



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. 1 Memòria

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

1.- INTRODUCCIÓ	4
1.1.- ANTECEDENTS	4
1.2.- OBJECTE	6
1.3.- ABAST DEL PROJECTE	7
2.- ESTUDI DEL CREIXEMENT DE LA POBLACIÓ	8
2.1.- INTRODUCCIÓ	8
2.2.- DEMOGRÀFIA	8
2.2.1.- Evolució demogràfica segons el pla director de l'Empordà	8
2.2.2.- Evolució demogràfica de Sta. Cristina d'Aro	10
2.2.3.- Augment estacional de població	11
2.3.- CÀLCUL DEL CREIXEMENT DEMOGRÀFIC	13
2.3.1.- Mètode de la taxa de creixement	14
2.3.2.- Resultats obtinguts	15
2.4.- PROPOSTES URBANÍSTIQUES ESPECÍFIQUES	16
2.4.1.- Sistema d'equipaments	17
2.4.2.- Nucli urbà central	17
2.4.3.- Urbanitzacions i àrees urbanes ja existents	18
2.4.4.- Sòl industrial i d'activitats econòmiques	18
2.4.5.- Resum de les noves superfícies urbanitzables segons el POUM	20
3.- ESTUDI DE L'APROFITAMENT DELS RECURSOS HÍDRICS	22
3.1.- INTRODUCCIÓ	22
3.2.- ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE AL MUNICIPI	22
3.2.1.- Evolució de l'abastament fins a l'actualitat	22
3.2.2.- Abastament actual d'aigua potable	23
3.2.3.- Relació entre les fonts d'abastament pròpies i externes	24
3.3.- CONSUMS D'AIGUA POTABLE ACTUALS	26
3.3.1.- Tipologia de la demanda	26
3.3.2.- Aigua bombada al municipi	26
3.3.3.- Aigua consumida al municipi	27
3.3.4.- Avaluació del volum d'aigua no comptabilitzat	28
3.4.- ESTIMACIÓ DE LA DEMANDA	30
3.4.1.- Estimació de la dotació	30
3.4.2.- Demanda punta mensual, setmanal i diària	31
3.4.3.- Previsió dels consums al municipi	34

3.5.- <i>CONSUMS ESPECÍFICS EN LES ZONES DE CREIXEMENT</i>	34
3.6.- <i>CONSUMS EN CAS D'INCENDIS</i>	36
4.- METODOLOGIA	37
4.1.- <i>INTRODUCCIÓ</i>	37
4.2.- <i>ESQUEMA DE TREBALL</i>	37
4.3.- <i>RECERCA D'INFORMACIÓ</i>	39
4.3.1.- Recopilació de la informació existent	39
4.3.2.- Treball de camp	40
4.4.- <i>INSTRUMENTACIÓ</i>	41
4.4.1.- Mesura de pressions in situ	41
4.4.2.- Mesura de pressions en els reguladors	42
4.4.3.- Telecontrol de la xarxa d'aigües	43
4.5.- <i>MODELITZACIÓ MATEMÀTICA</i>	43
4.5.1.- Programari EPANET	43
4.5.2.- Descripció del programa	44
4.5.3.- Característiques hidràuliques de la xarxa municipal	46
4.5.4.- Característiques de qualitat de les aigües en la xarxa municipal	48
4.5.5.- Introducció de dades al programa	48
4.6.- <i>CALIBRACIÓ I VALIDACIÓ DEL MODEL</i>	50
4.6.1.- Consums	50
4.6.2.- Pressions de la xarxa	51
4.6.3.- Nivell en els dipòsits	52
4.6.4.- Concentració de clor a la xarxa	55
4.7.- <i>ANÀLISI I REDISSENY DE LA XARXA</i>	56
5.- ESTAT ACTUAL DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE	57
5.1.- <i>INTRODUCCIÓ</i>	57
5.2.- <i>XARXA D'AIGÜES DE STA. CRISTINA D'ARO I URB. PROPERES</i>	57
5.2.1.- Abastament	58
5.2.2.- Bombes d'impulsió	59
5.2.3.- Dipòsits d'acumulació	60
5.2.4.- Canonades d'impulsió	61
5.2.5.- Xarxa de distribució	62
5.3.- <i>XARXA D'AIGÜES DEL GOLF CLUB COSTA BRAVA</i>	62
5.3.1.- Abastament	63
5.3.2.- Bombes d'impulsió	63
5.3.3.- Dipòsits d'acumulació	64

5.3.4.- Canonades d'impulsió	65
5.3.5.- Xarxa de distribució	65
5.4.- XARXA D'AIGÜES DE BELL LLOCH / ROMANYÀ	66
5.4.1.- Abastament	66
5.4.2.- Bombes d'impulsió	67
5.4.3.- Dipòsits d'acumulació	68
5.4.4.- Canonades d'impulsió	69
5.4.5.- Xarxa de distribució	69
6.- ANÀLISI DE LA XARXA ACTUAL	71
6.1.- INTRODUCCIÓ	71
6.2.- ANÀLISI DE STA. CRISTINA D'ARO I URB. PROPERES	71
6.3.- ANÀLISI DEL GOLF CLUB COSTA BRAVA	74
6.4.- ANÀLISI DE BELL LLOCH / ROMANYÀ	75
7.- SOLUCIÓ PROJECTADA	78
7.1.- INTRODUCCIÓ	78
7.2.- ACTUACIONS HIDRÀULIQUES DESTACADES	78
8.- RESUM DEL PRESSUPOST	81
9.- CONCLUSIONS	82
10.- RELACIÓ DE DOCUMENTS DEL TREBALL	83
11.- BIBLIOGRAFIA	84

1.- INTRODUCCIÓ

1.1.- ANTECEDENTS

El municipi de Santa Cristina d'Aro es troba situat a l'extrem sud de la comarca del Baix Empordà, tenint una extensió territorial de 16,8 km² i comprnent gairebé tota la capçalera de la Vall d'Aro, que travessa el terme municipal en direcció d'oest a est.

Degut a la seva gran superfície es troba delimitat per un total de vuit poblacions veïnes, entre les quals destaquen, Llagostera (Gironès), St. Feliu de Guíxols i Platja d'Aro (Baix Empordà) per la seva proximitat amb el nucli urbà.

Pel nord, s'aixeca el massís de les Gavarres, on hi ha situades la major part de les urbanitzacions i antics municipis com l'antic poblat de Romanyà de la Selva i les urbanitzacions de Bell Lloch del Pla, Sant Miquel d'Aro i Vall repòs. Per altra banda, davant d'aquesta serralada i a la part més meridional, s'aixeca el massís de l'Ardenya que separa el municipi de la depressió de la Selva, on hi ha situades les urbanitzacions del Golf i l'antic poble de Solius. Aquesta serralada desemboca al mar, provocant una difícil orografia a la costa, i per tant, afavorint la conservació de la zona.

Entre mig de les Gavarres (aprox. 400.00 m) i l'Ardenya (aprox. 400.00 m) es troba la Vall d'Aro, la qual conté un territori relativament planer amb unes cotes topogràfiques que oscil·len al voltant dels 30.00 metres al centre de la vall i els 50.00 m als inicis de la falda dels massissos. Comprès entre aquestes dos serralades, hi transcorre el riu Ridaura, el qual voreja el nucli urbà de la població de Santa Cristina d'Aro.

La densitat de població del municipi varia en gran mesura depenent de l'època de l'any; durant els mesos d'hivern hi ha una població d'uns 4.630 habitants (any 2007), mentre que a l'estiu la xifra es pot elevar fins a més de 12.000 persones, degut al gran nombre de segones residències que hi ha establertes.

La major part d'aquests turistes resideixen en alguna de les urbanitzacions que té el municipi, mentre que al nucli urbà s'hi concentra la gran densitat de població no itinerant, és a dir, aquella població que viu tot l'any.

Les urbanitzacions de la població de est a oest són Sant Miquel d'Aro, Bell-lloc del Pla, Romanyà de la Selva, Roca de Malvet, Les Teules, El Golf, Vall repòs i Mas Trempat.

El fet de tenir un territori tant gran, i amb els nuclis habitats extremadament repartits, provoca que la seva xarxa d'aigua potable sigui complicada i extensa, amb la necessitat de la seva separació per zones. Així doncs, són existents la zona que engloba el nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro i les urbanitzacions properes de Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat per un costat, la zona del Golf en segon lloc, i finalment les urbanitzacions Bell Lloch, St. Miquel d'Aro, Vall repòs, i el petit poble de Romanyà. Aquestes xarxes actualment són independents unes de les altres, disposant totes elles, de les seves pròpies fonts d'abastament. Cal comentar també, que a la zona del Golf s'ha realitzat una connexió amb la xarxa del nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro, degut a la seva proximitat geogràfica.

La disgregació dels nuclis habitats del territori i el fet que sovint les urbanitzacions es trobin situades sobre una pronunciada orografia, provoca que la xarxa municipal sigui en molts casos ramificada, ocasionant seriosos problemes de subministrament en cas d'avaria o tall en les seves artèries principals. Així mateix, aquest fet pot generar problemes de qualitat a causa d'una insuficient circulació del fluid provocada accentuada per la forta estacionalitat d'algunes zones.

A més, en determinats punts de la població, la xarxa d'abastament o la de distribució d'aigua es troben en un estat precari, essent necessàries intervencions de millora per tal de donar als abonats un millor servei. Per altra banda, hi ha determinades zones de creixement previstes al pla d'ordenació urbanística municipal (POUM), on encara no està determinada la futura instal·lació, ni tampoc s'ha decidit cap mena d'actuació de millora de la xarxa existent, per tal d'adaptar la antiga xarxa, a l'increment de la demanda provocada per aquestes noves zones.

1.2.- OBJECTE

En el present treball es realitzà una anàlisi global de la instal·lació d'aigua potable del municipi, per tal de conèixer el seu comportament hidràulic i de qualitat de les seves aigües. Aquest estudi es dividirà en dues fases clarament diferenciades, en primer lloc, es construirà un model matemàtic, que simuli el comportament real de la instal·lació, trobant com a resultat les característiques hidràuliques més importants que es donen a la xarxa (pressions, cabals, velocitats, nivells en els dipòsits, ...), així com també les de qualitat (degradació de la concentració de clor, temps de permanència de l'aigua ...). Amb els resultats obtinguts, es realitzarà un anàlisi de la xarxa actual, per tal de detectar les seves deficiències. En canvi en la segona part, es proposaran una sèrie d'actuacions de millora que permetin garantir el subministrament d'aigua en el futur, així com també assegurar la seva qualitat.

El model matemàtic es realitzarà amb l'ajuda del programa EPANET, elaborat per la NATIONAL RISK MANAGEMENT RESEARCH LABORATORY de Cincinnati, als Estats Units, i traduït a l'espanyol pel grup REDHISP Inst. Ingenieria del agua y M.A. de la Universitat Politècnica de València. La utilització d'un software de simulació permetrà observar d'una manera gràfica com es comporta hidràulicament i qualitativament la xarxa en diverses situacions actuals o futures, i a partir dels resultats obtinguts, adoptar solucions globals que resolguin les deficiències detectades i prioritzar-les segons les seves necessitats.

S'acabarà el treball amb la realització d'un estudi econòmic de les actuacions necessàries per a la millora de la xarxa, a fi de descriure les prioritats de les accions, així com també les seu cost aproximat.

La finalitat de la intervenció en la xarxa d'aigua potable municipal, és millorar la funcionalitat de la mateixa i així contribuir a un augment de la qualitat de vida de la població de Santa Cristina d'Aro.

1.3.- ABAST

En el present treball es realitzaran uns models matemàtics de la xarxa d'aigua potable actual i futura, per tal d'estudiar-la amb deteniment, i poder adoptar unes conclusions sobre el seu estat hidràulic i de qualitat de les seves aigües. Les actuacions que es duran a terme es descriuen a continuació:

- Es realitzarà un estudi de la població actual i futura, per tal de conèixer el creixement del municipi, pel fet que això afecta en gran mesura al consum d'aigua. Seguidament, es valorarà el consum d'aigua actual i la seva evolució, per trobar el consum esperat a l'horitzó del 2027.
- Es realitzarà un model matemàtic que tingui un comportament semblant al que té la xarxa d'aigua potable existent.
- Mitjançant un treball de camp i gràcies a la informació subministrada per la companyia d'aigües de Sta. Cristina d'Aro, es recolliran dades referents al comportament real de la xarxa, comparant-los posteriorment amb els resultats obtinguts en la simulació i així validar-la.
- S'analitzarà el comportament actual de la xarxa per detectant els seus punts febles i mancances, fent especial èmfasis en les l'estudi d'algunes situacions de risc que es podrien esdevenir (períodes de màxim consum, incendis o talls en conduccions principals).
- Es proposarà una sèrie de millores en la instal·lació que garanteixin el subministrament de la població en el futur, així com també es realitzarà un predimensionat de la nova xarxa d'aigua potable en les zones de creixement del municipi, assignant el traçat, el diàmetre, el material de les conduccions, així com també la ubicació dels hidrants de la nova xarxa.
- Finalment, es realitzarà un estudi econòmic general de les actuacions previstes, per tal de conèixer, d'una manera aproximada, el cost total i parcial de les mesures considerades.

2.- ESTUDI DEL CREIXEMENT DE LA POBLACIÓ

2.1.- INTRODUCCIÓ

En el present capítol es descriuran els temes relacionats amb la demografia i el creixement del municipi de Santa Cristina d'Aro, ja que aquests factors condicionen en gran mesura el consum d'aigua de la població. S'ha dividit el capítol en tres blocs diferenciats, en el primer es realitzarà una descripció de la demografia actual i la seva evolució fins avui en dia. En segon lloc, es calcularà la demografia futura per a l'any 2028 considerant diverses hipòtesis de creixements poblacionals. I finalment, es descriurà segons el pla d'ordenació urbanístic municipal, el volum a construir al municipi i les zones on ho farà. Això permetrà també estimar el nombre d'habitatges nous que es podran implantar com a màxim.

2.2.- DEMOGRAFIA

2.2.1.- Evolució demogràfica segons el Pla director territorial de l'Empordà (2005)

Avui en dia la població de Santa Cristina d'Aro creix al ritme que estableix el pla director de l'Empordà, però no les poblacions pròximes al municipi com són Sant Feliu de Guíxols o Castell – Platja d'Aro – S'Agarò, les quals estan creixent a un ritme 3 o 4 vegades superior al establert en el pla i ja es troben actualment a punt de desbordar el sostre poblacional pel 2026. Aquest fet pot provocar un sobrecreixement en altres municipis propers com és el cas de Santa Cristina d'Aro. S'ha de preveure, per tant, que s'experimentaran unes projeccions demogràfiques superiors a les que es planteja al Pla director territorial de l'Empordà.

En la figura 1 es troba representada l'evolució de la població dels municipis de l'Empordà des de l'any 1960 al 2001. Es pot comprovar l'important creixement de les zones costaneres durant els anys 80 i 90, en detriment de les zones més interiors. S'observa en els mapes, que el municipi de Santa Cristina d'Aro està actualment en un important període de creixement, provocat en part, pel principi de saturació urbanística de les poblacions veïnes que estan a primera línia de la costa, com és el cas de Sant Feliu de Guíxols i Castell – Platja d'Aro – S'Agarò.

Destaca el municipi de Sant Feliu de Guíxols, on avui en dia ja no disposa pràcticament de sòl urbanitzable sense ocupar, estant ja, al llindar del seu sostre demogràfic. Aquest fet provoca un fort creixement al barri de Bufaganyes de Santa Cristina d'Aro, el qual delimita

per l'est amb el de Sant Feliu de Guíxols, sent una prolongació d'aquest últim, quedant però en terrenys cristinencs.

Per altra banda, Castell – Platja d'Aro – S'agarò està experimentant actualment un important creixement, encara que el cas d'aquest municipi no és tant influent com a Sant Feliu, en disposar encara d'una gran quantitat de sòl sense urbanitzar, no a primera línia de la costa, però si més a l'interior.

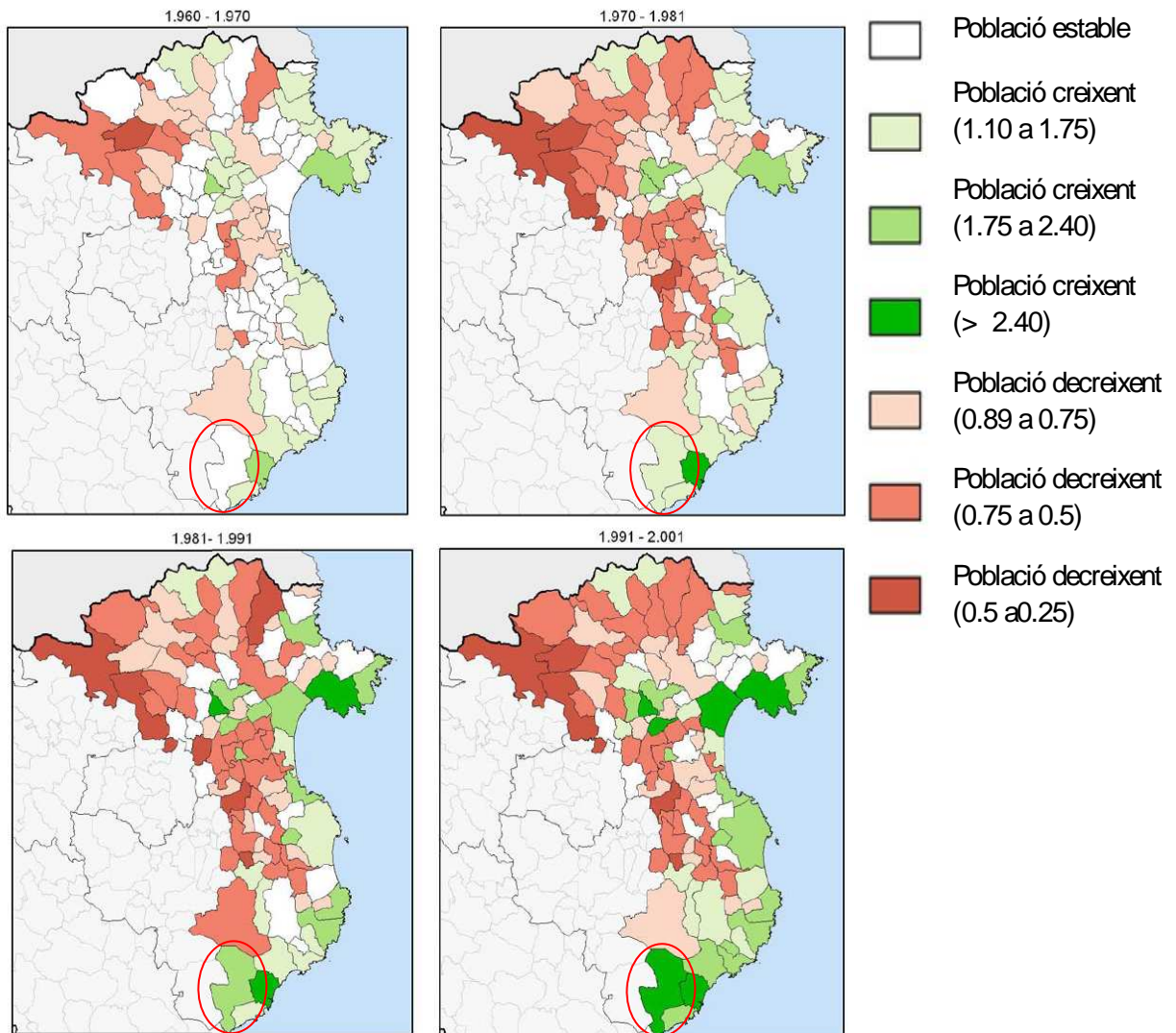


Fig. 1.- Evolució demogràfica de l'Empordà des de l'any 1969 fins al 2001.

2.2.2.- Evolució demogràfica de Santa Cristina d'Aro

Santa Cristina d'Aro és un municipi de la Costa Brava sud amb una gran extensió territorial i amb nombrosos petits nuclis de població repartits pel seu terme municipal. Degut a la proximitat amb la costa i els recursos econòmics que això comporta, a partir dels anys 80 hi ha hagut un creixement exponencial de la població censada al municipi. A més, s'ha de tenir en compte el fort augment de població durant el període d'estiu, que provoca la utilització de un gran nombre de serveis i per tant la necessitat d'un gran nombre de llocs de treball.

La taula 1 mostra la demografia de la població de Santa Cristina d'Aro des que es va fundar fins a l'actualitat, quedant de manifest dos importants períodes de creixement poblacional. En primer lloc, el que es va produir entre els anys 1717 i 1787, on es va passar de 539 a 1.023 persones, i en segon lloc, l'elevat creixement esdevingut a partir dels anys 70 amb el boom urbanístic de la Costa Brava (de 988 persones l'any 1970, fins a 4.547 persones l'any 2007), el qual encara avui en dia s'està seguint una tendència important de creixement.

Any	1497	1515	1553	1717	1787	1857	1877	1887	1900
Hab.	40	35	34	539	1.023	-	1.046	1.155	1.069
Any	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1981	1990
Hab.	1.185	1.101	1.034	977	985	927	980	1.269	1.811
Any	1992	1994	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Hab.	1.901	2.117	2.443	2.650	2.730	2.902	3.049	3.206	3.522
Any	2004	2005	2006	2007					
Hab.	3.735	3.983	4.214	4.547					

Taula 1.- Demografia de Santa Cristina d'Aro des del 1497 al 2007.

La figura 2 mostra l'evolució demogràfica experimentada al municipi des de l'any 1900, quedant de manifest que durant els seus primers tres quarts de segle el creixement poblacional va ser relativament estable, mentre que a partir dels anys 70 es va començar a produir un creixement exponencial de la població censada, que encara no s'ha acabat.

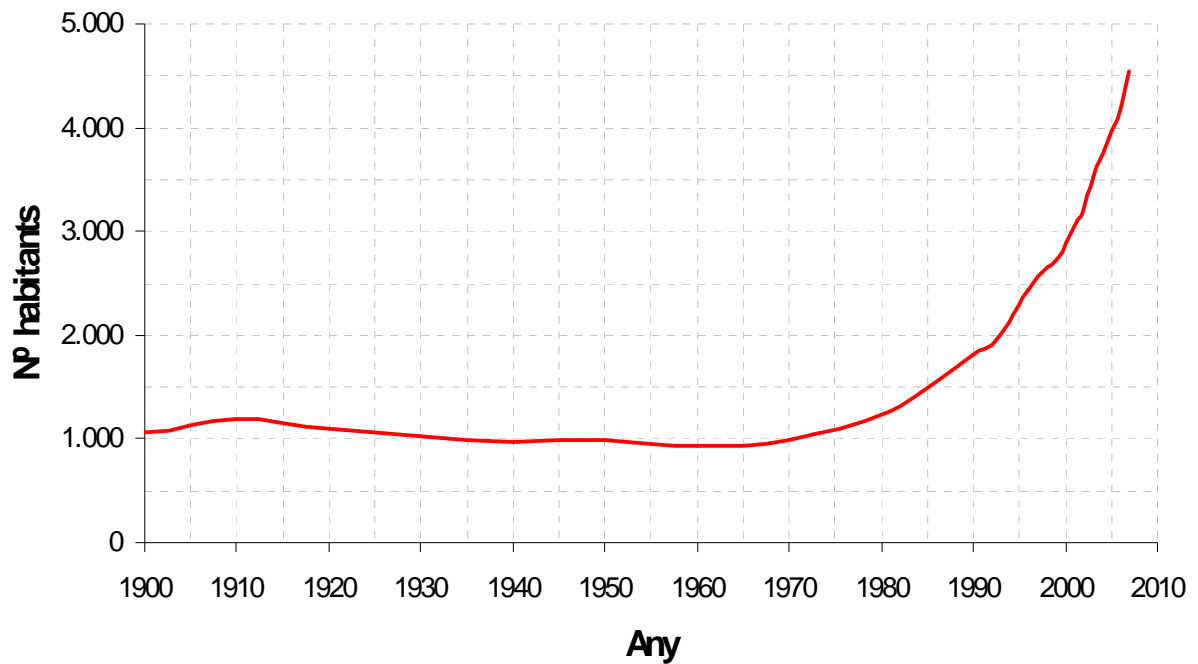


Fig. 2.- Evolució demogràfica de Santa Cristina d'Aro des del 1900 fins al 2007.

En resum, s'ha de tenir en compte que la població està encara en un període de creixement important i que aquests 4.547 habitants de l'any 2007 es veuran incrementats en el futur d'una manera considerable, ja que alguns municipis veïns estan al límit d'assolir el seu sostre poblacional establert per l'any 2026, mentre que Santa Cristina d'Aro disposa encara d'un gran nombre de sol urbanitzable per edificar.

2.2.3.- Augment estacional de població

La comarca del Baix Empordà veu incrementada notablement la seva població els caps de setmana i períodes estivals. Això és degut, que un gran nombre de turistes hi venen a passar les vacances en disposar d'una gran quantitat d'ofertes lúdiques i de oci, que la fan molt atractiva. Aquest augment requereix la necessitat d'aprovisionaments d'aigua majors els que s'utilitzarien en períodes no vacacionals, on la major part de la població són residents habituals.

Tot seguit es mostra la taula 2, on hi ha representades el nombre de places disponibles en els diversos equipaments turístics del Baix Empordà i el creixement demogràfic que experimenten les seves poblacions a l'estiu. S'ha realitzat una simplificació considerant que l'ocupació turística dels municipis està al 80 %, ja que no plenes totes les segones residències durant les vacances.

Municipi	EQUIPAMENTS TURÍSTICS				HABITATGES NO Principals	POBLACIÓ FLOTANT		
	Dotació places hotels	Dotació places càmpings	Places turisme rural	Total places turístiques	Places Habitats NO Principals (NMO=4)	Total POBLACIÓ FLOTANT	POBLACIÓ estacional (ocupació=80%)	Factor d'increment demogràfic estacional (ocupació=80%)
Albons	64			64	740	804	1217	x2,1
Begur	652	758		1410	12152	13562	14711	x3,8
Bellocaire d'Empordà					608	608	1131	x1,8
Bisbal d'Empordà, la	109		15	124	4352	4476	12468	x1,4
Calonge	1345	7459		8804	25496	34300	36197	x4,1
Castell-Platja d'Aro	4703	9696		14399	40000	54399	51989	x6,1
Colomers					232	232	388	x1,9
Corçà			5	5	344	349	1480	x1,2
Cruïlles, Monells i Sant Sadurní de l'Heura	10		23	33	388	421	1538	x1,3
Foixà					272	272	539	x1,7
Fontanilles	12		23	35	180	215	331	x2,1
Forallac	60		43	103	1032	1135	2654	x1,5
Garrigoles					236	236	330	x2,3
Gualta					472	472	708	x2,1
Jafre					300	300	599	x1,7
Mont-ras	17	1303		1320	572	1892	3275	x1,9
Palafrugell	1215	3961		5176	33496	38672	50751	x2,6
Palamós	1352	5324		6676	19372	26048	37069	x2,3
Palau-sator			51	51	328	379	587	x2,1
Pals	564	6924	32	7520	8864	16384	15368	x6,8
Parlavà	18		15	33	372	405	673	x1,9
Pera, la			25	25	312	337	694	x1,8
Regencós	14			14	312	326	564	x1,9
Rupià					388	388	506	x2,6
Sant Feliu de Guíxols	2455	735	4	3194	28036	31230	44677	x2,3
Santa Cristina d'Aro	392	3306	15	3713	7640	11353	12817	x3,4
Serra de Daró					196	196	335	x1,9
Tallada d'Empordà, la					328	328	600	x1,8
Torrent	60			60	108	168	307	x1,8
Torreoella de Montgrí	2074	12439		14513	31324	45837	46384	x4,8
Ullà		0	19	19	368	387	1227	x1,3
Ullastret		0	4	4	212	216	394	x1,8
Ultramort		0	8	8	92	100	276	x1,4
Vall-llobrega		513		513	672	1185	1545	x2,6
Verges	39			39	500	539	1586	x1,4
Vilopriu			4	4	304	308	421	x2,4
Total Baix Empordà	15155	52418	286	67859	220600	288459	346333	x3,0

Taula. 2.- Previsió de la població flotant als municipis de l'Empordà segons el Pla director de l'Empordà (2005).

De la taula anterior es pot observar com el municipi de Santa Cristina d'Aro és una de les zones del Baix Empordà on hi ha un increment estacional major, ja que la seva població pot créixer unes 3,4 vegades respecte la població resident. Aquest creixement és troba sobretot en les seves urbanitzacions, on la majoria dels habitatges que les formen són segones residències.

Així doncs, s'observa que el nombre d'habitants es pot veure incrementat en les èpoques d'estiu fins a una quantitat d'un *12.817 persones*, entre les residents tot l'any, les que tenen una segona residència al municipi o bé les que estan en hotels o càmpings.

En la simulació de la xarxa d'aigua potable municipal es tindran molt en compte aquests factors incrementals, en observar-se que l'augment del consum hidràulic és proporcional al creixement de la població de la zona.

Per altra banda, també s'ha de preveure que en determinades zones estacionals com són les urbanitzacions, la qualitat de les aigües es pot veure molt afectat a l'hivern pel fet que no es disposarà de pràcticament consums, quedant les aigües dels dipòsits o de les canonades pràcticament estancada. A més, la instal·lació haurà d'estar sobredimensionada per atendre aquests pics de demanda estival, mentre que a la resta de l'any pràcticament funcionarà al mínim.

2.3.- CÀLCUL DEL CREIXEMENT DEMOGRÀFIC

En el present apartat es descriuran els treballs realitzats per a la determinació del creixement demogràfic que experimentarà la població de Santa Cristina d'Aro en els propers 20 anys. Això permetrà conèixer a posteriori el consum d'aigua de la població en el futur i preveure així el seu abastament necessari.

Existeixen nombrosos mètodes pel càlcul de l'evolució de la població, en aquest cas s'ha optat per a la utilització del **mètode de la taxa de creixement** en ser un model molt utilitzat en l'actualitat per la seva senzillesa i sent possible establir diverses hipòtesis o escenaris de creixement diferents a llarg i a mitjà termini. A més, també ofereix la possibilitat d'anar ajustant les taxes de creixement a la realitat a mesura que es disposen de noves dades.

Perquè el mètode sigui eficaç es necessiten les dades demogràfiques de la població d'uns anys enrera, les quals s'han trobat a la pàgina web del departament d'estadística de la Generalitat (www.idescat.net).

Així doncs, l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) disposa d'una base de dades on es troba el cens de població de Santa Cristina d'Aro de diversos anys anteriors. Per al desenvolupament del present treball s'han tingut en especial atenció les del període comprès entre el 1990 i l'actualitat, en considerar que més enrere d'aquestes dates la societat era molt canviada i que per tant, el seu creixement no representa el que pot esdevenir en el futur.

S'ha agafat com a base les poblacions de l'últim cens realitzat (2007) i posteriorment les dels anys anteriors (1990) i (2000) per tal de calcular les taxes de creixement anual acumulatiu corresponent a cadascun dels intervals (1990-2007 i 2000-2007).

S'han utilitzat, doncs, dos hipòtesis pròpies pel càlcul del creixement acumulatiu, per tal de poder comparar-les i determinar la que suposadament s'aproximarà més al futur creixement de la població cristinenca. A més, també s'ha inclòs una tercera hipòtesi descrita en el Pla director de l'Empordà (2005), la qual preveu un creixement del 4,8 % a la població de Santa Cristina d'Aro. En resum, s'han considerat les següents tres hipòtesis:

- Hipòtesi A: creixement demogràfic semblant al del període 2000 – 2007
- Hipòtesi B: creixement demogràfic semblant al del període 1990 – 2007
- Hipòtesi C: creixement demogràfic establert pel Pla director de l'Empordà (2005)

2.3.1.- Mètode de la taxa de creixement

Segons aquest mètode es suposa que la població evolucionarà en un futur seguint una taxa de creixement constant (α), calculada a partir de la taxa d'anys anteriors. La formulació final utilitzada en el mètode es mostra a continuació, trobant-se descrit el procés de obtenció i justificació de la fórmula en l'annex "Estudi del creixement de la població".

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

On:

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

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

α : taxa de creixement acumulatiu (adim.)

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

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

$$\alpha = \sqrt[n]{\frac{p^{t+n}}{p^t}} - 1 \quad (\text{eq.2})$$

2.3.2.- Resultats obtinguts

Com s'ha comentat anteriorment, per trobar la futura població s'han utilitzat dos hipòtesis de creixement pròpies, basades en els censos municipals dels últims 7 (2000-2007) i 17 (1990-2007) anys. A més, s'ha afegit un tercer criteri descrit en el Pla territorial de l'Empordà (2005), en el qual es preveia un creixement del 4,8 % anual i per a l'any 2007 una població d'uns 4.345 habitants. Així doncs, en haver passat aquesta data es pot dir que les previsions de creixement del Pla director territorial de l'Empordà estan per sota del creixement real, ja que a l'any 2007 la població resident era de 4.547 habitants.

Per altra banda, si es considera un creixement constant semblant al que ha experimentat el municipi des dels anys 90 fins ara (hipòtesi B), es preveu un creixement del 5,56 % en front al 6,63 % si es segueix el creixement dut a terme des del 2000 (hipòtesi A) fins a l'actualitat.

En la figura 3 es troben representades les tres evolucions de creixement considerades. Amb un major pendent es troba la que s'ha produït en el període 2000-2007, seguint la tendència del gran desenvolupament econòmic i urbanístic que hi ha hagut fins ara. En segon lloc, s'ha considerat l'evolució del període 1990-2007, amb un destacat creixement superior a altres municipis empordanesos però no tant pronunciat com en el primer cas. Finalment, s'ha considerat el creixement previst en el pla director de l'Empordà realitzat el 2005, en què s'ha vist que l'evolució real està per sobre les expectatives considerades.

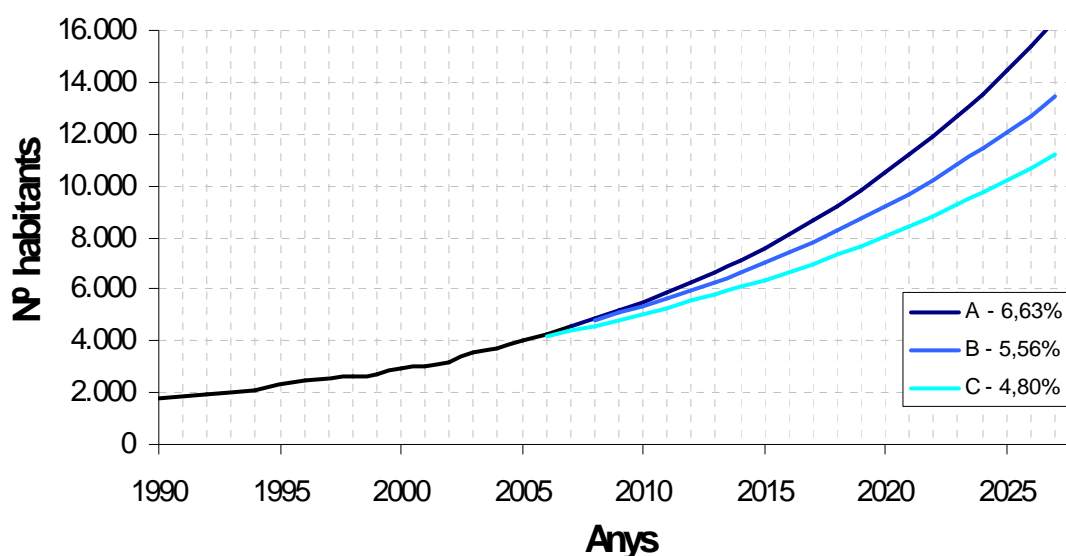


Fig. 3.- Previsió demogràfica per a Santa Cristina d'Aro a l'horitzó de l'any 2027.

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

Taula 3.- Perspectives de creixement considerades.

En el càlcul de la futura població del municipi es considerarà la hipòtesi B, la qual estableix un ritme de creixement del 5,56 % anual (referent al període 1990-2007) representant un creixement important de la població per a l'any 2027, però perfectament assolible. El creixement pronosticat en l'alternativa A és difícil de complir en preveure més de 16.400 persones al municipi, sent una xifra que no permet arribar 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) es comprova avui en dia que estan per sota del creixement real i per tant tampoc no reflecteix l'evolució futura.

Al creixement obtingut pels mitjans anteriors, que corresponen a la població censada, s'hauran d'incrementar per tenir en compte l'augment estacional de la població per raons turístiques, de mercat o d'altres.

	Any 2027		
Població any 2007	Població previsió A	Població previsió B	Població previsió C
4.547 hab.	16.418 hab	13.419 hab.	11.173 hab.

Taula 4.- Previsió de la població censada a l'any 2027 a Santa Cristina d'Aro.

En la realització del present treball s'ha considerat la previsió de creixement B, amb un ritme de creixement constant des del 1990 – 2007 i una població al 2027 de 13.419 habitants.

2.4.- PROPOSTES URBANÍSTIQUES ESPECÍFIQUES

El pla d'ordenació urbanística municipal regula els usos del sol de Santa Cristina d'Aro, establint en cada zona el grau de edificabilitat i la tipologia d'edificació. Així doncs, interpretant el que dictamina el pla permetrà trobar el nombre màxim d'habitatges, serveis i equipaments que es podran construir al municipi. Amb l'anàlisi d'aquesta normativa, es

coneixeran també on estaran ubicades les zones de creixement i es podrà dissenyar una nova xarxa d'aigües tenint en compte les seves necessitats.

2.4.1.- Sistema d'equipaments

Els espais destinats a equipaments en el municipi es troben situats en la seva major part al nucli urbà de la població de Santa Cristina d'Aro. El POUM estableix la potenciació i ampliació d'aquestes àrees d'equipaments existents per tal de tenir una ordenació territorial dels espais.

Les àrees d'equipaments més importants són:

- La zona esportiva municipal, la qual es troba situada a l'extrem oest del nucli urbà i disposa de suficient superfície útil per a ser ampliada per als mateixos usos esportius o escolars, així com també per situar-hi equipaments municipals.
- L'àrea annexa a l'església on es troben els espais escolars de la població amb la llar d'infants i l'escola de primària. A la zona est de l'escola, existeixen uns camps destinats a la seva futura ampliació, i a la creació d'un institut de secundària. Prop d'aquí també es disposa d'una zona per a l'ampliació d'equipaments educatius.
- Finalment hi ha una zona d'equipaments administratius a l'extrem sud-oest de l'àrea urbana on es situarà el nou ajuntament, el centre d'atenció primària de la població i altres equipaments municipals.

2.4.2.- Nucli urbà central

Es preveu el desenvolupament del nucli urbà de la població de Santa Cristina d'Aro com a zona de fort desenvolupament econòmic englobant els serveis, el comerç i les activitats econòmiques del municipi. Aquesta zona s'iniciarà a ambdós costats de l'antiga carretera Teulera i s'estendrà en sentit nord fins a l'alçada de l'església.

Es preveu que l'ús principal del nucli central sigui el residencial, tot i que anirà acompanyat de petit i mitjà comerç, ja que el POUM fixa com a obligatori reservar les plantes baixes de l'edificació per tal de que es consolidi, dins d'aquesta àrea central, una zona comercial que doni servei a tot el municipi.

En concret aquests espais de creixement de la població són:

- Sector Ridaura
- Sector Serra Sol III
- Sector Teulera
- Sector Pedrò
- Sector Estació
- Sector Camí Vell
- Sector Mas Pla A
- Sector Mas Pla C
- Carretera de Castell d'Aro

2.4.3.- Urbanitzacions i àrees urbanes ja existents

El municipi conté actualment un gran nombre d'urbanitzacions, les quals algunes estan situades en llocs amb una difícil orografia i tenint com a resultat una qualitat urbana en molts casos deficient. La dificultat per a la solució d'aquest problema bé determinada pel difícil emplaçament i desnivell del terreny que pressuposa alts costos d'inversió. És per aquest motiu que el POUM valora les possibilitats de desqualificar les àrees no desenvolupades que tinguin major pendent i dificultat orogràfica per a facilitar la gestió i serveis a la resta.

Per altra banda, a les urbanitzacions properes al nucli urbà de la població està previst completar els serveis urbanístics de totes elles i assegurar així unes urbanitzacions de qualitat.

Les principals actuacions previstes a les urbanitzacions són al Mas Trempat, al Golf i a Bell Lloch. En el primer cas, l'objectiu és la consolidació del territori degut a la proximitat amb el casc urbà de Sant Feliu de Guíxols. En la zona del Golf Club Costa Brava es permetrà l'ampliació del camp i la construcció d'un moderat nombre de habitatges ja que és un recurs turístic important a la zona, i finalment, a la urbanització Bell Lloch és existent un espai no urbanitzat que queda entre la primera i segona fase separant els dos sectors. Es preveu permetre la construcció d'habitatges per formar un bloc residencial unificat a la zona.

2.4.4.- Sòl industrial i d'activitats econòmiques

Actualment la població no disposa d'una activitat industrial important tret d'algunes empreses implantades fa anys prop de la carretera de Sant Feliu de Guíxols, les quals estan dedicades a l'emmagatzematge i a la construcció.

Altrament, a la zona oest de la població, situada prop de la zona esportiva, existeix l'empresa SUBEROLITA, la qual en trobar-se ubicada dins de l'àrea urbana es preveu la seva recol·locació a una zona més allunyada, per tal de no perjudicar els veïns en dur a terme la seva activitat.

El pla d'ordenació urbanística contempla la possibilitat de realitzar una zona industrial en els camps situats entre la variant de Santa Cristina d'Aro i la carretera de Sant Feliu de Guíxols. En total es diferenciarien en dos sectors, el sector molí d'en Reixach - Bernades situat al costat nord de la carretera de Sant Feliu, i el molí d'en Tarrés, situat al costat sud. Aquests polígons incrementaran la indústria al municipi, encara que es tindrà en compte que la seva tipologia no provoqui cap impacte a la zona.

La figura 4 es mostren les zones de creixement del municipi de Santa Cristina d'Aro, observant-se la tendència a la consolidació del nucli urbà de la població, en detriment de les urbanitzacions.

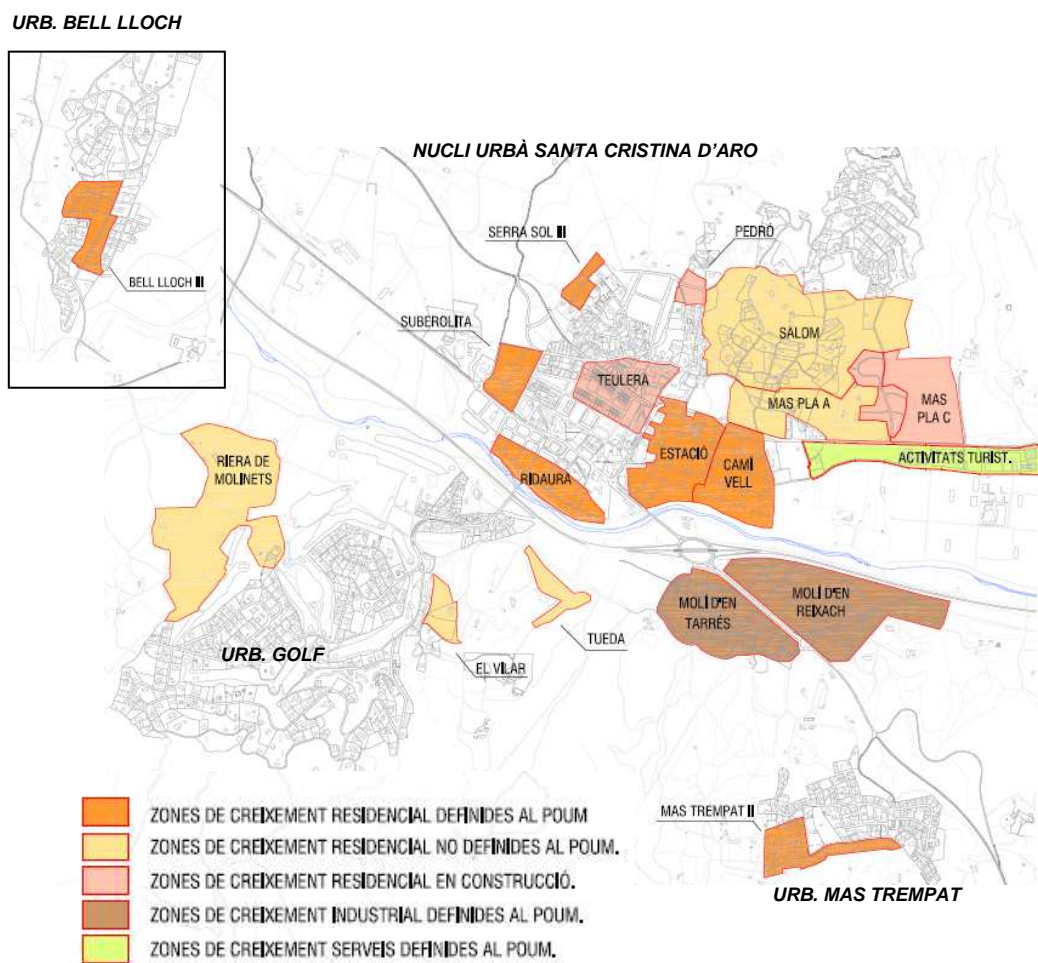


Fig. 4.- Zones de creixement de Santa Cristina d'Aro segons el POUM.

En l'annex "*Estudi del creixement de la població*" es troba resumida la normativa més important sobre els usos del sòl municipal.

2.4.5.- Resum de noves superfícies urbanitzables segons el pla d'ordenació urbanística municipal

En el POUM hi ha definides les noves zones de creixement que es duran a terme al municipi en els propers anys, així com també els paràmetres urbanístics de cadascun d'aquests llocs. D'entre tots els paràmetres, destaquen la superfície total de la zona, l'edificabilitat bruta, i sobretot el nombre màxim d'habitatges que es permeten construir. Amb això, s'ha determinat el nombre de persones màxim que hi residiran, estimant una ocupació mitjana de tres persones per habitatge.

En la taula 5 es mostren algunes característiques urbanístiques de les noves zones de creixement, d'on destaca el fet que la majoria es torben situades al nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro, mentre que a les urbanitzacions el grau d'intervenció urbanístic és molt menor.

D'entre totes les àrees considerades al POUM destaquen el sector Ridaura, l'Estació i Camí vell; les quals representen una població nova de 3.426 persones. Per altra banda, a les urbanitzacions Mas Trempat i Bell Lloch també es preveu construir un nombre d'habitatges destacable, per tal de consolidar-les com a nuclis residencials. El cas del Golf Club Costa Brava és diferent, ja que és un referent turístic de vital importància, que per tal d'adaptar-lo a les noves necessitats es considera adequat la seva ampliació urbanística, sempre però en les seves cotes inferiors.

	Superfície [Ha]	Ed. Bruta [m2/m2]	Habitatges -	Persones -
SUD 1 Ridaura	6,95	0,50	312	936
SUD 2 Serra Sol III	1,77	0,50	30	90
SUD 3 Teulera	6,95	0,40	173	519
SUD 4 Pedró	1,46	0,25	11	33
SUD 5 Estació	10,92	0,52	458	1.374
SUD 6 Camí Vell	9,81	0,47	372	1.116
SUD 7 Equipa. Teulera	6,21	0,20	99	297
SUD 8 Mas Pla A	13,81	0,30	276	828
SUD 9 Mas Pla C	9,75	0,30	117	351
SUD 10 Equipa. Riera Malvet	6,31	0,12	25	75
SUD 11 Mas Trempat II	5,91	0,30	88	264
SUD 12 Bell Lloch III	8,17	0,18	49	147
SUD 13 Riera dels Molinets	64,22	0,06	170	510
SUD 14 Tueda	27,84	0,05	34	102
SUD 15 Molí d'en Reixach - Bernades	12,01	0,60	-	-
SUD 16 Molí d'en Tarrés	14,61	0,55	-	-
PMU 1 Suberolita	3,87	0,40	135	405
PMU 2 Ridaura	1,77	0,50	76	228
PMU 3 El Vilar	4,56	0,16	12	36
PMU 4 Salom	34,75	0,08	90	270
PMU 6 Accés Mas Trempat	1,03	0,25	9	27
TOTAL			2536	7.608

Taula 5.- Resum de les noves superfícies urbanitzables segons el POUM.

Zones de creixement situades al nucli urbà de Sta. Cristina d'Aro.

Zones de creixement situades a les urbanitzacions.

* SUD Sol urbanitzable delimitat.

* PMU Plans de millora urbana.

** S'ha considerat una ocupació de 3 pers / hab.

3.- ESTUDI DE L'APROFITAMENT DELS RECUSOS HÍDRICS

3.1.- INTRODUCCIÓ

El present capítol té com a objectiu l'estudi del balanç hidràulic entre l'aigua extreta de les fonts d'abastament i l'aigua consumida al municipi. El capítol constarà d'una sèrie de parts clarament diferenciades, en primer lloc es descriuran les fonts que alimenten les diferents zones, indicant la quantitat total d'aigua que se'n extreu i comparant-les per saber quina és la més important o en quines èpoques s'utilitzen més. En segon lloc es descriurà l'aigua bombada que s'eleva cap als dipòsits de cada zona, així com també, l'aigua consumida a la població mitjançant els registres de la companyia subministradora. Finalment es realitzarà una balanç entre l'aigua bombada i la consumida per tal de conèixer el volum total no comptabilitzat.

El fet que la població experimenti un increment tant elevat durant els períodes estivals provoca que s'hagi de realitzar un càlcul molt precís del consum futur, ja que un sobredimensionament dels elements de la instal·lació podria provocar seriosos problemes en la qualitat de les aigües a l'hivern, mentre que un dimensionalment just de la xarxa podria deixar a l'estiu, sense suficient pressió en determinades zones, o fins i tot es podria arribar a deixar sense cabal alguns dels dipòsits.

Aquest capítol serà imprescindible alhora de projectar les noves actuacions de cadascuna de les zones, ja que les demandes hidràuliques que s'obtinguin poden ser decisives per a la construcció de determinats elements (dipòsits, bombes hidràuliques, conduccions principals ..), o el seu dimensionat.

3.2.- ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE AL MUNICIPI

3.2.1.- Evolució de l'abastament fins a l'actualitat

Per la zona de la Vall d'Aro hi transcorre el riu Ridaura el qual ha servit des de l'antiguitat per a subministrar l'aigua potable necessària a la població per a viure. A partir dels anys 80, amb el boom urbanístic de la Costa Brava les captacions del riu es van veure incrementades notablement fent disminuir el nivell freàtic del riu fins a assecar-lo. Per evitar aquest problema es va decidir la construcció d'una gran conducció provinent del sistema Sau – Susqueda – Pasteral que alimentés els municipis de la Costa Brava centre, assegurant així el subministrament d'aigua sobretot en les èpoques d'estiu. Santa Cristina d'Aro malgrat que

estava connectada a la conducció continuava utilitzant, en la seva major part, els seus recursos propis estirant de l'aqüífer del Ridaura i només en comptats períodes utilitzava les aigües del Ter. Aquesta situació va provocar una sobreexplotació de l'aqüífer situat sota el riu, fins al punt pràcticament del seu esgotament.

Per tal d'evitar aquesta situació, a finals dels anys 90 s'impulsà un canvi en la gestió dels recursos de les aigües potables de la zona, utilitzant les aigües del Pasteral com a principal font d'abastament i les fonts pròpies per a assolir l'augment de la demanda en les èpoques d'estiu.

Així doncs, s'ha produït una substitució gradual de les fonts de captació, passant-se d'un consum pràcticament general d'aigua de l'aqüífer el 1997 (69% de l'aqüífer respecte el 31% del Ter), a un consum pràcticament procedent del Pasteral el 2003 amb un 97% de l'aigua consumida procedent del Ter.

El fet de no explotar els aqüífers intensament propicia una recuperació més ràpida d'aquest durant els episodis de pluja.

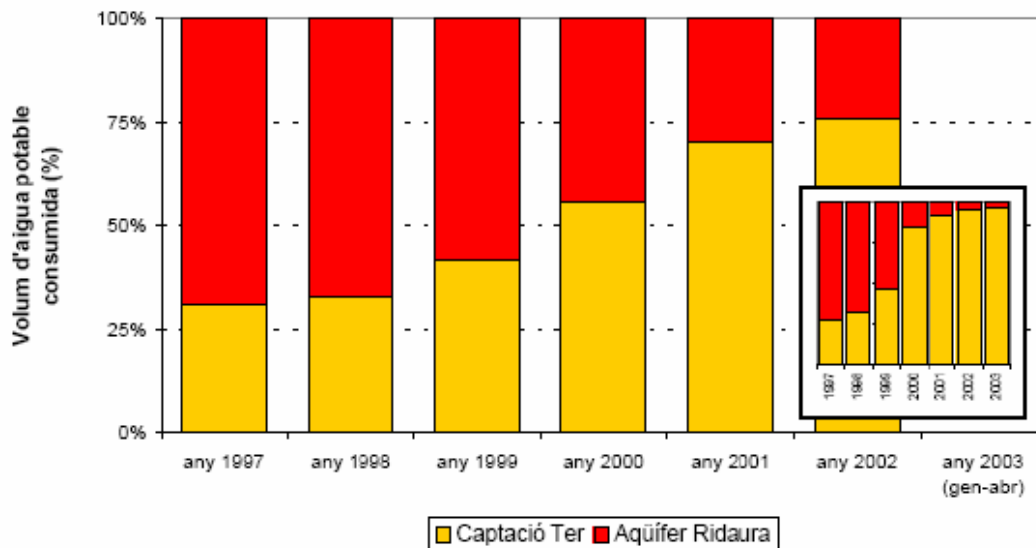


Fig. 5.- Evolució de l'origen de l'aigua consumida anualment a Santa Cristina d'Aro.

3.2.2.- Abastament actual d'aigua potable

El municipi de Santa Cristina d'Aro continua abastint-se des de dues fonts diferenciades segons la procedència de les seves aigües. Per un costat ho fa des de les aigües que provenen de la presa del Pasteral situada a la comarca de la Selva, mentre que per altra

banda, la població continua disposant d'un aqüífer propi d'on s'extreu el cabal necessari per atendre a bona part de la demanda.

El Pasteral

La major quantitat de les aigües que es consumeixen al nucli urbà de Santa Cristina d'Aro procedeixen de la presa del Pasteral, havent-se tractat prèviament a la planta potabilitzadora de Montfullà, abans de ser portades al municipi mitjançant una conducció DN 700 mm soterrada pel carril bici Girona – Sant Feliu de Guíxols. En disposar la població de fonts pròpies de recolzament, la concessió que s'ha realitzat amb l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua) referent als cabals de consum no són suficients per a resoldre el subministrament a les èpoques estivals, sent necessària la extracció de les fonts pròpies d'abastament com és la utilització de l'aqüífer de Santa Cristina situat a les cotes inferiors de la Vall d'Aro.

Aqüífer del Ridaura

Aquest aqüífer s'alimenta de les aigües pluvials recollides dels massissos de Cadiretes al sud i de les Gavarres al nord, recarregant-se ràpidament quant es produeixen precipitacions a la zona, però amb el risc d'assecament en el cas que es produís una sobreexplotació de les seves aigües. Per sobre d'aquest aqüífer transcorre el riu Ridaura, el qual en la majoria de l'any està sec, havent-hi aigua només en períodes d'abundants precipitacions.

Encara que els volums extrets en cada pou d'abastament variïn considerablement entre ells, la seva majoria extreuen les aigües de l'aqüífer del Ridaura, sent causades aquestes diferències per la irregularitat geològica del terreny. Cal comentar també, que les zones del Golf Club Costa Brava i de Bell Lloch / Romanyà, recullen la major part de les seves aigües des d'aquest aqüífer, utilitzant només l'aigua del Pasteral com a recolzament.

3.2.3.- Relació entre les fonts d'abastament pròpies i externes

Tal com s'ha vist en els apartats anteriors, les fonts d'abastament del municipi de Santa Cristina d'Aro procedeixen bàsicament del Pasteral i de l'aqüífer del Ridaura. L'explotació de un o de l'altre recurs varia molt en funció de la zona de la població ja que per exemple al nucli urbà de Santa Cristina d'Aro gairebé la totalitat de les aigües que s'hi consumeixen provenen del Ter, mentre que a la zona de Bell Lloch i Romanyà en canvi pràcticament tota l'aigua prové de l'aqüífer.

El fet que les urbanitzacions explotin les aigües de l'aqüífer provoca que se'n extreguin les seves aigües principalment a l'estiu, utilitzant-se la resta de l'any a uns nivells molt per sota

de la seva capacitat. Això permet que es recarregui durant l'hivern, tardor i primavera per tal d'afrontar l'important augment de la demanda que hi ha a l'estiu.

En la figura 6 es troben representats els volums d'aigua que es va bombat al municipi durant l'any 2007 respecte si provenien del Pasteral o de l'aqüífer del Ridaura. S'hi pot observar que a l'hivern el municipi consumeix principalment les aigües del Pasteral degut a que la població resident a Santa Cristina d'Aro es troba situada al nucli urbà. Per altra banda, durant l'estiu les urbanitzacions s'emplen i el consum d'aigua creix enormement utilitzant com a principal font de subministrament l'aqüífer del Ridaura.

Cal comentar també, que l'aigua extreta del Pasteral es manté aproximadament constant al llarg de l'any (encara que a l'estiu augmenta lleugerament), ja que hi ha una concessió del cabal màxim a extreure de la canonada i per tant la resta de la demanda s'ha de assolir amb els propis recursos hídrics del municipi.

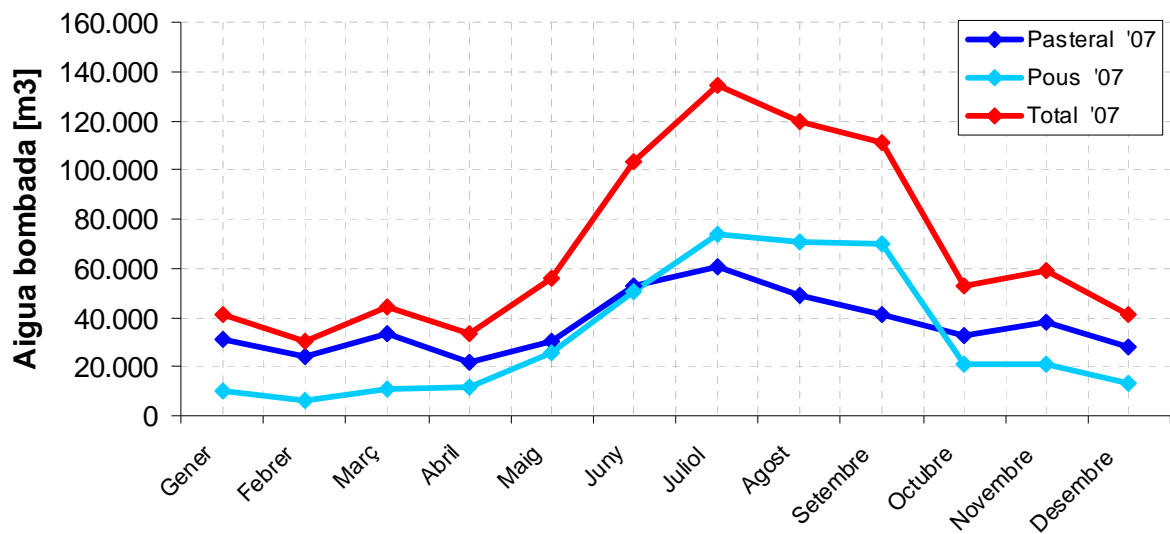


Fig. 6.- Aigua bombada al municipi de Sta. Cristina d'Aro durant el 2007.

És destacable el fet que durant els primers i últims mesos de l'any l'aigua bombada oscil·la només entre els 30.000 i els 60.000 m³, mentre que a partir de mitjans de maig aquest valor va augmentant ràpidament a mesura que s'acosta l'estiu. Es pot observar que durant els mesos de juny, juliol, agost i setembre els valors de l'aigua bombada es mantenen per sobre els 100.000 m³ al mes, destacant el juliol amb més de 135.000 m³ bombats. A partir del setembre, les captacions descendeixen ràpidament fins arribar als 60.000 m³ aproximadament.

3.3.- CONSUMS D'AIGUA POTABLE ACTUALS

3.3.1.- Tipologia de la demanda

El consum domèstic és actualment el que absorbeix un major volum d'aigua potable del municipi pel fet que és un poble clarament residencial, on la seva activitat principal està dedicada al sector serveis per atendre a la gran demanda turística que acudeix a la Costa Brava durant l'estiu.

Per altra banda, l'activitat industrial a la població és molt escassa, essent existents petits magatzems i tallers amb uns consums molt baixos d'aigua. A més, al municipi hi ha situat un camp de golf de 18 forats que consumeix una quantitat d'aigua important, però aquesta procedeix de les aigües residuals de la depuradora de Castell d'Aro i per tant el seu impacte a l'aigua de boca és inexistent.

A la zona també existeix una considerable activitat agrícola que recull l'aigua des de pous propis i des de la xarxa general de la població. Una sobreexplotació d'aquests pous podria provocar, si se'n fes un abús, l'assecamment dels aquífers de la zona.

3.3.2.- Aigua bombada al municipi

La xarxa d'aigua municipal de Santa Cristina d'Aro està dividida en tres sectors independents, els quals disposen cadascun d'ells dels seus propis elements hidràulics i de control. Aquesta separació entre les diferents zones és deguda a la gran extensió del municipi i a la forta orografia del terreny.

Els sectors considerats són: en primer lloc, el que engloba el nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i les urbanitzacions més properes a ell (Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat); en segon lloc el Golf Club Costa Brava situat a la cara nord del massís de Cadiretes i finalment el sector més occidental situat en ple massís de les Gavarres que engloba Bell Lloch, Romanyà, Sant Miquel d'Aro i Vall Repòs.

Cadascun d'aquests sectors disposa de pous propis per a l'abastament, així com també en el cas del nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i la zona de Bell Lloch/Romanyà d'una connexió amb la canonada procedent del Pasteral.

Seguidament es troba representada la taula 6, la qual conté els valors reals de l'aigua bombada al municipi en cadascun dels tres sectors considerats. La taula fa referència al

trimestre d'estiu del 2007 en ser l'època de l'any més crítica de la zona per tenir una població clarament estacional. En l'annex "Estudi de l'aprofitament dels recursos hídrics" es troben detallats els volums d'aigua bombada durant l'any 2007 a cada zona i segons la procedència d'aquesta aigua (si prové del Pasteral o de pous propis).

	Juliol	Agost	Setembre	TOTAL
Santa Cristina d'Aro	56.490	45.022	35.781	137.293
Golf Club Costa Brava	40.498	40.392	37.572	118.462
Bell Lloch / Romanyà	37.208	34.348	37.745	109.301
TOTAL				365.056

Vall repòs	8.496	6.332	5.051	19.879
St. Miquel d'Aro	6.394	6.239	6.631	19.264

Taula 6.- Volum en m³ d'aigua bombada al municipi de Sta. Cristina d'Aro durant el trimestre d'estiu de l'any 2007.

En disposar també dels valors detallats de l'aigua bombada cap a les urbanitzacions de Vall repòs i St. Miquel d'Aro s'ha considerat oportú la inclusió d'aquestes, encara que estiguin dins el grup de Bell Lloch / Romanyà.

3.3.3.- Aigua consumida al municipi

Per a la realització del treball es disposa dels registres d'aigua consumida al municipi durant el trimestre d'estiu del 2007. Aquests consums estan detallats en diferents graus de precisió, ja que s'han classificat per zones, per carrers i per escomeses.

A partir dels consums detallats per escomeses s'ha desenvolupat el model matemàtic actual de la xarxa d'aigua, mentre que per a l'anàlisi del balanç hidràulic, ha estat suficient amb el consum total de cadascuna de les zones.

Seguidament es mostra un resum del consums total registrat al municipi durant el trimestre d'estiu del 2007, el qual s'ha detallat per zones.

	Consums registrats [m ³]
Santa Cristina d'Aro	60.970
Roca de Malvet 1 ^a Fase	11.031
Roca de Malvet 2 ^a Fase	3.494
Mas Trempat	10.113
Les Teules 1 ^a Fase	12.570
Les Teules 2 ^a Fase	4.793
Golf Club Costa Brava	92.965
Sant Miquel d'Aro	12.916
Romanyà de la Selva	5.190
Vall Repòs	18.738
Bell Lloch	28.784
TOTAL	261.564

Taula 7.- Volum d'aigua consumida al municipi de Sta. Cristina d'Aro
durant el trimestre d'estiu de l'any 2007.

En la taula anterior destaca el gran consum que hi ha a la urbanització Golf Club Costa Brava durant l'estiu, el qual sobrepassa altres nuclis importants com és el de Sta. Cristina d'Aro. Això és degut a la gran quantitat de xalets i habitatges de luxe que hi ha implantats provocant que es consumeixi un gran volum d'aigua.

3.3.4.- Avaluació del volum d'aigua no comptabilitzat

En la xarxa d'abastament i distribució municipal hi ha un cert volum d'aigua que es consumeix però en canvi no es comptabilitza. Això és degut a una sèrie de raons, les quals es descriuran breument a continuació. En primer lloc, l'envelliment de la instal·lació provoca que sovint els seus elements cedeixin als canvis de pressió de l'aigua ocasionant pèrdues de cabal. Les grans fuites en la xarxa són detectades en gairebé la seva totalitat pels serveis tècnics de la companyia subministradora, però en canvi les petites fissures produïdes als elements de la instal·lació (canonades, dipòsits, aljubs) no són tant fàcils de detectar, representant sovint grans volums d'aigua que es perden pel subsòl del municipi.

Els problemes que generen les pèrdues en la xarxa, a més de l'econòmic, són la disminució de la pressió d'aigua, l'erosió del terreny al voltant de la fuga, el desgast dels materials (amb el que el nombre de fuites es pot anar incrementant), augment dels cabals infiltrats en la xarxa de clavegueram o problemes sanitaris.

Per altra banda, hi ha altres factors també importants que provoquen que es consumeixi certa quantitat d'aigua de la xarxa però que aquesta no estigui comptabilitzada. Durant la utilització dels hidrants o les boques de reg no es comptabilitza actualment l'aigua consumida, ja que la seva majoria no disposen de comptadors. A més també s'han de tenir en compte la possibilitat de connexions il·legals a la xarxa, així com també errors dels aparells comptadors.

Seguidament s'ha realitzat una taula on es comparen els valors de l'aigua potable bombada fins als dipòsits i l'aigua registrada per la companyia d'aigües.

	Aigua bombada [m ³]	Aigua registrada [m ³]	Aigua NO registrada [m ³]	Aigua NO registrada [%]
Santa Cristina d'Aro	137.293	102.971	34.322	25,0
Golf Club Costa Brava	118.462	92.965	25.497	21,5
Bell Lloch / Romanyà	109.301	65.628	43.673	40,0
TOTAL	365.056	261.564	103.492	28,3

Vall repòs	19.879	18.738	1.141	5,7
St. Miquel d'Aro	19.264	12.916	6.348	33,0

Taula 8.- Avaluació de d'aigua no comptabilitzada en la xarxa municipal de Sta. Cristina d'Aro.

En els tres mesos d'estiu el municipi perd el control de 103.500 m³ d'aigua, equivalent al 28,3 % de l'aigua que bomba cap als dipòsits de cada zona. La major part d'aquesta aigua es perd per les fuites que existeixen a la xarxa, però també s'ha de tenir en compte que hi ha errors de comptador que fan variar els consums en les escomeses dels edificis tal com s'ha comentat anteriorment. Tots aquests factors provoquen que es perdi un gran quantitat d'aigua que fins i tot pot arribar al 40 % com es veu en la zona de Bell Lloch / Romanyà, on la xarxa es troba en un estat precari.

Destaca per positiu la urbanització Vall repòs, la qual disposa d'una nova xarxa de distribució formada per canonades de polietilè d'alta densitat, on el percentatge de pèrdues no arriba al 6 %.

Es demostra que la xarxa d'aigües del municipi necessita una renovació integral de bona part de les seves canonades, substituint les de fibrociment que hi ha actualment per unes de materials més resistents i duradors com són les de polietilè d'alta densitat o fossa dúctil.

3.4.- ESTIMACIÓ DE LA DEMANDA

3.4.1.- Estimació de la dotació (Model del MOPU)

Segons les instruccions per a la redacció de projectes d'abastament i sanejament elaborades per l'antic ministeri d'obres públiques (MOPU), les dotacions d'abastament seran, tret de prèvia justificació en contra, els establerts en la taula següent:

Població en nº d'habitants	(Do) Consums urbans en litres/hab·dia, segons usos				
	Domèstica	Industrial	Serveis municipals	Pèrdues de la xarxa	TOTAL
1.000	60	5	10	25	150
1.000 – 6.000	70	30	25	25	175
6.000 – 12.000	90	50	35	25	200
12.000 – 50.000	110	70	35	25	250
50.000 – 250.000	125	100	50	25	300
> 250.000	165	150	60	25	400

Taula 9.- Dotacions per a l'abastament en poblacions segons el MOPU.

Els consums mitjans no seran constants al llarg del temps, ja que a mesura que la població vagi creixent hi haurà més activitat industrial i de serveis, provocant un augment de la dotació d'aigua. És per això, que amb la següent fórmula es pretén considerar aquests factors exposats i calcular la demanda futura a 20 anys vista amb suficient previsió.

$$D = D_o (1 + \alpha)^t \quad (\text{Eq.3})$$

On:

Do: la dotació en el moment de l'elaboració del treball extreta de la taula anterior
(l/hab·dia)

t: temps (anys)

α: coeficient de creixement (adim.)

Per tal de trobar el coeficient de creixement s'ha considerat l'estudi de la població realitzat en el capítol anterior, on s'han plantejat diverses alternatives de creixement que es poden donar en el futur. D'entre les propostes considerades s'ha escollit la que es creu que s'assemblarà més al creixement real que experimentarà la població. Aquesta contempla la possibilitat d'un creixement semblant al que hi ha hagut des del 1990 fins a l'actualitat amb una taxa del 5,56 % anual.

Les instruccions per a la redacció de projectes recomanen no considerar un valor de la taxa de creixement superior al 1,2 % anual ja que sinó la dotació podria estar sobredimensionada. Així doncs, s'utilitzarà aquest últim valor per a trobar la futura dotació.

La població de l'últim cens que es disposa (2007) és de 4.547 habitants considerant per tant segons la taula anterior del (MOPU) una dotació actual de 175 litres /habitant i dia.

Considerant:

- D_0 : 175 l/hab dia
- α : 0,012
- t : 20 anys

S'obté que la futura dotació a la població de Santa Cristina d'Aro per a l'any 2027 serà de **222 litres/hab i dia**.

Segons el capítol "*Estudi del creixement de la població*" es assolirà al municipi un nombre de fins a 13.430 habitants per a l'any 2027, comportant un consum d'aigua total per a tot el municipi d'uns **2.981 m³/dia**.

Aquí s'ha d'afegir l'augment estacional de la població per raons turístiques, el qual suposarà un increment significatiu.

3.4.2.- Demanda punta mensual, setmanal i diària

- *Demanda punta mensual*

S'ha vist en apartats anteriors que el consum al municipi no és constant al llarg de l'any, depenent molt del seu nombre d'habitants. A l'estiu per exemple hi ha una demanda d'aigua

molt elevada degut als turistes i estiuejants que hi venen a passar les vacances, mentre que a l'hivern el consum és molt menor. Aquesta variació en el consum s'ha de reflectir en la simulació matemàtica de la xarxa d'aigües, ja que es vol aproximar a la realitat el més fidelment possible. Així doncs, s'aplicarà a la demanda base (consum mig) del municipi, uns coeficients multiplicadors que augmentin el consum d'aigua durant els mesos d'estiu, i en canvi que el disminueixin durant l'hivern.

- *Demanda punta setmanal*

Un altre factor important a tenir en compte són els pics de consum setmanal pel fet que segons el tipus de població o zona, els consums entre els diversos dies de la setmana no són iguals. Per exemple, en una gran ciutat el consum del cap de setmana serà molt menor al que hi ha entre setmana, ja que bona part de la població surt fora i a més molts comerços i indústries no obriran. El cap de setmana en canvi augmentarà el consum a les poblacions costaneres i de muntanya degut al turisme que hi pugui haver.

Per tant, es consideraran uns coeficients multiplicadors que serviran per a preveure, d'una manera aproximada, el sobreconsum degut a l'estacionalitat.

- Demanda punta estiu (Juliol – Agost – Setembre): 1,3 vegades la demanda base.
- Demanda punta setmanal: 1,2 vegades la demanda base.

- *Demanda punta diària*

Per altra banda, s'haurà de preveure també un coeficient que tingui en compte la demanda diària ja que el consum al llarg del dia no és constant. Per a considerar aquesta variació s'han agrupat les demandes del municipi en domèstiques, industrials, de reg, i hidrants, i se'ls ha assignat a cadascuna d'elles una corba d'evolució tipus que s'aproximi al comportament real.

Aquesta corba d'evolució està formada per una sèrie de coeficients multiplicadors que multiplicats a la demanda mitjana del dia de cada escomesa proporciona el consum d'aigua que té cada hora.

En l'annex “*Simulació*” es troben detallades totes les corbes que modelen la demanda a la població. A tall d'exemple, es mostra a la figura 7 la corba de la demanda domèstica ja que és la més significativa a la zona.

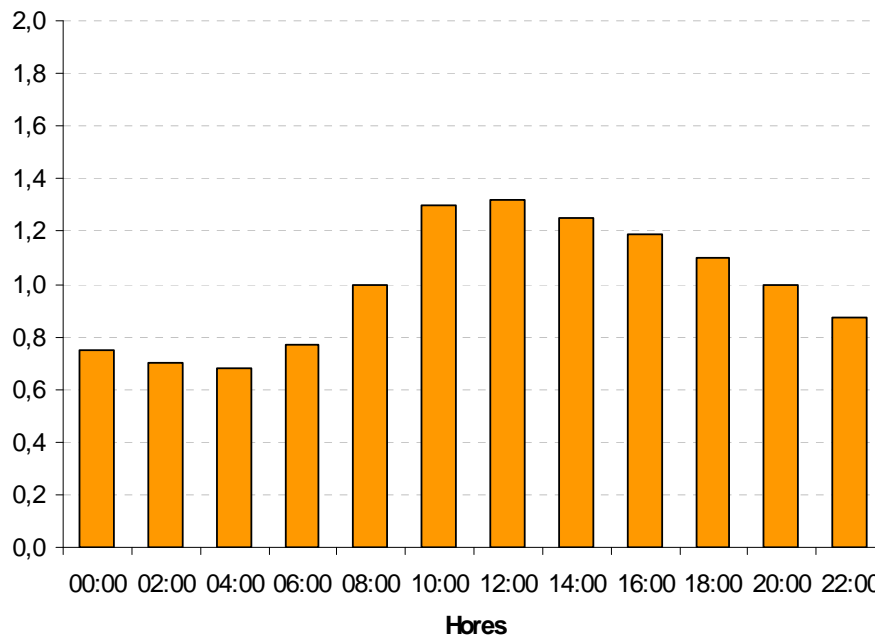


Fig 7.- Evolució de la demanda d'aigua domèstica durant el dia.

La corba de demanda s'ha extret del llibre *Gestión de Recursos Hídricos* (Balairón L., 2002) editat per la Universitat Politècnica de Catalunya, el qual considera un consum punta diari de 1,32 vegades el consum mig a les 12:00 hores.

- *Coeficient punta global*

El coeficient punta global representa el consum màxim que hi haurà al municipi en un determinat moment, obtenint-se multiplicant el coeficient punta mensual, el setmanal i el diari.

$$C_{GLOBAL} = C_{MENSUAL} \times C_{SETMANAL} \times C_{DIARI}$$

$$C_{GLOBAL} = 1,3 \times 1,2 \times 1,32 = \mathbf{2,06}$$

Aquest coeficient punta global variarà cada hora seguint la corba de modulació anterior ja que la demanda no és constant. Pel dimensionat de dipòsits en què el volum que conté ha de permetre subministrar aigua durant un dia com a mínim, s'utilitza un coeficient punta que només té en compte el coeficient setmanal i mensual ja que només interessa el volum total d'aigua que s'ha absorbit durant el dia.

En aquest cas es considera:

$$C_{\text{GLOBAL}} = 1,3 \times 1,2 = 1,56$$

3.4.3.- Previsió dels consums al municipi

S'ha vist en apartats anteriors la gran estacionalitat de la zona i com afecta això a la demanda d'aigua. Es mostrarà a continuació un resum del volum total d'aigua actual i futur que demanarà la població.

Situació actual

Població resident : 4.547 habitants (cens 2007)

Població total estiu : 12.817 habitants (segons pla director de l'Empordà)

Consum mitjà diari del trimestre d'estiu 2007 : 2.906 m³/dia
(dades reals)

Previsió any 2027

Població resident : 13.430 habitants (capítol "Estudi del creixement de la població")

Població total estiu : 20.950 habitants

Dotació per habitant : 222 l/hab i dia

Consum mitjà diari del trimestre d'estiu del 2027 : 4.651 m³/dia

3.5.- CONSUMS ESPECÍFICS EN LES ZONES DE CREIXEMENT

El pla d'ordenació urbanística municipal (POUM) preveu diverses zones de creixement al municipi, les quals han estat descrites en el capítol anterior, així com també en l'annex "*Estudi del creixement de la població*".

En el present apartat s'ha calculat el nombre d'habitatges màxim en cadascun d'aquests polígons contemplats al POUM, per tal de trobar la demanda total de la zona i permetre un correcte dimensionat de la xarxa.

Per conèixer els volums d'aigua diària que es consumiran en els diferents polígons d'actuació, s'han realitzat una sèrie de simplificacions que es descriuen a continuació.

- Els habitatges del municipi tenen de mitjana una ocupació de 3 persones.
- En les zones residencials el consum per habitant és de 222 litres/hab i dia. (Aquesta dotació prové dels càlculs realitzats anteriorment)
- Segons *Hernández, A. (1993)*, el consum industrial ve donat per la superfície construïda que conté cadascun dels polígons, agafant com a referència 47 m³/Ha i dia.

Seguidament es mostra la taula número 10, en la qual hi ha representats alguns paràmetres urbanístics de les zones de creixement municipal, així com també el consum estimat de cadascun d'ells.

	Superfície [Ha]	Ed. Bruta [m ² /m ²]	Habitatges -	Persones -	Consum [m ³ /dia]
SUD 1 Ridaura	6,95	0,50	312	936	207,79
SUD 2 Serra Sol III	1,77	0,50	30	90	19,98
SUD 3 Teulera	6,95	0,40	173	519	115,22
SUD 4 Pedró	1,46	0,25	11	33	7,33
SUD 5 Estació	10,92	0,52	458	1.374	305,03
SUD 6 Camí Vell	9,81	0,47	372	1.116	247,75
SUD 7 Equipa. Teulera	6,21	0,20	99	297	65,93
SUD 8 Mas Pla A	13,81	0,30	276	828	183,82
SUD 9 Mas Pla C	9,75	0,30	117	351	77,92
SUD 10 Equipa. Riera Malvet	6,31	0,12	25	75	16,65
SUD 11 Mas Trempat II	5,91	0,30	88	264	58,61
SUD 12 Bell Lloch III	8,17	0,18	49	147	32,63
SUD 13 Riera dels Molinets	64,22	0,06	170	510	113,22
SUD 14 Tueda	27,84	0,05	34	102	22,64
SUD 15 Molí d'en Reixach - Bernades	12,01	0,60	-	-	338,68
SUD 16 Molí d'en Tarrés	14,61	0,55	-	-	377,67
PMU 1 Suberolita	3,87	0,40	135	405	89,91
PMU 2 Ridaura	1,77	0,50	76	228	50,62
PMU 3 El Vilar	4,56	0,16	12	36	7,99
PMU 4 Salom	34,75	0,08	90	270	59,94
PMU 6 Accés Mas Trempat	1,03	0,25	9	27	5,99
TOTAL				7.608	2.405,33

Taula 10.- Resum dels consums en les noves superfícies urbanitzables segons el POUM.

Cal comentar que la majoria de zones de creixement contemplades al POUM estan ubicades prop del nucli urbà de Santa Cristina d'Aro, quedant fora les urbanitzacions i zones més allunyades del centre urbà.

3.6.- CONSUM EN CAS D'INCENDI

La xarxa d'abastament del municipi ha de complir les condicions de disseny i alimentació definides pel **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. Per altra banda, la pressió de sortida per cada boca d'hydrant ha de ser superior a 10 m.c.a.

4.- METODOLOGIA

4.1.- INTRODUCCIÓ

La metodologia i les eines utilitzades en el disseny, la gestió i la planificació de les xarxes d'abastament i distribució d'aigua potable, han estat basades, fins fa poc, en formules i taules de càlcul que aplicaven les expressions bàsiques de la hidràulica. Algunes d'aquestes són, per exemple, la llei de conservació de l'energia i la formula de les pèrdues de càrrega de Manning-Strickler, on es parteix en totes elles de la hipòtesi d'un flux estacional i del càlcul unitari de cadascun dels elements de la xarxa. Amb aquestes metodologies no es podia tenir una visió global del comportament de la instal·lació, ni tampoc conèixer com interaccionen els diferents elements de què està composta, fent que en molts casos els dissenys proposats no s'ajustessin als resultats calculats i per tant conduint a errors.

No obstant, durant els últims anys han aparegut noves eines per a l'anàlisi i disseny de les xarxes d'abastament i distribució, així com tecnologies modernes de gestió que han facilitat molt la tasca als projectistes.

Algunes d'aquestes eines són programes informàtics, que permeten visualitzar el funcionament hidràulic i els nivells de qualitat de les aigües de les instal·lacions, per poder fer una anàlisi detallada dels seus punts febles i mancances. A més, es pot conèixer el comportament hidràulic de la xarxa en diverses situacions de risc (incendis, talls en canonades, etc.) abans que aquestes s'esdevinguin i sense que representi cap cost material.

D'altra banda, alguns programes com l'EPANET, simulen paràmetres de qualitat de les aigües tals com: la concentració de clor lliure residual, l'entrada d'un contaminant o el temps de permanència de l'aigua a la xarxa.

4.2.- ESQUEMA DE TREBALL

Per tal de desenvolupar una correcte anàlisi i redisseny de la xarxa d'aigües de Sta. Cristina d'Aro, s'ha organitzat el treball en diferents fases diferenciades que tenen cadascuna d'elles uns objectius determinats. La interconnexió d'aquestes fases ha permès anar avançant en la investigació, fins trobar una solució final que compleixi els objectius plantejats.

A continuació, es descriuran les diverses fases de l'esquema de treball, indicant els passos a seguir en cadascuna d'elles.

- **Recerca d'informació.** Aquesta és la fase inicial del treball, la qual consisteix en l'estudi de la xarxa d'aigües del municipi, en l'aprenentatge de noves tècniques i en la recerca de la informació útil per a desenvolupar-lo. S'han considerat dues tipologies de dades, en primer lloc, les estructurals, les quals són fixes i estan relacionades amb condicions físiques de la xarxa actual com ara: dipòsits, bombes hidràuliques, conduccions, etc.; així com també hi ha la topografia i la cartografia de la zona. En segon lloc, s'han tingut en compte les dades variables les quals fan referència als consums d'aigua al municipi i al creixement poblacional.
- **Informatització de les dades.** Les dades inicials trobades en la fase de recerca d'informació, s'han introduït al programa de simulació per crear un model matemàtic que es comporti d'una manera semblant al real. Aquesta fase és la més feixuga del treball, ja que s'han hagut d'entrar nombrosos paràmetres i variables com són: demandes en les escomeses, nivells inicials en els dipòsits, concentració inicial de clor etc. Així com també les característiques físiques principals que té la instal·lació: diàmetres, longituds i rugositats de les canonades; dimensions dels dipòsits; corba característica de les bombes; cotes topogràfiques de cada nus de consum; vàlvules i automatismes.
- **Model de simulació.** Una vegada entrades totes les dades al treball, aquest s'ha calibrat i validat per tal d'assegurar el seu correcte funcionament. Aquest apartat s'ha realitzat mitjançant les dades extretes del treball de camp i des de la informació cercada inicialment.
- **Diagnosi.** Amb el model validat s'ha realitzat l'anàlisi hidràulic de la xarxa, així com també el de la seva qualitat de les aigües, buscant les deficiències i mancances de la instal·lació.
- **Propostes d'actuació.** Finalment, tenint en compte la normativa vigent s'han proposat una sèrie de millores per solucionar les deficiències actuals i garantir el subministrament d'aigua en el futur.

En la figura 8 es mostra la metodologia que s'ha seguit des dels inicis del treball fins a la seva fi.

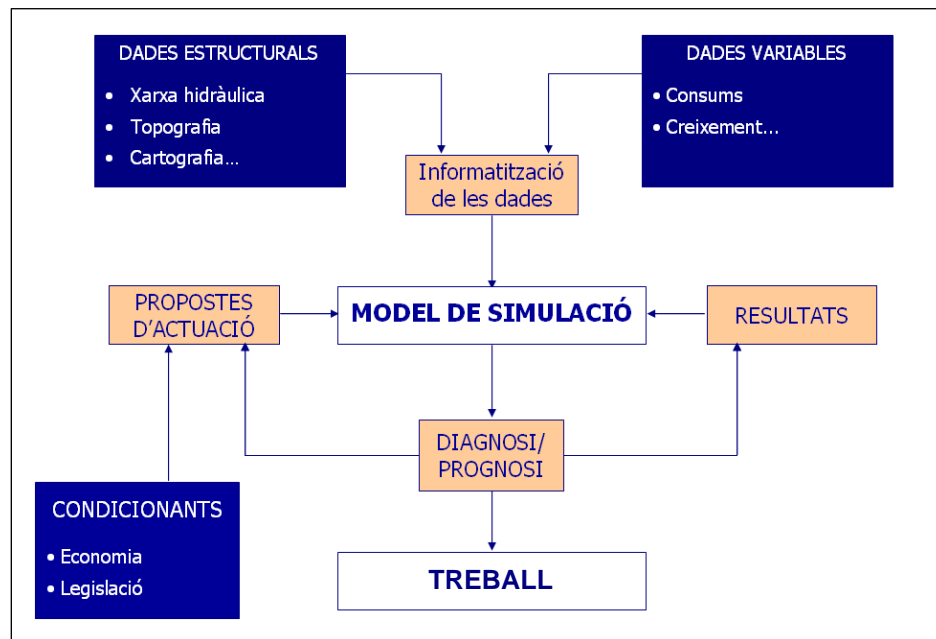


Fig. 8.- Metodologia de realització del treball.

4.3.- RECERCA D'INFORMACIÓ

4.3.1.- Recopilació de la informació existent

El primer pas que es va realitzar en l'elaboració del treball va ser la recopilació de tota la informació necessària per conèixer en quin estat es trobava la xarxa actual. Això implicava l'estudi de la xarxa existent per saber els materials, diàmetres i recorregut de les conduccions; la ubicació i les dimensions dels dipòsits reguladors i les característiques hidràuliques de les bombes, entre altres. A més, tenint en compte que existeixen diverses fonts d'abastament pròpies que poden ésser utilitzades, aquesta informació no es va limitar només als elements físics i paràmetres hidràulics que conté la instal·lació, sinó que també als diferents estudis realitzats sobre geologia, hidrografia o pluviometria de la zona.

La informació recollida en aquest treball prové de diverses fonts, destacant entre totes elles, la companyia d'aigües municipal AQUALIA i l'Ajuntament de Sta. Cristina d'Aro. La primera, va facilitar la informació més tècnica sobre la xarxa, on es destaquen: diversos plànols generals de la instal·lació d'aigua potable actual, algun pla parcial d'actuació en zones concretes, els consums d'aigua municipals referents al trimestre d'estiu de 2007 i el volum d'aigua bombada fins a les diferents zones del municipi. D'altra banda, l'ajuntament va

permetre poder tenir un coneixement de com evolucionarà urbanísticament i poblacionalment el municipi, per tal de dimensionar correctament la futura xarxa d'aigua.

Seguidament es descriu la principal informació recopilada per a la realització del treball.

1. Normativa sobre abastament i distribució d'aigua potable. Font: Bibliografia general.
2. Demografia i evolució de la població. Fonts: Institut d'estadística de Catalunya i ajuntament de Sta. Cristina d'Aro.
3. Documentació referent al creixement urbanístic i poblacional. Font: Ajuntament de Sta. Cristina d'Aro.
4. Plànols topogràfics de la zona municipal. Font: Ajuntament de Sta. Cristina d'Aro.
5. Plànols municipals de la xarxa d'aigua de Sta. Cristina d'Aro. Font: AQUALIA.
6. Plans parcials de millora de la xarxa d'aigua potable desenvolupats al municipi. Font: AQUALIA.
7. Consums de la població detallats per zones / carrers. Font: AQUALIA.
8. Informació sobre els elements principals de la instal·lació (canonades, dipòsits, bombes, pous, nivells de clor, automatismes). Font: AQUALIA.
9. Dades reals de la xarxa actual per a la validació dels resultats. Font: AQUALIA.
10. Telecontrol del nivell d'aigua en continu d'alguns dels dipòsits municipals, així com la concentració de clor dels dipòsits de Sta. Cristina d'Aro i el Golf. Font: AQUALIA.

Altrament, s'ha de dir que per a la realització d'aquest treball ha estat imprescindible la informació i consells rebuts pels tècnics de l'empresa subministradora, obtingudes a partir de les nombroses reunions que s'han realitzat.

4.3.2.- Treball de camp

Tot i la informació obtinguda en l'apartat anterior es va realitzar un treball de camp per tenir un major coneixement sobre les característiques geogràfiques de la població i els paràmetres hidràulics i de qualitat de les aigües de la xarxa. Això ha implicat fer un estudi de Sta. Cristina d'Aro i un mostreig sobre les pressions, les velocitats, el cabal o el nivell de clor i, així, poder validar els resultats obtinguts en la simulació.

El municipi de Sta. Cristina d'Aro té una gran extensió territorial i amb nuclis habitats molt repartits arreu de la seva superfície, això fa que tingui una xarxa d'aigües molt complexa i molt llarga, condicionant en gran mesura el mostreig in situ de les seves característiques hidràuliques.

Per tant, abans de prendre mesures reals de la xarxa es va optar per realitzar el model de simulació de l'estat actual, i analitzar els punts més crítics obtinguts. Seguidament, amb aquestes zones més desfavorables es va procedir a la seva validació mitjançant el treball de camp.

Les dades recollides in situ de la xarxa són: les pressions dels punts considerats més desfavorables de la instal·lació, ja sigui per una manca o un excés de pressió; els cabals d'algun punt aïllat de la instal·lació; les pressions d'entrada i sortida en les vàlvules reductores de pressió i la concentració de clor lliure residual dissolt a les aigües en diferents punts de la xarxa.

Tota aquesta informació es va aconseguir amb l'ajuda del servei tècnic d'AQUALIA, els quals van acompanyar-nos durant les dues visites d'obra realitzades, responent a les diverses preguntes formulades i facilitant tota la informació requerida que estava al seu abast.

4.4.- INSTRUMENTACIÓ

És necessària la utilització d'instruments que mesurin algunes de les variables hidràuliques i de qualitat de les aigües d'una manera directa en el sistema, per tal de conèixer de forma precisa el seu funcionament. Aquest punt es va resoldre mitjançant el treball de camp realitzat i a través del telecontrol. En el primer cas, amb l'ajuda d'un manòmetre es varen prendre una sèrie de mesures de les pressions de la xarxa, mentre que amb un cabalímetre el volum d'aigua que passava en un determinat moment per algunes de les canonades de la xarxa. En segon lloc, es va tenir accés a una base de dades amb els resultats hidràulics i de qualitat de les aigües que contenen alguns dels dipòsits municipals.

4.4.1.- Mesura de pressions in situ

Primerament, cal comentar que la mesura de les pressions de servei encara és una feina difícil que requereix molt temps i la necessitat de desmuntar la clau de pas de la instal·lació d'aigua potable dels habitatges, essent imprescindible 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 les de les vàlvules reguladores de pressió.

Amb aquest procediment, es van recollir mostres a 14 punts crítics de la xarxa a diferents hores del dia. A més, 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 l'annex "*Validació dels resultats obtinguts*" 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.

4.4.2.- Mesura de pressions en els reguladors

Degut a la pronunciada orografia d'algunes zones del municipi hi ha col·locats actualment 12 reguladors de pressió que permeten donar unes bones condicions de servei als abonats, així com també evitar trencaments i 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 dels serveis tècnics d'AQUALIA és l'anotació en una llibreta els valors de pressió d'entrada i de sortida del regulador, com també el dia i l'hora que s'ha realitzat les mesures. Amb aquesta informació s'ha pogut, en primer lloc, assignar els valors de consigna (pressió de sortida) de les vàlvules reguladores de pressió introduïdes al model matemàtic, mentre que en segon lloc, també ha permès comparar els valors de pressió reals amb els modelats de 12 punts de la xarxa (pressions d'entrada).

Així doncs, entre les pressions mesurades in situ i les dels reguladors en total es varen disposar de 26 punts de la xarxa, corresponent a un 2,7 % de la totalitat dels nusos (964) modelats en l'estat actual de la simulació. Aquest nombre de mesures reals es considera suficient per a la validació de la xarxa, ja que segons els estàndards per a la calibració de xarxes hidràuliques establerts per l'American Water Works Association (Haestad Press Publication, 2001), consideren realitzar mesures de la pressió com a mínim en un 2% dels nusos, amb una diferència entre el mesurat i el calculat menor a +- 2 m.c.a, en el 70 % de les lectures.

4.4.3.- Telecontrol de la xarxa d'aigües

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 i la seva concentració de clor. Això permet als tècnics detectar anomalies en el funcionament de la xarxa des del mateix despatx i poder solucionar-les el més ràpidament possible. Actualment varis dipòsits del municipi disposen de telecontrol, dels quals destaquen els dipòsits de Santa Cristina d'Aro, el del Golf, el de les Teules, el de Romanyà i el de Sant Miquel d'Aro.

Així doncs, aquesta informació ha estat molt útil per a la comprovació dels resultats, ja que el nivell en els dipòsits, un cop coneguda la seva geometria i dimensions, és un indicador del consum que té cada zona i per tant, si el comportament simulat i mesurat és semblant voldrà dir que el volum d'aigua que circula per a la xarxa s'aproxima al real.

4.5.- MODELITZACIÓ MATEMÀTICA

4.5.1.- Programari Epanet

El desenvolupament en els últims anys de software de modelització de xarxes d'aigua potable a pressió ha estat espectacular degut a la rapidesa en què avança la tecnologia, permetent d'una manera molt gràfica i intuïtiva resoldre les antigues lleis de la hidràulica.

D'entre tots els programaris sobre xarxes d'aigua potable s'ha escollit el programa EPANET, creat pel NATIONAL RISK MANAGEMENT RESEARCH LABORATORY de Cincinnati, als Estats Units i traduït a l'espanyol pel grup REDHISP Inst. Ingenieria del agua y M.A. de la Universitat Politècnica de València. Els principals avantatges d'aquest programa són, en primer lloc, que és d'ús gratuït i per tant, es pot descarregar directament des de la seva pàgina web (www.redhisp.upv.es). A més és un molt bon programa per a l'anàlisi global de les xarxes, ja que ha estat validat i provat per un gran nombre d'estudis de diferents universitats. Per últim, ha estat traduït en molts idiomes fet que ha provocat la seva gran difusió arreu del món, creant-se fòrums i pàgines a internet, les quals estan dedicades exclusivament a resoldre els dubtes i a opinar sobre el programa. S'ha de dir també que sovint apareixen noves actualitzacions del simulador, fet que demostra que hi ha contínuament millores en el programa.

Per altre banda, EPANET no només permet la simulació de models hidràulics de xarxes, sinó que també té un simulador de qualitat de les aigües estant tot integrat en el mateix entorn gràfic. Així doncs, es pot realitzar una anàlisi global de tota la instal·lació (hidràulica i

qualitat) sense haver de tornar a entrar els seus elements fixes com són dipòsits, canonades, punts de consum ... estalviant molt de temps.

4.5.2.- Descripció del programa

Tal com s'ha comentat, el programa EPANET pot simular el comportament de xarxes hidràuliques a pressió durant llargs períodes de temps, trobant els paràmetres hidràulics i de qualitat de les aigües, més característics de la instal·lació. Una xarxa pot estar formada per canonades, nusos (unions entre canonades), bombes, dipòsits, vàlvules. El programa efectua un seguiment de la evolució del cabal en les conduccions, les pressions en els nusos, els nivells en els dipòsits i la concentració de les substàncies químiques que conté l'aigua al llarg d'un període de temps determinat. A més de la concentració d'alguns elements químics, el programa també pot determinar el temps de permanència de l'aigua a la xarxa, molt útil en el capítol de qualitat.

L'objectiu d'aquest simulador es permetre obtenir un model matemàtic que s'aproximi al comportament de la xarxa real del municipi, capaç de fer l'anàlisi de la xarxa actual, així com també el redisseny i dimensionat de la xarxa futura. Tot això sota un entorn Windows, molt gràfic i intuïtiu tant en la edició dels valors d'entrada, la realització de les simulacions hidràuliques i de qualitat, i la visualització dels resultats finals que es mostren en el treball.

En la figura 9 es mostra l'entorn de treball bàsic de EPANET, on es poden observar les diferents finestres, menús i eines que conté el programa.

- **La barra de Menú**, està situada horitzontalment a la zona superior de la pantalla, conté una sèrie de menús utilitzats per a controlar el funcionament del programa;
- **La barra d'eines**, està situada a sota els menús, permet accedir d'una manera ràpida a les eines més utilitzades per a l'edició del model;
- **La barra d'estat**, està situada al peu de l'entorn de treball d'EPANET, permetent observar algunes condicions de treball important, com són les unitats en què s'està treballant, el nivell de zoom actual, l'estat de la simulació o si està activada la longitud automàtica en l'edició de canonades;
- **L'esquema de la xarxa** és on hi ha la representació esquemàtica en dos dimensions dels diferents components de la xarxa.

- **El visor de dades** permet accedir als diferents objectes permanents de la xarxa municipal classificats per categories (nusos de cabal, dipòsits, canonades, etc.), mentre que el **visor d'esquema** permet seleccionar les magnituds i instants de temps a visualitzar mitjançant codis de colors sobre l'esquema de la xarxa. També permet veure els resultats mitjançant animacions.
- **L'Editor de propietats** és utilitzat per a editar les propietats dels nusos i línies de la xarxa, així com també per tal de visualitzar d'una manera ràpida els resultats d'algun element concret de la xarxa.

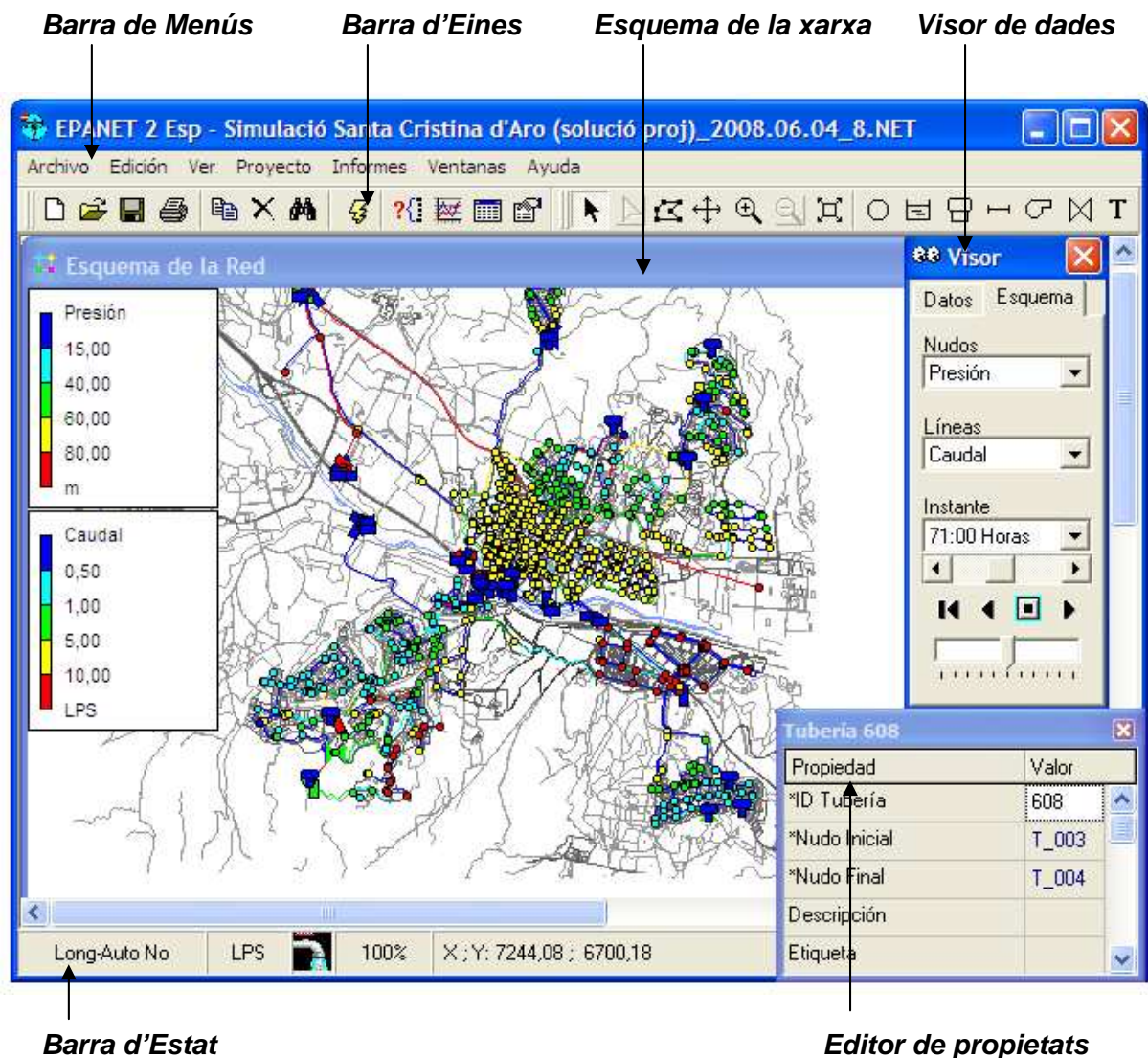


Fig. 9.- Entorn de treball del programa de simulació EPANET.

4.5.3.- Característiques hidràuliques de la xarxa municipal

El programa disposa d'un simulador hidràulic molt avançat que permet afrontar amb garanties extenses xarxes d'aigua a pressió. A continuació es mostraran les característiques de càlcul més importants que afecten a la modelització de la instal·lació d'aigua potable de Sta. Cristina d'Aro.

- S'han simulat dues situacions diferenciades, en primer lloc la xarxa actual, mentre que posteriorment una possible solució de millora que soluciona les deficiències detectades. En ser un municipi amb una extensa xarxa d'aigües, el nombre d'elements implementats ha estat gran, amb la necessitat d'un gran nombre d'hores per a desenvolupar-lo. Seguidament es troben descrits els nombre total d'elements considerats en la simulació.

Situació actual	
Nº de nusos de cabal	964
Nº de pous de captació	15
Nº de dipòsits	20
Nº de Canonades	1.049
Nº de bombes	25
Nº de vàlvules	13

Solució projectada	
Nº de nusos de cabal	1.221
Nº pous de captació	14
Nº de dipòsits	20
Nº de Canonades	1.449
Nº de bombes	27
Nº de vàlvules	23

Taula 11.- Nombre d'elements dels models matemàtics "Sit. Actual i Solució Projectada".

A l'hora de realitzar la simulació, malgrat la gran quantitat d'elements incertats no s'ha trobat cap inconvenient en el seu càlcul.

- Les pèrdues de càrrega es poden calcular des de diferents formules com: les de Hazen-Williams, de Darcy-Weisbach o de Chezy-Manning. S'ha utilitzat la segona, pel fet que és la més correcta de les tres des d'un punt de vista acadèmic, proporcionant uns bons resultats en el cas de canonades d'aigua a pressió. A més, a diferència de les altres, la formula és aplicable a tot tipus de líquids i règims turbulents, donant-li una gran universalitat que no té cap altre expressió.

- En la implementació del sistema, per tal d'ajustar al màxim el model i el comportament real de la xarxa, s'han considerat diferents tipologies de vàlvules, com són les limitadores de cabal, reductores de pressió, o de regulació.
- S'ha definit la geometria dels dipòsits existents a la població, trobant la seva superfície equivalent en els que no eren cilíndrics i mantenint l'alçada real d'aquests.
- S'han buscat la majoria de les corbes característiques de les bombes hidràuliques que hi ha al municipi, per tal d'introduir-les al model matemàtic i obtenir així un càlcul més real del comportament de la xarxa.
- S'han programat lleis de control del sistema basades en regles lògiques que controlaven els elements i paràmetres de la xarxa, simulant els diferents automatismes o aparells mecànics que conté la instal·lació.

Seguidament es mostren uns exemples de les lleis de control introduïdes en la simulació. En la primera llei, es governa la bomba situada al pou nº 13 del Golf Club Costa Brava. Aquí està programat que s'engegui aquesta bomba només en el cas que compleixen les condicions següents: L'hora del dia de la simulació ha d'estar entre la 1 i les 8 del matí (bombeig nocturn), així com també el nivell del dipòsit del golf ha de ser menor a 4,62 metres.

Per altra banda, en la segona llei es governa una de les bombes d'impulsió que eleven l'aigua al dipòsit de Roca de Malvet, engegant-se si el nivell és inferior a 3 metres, i parant-se quant arriba als 3,6 metres.

Exemples Lleis de control

```
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 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
```


- S'han introduït corbes que modelen diferents tipus de demanda, com ara la domèstica, la industrial, el reg, situacions d'incendi. S'ha considerat oportú fer-ho així, perquè el consum varia al llarg d'un dia i al llarg de la setmana, havent-hi moments punta i vall de demanda. Mitjançant uns coeficients aplicats a la demanda base (mitjana diària), s'ha pogut seguir l'evolució del consum cada hora.

4.5.4.- Característiques de qualitat de les aigües en la xarxa del municipi

A més del model hidràulic, s'ha desenvolupat mitjançant EPANET, una anàlisi que permet conèixer la qualitat actual de les aigües i com millorar-la.

- S'ha simulat la desaparició de la concentració de clor a la xarxa, des de les estacions de cloració fins a tots els nusos de cabal considerats al municipi. El model és especialment complicat pel fet que en determinades zones la xarxa, aquesta és molt ramificada i amb una orografia molt pronunciada, fet que requereix un gran nombre de dipòsits reguladors que augmenten considerablement el temps de residència de l'aigua la instal·lació. Això fa que hi hagi actualment al municipi, dues estacions de cloració, tres punts de postcloració en zones conflictives i a més a més, l'aigua provinent de la planta potabilitzadora de Montfullà ja clorada.
- Per altra banda, s'ha simulat el temps de permanència de l'aigua al sistema, ja que això afecta en gran mesura a la seva qualitat.
- S'han tingut en compte cinètiques de reacció d'ordre 0 i de primer ordre per modelar les reaccions que esdevenen a l'interior de les canonades, les quals són provocades per la reacció del clor amb altres substàncies dissoltes en l'aigua i la reacció del clor amb les parets de les canonades, si aquestes són de ferro.
- S'han introduït els coeficients de reacció en els elements que ho precisin, és a dir, les canonades i els dipòsits, trobats a partir d'un estudi experimental sobre conduccions a pressió (Alcocer et al., 2003), que ha permès trobar un rang de valors per on començar a treballar. Posteriorment, amb l'anàlisi detallat de la xarxa i mitjançant els valors reals disponibles s'ha acabat d'ajustar el model.

4.5.5.- Introducció de dades al programa

La informació de la xarxa trobada en la fase de recollida de dades s'ha traduït al llenguatge que utilitza EPANET per tal de poder realitzar la modelització.

En primer lloc, es va realitzar la **simulació hidràulica**, en la qual s'hi va introduir les dades característiques dels elements bàsics: pous de captació, dipòsits, bombes, nusos, canonades i vàlvules.

- **Pous de captació:** aquests elements representen les fonts d'abastament que conté el municipi, com ara els pous propis de la població o bé la canonada que provinent del Pasteral. Els principals valors hidràulics requerits per a la modelització d'aquests elements són només la seva cota ja que es consideren fonts inesgotables.
- **Dipòsits:** els principals valors requerits per a la modelització dels dipòsits són la cota de la seva solera; els nivells inicials, mínim i màxim d'aigua i el seu diàmetre equivalent.
- **Bombes:** les bombes hidràuliques requereixen l'edició d'una corba característica per tal de que el seu comportament sigui el més semblant a la realitat. Així doncs, es van buscar les corbes reals de cadascuna de les màquines i es van introduir al programa mitjançant un editor de corbes de comportament que conté.
- **Nusos:** Pel que fa a la implementació dels nusos va ser necessari conèixer de cada punt la seva cota topogràfica, la seva demanda mitjana i la corba de comportament que seguia (demanda domèstica, industrial, de reg, etc.). Aquest apartat va requerir un gran esforça i un elevat nombre d'hores de dedicació.
Per a la seva introducció en el simulador, es disposava d'una base de dades amb totes les escomeses desglossades per habitatges i carrers, implicant un elevat nombre de punts que era inassumible. Així doncs, es van agrupar les escomeses d'un mateix carrer en petits grups d'entre 2 a 10 edificis màxim, implementant un punt de consum unitari que representava la demanda total de totes elles. Posteriorment, amb totes les agrupacions ja realitzades, es van introduir els nusos al programa de simulació mitjançant un mapa a escala col·locat de fons de pantalla.
- **Canonades:** per a la implementació de les canonades són necessàries els seus diàmetres, longituds i rugositat relativa. La seva entrada al programa es va realitzar a partir de l'editor que conté l'EPANET, amb l'ajuda d'un mapa de fons que marcava el traçat i les característiques de cadascuna d'elles.

- **Vàlvules:** aquests elements ajuden a fer que el comportament hidràulic de la xarxa simulada sigui el més semblant possible al real, ja que a la instal·lació són existents un gran nombre de vàlvules i aparells de control. Les dades requerides són el diàmetre de la vàlvula, la seva tipologia (reductora de pressió, limitadora de cabal, de regulació,...), i el seu valor de consigna.

Per la **simulació del model de qualitat** es van introduir una sèrie de paràmetres en els diferents elements de la xarxa.

- **Estació de cloració i postcloració:** en els dipòsits i pous on hi ha estacions de cloració, aquestes es varen implementar mitjançant un editor disponible en el programa. Assignant per tant una concentració puntual en l'element que es manté constant al llarg del temps, dosificant desinfectant des d'aquests punts a la resta de la xarxa.

Per altra banda, a totes les conduccions, nusos i dipòsits es va assignar una concentració inicial per tal de reduir el temps en règim estacionari de la simulació.

4.6.- CALIBRACIÓ I VALIDACIÓ DEL MODEL

Una vegada la simulació de la xarxa actual va ser vàlida es va realitzar una calibració del model, que consistia en l'ajust dels diferents paràmetres hidràulics i de qualitat de les aigües. La comparació entre els resultats obtinguts en la simulació i els valors reals disponibles, va permetre conèixer el grau de precisió trobat i ajustar el model matemàtic a la situació real.

En l'annex "*Validació dels resultats obtinguts*" es mostren els valors numèrics i les explicacions detallades dels processos d'obtenció i calibració del model.

4.6.1.- Consums

En primer lloc es va comprovar que els consums introduïts en els nusos de la simulació s'ajustessin a la demanda hidràulica real que té la xarxa de mitjana. Encara que aquesta és variable segons la època de l'any, aquest factor es veurà considerat posteriorment amb la utilització de coeficients multiplicadors.

Així doncs, es van extreure els resultats de la simulació de les diferents zones, i es van comparar amb els valors reals subministrats per la companyia d'aigües municipals. Els

resultats finals obtinguts es mostren a continuació en la taula 12, mentre que l'anàlisi detallat i el procediment està a l'annex "Validació dels resultats obtinguts".

		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 ^a Fase	1,419	1,376	3,003	0,043
C	Roca de Malvet 2 ^a Fase	0,449	0,497	-10,609	-0,048
D	Mas Trempat	1,301	1,277	1,810	0,024
E	Les Teules 1 ^a Fase	1,617	1,725	-6,711	-0,108
F	Les Teules 2 ^a 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
TOTAL		33,637	34,736	-3,266	-1,099

Taula 12.- Consums registrats durant el trimestre d'estiu del 2007 al municipi.

4.6.2.- Pressions de la xarxa

Les pressions són un paràmetre important en les xarxes d'aigua potable ja que valors inferiors a 10 m.c.a. pot provocar que els electrodomèstics o termos dels habitatges no funcionin correctament, així com unes pressions excessives de més de 130 m.c.a. pot provocar trencament en les canonades i seriosos danys als elements de tota la instal·lació en general.

En ser tant important la seva magnitud, s'ha realitzat un treball de camp que va consistir en la mesura de les pressions més crítiques trobades a la xarxa mitjançant la simulació. A més, es va disposar de les pressions d'entrada i sortida dels diferents reductors de pressió que té la població.

Amb aquestes dades reals recollides es varen aconseguir les pressions de fins a 26 punts, sent validades i calibrades totes elles posteriorment. La tolerància exigida en el present treball, considera que les pressions mitjanes simulades en els nusos han d'estar en un marge menor a +/- 2 m.c.a. en al menys el 70 % de les lectures realitzades. Aquest criteri de validació s'ha extret de l'American Water Works Association (Haestad Press Publication, 2001). Els estàndards establerts per la AWWA consideren que s'ha de realitzar mesures de

pressions com a mínim en el 2% del total de nusos, en el cas del present treball el qual conté en l'estat actual 964 punts de consum, es varen obtenir 26 registres de diferents zones del municipi, quedant per tant, dins els criteris que estableix l'AWWA.

A tall d'exemple es mostra la taula 13 on hi ha representades les pressions mesurades en l'entrada de les vàlvules reductores de pressió instal·lades a la xarxa i les simulades en el model matemàtic. S'han introduït les columnes dels errors relatius i absoluts de les dades per tal fer més fàcil la comparació entre elles.

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

Taula 13.- Pressions reals i simulades de les vàlvules reductores de pressió del municipi.

Vàlvules reductores de pressió que es troben fora de les especificacions de l'AWWA.

Encara que hi hagi tres mesures que no estiguin dins els paràmetres establerts per l'AWWA, si que es compleixen les especificacions per a la calibració de xarxes hidràuliques ja que en global, hi ha més del 70 % de les mesures si que ho estan. A més l'error relatiu entre els valors mesurats i els simulats estan en tots els casos per sota el 10 %.

4.6.3.- Nivell en els dipòsits

Tal com s'ha comentat en l'apartat d'instrumentació, alguns dels dipòsits de la zona disposa de telecontrol que proporciona una base de dades amb els nivells d'aigua i la concentració de clor lliure residual.

Aquestes dades es van subministrar en format numèric i per tant es van haver de realitzar una sèrie de passos per a la obtenció gràfica dels resultats que facilitessin les feines d'anàlisi.

Coneixent l'evolució del nivell d'aigua dels dipòsits es va poder observar la variació de la demanda en els diferents períodes de l'any, entre els dies de la setmana i en menor mesura entre les diferents hores del dia, ja que els dipòsits reguladors garanteixen unes pressions constants a la xarxa i per tant la incidència en el consum es veu menys.

La demanda al municipi és molt variable al llarg de l'any degut a la gran estacionalitat de la zona, a més el consum en cada instant és diferent, sent molt difícil de preveure la demanda exacta que hi haurà a la població. Per tal de demostrar que entre les mateixes setmanes d'un mateix mes les demandes són completament diferents, es van fer una sèrie de gràfiques de l'evolució del nivell dels dipòsits de cadascuna de les quatre setmanes del setembre del 2007.

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

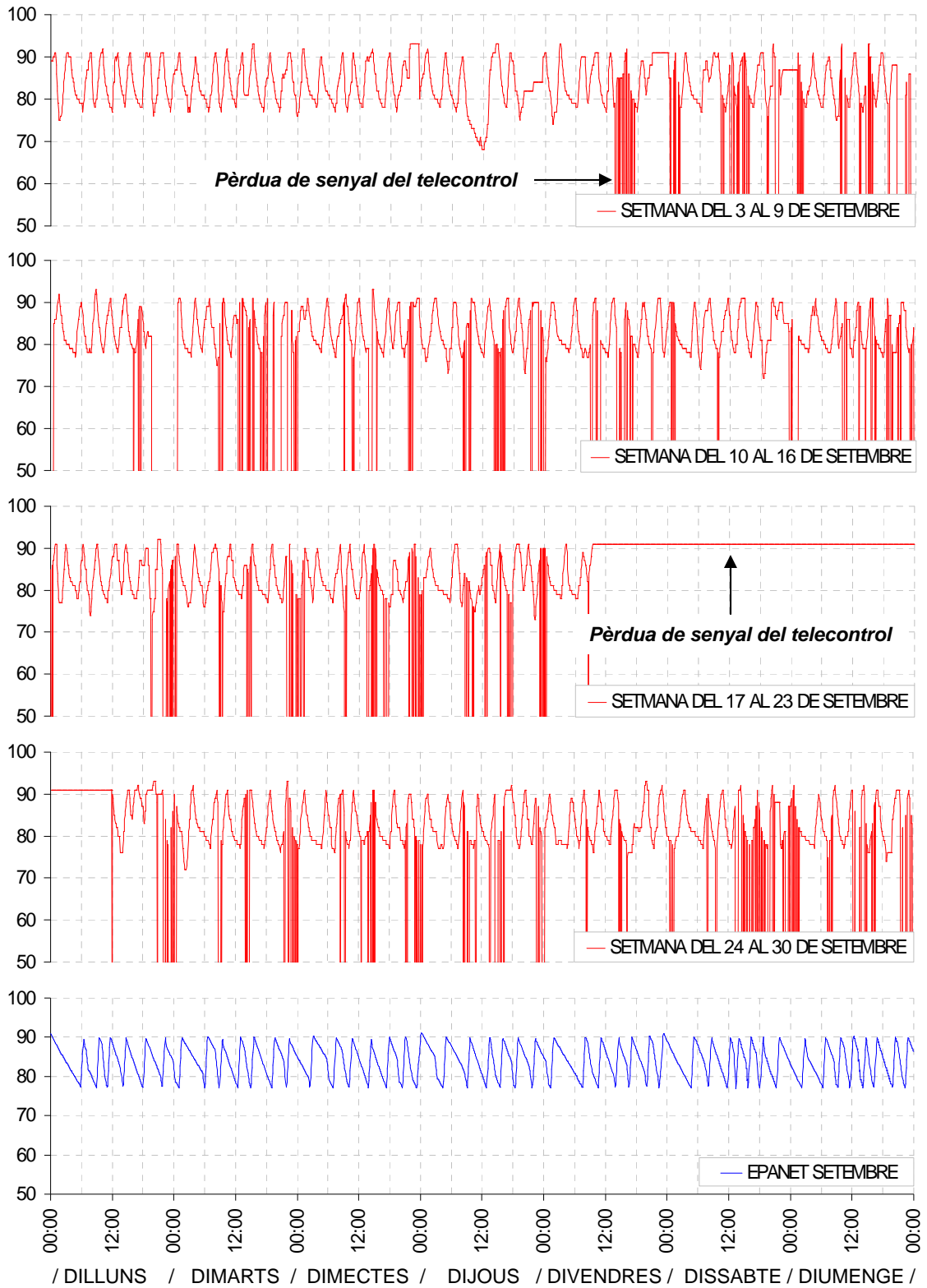


Fig. 10.- Evolució del nivell d'aigua als dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro.

4.6.4.- Concentració de clor a la xarxa

La concentració de clor a la instal·lació és un paràmetre molt important ja que afecta a la qualitat de les aigües, sent imprescindible estar entre els valors que estableix la normativa ja que sinó es podrien presentar problemes sanitaris.

Tal com s'ha comentat anteriorment, en els dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro i el del Golf són existents unes estacions de cloració controlades mitjançant telecontrol. Així doncs, es pot saber el clor residual lliure que és subministrada a l'aigua en cada interval de temps (aprox. 5 min.) i comprovar que està dins els límits.

Per altra banda, l'empresa química encarregada de les analítiques ha facilitat les concentracions de referència de cada zona, assenyalant els punts més conflictius, així com també les estacions de postcloració addicionals que hi ha a les zones més allunyades.

Amb aquesta informació s'ha pogut calibrar el model de simulació i donar uns resultats que s'aproximen als reals. Cal dir també que alguns dels coeficients de reacció definits inicialment, els quals es van trobar mitjançant un estudi experimental d'una altre xarxa, s'han adaptat a la de Sta. Cristina per tal de trobar uns valors de concentració que s'assemblin més al que succeeix en realitat.

En la taula 14 es mostren els resultats obtinguts en la simulació, així com també els facilitats per l'empresa que encarregada de les analítiques a Sta. Cristina d'Aro. El detall dels càlculs, l'explicació dels resultats i metodologia seguida es troben a l'annex "*Qualitat*", on a més hi ha els fonaments teòrics per a la determinació i evolució del clor a l'interior de les conduccions.

	Concentració real	Simulació	
SANTA CRISTINA D'ARO			
	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
GOLF CLUB COSTA BRAVA			
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	
BELL LLOCH / ROMANYA			
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. 14.- Resum de les analítiques sobre els nivells de clor en les aigües municipals.

4.7.- ANÀLISI I REDISSENY DE LA XARXA

Una vegada validada la simulació, es va procedir a la identificació dels problemes de funcionament que conté el sistema. En general, aquests problemes detectats estan provocats per l'antiguitat de la instal·lació, ja sigui per falta de diàmetre en les conduccions, per la falta de capacitat dels dipòsits reguladors o les bombes hidràuliques, o per la mala qualitat de les aigües provocat per les canonades de fibrociment.

En els següents capítols titulats “Estat actual de la xarxa d'aigua potable” i “Anàlisi de l'estat actual” es troben detallades aquestes mancances i deficiències que conté la xarxa, així com també en l'annex “anàlisi de la situació actual”.

Finalment es van realitzar una sèrie de propostes de millora de la xarxa actual, que garanteixin un subministrament hidràulic i qualitatiu de les aigües. Totes elles es troben analitzades i comentades en l'annex “Solució projectada”.

5.- ESTAT ACTUAL DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE

5.1.- INTRODUCCIÓ

El terme municipal de Santa Cristina d'Aro és molt extens i els nuclis habitats estan repartits arreu de tot el territori. Això fa que la seva xarxa d'abastament d'aigua sigui complicada i per tant és necessària la seva divisió en subxarxes.

Existeixen avui en dia tres zones clarament diferenciades que reflecteixen la realitat geogràfica del municipi. La subxarxa principal és la que engloba el nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i les urbanitzacions més properes a aquest, les quals són: Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat. Altrament també hi ha la subxarxa situada al Golf Club costa Brava, situada al massís de Cadiretes, disposa de pous propis per a la captació de l'aigua sent independent per tant de les altres. Per últim, les urbanitzacions de Bell Lloch, Romanyà, Sant Miquel d'Aro i Vall Repòs contenen també una sèrie de recursos propis des dels quals alimenten els habitatges de la zona.

Seguidament es realitza la descripció i anàlisi de cadascuna de les instal·lacions descrites anteriorment.

5.2.- XARXA D'AIGÜES DE STA. CRISTINA D'ARO I URB. PROPERES

L'àmbit d'actuació de la instal·lació d'aigua potable compren el nucli urbà de la població de Santa Cristina d'Aro, així com també les urbanitzacions i zones més pròximes a aquest. Aquesta xarxa és independent de les altres subxarxes del municipi, disposant dels seus propis sistemes d'abastament i distribució. Les zones incloses en aquesta subxarxa són les següents:

- CASC URBÀ DE SANTA CRISTINA D'ARO.
- URBANITZACIÓ ROCA DE MALVET.
- URBANITZACIÓ LES TEULES.
- URBANITZACIÓ MAS TREMPAT.

5.2.1.- Abastament

La zona més pròxima al centre urbà del municipi s'abasteix a partir de l'aigua procedent del Ter mitjançant una canonada de diàmetre 700 mm que transcorre pel carril bici Girona – St. Feliu de Guíxols i a partir de quatre pous situats prop del riu Ridaura.

- Captació del Pasteral

La connexió de la xarxa municipal amb la canonada de 700 mm procedent de la presa del Pasteral es realitza a l'encreuament entre el carril bici Girona – St. Feliu de Guíxols i el carrer Salvador Dalí (39,77 m), des d'on l'aigua és elevada per la seva pròpia pressió fins als dipòsits generals de Sta. Cristina d'Aro, els quals es troben situats al capdamunt del barri de l'església a una cota de 105 m.

En la taula 15 es mostren els valors característics que es duen a terme en la connexió entre les dues xarxes d'aigua segons la pressió que du la canonada del Pasteral.

Pressió a derivació (kg/cm ²)	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)
7,0	116	1,03
7,5	169	1,49
8,0	210	1,87
8,5	246	2,18
9,0	278	2,46
9,5	307	2,71

Taula 15.- Característiques hidràuliques en la connexió amb la canonada del Pasteral.

- Captació des dels pous

L'aigua procedent dels pous locals és enviada a una central elevadora situada al costat del riu Ridaura a una cota de 31.30 m, des d'on és elevada, mitjançant unes bombes d'impulsió, fins als dipòsits generals de Santa Cristina. Actualment però només s'utilitza l'aigua dels pous en èpoques on es presenta molta demanda d'aigua i sempre com a suport de la principal font que abasteix el municipi, que és el Pasteral.

Les característiques més destacades dels pous d'abastament municipals són:

POUS DE SANTA CRISTINA D'ARO								
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	DIÀMETRE ASP. [mm]	COTA [m]	POT. [KW]	TARIFA	PROF. [m]	CABAL [l/s]	BOMBA [CV]
Santa Cristina d'Aro	PCU Nº3	125,00	31,30	-	-	20,00	5,56	4,00
Santa Cristina d'Aro	PCU Nº6	150,00	29,00	8,10	TN	19,60	11,11	10,00
Santa Cristina d'Aro	PCU Nº7	150,00	30,00	-	TN	17,00	11,10	5,50
Santa Cristina d'Aro	PCU Nº8	100,00	30,00	-	TN	20,00	8,33	5,00

Taula 16.- Característiques dels pous de Sta. Cristina d'Aro.

Des dels dipòsits generals de Santa Cristina l'aigua és desinfectada mitjançant un tractament de cloració i enviada per gravetat a altres zones del municipi com són a la urbanització de Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat, a més d'alimentar el centre urbà de la població de Santa Cristina d'Aro.

Les urbanitzacions descrites contenen cadascuna els seus dipòsits de regulació per tal d'alimentar els habitatges que contenen, depenen però del subministrament des dels dipòsits generals que es troben centralitzats.

En els plànols es troben detallats els esquemes referents a l'abastament de la zona de Sta. Cristina d'Aro.

5.2.2.- Bombes d'impulsió

En la present subxarxa municipal existeixen una sèrie de bombes que permeten l'elevació de l'aigua i per tant el correcte funcionament de la xarxa. Unes treballen per a la distribució, mentre que d'altres per a la captació de les aigües.

- Captació d'aigua dels pous

Per a la captació es disposa d'una sèrie de bombes submergides en pous que permeten extreure de mitjana uns 90 m³/h entre tots els quatre pous i assolir una alçada manomètrica d'uns 40 m per tal de pujar l'aigua a la superfície. Llavors l'aigua és conduïda fins a una central elevadora (35.00 m) situada prop del riu Ridaura des d'on mitjançant unes bombes de major potència s'eleva el cabal fins als dipòsits generals de la població (105.00 m).

▪ Elevació de l'aigua per a la distribució

Les bombes utilitzades en la distribució permeten l'elevació de les aigües d'abastament per tal de fer arribar-li a tots els habitatges de les urbanitzacions més properes a la zona urbana de Santa Cristina d'Aro. Així doncs l'aigua és subministrada per gravetat fins a un dipòsit receptor situat a les cotes inferiors de les urbanitzacions i posteriorment mitjançant bombes és elevada fins a certa cota per a ser distribuïda a unes pressions aptes pel consum. En la urbanització de Roca de Malvet existeixen fins a quatre grups de pressió per a salvar el pronunciat desnivell del terreny. A la urbanització de Les Teules en canvi és necessària la intervenció de dos grups de pressió per a abastir als habitatges de la zona, mentre que finalment la urbanització de Mas trempat no és existent la utilització de grups de pressió ja que l'abastament es realitza per gravetat, tot i que existeixen seriosos problemes de pressions en no disposar de cota suficient.

Les característiques de les bombes d'impulsió del sector 1 que compren el nucli urbà de Santa Cristina d'Aro, Les Teules, Roca de Malvet i Mas trempat són:

BOMBES DE SANTA CRISTINA D'ARO

POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	TIPUS BOMBA	POTÈNCIA (CV)	M.C.A.	CABAL (m ³ /h)	DATA
Sta. Cristina d'Aro	Central (1)	8 SM-50-5	50	-	90	21/05/1996
Sta. Cristina d'Aro	Central (2)	-	-	-	-	-
Sta. Cristina d'Aro	Aljub Les Teules I (1)	GRUNDFOS CR 64-4-2/25	25	86	50	14/02/2006
Sta. Cristina d'Aro	Aljub Les Teules I (2)	GRUNDFOS CR 64-4-2/25	25	86	50	14/02/2006
Sta. Cristina d'Aro	Les Teules II (1)	GRUNDFOS CR 32-11/30	30	141	36,1	-
Sta. Cristina d'Aro	Les Teules II (2)	GRUNDFOS CR 32-11/30	30	141	36,1	-
Sta. Cristina d'Aro	Pou 3 (CENTRAL)	Pleuger 6-SHM-2	4	-	-	-
Sta. Cristina d'Aro	Pou 6 (TRANSFORMADOR)	Pleuger 8-SMC-8-1	8	-	-	01/02/1997
Sta. Cristina d'Aro	Pou 7 (AJUNTAMENT)	GRUNDFOS SP 17-7/5,5	5,5	57	17	22/02/2005
Sta. Cristina d'Aro	Pou 8 (PALAHI)	GRUNDFOS SP-27-5	5	-	-	01/02/1997
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet I (1)	Ildar KR-100-II	40	91	84	25/03/1997
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet I (2)	Ildar KR-100-II	40	91	84	25/03/1997
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet II (1)	Ildar KR-100-III	30	81	60	12/06/1995
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet II (2)	Ildar KR-100-III	30	81	60	-
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet III (1)	GRUNDFOS SP 46-10/20	20	81	48	16/02/2006
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet III (2)	GRUNDFOS SP 46-10/20	20	81	48	16/02/2006
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet IV (1)	GRUNDFOS SP 30-10/12,5	12,5	88	24	14/06/2006
Sta. Cristina d'Aro	Roca de Malvet IV (2)	GRUNDFOS SP 30-10/12,5	12,5	88	24	14/06/2006

Taula 17.- Característiques de les bombes de Sta. Cristina d'Aro.

5.2.3.- Dipòsits d'acumulació

Existeixen dos dipòsits generals d'abastament que subministren l'aigua a la resta de dipòsits que hi ha a la zona. Aquests dipòsits estan situats a la cota 105.00 m sobre en nivell del mar, proporcionant al nucli de la població (40.00 m) unes pressions adients per al consum.

El cabal acumulat en els dipòsits generals està repartit en dos dipòsits, el primer de 620 m³, i un segon dipòsit de 425 m³. L'aigua acumulada és tractada mitjançant un procés de cloració abans de ser distribuïda per la subxarxa general, a més de la realització d'una pressa de mostres per analitzar la qualitat de l'aigua.

A part dels dipòsits generals existeixen varis dipòsits secundaris d'acumulació arreu de les urbanitzacions de Roca de Malvet, Les Teules i Mas Trempat. Aquests permeten unes reserves d'aigua en cas que el sistema tingui una gran demanda de consum, a més de regular les pressions subministrades.

Les característiques dels dipòsits d'acumulació actuals del sector 1 que comprenen el nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i les urbanitzacions més pròximes a aquest són:

DIPÒSITS DE SANTA CRISTINA D'ARO			
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	CAPACITAT	COTA
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (1)	620	105
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit General (2)	425	105
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Receptor Roca Malvet	50	98
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (1)	300	175
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (2)	225	245
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (3)	220	316
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Roca Malvet (4)	150	385
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit Receptor les Teules	90	83
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (1) "A"	260	150
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (1) "B"	90	150
Sta. Cristina d'Aro	Dipòsit les Teules (2)	200	228

Taula 18.- Característiques dels dipòsits de Sta. Cristina d'Aro.

5.2.4.- Canonades d'impulsió

Existeix una línia d'impulsió que uneix l'aljub de la central elevadora situat a prop del riu Ridaura a una cota de 31.30 m i els dipòsits generals de la població a la cota 105.00 m. Aquesta canonada d'impulsió en la major part del seu recorregut de fibrociment, amb un diàmetre interior de 200 mm, menys el tram final de la conducció on és existent una canonada de polietilè d'alta densitat de diàmetre 200 mm que es va col·locar amb les obres d'urbanització de la zona.

A l'encreuament amb el carrer Salvador Dalí i el carril bici Girona – St. Feliu de Guíxols es realitza la connexió amb la xarxa procedent de la presa del Pasteral, la qual aporta actualment la major quantitat d'aigua al municipi.

En els plànols hi ha representat el recorregut seguit per la canonada d'impulsió actual que alimenta el nucli urbà de la població i les urbanitzacions més pròximes a ell. Aquesta canonada és la única que realitza l'aportació als dipòsits generals, pel què representa un punt feble de la xarxa ja que depèn en gran mesura d'aquesta conducció.

Per altra banda existeixen les canonades d'impulsió de les urbanitzacions de Roca de Malvet, les Teules i Mas Trempat. Aquestes canonades són en general de fibrociment presentant uns diàmetres d'entre 100 i 200 mm i estant en molts trams en un estat deficient per lo què no garanteix totalment la qualitat de les aigües que transcorren per elles.

5.2.5.- Xarxa de distribució

La xarxa de distribució d'abastament de Santa Cristina s'inicia en els dipòsits generals a la cota 105.00 m. Des d'on es reparteix l'aigua per gravetat cap al nucli urbà de la població i a les urbanitzacions de les Teules, Roca de Malvet i Mas Trempat.

Aquesta distribució es realitza mitjançant dues canonades de fibrociment DN 200 mm que descendeixen radialment fins al nucli urbà. Una d'elles, transcorre paral·lelament a la xarxa d'impulsió i per tant pel centre de la població. A mesura que van disminuint de cota es van produint diversos ramals de diàmetres inferiors, els quals alimenten a la xarxa secundària de distribució i des d'aquesta última a tot l'entramat de edificacions. També hi ha una bifurcació d'aquesta artèria principal, que alimenta l'aljub receptor de la urbanització Roca de Malvet per tal de proveir-la d'aigua.

Per altra banda, el segon conducte de 200 mm transcorre per l'avinguda de l'església i per tant més a l'est de la primera canonada de distribució principal. Alimentant les zones properes i la urbanització Les Teules, aportant aigua a l'aljub receptor que hi ha a les seves cotes inferiors.

Existeix una canonada de DN 150 mm que transcorre pel tram final del carrer Taulera i posteriorment per la carretera a C-250, fins arribar a la urbanització Mas Trempat, a tocar amb el terme municipal de Sant Feliu de Guíxols.

5.3.- XARXA D'AIGÜES DEL GOLF CLUB COSTA BRAVA

L'àmbit d'actuació de la instal·lació d'aigua potable detallada en el present apartat compren la urbanització Golf Costa Brava situada a la banda nord del massís de Cadiretes. Aquesta

xarxa és independent de les altres subxarxes disposant dels seus propis sistemes d'abastament i distribució.

5.3.1.- Abastament

La urbanització del Golf Costa Brava conté les seves pròpies fonts de captació i només requereix l'alimentació des d'altres fonts externes en determinades èpoques estivals on el consum de la urbanització és molt gran. L'abastament principal es realitza mitjançant una sèrie de pous situats prop del riu Ridaura, des d'on l'aigua és elevada mitjançant unes bombes fins al dipòsit regulador 1 (80,00 m). Per acabar de subministrar l'aigua necessària a les cotes més altes de la urbanització és existent un segon dipòsit regulador a la cota 200,00 m. Aquest es troba situat prop de Roca Alba, pel qual porta el seu nom.

Per altra banda, la xarxa del Golf Costa Brava es troba connectada amb la instal·lació municipal del centre urbà de Santa Cristina d'Aro, per tal de subministrar aigua a la urbanització en cas de necessitat. Aquesta procedeix en la seva majoria de la captació del Pasteral que es realitza en l'encreuament entre el carrer Salvador Dalí i el carril bici Girona – Sant Feliu.

Les especificacions dels pous que disposa la urbanització estan detallades a continuació:

POUS DE GOLF COSTA BRAVA								
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	DIÀMETRE ASP.	COTA	POT.	TARIFA	PROF.	CABAL	BOMBA
Golf Costa Brava	PCU Nº7	125,00	26,00	35,00	3,00	16,00	6,94	17,00
Golf Costa Brava	PCU Nº8	100,00	35,00	15,00	NOCT	18,60	10,83	24,00
Golf Costa Brava	PCU Nº8 (bis)	100,00	35,00	PCU (Nº8)	NOCT	18,20	5,83	10,20
Golf Costa Brava	PCU 13	125,00	30,00	12,00	NOCT	15,90	7,50	17,00
Golf Costa Brava	PCU 14	80,00	28,00	12,00	NOCT	20,00	2,50	15,00
Golf Costa Brava	PCU 17	250,00	31,30	PCU (Nº7)	PCU (Nº7)	16,60	-	-
Golf Costa Brava	PCU 17 (bis)	250,00	27,50	PCU (Nº7)	PCU (Nº7)	18,00	6,94	15,00

Taula 19.- Característiques dels pous del Golf Club Costa Brava.

5.3.2.- Bombes d'impulsió

- Bombes de captació

A la zona es disposen d'un gran nombre de bombes per tal d'eleva l'aigua des dels pous d'abastament (20.00 m al fons) fins al dipòsit general a la cota (80.00 m). El cabal extret

permet subministrar una gran quantitat d'aigua a la urbanització fent que el cabal provinent de fonts externes sigui només de recolzament en les èpoques de major demanda.

Entre tots ells permeten elevar un cabal al mes de juliol d'aproximadament 1.000 m³/dia, mentre que les aigües que provenen del Pasteral només representen uns 360 m³/dia.

▪ Sobreelevació de Rocalba

Per arribar a les cotes més altes de la urbanització l'aigua és elevada mitjançant un grup de pressió fins al dipòsit de Rocalba (200.00 m). El cabal desenvolupat per les bombes d'impulsió és d'uns 30 m³/h, cosa que no permet donar tot el cabal necessari requerit a les zones altes en els mesos de major demanda. Per altra banda existeix al costat del dipòsit una petita estació de bombeig, que alimenta una sèrie de cases que queden a una cota semblant a la del dipòsit, sent imprescindible la seva col·locació per garantir les pressions mínimes de servei.

Les característiques generals de les bombes d'impulsió es troben desenvolupades en la taula següent:

BOMBES DE GOLF COSTA BRAVA						
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	TIPUS BOMBA	POTÈNCIA (CV)	M.C.A	CABAL (m3/h)	DATA
Golf Costa Brava	Pou 13	Indar KD-25-VII S	17	100	27	-
Golf Costa Brava	Pou 14	GRUNDFOS SP-27-11 S	15	105	9	-
Golf Costa Brava	Pou 7	GRUNDFOS SP-45-9 S	15	90	25	28/06/1994
Golf Costa Brava	Pou 8	Indar KD-38-VII S	24	90	39	02/05/1996
Golf Costa Brava	Pou 8 (bis)	Indar KD-16-VI S	10	76	21	-
Golf Costa Brava	Sobreelevació a Rocalba (1)	GRUNDFOS SP 30-18/25	25	139	30	27/02/2004
Golf Costa Brava	Sobreelevació a Rocalba (2)	Itur TR4406/4 S	25	135	26	02/05/1996
Golf Costa Brava	Mas Patxot	Indar 152-X	3	84	5,4	-
Golf Costa Brava	Grup de pressió (1)	GRUNDFOS TPD-65 230/2	4	20	23,9	20/02/2006
Golf Costa Brava	Grup de pressió (2)	GRUNDFOS TPD-65 230/3	4	20	23,9	20/02/2006

Taula 20.- Característiques de les bombes del Golf Club Costa Brava.

5.3.3.- Dipòsits d'acumulació

Com s'ha comentat, existeixen dos dipòsits de regulació que permeten disposar d'unes reserves d'aigua en cas de necessitat a més de permetre uns nivells de pressió adequats per el consum domèstic.

El primer dipòsit situat a la cota 80.00 m és el dipòsit general de la urbanització, amb una capacitat de 600 m³, dona servei als habitatges de la zona baixa i serveix d'aljub de captació

pel grup de pressió que impulsa l'aigua cap a Rocalba. En el dipòsit a més es realitza un tractament de cloració per tal de garantir la qualitat de l'aigua.

El segon dipòsit situat a Rocalba a la cota 200.00 m permet el subministrament a la part alta de la urbanització ja que regula també les pressions de servei als habitatges de la zona i serveix com a reserva als habitatges.

Les característiques més importants d'aquests dipòsits es troben detallades a continuació:

DIPÒSITS GOLF COSTA BRAVA			
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	CAPACITAT	COTA
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 1	600	80
Golf Costa Brava	Dipòsit regulador 2	400	200

Taula 21.- Característiques dels dipòsits del Golf Club Costa Brava.

5.3.4.- Canonades d'impulsió

És existent una xarxa separativa entre la impulsió i la distribució, la qual permet obtenir una pressió de distribució més constant i homogènia. La canonada d'impulsió és de fibrociment, amb un diàmetre nominal de 250 mm que permet elevar el cabal necessari per abastir la urbanització.

El traçat de la instal·lació s'inicia a la cota aproximada de 30.00 m en els pous de captació del costat del Ridaura, des d'on seguint un recorregut urbà pels carrers de la urbanització, s'enfila fins al dipòsit 1 del Golf Costa Brava.

Des del dipòsit 1 segueix una segona canonada d'impulsió per tal d'eleva l'aigua fins al segon dipòsit de regulació. Aquesta conté en la actualitat trams de diferents materials i diàmetres representant certs inconvenients de pressions i cabals en la xarxa.

5.3.5.- Xarxa de distribució

La xarxa de distribució de la zona del Golf és deficitària en molts aspectes ja que bona part de la mateixa va ser construïda als anys del boom urbanístic que es va desenvolupar a la costa. Actualment moltes de les instal·lacions han quedat obsoletes i no compleixen la normativa vigent. En la major part dels carrers, les canonades existents són de fibrociment o PVC i per tant no es garanteix totalment una qualitat de l'aigua de boca subministrada tal com estableix el *Reial Decret 140/2003, de 7 de febrer*.

Les artèries principals de la urbanització formen en general una xarxa mallada, amb uns diàmetres nominals compresos entre 70 i 125 mm. Per altra banda són sovint existents ramals secundaris de ferro o fibrociment, que propicien una mala qualitat de l'aigua en les èpoques de menor demanda en no haver-hi gaire circulació.

5.4.- XARXA D'AIGÜES DE BELL LLOCH / ROMANYÀ

L'àmbit d'actuació de la instal·lació d'aigua potable detallada en el present capítol compren els nuclis de població del municipi situats a la zona oest del massís de les Gavarres. Aquesta xarxa és independent de les altres subxarxes que conté la població, disposant dels seus propis sistemes d'abastament i distribució. Les zones del municipi incloses en aquesta subxarxa són les següents:

- URBANITZACIÓ BELL LLOCH.
- ROMANYÀ DE LA SELVA.
- URBANITZACIÓ SANT MIQUEL D'ARO.
- URBANITZACIÓ VALL REPÒS.

5.4.1.- Abastament

Les urbanitzacions de Bell Lloch, Romanyà de la Selva, Vall Repòs i Sant Miquel d'Aro tenen en l'actualitat dues fonts d'abastament diferenciades. La més rellevant per a les urbanitzacions i que subministra per tant la major part de les aigües consumides procedeixen de dos pous situats a prop del riu Ridaura a la cota 37.00 m, des d'on es pot extreure en total un cabal d'uns 28,3 l/s.

Per altra banda, la xarxa està connectada amb la canonada de 700 mm de diàmetre que transcorre pel carril bici Girona - Sant Feliu de Guíxols, la qual assegura el subministrament a la urbanització en cas de problemes en els pous d'abastament. Aquesta font només s'utilitza com a recolzament en l'abastament, utilitzant primerament els recursos propis.

POUS DE BELL LLOCH / ROMANYÀ								
POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	DIÀMETRE ASP. [mm]	COTA [m]	POT. [KW]	TARIFA	PROF. [m]	CABAL [l/s]	BOMBA [CV]
Bell Lloch / Romanyà	PCU N°1	-	37,00	46,37	4,00	17,00	20,00	60,00
Bell Lloch / Romanyà	PCU N°2	-	37,00	(PCU 1)	(PCU 1)	19,30	8,30	25,00

Taula 22.- Característiques dels pous de Bell Lloch / Romanyà.

5.4.2.- Bombes d'impulsió

A la zona es disposen d'un elevat nombre de bombes per a salvar la pronunciada orografia del terreny i per a l'extracció de les aigües dels pous que hi ha.

- Bombes de captació

Són existents dues bombes hidràuliques situades prop del riu Ridaura que extreuen aigua de dos pous anomenats pou 1 i pou 2 de Bell Lloch / Romanyà. Mitjançant el volum d'aigua extret d'aquests pous es subministra actualment la major part de l'aigua consumida a la zona, encara que existeixi una font de recolzament per ajudar en els dies de major demanda.

A la cota 57.07 m hi ha una connexió amb la canonada procedent del Pasteral per ajudar en l'abastament a la zona. La pressió d'aquesta canonada és elevada però tot i això no pot arribar a assolir per si sola la cota de 160.60 m fins al dipòsit de Bell Lloch 2. És per això que és existent una bomba capaç de proporcionar una pressió extra a l'aigua d'uns 40 mca perquè acabi de pujar fins als dipòsits.

- Bombes per a la impulsió

Des del dipòsit de Bell Lloch les aigües són elevades mitjançant un grup de pressió fins al dipòsit de Romanyà de la Selva.

Així mateix, a la urbanització de Sant Miquel d'Aro es disposa d'unes bombes d'impulsió per elevar les aigües des del dipòsit 1 al 2 i subministrar l'aigua a tots els habitatges de la urbanització.

Les característiques generals de les bombes d'impulsió es troben desenvolupades en la taula següent.

BOMBES DE BELL LLOCH I ROMANYÀ

POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	TIPUS BOMBA	POTÈNCIA (CV)	M.C.A.	CABAL (m ³ /h)	DATA
Bell Lloch / Romanyà	Pou 1	GRUNDFOS SP 60-21/50	50	162	60	28/07/2003
Bell Lloch / Romanyà	Pou 2	GRUNDFOS SP-27-23	25	150	29	-
Bell Lloch / Romanyà	Romanyà (1)	Indar KR-60-10	60	225	36	01/04/1997
Bell Lloch / Romanyà	Romanyà (2)	GRUNDFOS SP 46-22/50	50	225	36	27/02/2004
Bell Lloch / Romanyà	St. Miquel d'Aro I (1)	-	-	-	-	-
Bell Lloch / Romanyà	St. Miquel d'Aro I (2)	-	-	-	-	-
Bell Lloch / Romanyà	Bell Lloch - Pasteral	GRUNDFOS LPD 100-200/188	20	41	60	11/02/2002

Taula 23.- Característiques de les bombes de Bell Lloch / Romanyà.

5.4.3.- Dipòsits d'acumulació

Existeixen una sèrie de dipòsits de regulació que permeten disposar d'unes reserves d'aigua en cas de necessitat, a més de permetre la regulació dels nivells de pressió de la zona per tal de garantir uns nivells adequats pel consum domèstic.

El dipòsit de Bell Lloch 2 rep l'aigua de les fonts de captació per tal d'abastir a la urbanització de Bell Lloch i a més per a servir d'aljub per bombar l'aigua fins al dipòsit de Romanyà, situat a una cota superior.

El dipòsit de Romanyà és utilitzat com a dipòsit general de la zona ja que abasteix per gravetat el petit nucli urbà de Romanyà i a les urbanitzacions de Sant Miquel d'Aro i Vall repòs.

Vall repòs disposa d'un sol dipòsit regulador que alimenta a tota la urbanització, mentre que Sant Miquel d'Aro en conté dos ja que la cota topogràfica de les zones més altes queda per sobre el nivell de Romanyà, amb la necessitat d'un grup de pressió al primer dipòsit que alimenti el segon.

Les característiques més importants d'aquests dipòsits es troben detallades a continuació:

DIPÒSITS DE BELL LLOCH I ROMANYÀ

POBLACIÓ	DENOMINACIÓ	CAPACITAT	COTA
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit Bell Lloch 2	250	161
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit de Romanyà	250	351
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit St. Miquel d'Aro (1)	500	317
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit St. Miquel d'Aro (2)	500	415
Bell Lloch / Romanyà	Dipòsit de Vall Repòs	350	258

Taula 24.- Característiques dels dipòsits de Bell Lloch / Romanyà.

5.4.4.- Canonades d'impulsió

Per a la impulsió de les aigües en les urbanitzacions es disposa actualment d'una canonada que s'eleva des dels pous de captació (37.00 m) fins al dipòsit de Bell Lloch 2. Aquesta varia de secció en el seu recorregut fins al dipòsit, mentre que no de material, el qual és de fibrociment. Cal comentar també que en el seu recorregut per la urbanització Bell Lloch, existeixen una sèrie de connexions de la xarxa de distribució de la zona amb la canonada d'impulsió, la qual cosa provoca unes variacions de pressió importants i en alguns casos pressions excessives per al consum domèstic.

Des del dipòsit de Bell Lloch 2 fins al de Romanyà és existent una canonada de fibrociment de diàmetre nominal 100 mm que l'alimenta directe. Des d'aquest dipòsit s'alimenta Romanyà i les urbanitzacions de Sant Miquel d'Aro i Vall Repòs.

Sant Miquel d'Aro és alimentada per gravetat des del dipòsit de Romanyà (345.00 m) amb una canonada de fibrociment de 100 mm. La impulsió des del dipòsit 1 al 2 es resol mitjançant una canonada de PVC de 90 mm de diàmetre nominal.

Per altra banda, Vall Repòs també és alimentada per gravetat des del dipòsit de Romanyà (345.00 m) mitjançant una canonada de polietilè de 160 mm que desemboca a la zona oest de la urbanització, on hi ha ubicat el dipòsit general a la cota 257.00 m.

5.4.5.- Xarxa de distribució

- Bell Lloch

La urbanització Bell Lloch conté dues fases diferenciades que tenen cadascuna d'elles una xarxa de distribució independent. La primera fase disposa d'una xarxa amb canonades de polietilè d'alta densitat que garanteix al qualitat de les seves aigües, però per contra rep les aigües directament des de la canonada d'impulsió que puja a Bell Lloch 2 i per tant experimenta una variació de pressió important que perjudica als veïns. La segona fase de la urbanització en canvi, conté un dipòsit regulador que permet disposar d'una pressió de servei relativament constant, però per contra les seves canonades de distribució són de fibrociment, i per tant, no tenint la total garantia d'unes aigües de qualitat i amb la necessitat de ser substituïdes a mesura que es vagin realitzant les actuacions d'urbanització a la zona.

- Romanyà

El poble de Romanyà disposa d'una precària xarxa de distribució ja que el diàmetre de les canonades és insuficient per a garantir el cabal en cas d'incendi, a més de tenir unes pressions de servei deficientes en les èpoques de major demanda. Això és provocat pels elevats consums de Sant Miquel d'Aro i Vallrepòs que absorbeixen la major part del cabal subministrat.

- Sant Miquel d'Aro

La urbanització disposa d'una xarxa de distribució compartida amb la impulsió provocant problemes de pressió als veïns de la zona. A més, l'elevada orografia del terreny provoca pressions excessives a determinats habitatges de les cotes inferiors i per tant és necessari el redimensionament de la instal·lació per tal d'adaptar-la a les condicions actuals. El pla d'ordenació urbanístic municipal preveu la desqualificació de terrenys provocant un canvi en l'estructuració de les conduccions d'aigua.

- Vallrepòs

La urbanització disposa actualment d'una xarxa de distribució moderna que compleix amb la normativa vigent, ja que té una xarxa amb conduccions de polietilè d'alta densitat DN 160 mm en les seves artèries principals, i de DN 125 mm en la instal·lació secundària. A més, té col·locats una sèrie d'hidrants per a l'ajuda en la lluita contra el foc.

6.- ANÀLISI DE LA XARXA ACTUAL

6.1.- INTRODUCCIÓ

A continuació es presenta l'apartat número 6 del treball, el qual conté els resultats i conclusions referents a l'anàlisi de la xarxa. Per tal de desenvolupar-lo, han estat necessaris un conjunt de passos previs com són: en primer lloc, la realització mitjançant el programa de simulació EPANET de la xarxa d'aigua municipal, seguidament la validació dels resultats obtinguts amb els valors reals, i per últim l'estudi de la situació actual per tal de detectar les deficiències de la xarxa.

Seguidament es troben descrits els punts més deficitaris de la instal·lació, els quals en els propers capítols s'hi donarà solució. Cal dir també que totes les deficiències detectades en la actual xarxa es troben justificades en l'annex "*Anàlisi de la situació actual*".

6.2.- ANÀLISI SANTA CRISTINA D'ARO I URB. PROPERES

A partir de la simulació realitzada de la xarxa d'aigües potables de Santa Cristina d'Aro s'observen determinats punts crítics que amb el pas del temps podrien convertir-se en deficiències de la xarxa. Per tal de subsanar-les, es detallen a continuació els punts crítics de la instal·lació i la millora que es proposa per cada un d'ells:

- Abastament

Actualment s'observa una clara tendència a la utilització de l'aigua del Pasteral en detriment de les fonts pròpies que conté la població. Seria recomanable trobar un equilibri entre el cabal extret dels pous propis i de l'extret de la canonada del Ter per tal de desenvolupar un aprofitament major dels recursos hidràulics del país, recollint les aigües abans de la desembocadura al mar. Tot i això és important, també, garantir un cabal ecològic tant en els aqüífers de la zona com en els rius ja que moltes espècies animals i vegetals en depenen.

- Dipòsits generals

Per a fer front a l'augment de la demanda de la població es preveu necessària la col·locació de nous dipòsits ja que els 1.030 m³ actuals es veuen insuficients per abastir la població en els propers 20 anys, tenint en compte les expectatives de creixement de la zona.

- Es recomana la instal·lació d'un dipòsit que alimenti la zona urbana de Santa Cristina d'Aro, ja que és una de les zones de major creixement. Les més significatives són el sector Teulera, l'Estació, el Camí Vell, el Ridaura, i la zona d'activitats turístiques paral·lela a la carretera de Castell d'Aro.
- Per altra banda es preveu també la necessitat d'un segon dipòsit a la zona per fer front a la demanda de la urbanització Mas Trempat, la qual actualment disposa d'un dipòsit de només 50 m³, que pertany a Sant Feliu de Guíxols, insuficient per abastir la urbanització. A més, sota la mateixa, es desenvoluparà una zona industrial formada per dos sectors (Molí d'en Tarrés i Molí d'en Reixach – Bernades). La tipologia del polígon no preveu uns elevats consums hidràulics però sí uns consums majors als desenvolupats en sòl urbà.

- Canonada d'impulsió

La instal·lació d'impulsió disposa d'una sola canonada de fibrociment DN 200 mm, entre la central elevadora a la cota (30.30 m) i els dipòsits generals. En el cas que aquesta canonada sofrís un trencament i calgués ser reparada, s'aturaria el subministrament als dipòsits acumuladors. Si aquest tall en la instal·lació fos de llarga durada es podrien presentar problemes de subministrament d'aigua potable a la població.

Seria convenient disposar d'una altre aportació d'aigua potable als dipòsits generals o bé en algun altre dipòsit de nova construcció per tal de garantir en qualsevol situació el funcionament de la xarxa.

Per altra banda, la impulsió actual d'aigua potable es preveu que sigui insuficient per a resoldre l'augment de demanda del futur ja que en els pròxims 20 anys es desenvoluparan noves zones de creixement tant domèstiques, industrials i de serveis.

- Canonades xarxa de distribució

En molts carrers de la població, es disposa de canonades de fibrociment que fan difícil obtenir la garantia sanitària que estableix el *Reial Decret 140/2003, de 7 de febrer*, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua per consum humà. Seria convenient que a mesura que es realitzin intervencions en la població s'anés substituint,

sempre que fos possible, les canonades antigues per conduccions de materials més adequats com és principalment el polietilè (PTE). A partir d'aquesta substitució progressiva es pretén adaptar la xarxa d'aigua potable de la població a la normativa actual.

Altrament, existeixen canonades que presenten unes elevades pèrdues de càrrega provocades per la gran rugositat del fibrociment i accelerada per l'envelliment d'aquest. Aquest fet provoca una disminució de la pressió de servei.

Per tal de solucionar aquest inconvenient serà necessari la realització d'unes conduccions principals que alimentessin la xarxa secundària de distribució d'una manera ràpida i sense grans pèrdues de càrrega.

- Pressió de la xarxa de distribució

La pressió de la xarxa varia en funció de la cota en què estan col·locats els habitatges, s'observen pressions moderades a les zones situades sobre el carril bici que travessa la població, mentre que per sota en la zona de l'eixample i el carrer Taulera es troben pressions per sobre dels 6 bars i per tant es consideren pressions excessives. Altrament s'ha de considerar que a la part baixa de la població és on es troben situats els edificis més elevats i per tant s'accepten pressions superiors.

A la urbanització Roca de Malvet es troben baixes pressions als habitatges situats prop dels diferents dipòsits que hi ha col·locats en diferents cotes topogràfiques. Per contra, els edificis que queden lluny d'aquests experimenten unes pressions elevades de l'ordre de 7,0 bars.

A les Teules succeeix una cosa semblant a la urbanització anterior, ja que prop dels dipòsits les pressions són baixes, sense assolir els 2 bars, mentre que en els punts allunyats les pressions són d'uns 7,5 bars. Aquest fet bé donat pels pronunciats pendents del terreny, els quals provoquen aquests diferencials de pressió tant elevats.

Per últim, a la urbanització Mas Trempat la cota topogràfica del dipòsit general de la urbanització està poc per sota dels habitatges de la zona, provocant en tot el sector unes pressions deficientes en no sobrepassar, en general, els 2,0 bars.

6.3.- ANÀLISI DEL GOLF CLUB COSTA BRAVA

Es detallen a continuació els punts crítics detectats en la simulació i la millora que es proposa per cada un d'ells:

- Abastament

Es recomanable la connexió entre les xarxes de distribució del nucli urbà de Santa Cristina d'Aro i el Golf Club Costa Brava, formant una sola xarxa que permeti obtenir unes majors garanties de subministrament. No obstant, es recomana la continuïtat de separació de les dues xarxes d'impulsió, per tal de tenir una sectorització de les instal·lacions i poder atendre la demanda des de dos punts independents. Tot i això, existiran connexions entre ambdues xarxes d'impulsió tal i com estan actualment, que en cas de necessitat s'obririen.

- Dipòsits

El dipòsit general del Golf presenta una freqüència d'emplenat molt elevada en les èpoques d'estiu, no garantint un volum suficient d'aigua per a un dia en cas que es produís un tall a la impulsió. Es proposa doncs l'ampliació d'aquest dipòsit.

- Canonada impulsió

- Tal com s'ha demostrat en l'annex "*Anàlisi de la situació acutal*", la conducció que va des dels pous d'abastament fins al dipòsit general del Golf, es preveu d'un diàmetre suficient per atendre a la demanda, ja que la seva velocitat i pèrdues de càrrega són baixes.
- Per altra banda, la canonada de policlorur de vinil (PVC) que condueix l'aigua des del dipòsit 1 del Golf al de Rocalba és de 90 mm de diàmetre presentant unes velocitats excessives (superiors als 2 m/s), havent de ser substituïda per una de majors dimensions.

- Canonades de distribució

- És necessària la seva substitució per uns materials que garanteixin la qualitat de les aigües que transcorrin per elles. A més, en moltes zones la instal·lació de distribució està ramificada, el qual implica una disminució de la qualitat de les aigües i un greu

inconvenient en el cas d'avaría de la xarxa. La problemàtica es veu agreujada per l'estacionalitat de la zona en grans demandes d'aigua en els períodes estivals.

- Pressió de la xarxa de distribució
 - Amb l'anàlisi de la xarxa actual s'observa que en situacions d'incendi la instal·lació no garanteix la pressió requerida pels bombers de 10 m.c.a. ja que la majoria de les conduccions són de diàmetre inferior a 100 mm i ho fa molt difícil.
Per tal de complir amb les exigències de bombers és recomanable la substitució de les canonades per unes de diàmetre mínim de 125 mm.

6.4.- ANÀLISI DE BELL LLOCH / ROMANYÀ

A continuació es detallen els punts crítics de la instal·lació corresponent a aquest sector i la millora que es proposa per cada un d'ells:

- Abastament
 - Actualment l'abastament a la zona està resolt amb l'aportació del cabal necessari des dels pous 1 i 2 situats a prop del riu Ridaura. Com a font de recolzament existeix la connexió amb la canonada procedent del Pasteral que subministraria el cabal necessari en èpoques de major demanda. S'ha de considerar la possibilitat d'ampliació d'aquest cabal recollit del Pasteral en cas de necessitat, així com també la realització d'estudis hídrics de la zona per trobar nous aquífers.

- Bombes d'impulsió
 - Es preveu insuficient el cabal elevat a la sobreelevació de Bell Lloch 2 si es realitza una ampliació de la xarxa aigües amunt. S'haurà d'estudiar la possibilitat de substitució, o adequació de les bombes actualment instal·lades per unes de major potència.
 - La urbanització Sant Miquel d'Aro disposa d'una sobreelevació que condueix les seves aigües des del dipòsit 1 al 2. Es recomana l'elevació de les aigües al dipòsit 2 de Sant Miquel d'Aro, i posteriorment la connexió per gravetat al dipòsit 1.

▪ Dipòsits acumulació

- El dipòsit de Romanyà de la Selva conté una capacitat de 250 m³ sent insuficient per atendre la demanda d'aigua actual que experimenta la zona en les èpoques estivals. S'haurà de realitzar una ampliació de la capacitat acumuladora a Romanyà per tal de abastir amb garanties la pròpia població i les urbanitzacions de Sant Miquel d'Aro i Vallrepòs.
- El dipòsit de Bell Lloch té una capacitat actual de 250 m³. Aquest dipòsit alimenta la mateixa urbanització, i el dipòsit de Romanyà. Es considera adient incrementar el volum d'acumulació d'aquest dipòsit ja que tota l'aigua que es distribueix a la zona passa per aquí i és necessari disposar d'unes reserves significatives.

▪ Canonada impulsió

- És necessària la seva substitució completa per uns materials que garanteixin la qualitat de les aigües que transcorrin per elles i obtenir un sistema separatiu de la impulsió i distribució.
- Tal com està detallat en l'apartat de consums, no es preveu un creixement elevat del consum a les urbanitzacions i per tant un augment del volum elevat. Tot i això amb la substitució de les canonades d'impulsió es preveu la necessitat d'augmentar el diàmetre per tal de tenir una instal·lació eficient per donar servei als hidrants d'incendis.
- Es recomana un nou traçat de la canonada d'impulsió pel seu pas per Bell Lloch ja que és possible un recorregut més rectilini que l'actual fent més eficient la xarxa.
- Es recomana la independència de la canonada d'impulsió a Sant Miquel d'Aro per no afectar a la distribució de Romanyà, així com també la xarxa separativa de Vallrepòs.

▪ Canonades de distribució

- És necessària la seva substitució per uns materials que garanteixin la qualitat de les aigües que transcorrin per elles.
- En moltes zones la instal·lació de distribució no està mallada, lo qual implica una disminució de la qualitat de les aigües, a més d'un greu inconvenient en el cas d'avaría de la xarxa. La problemàtica es veu agreujada per l'estacionalitat de la zona en grans demandes d'aigua en els períodes estivals.

- Es preveu la necessitat de intervenir en la xarxa de distribució de les cases de Bell Lloch 2 que es troben situades a cotes superiors al dipòsit regulador que hi ha, ja que actualment aquests habitatges tenen unes pressions variables al llarg del dia i per tant un mal servei degut a que no hi ha una xarxa separativa entre la impulsó i la distribució.
- En determinades zones existeixen pressions superiors a 80 m.c.a. que provoquen trencaments i talls freqüents en el subministrament. Per tal que això deixi de succeir, es recomana la utilització de reguladors de pressió als punts de majors pressions,

7.- SOLUCIÓ PROJECTADA

7.1.- INTRODUCCIÓ

En el present capítol es descriuran una sèrie de solucions constructives proposades per millorar de la xarxa d'aigua potable de Sta. Cristina d'Aro. Les justificacions de les diverses actuacions es troben desenvolupades en els annexos "Solució projectada i Càlculs hidràulics".

Amb aquestes intervencions es preveu una notable millora en la instal·lació actual així com la seva adaptació a la futura demanda. D'altra banda, cal comentar que en el treball no s'especifiquen les diverses actuacions dutes a terme en les canonades secundàries, considerant que aquestes seran substituïdes i millorades per unes altres a mesura que es reurbanitzin les diverses zones. Les noves canonades, adaptant-se a la normativa vigent i complint amb les condicions necessàries d'interconnexió amb els diversos hidrants de la xarxa, seran de polietilè d'alta densitat DN 125 mm.

Les propostes descrites afectaran sobretot als elements físics de la xarxa com: els dipòsits, les bombes hidràuliques, les conduccions d'impulsió, les conduccions de distribució, les zones de creixement urbanístic, i les vàlvules (hidrants, reguladors de pressió). Decidint, en cadascuna de les zones, quins elements s'han d'incorporar, substituir i/o eliminar.

7.2.- ACTUACIONS HIDRÀULIQUES DESTACADES

Després de valorar la situació de la xarxa d'aigua potable de la població de Santa Cristina d'Aro, duta a terme en l'apartat número 6 del treball, arriba el moment de plantejar una sèrie d'actuacions que permetran millorar la situació actual. Aquestes, es troben calculades, descrites i analitzades en els annexos anomenats "*Solució projectada, càlculs hidràulics i qualitat*". A continuació, s'incorpora un apartat amb la síntesi del contingut descrit en els mateixos.

Santa Cristina d'Aro

- Construcció d'un nou dipòsit general de 1.963 m³.
- Substitució de la canonada d'impulsió general per una de 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 m³.
- 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 mm.
- Nova zona de creixement residencial a l'extrem sud – oest de la urbanització.
- Nova estació de cloració al dipòsit del Mas Trempat.

Golf Club Costa Brava

- Construcció d'un nou dipòsit general de 456 m³.
- 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 m³.
- 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 m³.
- 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.
- Nova estació de cloració.

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.

8.- RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost global de l'estudi realitzat de l'anàlisi i redisseny de la xarxa d'aigua potable a alta pressió de Sta. Cristina d'Aro, tenint en compte els costos de recerca, desenvolupament, d'amortització, de redactat i el percentatge de l'IVA, és de **ONZE MIL CENT VINT-I-DOS EUROS AMB NORANTA CÈNTIMS 11.122,90 €**

Signatura

Signat a Girona el dia 18 de Juny de l'any 2008

9.- CONCLUSIONS

A continuació, s'exposen les conclusions del treball, les quals posen de manifest el procés seguit per a l'elaboració d'aquest, el compliment dels objectius inicials i les propostes de continuïtat del mateix.

En primer lloc, es destaca la gran dificultat i complexitat que ha suposat dur a terme aquest treball. Per fer-lo, es va escollir una població molt extensa amb nombrosos nuclis habitats, que es troben distribuïts de manera poc uniforme al llarg del territori. Aquest fet ha provocat una difícil organització de la tasca a desenvolupar, doncs la xarxa d'aigües d'aquest municipi es troba molt ramificada i deteriorada degut a la seva antiguitat.

Partint d'aquestes premisses, va ésser necessari introduir un gran nombre d'elements en el programa de simulació EPANET, amb la finalitat d'aconseguir una alta precisió en el comportament hidràulic i de qualitat de les aigües. Tota la informació obtinguda a partir d'aquest, es va utilitzar per comprovar la concordança entre la realitat i el programa de simulació, permetent analitzar d'una manera empírica les diverses característiques de la xarxa, hidràuliques i de qualitat.

Quant als objectius que es proposaven a l'inici del treball, es considera que s'han assolit ja que mitjançant la simulació s'han aconseguit resultats fiables de la xarxa i per tant, les propostes de millora que s'han proposat també seguiran el comportament del model matemàtic. Cal remarcar, però, que l'estudi s'ha enfocat i dut a terme mitjançant una visió global de la xarxa, essent necessària l'elaboració d'un futur projecte constructiu en cadascuna de les actuacions previstes en el treball.

Així mateix, en el moment en què es desenvolupin importants intervencions en la xarxa seria recomanable tornar a validar el model, per tal de comprovar que segueix aproximant-se al comportament real.

Signatura

Signat a Girona el dia 18 de Juny de l'any 2008

10.- RELACIÓ DE DOCUMENTS DEL TREBALL

La relació de documents d'aquest treball es la següent:

- Document número 1: Memòria i Annexos.

Volum 1: Memòria

Volum 2: Annexos

- Annex A: Estudi del creixement de la població.
 - Annex B: Estudi de l'aprofitament dels recursos hídrics.
 - Annex C: Simulació amb EPANET.
 - Annex D: Validació dels resultats.
 - Annex E: Anàlisi de la xarxa actual.
 - Annex F: Solució projectada.
 - Annex G: Qualitat.
 - Annex H: Càlculs hidràulics.
 - Annex I: Estudi econòmic de la nova xarxa d'aigua.
 - Annex J: Pressupost del treball.
- Document número 2: Plànols.

Signatura

Signat a Girona el dia 18 de Juny de l'any 2008

11.- BIBLIOGRAFIA

- ALCOCER V.H., TZATCHKOV V.G., BOURGUETT V.J. Modelo de transporte de sustancias con flujo no permanente en redes de agua potable. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Any 2003.
- APUNTS MÀQUINES HIDRÀULIQUES. Assignatura Enginyeria Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Any 2003.
- BALAIRÓN PÉREZ, LUIS. Gestión de Recursos hídricos. Universitat Politècnica de Catalunya. Edicions UPC. Any 2002.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, ELENA. Projecte d'implantació d'un sistema de subministrament d'aigua potable al municipi de Santa Maria de Corcó. Enginyeria Tècnica Industrial especialitat en Química. Projecte/treball final de carrera. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Any 2006.
- ESPA BOMBAS. Apéndice técnico. Espa Group. Any 2000.
- GRUNDFOS. Documentació tècnica bombes hidràuliques d'abastament i distribució d'aigua potable. (<http://www.grundfos.es>, 5 d'abril del 2008).
- HERNÁNDEZ MUÑOZ, AURELIO. Abastecimiento y distribución de agua. Colección Seignor Nº 6. Madrid. 1993.
- HERNÁNDEZ M.A, HERNÁNDEZ M.L, Manual de saneamiento Uralita: Sistemas de calidad en saneamiento de aguas. Thomson Editores Spain Paraninfo S.A. Any 2003.
- INSTITUT D'ESTACÍSTICA DE CATALUNYA (IDESCAT). Dades demogràfiques. (<http://www.gencat.net/>, 27 de Març 2008).
- MARTÍNEZ A.F. EPANET 2.0 en Espanyol, Análisis Hidráulico y de Calidad en Redes de Distribución de Agua, Manual del Usuario. Universitat Politècnica de València. Any 2002.

- **NORMATIVA URBANÍSTICA.** Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Santa Cristina d'Aro (POUM). Aprovació definitiva 24-07-07.
- **NORMES TECNOLÒGIQUES DE L'EDIFICACIÓ (N.T.E.).** (<http://www.geoteknia.com>)
- **PLA DIRECTOR TERRITORIAL DE L'EMPORDÀ.** Generalitat de Catalunya. Any 2003. (<http://www.gencat.net>, 15 de març 2008)
- **SUÁREZ L.J, MARTÍNEZ A.F, PUERTAS A.J.** Manual de conducciones Uralita: Sistemas de conducciones en Infraestructuras, riego y edificación. Thomson Editores Spain Paraninfo S.A. Any 2004.
- **TRANSPARÈNCIES JORNADA TÈCNICA:** El Pla director de serveis com a eina de gestió municipal: aigua potable i clavegueram. Diputació de Barcelona. (<http://www.diba.cat/otc>, 8 d'abril 2008).
- **TRANSPARÈNCIES PROVEIMENT I DEPURACIÓ D'AIGUES.** Assignatura Enginyeria Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Segon quadrimestre 2008.