulsió cap als dipòsits generals de la població representen avui en dia un gran punt feble ja que els dipòsits es queden al cap d'unes 26 hores sense aigua, deixant sense subministrament a tot el nucli urbà i algunes urbanitzacions que en depenen.

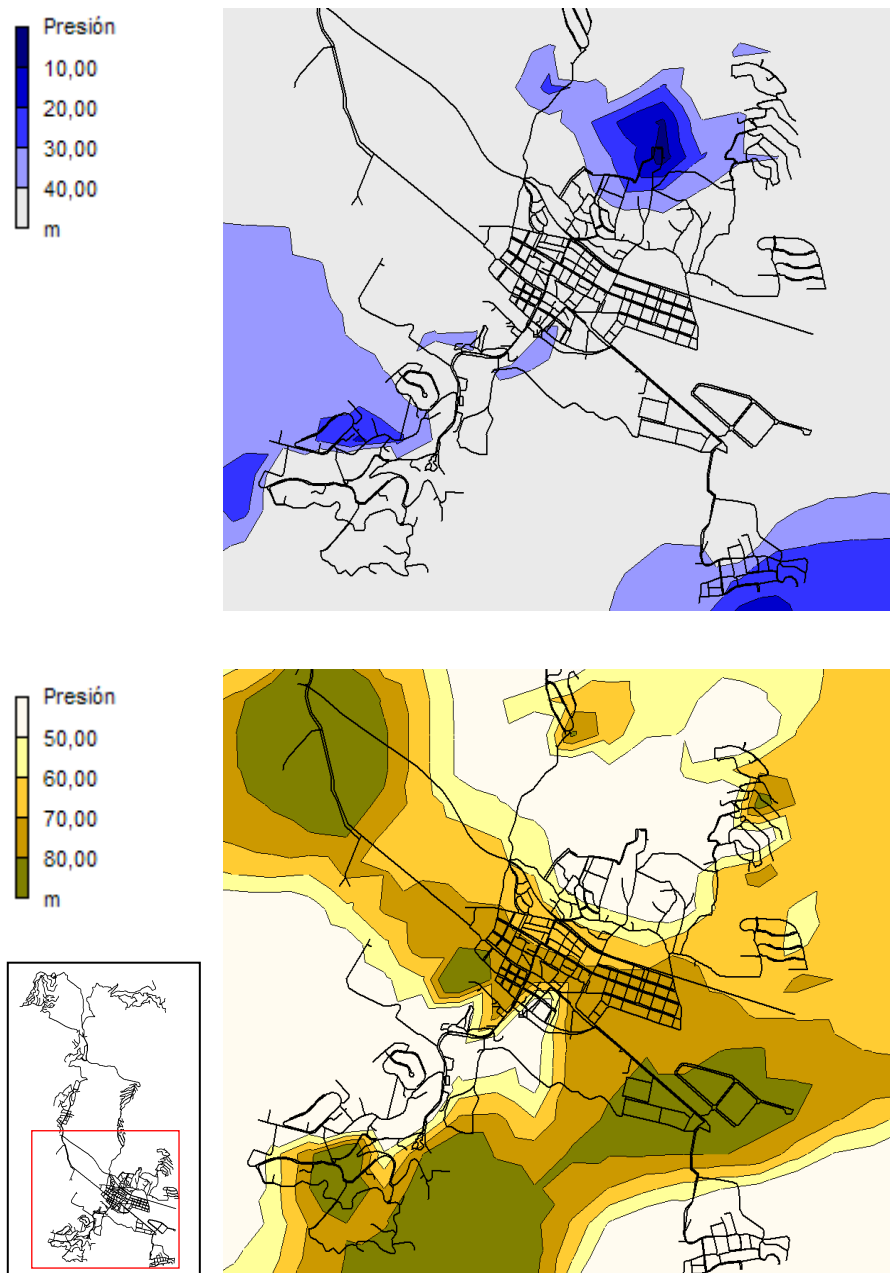
Per tal d'evitar que això passi es proposa subministrar aigua des dels pous propis de Sta. Cristina i alguns del Golf, alimentant directament a la xarxa de distribució.

Aquesta opció comporta unes variacions de pressió importants durant el dia ja que depenent de la demanda, les bombes aportaran més o menys cabal, desplaçant-se el seu punt de funcionament de la corba característica.

En la figura 74 es mostren les pressions de la xarxa de distribució quant estan alimentades directament des dels pous de Sta. Cristina i els pous del Golf (POU 7, 13, 17, 17 BIS). En la primera figura hi ha representades les zones amb pressions baixes, mentre que en la segona les pressions que sobrepassen els 50 m.c.a., les quals comencen a ser importants.

De la primera figura és destacable que a la cota més alta del nucli urbà, coincidint amb la ubicació dels dipòsits, és on hi ha menors pressions ja que està a 105.00 m. En aquesta zona no es troben habitatges i per tant no afectaran aquestes pressions baixes.

Per altra banda, les pressions que hi ha al nucli urbà estan compreses entre 70 i 80 m.c.a., sent ja unes pressions importants però que no representen perill per a les conduccions. A més es considera que aquesta situació tindrà una curta durada, ja que quant estigui reparada la impulsió es tornarà a la situació de funcionament normal de la xarxa.



**Fig. 74.-** Pressions mínimes i màximes en cas de trencament en la canonada d'impulsió de Sta. Cristina d'Aro.

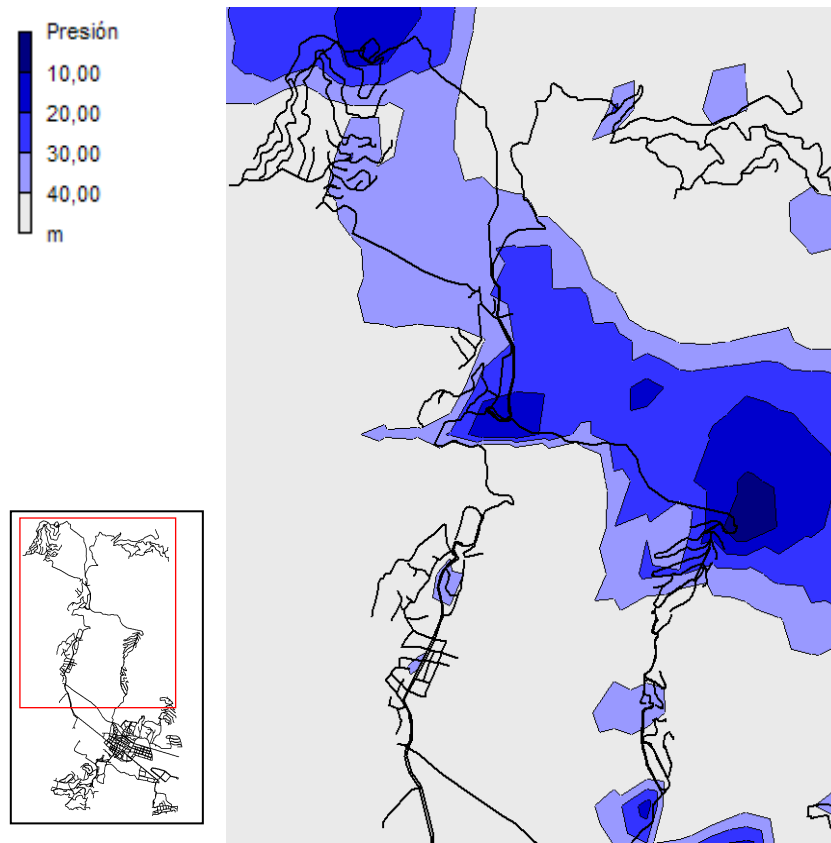
#### **F10.2.2.- Tall a la impulsió de Bell Lloch**

En el cas que es produís un tall en el subministrament a Bell Lloch es deixaria sense servei a la mateixa urbanització i a la zona alta de les gavarres, on hi ha Romanyà, St. Miquel d'Aro i Vall repòs.

Per evitar això s'ha proposat:

- Interconnexió de xarxes entre els dipòsits de Roca de Malvet, i el de Romanyà.
- Utilització de la canonada de distribució de Bell Lloch com a impulsió / distribució.

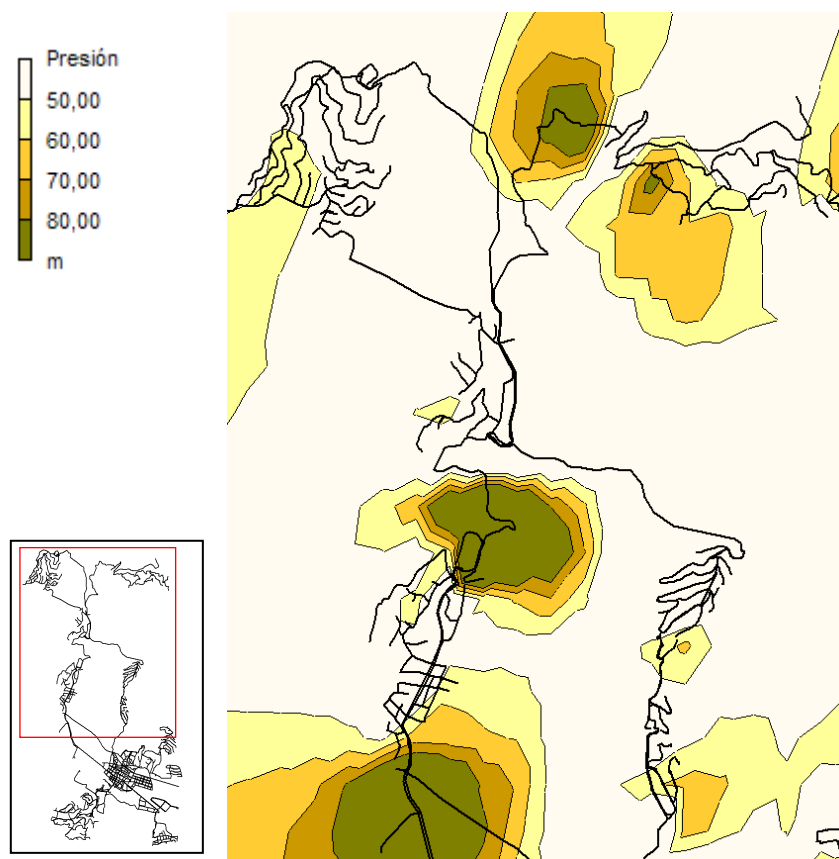
Els resultats de pressions es poden veure a les figures 75 i 76, on es mostra que encara que hi hagi un tall a la canonada d'impulsió de Bell Lloch, el sistema igualment funciona correctament ja que hi ha alternatives. L'anàlisi de les baixes pressions mostra com en cap cas a la xarxa de distribució es produeixen pressions per sota 10 m.c.a. Com a màxim, en les zones properes als dipòsits és on hi ha pressions baixes, però d'una manera semblant a les que hi ha amb el correcte funcionament de la xarxa.



**Fig. 75.-** Pressions mínimes en cas de trencament en la canonada d'impulsió de Bell Lloch.

Per altra banda, les pressions de la instal·lació en general tampoc són altes tret d'una sèrie de traces fosques del centre i sud de la figura 76. Aquestes marques provenen de les aigües dels conductes d'impulsió que han quedat retingudes en la canonada, tenint una elevada pressió a la seva zona baixa.

Així doncs, es pot concloure que el tall en la impulsió de Bell Lloch, no deixa sense subministrament a la zona, ja que s'han previst suficients recursos per alimentar-la provisionalment amb un nivell en el servei acceptable.



**Fig. 76.-** Pressions màximes en cas de trencament en la canonada d'impulsió de Bell Lloch.

## **ANNEX G**

---

## **G.- QUALITAT**

### **G1.- INTRODUCCIÓ**

El programa EPANET disposa d'un simulador de la qualitat de les aigües en xarxes d'abastament i distribució, el qual permet un seguiment de l'evolució de diverses substàncies a través de les canonades i nusos del sistema al llarg del temps. Algunes d'aquestes substàncies que s'estudiaran són: l'evolució de la concentració del clor lliure residual, l'entrada de contaminant i el temps de permanència de l'aigua a la xarxa.

Es diferenciaran dos apartats, primerament es realitzarà una descripció teòrica de les fórmules i mètodes de càlcul utilitzats per a l'anàlisi de qualitat, on es pretén justificant la base científica dels resultats obtinguts, i en segon lloc, es realitzarà l'anàlisi de la qualitat de l'aigua al municipi i la proposta d'una sèrie de millores.

### **G2.- DESCRIPCIÓ TEÒRICA**

Les equacions que utilitza el programa per a determinar la qualitat en cada component, estan basades en el principi de conservació de la massa i en la cinètica de reacció, mentre que pel càlcul del mallat, EPANET utilitza una aproximació de Lagrange, la qual permet fer el seguiment a intervals fixes en el temps, del destí d'una sèrie de segments discrets d'aigua, considerats mentre aquests avancen per les canonades i es barregen en els nusos (Liou i Kroon, 1987).

En aquest apartat es descriurà només la formulació final utilitzada per a la determinació dels paràmetres de qualitat, descartant els procediments d'obtenció de les fórmules per tal de no allargar excessivament l'annex.

#### **G2.1.- Transport en les canonades**

Una substància dissolta en l'aigua és transportada al llarg de la canonada amb la mateixa velocitat mitjana que el fluid, i al mateix temps reacciona amb una certa velocitat de reacció.

El transport d'una substància a l'interior d'una canonada bé donat per la fórmula següent:



$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -u_i \frac{\partial C_i}{\partial x} + R(C_i) \quad (\text{Eq.9})$$

On:

$C_i$ : concentració (massa/volum) canonada "i", la qual és funció de la distància "x" i del temps "t".

$u_i$ : velocitat del flux (longitud / temps)

$R$ : velocitat de reacció (massa / volum / temps)

### G2.2.- Intersecció entre canonades (nusos)

Aquesta situació es dona als nusos del sistema en què hi arriben dos o més canonades diferents. La concentració resultant de substància en les conduccions de sortida és la suma ponderada respecte els cabals d'entrada de les concentracions de tots els fluxos que arriben al nus.

$$C_{i|x=0} = \frac{\sum_{j \in I_k} Q_j C_{j|x=L_j} + Q_{k,ext} C_{k,ext}}{\sum_{j \in I_k} Q_j + Q_{k,ext}} \quad (\text{Eq.10})$$

On:

$i$ : línia per on surt cabal del nus  $k$ .

$I_k$ : conjunt de línies que flueixen fins al nus  $k$ .

$L_j$ : longitud de la línia  $j$ .

$Q_j$ : cabal (volum / temps) de la línia  $j$ .

$Q_{k,ext}$ : cabal extern que entra a la xarxa pel nus  $k$ .

$C_{k,ext}$ : concentració del cabal extern que entra a la xarxa pel nus  $k$ .

$C_{i|x=0}$ : concentració al principi de la línia  $i$ .

$C_{i|x=L}$ : concentració al final de la línia  $i$ .

### G2.3.- Velocitat de reacció

Quant una substància es desplaça per l'interior de la canonada o està en un dipòsit durant molt de temps, pot reaccionar amb altres substàncies que conté l'aigua, o bé amb el material de la paret que conté el fluid. La velocitat de reacció d'una substància per l'interior d'una canonada o dipòsit segueix la següent fórmula.

$$R = K \cdot C^n \quad (\text{Eq.11})$$

On:

*R*: velocitat de reacció.

*C*: concentració actual de la substància.

*K*: constant de reacció (es troba experimentalment).

*n*: ordre de la reacció.

L'ordre de reacció té valor positiu si la substància dissolta amb l'aigua creix en el temps, i valor negatiu si la seva tendència és a desaparèixer.

La figura 77 mostra un exemple de reacció que es pot donar a l'interior d'una canonada, en la qual hi transcorre aigua amb presència de clor lliure (ClOH). Una part d'aquest clor pot reaccionar amb la matèria orgànica natural (MON) en el flux principal, per donar un subproducte derivat de la desinfecció (SPD), mentre que una altra part del clor lliure es transportat fins a la capa límit pròxima a la paret, on s'oxida amb el ferro (Fe) després per la corrosió de la canonada.

Cal dir però que en la xarxa municipal la major part de les conduccions són de fibrociment o polietilè d'alta densitat, les quals no s'oxiden amb el clor i no presenten el problema de la disminució de la concentració per culpa del contacte amb les parets.

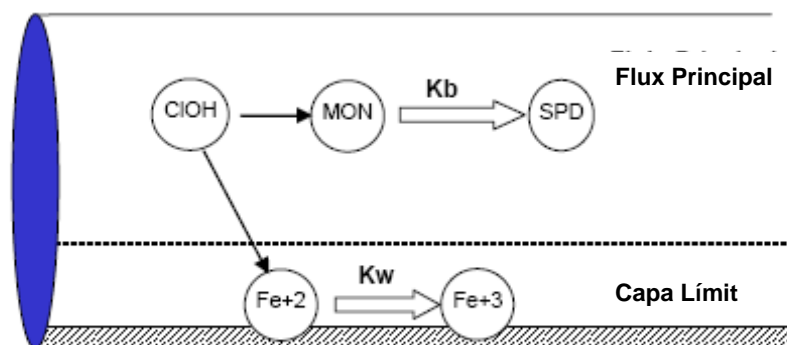


Fig. 77.- Reaccions del clor a l'interior d'una canonada.

#### G2.4.- Barreja en els dipòsits de regulació

Els dipòsits de la xarxa de distribució s'emplenen i es buiden periòdicament comportant un constant moviment en el fluid. Així doncs es suposarà que hi haurà una barreja completa de l'aigua del dipòsit i per tant la concentració que hi haurà serà el resultat de la combinació

entre la concentració de l'aigua entrant amb l'aigua emmagatzemada en aquell moment. No obstant això, la concentració pròpia de l'aigua del mateix dipòsit pot canviar degut a reaccions internes.

$$\frac{\partial(V_s C_s)}{\partial t} = \sum_{i \in I_s} Q_i C_{i|x=L_i} - \sum_{j \in O_s} Q_j C_s + R(C_s) \quad (\text{Eq.12})$$

On:

$V_s$ : volum d'aigua emmagatzemada al dipòsit a l'instant  $t$ .

$C_s$ : concentració de l'aigua existent en el dipòsit.

$I_s$ : conjunt de línies per les que entra aigua al dipòsit.

$O_s$ : conjunt de línies per les que surt aigua del dipòsit.

$R(C_s)$ : reaccions internes

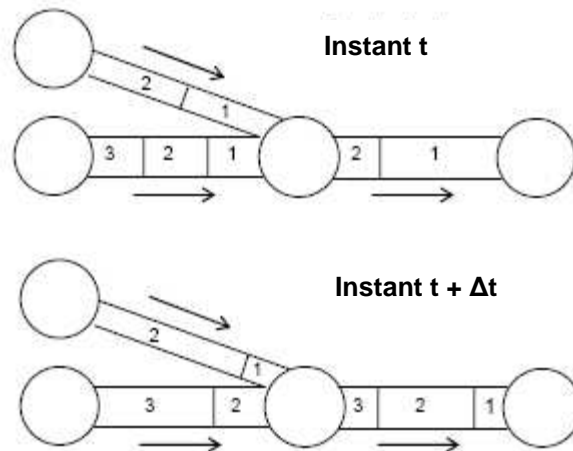
## G2.5.- Algoritme de transport de Lagrange

El mètode utilitzat per algoritme de Lagrange va actualitzant en cada pas la concentració i la mida d'una sèrie de segments d'aigua que emplen les canonades. A mesura que avança el temps, el primer segment aigües a dalt d'una línia, incrementa la seva dimensió per allotjar l'aigua que hi va entrant. Al mateix temps, l'últim segment de la línia perd volum degut a l'aigua que abandona la línia, reduint-se en una mida equivalent. Per altre banda, les dimensions dels segments intermedis es mantenen constants.

Al final de cada període de temps, EPANET realitza els següents passos:

- 1) S'actualitza la qualitat de l'aigua en cada segment, per a tenir en compte la reacció que s'hagi produït en cada interval.
- 2) L'aigua dels primers segments de totes les línies que van a cada nus, es barreja per a calcular un nou valor del paràmetre de qualitat del nus. El volum aportat per a cada segment serà el producte del cabal de la canonada per l'interval de temps.
- 3) S'afegeixen les contribucions de les fonts externes per a determinar el valor final de la qualitat en els nus.

- 4) Es creen nous segments en totes les línies que surten de cada nus, embassaments o dipòsits. La seva qualitat serà igual a la calculada en el seu nus d'origen.



**Fig. 78.-** Comportament dels segments en el mètode de resolució de Lagrange.

Les actualitzacions de la qualitat en els dipòsits és diferent que en les canonades i nusos ja que aquí depèn del model de barreja escollit.

### **G3.- ESTUDI DE LA XARXA MUNICIPAL**

En aquest apartat es descriuran els temes relacionats amb la qualitat de l'aigua potable del municipi. Així doncs, aquí s'exposaran les condicions en què es troben actualment les aigües, i els resultats obtinguts de les analítiques i dades de partida de què es disposen. A més es determinarà el coeficient de reacció del clor a l'interior de conduccions.

#### **G3.1.- Qualitat de les aigües Municipals**

Al municipi es poden diferenciar tres zones independents, encara que per raons geogràfiques es tractaran per un costat les de Sta. Cristina d'Aro i el Golf, i per l'altre les de Bell Lloch / Romanyà..

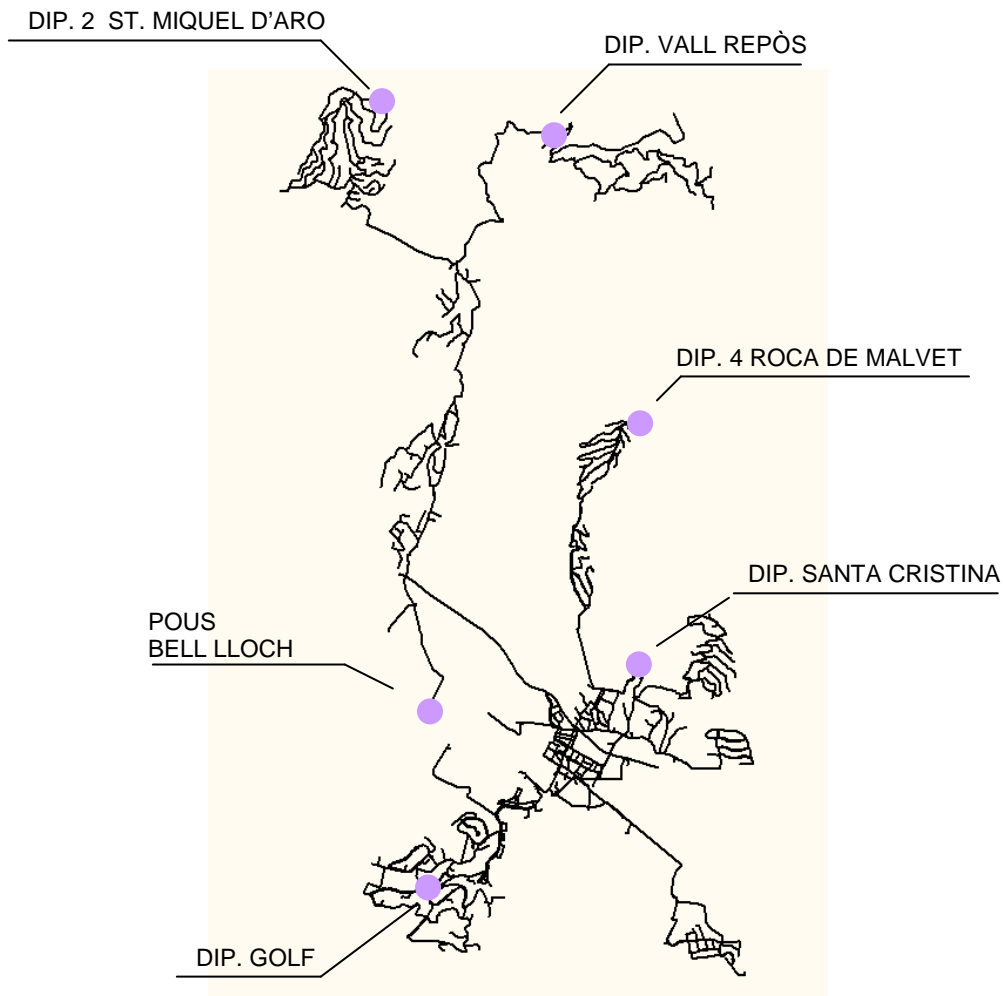
- Nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i les urbanitzacions properes.
- Urbanització Golf Club Costa Brava.
- Urbanització Bell Lloch i Romanyà.

Totes aquestes zones disposen dels seus propis elements de desinfecció, garantint una concentració de clor lliure residual d'entre 0,2 i 1 mg/l.

La desinfecció de les aigües es realitza mitjançant clor sent la seva concentració un paràmetre molt irregular ja que depèn de moltes variables que fan que sigui molt difícil de determinar amb exactitud, i per tant de simular.

Existeixen avui en dia tres punts de cloració principals que corresponen cadascun d'ells amb les tres zones anteriorment nomenades. A la zona de Santa Cristina, la desinfecció es realitza als dipòsits generals de la població, a la zona del Golf es fa al dipòsit nº 1 de la urbanització, mentre que a la zona de Bell Lloch / Romanyà la cloració es realitza en els mateixos pous d'abastament.

Les zones més allunyades i amb menys consum, la qualitat de les aigües es deteriora durant l'hivern donat la poca circulació que tenen, amb la necessitat de posar una estació de post cloració en aquestes zones remotes. Aquests llocs són al dipòsit nº 4 de Roca de Malvet, al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro, i a la urbanització Vall repòs.



**Fig. 79.-** Ubicació de les estacions de cloració del municipi.

### G3.2.- Consideracions inicials

L'empresa encarregada d'analitzar les aigües municipals ha facilitat, per a la realització d'aquest treball, les concentracions de clor lliure residual que es donen en determinats punts de la xarxa, els quals es descriuen a continuació:

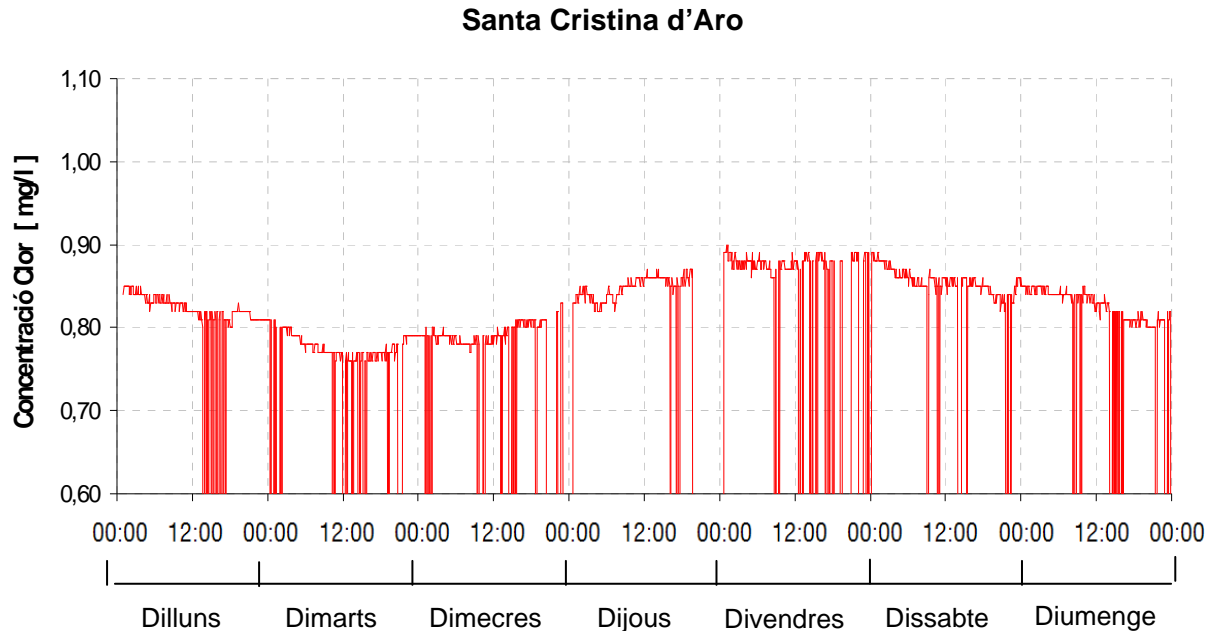
<b>SANTA CRISTINA D'ARO</b>		
	mg/l	
Aigua del Pasteral als dipòsits generals	0,5 - 0,8	
Sortida dels dipòsits generals	0,8	Cloració
Xarxa de distribució nucli urbà	0,2 - 0,6	
Dipòsit receptor Roca de Malvet	0,4 - 0,6	
Dipòsit nº4 Roca de Malvet	0,3	Cloració
<b>GOLF CLUB COSTA BRAVA</b>		
Aigua del Pasteral al dipòsit general	0,5 - 0,8	
Sortida dipòsit general	0,8	Cloració
Dipòsit de Rocalba	0,3 - 0,4	
Punt més llunyà de la xarxa	0,2	
<b>BELL LLOCH / ROMANYÀ</b>		
Pous de captació de Bell Lloch	0,8 - 1	Cloració
Dipòsit de Bell Lloch	0,6 - 0,7	
Dipòsit de St. Miquel d'Aro	0,4	Cloració
Dipòsit de Vall repòs	0,4	Cloració

**Taula. 36.-** Resum de les analítiques sobre els nivells de clor en les aigües municipals.

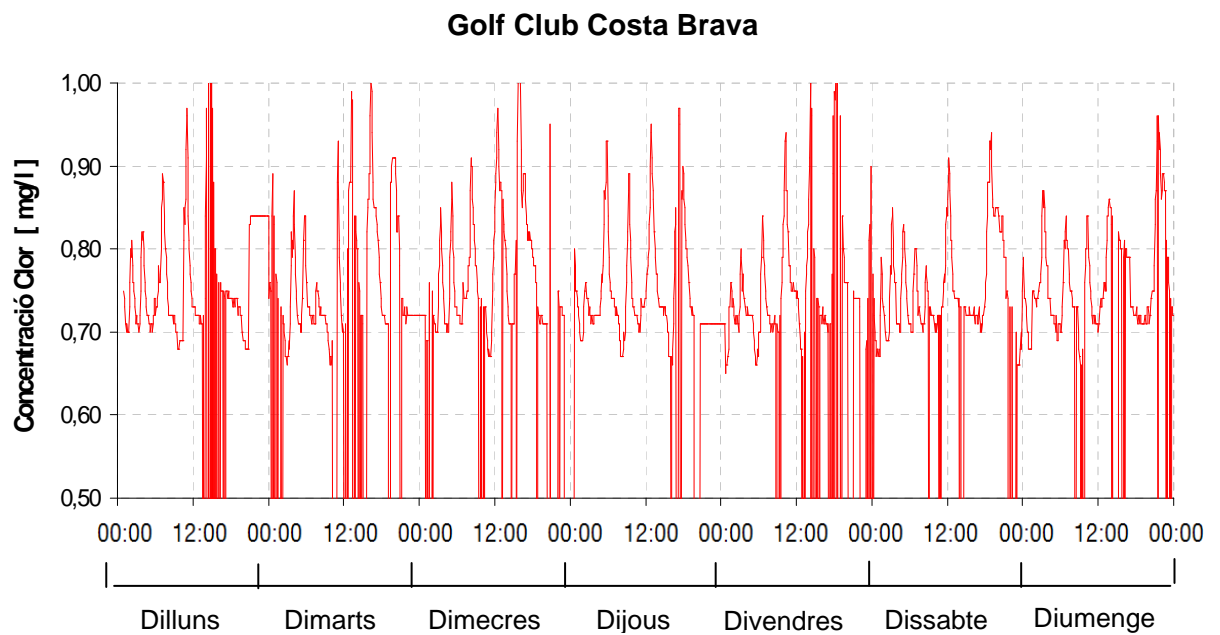
Per altra banda es disposa d'una base de dades de la concentració de clor en continu en els dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro i el Golf, la qual permetrà mitjançant el programa de càlcul Excel la visualització dels valors en gràfiques.

Amb aquestes dades es comprovarà si la concentració de clor dins el dipòsit és més o menys constant, i si està dins del rang d'acceptació marcat per la companyia d'aigües, ja que si disminuís o augmentes molt podria provocar seriosos problemes sanitaris a la població.

Per altra banda, es considera que els dipòsits es buiden i s'emplenen un nombre de vegades al dia suficient per a barrejar completament les aigües, i homogeneïtzar la concentració de clor.



**Fig. 80.-** Evolució del clor lliure residual al dipòsit general de Sta. Cristina d'Aro.



**Fig. 81.-** Evolució del clor lliure residual al dipòsit general del Golf Club Costa Brava.

Primerament comentar que els valors que arriben a 0 mg/l són errors del senyal d'emissió provocats per l'aparell de telecontrol, sent unes interferències que poden donar lloc a confusió.

De les gràfiques anteriors s'observa la variació durant una setmana del clor lliure residual dins els dipòsits generals de Sta. Cristina i el Golf. En el primer cas, la oscil·lació entre el valor màxim i mínim de la concentració és d'entre el 0,77 i 0,88 mg/l sent uns valors clarament acceptables.

El dipòsit del golf presenta una concentració de clor molt variable i irregular, ja que en poques hores pot passar d'un nivell de 1 mg/l a uns 0,6 mg/l. Així i tot es consideren valors acceptables en no sobrepassar els nivells màxims i mínims exigits en la normativa vigent.

### **G3.3.- Determinació del coeficient de reacció**

El clor residual lliure que conté l'aigua de la xarxa de distribució, reacciona amb altres substàncies dissoltes en el fluid i amb el contacte amb les parets de la canonada, provocant una disminució del clor a l'aigua.

Tal com s'ha vist en l'apartat "*Descripció teòrica*", la velocitat d'aquestes reaccions depenen d'un coeficient  $n$ , el qual es determina experimentalment mesurant com evoluciona amb el temps la concentració de clor del sistema.

- ***El coeficient de reacció a les parets*** no és molt significatiu en la xarxa de municipal de Santa Cristina ja que només és un factor important per a conduccions de fosa dúctil o ferro. En les canonades de fibrociment o polietilè, les quals són majoritàries a la xarxa, la concentració de clor no es veu afectada en ser uns materials inerts.

Així doncs, en disposar d'un nombre molt baix de canonades de ferro en la xarxa, les quals en cap cas representen trams importants de distribució, es menysprearà aquest coeficient.

- ***El coeficient de reacció amb l'aigua***, es considera un dels factors més importants que afectarà a la cinètica de reacció de la instal·lació, essent necessari el seu càlcul per introduir-lo al programa de simulació.

Aquest coeficient es troba experimentalment recollint mostres de l'aigua en un recipient de vidre, i mirant com evoluciona el clor amb el temps.

Mitjançant la fórmula següent es determinarà el coeficient de reacció del clor en el medi aquós.



$$n = \frac{L_n \frac{C_n}{C_0}}{t} \quad (\text{Eq.13})$$

On:

*n*: coeficient de reacció (*dies*<sup>-1</sup>)

*C*<sub>0</sub>: concentració inicial (mg/l)

*C*<sub>*n*</sub>: concentració en el temps de la mesura *n* (mg/l)

*t*: temps (hores)

Segons l'estudi de la qualitat de l'aigua en les xarxes de distribució (Alcocer V. H. et al.) on s'exposa un cas pràctic del càlcul del coeficient de reacció per a canonades de més de 2 ", es determina un coeficient de reacció que varia entre 0,2 i 1,2 hores<sup>-1</sup>. En no disposar de valors concrets de concentració es considerarà en la simulació un coeficient mig de 0,7 hores<sup>-1</sup>.

#### **G4.- SIMULACIÓ DE LA QUALITAT ACTUAL**

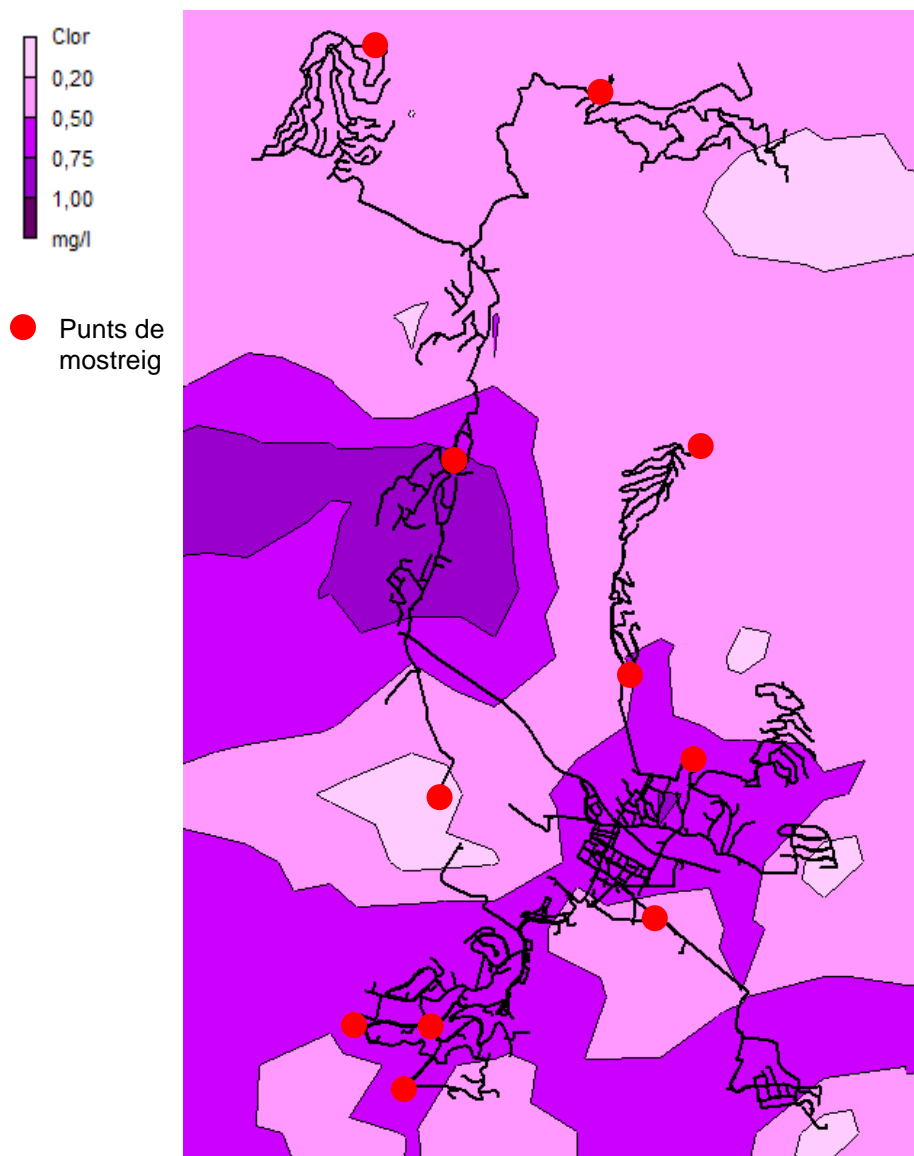
Per a desenvolupar l'anàlisi complet de la xarxa s'han seguit una sèrie de passos els quals es detallen breument a continuació. En primer lloc s'han introduït els valors i condicions inicials, així com també els elements de desinfecció descrits a l'apartat anterior, en segon lloc s'han validat els resultats obtinguts en la simulació mitjançant valors experimentals, i per últim s'ha analitzat i proposat una sèrie de solucions de millora en la instal·lació.

##### **G4.1.- Validació dels resultats obtinguts**

Amb les dades facilitades per la companyia subministradora s'han simulat els elements i paràmetres més significatius en matèria de qualitat, com són les estacions de cloració, les condicions inicials de clor en les canonades, nusos i dipòsits, i els coeficients de reacció definits anteriorment.

Per tal de contrastar la bondat de la simulació, a continuació es compararan els resultats obtinguts en el programa i els valors reals proporcionats pel laboratori que analitza les aigües. S'ha de tenir en compte, però, que la concentració de clor a l'aigua és molt variable

ja que depèn de molts factors i per això no es disposen, en molts casos, de valors concrets sinó d'uns rangs de concentració.



**Fig. 82.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual al Municipi de Santa Cristina d'Aro.

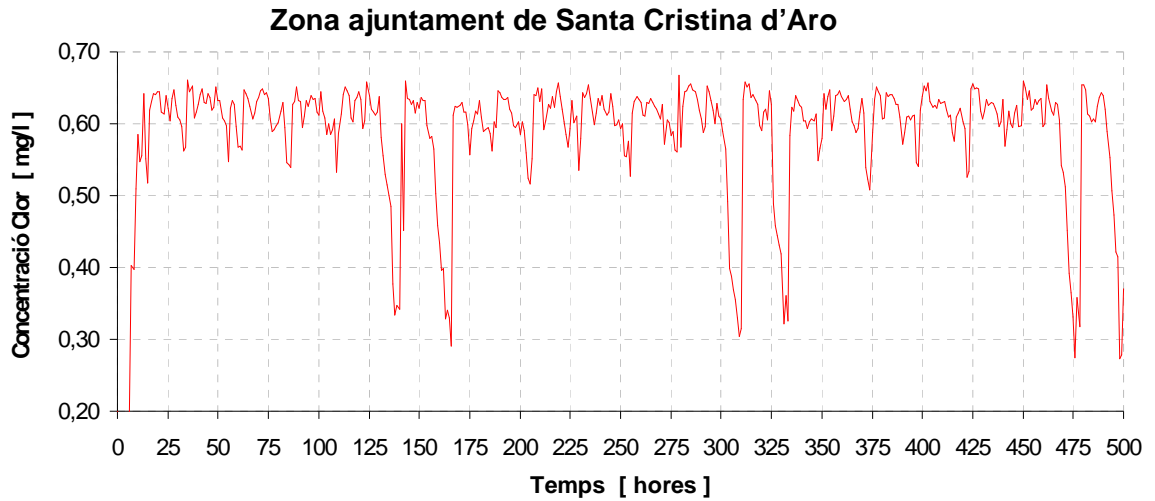
	Concentració real	Simulació	
<b>SANTA CRISTINA D'ARO</b>			
	mg/l		
Aigua del Pasteral als dipòsits generals	0,50 - 0,80	0,54 - 0,76	
Sortida dels dipòsits generals	0,80	0,80	Cloració
Xarxa de distribució nucli urbà	0,20 - 0,60	0,23 - 0,70	
Dipòsit receptor Roca de Malvet	0,40 - 0,60	0,48 - 0,67	
Dipòsit n°4 Roca de Malvet	0,30	0,30	Cloració
<b>GOLF CLUB COSTA BRAVA</b>			
Aigua del Pasteral al dipòsit general	0,50 - 0,80	-	
Sortida dipòsit general	0,80	0,80	Cloració
Dipòsit de Rocalba	0,30 - 0,40	0,36 - 0,52	
Punt més llunyà de la xarxa	0,20	0,35	
<b>BELL LLOCH / ROMANYÀ</b>			
Pous de captació de Bell Lloch	0,80 - 1,0	1,0	Cloració
Dipòsit de Bell Lloch	0,60 - 0,70	0,50 - 0,72	
Dipòsit de St. Miquel d'Aro	0,40	0,40	Cloració
Dipòsit de Vall repòs	0,40	0,40	Cloració

**Taula. 37.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual al Municipi de Santa Cristina d'Aro.

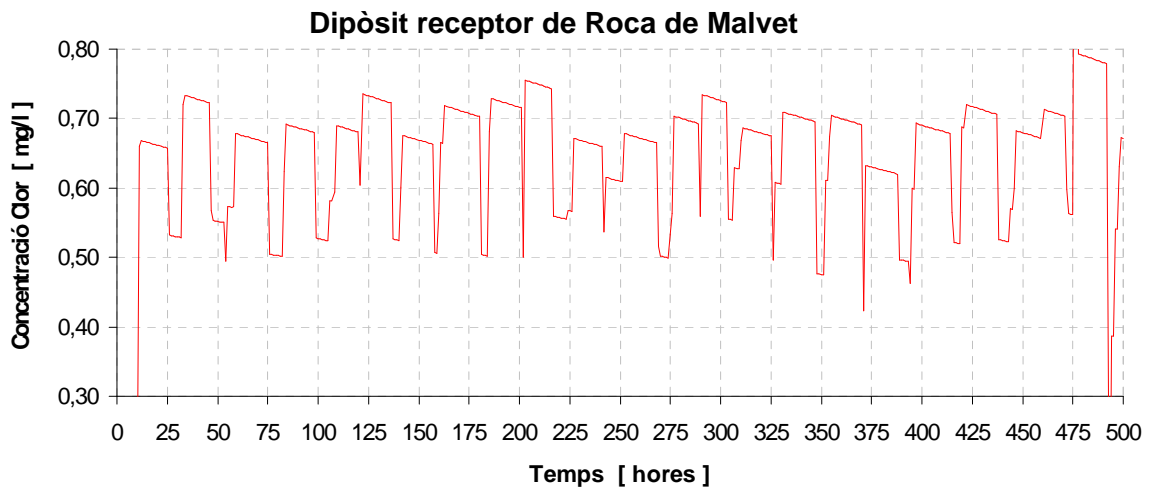
Els valors de concentració simulats estan dins els límits que exigeix la normativa vigent en matèria de qualitat de les aigües, i s'acosten en gran mesura als valors reals donats pels anàlisis químics.

Per a mostrar la variabilitat de la concentració de clor, s'han realitzat seguidament unes gràfiques sobre la seva evolució durant un període de 500 hores. Aquestes gràfiques corresponen a diversos punts destacables de la xarxa, ja sigui per la seva importància estratègica, o bé perquè hi ha una lleugera desviació entre els valors simulats i reals.

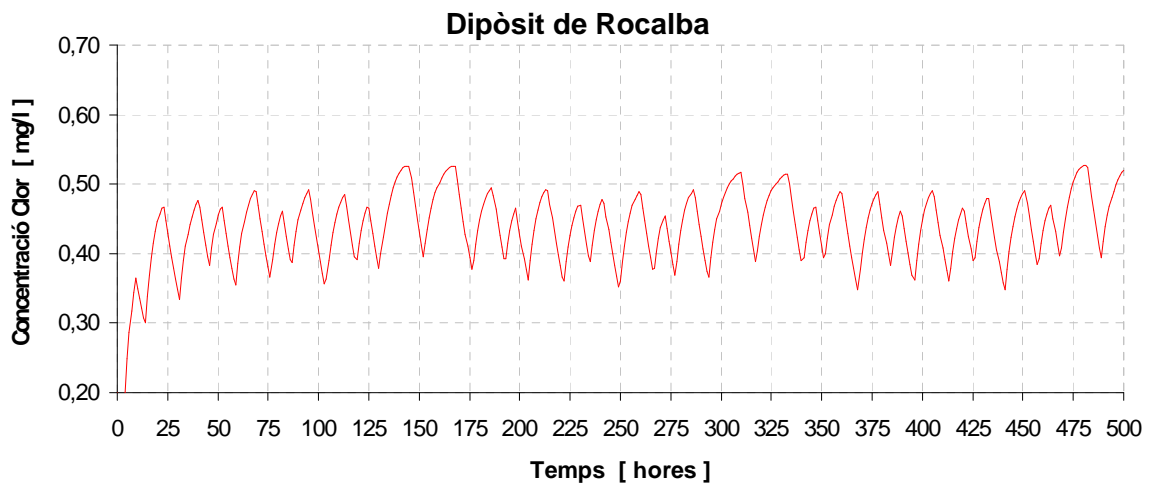
En concret, aquests punts són: La zona de l'ajuntament, ja que és una de les zones més allunyats del nucli urbà, i on hi ha una gran quantitat de residents; al dipòsit receptor de Roca de Malvet, ja que la concentració que hi arribi afectarà molt al nivell de clor del 4rt dipòsit de la urbanització; el dipòsit de Rocalba ja que els valors màxims obtinguts en la simulació estan lleugerament per sobre els reals; i per últim el dipòsit de Bell Lloch ja que és un punt de vital importància en la xarxa de Bell Lloch / Romanyà.



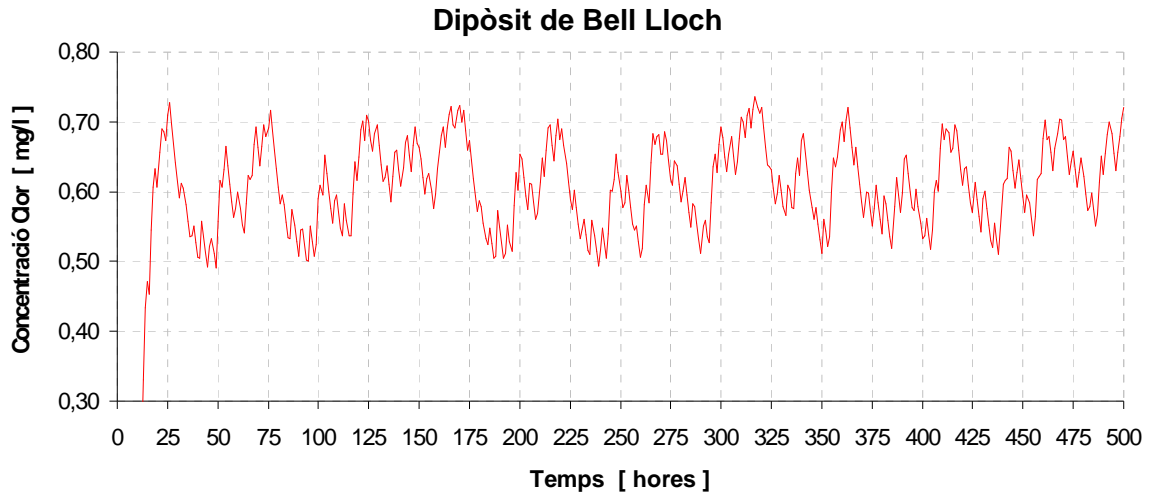
**Fig. 83.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual a la zona de l'ajuntament.



**Fig. 84.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual al dipòsit de Roca de Malvet.



**Fig. 85.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual al dipòsit de Rocalba.



**Fig. 86.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual al dipòsit de Bell Lloch.

#### **G4.2.- Simulació del clor lliure residual**

A continuació es mostren els resultats obtinguts en la simulació amb EPANET de la qualitat actual de les aigües del municipi. En tenir una extensió territorial molt gran, s'ha separat en dos blocs i així poder tenir una major precisió en les figures mostrades.

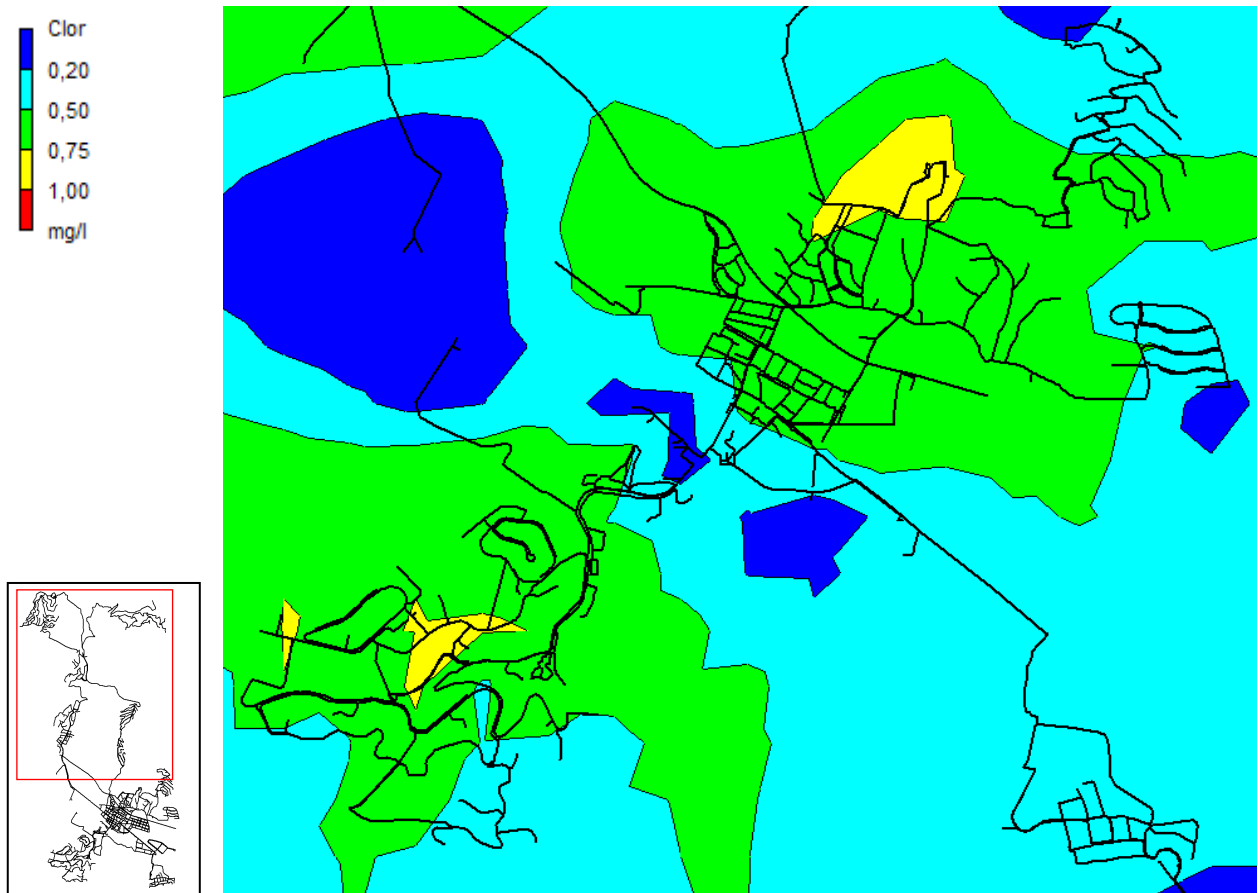
##### **G4.2.1.- Nucli urbà i urbanitzacions de Sta. Cristina d'Aro**

La figura 87 mostra la concentració de clor lliure residual del nucli urbà de Sta. Cristina, i les urbanitzacions Golf Club Costa Brava, Les Teules i Mas Trempat. En aquesta zona és on hi ha la major part de la població del municipi, i per tant és on es consumeix més aigua.

Es pot observar, que en les zones allunyades de les estacions de cloració, els nivells de clor lliure residual són baixos, podent provocar, en determinades èpoques de mínim consum, problemes en la qualitat de l'aigua ja que aquesta no circula prou ràpid i per tant amb el risc de quedar estancada. El fet que bona part de les canonades d'aquestes urbanitzacions estiguin amb una disposició ramificada no ajuda a la circulació del fluid.

Les zones problemàtiques detectades són:

- Mas Trempat, degut a la distància que hi ha entre els dipòsits generals (estació de cloració) la urbanització.
- Zona alta de les Teules, degut al pas del fluid per tres dipòsits reguladors que envellaix l'aigua clorada perdent les seves propietats desinfectants.
- Zona alta del Golf, degut a la gran distància entre el punt de cloració i els punts de consum, amb la necessitat a més de passar abans pel dipòsit de Rocalba.

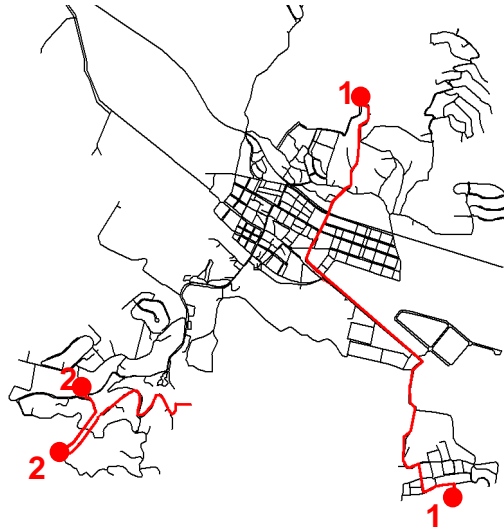


**Fig. 87.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual Santa Cristina d'Aro.

No obstant aquests punts indicats, la major part del nucli urbà i zones de major població tenen uns nivells de clor d'entre 0,5 i 0,75 mg/l, els quals es consideren molt adequats per a garantir la qualitat de l'aigua.

Cal comentar que a les zones del centre del municipi on la concentració de clor està per sota del 0,20 mg/l no són deficientes ja que aquesta aigua pertany a la xarxa d'impulsió municipal, sent clorada posteriorment als dipòsits generals abans de la distribució.

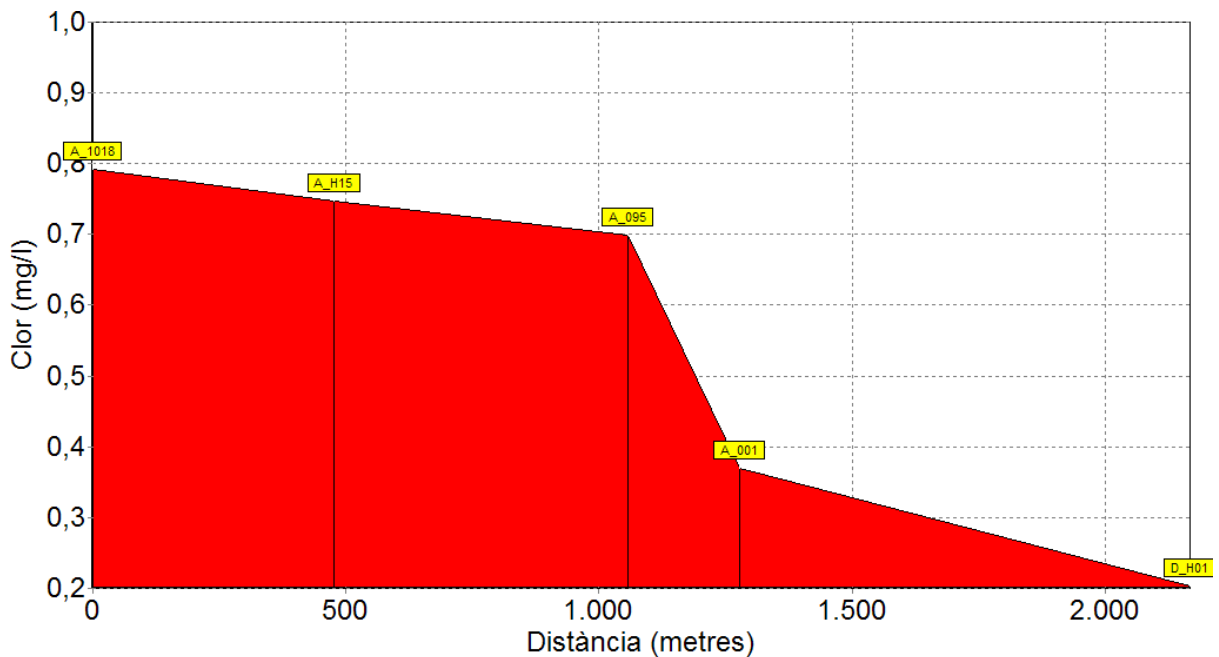
Seguidament es mostra l'evolució de la concentració de clor des de diferents recorreguts. 1) des de l'estació de cloració situada als dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro fins a la urbanització Mas trempat; 2) des del dipòsit general del Golf fins als habitatges més llunyans de la zona alta.



**Fig. 88.-** Recorregut concentració de clor lliure residual estudiat.

- *Dipòsits generals Sta. Cristina d'Aro – Urbanització Mas Trempat*

La qualitat de les aigües en el casc urbà de Sta. Cristina d'Aro està garantida en casos de funcionament normal de la instal·lació tal i com es mostra en la figura 89, ara bé, a les seves urbanitzacions la situació no és tant bona ja que per exemple a l'inici de la urbanització Mas Trempat els nivells de clor residual lliure estan poc per sobre de 0,2 mg/l tal com es mostra en la figura 89.



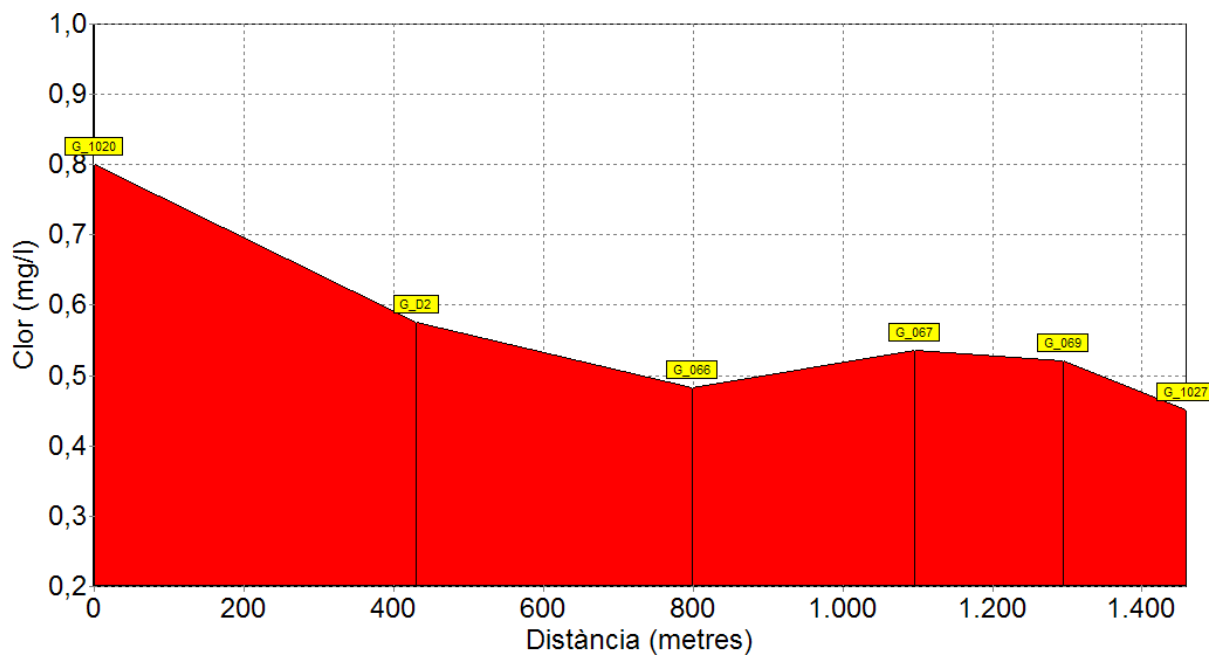
**Fig. 89.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro fins a la urbanització Mas Trempat.

Cal dir però, que degut a la proximitat amb St. Feliu de Guíxols, la urbanització agafa part de l'aigua d'aquest municipi veí, la qual està ja clorada. En el futur es preveu la completa separació de les xarxes, i per tant fan falta una sèrie d'actuacions per a no deixar sense clorar l'aigua de la zona.

- *Dipòsit general del Golf – últims habitatges urbanització*

La urbanització del Golf és una de les zones on a l'estiu es consumeix una quantitat major d'aigua, encara que després a l'hivern aquest volum es redueix enormement. Això fa que s'hagi de dimensionar la xarxa pensant en les reserves d'estiu, afectant a la qualitat de l'aigua durant l'hivern en tenir un temps de permanència a la instal·lació excessiu.

A continuació es mostra l'evolució del nivell de clor a l'aigua de la zona alta de la urbanització ja que tal com s'ha vist és la que presenta més problemes de qualitat.



**Fig. 90.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels dipòsits generals del Golf fins als últims habitatges de la urbanització.

Es pot observar que del dipòsit general (G\_1020) al dipòsit de Rocalba (G\_D2) és on es perd la major quantitat de clor dissolt en l'aigua, tot i que no representa una longitud excessiva ni uns grans volums d'acumulació.



Els altres punts aigües avall del dipòsit de Rocalba, mantenen la concentració de clor o fins i tot l'augmenten, degut a que la xarxa a la zona està parcialment mallada, sense representar en cap moment nivells que s'acosten al límit de 0,20 mg/l establert per la normativa.

Es demostra que tot i la forta estacionalitat de la zona, els nivells de clor són suficients i no fa falta la intervenció en matèria de qualitat.

#### G4.2.2.- Bell Lloch / Romanyà i Roca de Malvet

La següent figura mostra els resultats obtinguts en la simulació de la concentració de clor a la zona de Bell Lloch / Romanyà. A més s'ha afegit la urbanització de Roca de Malvet, que tot i que pertany a Sta. Cristina, queda geogràficament més pròxima a aquesta zona.

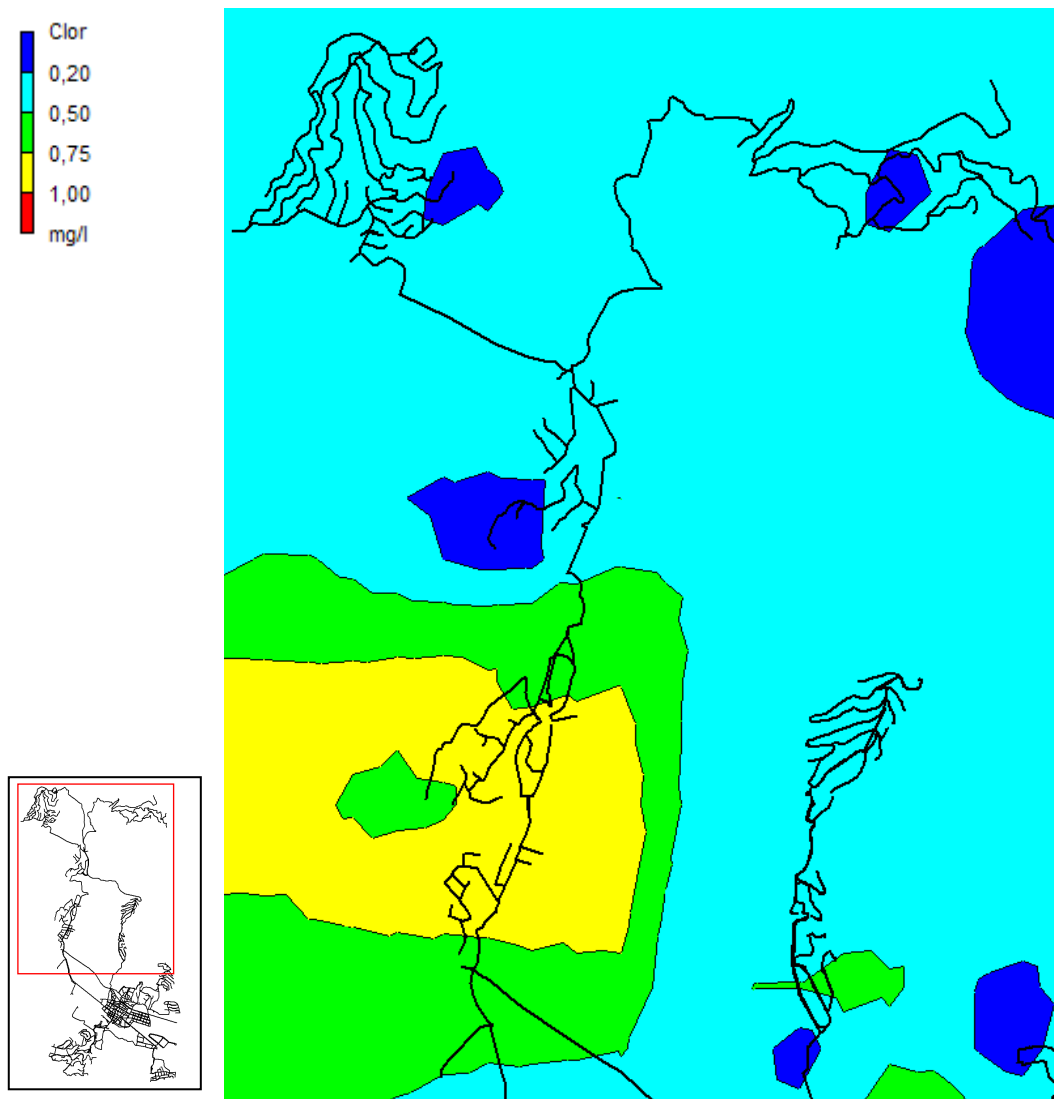


Fig. 91.- Simulació de la concentració de clor lliure residual a Bell Lloch / Romanyà.

Els resultats de la simulació, són acceptables ja que són semblants als valors facilitats per la química. A la urbanització Bell Lloch, hi ha concentracions moderades - altes de clor que poden oscil·lar entre 0,75 i 0,80 mg/l, mentre que els reals poden anar entre 0,6 i 0,7 mg/l. Això és degut a que la concentració de clor en els pous d'abastament té una concentració alta que va des de 0,8 a 1 mg/l per tal de garantir la qualitat de les zones més allunyades de la urbanització (a 9 Km dels pous d'abastament).

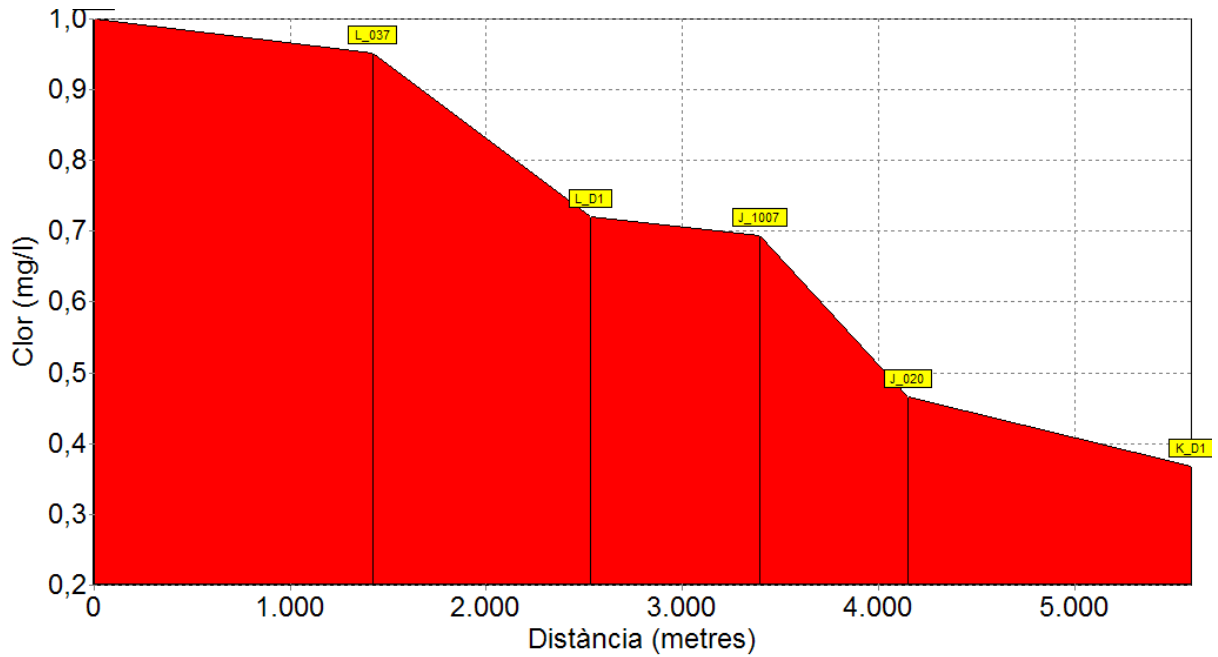
Per altra banda, a mesura que s'augmenta de cota i de longitud, la concentració de clor va disminuint progressivament fins a la necessitat d'haver d'instal·lar dues postcloracions situades al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro, i l'altre al de Vall repòs. Això permet mantenir uns nivells de clor per sobre el 0,2 mg/l en gairebé la totalitat de les zones.

La urbanització Roca de Malvet té el mateix problema de qualitat en el seu dipòsit nº 4 (el situat a la cota més alta) provocat pel pas de l'aigua per tres dipòsits reguladors, els quals fan disminuir en gran part la concentració de clor. Per aquest motiu s'ha instal·lat una estació de postcloració que ajuda a mantenir els nivells a uns valors acceptables.

Les següents gràfiques mostren l'evolució del clor en funció de la distància recorreguda, ja que tal com s'ha comentat anteriorment es produeix una degradació important de la seva concentració que podria provocar la proliferació de bacteris i microorganismes no desitjats.

- *Pous d'abastament de Bell Lloch – Dipòsit de Vall repòs*

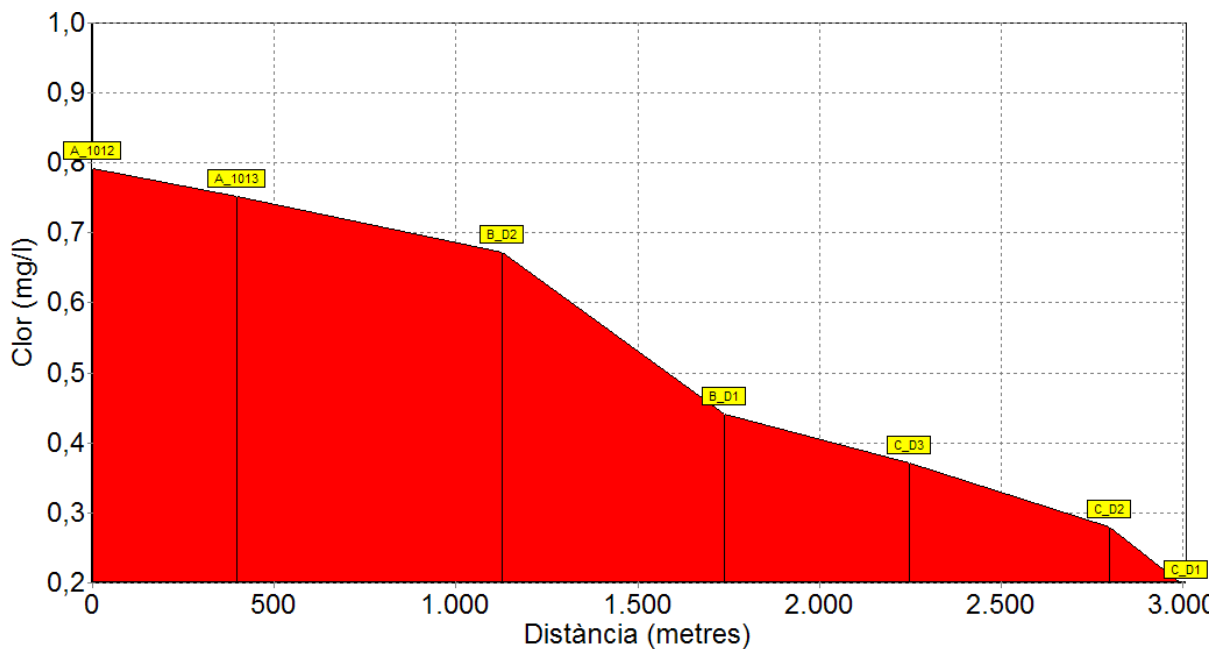
En primer lloc s'observa l'evolució del clor des de l'estació de cloració situada als pous de Bell Lloch fins al dipòsit més llunyà de la zona (és el de Vall repòs). La concentració inicial és de 1 mg/l i al cap d'uns 5 Km aquest nivell es redueix fins a poc més de 0,35 mg/l havent passat per tres dipòsits reguladors abans.



**Fig. 92.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels pous de Bell Lloch fins al dipòsit de Vall repòs.

- *Dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro – Dipòsit 4atr de Roca de Malvet*

En altres urbanitzacions allunyades es pot veure que la quantitat de clor que hi arriba frega el límit permès per la normativa. Un exemple molt significatiu és a Roca de Malvet, on la difícil orografia del terreny fa que existeixin quatre dipòsits reguladors a la urbanització provocant un envelliment important de l'aigua que arriba a l'últim dipòsit, i veient-se afectada la concentració de clor lliure residual. Després de 3 Km i haver passat l'aigua per tres dipòsits, el clor ha passat d'uns 0,80 mg/l a 0,20 mg/l amb la necessitat de col·locació d'una estació de postcloració que aporti una concentració de clor fins a 0,40 mg/l per garantir la qualitat sanitària de l'aigua.



**Fig. 93.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro fins al dipòsit 4 de Roca de Malvet.

#### **G4.3.- Temps de permanència de l'aigua a la xarxa**

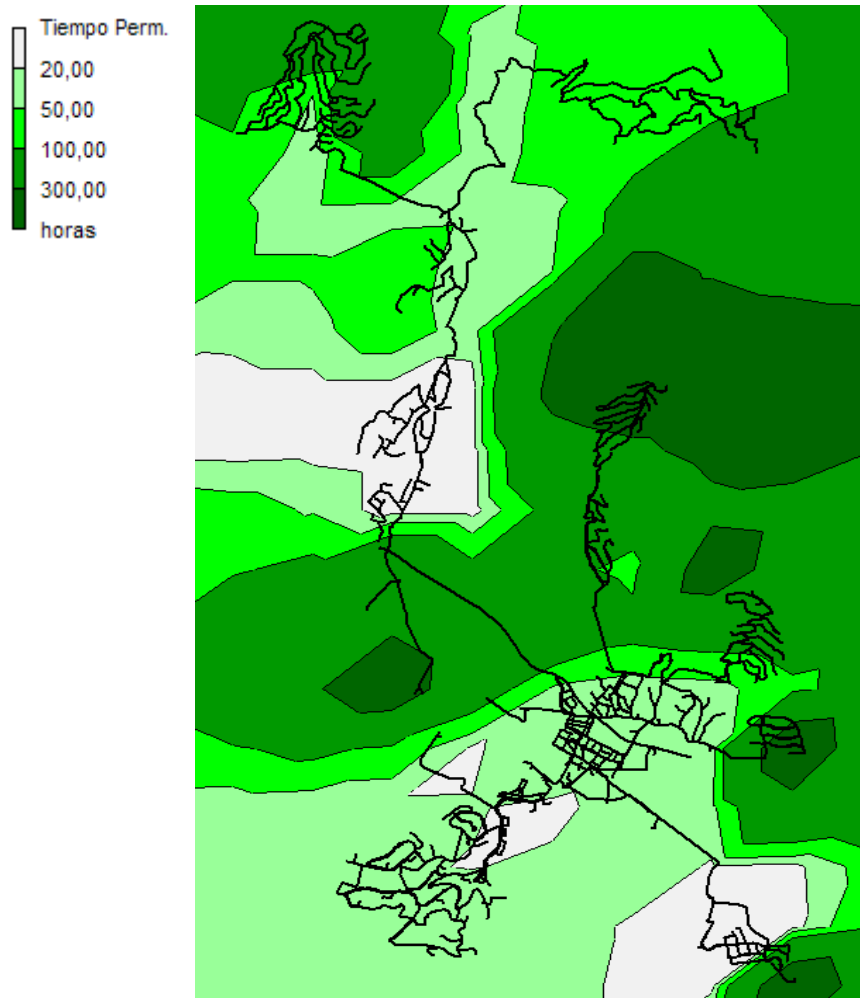
El temps de permanència de l'aigua és el temps que passa una determinada partícula d'aigua a l'interior de la xarxa. Així doncs, es comptarà el temps que tarda l'aigua des de que entra al sistema fins que es consumeix ja que afectarà molt a la seva qualitat en haver-hi una major degradació del clor quant major és el temps de permanència.

La figura 94 referma el que s'ha descrit en l'aparat anterior en demostrar-se que les zones amb una qualitat de les aigües pitjor és a les urbanitzacions, i quant més allunyades del nucli urbà, més dolenta és la qualitat de l'aigua.

Els nuclis de població consolidats com Sta. Cristina d'Aro, el Golf o Bell Lloch presenten uns temps de permanència de les aigües a la xarxa de menys de 50 hores, fet que garanteix uns certs nivells de clor dissolt amb l'aigua. Ara bé, en determinades zones s'observa que l'aigua pot estar més de 300 hores a la xarxa, podent provocar seriosos problemes de salut si són consumides.

Aquests valors mostrats anteriorment estan subjectes a variacions importants depenent de l'època de l'any. A l'estiu el problema de la permanència de les aigües disminueix en haver-hi un major consum, però a l'hivern aquest factor és molt important, i s'ha de tenir en compte a l'hora de fer el manteniment de la instal·lació.

Les zones més problemàtiques observades són: Zona alta de Roca de Malvet, zona alta de St. Miquel d'Aro i l'extrem sud – est del Mas Trempat. Les altres zones deficitàries marcades en la gràfica provenen de canonades tallades permanentment i per tant no s'han de considerar.

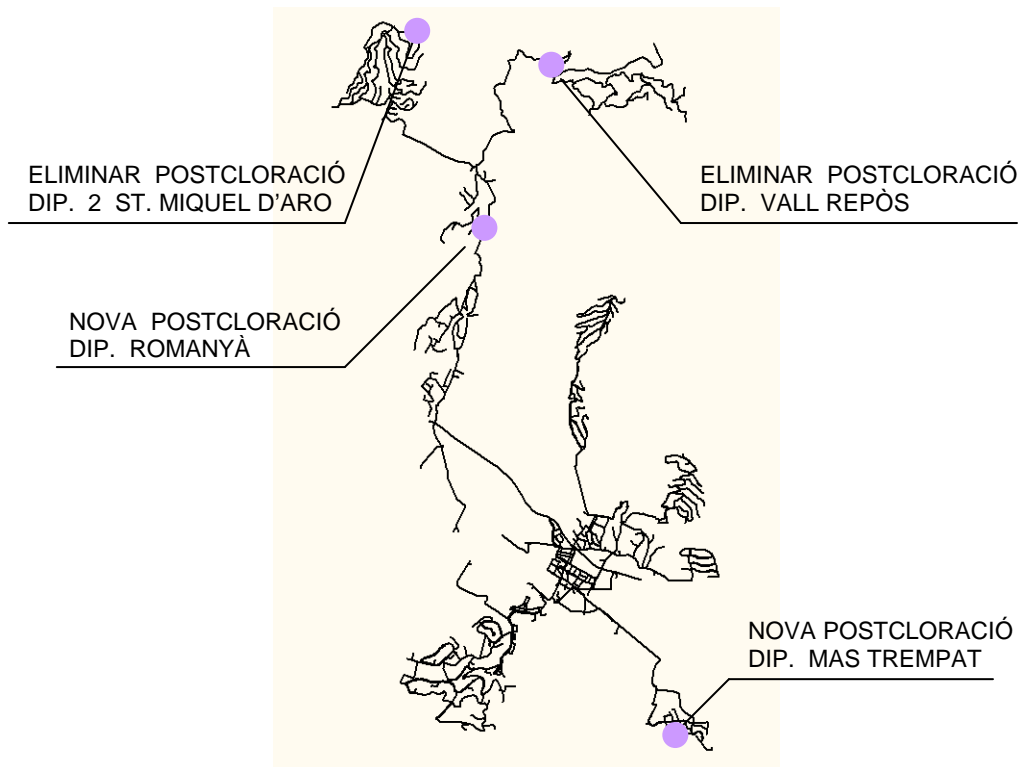


**Fig. 94.-** Temps de permanència de l'aigua al municipi de Sta. Cristina d'Aro.

### **G5.- SOLUCIÓ PROJECTADA**

En l'anàlisi de la situació actual s'ha observat que en determinades zones allunyades del nucli urbà la concentració de clor lliure residual és molt baixa, i fins i tot frega el límit de 0,2 mg/l. Per tal de evitar aquest problema, en aquest apartat es proposaran una sèrie de mesures que milloren el sistema actual:

- Eliminar les estacions de postcloració dels dipòsits de St. Miquel d'Aro i Vall repòs, per tal d'instal·lar-ne una de nova al dipòsit de Romanyà que garanteixi la qualitat de tota la zona alta de les Gavarres. Aquest procés simplificarà els controls i manteniments de l'estació ja que estarà tot concentrat en un sol dipòsit. A més, degut que són zones molt allunyades dels nuclis urbans principals, amb la col·locació d'un sistema de telecontrol es reduiria encara més la freqüència de visites a l'estació.
- Per altra banda, es preveu adient la col·locació d'una nova estació de postcloració al dipòsit del Mas Trempat, en quedar aquesta zona allunyada del nucli urbà i les concentracions de clor lliure residual que hi arriba són baixes. A més, amb aquesta cloració es permetrà alimentar el nucli urbà des d'aquest dipòsit, abastint-se de l'aigua dels pous.



**Fig. 95.-** Actuacions destacades de qualitat al municipi de Sta. Cristina d'Aro.

### **G5.1.- Nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro i urbanitzacions properes**

En aquesta zona és on es concentra la major part de la població del municipi, essent per tant extremadament necessari garantir la qualitat de les aigües, independentment de les fonts d'abastament que es disposin en un moment determinat (Pasteral o pous municipals).

Tal com s'ha vist en apartats anteriors, els nivells de clor compleixen amb els que estableix la normativa, però tot està centralitzat als dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro. En cas d'excepcionalitat en què es produís un tall en la impulsió s'hauria d'alimentar la població des del Pasteral, o bé dels pous directament, el qual comportaria el correcte funcionament hidràulic del sistema, però no en temes de qualitat ja que es subministrarien unes aigües deficitàries.

Per evitar això, s'aconsella la instal·lació d'una nova estació de cloració al nou dipòsit proposat pel Mas Trempat, que reforci la concentració de clor a la zona i que en cas de necessitat desinfecti les aigües procedents dels pous municipals per a ser distribuïda a la població juntament amb les aigües del Pasteral, les quals ja venen clorades (d'entre 0,6 i 0,8 mg/l).

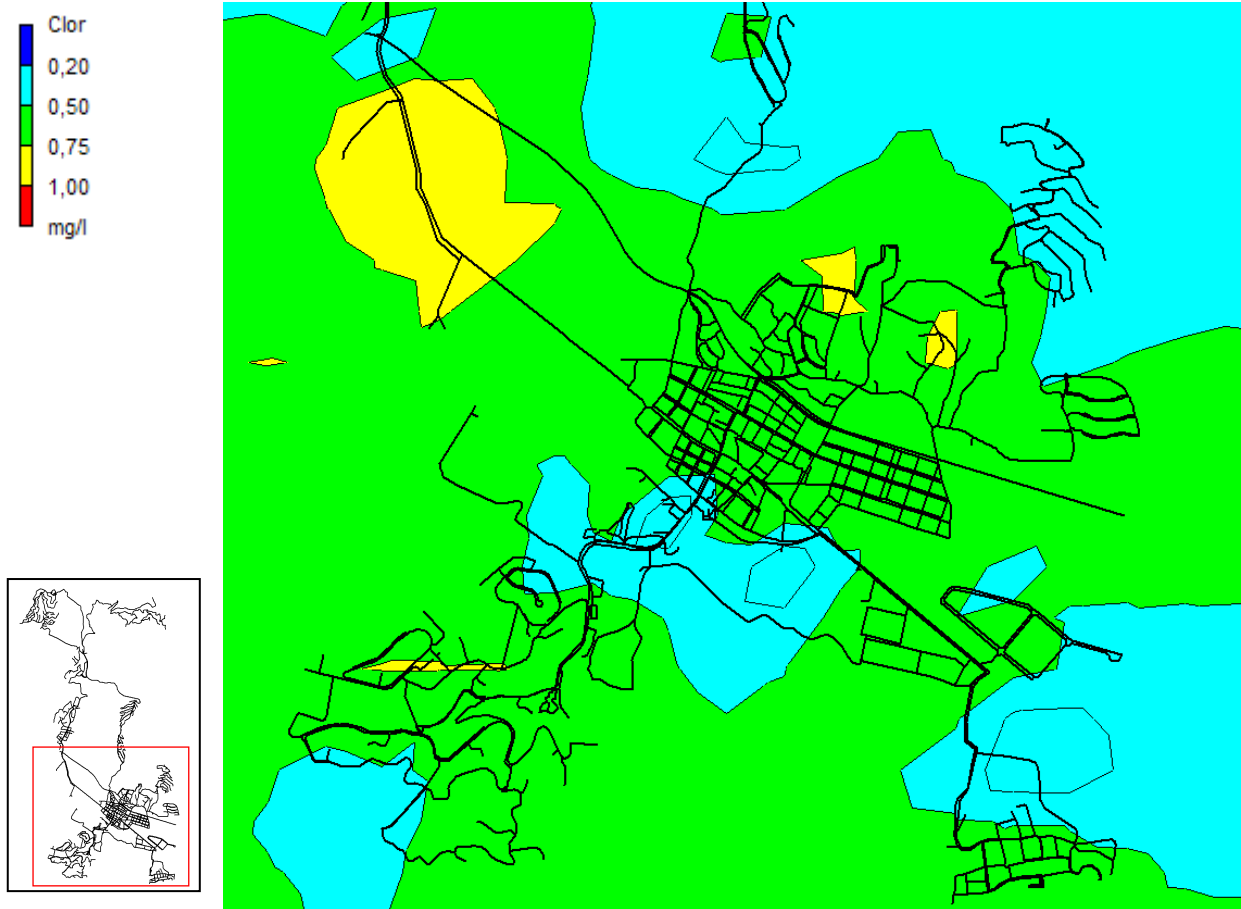
En la figura 96 hi ha representat la concentració de clor lliure residual de Sta. Cristina d'Aro i de les serves zones més properes.

En els territoris més poblats i de més activitat com són el nucli urbà de Sta. Cristina, el Golf, la urbanització Mas Trempat o els polígons industrials presenten unes concentracions de clor d'entre 0,50 i 0,75 mg/l que garanteix una bona desinfecció de les aigües.

Per altra banda, la urbanització les Teules presenta en tot moment uns nivells d'entre 0,20 i 0,5 mg/l que són acceptables pel fet que s'espera un reduït creixement urbanístic de la zona.

Destacar també que les reduïdes zones grogues del centre urbà, corresponen a habitatges molt propers als dipòsits generals, sent necessària aquesta hipercloració per tal que les zones allunyades del nucli tinguin suficient clor.

Finalment, la zona groga del nord - oest conté alts nivells de clor ja que hi ha situada l'estació de cloració dels pous de Bell Lloch. Els habitatges d'aquesta zona s'alimenten des de la de Sta. Cristina i per tant no hi ha problemes de un excés de clor.



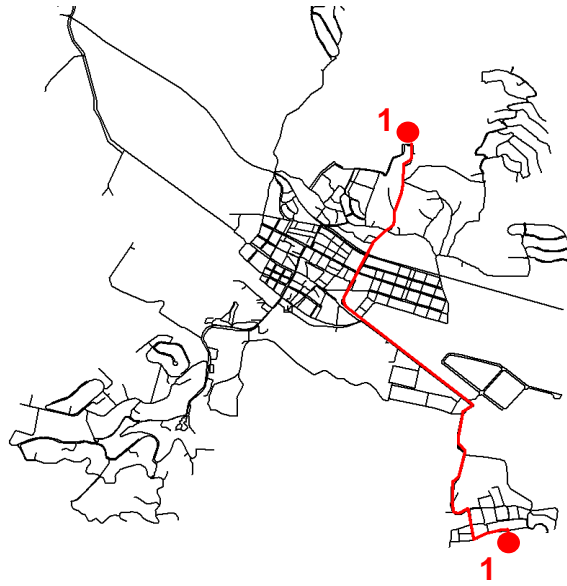
**Fig. 96.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual a Sta. Cristina d'Aro i zones pròximes.

A part de les intervencions comentades anteriorment, no es proposa cap altra modificació en matèria de qualitat ja que si bé en algunes zones hi ha concentracions d'entre 0,20 i 0,50 mg/l, aquestes són en petits sectors poc habitades tal com es demostra en el dibuix anterior.

Per a veure amb més exactitud les concentracions de la zona, es mostra a la gràfica 98 l'evolució del nivell de clor de diversos punts de la xarxa, en funció de la distància des dels dipòsits generals.

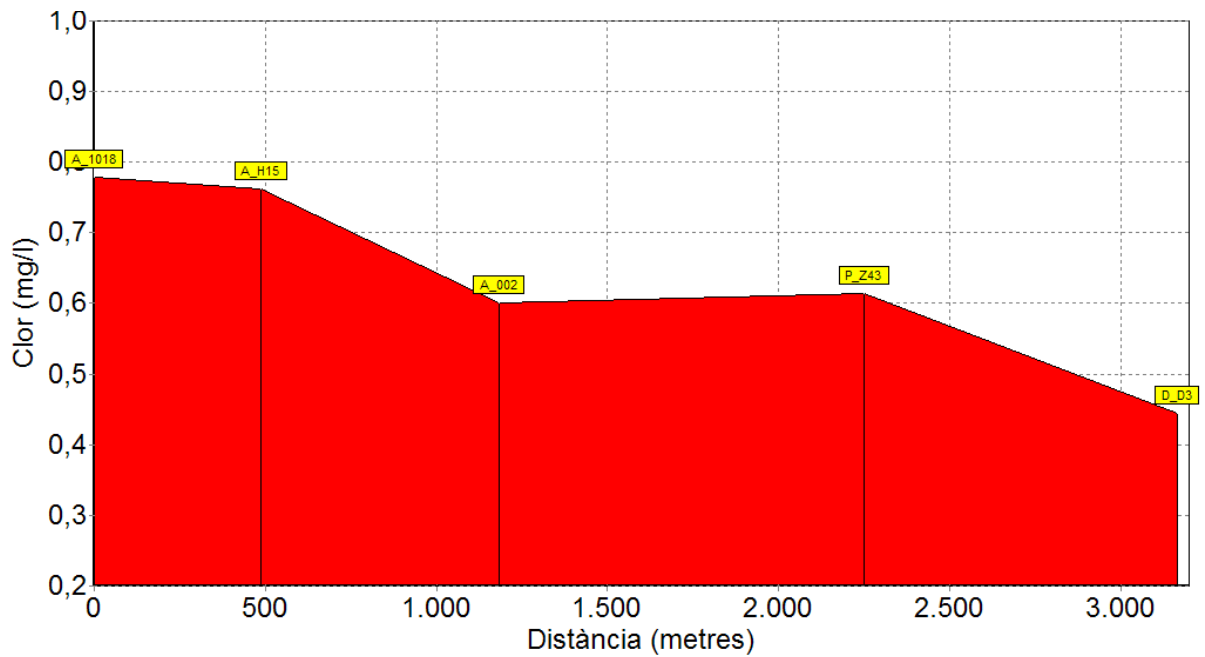
El recorregut considerat es mostra en el següent esquema.





**Fig. 97.-** Recorregut concentració de clor lliure residual estudiat.

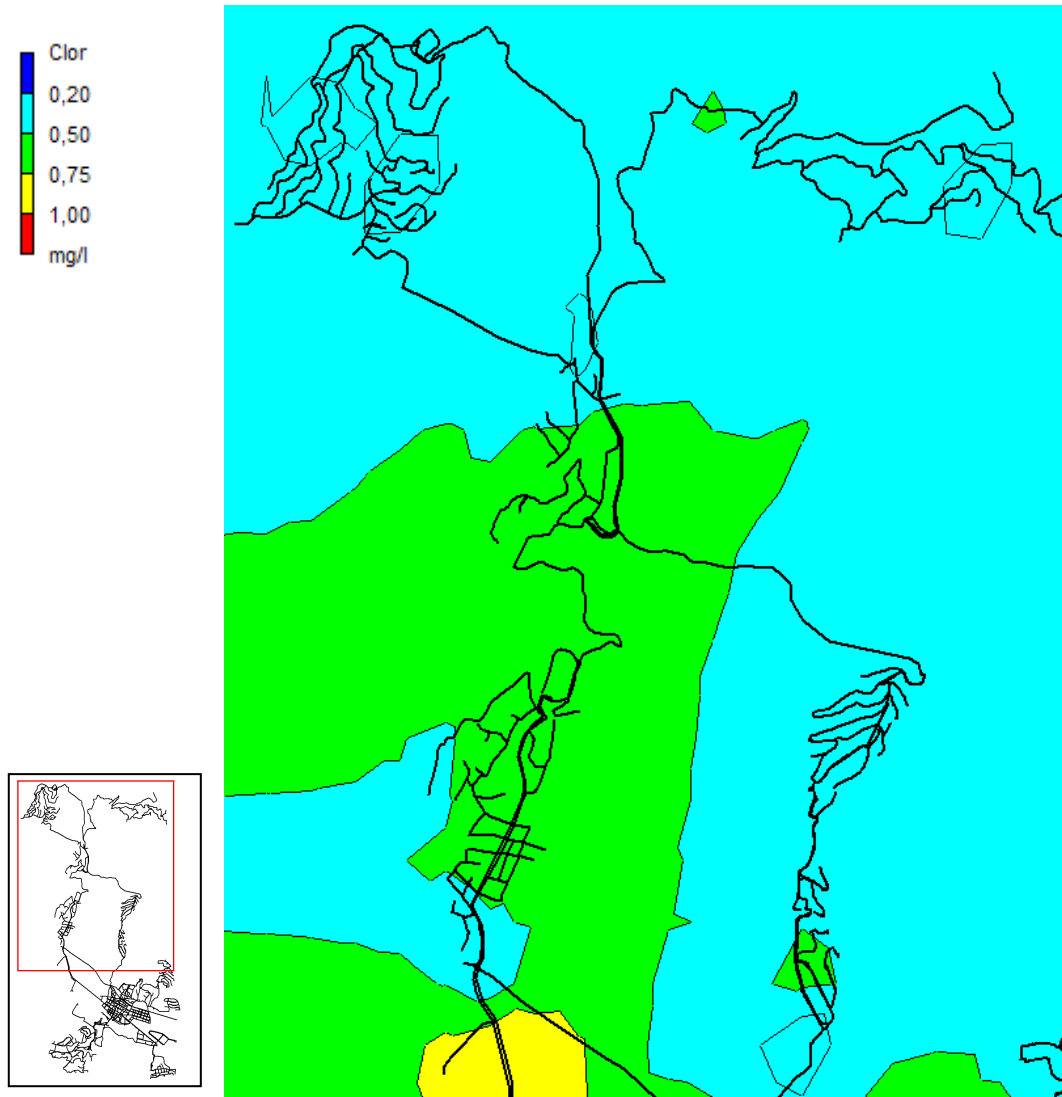
En la següent figura es mostra com tot i que baixa en nivell de clor dissolt en l'aigua, aquest està en tot el seu recorregut entre uns valors àmpliament acceptables i millorant per tant l'estat actual de la simulació en el qual al mas trempat existien concentracions per sota els 0,25 mg/l.



**Fig. 98.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro fins al dipòsit del Mas Trempat.

### G5.2.- Zona de Bell Lloch / Romanyà i urbanització Roca de Malvet

Aquest sector és el que presenta uns majors problemes de qualitat tal com s'ha vist en l'apartat situació actual, pel fet que hi ha llargues distàncies entre els punts de cloració i els de consum, fent disminuir enormement la concentració de clor. A més, un segon factor molt important és l'elevada estacionalitat de la zona, sobretot en les urbanitzacions més llunyanes de St. Miquel d'Aro i Vall repòs.



**Fig. 99.-** Simulació de la concentració de clor lliure residual a Bell Lloch / Romanyà.

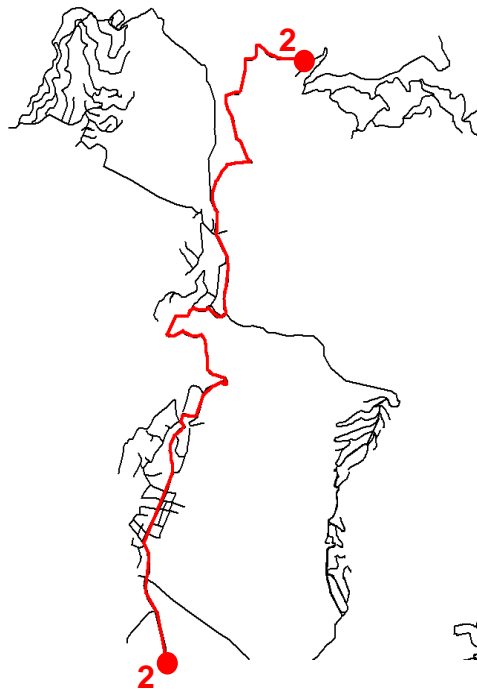
Per a millorar el sistema actual es proposa l'eliminació de les estacions de St. Miquel d'Aro i Vall repòs, així com la instal·lació d'una de nova al dipòsit de Romanyà.

Aquesta opció permetrà:

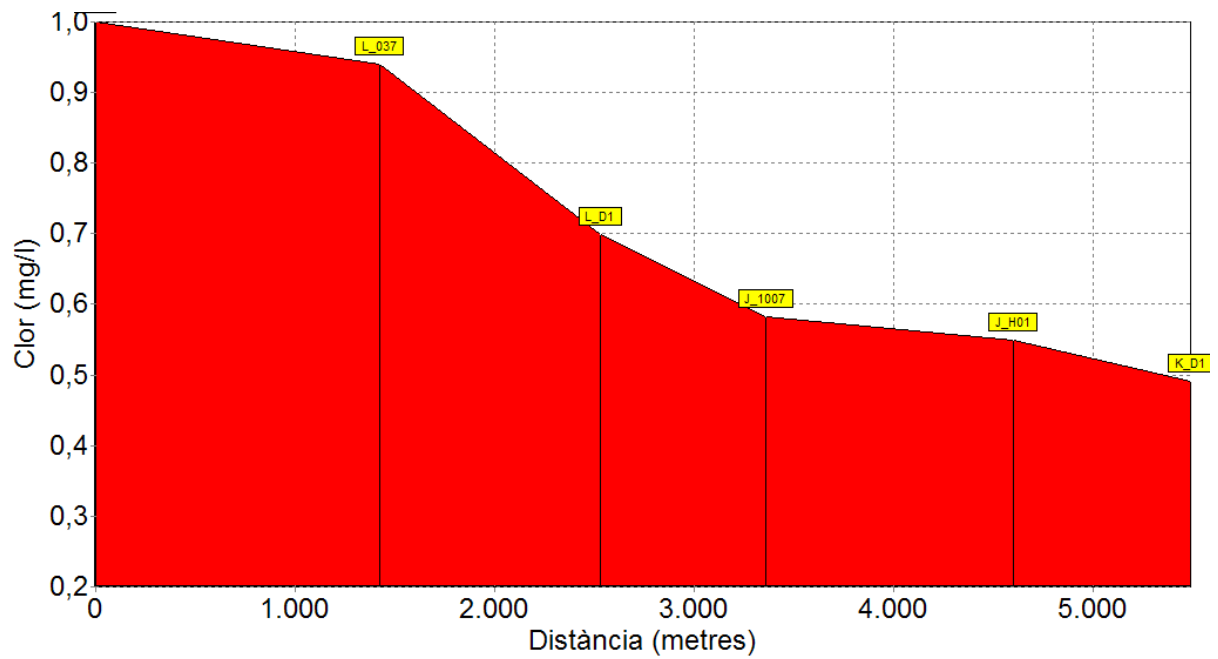
- Centralització dels mecanismes de cloració a la zona alta de les gavarres, podent-se dosificar una quantitat de clor segons l'època de l'any independentment de la urbanització Bell Lloch situada en una cota inferior (no és tant estacional).
- Menor manteniment i control en haver-hi només una estació de cloració per tota la zona.
- Reducció del nivell de clor en les aigües dels pous d'abastament, disminuint per tant la concentració que arriba a les cotes baixes de la urbanització Bell Lloch la qual presenta valors de 0,7 mg/l.

Seguidament es mostra més concretament l'evolució del clor en aquesta zona. S'ha agafat de referència el recorregut que va des del pou d'abastament fins al dipòsit de Vall repòs en ser un dels trajectes més llargs que fan les aigües abans de ser consumides.

El recorregut que segueix es mostra a continuació:



**Fig. 100.-** Recorregut concentració de clor lliure residual estudiat.



**Fig. 101.-** Evolució de la concentració de clor lliure residual des dels pous d'abastament de Bell Lloch fins al dipòsit de Vall repòs.

Amb l'estació de cloració al dipòsit de Romanyà s'observa una millora en la instal·lació respecte a l'estat actual, ja que l'aigua entra avui en dia al dipòsit de Vall repòs amb una concentració d'uns 0,35 mg/l mentre que amb les mesures proposades hi entraria amb gairebé 0,5 mg/l, i per tant sense la necessitat d'una postcloració en aquest dipòsit.

A més es pot observar que s'ha reduït el clor a la urbanització de Bell Lloch amb uns nivells que van de 0,75 mg/l a les cotes més baixes a uns nivells de 0,60 mg/l a les més altes.

## **ANNEX H**

## H.- CÀLCULS HIDRÀULICS

### H1.- INTRODUCCIÓ

En el present annex es pretén definir la formulació emprada i els resultats numèrics obtinguts en l'elaboració del treball per tal de justificar les solucions proposades en els corresponents capítols de la memòria. Alguns dels resultats obtinguts com són les canonades de distribució, han estat determinades a partir del programa de simulació EPANET, ja que és una xarxa complicada i de difícil càlcul. No obstant això, els elements més concrets com són dipòsits, bombes o canonades d'impulsió, han estat calculats mitjançant les fórmules i gràfiques seguint els procediments que es mostren a continuació.

### H2.- FORMULACIÓ CANONADES

#### H2.1.- Pressions

El rang de pressions en una xarxa de distribució és difícil de determinar ja que depèn molt de les característiques topogràfiques dels terrenys i de la disponibilitat d'espai per a la col·locació dels elements que conté la xarxa (dipòsits, bombes, vàlvules, sala de màquines, telecontrol).

Són existents recomanacions i reglaments sobre les pressions que hi ha d'haver en una xarxa, però cap d'ells és d'aplicació a Sta. Cristina d'Aro. Tot i això s'ha trobat un reglament intern per a l'abastament a l'àrea metropolitana de Barcelona que servirà de referència per a l'anàlisi dels resultats desenvolupats. Aquest reglament estableix que la companyia subministradora de la zona ha de proporcionar una **pressió mínima de 20 m.c.a.** i una **màxima de 130 m.c.a.**

Per altra banda, el codi tècnic de l'edificació (CTE) comenta que les pressions de servei en els punts de consum dels edificis han d'estar entre un rang de valors determinat ja que sinó podria provocar problemes en la instal·lació interna.

En els *punts de consum* la pressió mínima ha de ser:

- a) 100 kPa per a aixetes comunes
- b) 150 kPa per a fluxors i escalfadors

Per contra estableix que la *pressió màxima de servei* no pot sobrepassar els 5 kg/cm<sup>2</sup> ja que per sobre d'aquest valor apareixen una sèrie de problemes com poden ser: augment de les avaries, fresses a les conduccions i augment de les pèrdues de càrrega de la xarxa.

Així doncs, en el càlcul de la xarxa de distribució s'ha de preveure un rang de *pressions de servei* que no sobrepassi els límits establerts anteriorment, encara que *les pressions de la xarxa de distribució* seran sempre superiors, ja que s'ha de donar suficient pressió a les zones amb habitatges plurifamiliars de varis pisos.

### **H2.1.1.- Pèrdues de càrrega majors**

Les pèrdues de càrrega majors són una disminució de la pressió de l'aigua a les canonades degut a la fricció del seu pas per a l'interior.

Hi ha diversos mètodes per a calcular les pèrdues de càrrega d'una xarxa d'aigua potable dels quals destaquen el mètode de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach i Chezy-Manning. En el present treball, el càlcul de la xarxa s'ha realitzat utilitzant la fórmula de Darcy-Weisbach ja que és la més correcta de les tres des d'un punt de vista acadèmic, proporcionant uns bons resultats en el cas de canonades de distribució i proveïment d'aigua.

A més, la formula és aplicable a tot tipus de líquids i règims, donant-li una gran universalitat que no té cap altra expressió.

Aquesta formula tot i ser la més exacta fins no fa gaire no era utilitzada en els projectes d'enginyeria degut a la dificultat de càlcul del coeficient de fricció. Actualment però, amb l'ajuda dels computadors, el nombre d'iteracions que s'han de realitzar per a trobar una bona solució ja no és un problema, i per tant es comença a utilitzar la formula de Darcy-Weisbach.

- *Formula de Darcy-Weisbach*

$$H_L = f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Eq.14})$$

On:

*H<sub>L</sub>*: pèrdues de càrrega (pressió)

*g*: acceleració de la gravetat (longitud / temps<sup>2</sup>)

*L*: longitud de la canonada (longitud)

*d*: diàmetre de la canonada (longitud)

*v*: velocitat del fluid (longitud / temps)

*f*: factor de fricció (adimensional)

Per altra banda, si es volen entrar els resultats del cabal que circula a les canonades en lloc de la seva velocitat, la anterior fórmula es transforma en:

$$H_L = 0,0827 \cdot f \cdot \frac{L}{d^5} \cdot Q^2 \quad (\text{Eq.15})$$

On:

*Q*: Cabal interior de la canonada (longitud<sup>3</sup> / temps)

El factor de fricció “*f*” és funció del número de Reynolds ( *Re* ) i del coeficient de rugositat relativa de les parets de la canonada (  $\epsilon_R$  ).

$$f = f (Re, \epsilon_R)$$

- El número de Reynolds

El règim de flux d'un fluid depèn de varis factors interns, i de les condicions ambientals en les quals es troba. A més, el conducte en el qual es mou té unes característiques morfològiques i físiques, que determinen directament el seu règim hidràulic.

El número de Reynolds caracteritza el règim del fluid en funció de la seva densitat i velocitat, del diàmetre de la canonada i de la viscositat del fluid.

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{Eq.16})$$

On:

*D*: diàmetre de la canonada (metres)

*v*: velocitat de la canonada (metres / segon)



$\rho$ : densitat de l'aigua (quilograms / metre <sup>3</sup> )

$\mu$ : viscositat dinàmica de l'aigua (newtons segon / metre <sup>2</sup> )

Tant la densitat com la viscositat dinàmica de l'aigua depenen de la temperatura, per això, en la taula 38 es mostren les propietats principals de l'aigua en funció de la temperatura.

En la realització dels diferents càlculs en què intervingui la viscositat o la densitat del fluid, i per tant hi influeixi la temperatura en què es troba l'aigua, es considerarà que aquesta es troba de mitjana a 15°C.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA							
Temperatura (°C)	Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Módulo de elasticidad (kN/m <sup>2</sup> )	Viscosidad dinámica (N·s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática (m <sup>2</sup> /s)	Tensión superficial (N/m)	Presión de vapor (kN/m <sup>2</sup> )
0	9,805	999,8	1,98 · 10 <sup>6</sup>	1,781 · 10 <sup>-3</sup>	1,785 · 10 <sup>-6</sup>	0,0765	0,61
5	9,807	1000,0	2,05 · 10 <sup>6</sup>	1,518 · 10 <sup>-3</sup>	1,519 · 10 <sup>-6</sup>	0,0749	0,87
10	9,804	999,7	2,10 · 10 <sup>6</sup>	1,307 · 10 <sup>-3</sup>	1,306 · 10 <sup>-6</sup>	0,0742	1,23
15	9,798	999,1	2,15 · 10 <sup>6</sup>	1,139 · 10 <sup>-3</sup>	1,139 · 10 <sup>-6</sup>	0,0735	1,70
20	9,789	998,2	2,17 · 10 <sup>6</sup>	1,102 · 10 <sup>-3</sup>	1,003 · 10 <sup>-6</sup>	0,0728	2,34
25	9,777	997,0	2,22 · 10 <sup>6</sup>	0,890 · 10 <sup>-3</sup>	0,893 · 10 <sup>-6</sup>	0,0720	3,17
30	9,764	995,7	2,25 · 10 <sup>6</sup>	0,708 · 10 <sup>-3</sup>	0,800 · 10 <sup>-6</sup>	0,0712	4,24
40	9,730	992,2	2,28 · 10 <sup>6</sup>	0,653 · 10 <sup>-3</sup>	0,658 · 10 <sup>-6</sup>	0,0696	7,38
50	9,689	988,0	2,29 · 10 <sup>6</sup>	0,547 · 10 <sup>-3</sup>	0,553 · 10 <sup>-6</sup>	0,0679	12,33
60	9,642	983,2	2,28 · 10 <sup>6</sup>	0,466 · 10 <sup>-3</sup>	0,474 · 10 <sup>-6</sup>	0,0662	19,92
70	9,589	977,8	2,25 · 10 <sup>6</sup>	0,404 · 10 <sup>-3</sup>	0,413 · 10 <sup>-6</sup>	0,0644	31,16
80	9,530	971,8	2,20 · 10 <sup>6</sup>	0,354 · 10 <sup>-3</sup>	0,364 · 10 <sup>-6</sup>	0,0626	47,34
90	9,466	965,3	2,14 · 10 <sup>6</sup>	0,315 · 10 <sup>-3</sup>	0,326 · 10 <sup>-6</sup>	0,0608	70,10
100	9,399	958,4	2,07 · 10 <sup>6</sup>	0,282 · 10 <sup>-3</sup>	0,294 · 10 <sup>-6</sup>	0,0589	101,33

**Taula. 38.-** Taula de propietats físiques de l'aigua.

- *Rugositat relativa de les parets de les canonades*

A l'interior de les canonades comercials existeixen pertorbacions o irregularitats de diferents formes i mides. El seu valor mig es coneix com a rugositat absoluta ( $\epsilon$ ), definint-se com a la variació mitja del radi intern de la canonada.

Un mateix valor de rugositat absoluta pot ser molt important en canonades de petites dimensions, i ser insignificant en conduccions de gran diàmetre. Per caracteritzar una canonada per la seva rugositat, és més adequat utilitzar la rugositat relativa ( $\epsilon_R$ ), que es defineix com el quocient entre la rugositat absoluta i el diàmetre de la canonada.

Així doncs, pel càlcul de la rugositat relativa en les conduccions s'utilitzarà la següent expressió:

$$\varepsilon_R = \frac{\varepsilon}{D} \quad (\text{Eq.17})$$

Seguidament es mostra una taula amb els valors típics de rugositat absoluta de canonades de diferents materials:

RUGOSITAT ABSOLUTA DE MATERIALS			
Material	$\varepsilon$ (mm)	Material	$\varepsilon$ (mm)
Plàstic (PE, PVC)	0,0015	Fundició asfaltada	0,06 - 0,18
Poliéster reforçat amb fibra de vidre	0,01	Fundició asfaltada	0,12 - 0,60
Tubs estirats d'acer	0,0024	Acer comercial i soldat	0,03 - 0,09
Tubs de llautó o coure	0,0015	Ferro forjat	0,03 - 0,09
Fundició revestida de ciment	0,0024	Ferro galvanitzat	0,06 - 0,24
Fundició amb revestiment bituminos	0,0024	Fusta	0,18 - 0,90
Fundició centrífugada	0,003	Formigó	0,3 - 3,0

**Taula. 39.-** Taula de rugositats absolutes de diferents materials.

A la xarxa municipal són existents canonades de diferents materials, els quals destaquen el fibrociment, el polietilè, el PVC, i el ferro forjat.

- *Factor de fricció*

Pel càlcul del factor de fricció el programa distingeix entre diferents règims de turbulència del fluid, i segons el seu valor utilitza una o altre expressió per a trobar-lo.

Per a  $Re < 2000$  s'utilitza la fórmula de Hagen – Poiseuille (Bhave, 1991):

$$f = \frac{64}{Re} \quad (\text{Eq.18})$$

Per a  $Re > 4000$  s'utilitza la aproximació de Swamee i Jain a la equació de Colebrook – White (Bhave, 1991):

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{\varepsilon_R}{3,7} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{f'}} \right) \right]^2} \quad (\text{Eq.19})$$

On:

*f*: factor de fricció (adimensional)

$\varepsilon_R$ : Rugositat relativa (adimensional)

Re: Número de Reynolds (adimensional)

$f'$ : Factor de fricció de la iteració anterior (adimensional)

Per a  $2000 < \text{Re} < 4000$  s'utilitza una interpolació cúbica del diagrama de Moody (Dunlop, 1991):

$$f = (X1 + R(X2 + R(X3 + X4))) \quad (\text{Eq.20})$$

$$\text{Re} = \frac{\text{Re}}{2000} \quad (\text{Eq.21})$$

$$X1 = 7FA - FB \quad (\text{Eq.22})$$

$$X2 = 0,128 - 17FA + 2,5FB \quad (\text{Eq.23})$$

$$X3 = -0,128 + 13FA - 2FB \quad (\text{Eq.24})$$

$$X4 = R(0,032 - 3FA + 0,5FB) \quad (\text{Eq.25})$$

$$FA = (Y3)^{-2} \quad (\text{Eq.26})$$

$$FB = FA \left( 2 - \frac{0,00514215}{Y2 \cdot Y3} \right) \quad (\text{Eq.27})$$

$$Y2 = \frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \quad (\text{Eq.28})$$

$$Y3 = -0,86859 \ln \left( \frac{\varepsilon}{3,7d} + \frac{5,74}{4000^{0,9}} \right) \quad (\text{Eq.29})$$

On:

$\varepsilon_R$ : rugositat de la canonada.

*d*: diàmetre de la canonada (metres)

Moody va aconseguir representar en una taula de fàcil interpretació les expressions anteriors per a calcular la " f " en funció del número de Reynolds i de la rugositat relativa.

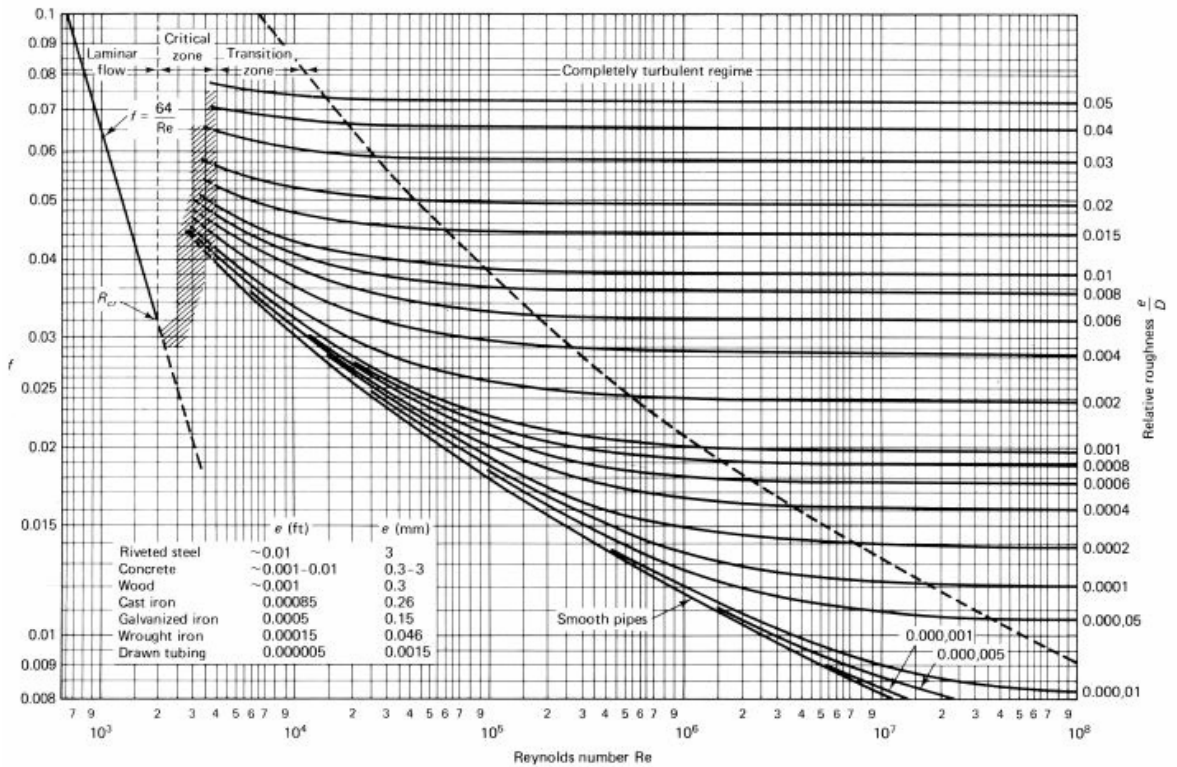


Figure 7.13 Moody diagram. (From L. F. Moody, *Trans. ASME*, Vol. 66, 1944.)

Fig. 102.- Diagrama de Moody.

### H2.1.2.- Pèrdues de càrrega menors

Són degudes a l'increment de la turbulència que es produeix en els canvis de direcció, colzes, accessoris, etc... La suma d'aquestes pèrdues de càrrega localitzades més les pèrdues per fregament trobades anteriorment donen les pèrdues totals.

La formula per calcular-les bé donada per la següent expressió:

$$h_L = K \left( \frac{v^2}{2 \cdot g} \right) \quad (\text{Eq.30})$$

On:

$K$ : Coeficient de pèrdues Menors ( tabulat )

$v$ : Velocitat interior del fluid (m/s)

$g$ : gravetat = 9,81 (m/s<sup>2</sup>)

ACCESSORIS	COEFICIENTS DE PÈRDUES
Vàlvula de Globus oberta totalment	10,0
Vàlvula d'angle oberta totalment	5,0
Vàlvula de retenció de clapeta oberta totalment	2,5
Vàlvula de comporta oberta totalment	0,2
Colze de radi petit	0,9
Colze de radi mitjà	0,8
Colze de radi gran	0,6
Colze a 45°	0,4
Colze de retorn (180°)	2,2
'T' estàndard (flux recte)	0,6
'T' estàndard (flux desviat)	1,8
Entrada brusca	0,5
Sortida brusca	1,0

Taula. 40.- Taula de coeficients de pèrdues menors en diferents accessoris.

## H2.2.- Velocitats en les canonades

La velocitat de circulació del fluid dins de les canonades és un factor important en el disseny de la xarxa, ja que pot comportar seriosos problemes en el cas que superi uns determinats valors.

Així doncs, **un excés de velocitat** en les conduccions pot:

- Originar cops d'ariet, amb una sobrepressió que pot provocar trencaments.
- Produir excessives pèrdues de càrrega.
- Afavorir les corrosions per erosió.
- Produir sorolls, que poden arribar a ser molestos per als usuaris de la xarxa.

Per altre banda, **una velocitat massa baixa** pot:

- Propiciar la formació de pòsits de les substàncies en suspensió que pot portar l'aigua, provocant obstruccions.
- Implica un diàmetre de canonada excessiu, sobredimensionant la instal·lació, amb lo què la instal·lació s'encareix de forma innecessària.

La velocitats que prendrà l'aigua estaran compreses entre 0,5 i 2 m/s per tal que la xarxa no pateixi les problemàtiques comentades anteriorment.

Es recomanen unes velocitats en funció del diàmetre de les canonades com les que es mostren a continuació:

<i>Diàmetres en mm</i>	<i>Velocitat en m/s</i>
<i>De 50 a 90</i>	<i>0,60</i>
<i>De 100 a 175</i>	<i>0,70</i>
<i>De 200 a 300</i>	<i>0,80</i>
<i>De 300 a 400</i>	<i>0,90</i>
<i>De 400 a 500</i>	<i>1,00</i>
<i>De 500 a 600</i>	<i>1,10</i>
<i>De 600 a 700</i>	<i>1,20</i>
<i>De 700 a 800</i>	<i>1,30</i>
<i>De 800 a 900</i>	<i>1,40</i>
<i>De 900 a 1000</i>	<i>1,50</i>

**Taula. 41.-** Taula de velocitats recomanades en funció del diàmetre de la canonada.

Aquestes velocitats recomanades provenen de la fórmula de MOUGNIE que estableix la velocitat del fluid en una canonada sempre que les pressions normals estiguin entre 2 i 5 atmosferes.

$$v = 1,5\sqrt{D + 0,05} \quad (\text{Eq.31})$$

On:

*v* : velocitat (m/s)

*D* : diàmetre de la canonada (m)

### **H2.3.- Cabals en les canonades**

Els cabals que transcorren per l'interior de les canonades s'obtenen a partir de la fórmula 32 ja que el radi hidràulic en les xarxes d'abastament i distribució d'aigua, ocupa tot el diàmetre en ser conduccions a pressió.

$$Q = v \cdot S \quad (\text{Eq.32})$$

On:

*Q*: Cabal que transcorre per la canonada ( $m^3/s$ )

*v*: Velocitat del fluid ( $m/s$ )

*S*: Secció interior ( $m^2$ )

### **H3.- JUSTIFICACIÓ DE LES CANONADES PROJECTADES**

Per a la millora de la xarxa d'aigües s'ha proposat la substitució, i la nova construcció d'una sèrie de canonades tant d'impulsió com de distribució. Seguidament es troben representats els resultats dels càlculs hidràulics realitzats per tal de justificar el bon comportament de les noves canonades en el sistema.

#### **H3.1.- Impulsió**

Les canonades d'impulsió que es proposen en el present treball són:

- 1) Substitució de la impulsió fins als dipòsits generals de Santa Cristina d'Aro.
- 2) Substitució de la canonada d'impulsió / distribució del Mas Trempat.
- 3) Substitució de la impulsió a Rocalba.
- 4) Substitució del tram de canonada entre els dipòsits 2 i 3 de Roca de Malvet.
- 5) Substitució del tram de canonada entre els dipòsits 3 i 4 de Roca de Malvet.
- 6) Connexió entre les xarxes municipals de Santa Cristina d'Aro i Bell Lloch / Romanya.
- 7) Substitució de la canonada impulsió / distribució al dipòsit de Bell Lloch.
- 8) Substitució de la canonada d'impulsió a Romanyà.
- 9) Nova canonada d'impulsió a la urbanització St. Miquel d'Aro.

En l'annex "Anàlisi de la xarxa actual" es troba representada una taula amb les característiques més destacables de les canonades d'impulsió de la instal·lació existent, mentre que a continuació s'exposaran els resultats de la solució projectada.

	Ubicació	Tram	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Secció [ mm ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdues Unitàries [ m/km ]	Longitud [ m ]	Material
1	Santa Cristina d'Aro	Pasteral - Dip. Generals	442,08	300	1,74	6,37	817	FD
2	Mas Trempat	Polígon - Dip. Mas Trempat	28,48	125	0,64	3,19	1.376	PTE
3	Golf Club Costa Brava	Dip. 1 - Dip. 2 (Rocalba)	41,88	125	0,95	6,42	535	PTE
4	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	Dip. 2 - Dip. 3	57,71	125	1,31	11,35	586	PTE
5	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	Dip. 3 - Dip. 4	21,38	125	0,48	1,92	448	PTE
6	Roca de Malvet 2 <sup>a</sup> fase	Connexió entre xarxes	24,69	125	0,56	2,13	1.959	PTE
7	Bell Lloch	Pasteral - Dip. Bell Lloch	67,53	160	0,93	4,60	1.275	PTE
8	Bell Lloch	Dip. Bell Lloch - Dip. Romanyà	43,42	125	0,99	6,83	1.492	PTE
9	St. Miquel d'Aro	Dip. 1 - Dip. 2	22,46	125	0,51	2,09	3.177	PTE

**Taula. 42.-** Taula de resultats de les noves conduccions d'impulsió del municipi.

On:

*FD: fosa dúctil.*

*PTE: polietilè d'alta densitat.*

Les canonades d'impulsió del municipi venen governades en general per unes bombes hidràuliques, el qual permet tenir unes condicions de treball semblant al llarg del temps, ja que les bombes per a la impulsió treballen en un punt de funcionament determinat, sent aquest poc variable.

Es demostra en la taula anterior que amb les noves conduccions per a la impulsió, les condicions de treball de la instal·lació estan treballant correctament ja que no presenten velocitats superiors a 2,5 m/s, ni tampoc pèrdues unitàries significatives que poguessin disminuir la pressió en gran mesura.

### H3.2.- Distribució

En l'elaboració del treball s'ha previst la col·locació d'un gran nombre de canonades per a la xarxa de distribució. Les seves característiques hidràuliques principals es mostraran a continuació, però degut al seu gran nombre només es mostrarà el codi que ha utilitzat el programa EPANET per a definir-la.

Aquestes canonades es troben separades per zones d'actuació les quals es nomenen a continuació:



- 1) Nova anella prevista perifèrica al nucli urbà.
- 2) Nova zona residencial Serra Sol III.
- 3) Nova zona residencial Estació i Camí Vell.
- 4) Nova zona residencial Suberolita.
- 5) Nova zona residencial Ridaura.
- 6) Nova zona residencial el Vilar.
- 7) Nova zona residencial Tueda.
- 8) Nova zona industrial Molí d'en Reixach.
- 9) Nova zona industrial Molí d'en Tarrés.
- 10) Nova zona residencial del Mas Trempat.
- 11) Nova xarxa de distribució principal de Bell Lloch.
- 12) Nova zona residencial de Bell Lloch.
- 13) Nova xarxa de distribució principal de St. Miquel d'Aro.
- 14) Connexions entre sector Sta. Cristina d'Aro i Bell Lloch / Romanyà.

	Longitud [ m ]	Diàmetre [ mm ]	Cabal [ l/s ]	Velocitat [ m/s ]	Pèrdua unitària [ m/km ]
<b>Sta. Cristina d'Aro. Nova anella perifèrica.</b>					
Canonada1158	57,38	200	-13,92	0,44	0,92
Canonada1160	159,09	200	-12,26	0,39	0,73
Canonada1161	172,62	200	-9,00	0,29	0,42
Canonada1162	82,34	200	-6,93	0,22	0,27
Canonada1163	83,81	200	-6,22	0,20	0,22
Canonada1164	122,37	200	-5,53	0,18	0,18
Canonada1165	11,28	200	-8,35	0,27	0,37
Canonada1166	77,00	200	-8,48	0,27	0,38
Canonada1167	13,22	200	-12,31	0,39	0,74
Canonada1168	70,52	200	-12,88	0,41	0,80
Canonada1169	11,54	200	-16,95	0,54	1,31
Canonada1170	71,21	200	-16,00	0,51	1,18
Canonada1171	149,45	200	-26,12	0,83	2,86
Canonada1223	17,11	200	38,34	1,22	5,72
Canonada1224	93,82	200	38,34	1,22	5,72
Canonada1226	30,69	200	38,28	1,22	5,71
Canonada1227	74,12	200	31,68	1,01	4,05
Canonada1228	10,25	200	7,13	0,23	0,28
Canonada1229	29,47	200	26,98	0,86	3,03
Canonada1230	17,39	200	26,98	0,86	3,03
Canonada1231	73,18	200	26,74	0,85	2,98
Canonada1232	18,06	200	22,16	0,71	2,13
Canonada1233	63,53	200	15,59	0,50	1,13
Canonada1234	7,58	200	16,30	0,52	1,22
Canonada1235	16,93	200	15,17	0,48	1,08
Canonada1236	37,10	200	15,13	0,48	1,07
Canonada1237	8,27	200	14,49	0,46	0,99
Canonada1238	28,47	200	12,07	0,38	0,71
Canonada1239	16,52	200	12,07	0,38	0,71
Canonada1240	28,17	200	11,65	0,37	0,67
Canonada1241	58,05	200	9,34	0,30	0,45
Canonada1242	72,33	200	10,21	0,32	0,53
Canonada1252	118,38	200	10,06	0,32	0,52
Canonada1253	55,66	200	12,44	0,40	0,75
Canonada1295	171,73	200	6,88	0,22	0,26
Canonada1296	7,91	200	-7,54	0,24	0,31
Canonada1297	118,82	200	-8,00	0,25	0,34
Canonada1301	89,01	200	-5,13	0,16	0,16
Canonada1302	9,23	200	-5,50	0,18	0,18
Canonada1303	54,67	200	-5,73	0,18	0,19
Canonada1304	8,28	200	-6,10	0,19	0,21
Canonada1305	56,40	200	-6,54	0,21	0,24
Canonada1306	9,42	200	-7,84	0,25	0,33
Canonada1358	146,85	200	-8,42	0,27	0,38
Canonada1359	117,05	200	-8,83	0,28	0,41
Canonada1360	145,08	200	-8,97	0,29	0,42
Canonada1361	62,97	200	-12,23	0,39	0,73
Canonada1362	56,56	200	-11,73	0,37	0,68
Canonada1363	99,45	200	-11,54	0,37	0,66
Canonada1364	7,88	200	-12,12	0,39	0,72
Canonada1365	33,58	200	-12,76	0,41	0,79
Canonada1366	139,13	200	-14,51	0,46	0,99

Canonada1436	123,67	200	46,45	1,48	8,11
Canonada1437	38,12	200	44,49	1,42	7,50
Canonada1438	71,23	200	46,88	1,49	8,24
Canonada1441	60,82	200	36,49	1,16	5,23
Canonada1442	103,92	200	36,42	1,16	5,21
Canonada1443	127,65	200	37,40	1,19	5,47
Canonada1444	14,75	200	38,11	1,21	5,66
Canonada1447	257,55	200	48,35	1,54	8,72
Canonada1448	14,32	200	-27,67	2,26	2,05
Canonada1449	297,36	200	-18,22	0,58	1,49
Canonada1450	807,00	200	-76,02	2,42	19,89
Canonada1451	16,78	200	26,23	0,83	2,88
Canonada1452	149,21	200	-13,38	0,43	0,86
Canonada1453	19,45	200	-25,79	0,82	2,80
Canonada17	261,51	200	-20,67	0,66	1,88
Canonada21	527,54	200	20,67	0,66	1,88
Canonada1481	13,90	200	62,90	2,00	14,08
Canonada1482	14,38	200	57,00	1,81	11,76

**Sta. Cristina d'Aro. Nova zona residencial Serra Sol III**

Canonada1439	114,82	125	10,39	0,85	5,20
Canonada1440	126,34	125	10,32	0,84	5,14

**Sta. Cristina d'Aro. Nova z. residencial Estació i Camí Vell.**

Canonada1130	57,74	125	-2,51	0,20	0,42
Canonada1131	80,88	125	-4,44	0,36	1,14
Canonada1132	39,51	125	-2,90	0,24	0,54
Canonada1133	11,16	125	-4,35	0,35	1,10
Canonada1134	77,78	125	-2,00	0,16	0,28
Canonada1135	52,12	125	-1,42	0,12	0,15
Canonada1136	80,32	125	-2,74	0,22	0,49
Canonada1137	72,45	125	-0,58	0,05	0,03
Canonada1138	26,45	125	-1,66	0,14	0,20
Canonada1139	75,50	125	-2,63	0,21	0,45
Canonada1140	82,29	125	-0,84	0,07	0,06
Canonada1141	85,09	125	-1,93	0,16	0,26
Canonada1142	9,86	125	-3,70	0,30	0,82
Canonada1143	71,53	125	1,63	0,13	0,20
Canonada1144	84,40	125	1,50	0,12	0,17
Canonada1145	83,22	125	2,33	0,19	0,36
Canonada1146	75,50	125	1,13	0,09	0,10
Canonada1147	26,20	125	1,84	0,15	0,24
Canonada1148	71,76	125	2,65	0,22	0,46
Canonada1149	82,49	125	1,33	0,11	0,14
Canonada1150	52,38	125	2,48	0,20	0,41
Canonada1151	113,26	125	-1,67	0,14	0,21
Canonada1152	75,79	125	-1,18	0,10	0,11
Canonada1153	73,84	125	-2,75	0,22	0,49
Canonada1154	73,77	125	-0,94	0,08	0,08
Canonada1155	73,17	125	-0,84	0,07	0,06
Canonada1156	73,17	125	-2,53	0,21	0,42
Canonada1157	73,36	125	-0,96	0,08	0,08
Canonada1159	56,74	125	-1,80	0,15	0,23
Canonada1172	63,25	125	-3,39	0,28	0,71
Canonada1173	64,84	125	-2,20	0,18	0,33
Canonada1174	62,60	125	-0,84	0,07	0,06
Canonada1175	62,41	125	-0,82	0,07	0,06
Canonada1176	38,59	125	2,69	0,22	0,47

Canonada1177	83,20	125	1,74	0,14	0,22
Canonada1178	82,40	125	0,76	0,06	0,05
Canonada1179	174,76	125	2,02	0,16	0,28
Canonada1180	83,03	125	2,44	0,20	0,40
Canonada1181	52,08	125	0,63	0,05	0,04
Canonada1182	10,88	125	-3,94	0,32	0,93
Canonada1183	9,58	125	-3,59	0,29	0,78
Canonada1184	8,34	125	-5,04	0,41	1,43
Canonada1185	57,58	125	-2,72	0,22	0,48
Canonada1186	8,25	125	-3,95	0,32	0,93
Canonada1187	61,50	125	-2,44	0,20	0,40
Canonada1188	8,98	125	-4,45	0,36	1,15
Canonada1189	57,66	125	-3,10	0,25	0,61
Canonada1190	8,68	125	-4,37	0,36	1,11
Canonada1191	61,60	125	-2,39	0,19	0,38
Canonada1192	51,27	125	-1,06	0,09	0,09
Canonada1193	81,47	125	0,02	0,00	0,00
Canonada1194	72,45	125	-2,42	0,20	0,39
Canonada1195	26,73	125	-1,73	0,14	0,22
Canonada1196	75,37	125	-0,99	0,08	0,08
Canonada1197	82,82	125	-2,47	0,20	0,40
Canonada1198	85,00	125	-0,44	0,04	0,02
Canonada1199	56,31	125	-2,16	0,18	0,32
Canonada1200	57,78	125	-0,87	0,07	0,07
Canonada1201	57,68	125	-0,83	0,07	0,06
Canonada1202	56,06	125	-1,22	0,10	0,12
Canonada1203	55,79	125	-1,50	0,12	0,17
Canonada1204	52,55	125	-0,63	0,05	0,04
Canonada1205	81,61	125	-1,91	0,16	0,26
Canonada1206	71,75	125	-0,81	0,07	0,06
Canonada1207	27,03	125	-1,78	0,14	0,23
Canonada1208	74,66	125	-2,78	0,23	0,50
Canonada1209	83,22	125	-1,65	0,13	0,20
Canonada1210	43,60	125	-3,94	0,32	0,92
Canonada1211	36,56	125	-1,09	0,09	0,10
Canonada1212	83,02	125	3,62	0,29	0,79
Canonada1213	75,48	125	1,51	0,12	0,17
Canonada1214	26,65	125	1,98	0,16	0,28
Canonada1215	71,93	125	2,48	0,20	0,41
Canonada1216	61,03	125	-0,63	0,05	0,04
Canonada1217	60,78	125	-0,61	0,05	0,04
Canonada1218	60,79	125	-4,84	0,39	1,33
Canonada1219	82,65	125	5,16	0,42	1,49
Canonada1220	75,39	125	2,64	0,21	0,45
Canonada1221	28,29	125	1,90	0,15	0,25
Canonada1222	70,69	125	1,13	0,09	0,10
Canonada1245	106,40	125	0,71	0,06	0,05
Canonada1246	104,17	125	-2,43	0,20	0,39
Canonada1247	90,44	125	1,00	0,08	0,08
Canonada1248	105,90	125	1,96	0,16	0,27
Canonada1249	27,59	125	2,26	0,18	0,35
Canonada1394	213,74	125	1,44	0,12	0,16
Canonada1395	222,30	125	-0,84	0,07	0,06
<b>Sta. Cristina d'Aro. Nova zona residencial Suberolita.</b>					
Canonada1254	18,57	125	6,61	0,54	2,31
Canonada1255	43,26	125	5,81	0,47	1,84
Canonada1256	18,77	125	0,71	0,06	0,05

Canonada1257	8,42	125	2,33	0,19	0,37
Canonada1258	98,60	125	3,93	0,32	0,92
Canonada1259	53,92	125	-5,91	0,48	1,90
Canonada1260	80,38	125	-0,75	0,06	0,05
Canonada1261	77,94	125	1,65	0,13	0,20
Canonada1262	80,26	125	-1,66	0,14	0,20
Canonada1263	58,16	125	-4,16	0,34	1,02
Canonada1264	97,37	125	-0,75	0,06	0,05
Canonada1265	10,47	125	2,42	0,20	0,39
Canonada1266	29,13	125	-0,17	0,01	0,00
Canonada1267	58,74	125	1,71	0,14	0,21
Canonada1268	9,07	125	2,00	0,16	0,28
Canonada1269	78,41	125	2,53	0,21	0,42
Canonada1270	9,54	125	5,21	0,42	1,52
Canonada1271	71,51	125	-2,73	0,22	0,48
Canonada1272	10,48	125	-2,34	0,19	0,37
Canonada1273	57,08	125	-1,29	0,10	0,13
Canonada1274	15,66	125	-1,22	0,10	0,12
Canonada1275	59,84	125	-3,36	0,27	0,70
Canonada1276	8,13	125	-2,80	0,23	0,51
Canonada1277	69,26	125	-0,11	0,01	0,00
Canonada1278	9,59	125	-0,54	0,04	0,03
Canonada1279	62,11	125	0,38	0,03	0,02
Canonada1280	66,22	125	1,10	0,09	0,10
Canonada1281	66,80	125	-0,43	0,04	0,02
Canonada1282	77,82	125	0,58	0,05	0,03
Canonada1283	79,45	125	-0,34	0,03	0,01
Canonada1284	9,47	125	-1,06	0,09	0,09
Canonada1285	59,37	125	-1,45	0,12	0,16
Canonada1286	86,66	125	0,49	0,04	0,03
Canonada1287	7,10	125	-1,00	0,08	0,09
Canonada1288	60,41	125	0,47	0,04	0,02
Canonada1289	62,92	125	-0,35	0,03	0,01
Canonada1290	74,41	125	-0,94	0,08	0,08
Canonada1291	71,55	125	0,90	0,07	0,07
Canonada1292	93,72	125	-2,44	0,20	0,40
Canonada1293	98,55	125	-0,41	0,03	0,02
Canonada1294	97,65	125	0,61	0,05	0,04
<b>Sta. Cristina d'Aro. Nova zona residencial Ridaura.</b>					
Canonada1307	76,07	125	1,21	0,10	0,12
Canonada1308	62,25	125	0,36	0,03	0,01
Canonada1309	59,56	125	0,29	0,02	0,01
Canonada1310	46,07	125	0,15	0,01	0,00
Canonada1311	43,51	125	0,29	0,02	0,01
Canonada1312	54,11	125	-1,88	0,15	0,25
Canonada1313	8,85	125	-1,68	0,14	0,21
Canonada1314	52,25	125	-1,62	0,13	0,19
Canonada1315	9,07	125	-1,40	0,11	0,15
Canonada1316	52,77	125	-1,13	0,09	0,10
Canonada1317	45,04	125	-0,84	0,07	0,06
Canonada1318	7,21	125	-0,89	0,07	0,07
Canonada1319	56,09	125	-0,96	0,08	0,08
Canonada1320	8,74	125	-1,00	0,08	0,08
Canonada1321	50,61	125	-0,93	0,08	0,07
Canonada1322	37,36	125	-0,03	0,00	0,00
Canonada1323	37,73	125	-0,01	0,00	0,00
Canonada1324	38,86	125	-0,05	0,00	0,00

Canonada1325	39,35	125	-0,15	0,01	0,00
Canonada1327	53,16	125	1,35	0,11	0,14
Canonada1328	7,91	125	1,12	0,09	0,10
Canonada1329	54,08	125	0,99	0,08	0,08
Canonada1330	7,01	125	0,89	0,07	0,07
Canonada1331	48,39	125	0,78	0,06	0,05
Canonada1332	47,34	125	-0,70	0,06	0,04
Canonada1333	7,10	125	-1,07	0,09	0,09
Canonada1334	55,37	125	-1,23	0,10	0,12
Canonada1335	7,00	125	-1,38	0,11	0,15
Canonada1336	53,27	125	-1,46	0,12	0,16
Canonada1337	45,37	125	0,00	0,00	0,00
Canonada1338	44,69	125	0,07	0,01	0,00
Canonada1339	47,82	125	0,07	0,01	0,00
Canonada1340	49,25	125	0,30	0,02	0,01
Canonada1341	46,24	125	-1,43	0,12	0,16
Canonada1342	8,44	125	-1,22	0,10	0,12
Canonada1343	55,01	125	-1,23	0,10	0,12
Canonada1344	8,96	125	-1,24	0,10	0,12
Canonada1346	9,19	125	2,45	0,20	0,40
Canonada1347	37,11	125	-5,88	0,48	1,88
Canonada1348	8,95	125	-0,77	0,06	0,05
Canonada1349	63,30	125	-1,33	0,11	0,14
Canonada1350	27,70	125	0,13	0,01	0,00
Canonada1351	13,57	125	-3,97	0,32	0,93
Canonada1352	6,98	125	2,55	0,21	0,43
Canonada1353	22,34	125	1,11	0,09	0,10
Canonada1354	7,45	125	1,11	0,09	0,10
Canonada1355	10,84	125	1,01	0,08	0,09
Canonada1356	3,93	125	-0,62	0,05	0,04
Canonada1357	9,07	125	-1,89	0,15	0,25
Canonada1367	84,26	125	1,68	0,14	0,21
Canonada1368	10,45	125	-1,04	0,08	0,09
Canonada1369	105,07	125	-4,43	0,36	1,13
Canonada1370	88,23	125	-0,55	0,05	0,03
Canonada1371	90,31	125	0,50	0,04	0,03
Canonada1372	26,19	125	2,63	0,21	0,45
Canonada1373	8,80	125	3,10	0,25	0,60
Canonada1374	82,90	125	3,52	0,29	0,76
Canonada1375	96,24	125	0,28	0,02	0,01
Canonada1376	57,74	125	3,15	0,26	0,62
Canonada1377	7,91	125	0,00	0,00	0,00
Canonada1378	92,68	125	0,58	0,05	0,03
Canonada1379	80,41	125	2,49	0,20	0,41
Canonada1380	83,31	125	-2,45	0,20	0,40
Canonada1381	78,13	125	-1,68	0,14	0,21
Canonada1382	8,69	125	0,72	0,06	0,05
Canonada1383	172,33	125	3,31	0,27	0,68
Canonada1384	10,94	125	0,77	0,06	0,05
Canonada1385	47,34	125	-3,09	0,25	0,60
<b>Sta. Cristina d'Aro. Nova zona residencial el Vilar.</b>					
Canonada1386	234,26	160	0,12	0,01	0,00
Canonada1387	131,72	125	0,04	0,00	0,00
Canonada1388	96,25	125	0,02	0,00	0,00
Canonada1389	130,07	125	0,00	0,00	0,00
Canonada1390	172,27	125	-0,02	0,00	0,00
Canonada1391	120,57	160	-0,04	0,00	0,00

Canonada1392	184,75	160	-0,06	0,00	0,00
Canonada1393	377,26	200	5,99	0,19	0,21
<b>Sta. Cristina d'Aro. Nova zona residencial Tueda.</b>					
Canonada1483	356,47	160	5,55	0,28	0,52
Canonada1484	718,01	160	5,21	0,26	0,47
<b>Nou polígon industrial Molí d'en Reixach - Bernades.</b>					
Canonada33	289,75	125	0,72	0,06	0,05
Canonada42	109,42	125	0,38	0,03	0,02
Canonada57	170,20	125	0,16	0,01	0,00
Canonada79	163,25	125	-0,08	0,01	0,00
Canonada104	38,82	125	-0,05	0,00	0,00
Canonada116	12,95	160	3,22	0,16	0,20
Canonada158	287,91	125	0,64	0,05	0,04
Canonada159	13,25	125	0,08	0,01	0,00
Canonada160	75,35	125	0,46	0,04	0,02
Canonada162	166,00	125	0,17	0,01	0,00
Canonada164	13,18	125	0,02	0,00	0,00
Canonada168	12,16	125	0,04	0,00	0,00
Canonada169	159,05	125	-0,11	0,01	0,00
Canonada170	21,91	160	2,32	0,12	0,11
Canonada171	173,57	160	1,55	0,08	0,06
Canonada172	23,33	125	0,65	0,05	0,04
Canonada185	12,32	125	0,29	0,02	0,01
Canonada189	151,62	160	0,37	0,02	0,00
Canonada190	173,92	160	0,32	0,02	0,00
Canonada196	157,65	125	0,00	0,00	0,00
Canonada197	11,68	125	-0,06	0,01	0,00
Canonada198	177,39	125	-0,19	0,02	0,00
Canonada205	22,81	125	0,24	0,02	0,00
Canonada207	12,76	125	0,21	0,02	0,00
Canonada228	192,43	125	-0,68	0,06	0,04
Canonada347	152,62	125	-0,42	0,03	0,02
Canonada358	164,85	125	-0,51	0,04	0,03
Canonada359	12,42	125	1,19	0,10	0,11
Canonada454	20,66	125	0,51	0,04	0,03
Canonada457	174,82	125	0,78	0,06	0,05
Canonada465	23,06	125	-1,96	0,16	0,27
Canonada466	11,42	125	-2,22	0,18	0,34
Canonada504	20,87	160	1,16	0,06	0,03
Canonada505	151,68	125	0,23	0,02	0,00
Canonada506	12,83	160	0,67	0,03	0,01
Canonada508	9,41	125	-0,52	0,04	0,03
Canonada510	21,16	160	-4,19	0,21	0,32
<b>Nou polígon industrial Molí d'en Tarrés.</b>					
Canonada511	39,61	160	-2,31	0,11	0,11
Canonada512	197,14	160	-3,03	0,15	0,18
Canonada513	89,82	160	-3,80	0,19	0,27
Canonada514	141,86	160	-1,91	0,09	0,08
Canonada515	90,30	125	0,28	0,02	0,01
Canonada516	176,82	125	-1,64	0,13	0,20
Canonada518	92,49	125	-0,34	0,03	0,01
Canonada521	236,92	125	-1,74	0,14	0,22
Canonada523	85,70	160	3,04	0,15	0,18
Canonada551	13,62	125	0,69	0,06	0,04
Canonada578	21,70	125	-0,43	0,03	0,02

Canonada584	118,15	125	-0,86	0,07	0,07
Canonada586	162,67	125	-1,30	0,11	0,13
Canonada597	33,93	125	-3,83	0,31	0,88
Canonada598	118,54	125	2,09	0,17	0,30
Canonada599	12,51	125	2,33	0,19	0,37
Canonada601	141,59	125	-0,68	0,06	0,04
Canonada604	100,53	125	1,48	0,12	0,17
Canonada605	39,59	160	1,91	0,09	0,08
Canonada606	42,01	160	-5,19	0,26	0,46
Canonada607	335,23	150	-3,32	0,19	0,40
Canonada749	176,20	150	-7,58	0,43	1,97
Canonada752	97,51	160	6,66	0,33	0,72
Canonada820	9,47	160	0,64	0,03	0,01
Canonada994	903,12	200	0,44	0,01	0,00
Canonada1045	43,31	160	-1,91	0,09	0,08
<b>Mas Trempat. Nova zona residencial.</b>					
Canonada1102	344,43	160	-0,86	0,04	0,02
Canonada1127	124,00	125	0,81	0,07	0,06
Canonada1128	85,15	125	0,33	0,03	0,01
Canonada1129	57,31	125	0,17	0,01	0,00
Canonada1326	34,55	125	0,10	0,01	0,00
Canonada1345	124,44	125	-0,03	0,00	0,00
Canonada1398	79,65	125	-0,04	0,00	0,00
Canonada1454	83,92	125	-0,20	0,02	0,00
Canonada1455	34,50	125	-0,09	0,01	0,00
Canonada1456	50,32	125	-0,06	0,01	0,00
Canonada1457	80,13	125	-0,12	0,01	0,00
Canonada1458	48,76	125	-0,38	0,03	0,02
Canonada1459	57,24	125	0,16	0,01	0,00
Canonada1460	87,65	125	-0,33	0,03	0,01
Canonada1461	24,43	125	-0,63	0,05	0,04
Canonada1462	69,55	125	-1,11	0,09	0,10
Canonada1464	104,19	125	1,94	0,16	0,27
Canonada1465	110,40	125	0,23	0,02	0,00
Canonada1466	603,79	160	1,17	0,06	0,03
Canonada1467	66,19	160	0,94	0,05	0,02
Canonada1468	333,98	160	0,86	0,04	0,02
Canonada1469	1376,91	200	0,00	0,00	0,00
Canonada1471	91,88	160	2,32	0,12	0,11
Canonada1472	12,07	160	2,32	0,12	0,11
Canonada1473	14,75	200	0,00	0,00	0,00
Canonada1474	8,80	200	0,00	0,00	0,00
<b>Bell Lloch. Distribució principal.</b>					
Canonada1087	137,30	160	3,91	0,19	0,28
Canonada1088	27,48	160	2,45	0,08	0,05
Canonada1089	108,01	160	2,44	0,12	0,12
Canonada1091	306,41	160	1,96	0,10	0,08
Canonada1092	115,52	160	1,72	0,09	0,07
Canonada1093	70,67	160	0,93	0,05	0,02
Canonada1094	74,37	160	0,51	0,03	0,01
Canonada1095	129,93	160	-0,05	0,00	0,00
Canonada1096	86,90	160	-0,02	0,00	0,00
<b>Bell Lloch. Nova zona residencial.</b>					
Canonada1097	23,87	125	0,00	0,00	0,00

Canonada1098	46,49	125	0,74	0,06	0,05
Canonada1113	118,48	125	0,02	0,00	0,00
Canonada1114	148,01	125	0,35	0,03	0,01
Canonada1115	91,47	125	0,26	0,02	0,01
Canonada1116	128,40	125	0,00	0,00	0,00
Canonada1117	183,30	125	-0,10	0,01	0,00
Canonada1118	49,42	125	-0,09	0,01	0,00
<b>St. Miquel d'aro. Distribució principal.</b>					
Canonada1068	79,14	160	0,00	0,00	0,00
Canonada1069	63,57	160	1,24	0,06	0,04
<b>Connexió entre Sta. Cristina d'Aro i Bell Lloch.</b>					
Canonada613	982,27	200	0,00	0,00	0,00
Canonada614	532,71	200	0,00	0,00	0,00
<b>Connexió entre Sta. Cristina d'Aro i Romanyà de la Selva.</b>					
Canonada128	1934,99	125	0,00	0,00	0,00

#### **H4.- FORMULACIÓ BOMBES HIDRÀULIQUES**

Seguidament es mostrarà les formules utilitzades per al predimensionament de les bombes hidràuliques proposades en el present treball.

##### **H4.1.- Determinació del cabal**

S'han de distingir dos tipologies de bombes hidràuliques a la zona, en primer lloc les destinades a la impulsió, que eleven les aigües que van des de les fonts d'abastament fins als dipòsits, o entre dipòsits, mentre que per altre banda, hi ha les de distribució que proporcionen un suplement de pressió en les zones que aquesta és deficitària.

- Bombes per a la impulsió.

Aquestes màquines es dimensionaran perquè aportin una quantitat d'aigua corresponent a la demanda mitja diària de la zona en 6 hores de funcionament.

- Bombes per a la distribució.

En aquest cas la màquina haurà de proporcionar el cabal requerit en cada instant de temps per la xarxa, fent variar la velocitat del rodet mitjançant un variador de freqüència.

##### **H4.2.- Alçada manomètrica total ( $H_m$ )**

És l'alçada total que ha de vèncer la bomba per elevar l'aigua d'una cota a una altre. La formula utilitzada per el seu càlcul és la següent:

$$H_m = H_t + P_c + \frac{10}{\gamma}(P_1 - P_2) \quad (\text{Eq.33})$$

On:

*H<sub>m</sub>*: Alçada manomètrica (metres).

*H<sub>t</sub>*: Alçada geomètrica total (metres).

*P<sub>c</sub>*: Pèrdues de càrrega totals (metres).

*γ*: Pes específic de l'aigua (kg/dm<sup>3</sup>).

*(P<sub>1</sub> - P<sub>2</sub>)*: Pressió en el dipòsit d'impulsió i pressió dipòsit aspiració respectivament.

En no haver-hi a la xarxa dipòsits pressuritzats, aquesta diferència serà 0.

L'alçada geomètrica total bé representada per:

$$H_t = H_a + H_i \quad (\text{Eq.34})$$

On:

*H<sub>a</sub>*: Alçada geomètrica des del nivell d'aigua del dipòsit d'aspiració, a l'eix de la bomba.

*H<sub>i</sub>*: Alçada geomètrica des de l'eix de la bomba fins al nivell màxim d'elevació.

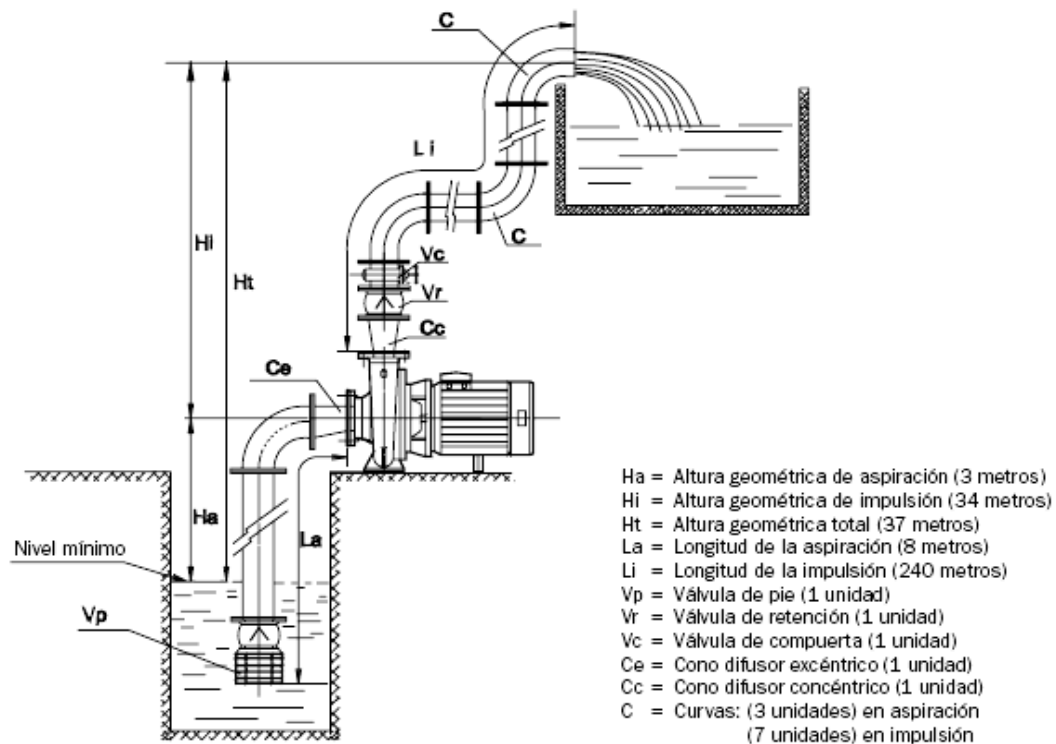


Fig. 103.- Esquema general grups de bombeig.

#### H4.3.- Determinació del diàmetre d'impulsió

Per a determinar el diàmetre d'impulsió s'imposarà una velocitat de circulació del fluid, i es trobarà un diàmetre aproximat. Posteriorment, s'escollirà el diàmetre comercial immediatament superior al calculat, i es comprovarà que la nova velocitat del fluid estigui dins els valors recomanables.

$$Q = v \cdot S \quad (\text{Eq.35})$$

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (\text{Eq.36})$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} \quad (\text{Eq.37})$$

On:

*Q*: cabal de bombeig ( $m^3/s$ ).

*D*: diàmetre interior de la canonada (m).

*v*: velocitat del fluid bombejat (m/s).

Alguns dels fabricants de bombes recomana no sobrepassar una velocitat en la impulsió de 2,5 m/s. En la realització dels càlculs es considerarà una velocitat de impulsió de 1,8 m/s.

Cal dir que la aspiració no s'ha tingut en compte ja que s'utilitzaran bombes submergides, les quals aspiren les aigües directament sense una canonada prèvia.

#### H4.4.- Potència requerida a les bombes

La potència hidràulica de les bombes bé donada per la següent formula:

$$P = \frac{Q \cdot H_m}{367 \cdot \eta_H} \cdot \gamma \quad (\text{Eq.38})$$

On:

*P*: Potència (kw)

*Q*: Cabal elevat (l/s)

*H<sub>m</sub>*: Alçada manomètrica (m.c.a)

*γ*: Pes específic de l'aigua ( $kg/cm^2$ )

*η*: Rendiment hidràulic que varia entre 0,7 i 0,8

#### H4.5.- Càlcul de NPSH

Quant una bomba opera amb una aspiració excessiva es desenvolupa una depressió a l'entrada de la màquina, si aquesta pressió disminueix molt es pot crear el buit convertint-se el líquid en vapor. Aquesta formació de bombolles que col·lapsa l'entrada de l'impulsor,



conduïx al procés de cavitació, el qual pot provocar seriosos danys en les parts mecàniques de la bomba.

Per tal d'evitar la cavitació, existeix el paràmetre de NPSH (Net Positive Suction Head) o altura neta positiva d'aspiració, la qual és la diferència entre la pressió del líquid referit a l'eix de l'impulsor i la pressió de vapor del líquid a la temperatura de bombeig.

Són existents dos tipus de NPSH:

**NPSH disponible**, el qual depèn de la instal·lació i és independent del tipus de bomba. Es troba aplicant el principi de conservació de l'energia entre la superfície lliure del líquid i la aspiració.

$$NPSH_D = \frac{10 \cdot P_a}{\gamma} - H_a - P_{ca} - \frac{10 \cdot T_v}{\gamma} \quad (\text{Eq.39})$$

On:

*H<sub>a</sub>*: alçada geomètrica d'aspiració (metres)

*P<sub>a</sub>*: pressió atmosfèrica o pressió del dipòsit d'aspiració (kg/cm<sup>2</sup>)

*P<sub>ca</sub>*: pèrdues de càrrega en l'aspiració (metres)

*T<sub>v</sub>*: tensió de vapor del líquid a temperatura de bombeig (kg/cm<sup>2</sup>)

*γ*: pes específic de l'aigua (kg/cm<sup>2</sup>)

*Efectes de la Pressió atmosfèrica amb l'altitud*

$$P_a(m) = 10,33 - \text{Altitud}(m) / 900 \quad (\text{Eq.40})$$

Les cotes més destacades del municipi són:

*Santa Cristina d'Aro* 40.00 m

*Mas trempat*: 80.00 m

*Romanyà*: 350.00 m

*St. Miquel d'Aro*: 415 m

**NPSH requerit**, és una característica de la bomba, sent una dada facilitada pel fabricant ja que es troba experimentalment a partir de diverses proves.

Perquè una bomba funcioni correctament ha de complir-se la condició que l'NPSH disponible ha de ser major al NPSH requerit.

És recomanable deixar un marge de seguretat de 0,5 metres al valor del NPSH requerit per tal d'assegurar el correcte funcionament de la instal·lació.

$$NPSH_{DISP} \geq NPSH_{REQ} + 0,5 m \quad (\text{Eq.41})$$

#### **H4.6.- Formació de remolins en els dipòsits d'aspiració de les bombes**

Degut a l'elevada diferència de cotes que hi ha en algunes urbanitzacions del municipi, existeixen diversos dipòsits que regulen les pressions per a donar un bon servei als abonats.

En molts d'aquests dipòsits hi ha submergida una bomba d'impulsió que alimenta els dipòsits situats a una cota superior. Així doncs, en els punts en què es necessiti un nou grup de bombeig per a garantir el subministrament a la xarxa s'haurà de tenir en compte que no es formin remolins a dins el dipòsit, els quals podrien fer entrar aire a la bomba i espallar-la.

Per evitar la formació de remolins és necessari que les bombes situades dins els dipòsits respectin les condicions mínimes següents:

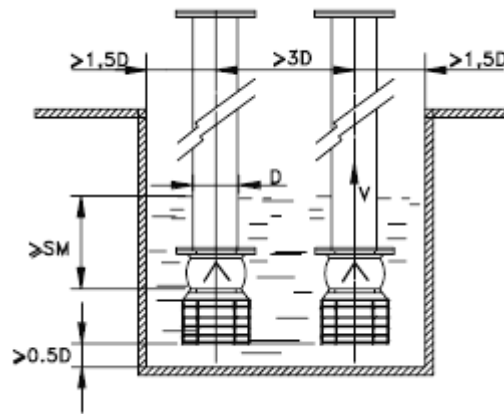
$$S_m = \frac{V^2}{2g} + 0,1 \quad (\text{Eq.42})$$

On:

$S_m$ : enfonsament mínim (m).

$V$ : velocitat aspiració (m/s).

$g$ : gravetat (9,81 m/s<sup>2</sup>)



**Fig. 104.-** Dimensions mínimes aspiració bombes hidràuliques.

### **H5.- JUSTIFICACIÓ DE LES NOVES BOMBES HIDRÀULIQUES**

Per tal que el sistema proposat funcioni correctament, serà necessària la col·locació de noves bombes d'impulsió en algunes de les zones del municipi. Algunes d'aquestes bombes substituiran les existents que no puguin afrontar amb garanties la demanda futura, mentre que d'altres seran de nova implantació, ja sigui en zones de creixement, o perquè es canvia el sistema d'abastament d'un determinat punt.

Les actuacions que s'han previst en què serà necessari substituir o implantar noves bombes hidràuliques són:

- Nou grup de pressió a la urbanització Mas Trempat per a donar servei als habitatges de la zona.
- Substitució del grup de bombeig situat al dipòsit de Bell Lloch que impulsa l'aigua fins al dipòsit de Romanyà.
- Nou grup de bombeig situat al dipòsit de Romanyà per impulsar l'aigua al dipòsit 2 de St. Miquel d'Aro.

Es mostren en la taula 43 els resultats obtinguts sobre les característiques de les noves bombes a instal·lar a la xarxa.

	Cabal [ m <sup>3</sup> /h ]	Alçada manomètrica total [ m ]	Velocitat impulsió inicial [ m/s ]	Diàmetre calculat [ mm ]	Diàmetre comercial [ mm ]	Velocitat impulsió real [ m/s ]	Potència [ kw ]	Potència [ CV ]	NPSH disponible [ m ]	Enfonsament mínim bombes [ m ]	Tipologia demanda
Mas Trempat	28,48	38,50	1,8	74,8	125	0,64	3,98	5	7,92	0,27	Impulsió
Rocalba	41,88	139,33	1,8	90,7	125	0,95	21,20	29	7,79	0,27	Impulsió
Connexió xarxes	24,69	6,52	1,8	69,7	125	0,56	0,58	1	7,79	0,27	Impulsió
Romanyà	43,42	231,60	1,8	92,4	125	0,98	36,53	50	7,62	0,27	Impulsió
St. Miquel d'Aro	22,46	70,40	1,8	66,4	125	0,51	5,74	8	7,92	0,27	Impulsió

**Taula. 43.-** Resultats dels paràmetres bàsics de les noves bombes d'impulsió.

Amb aquestes característiques es proposen les següents bombes:

*Mas Trempat: GRUNDFOS TPD 50/430/2*

*Rocalba: GRUNDOFS CR 45-7-2*

*Connexió entre xarxes: GRUNDFOS TP 50-120/2*

*Romanyà: GRUNDFOS SP 46-24*

*St. Miquel d'Aro: GRUNDFOS SP 30-7*

## **H6.- FORMULACIÓ DIPÒSITS REGULADORS**

La xarxa d'aigües municipal conté una gran quantitat de dipòsits que permeten tenir en general unes pressions de servei constants i unes reserves d'aigua en cas de necessitat.

Alguns d'aquests dipòsits però s'hauran de substituir per uns altres amb més capacitat ja que la demanda futura de la població serà gran i amb el volum actual poden esdevenir deficiències en el subministrament. Per altre banda, en determinades zones de creixement s'hauran de construir nous dipòsits inexistents actualment, i per tant s'hauran de definir en tots ells les seves característiques bàsiques.

Els dipòsits s'han de dimensionar tenint en compte que:

- Han de poder emmagatzemar l'aigua sobrant, procedent de les fonts d'abastament, quant el consum sigui baix, i ha d'aportar la diferència entre l'aigua entrant de la impulsió, i la sortint cap a la xarxa de distribució en les hores de màxim consum del dia.
- Proporcionar un suplement extraordinari d'aigua en cas d'incendi.
- Atendre a les necessitats de la població en cas de reparacions o trencaments que exigeixin talls de la canonada d'impulsió.

### **Críteris de disseny de la capacitat dels dipòsits**

- La normativa a Espanya senyala, que, excepte justificació en contra, la capacitat total del dipòsit ha de contenir la suficient aigua per al consum d'un dia de la població subministrada.
- La xarxa d'abastament del municipi ha de complir les condicions de disseny i alimentació de que el **Decret 241/1994, de 26 de juliol, sobre condicionants urbanístics i de protecció contra incendis en els edificis.**

En concret, la llei estipula que el disseny i l'alimentació de la xarxa que suporti els hidrants ha de considerar la hipòtesi del consum més desfavorable amb l'ús simultani de dos hidrants immediats durant dues hores, essent el cabal a cadascun d'ells de 1.000 l/min. En els casos excepcionals (nuclis històrics o carrers antics), aquest cabal podrà ser de 500 l/min.

- Dupont en un llibre "*Hidraulique Urbaine*", recomana la construcció de dipòsits per el consum mig diari més la reserva d'incendis.
- Gomella en el seu llibre "*La Distribución del Agua*" recomana que almenys el dipòsit ha de ser del 25% del màxim consum, amb independència de la reserva per incendis.

### **H7.- JUSTIFICACIÓ DELS NOUS DIPÒSITS REGULADORS**

Serà necessària la implantació d'alguns nous dipòsits a la xarxa per tal de fer front amb garanties a la futura demanda que experimentarà la població en els propers 20 anys. Alguns d'aquests dipòsits substituiran als actuals que hagin quedat obsolets per la falta de capacitat, així com en els casos en què sigui possible, es realitzarà una ampliació del volum de la zona col·locant un dipòsit annex als existents. Per altra banda, hi ha zones de creixement que necessitaran una reserva important d'aigua, i per tant s'hi col·locaran uns dipòsits nous.

En concret les zones que s'ha considerat necessari la col·locació d'un nou dipòsit són:

- Implantació d'un nou dipòsit a la urbanització Mas Trempat.
- Ampliació de la capacitat dels dipòsits generals de Santa Cristina d'Aro.

- Ampliació del dipòsit 1 del Golf Club Costa Brava.
- Ampliació del dipòsit de Bell Lloch per un de major capacitat.
- Ampliació del dipòsit de Romanyà per un de major capacitat.

#### H7.1.- Urbanització Mas Trempat

Actualment a la urbanització hi ha un dipòsit de 50 m<sup>3</sup> de capacitat que pertany a Sant Feliu de Guíxols. Així doncs, es considera adequat la realització d'un **nou dipòsit de 1.134 m<sup>3</sup>** de capacitat mínima en terreny municipal de Santa Cristina d'Aro.

	[ m <sup>3</sup> /dia ]
Consum actual urbanització	112,37
Consum zones de creixement	780,95
SUD 11 Mas Trempat II	58,61
SUD 15 Molí d'en Reixach - Bernades	338,68
SUD 16 Molí d'en Tarrés	377,67
PMU 6 Accés Mas Trempat	5,99
<b>Consum total diari</b>	<b>893,32</b>
<b>Consum per a incendis</b>	<b>240,05</b>
2 hidrants simultanis durant 2 hores amb un cabal de 1000 l/min cadascun	
<b>CONSUM TOTAL MAS TREMPAT</b>	<b>1133,37</b>

Taula. 44.- Justificació de la capacitat del dipòsit del Mas Trempat.

#### H7.2.- Nucli urbà de Santa Cristina d'Aro

Actualment són existents dos dipòsits generals situats a la cota 105.00 m que abasteixen el nucli urbà i les urbanitzacions properes. Aquests dipòsits tenen una capacitat de **425 + 620 m<sup>3</sup>**. Així doncs, es realitzarà un **nou dipòsit de capacitat mínima 1.351 m<sup>3</sup> que es col·locarà juntament als existents** per atendre a la futura demanda.

	[ m <sup>3</sup> /dia ]
Consum actual nucli urbà	677,44
Consum zones de creixement	1478,52
SUD 1 Ridaura	207,79
SUD 2 Serra Sol III	19,98
SUD 3 Teulera	115,22
SUD 4 Pedró	7,33
SUD 5 Estació	305,03
SUD 6 Camí Vell	247,75
SUD 7 Equipa. Teulera	65,93
SUD 8 Mas Pla A	183,82
SUD 9 Mas Pla C	77,92
SUD 10 Equipa. Riera Malvet	16,65
SUD 14 Tueda	22,64
SUD 17 Activitats turístiques	-
PMU 1 Suberolita	89,91
PMU 2 Ridaura	50,62
PMU 3 El Vilar	7,99
PMU 4 Salom	59,94
<b>Consum total diari</b>	<b>2155,96</b>
<b>Consum per a incendis</b>	<b>240,05</b>
2 hidrants simultanis durant 2 hores amb un cabal de 1000 l/min cadascun	
<b>CONSUM TOTAL NUCLI URBÀ</b>	<b>2396,01</b>

Taula. 45.- Justificació de la capacitat del dipòsit de Sta. Cristina d'Aro.

### H7.3.- Golf Club Costa Brava

La urbanització disposa de dos dipòsits reguladors en diferents cotes. El dipòsit 1 (80.00 m), el qual actua com a general té una capacitat de **600 m<sup>3</sup>**, mentre que el de Rocalba (200.00 m) amb un volum de **400 m<sup>3</sup>** abasteix la zona alta de la urbanització. Es considera adequat la realització d'un **nou dipòsit adjunt al general, amb una capacitat mínima de 386 m<sup>3</sup>**.

	[ m <sup>3</sup> /dia ]
Consum actual urbanització	1032,94
Consum zones de creixement	113,22
SUD 13 Riera dels Molinets	113,22
<b>Consum total diari</b>	<b>1146,16</b>
<b>Consum per a incendis</b>	<b>240,05</b>
2 hidrants simultanis durant 2 hores amb un cabal de 1000 l/min cadascun	
<b>CONSUM TOTAL GOLF</b>	<b>1386,21</b>

**Taula. 46.-** Justificació de la capacitat del dipòsit del Golf.

#### H7.4.- Bell Lloch

	[ m <sup>3</sup> /dia ]
Consum actual urbanització	319,82
Consum zones de creixement	32,63
SUD 12 Bell Lloch III	32,63
<b>Consum total diari</b>	<b>352,45</b>
<b>Consum per a incendis</b>	<b>240,05</b>
2 hidrants simultanis durant 2 hores amb un cabal de 1000 l/min cadascun	
<b>CONSUM TOTAL BELL LLOCH</b>	<b>592,5</b>

**Taula. 47.-** Justificació de la capacitat del dipòsit de Bell Lloch.



Bell Lloch disposa d'un dipòsit amb una capacitat de **250 m<sup>3</sup>**, el qual ha d'alimentar la urbanització que té el seu nom, a més d'alimentar la zona urbana de Romanyà, Vall repòs i St. Miquel d'Aro situades aigües amunt. S'ha demostrat que la capacitat actual del dipòsit no permet assegurar el subministrament en el futur, i per tant es **recomana la seva ampliació fins a una capacitat mínima de 592 m<sup>3</sup>**.

#### H7.5.- Romanyà de la Selva

El dipòsit de Romanyà el qual té una capacitat de **250 m<sup>3</sup>** abasteix el seu nucli urbà, així com també les urbanitzacions de Vall repòs i St. Miquel d'Aro. Durant l'estiu degut als elevats consums a les urbanitzacions, Romanyà es queda sense suficient pressió de servei. **Es recomana l'ampliació del dipòsit fins a una capacitat mínima de 649 m<sup>3</sup>**.

	[ m <sup>3</sup> /dia ]
Consum actual nucli urbà	409,38
<b>Consum total diari</b>	<b>409,38</b>
<b>Consum per a incendis</b>	<b>240,05</b>
2 hidrants simultanis durant 2 hores amb un cabal de 1000 l/min cadascun	
<b>CONSUM TOTAL ROMANYÀ</b>	<b>649,43</b>

Taula. 48.- Justificació de la capacitat del dipòsit de Romanyà.

#### H7.6.- Dimensions comercials dels nous dipòsits

S'ha consultat en diverses cases comercials de dipòsits per tal concretar les dimensions i volums que s'utilitzen en les xarxes d'aigua potable.

Per a fer els càlculs i la simulació de la solució proposada s'han escollit diversos models de la marca AQUA DIPÒSITS ja que tenen una àmplia gamma de productes.

	Capacitat necesaria [ m <sup>3</sup> ]	Capacitat comercial [ m <sup>3</sup> ]	Diàmetre interior [ m ]	Alçada [ m ]
Mas Trempat	1.133	1.194	20	4
Sta. Cristina d'Aro	1.351	1.508	20	5
Golf Club Costa Brava	386	456	10	6
Bell Lloch	592	672	15	4
Romanyà	649	672	15	4

**Taula. 49.-** Característiques bàsiques dels nous dipòsits del municipi.

## **ANNEX I**

## **I.- ESTUDI ECONÒMIC**

### ***I1.- INTRODUCCIÓ***

En el present annex es definiran les actuacions a dur a terme per a la millora de la xarxa d'abastament d'aigua potable de la població de Santa Cristina d'Aro. Aquestes actuacions estaran ordenades per capítols i cada capítol conté un llistat d'actuacions valorades que estan disposades segons la prioritat d'execució ja que les diverses intervencions a la xarxa es duran a terme progressivament. El present treball dóna unes solucions generalistes i globals de les necessitats de la xarxa d'abastament del municipi, i per tant no s'ha d'interpretar com a projecte d'execució de les obres que hi ha descrites.

### ***I2.- ACTUACIONS PREVISTES***

L'àmbit d'actuació del treball inclou les zones urbanitzades més significatives del municipi de Santa Cristina d'Aro. Aquestes zones s'han fragmentat segons la seva situació geogràfica per tal de poder desenvolupar l'estudi per fases. Es detallen a continuació aquestes zones:

- I2.1.- Santa Cristina d'Aro
- I2.2.- Urbanització Mas Trempat
- I2.3.- Urbanització Golf Club Costa Brava
- I2.4.- Urbanització Roca de Malvet
- I2.5.- Urbanització Bell Lloch
- I2.6.- Romanyà de la Selva
- I2.7.- Urbanització Sant Miquel d'Aro

#### **I2.1.- Santa Cristina d'Aro**

##### Resum de les inversions:

- Ampliació dels dipòsit generals.
- Substitució / adequació de l'estació de postcloració.
- Substitució de la canonada d'impulsió des del Pasteral als dipòsits generals.
- Nova anella projectada per a la distribució.
- Ampliació urbanística distribució Molí d'en Reixach – Bernades

- Ampliació urbanística distribució Molí d'en Tarrés
- Ampliació urbanística canonades de distribució el Vilar
- Ampliació urbanística canonades de distribució Tueda
- Ampliació urbanística canonades de distribució Serra Sol III
- Ampliació urbanística canonades de distribució Ridaura
- Ampliació urbanística canonades de distribució Estació
- Ampliació urbanística canonades de distribució Suberolita
- Ampliació urbanística canonades de distribució Camí Vell

\* L'estimació dels costos desenvolupats en el present capítol és orientatiu. Les inversions descrites caldrà que siguin objecte del corresponent projecte executiu per tal de definir-ne específicament els condicionants tècnica i econòmics.

### Inversions a Santa Cristina d'Aro

#### AMPLIACIÓ DELS DIPÒSITS GENERALS

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Adequació del terreny per a col·locació de dipòsit semienterrat prefabricat de formigó. Inclou treballs d'adequació del terreny segons prescripcions del fabricant, transport i taxes a un abocador controlat	15.260,38 €	1	15.260,38 €
u	Dipòsit format per panells prefabricat de formigó HA-45 per acumulació d'aigües amb una capacitat mínima de 1.963 m <sup>3</sup>	188.404,00 €	1	188.404,00 €
u	Treballs de connexió del nou dipòsit als dipòsits existents. Inclou materials i part proporcional dels elements auxiliars necessaris pel muntatge	8.472,99 €	1	8.472,99 €
			<b>TOTAL</b>	<b>212.137,37 €</b>

#### SUBSTITUCIÓ / ADEQUACIÓ DE L'ESTACIÓ DE POSTCLORACIÓ

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Subministrament i muntatge d'analitzador de clor en continu, agitador i bombes de recirculació	3.214,00 €	1	3.214,00 €
u	Subministrament i muntatge del sistema de cloració on s'inclou el dipòsit d'hipoclorit i les bombes dosificadores	1.505,00 €	1	1.505,00 €
			<b>TOTAL</b>	<b>4.719,00 €</b>

**SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	964	95.811,96 €
ML	Tub de fosa dúctil de 300 mm de diàmetre nominal interior, segons la norma ISO 2531, unió de campana amb anella elastomèrica d'estanquitat per a aigua, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	65,55 €	964	63.190,20 €
<b>TOTAL</b>				<b>159.002,16 €</b>

**NOVA CANONADA DE DISTRIBUCIÓ ANELLA PROJECTADA**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	5721	568.610,19 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 200 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	59,56 €	5721	340.742,76 €
<b>TOTAL</b>				<b>909.352,95 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ POLÍGON MOLÍ D'EN REIXACH-BERNADES**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	4091	190.640,60 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	29,98 €	840	25.183,20 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	3251	71.391,96 €
<b>TOTAL</b>				<b>287.215,76 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ POLÍGON MOLÍ D'EN TARRÉS**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1935	90.171,00 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	29,98 €	497	14.900,06 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	1438	31.578,48 €
<b>TOTAL</b>				<b>136.649,54 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ EL VILAR**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1071	49.908,60 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	29,98 €	545	16.339,10 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	526	11.550,96 €
<b>TOTAL</b>				<b>77.798,66 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ TUEDA**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	878	40.914,80 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	29,98 €	878	26.322,44 €
<b>TOTAL</b>				<b>67.237,24 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ SERRA SOL III**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	315	14.679,00 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	315	6.917,40 €
<b>TOTAL</b>				<b>21.596,40 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ RIDAURA**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1357	63.236,20 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	1357	29.799,72 €
<b>TOTAL</b>				<b>93.035,92 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ SUBEROLITA**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1916	89.285,60 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	1916	42.075,36 €
<b>TOTAL</b>				<b>131.360,96 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ ESTACIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	3160	147.256,00 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	3160	69.393,60 €
<b>TOTAL</b>				<b>216.649,60 €</b>



**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ CAMÍ VELL**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	2623	122.231,80 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	2623	57.601,08 €
			<b>TOTAL</b>	<b>179.832,88 €</b>

**OBRA: ANÀLISI I REDISENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE SANTA CRISTINA D'ARO**

Descripció partides d'obra	Import
AMPLIACIÓ DELS DIPÒSITS GENERALS	212.137,37 €
SUBSTITUCIÓ / ADEQUACIÓ DE L'ESTACIÓ DE POSTCLORACIÓ	4.719,00 €
SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ	159.002,16 €
NOVA CANONADA DE DISTRIBUCIÓ ANELLA PROJECTADA	909.352,95 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA DISTRIBUCIÓ MOLÍ D'EN REIXACH-BERN.	287.215,76 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA DISTRIBUCIÓ MOLÍ D'EN TARRÉS	136.649,54 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ EL VILAR	77.798,66 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ TUEDA	67.237,24 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ SERRA SOL III	21.596,40 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ RIDAURA	93.035,92 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ SUBEROLITA	131.360,96 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ ESTACIÓ	216.649,60 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ CAMÍ VELL	179.832,88 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>2.496.588,44 €</b>

## I2.2.- Mas Trempat

### Resum de les inversions:

- Nou dipòsit regulador.
- Nou sistema de bombeig per a la distribució.
- Nova estació de postcloració.
- Nova impulsió des dels polígons fins al dipòsit regulador.
- Ampliació urbanística canonades de distribució zona projectada.

### Inversions al Mas Trempat

#### NOU DIPÒSIT DEL MAS TREMPAT

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Adequació del terreny per a col·locació de dipòsit semienterrat prefabricat de formigó. Inclou treballs d'adequació del terreny segons prescripcions del fabricant, transport i taxes a l'abocador controlat	8.154,65 €	1	8.154,65 €
u	Dipòsit format per panells prefabricat de formigó HA-45 per acumulació d'aigües amb una capacitat mínima de 456 m <sup>3</sup>	57.275,00 €	1	57.275,00 €
u	Treballs de connexió del nou dipòsit adjaçent a la bassa al sistema de captació de la xarxa. Inclou materials i part proporcional dels elements auxiliars necessaris pel muntatge	5.972,99 €	1	5.972,99 €
<b>TOTAL</b>				<b>71.402,64 €</b>

#### NOU BOMBEIG PER A LA IMPULSIÓ AL MAS TREMPAT

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Excavació, acondicionament del terreny i rebliment per la ubicació d'una estació de bombeig .	5.558,26 €	1	5.558,26 €
u	Obra civil per la realització d'una caseta per l'allotjament dels grups de bombeig i quadres elèctrics.	20.880,00 €	1	20.880,00 €
u	Grup de bombeig que elevi 28,48 m <sup>3</sup> /h a una alçada de 38,5 m.c.a. totalment ensamblat i provat . Inclou quadre elèctric de maniobra amb variador de freqüència.	26.158,46 €	1	26.158,46 €
u	Caldereria i valvuleria necessària	5.327,53 €	1	5.327,53 €
u	Escomesa elèctrica	8.340,52 €	1	8.340,52 €
<b>TOTAL</b>				<b>66.264,77 €</b>

**NOVA ESTACIÓ DE POSTCLORACIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Subministrament i montatge d'analitzador de clor en continu, agitador i bombes de recirculació	2.357,00 €	1	2.357,00 €
u	Subministrament i montatge del sistema de cloració on s'inclou el dipòsit d'hipoclorit i les bombes dosificadores	1.104,00 €	1	1.104,00 €
			<b>TOTAL</b>	<b>3.461,00 €</b>

**NOVA IMPULSIÓ DES DELS POLÍGONS FINS AL DIPÒSIT DL MAS TREMPAT**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	1378	136.959,42 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	25,09 €	1378	34.574,02 €
			<b>TOTAL</b>	<b>171.533,44 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ ZONA PROJECTADA**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,96 €	993	99.260,28 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	993	21.806,28 €
			<b>TOTAL</b>	<b>121.066,56 €</b>

Descripció partides d'obra	Import
NOU DIPÒSIT DEL MAS TREMPAT	71.402,64 €
NOU BOMBEIG PER A LA IMPULSIÓ AL MAS TREMPAT	66.264,77 €
NOVA ESTACIÓ DE POSTCLORACIÓ	3.461,00 €
NOVA IMPULSIÓ DES DELS POLÍGONS FINS AL DIPÒSIT DL MAS TREMPAT	171.533,44 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ ZONA PROJECTADA	121.066,56 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>433.728,41 €</b>

## I2.3.- Golf Club Costa Brava

### Resum de les inversions:

- Ampliació del dipòsit general.
- Substitució del sistema de bombeig per a la impulsió fins a Rocalba.
- Substitució de la canonada d'impulsió fins a Rocalba.
- Col·locació de reguladors de pressió.

### Inversions al Golf Club Costa Brava

#### AMPLIACIÓ DELS DIPÒSITS GENERALS

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Adequació del terreny per a col·locació de dipòsit semienterrat prefabricat de formigó. Inclou treballs d'adequació del terreny segons prescripcions del fabricant, transport i taxes a un abocador controlat	7.525,00 €	1	7.525,00 €
u	Dipòsit format per panells prefabricat de formigó HA-45 per acumulació d'aigües amb una capacitat mínima de 456 m <sup>3</sup>	57.275,00 €	1	57.275,00 €
u	Treballs de connexió del nou dipòsit als dipòsits existents. Inclou materials i part proporcional dels elements auxiliars necessaris pel muntatge	2.833,00 €	1	2.833,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>67.633,00 €</b>

#### SUBSTITUCIÓ DEL BOMBEIG ACTUAL PER A LA IMPULSIÓ FINS A ROCALBA

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Grup de bombeig totalment ensamblat i provat per un cabal de 41 m <sup>3</sup> /h i 139 m.c.a. Inclou quadre elèctric de maniobra amb variador de freqüència, i desmuntatge dels elements antics.	31.475,00 €	1	31.475,00 €
u	Caldereria i valvuleria necessària	3.670,00 €	1	3.670,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>35.145,00 €</b>

#### SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ AL DIPÒSIT DE ROCALBA

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	543	53.968,77 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat al fons de la rasa	25,09 €	543	13.623,87 €
<b>TOTAL</b>				<b>67.592,64 €</b>

**COL-LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Vàlvula reductora de pressió amb brides, de 80 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió màxima i amb un diferencial màxim de 15 bar, de bronze, preu alt i muntada en pericó de canalització soterrada	3.767,34 €	2	7.534,68 €
			<b>TOTAL</b>	<b>7.534,68 €</b>

**OBRA: ANÀLISI I REDISSENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE A LA URBANITZACIÓ GOLF COSTA BRAVA**

Descripció partides d'obra	Import	
AMPLIACIÓ DELS DIPÒSITS GENERALS	67.633,00 €	
SUBSTITUCIÓ DEL BOMBEIG ACTUAL PER A LA IMPULSIÓ FINS A ROCALBA	35.145,00 €	
SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ AL DIPÒSIT DE ROCALBA	67.592,64 €	
COL-LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ	7.534,68 €	
<b>TOTAL PEM</b>		<b>177.905,32 €</b>

**I2.4.- Roca de Malvet**

Resum de les inversions:

- Connexió entre les xarxes de Sta. Cristina d'Aro i Romanyà.
- Substitució de la canonada d'impulsió des del dipòsit N° 2 fins al N° 4.

Inversions a Roca de Malvet

**CONNEXIÓ ENTRE LES XARXES DE STA. CRISTINA D'ARO I ROMANYÀ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1921	89.518,60 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	1921	42.185,16 €
			<b>TOTAL</b>	<b>131.703,76 €</b>

**SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ DES DEL DIPÒSIT N° 2 FINS AL N° 4**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	1027	102.073,53 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	25,09 €	1027	25.767,43 €
<b>TOTAL</b>				<b>127.840,96 €</b>

**OBRA: ANÀLISI I REDISENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE LA URBANITZACIÓ ROCA DE MALVET**

Descripció partides d'obra	Import
CONNEXIÓ ENTRE LES XARXES DE STA. CRISTINA D'ARO I ROMANYÀ	131.703,76 €
SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ DES DEL DIPÒSIT N° 2 FINS AL N° 4	127.840,96 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>259.544,72 €</b>

**I2.5.- Urbanització Bell Lloch**

Resum de les inversions:

- Ampliació del dipòsit de Bell Lloch.
- Substitució de la canonada d'impulsió fins al dipòsit de Bell Lloch.
- Ampliació urbanística canonades de distribució Bell Lloch.
- Col·locació de vàlvules reductores de pressió.

Inversions a la urbanització Bell Lloch

**AMPLIACIÓ DEL DIPÒSIT DE BELL LLOCH**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Ampliació de la capacitat del dipòsit de Bell Lloch des de 250 m <sup>3</sup> actuals a 672 m <sup>3</sup>	84.405,89 €	1	84.405,89 €
u	Treballs de connexió del dipòsit de Bell Lloch per adaptar-lo a la nova solució projectada. Inclou materials i part proporcional dels elements auxiliars necessaris pel muntatge	3.795,07 €	1	3.795,07 €
<b>TOTAL</b>				<b>88.200,96 €</b>

**SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ FINS AL DIPÒSIT DE BELL LLOCH**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	1487	147.792,93 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	34,23 €	1487	50.900,01 €
<b>TOTAL</b>				<b>198.692,94 €</b>

**AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ BELL LLOCH**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	1944	90.590,40 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 160 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 17, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	29,98 €	1099	32.948,02 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 10 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	21,96 €	845	18.556,20 €
<b>TOTAL</b>				<b>142.094,62 €</b>

**COL-LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Vàlvula reductora de pressió amb brides, de 150 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió màxima i amb un diferencial màxim de 15 bar, de bronze, preu alt i muntada en pericó de canalització soterrada	5.971,00 €	1	5.971,00 €
u	Vàlvula reductora de pressió amb brides, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió màxima i amb un diferencial màxim de 15 bar, de bronze, preu alt i muntada en pericó de canalització soterrada	5.152,00 €	2	10.304,00 €
u	Vàlvula reductora de pressió amb brides, de 80 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió màxima i amb un diferencial màxim de 15 bar, de bronze, preu alt i muntada en pericó de canalització soterrada	3.358,00 €	1	3.358,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>19.633,00 €</b>

**OBRA: ANÀLISI I REDISENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE LA URBANITZACIÓ BELL LLOCH**

Descripció partides d'obra	Import
AMPLIACIÓ DEL DIPÒSIT DE BELL LLOCH	88.200,96 €
SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ FINS AL DIPÒSIT DE BELL LLOCH	198.692,94 €
AMPLIACIÓ URBANÍSTICA CANONADES DE DISTRIBUCIÓ BELL LLOCH	142.094,62 €
COL-LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ	19.633,00 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>448.621,52 €</b>

**12.6.- Urbanització Romanyà**

Resum de les inversions:

- Ampliació del dipòsit de Romanyà.
- Substitució del bombeig des de Bell Lloch fins a Romanyà.
- Substitució de la canonada d'impulsió fins a Romanyà.

Inversions a la urbanització Romanyà

**AMPLIACIÓ DEL DIPÒSIT DE ROMANYÀ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Ampliació de la capacitat del dipòsit de Romanyà des de 250 m <sup>3</sup> actuals a 672 m <sup>3</sup>	84.405,89 €	1	84.405,89 €
u	Treballs de connexió del dipòsit de Romanyà per adaptar-lo a la nova solució projectada. Inclou materials i part proporcional dels elements auxiliars necessaris pel muntatge	3.795,07 €	1	3.795,07 €
<b>TOTAL</b>				<b>88.200,96 €</b>

**SUBSTITUCIÓ DEL BOMBEIG DES DE BELL LLOCH FINS A ROMANYÀ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Desmuntatge instal·lació de bombeig existent al dipòsit de Bell Lloch per una de major potència.	850,00 €	1	850,00 €
u	Subministre i col·locació de bomba d'impulsió per elevar un cabal d'uns 43 m <sup>3</sup> /h a una alçada manomètrica de 232 m.c.a fins al dipòsit de Romanyà. Inclou elements auxiliars necessaris per la instal·lació i substitució de la bomba antiga.	3.565,98 €	2	7.131,96 €
u	Projecte tècnic visat de legalització de la instal·lació elèctrica	2.000,00 €	1	2.000,00 €
u	Subministre i col·locació de quadre de maniobra i automatismes per dos motors, amb variadors de freqüència. Inclou part proporcional dels elements auxiliars del muntatge	25.656,23 €	1	25.656,23 €
<b>TOTAL</b>				<b>35.638,19 €</b>



**SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ FINS AL DIPÒSIT A ROMANYÀ**

<b>UA</b>	<b>Descripció</b>	<b>Preu</b>	<b>Amidament</b>	<b>Import</b>
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl urbanitzat. Inclou excavació, transport de terres, taxes d'abocament controlat, terraplanat i piconat amb subbase aL 95% Proctor i cinta senyalitzadora	99,39 €	1852	184.070,28 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col.locat al fons de la rasa	25,09 €	1852	46.466,68 €
<b>TOTAL</b>				<b>230.536,96 €</b>

**OBRA: ANÀLISI I REDISENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE LA URBANITZACIÓ ROCA DE MALVET**

<b>Descripció partides d'obra</b>	<b>Import</b>
CONNEXIÓ ENTRE LES XARXES DE STA. CRISTINA D'ARO I ROMANYÀ	131.703,76 €
SUBSTITUCIÓ DE LA CANONADA D'IMPULSIÓ DES DEL DIPÒSIT N° 2 FINS AL N° 4	127.840,96 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>259.544,72 €</b>

**I2.6.- Urbanització St. Miquel d'Aro**

Resum de les inversions:

- Col·locació d'un nou sistema de bombeig per a la impulsió..
- Construcció d'una nova canonada d'impulsió des de Romanyà al dip. 2 de ST. Miquel.
- Col·locació de vàlvules reductores de pressió.

Inversions a la urbanització St. Miquel d'Aro

**SISTEMA DE BOMBEIG**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Desmuntatge instal·lació de bombeig existent al dipòsit de Sant Miquel d'Aro 1 per a canviar el sentit de circulació del fluid, el qual baixarà per gravetat.	700,00 €	1	700,00 €
u	Subministre i col·locació de bomba d'impulsió per elevar un cabal d'uns 22 m <sup>3</sup> /h a una alçada manomètrica de 70 mca fins al dipòsit 2. Inclou part proporcional dels elements auxiliars necessaris per la instal·lació i substitució de la bomba antiga.	2.556,50 €	2	5.113,00 €
u	Instal·lació d'una escomesa elèctrica, al dipòsit de Romanyà, que alimenti el sistema de bombeig pel subministrament a Sant Miquel d'Aro.	15.659,00 €	1	15.659,00 €
u	Projecte tècnic visat de legalització de la instal·lació elèctrica	2.000,00 €	1	2.000,00 €
u	Obra civil per la realització d'una caseta per l'allotjament dels grups de bombeig i quadres elèctrics	21.123,25 €	1	21.123,25 €
u	Subministre i col·locació de quadre de maniobra i automatismes per dos motors, amb variadors de freqüència. Inclou part proporcional dels elements auxiliars del muntatge	31.245,66 €	1	31.245,66 €
<b>TOTAL</b>				<b>75.840,91 €</b>

**CANONADA D'IMPULSIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
ML	Execució de rasa per a instal·lació de canonada en sòl no urbanitzat. Inclou excavació, transport, taxes abocador, terraplanat i piconat amb subbase al 95% Proctor, formació de daus de formigó en canvis de sentit i cinta senyalitzadora	46,60 €	3170	147.722,00 €
ML	Tub de polietilè de designació PE 100, de 125 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió nominal, sèrie SDR 11, UNE-EN 12201-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat al fons de la rasa	25,09 €	3170	79.535,30 €
<b>TOTAL</b>				<b>227.257,30 €</b>

**COL·LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ**

UA	Descripció	Preu	Amidament	Import
u	Vàlvula reductora de pressió amb brides, de 80 mm de diàmetre nominal, de 16 bar de pressió màxima i amb un diferencial màxim de 15 bar, de bronze, preu alt i muntada en pericó de canalització soterrada	3.767,34 €	5	18.836,70 €
<b>TOTAL</b>				<b>18.836,70 €</b>

---

**OBRA: ANÀLISI I REDISENY DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE SANT MIQUEL D'ARO**

<b>Descripció partides d'obra</b>	<b>Import</b>
SISTEMA DE BOMBEIG	75.840,91 €
CANONADA D'IMPULSIÓ	227.257,30 €
COL-LOCACIÓ DE VÀLVULES REDUCTORES DE PRESSIÓ	18.836,70 €
<b>TOTAL PEM</b>	<b>321.934,91 €</b>

## **ANNEX J**

---

## J.- PRESSUPOST DEL TREBALL

El pressupost del present treball és una valoració econòmica de l'estudi realitzat referent a l'anàlisi i redisseny de la xarxa d'aigua potable de Sta. Cristina d'Aro. Així doncs, queda exempte d'aquest apartat el cost total i parcial de les obres descrites en el treball, ja que es considera que serà necessari la realització d'un projecte executiu en cadascuna d'elles. No obstant, en l'annex "Estudi econòmic" es mostra el cost aproximat de l'obra. Els costos considerats en la valoració econòmica del treball es mostren a continuació:

- **Costos de recerca**

Té en compte les tasques de recerca d'informació necessària per a l'elaboració del treball. Inclou l'estudi de tècniques i metodologies de càlcul, estudi de la xarxa d'aigües municipal, recerca d'informació, desplaçaments, visites i reunions.

- **Costos de desenvolupament**

Aquí s'inclou tota la feina referent als diferents estudis realitzats, i la modelització matemàtica de la xarxa actual i proposada d'aigua potable. Així doncs, es consideren les feines de desenvolupament de l'estudi de la població, el de la demanda i l'econòmic, així com també les feines de implementació de la simulació, calibració, validació i solució projectada.

- **Costos d'amortització**

Aquests cost és la suma de varis factors, ja que s'ha de considerar l'amortització dels programes utilitzats per l'execució de la simulació, i la descripció dels resultats; els equips utilitzats i l'aula.

El programa de la simulació en ser d'accés lliure no ha representat cap mena de cost, i per tant queda fora d'aquest apartat. Per altra banda, si que s'han de considerar programes utilitzats com l'Autocad, l'Office, el Photo Shop, el TCQ (base de dades de preus).

- **Costos de redacció**

Aquí es tindran en compte la redacció del projecte amb la totalitat d'aquest, com també les despeses d'impressió que calen per l'entrega del treball.

DESCRIPCIÓ	PREU UNITARI	DURADA	COST
<b><u>Recerca</u></b>			
<i>Estudi de la xarxa d'aigua i del seu funcionament</i>	15 €/h	24 h	360 €
<i>Recerca d'informació</i>	15 €/h	40 h	600 €
<i>Aprenentatge de noves tècniques</i>	0 €/h	70 h	0 €
<b><u>Desenvolupament</u></b>			
<i>Implementació model matemàtic</i>	9 €/h	130 h	1.170 €
<i>Calibració i Validació del model matemàtic realitzat</i>	9 €/h	75 h	675 €
<i>Anàlisi situació actual de la xarxa d'aigua</i>	15 €/h	90 h	1.350 €
<i>Proposició de noves solucions per a la millora de la xarxa</i>	15 €/h	65 h	975 €
<i>Altres estudis realitzats</i>	15 €/h	110 h	1.650 €
<b><u>Amortització</u></b>			
<i>Programes informàtics</i>	2 €/h	470 h	940 €
<i>Equipament informàtics</i>	0,21 €/h	470 h	98,7 €
<b><u>Redactat i entrega</u></b>			
<i>Redacció</i>	15 €/h	115 h	1.725 €
<i>Impressió</i>	45 €	-	45 €
<b>Subtotal</b>			<b>9.588,7 €</b>
16% IVA			1.534,2 €
<b>TOTAL</b>			<b>11.122,9 €</b>