

**PLA DIRECTOR DE L'ABASTAMENT
D'AIGUA EN ALTA A BEGUR**
(redactat per SOREA al gener del 2008)

**PLA DIRECTOR DEL SERVEI DE PROVEÏMENT
D'AIGUA POTABLE DEL MUNICIPI DE BEGUR**

**DOCUMENT NÚM. 1:
MEMÒRIA**

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ

- 1.1. ANTECEDENTS
- 1.2. OBJECTIUS DE L'ELABORACIÓ DEL PLA DIRECTOR

2. CONDICIONANTS GEOGRÀFICS

- 2.1. MEDI NATURAL I SOCIOECONÒMIC
- 2.2. EVOLUCIÓ DEMOGRÀFICA

3. DESCRIPCIÓ I DIAGNÒSTIC DE LES INFRAESTRUCTURES ACTUALS

- 3.1. FUNCIONAMENT GENERAL
- 3.2. RECURSOS HÍDRICS DISPONIBLES
- 3.3. INSTAL·LACIONS DE REGULACIÓ I EMMAGATZEMATGE
- 3.4. XARXA ARTERIAL I DE DISTRIBUCIÓ
- 3.5. SECTORITZACIÓ

4. BALANÇ HÍDRIC DEL PROVEÏMENT

- 4.1. VOLUM D'AIGUA PRODUÏT
- 4.2. VOLUM D'AIGUA REGISTRAT
- 4.3 ANÀLISI DEL RENDIMENT
- 4.4 VOLUMS SUBMINISTRABLES ACA

5. PREVISIÓ DE LA DEMANDA

- 5.1. PREVISIÓ DE L'INCREMENT DEL NOMBRE D'ABONATS
- 5.2. DOTACIÓ DE SUBMINISTRAMENT I DE CONSUM ADOPTADES
- 5.3. MODULACIÓ DEL CONSUM. COEFICIENTS PUNTA
- 5.4. DETERMINACIÓ DELS CABALS PUNTA
- 5.5. ESCENARIS ADOPTATS

6. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ ACTUAL DEL PROVEÏMENT

- 6.1. BALANÇ HÍDRIC DEL SISTEMA
- 6.2. ANÀLISI DE LA XARXA EN CONDICIONS NORMALS DE SUBMINISTRAMENT

6.3. ANÀLISI DE LA XARXA DES DEL PUNT DE VISTA DE LA QUALITAT DE L'AIGUA

6.4. ANÀLISI DE LA XARXA EN CONDICIONS D'EMERGÈNCIA

6.5. SÍNTESI DEL DIAGNÒSTIC DE LA XARXA

7. PROPOSTA DE MILLORES

- 7.1. ACTUACIONS DE MILLORA DEL FUNCIONAMENT HIDRÀULIC I DE LA GARANTIA DE SUBMINISTRAMENT
- 7.2. ACTUACIONS DE MILLORA DEL RENDIMENT I EFICIÈNCIA HIDRÀULICA
- 7.3. ACTUACIONS DE MILLORA EN LES INSTAL·LACIONS DE PRODUCCIÓ I EMMAGATZEMATGE
- 7.4. ACTUACIONS DE MILLORA DAVANT CONDICIONS D'EMERGÈNCIA
- 7.5. ACTUACIONS DE MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

8. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ FUTURA DEL PROVEÏMENT

- 8.1. ANÀLISI DE LA VIABILITAT DEL SUMINISTRAMENT
- 8.2. ANÀLISI DEL COMPORTAMENT DE LA XARXA
- 8.3. CONCLUSIONS

9. VALORACIÓ I PLANIFICACIÓ DE LES INVERSIONS

- 9.1. CONSIDERACIONS
- 9.2. RESUM DE LA VALORACIÓ DE LES ACTUACIONS
- 9.3. CRONOGRAMA DE LES ACTUACIONS

10. CONCLUSIÓ

1. INTRODUCCIÓ

El present document es correspon amb el **Pla Director del Sistema de Proveïment d'Aigua Potable** realitzat per l'empresa Aigües de Catalunya SA, per al municipi de Begur.

Amb la redacció del Pla Director es pretén, raonablement, definir i planificar les inversions per a la millora del proveïment d'aigua potable en el municipi de Begur durant els pròxims anys.

Per a això, s'ha dividit el document en tres parts, clarament, diferenciades:

1. En el primer bloc es realitza una **anàlisi i diagnòstic** de la situació actual, partint de l'estat de les instal·lacions i del funcionament hídric i hidràulic present. Per a això s'ha elaborat un model de simulació de detall de la xarxa d'aigua potable del terme municipal, la confecció del qual es presenta en un annex. L'anàlisi de la situació actual posa de manifest quines són les zones crítiques o problemàtiques del sistema de proveïment.
2. Després del diagnòstic de partida, en un segon bloc s'analitzen i proposen una sèrie de **millores per a pal·liar les deficiències detectades**, de manera que possibilitin l'adequat servei de la demanda actual, així com, per a garantir futurs augments de demandes d'aigua.
3. Finalment, s'aporta una **valoració econòmica estimada** de les actuacions proposades i es proposa un **cronograma d'execució** a curt, mitjà i llarg termini, en funció de les necessitats i de l'impacte que aquestes tenen sobre la xarxa.

1.1. ANTECEDENTS

El 17 de gener de 2017, es va formalitzar un contracte de 5 anys entre l'Ajuntament de Begur i la mercantil Aigües de Catalunya SA per a la gestió del cicle integral de l'aigua del municipi. Posteriorment, el 18 de gener de 2022, l'Ajuntament va acordar la primera pròrroga del contracte amb la finalitat de restablir l'equilibri econòmic del servei.

Durant els primers anys de gestió es van detectar deficiències millorables en les infraestructures de proveïment, com per exemple l'absència de comptadors sectorials, o un parc de comptadors domiciliaris amb molts anys de servei i poc eficients, de manera que resultava poc precís calcular els

volums d'aigua subministrats i consumits per zones o estimar el cabal mínim nocturn, sent aquest un dels indicadors clau per al diagnòstic de fuites.

L'empresa, com a gestora del servei i en desenvolupament del que es preveu en els plecs i en el contracte, ha dut a terme una sèrie d'actuacions per a quantificar la producció i el consum, i ha establert tasques de gestió (preventives, correctives, etc.) per a millorar el rendiment hidràulic de la xarxa reduint les pèrdues d'aigua.

Algunes de les actuacions realitzades durant aquests primers anys de concessió es poden resumir en les següents:

- Digitalització dels elements de la xarxa en un Sistema d'Informació Geogràfic constantment actualitzat.
- Sectorització de la xarxa mitjançant la instal·lació de comptadors i registradors electrònics per al seu monitoratge.
- Control del cabal mínim nocturn i anàlisi de l'aigua no registrada mitjançant EARS.
- Reparació o substitució de les canonades conflictives amb major índex de trencaments.
- Renovació de vàlvules de tall i d'escomeses domiciliàries.
- Implantació d'una xarxa fixa de telelectura.
- Implantació del sistema de Work Order AVALON per al registre d'actuacions i el seguiment en temps real del treball diari.
- Implantació de la plataforma NEXUS per al control i gestió global del proveïment.
- Elaboració del Pla de Gestió d'Actius.

1.2. OBJECTIUS DE L'ELABORACIÓ DEL PLA DIRECTOR

S'entén convenient que, transcorregut aquest període de gestió, és necessari dur a terme l'elaboració d'un Pla Director, basat en l'experiència de la gestió diària, el coneixement exhaustiu de les instal·lacions, la recopilació i anàlisi de múltiples dades, així com, les conclusions obtingudes resultat de l'estudi de funcionament de les xarxes realitzat mitjançant models matemàtics.

En resum, amb el present Pla Director es persegueixen els següents objectius:

- **Adquisició del coneixement**, amb el major grau de detall, de tots els elements que componen el proveïment, així com del funcionament del mateix a nivell global.
- **Elaboració d'un model matemàtic** que reflecteixi, de la forma més fidedigna possible, el funcionament del sistema d'aigua potable i realització d'un resum dels resultats obtinguts amb aquest model.
- **Identificació dels punts conflictius** de la xarxa mitjançant l'anàlisi de les variables del sistema: valors de pressió en punts de consum, cabal, velocitat i pèrdua de càrrega en les canonades de la xarxa, qualitat i temps de permanència de l'aigua en la xarxa, entre altres, per a proposar actuacions que garanteixin valors dins del rang òptim.
- **Comprovació de l'afecció del creixement urbanístic** sobre el funcionament de la xarxa.
- Estudi d'alternatives d'actuació per a la **resolució dels problemes** identificats i que contempli, almenys, un esquema de disseny de les actuacions i l'establiment de les principals característiques d'aquestes.
- **Realització d'una valoració econòmica estimada**, no contractual, de les propostes.
- Establiment d'un **Pla d'Inversions** que ordeni tant a nivell temporal com econòmic l'execució i posada en marxa de les actuacions proposades.
- **Indicació** de les principals consideracions a tenir en compte quan es dugui a terme la redacció dels corresponents projectes d'execució de les actuacions proposades.
- Servir de **Document Guia** de cara a la presa de decisions respecte a les possibles obres executables que puguin afectar, en major o menor mesura, a la xarxa d'aigua potable del municipi.

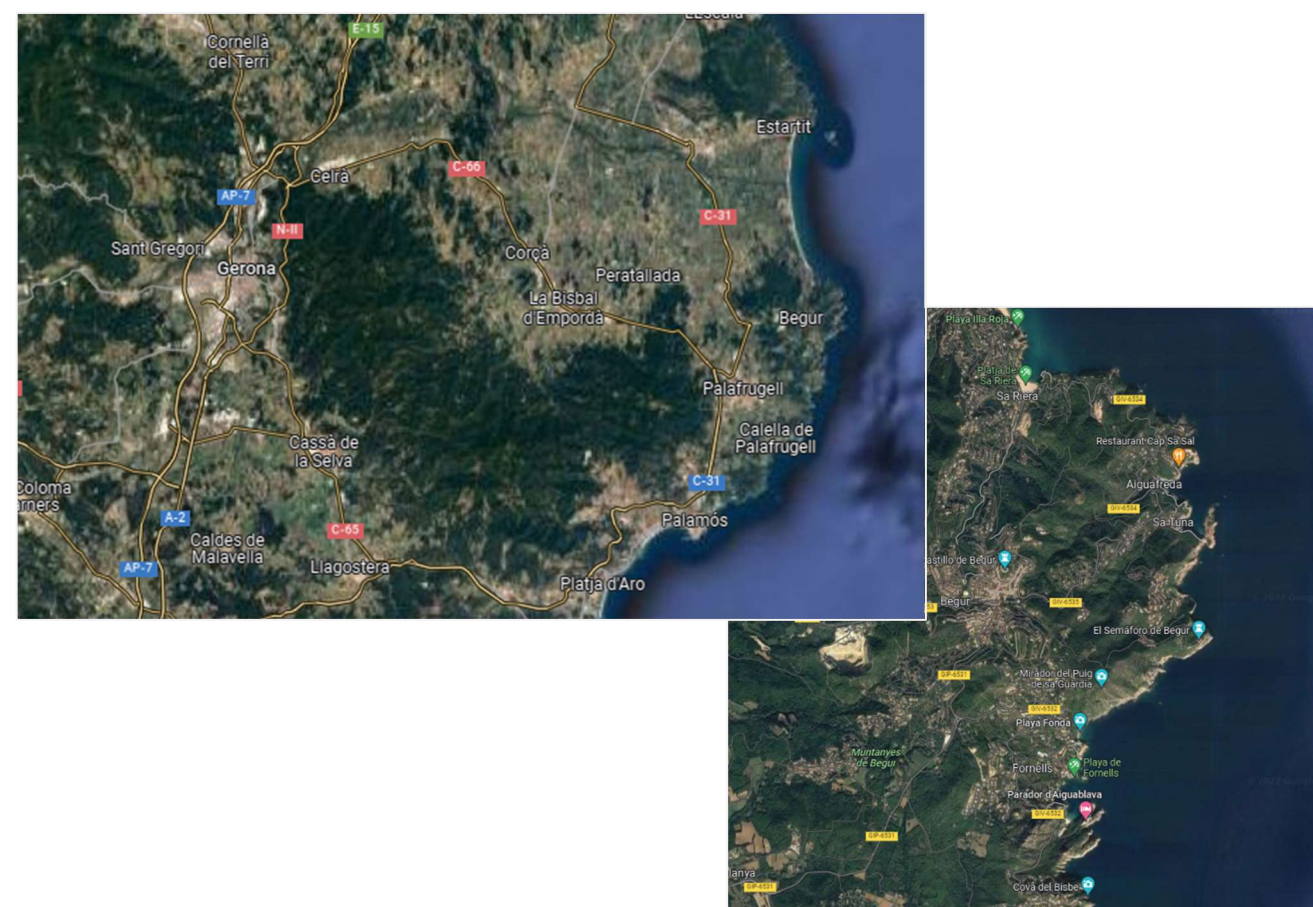
2. CONDICIONANTS GEOGRÀFICS

Per a l'estudi de la xarxa de proveïment d'aigua potable, és necessari conèixer els condicionants que existeixen en el municipi de Begur. En concret, l'estudi del medi natural i sobretot demogràfic, condicionen l'anàlisi de la xarxa d'aigua potable.

2.1. MEDI NATURAL I SOCIOECONÒMIC

Begur és un municipi de la comunitat autònoma de Catalunya, situat al nord-est, a la comarca del Baix Empordà (Girona).

El terme municipal compta amb una extensió de 20,71 km². Limita al nord amb Pals; a l'oest amb Regencós; al sud amb Palafrugell; i a l'est amb la costa mediterrània. Es troba a 130 km al nord-est de Barcelona i a 32 km a l'est de Girona.



Imatge 1. Situació i emplaçament del terme municipal

Geogràficament, Begur posseeix el seu centre en el meridià 3°12'32" de longitud est i en el paral·lel 41°57'15" de latitud nord. Aquesta situació explica l'existència d'un clima mediterrani i una vegetació amb característiques marcadament mediterrànies.

El municipi està format per un conjunt de pujols anomenat Massís de Begur, i un extens litoral banyat per la mar Mediterrània, per la qual cosa presenta una marcada orografia del terreny que va des del nivell de la mar, fins a aconseguir aproximadament 300 msnm.

Urbanísticament, el municipi es desenvolupa en set nuclis poblacionals, tant de litoral com interior: Begur, Esclanyà, Aiguablava, Aiguafreda, Fornells, Sa Riera i Sa Tuna.

Tradicionalment, l'agricultura va ser l'activitat principal del municipi, predominant el cultiu de vinyes i oliveres. La producció de rajoles va representar l'activitat principal industrial. Actualment, tant el barri antic format per múltiples monuments històrics, com les nombroses cales i platges, configuren un entorn paisatgístic que converteix al turisme en la principal activitat econòmica del municipi multiplicant exponencialment la seva població estival, aconseguint valors pròxims a 40.000 habitants.

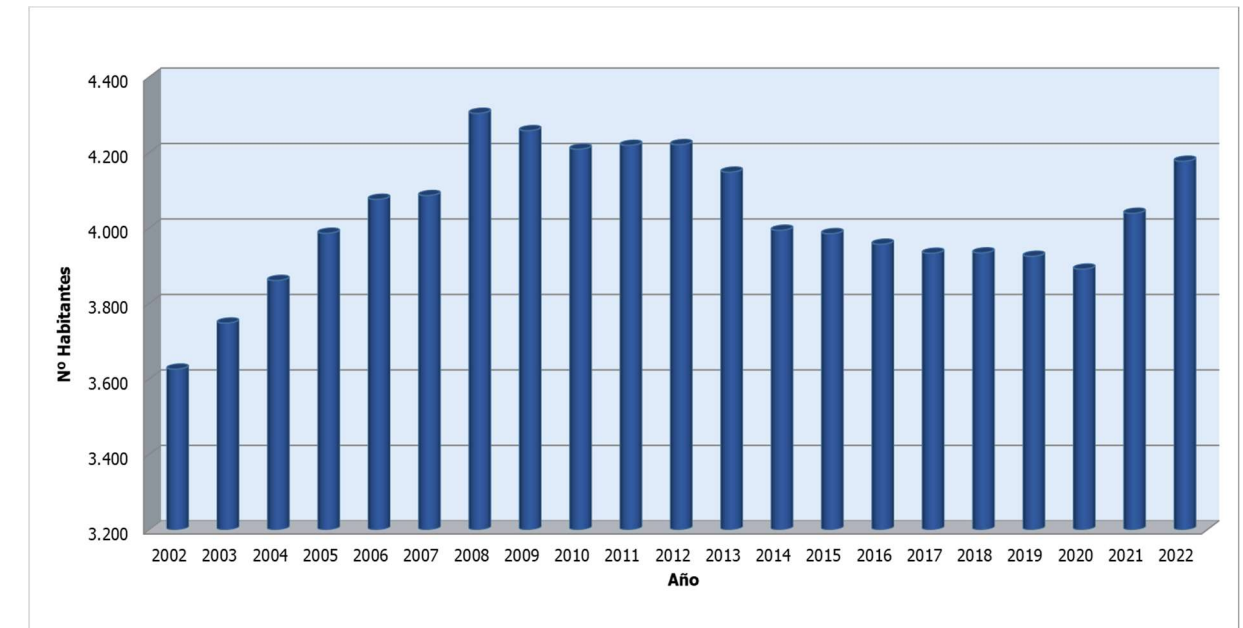
2.2. EVOLUCIÓ DEMOGRÀFICA

Segons dades oficials dels padrons municipals proporcionats per l'Institut Nacional de l'Estadística (INE) la població de Begur a l'any 2022 va ser de 4.177 habitants. El que significa en termes de densitat de població 202 habitants/km².

Tenir un coneixement el més precís possible de l'evolució i del creixement d'una població és de gran importància per a abordar el seu problema de proveïment d'aigua.

Si bé el Pla General d'Ordenació Urbana, PGOU, és qui ordena el creixement del sòl del terme municipal, l'evolució demogràfica és un bon indicador de factors com la dotació per habitant del terme municipal, i dels hàbits de consum de la població que seran necessaris per a dissenyar amb encert les noves conduccions a instal·lar. De la mateixa manera, aquesta evolució permet conèixer, de manera ràpida, les necessitats de producció d'aigua i de regulació del proveïment.

A continuació, en la gràfica i taula següents, es mostra l'evolució de la població en els últims anys:



Imatge 2. Evolució demogràfica del municipi de Begur en els últims 20 anys

EVOLUCIÓ DEMOGRÀFICA DE LA POBLACIÓ		
ANY	Núm. Habitants	% Creixement
2002	3.626	---
2003	3.748	3,36%
2004	3.861	3,01%
2005	3.986	3,24%
2006	4.076	2,26%
2007	4.086	0,25%
2008	4.304	5,34%
2009	4.258	-1,07%
2010	4.209	-1,15%
2011	4.219	0,24%
2012	4.221	0,05%
2013	4.148	-1,73%
2014	3.994	-3,71%
2015	3.985	-0,23%
2016	3.957	-0,70%
2017	3.933	-0,61%
2018	3.934	0,03%
2019	3.925	-0,23%
2020	3.891	-0,87%
2021	4.039	3,80%
2022	4.177	3,42%
Creixement mitjà a 10 anys		-0,08%
Creixement mitjà a 20 anys		0,73%

Taula 1. Evolució demogràfica del municipi de Begur en els últims 20 anys

6

Com s'ha indicat anteriorment, el proveïment d'aigua potable al municipi de Begur es realitza mitjançant la compra d'aigua al Consorci d'Aigües Costa Brava Girona procedent de la ETAP de Torrent gestionada per la Companyia General d'Aigües de Catalunya.

Estació de bombament Begur Nou

Dipòsit Begur Intermig

7

d'altura, amb una làmina d'aigua de 6 m. El dipòsit es troba dins d'un recinte delimitat amb tanca perimetral.



Imatge 7. Dipòsit Begur Intermig

El dipòsit Begur Intermig està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar d'informació als tècnics de l'exploració en temps real des de qualsevol punt:



Imatge 8. Telecontrol dipòsit Begur Intermig

El dipòsit Begur Intermig presenta dues sortides. En primer lloc, mitjançant un bombament, s'impulsa aigua fins al dipòsit Begur de Dalt, a través d'una conducció de fibrociment de 400 mm de diàmetre. En segon lloc, es proveeix per gravetat a través d'una conducció d'idèntic material i diàmetre, a la zona residencial de Begur, a les urbanitzacions Cantallops, Esclanyà i Mas Mató, i als dipòsits Casa de Camp, Sa Riera i Sa Punta.

En aquest punt del sistema de proveïment es duu a terme una rectoració de l'aigua, ja que la concentració de clor lliure residual és baixa, a causa del llarg recorregut existent des del dipòsit de Quermany fins al dipòsit Begur Intermig. La rectoració es realitza a través d'un equip d'anàlisi en continu del nivell de clor i d'una bomba dosificadora. La desinfecció es realitza amb hipoclorit sòdic. Tant la instal·lació de la cloració, com les bombes, com els quadres elèctrics, es troben protegits dins d'una caseta protegida amb porta i pany.



Imatge 9. Interior caseta de cloració

Dipòsit Begur de Dalt

El dipòsit Begur de Dalt està situat a 350 m de Begur Intermig, a 285 msnm. Té una capacitat de 2.250 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular format per dos vasos de 30 x 10 m de superfície i 4 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 3,6 m. El dipòsit es troba dins d'un recinte delimitat amb tanca perimetral.



Imatge 10. Dipòsit Begur de Dalt

De la mateixa manera, està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar d'informació als tècnics de l'explotació en temps real des de qualsevol punt:



Imatge 11. Telecontrol dipòsit Begur de Dalt

El dipòsit Begur de Dalt presenta tres sortides. La primera, una conducció de fosa dúctil de 200 mm de diàmetre que proveeix per gravetat al nucli urbà de Begur i mitjançant un bombament al dipòsit

Farrarons. La segona, una conducció de fibrociment de 150 mm de diàmetre que proveeix per gravetat a les urbanitzacions Ses Costes i Les Oliveres, i als dipòsits Son Rich i Fornells. I la tercera, una altra conducció d'idèntic material i diàmetre que proveeix per gravetat a la urbanització Creu d'en Ralló i al dipòsit Mas Prats.

En aquest punt del sistema de proveïment es realitza un tractament químic mitjançant una bomba dosificadora de polifosfat de sodi per a evitar incrustacions i corrosions de la calç present a l'aigua. La instal·lació de tractament químic s'allotja en una caseta contigua al dipòsit, des de la qual es poden observar els dos gots.

Dipòsit Sa Riera

El dipòsit Sa Riera és un dipòsit de distribució, situat en Carrer Port d'Es Pi, a 79 msnm. Té una capacitat de 250 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular de 12 x 10 m de superfície i 3,5 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 3 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.



Imatge 12. Dipòsit Sa Riera

El dipòsit Sa Riera es proveeix des del dipòsit Begur Intermig i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 150 mm de diàmetre des de la qual es distribueix l'aigua per gravetat a la urbanització Sa Riera.

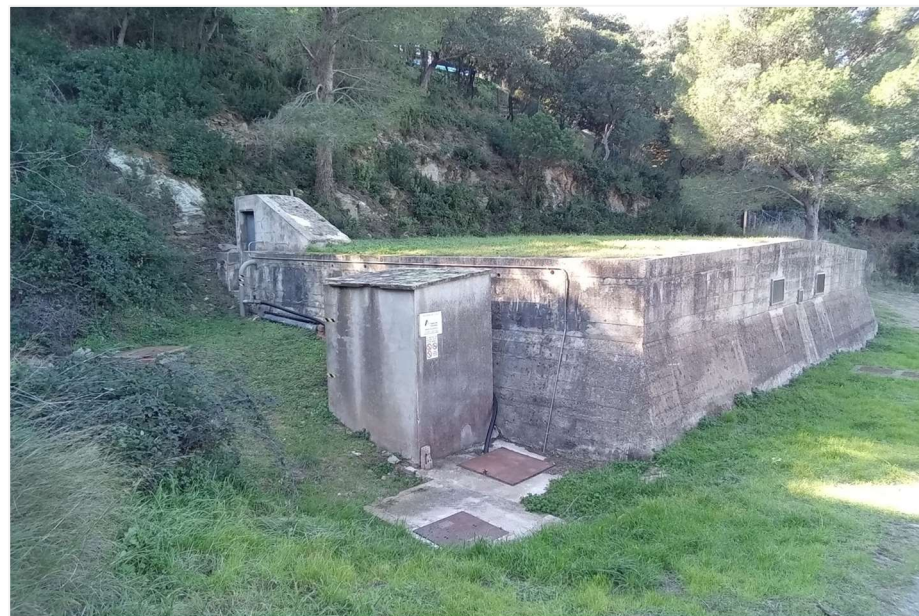
Des del dipòsit també és possible proveir a la urbanització Sa Punta mitjançant un rebombament.



Imatges 13 i 14. Vista interior de l'estació de bombament de Sa Riera

Dipòsit Sa Punta

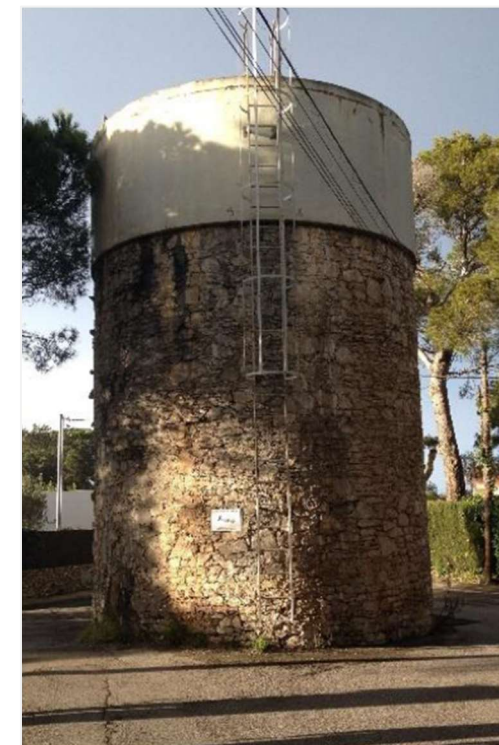
El dipòsit Sa Punta és un dipòsit de distribució, situat al Carrer de la Platja del Racó, a 106 msnm. Té una capacitat de 250 m³. Es tracta d'un dipòsit Semienterrat, de formigó armat, rectangular de 13 x 10 m de superfície i 3,7 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 3 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat. El dipòsit Sa Punta es proveeix des del dipòsit Begur Intermig i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 200 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua per gravetat a la urbanització Sa Punta.



Imatge 15. Dipòsit Sa Punta

Dipòsit Casa de Camp

El dipòsit Casa de Camp és un dipòsit de distribució, situat al Carrer Zuloaga, a 171 msnm. Té una capacitat de 200 m³. Es tracta d'un dipòsit superficial, de formigó armat, circular de 5 m de diàmetre i 7 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 6 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, l'accés a l'interior està elevat i tancat amb cadena. El dipòsit es troba degudament senyalitzat.



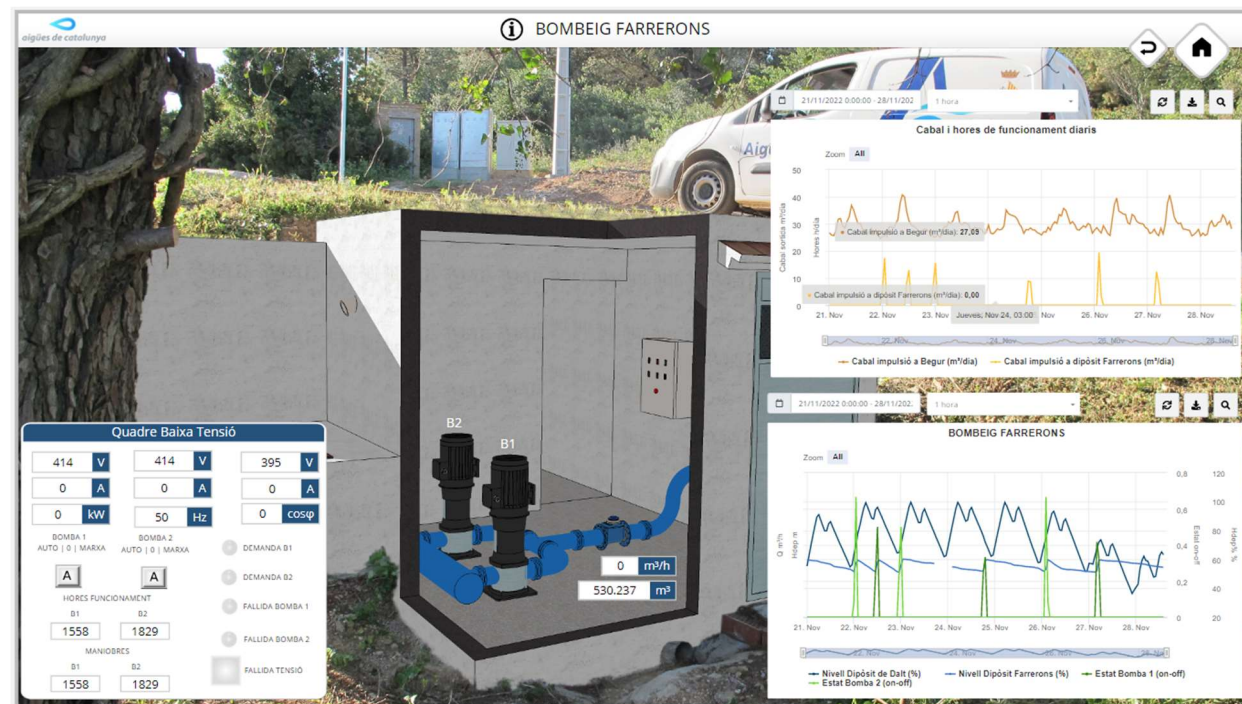
Imatge 16. Dipòsit Casa de Camp

El dipòsit Casa de Camp es proveeix des del dipòsit Begur Intermig i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 80 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua per gravetat a la urbanització Casa de Camp.

Estació de bombament Farrarons

Com s'ha indicat anteriorment, des de la sortida del dipòsit Begur de Dalt de fosa dúctil de 200 mm de diàmetre que proveeix al nucli urbà de Begur, es desvia una conducció de polietilè de 125 mm de diàmetre que proveeix, mitjançant un rebombament, al dipòsit Farrarons.

El bombament està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar d'informació als tècnics de l'explotació en temps real des de qualsevol punt:



Imatge 17. Telecontrol estació de bombament Farrarons

L'estació de bombament està formada per dues bombes centrífugues verticals i un comptador que registra el cabal impulsat al dipòsit. Els equips s'allotgen a l'interior d'una caseta tancada amb clau.

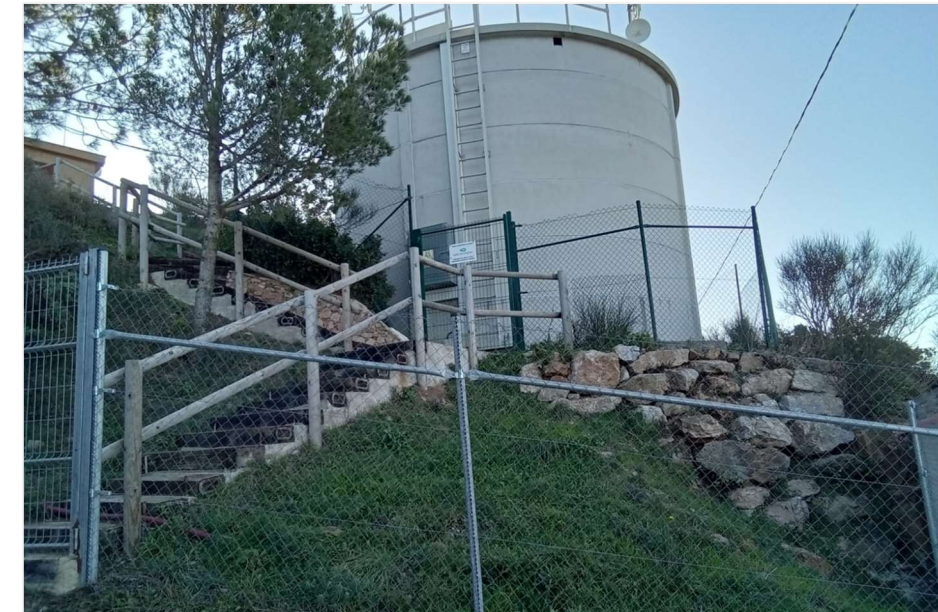


Imatge 18. Vista exterior i interior de l'estació de bombament Farrarons

Dipòsit Farrarons

El dipòsit Farrarons és un dipòsit de distribució de recent construcció, situat al Carrer Josep Maria Pi, a 308 msnm. Té una capacitat de 250 m³. Es tracta d'un dipòsit superficial, de formigó prefabricat

postensat, circular de 7,5 m de diàmetre i 5,8 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 5 m. El dipòsit es troba dins d'un recinte delimitat amb tanca perimetral i degudament senyalitzat.



Imatge 19. Dipòsit Farrarons

El dipòsit està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar als tècnics de l'explotació en temps real des de qualsevol punt de dades de nivell d'aigua i clor lliure residual.



Imatge 20. Telecontrol dipòsit Farrarons

En aquest punt del sistema de proveïment es duu a terme, novament, una rectoració de l'aigua, mitjançant un equip d'anàlisi en continu del nivell de clor i d'una bomba dosificadora d'hipoclorit sòdic.



Imatge 21. Interior caseta de cloració

El dipòsit Farrarons es proveeix des del dipòsit Begur de Dalt i compta amb una única sortida, una conducció de polietilè de 160 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua per gravetat a la urbanització Farrarons.

Dipòsit Son Rich

El dipòsit Son Rich és un dipòsit de distribució, situat al Carrer Assutzena, a 185 msnm. Té una capacitat de 200 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, circular de 8 m de diàmetre i 4 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 3,5 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.

El dipòsit Son Rich es proveeix des del dipòsit Begur de Dalt i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 50 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua, per gravetat, a la urbanització Son Rich.



Imatge 22. Dipòsit Son Rich

Dipòsit Fornells

El dipòsit Fornells és un dipòsit de distribució, situat pròxim a la carretera que va de Begur a Aiguablava, a 103 msnm. Té una capacitat de 250 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular de 12 x 10 m de superfície i 3 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 2,7 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.

El dipòsit Fornells es proveeix des del dipòsit Begur de Dalt i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 200 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua, per gravetat, a les urbanitzacions Fornells i Aiguablava.



Imatge 23. Dipòsit Fornells

Dipòsit Mas Prats

El dipòsit Mas Prats és un dipòsit de distribució, situat al Carrer Creu d'en Ralló, a 211 msnm. Té una capacitat de 200 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular de 10 x 5 m de superfície i 3 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 2 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.

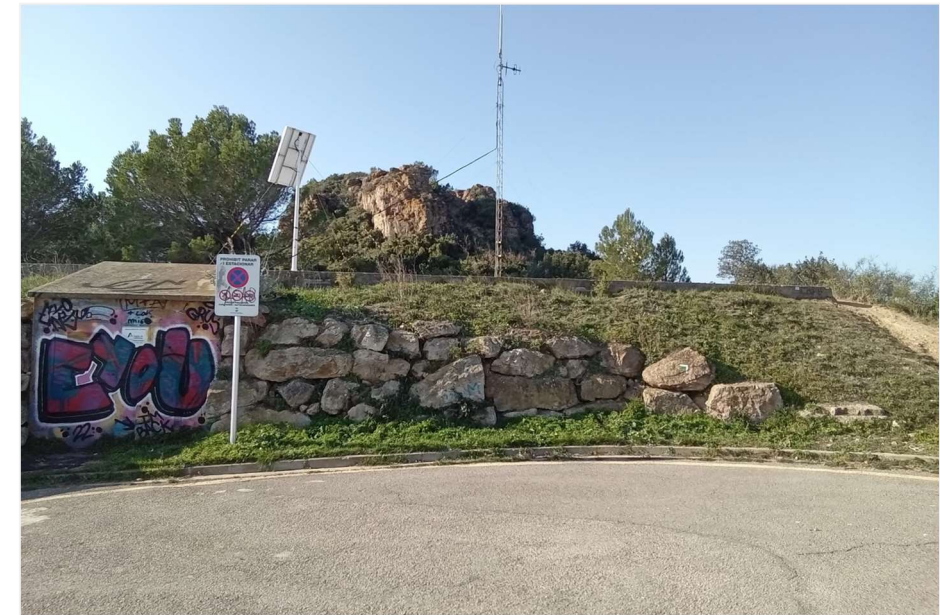
El dipòsit Fornells es proveeix des del dipòsit Begur de Dalt i disposa d'una sortida, una conducció de fosa dúctil de 200 mm de diàmetre, que d'una banda proveeix a la urbanització Mas Prats, i per una altra, als nuclis d'Aiguafreda, La Borna i Sa Tuna.



Imatge 24. Dipòsit Mas Prats

Dipòsit Aiguafreda

El dipòsit Aiguafreda és un dipòsit de cua, situat al Camí Vell de Sa Tuna, a 173 msnm. Té una capacitat de 700 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular de 22 x 10 m de superfície i 4 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 3,1 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.



Imatge 25. Dipòsit Aiguafreda

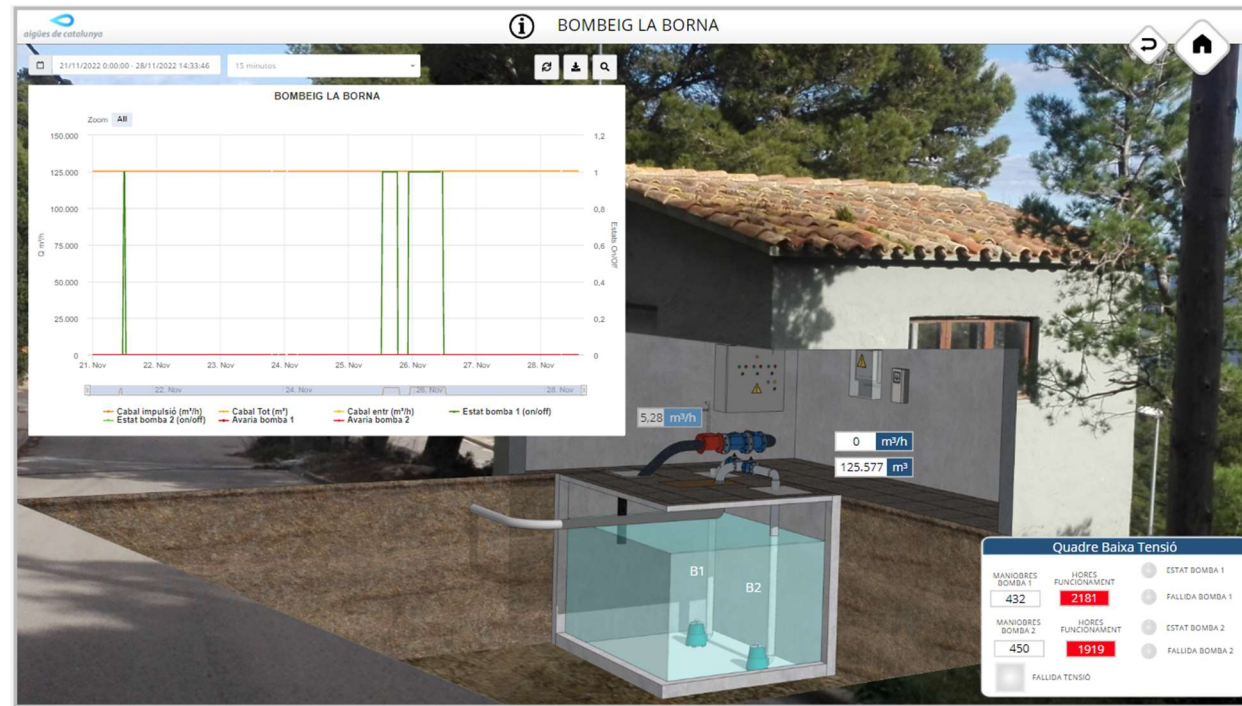
Estació de bombament La Borna

Com s'ha indicat anteriorment, des del dipòsit Mas Prats proveeix el nucli de La Borna. No obstant això, és necessari bombar part del cabal subministrat fins al dipòsit La Borna per a poder proveir a la zona més elevada de la urbanització. L'estació de bombament està formada per un comptador a l'entrada i per dues bombes submergides. Els equips s'allotgen a l'interior d'una caseta tancada amb clau i degudament senyalitzada.



Imatge 26. Vista exterior i interior de l'estació de bombament La Borna

El bombament està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar d'informació als tècnics de l'explotació en temps real des de qualsevol punt:



Imatge 27. Telecontrol estació de bombament La Borna

Dipòsit La Borna

El dipòsit La Borna és un dipòsit de cua, situat al Carrer Rec de Sa Tuna, a 229 msnm. Té una capacitat de 200 m³. Es tracta d'un dipòsit superficial, de formigó armat, rectangular d'11 x 6 m de superfície i 2,5 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 2,4 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.

El dipòsit La Borna es proveeix, tal com s'ha descrit anteriorment, des del dipòsit Mas Prats mitjançant un rebombament. Compta amb una única conducció de polietilè de 90 mm de diàmetre, fa a l'una d'entrada i de sortida, i permet el proveïment a les zones més elevades de la urbanització.



Imatge 28. Dipòsit La Borna

El dipòsit està dotat d'un sistema de telecontrol que permet disposar d'informació als tècnics de l'explotació en temps real des de qualsevol punt:



Imatge 29. Telecontrol dipòsit La Borna

Dipòsit Sa Tuna

El dipòsit Sa Tuna és un dipòsit de distribució, situat al Camí Vell de Sa Tuna, a 77 msnm. Té una capacitat de 250 m³. Es tracta d'un dipòsit semienterrat, de formigó armat, rectangular de 12 x 10 m de superfície i 3 m d'altura, amb una làmina d'aigua de 2,7 m. El dipòsit manca d'un recinte delimitat, no obstant això, es troba degudament senyalitzat.

El dipòsit Sa Tuna es proveeix des del dipòsit Mas Prats i compta amb una única sortida, una conducció de fibrociment de 100 mm de diàmetre des de la qual es distribueix aigua, per gravetat, a la urbanització Sa Tuna.



Imatge 30. Dipòsit Sa Tuna

Finalment, es recull una taula resum de les principals característiques dels dipòsits, en servei, que formen la xarxa de proveïment d'aigua potable de Begur:

Dipòsit	Funció	Tipologia	Geometria	Dimensions	H (m)	Làmina (m)	Capacitat (m3)	Cota (msnm)
Begur Intermig	Capçalera	Semienterrat	Rectangular	33 x 17	7	6	2.000	236
Begur de Dalt	Distribució	Semienterrat	Rectangular	2 x 30 x 10	4	3,6	2.250	285
Casa de Camp	Distribució	Superficial	Circular	5	7	6	200	171
Sa Riera	Distribució	Semienterrat	Rectangular	12 x 10	3,5	3	250	79
Sa Punta	Distribució	Semienterrat	Rectangular	13 x 10	3,7	3	250	106
Farrarons	Distribució	Superficial	Circular	7,5	5,8	5	250	308

Dipòsit	Funció	Tipologia	Geometria	Dimensions	H (m)	Làmina (m)	Capacitat (m3)	Cota (msnm)
Son Rich	Distribució	Semienterrat	Circular	8	4	3,5	200	185
Fornells	Distribució	Semienterrat	Rectangular	12 x 10	3	2,7	250	103
Mas Prats	Distribució	Semienterrat	Rectangular	10 x 5	3	2	200	211
Aiguafreda	Cua	Semienterrat	Rectangular	22 x 10	4	3,1	700	173
La Borna	Cua	Superficial	Rectangular	11 x 6	2,5	2,4	200	229
Sa Tuna	Distribució	Semienterrat	Rectangular	12 x 10	3	2,7	250	77

Taula 3. Característiques dels Dipòsits en servei del sistema de proveïment de Begur

Vàlvules Hidràuliques

El sistema de proveïment d'aigua potable de Begur compta amb un total de 33 vàlvules reguladores de pressió repartides, estratègicament, per la xarxa. A continuació, es presenta una taula resum amb les seves principals característiques:

Ubicació	Carrer	Procedència	Diàmetre	Entrada	Sortida
NUCLI	C/Camp, 37	Begur de Dalt	150	6	3
NUCLI	C/Camp, 37	Begur de Dalt	100	6	3
EMILI SILVESTRE	C/Emili Silvestre 3C	Begur Intermig	80	7,3	3,2
EMILI SILVESTRE	C/Emili Silvestre 3C	Begur Intermig	50	7,3	3,2
RESIDENCIAL BEGUR 1	C/Manuel de Pedrolo, 5	Begur Intermig	125	6,8	3
RESIDENCIAL BEGUR 2	C/Manuel de Pedrolo, 5	Begur Intermig	125	6,8	4,5
ESCLANYÀ 1	Ctra. GIP-6531 (pk 1)	Begur Intermig	125	11	4
ESCLANYÀ 1	Ctra. GIP-6531 (pk 1)	Begur Intermig	125	11	4
SOSTENIDORA AVÍCOLA	Avícola Maria Exterior	Begur Intermig	100	4	1,5
SES COSTES PETÚNIES	C/ Petúnies, 18B	Begur de Dalt	150	7,5	3,5
SES COSTES ASSUTZENA	C/ Petúnies, 21	Begur de Dalt	150	3,5	1,5
SES COSTES CLAVELLS	C/ Clavells, 2	Begur de Dalt	50	9,2	5
EL BALI	C/Viollers, 7 (finca privada)	Begur de Dalt	80	10	2,5
EL BALI	C/Viollers, 7 (finca privada)	Begur de Dalt	50	10	2,5
ES CASTELLET	C/Es Castellet, 22E	Begur Intermig	80	10	4
ES CASTELLET	C/Es Castellet, 22E	Begur Intermig	50	10	4
SES FALUGUES	C/ Mas d'en Llor, 4	Begur Intermig	150	8,5	3
SES FALUGUES	C/ Mas d'en Llor, 4	Begur Intermig	80	8,5	3
AIGUABLAVA SUD	C/ Punta d'es Mut, 2	Aigua Xelida	50	5,5	3,4
PICAMAL	Camí Vell de Sa Tuna, 16	Mas Prat	100	7	4
PICAMAL	Camí Vell de Sa Tuna, 16	Mas Prat	50	7	4

Ubicació	Carrer	Procedència	Diàmetre	Entrada	Sortida
SA TUNA	Ctra. Sa Tuna, 18	Mas Prat	125	8,8	1,6
SA TUNA	Ctra. Sa Tuna, 18	Mas Prat	65	8,8	1,6
MEDES	C/ Medes, 43	Aiguafreda	65	9,5	2
MEDES	C/ Medes, 43	Aiguafreda	50	9,5	2
ÍCAROS	C/ Rec de l'Aigua (entrada Carrer)	Borna	50	9,5	2,5
LA COMA	C/La Coma, 1	Begur Intermig	100	10	5,2
LA COMA	C/La Coma, 1	Begur Intermig	50	10	5,2
ES VALLS	C/ Joaquim Espalter, 1	Begur Intermig	100	9	3
ES VALLS	C/ Joaquim Espalter, 1	Begur Intermig	80	9	3
MAS MATÓ ALT	C/ Alexandre de Riquer, 28	Begur Intermig	150	7	4
MAS MATÓ ALT	C/ Alexandre de Riquer, 28	Begur Intermig	100	7	4
MAS MATÓ MIG	C/ Alexandre de Riquer amb Platja Racó	Begur Intermig	100	10	3
MAS MATÓ MIG	C/ Alexandre de Riquer amb Platja Racó	Begur Intermig	150	10	3
MAS MATÓ BAIX	C/ Platja del Racó, 22A	Begur Intermig	80	4,5	1
MAS MATÓ BAIX	C/ Platja del Racó, 22A	Begur Intermig	80	4,5	1
TORRADORS	C/Torradors, 1	Begur Intermig	50	6,4	1,5
MAS GISPERT	C/ Mercuri, 1	Begur Intermig	65	9,5	3,4
MAS GISPERT	C/ Mercuri, 1	Begur Intermig	30	9,5	3,4

Taula 4. Vàlvules reguladores de pressió instal·lades en la xarxa de distribució

3.4. XARXA ARTERIAL I DE DISTRIBUCIÓ

Pel municipi de Begur recorren un total d'aproximadament 137 km de canonades.

En la xarxa de proveïment d'aigua potable es poden distingir entre canonades arterials i canonades de Distribució. Per xarxa arterial s'entén la xarxa composta per les canonades de major diàmetre encarregades de realitzar la funció de transport a les diferents zones de consum, mentre que la xarxa de Distribució la conformen aquelles canonades de menor calibre encarregades d'efectuar pròpiament aquest subministrament a les escomeses.

La xarxa arterial està composta, principalment, per conduccions de fibrociment, fosa dúctil i polietilè. La longitud total d'aquesta, considerant aquelles conduccions de diàmetre igual o superior a 140 mm és de 23 km. Respecte a la xarxa de Distribució, el material predominant és el fibrociment, seguit del polietilè. Els timbratges són diversos, trobant-se canonades des dels 50 mm de diàmetre fins als 110 mm. La longitud aproximada de la xarxa de Distribució és de 114 km.

A continuació, es presenta una taula on es desglossa per material i diàmetre la longitud total de la xarxa arterial i de distribució existent:

LONGITUD DE XARXA PER MATERIAL I DIÀMETRE										
	50	60	63	70	75	80	90	100	110	125
FC	11.586	7.660	46	188		13.779	199	9.726		10.834
FD		60				860		536		14.101
PE	340		9.233		10.943		8.912		3.056	9.096
PVC					1.110		1.468			
TOTAL Ø	11.926	7.663	9.336	188	12.053	14.640	10.579	10.262	3.056	34.031

LONGITUD DE XARXA PER MATERIAL I DIÀMETRE									
	140	150	160	175	200	250	300	400	TOTAL M
FC		3.413		1.757	3.698	154		337	63.380
FD		1.521			4.752		447	2.085	24.360
PE		1.447		2.024	334	1.005			46.388
PVC									2.577
TOTAL Ø		1.342	5.039	2.024	1.757	8.783	1.159	447	136.706

Taula 5. Classificació de la xarxa d'aigua potable per material i diàmetre

Encara existeixen trams en canonada de fibrociment. Aquest material, a més d'haver superat la seva vida útil o ser pròxim, no està recomanat, actualment, per al seu ús en xarxes de distribució d'aigua potable. Tanmateix, existeix un gran nombre de canonades amb un diàmetre inferior a 80 mm. Les canonades de petit calibre no sols poden resultar insuficients per a satisfer les demandes de cabals contra incendis recomanades, sinó que, en general, es tracta de calibres no utilitzats avui dia el que genera problemes en la reposició de peces.

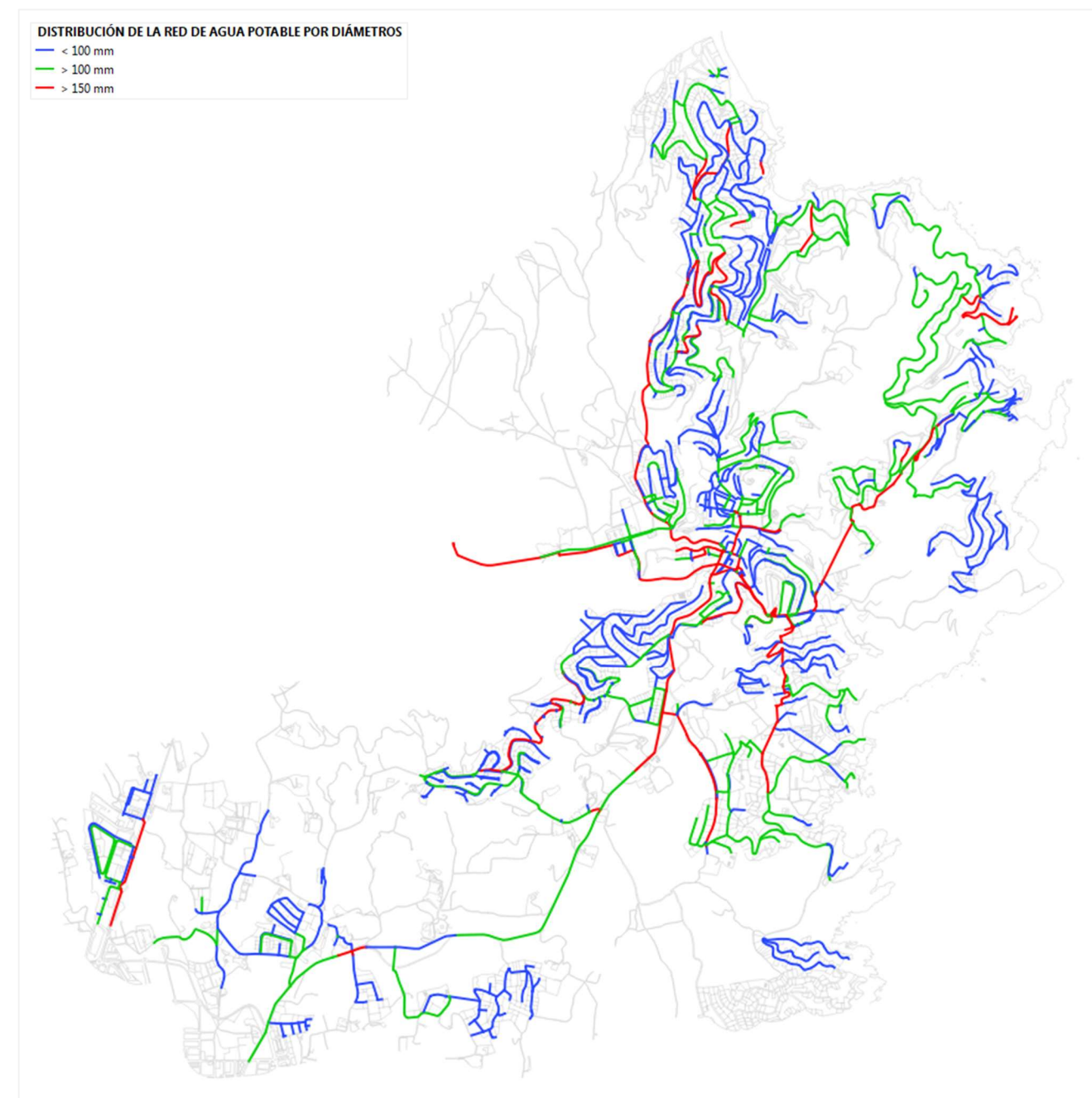
Quant a la topologia de la xarxa, mentre que la xarxa arterial és clarament ramificada, la xarxa de Distribució és mixta, si bé és predominantment ramificada. Una xarxa ramificada suposa un problema des del punt de vista de la garantia de subministrament ja que en cas de fallada d'alguna canonada certs punts es quedarien sense subministrament, i des del punt de vista de la qualitat en generar-se estancaments en els finals de xarxa. Tanmateix, la xarxa tampoc es troba desdoblada per carrers, tal com s'aconsella en el disseny de xarxes de Distribució. També s'han detectat canonades que recorren sota parcel·la privada.

Finalment, s'observa com, actualment, no existeix possibilitat de subministrament des del sistema de proveïment d'aigua potable de Begur als nuclis de Aigua Xelida, Platja del Racó i Polígon Esclanyà, perquè es troben desconnectats, proveint-se, per tant, des dels municipis contigus.

En els següents plànols s'ha representat la xarxa de proveïment d'aigua potable de Begur i es pot observar, gràficament, la distribució de canonades per materials i per diàmetres:



Imatge 31. Distribució de la xarxa d'aigua potable de Begur per materials



Imatge 32. Distribució de la xarxa d'aigua potable de Begur per diàmetres

En l'apartat Proposta de Millores del present document es proposarà la substitució de la xarxa de fibrociment, de manera prioritària, per conduccions de fosa dúctil i polietilè. De la mateixa manera, es proposarà la renovació de les conduccions de petit calibre, de manera gradual, per conduccions de diàmetre nominal igual o superior a 80 mm. A més, durant els treballs de renovació de xarxa, es

proposarà l'emmallat total de la mateixa i la modificació del traçat d'aquelles conduccions que no discorrin per terrenys municipals, sempre que sigui possible.

3.5. SECTORITZACIÓ

Per a optimitzar l'eficiència de la gestió de xarxes hidràuliques i contribuir a l'augment del seu rendiment, avui dia és bàsic implementar la tècnica de sectorització.

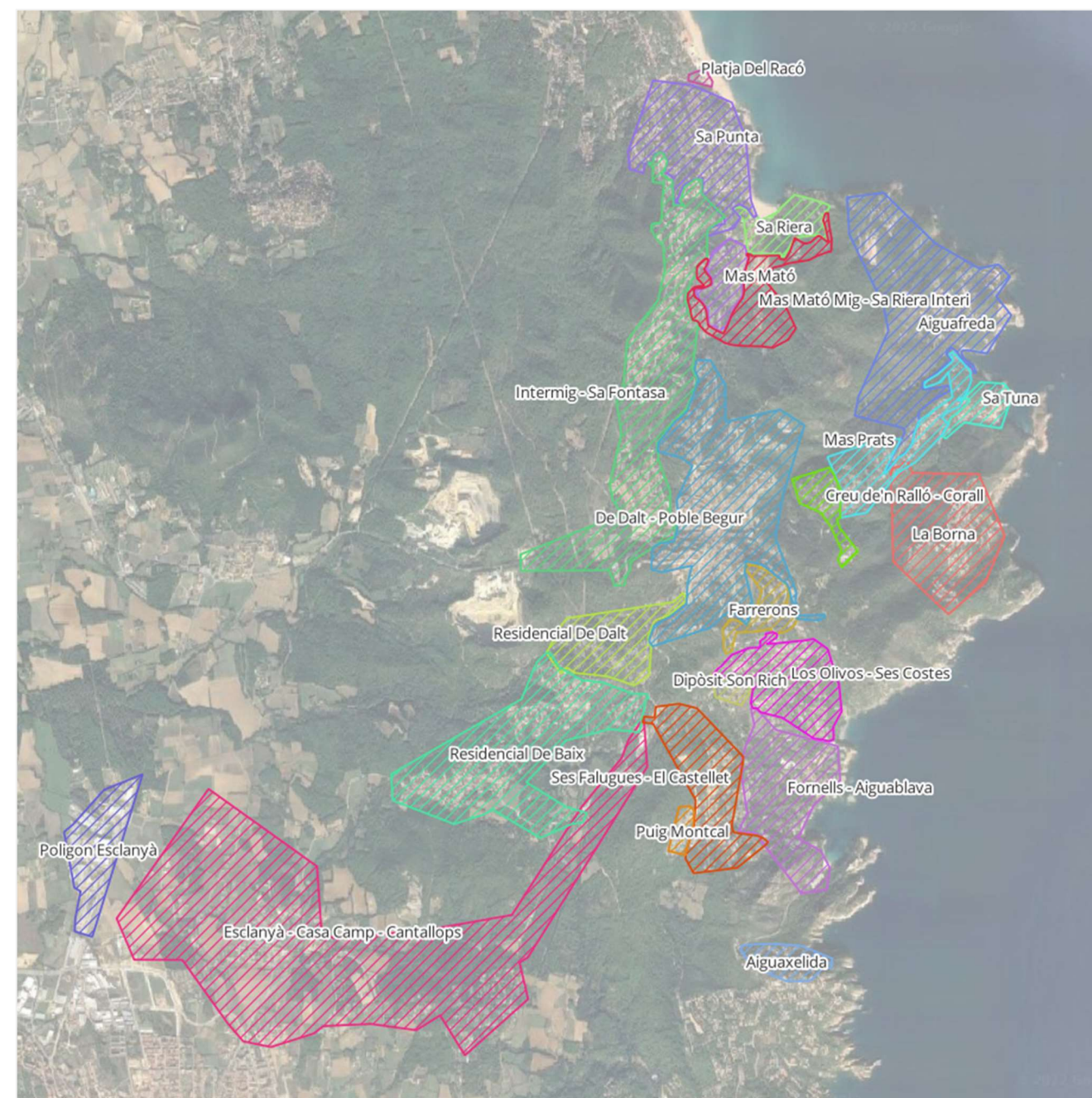
Aquesta tècnica consisteix en la divisió de la xarxa d'aigua potable en subxarxes més petites aïllades entre si, equipades amb elements de mesura de cabal en les seves entrades i sortides d'aigua. En delimitar i reduir la superfície de cerca de fuites, disminueix el temps de detecció de les mateixes, per la qual cosa també disminueix la conseqüent pèrdua d'aigua que té lloc fins a la seva reparació.

La sectorització no sols està pensada per a la cerca de fuites, sinó que també es tracta d'un mètode eficaç de gestió de xarxes, ja que un sector adequadament dotat d'equips de telelectura permet controlar i analitzar les seves característiques hidràuliques (dades registrades de cabal i pressió en cada sector) de forma molt més ràpida i fiable que en una xarxa no sectoritzada.

També permet l'accés a les dades registrades, en temps real, possibilitant de manera immediata la detecció de qualsevol anomalia en els paràmetres mesurats com, per exemple, un augment important del cabal mínim nocturn injectat al sector o una baixada brusca de la pressió de subministrament al sector.

En aquesta línia, Aigües de Catalunya SA, com a empresa gestora del servei d'aigua potable del municipi, ha dividit la xarxa de Distribució en 23 sectors hidràulics. Tots els sectors es troben equipats amb registradors de cabal i pressió.

En el següent plànol s'han representat els sectors actuals sobre la xarxa existent de Begur:



Imatge 33. Sectors hidràulics existents

A la següent taula es mostren les principals característiques dels sectors existents a Begur:

Nom Sector	Àrea (ha)	Longitud de xarxa (km)	N Escomeses
Aiguafreda	91,1	9,3	89
Aigua Xelida	10,3	1,7	63
Creu d'en Ralló - Corall	9,7	1,9	42
De Dalt - Poble Begur	103,1	20,7	953
Esclanyà - Casa Camp - Cantallops	261,0	15,2	363
Farrarons	10,7	3,4	86
Fornells - Aiguablava	46,9	4,0	74
Intermig - Sa Fontasa	100,6	17,2	514
La Borna	52,0	4,6	160
Los Olivos - Ses Costes	34,1	4,9	123
Mas Mató	11,9	2,7	100
Mas Mató Mig - Sa Riera Interior	24,9	4,1	79
Mas Prats	25,5	4,6	70
Platja Del Racó	1,2	0,3	12
Polígon Esclanyà	25,5	4,5	54
Puig Montcal	3,5	0,6	14
Residencial De Baix	87,5	11,3	334
Residencial De Dalt	28,5	5,3	233
Sa Punta	47,3	7,9	245
Sa Riera	14,1	2,3	68
Sa Tuna	8,7	1,9	72
Ses Falugues - El Castellet	40,0	4,4	106
Son Rich	3,3	0,7	19

Taula 6. Característiques dels sectors hidràulics existents

4. BALANÇ HÍDRIC DEL PROVEÏMENT

El primer pas per a efectuar un diagnòstic fiable d'una xarxa de subministrament d'aigua potable és dur a terme un balanç hídric del sistema. Per a això és necessari conèixer les entrades d'aigua al sistema, així com el seu destí definitiu.

Les aportacions d'aigua a la xarxa han de ser determinats a partir dels comptadors o cabalímetres instal·lats en els punts de producció o d'injecció a la xarxa, mentre que els volums extrets són estimats a partir de la lectura dels comptadors dels diferents punts de consum.

A continuació, es presenten les dades i estadístiques de volum registrat i producció d'aigua en la xarxa del terme municipal.

El nombre d'abonats de Begur ascendeix a 5.816.

4.1. VOLUM D'AIGUA PRODUÏT

El volum d'aigua injectat a la xarxa s'obté a partir de la lectura dels comptadors instal·lats en les entrades a la mateixa i dels principals punts de producció.

En el cas de Begur, com ja s'ha indicat anteriorment, existeix un punt d'injecció a la xarxa municipal, l'estació de bombament Begur Nou, dotada de dos comptadors generals que comptabilitzen, d'una banda, l'aigua procedent de la ETAP de Torrent, i per una altra, el cabal injectat al sistema de proveïment municipal.

Gràcies a les lectures registrades per aquests, l'empresa gestora del proveïment disposa de dades anuals d'aigua produïda.

VOLUM PRODUÏT 2022 (m³)	
1.752.867	
Nº Abonats 2022	Dotació (l/ab/dia)
5.816	826

Taula 7. Volum produït i dotació de producció

4.2. VOLUM D'AIGUA REGISTRAT

El volum d'aigua registrat s'obté a partir de la informació proporcionada pels comptadors instal·lats en els diferents punts de consum. No obstant això, cal tenir present que el volum d'aigua registrada pot diferir del volum real d'aigua consumida a causa de diversos factors (absència de comptadors en abonats públics o privats, comptadors parats o mal instal·lats, preses il·legals, frau...).

De la mateixa manera que s'ha fet amb la producció es pot obtenir una dotació diària del volum registrat.

VOLUM REGISTRAT 2022 (m³)	
1.184.796	
Nº Abonats 2022	Dotació (l/ab/dia)
5.816	558

Taula 8. Volum registrat i dotació de consum

4.3 ANÀLISI DEL RENDIMENT

Una de les ràtios més importants entre els indicadors de l'eficiència d'un sistema és el rendiment tècnic. El rendiment d'una xarxa, o d'un sector, es defineix com la relació entre el volum d'aigua registrat i el volum total aportat en un mateix període de referència. La diferència entre tots dos volums es deu a diferents factors, entre els quals cal destacar els següents:

- Absència de comptadors, comptadors parats o mal instal·lats.
- Errors en el mesurament dels comptadors o subcomptatges, per tipologia o avaria.
- Existència de consums no registrats, desvalorats o no estimats, com per exemple els catalogats com a municipals, dedicats principalment al reg de jardins, aigualegi de carrers o altres consums públics.
- Pèrdues d'aigua per fuites o defectes en la xarxa.

Per a l'obtenció del rendiment global de la xarxa s'han pres els següents volums de càlcul:

- Volum d'Aigua Produït: es correspon amb el volum pres de la lectura contínua del comptador general instal·lat en el punt de subministrament a la xarxa durant l'any 2022.
- Volum d'Aigua Registrat: es correspon a tot el volum d'aigua registrat pres de la lectura en els comptadors instal·lats en els diferents punts de consum en el mateix període en el qual es va obtenir la producció, és a dir, l'any 2022.

Volum Produït 2022 (m³)	Volum Registrat 2022 (m³)	Rendiment
1.752.867	1.184.796	68%

Taula 9. Rendiment global de la xarxa per l'any 2022

El valor del rendiment hidràulic obtingut l'any 2022 és del 68%, la qual cosa dona una idea del funcionament de la xarxa a nivell global, tractant-se de rendiment mig en comparació amb xarxes de proveïment de característiques similars. No obstant això, el 32% restant no té per què ser atribuït únicament a fuites o pèrdues incontrolades, també existeixen altres factors determinants que poden justificar aquest valor.

Aquest balanç se sol efectuar tan sols per al global de la xarxa, però ha de realitzar-se per al màxim de subsistemes que es puguin definir en el propi sistema, la qual cosa requereix d'una infraestructura de mesuradors adequada. El valor del rendiment hidràulic obtingut per sector, proporciona una primera idea de l'eficiència en el funcionament d'aquest, així com, posa de manifest aquells sectors amb una necessitat d'intervenció prioritària quant a mesures correctores del rendiment.

Un dels principals objectius, en l'explotació de xarxes de proveïment d'aigua potable, és obtenir el major rendiment possible i una vegada aconseguit el mateix, mantenir-lo al llarg del temps, ja que això es tradueix en un menor cost energètic alhora que evita un malbaratament d'un recurs tan preuat com és l'aigua.

El sistema de proveïment de Begur, compta amb la sectorització de la xarxa com a mètode de gestió de xarxes i amb un equip tècnic que duu a terme un bon manteniment, sent aquests factors determinants per a l'obtenció d'un valor alt del rendiment.

En l'apartat Proposta de Millores del present document es descriuen i valoren les actuacions encaminades a contribuir en l'augment progressiu del rendiment global, i sectorial, del sistema.

4.4 VOLUMS SUBMINISTRABLES ACA

Davant de la situació de sequera dels últims anys, l'Agència Catalana de l'Aigua, l'ACA, estableix una població d'habitants equivalents a nivell mensual pel càlcul dels volums màxims d'aigua subministrables en situació de sequera hidrològica.

Amb això, es fixen unes limitacions de consum global d'aigua per a l'abastament que restringeix la dotació màxima per habitant (l/hab/dia) en funció del nivell de sequera: alerta, excepcionalitat o emergència.

Les variacions en el número d'habitants afecten principalment a aquells municipis amb alta estacionalitat, essent Begur un municipi amb aquesta casuística.

A continuació, es mostra un extracte de "Annex 3. Població a considerar en el càlcul dels volums màxims subministrables en situació de sequera hidrològica del Pla especial d'actuació en situació d'alerta i eventual sequera del Districte de la conca fluvial de Catalunya", on s'indiquen els habitants equivalents a considerar en cadascun dels municipis de Catalunya pel càlcul dels volums màxims subministrables en situació de sequera hidrològica.

Municipi	Gen	Febr	Març	Abr	Maig	Juny	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Equivalent
Begur	5.149	5.838	6.734	9.516	10.383	12.214	17.848	19.874	11.934	8.406	6.111	5.587	9.986

Taula 10. Població a considerar en el càlcul dels volums màxims subministrables en situació de sequera hidrològica. Font: ACA

Es a dir, s'estima la població equivalent del municipi de Begur en 9.986 habitants, en comptes dels 4.177 habitants censats.

Considerant els volums subministrats al 2022 a la població de Begur, s'obtenen les següents dotacions mensuals:

	Gen	Febr	Març	Abr	Maig	Juny	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
Vol. Suministrado 2022 (m3/mes)	84.397	85.261	95.285	111.183	156.389	200.819	256.411	261.419	169.908	119.129	106.463	106.203
Población Estacional (hab. Equi.)	5.149	5.838	6.734	9.516	10.383	12.214	17.848	19.874	11.934	8.406	6.111	5.587
Dotación (l/hab equ/dia)	529	522	456	389	486	548	463	424	475	457	581	613

Taula 11. Dotacions mensuals 2022 segons habitants equivalents ACA

La dotació mitjana resultant és de 495 l/hab/dia, es tracta d'un valor superior a la dotació que s'adopta habitualment en el disseny de xarxes d'abastament (200 - 300 l/hab/dia), aquest fet es indicador de que la xarxa pot trobar-se saturada en les situacions de consum més desfavorables.

Si bé, per a realitzar l'anàlisi tècnic de la xarxa d'aigua potable, es va considerar la dotació per abonat, ja que cada abonat reuneix al mateix habitatge un número d'habitants determinat i particular, per tant es tracta d'un valor més representatiu.

5. PREVISIÓ DE LA DEMANDA

Aquest apartat té com a objecte preveure i estudiar els cabals que seran demandats en un futur, tant mitjans, com a punta. Els cabals mitjans serveixen per a analitzar les necessitats de producció i els punta per a dissenyar les instal·lacions. Per a això es tindrà en compte:

- Previsió d'abonats a proveir.
- Dotacions mitjanes de producció previstes.
- Coeficients punta horaris i del dia de major consum.

5.1. PREVISIÓ DE L'INCREMENT DEL NOMBRE D'ABONATS

La planificació adequada d'un proveïment requereix conèixer l'evolució de la població tant espacial, com temporalment. La previsió del nombre d'abonats futurs pot realitzar-se, a priori, de dues maneres diferents:

1. Analitzant l'evolució del nombre d'abonats en els últims anys, i considerant que en un futur el nombre d'abonats continuarà creixent al mateix ritme.
2. Extraient de la proposta d'ordenació urbana el nombre màxim d'habitatges a construir en cadascuna de les zones a urbanitzar i obtenint així el nombre d'abonats.

Es realitzarà la previsió de les dues maneres indicades.

Segons l'evolució del nombre d'abonats

Ja es va presentar en l'apartat Evolució Demogràfica del present document, l'evolució de la població en els últims 20 anys. La població ha crescut passant de 3.626 habitants l'any 2002 a una població de 4.177 el 2022, segons dades de l'INE.

Extrapolant el creixement de la població per als pròxims 20 anys sobre la base de les dades citades, considerant el creixement mitjà sostingut i continu per a una taxa de creixement interanual del 0,73%, es pot estimar la població per a 2042 entorn dels 4.836 habitants, és a dir, un increment de 659 habitants. Traslladant aquesta mateixa tendència al nombre d'abonats, s'obté la següent taula resum:

PROJECCIÓ FUTURA DELS ABONATS DE BEGUR			
Any	Població	Nº Abonats	Rati
2022	4.177	5.816	0,7 habitants/abonat
2032	4.494	6.258	
2042	4.836	6.733	

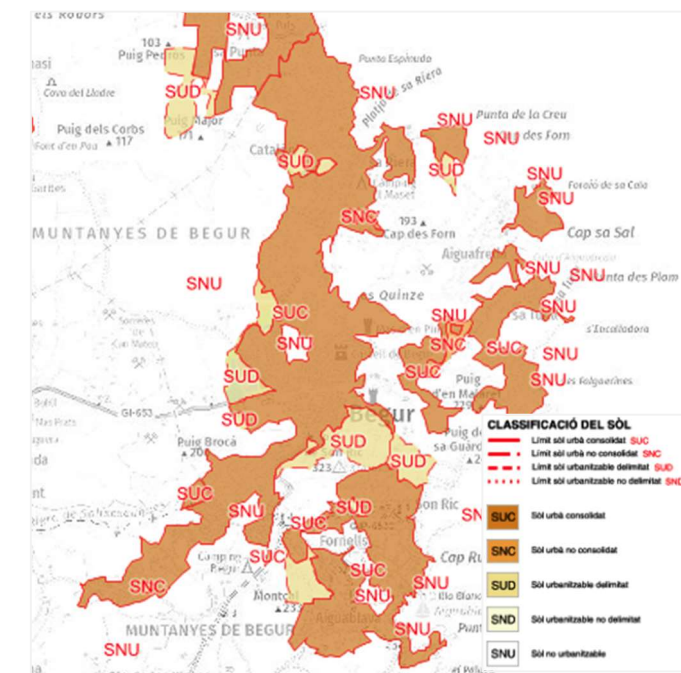
Taula 12. Projecció futura del nombre d'abonats segons evolució demogràfica

Per tant, des del punt de vista de l'evolució demogràfica es preveu, a llarg termini, un lleuger increment de població i abonats, arribant a aconseguir els 6.733 abonats aproximadament, es a dir, un increment de 917 abonats.

Previsió de l'increment del nombre d'abonats a partir del POUM

El 14 de maig de 2003 la Comissió Territorial d'Urbanisme de Girona aprova el Pla d'Ordenació Urbanística Municipal de Begur, adaptant a la nova legislació el Pla General d'Ordenació Urbana vigent des de març de 1989.

Al maig de 2019 l'Ajuntament de Begur aprova un Text Consolidat, sense efectes legals, però d'utilitat pràctica, que incorpora en un document únic: resolució de recursos a l'aprovació del POUM, modificacions puntuals del POUM (normes urbanístiques, actuacions aïllades, relació de béns a protegir...), o documentació gràfica (plans d'ordenació).



Imatge 34. Ordenació estructural del POUM del terme municipal de Begur (2003)

La següent imatge resumeix les dades d'interès que reflecteix el POUM quant a superfície d'aprofitament objectiu i nombre d'habitatges tipus en les diferents àrees (SUDs):

SECTOR	Entitat Urbanística	Sup. Edif. m² sòl	% /Sup. Sòl	Ed. Bruta m²st / m²s	Sup. Sostre m² sostre	Densitat hbtges/Ha	N. hbtges
S-1	Sa Roda	5.345	43,79%	0,3	5.492		39
S-4	(*) Sud de Begur	150.580	60,29%	0,15	37.466	8	200
S-5	Vancells	28.289	37,77%	0,1185	8.880		60
S-5.b	Vancells-2	9.716	74,99%	0,15	1.943	8	6
S-6.a	Es Torradors (A)	15.732	46,76%	0,08	2.691	3	10
S-6.b	Es Torradors (B)	6.942	43,49%	0,08	1.277	3	4
S-8	Sa Riera	31.015	69,34%	0,08	3.578	3	13
S-10	Rec de Sa Tuna	12.477	30,57%	0,08	3.265	3	12
S-17	(*) Font de la Salut	49.969	46,58%	0,08	8.435	3	32
S-18	Oest de Begur	33.771	32,49%	0,31	32.230		85
S-19	(*) Riera d'Escanyà (industrial)	103.230	60,50%	0,5	85.311	0	0
S-20	Les Argiles	9.751	75,00%	0,15	1.950	8	10
S-21	Montcal-2	50.339	45,58%	0,08	8.836	3	33
S-22	Pla dels Bords	37.770	63,30%	0,08	4.773	3	18
S-23	Finca de la Rita	26.613	69,64%	0,08	3.057	3	11
S-24	Residencial Begur-4	30.219	62,77%	0,15	7.221	8	38
S-25	L'Arbreda	24.128	45,06%	0,15	8.032	8	43
S-26	Bosc Major / Es Valls	30.986	48,72%	0,15	9.541	8	51
S-27.a	Marge esquerra de La Coma	10.505	45,94%	0,08	1.829	3	6
S-27.b	Marge dret de La Coma	42.843	79,00%	0,08	4.339	3	16
S-28	Pedreria de S'Antiga	21.005	67,58%	0,12	3.729	8	24
TOTAL		731.225			243.875		711

Imatge 35. Estimació de futurs habitatges en els sectors urbanístics contemplats en el POUM (act. 2019)

Sobre la base d'aquestes dades, per a estimar el creixement futur, s'han considerat completament desenvolupades la totalitat de les unitats urbanístiques amb el nombre màxim d'habitatges executat.

Per tant, el nombre d'abonats previst a llarg termini segons el POUM, és aproximadament:

PROJECCIÓ FUTURA DELS ABONATS DE BEGUR		
Nº Abonats 2022	Nº Habitatges POUM	Nº Abonats
5.816	711	6.527

Imatge 36. Projecció futura del nombre d'abonats segons POUM

Considerant la ràtio de 0,7 habitants per habitatge, es pot estimar l'increment poblacional, conseqüència del desenvolupament urbanístic, en 511 habitants, és a dir, es pot estimar la població per a 2042, entorn dels 4.688 habitants.

Analitzant les dades de previsió d'abonats segons el POUM, s'observa que el nombre d'abonats és lleugerament inferior a l'estimat amb el creixement de la població, que s'estimava per a 2042, en 6.733 abonats.

Creixement assumit per al Pla Director

Amb tot l'exposat, per a considerar les necessitats hídriques futures, s'emprarà l'evolució d'habitants prevista en el Pla d'Ordenació Urbanística Municipal contemplant que la totalitat de les unitats urbanístiques estaran executades, pel fet que:

1. El creixement mig poblacional dels últims 10 anys va ser negatiu (-0,36%).
2. Ordena el nombre d'abonats futurs en les diferents àrees de creixement del municipi de manera espacial, la qual cosa aporta un escenari més realista.
3. És possible preveure els consums residencials, industrials i terciaris en disposar de la superfície dels sòls amb aquests usos, fet que no pot ser considerat si solament es té en compte l'evolució històrica d'abonats.
4. Pot ser que la urbanització de noves zones no suposi un increment del número d'habitants, perquè pot haver-hi un desplaçament de la població muntanya - nucli urbà - platja, per la qual cosa la població final sigui menor.
5. La població del municipi de Begur té una forta variació estacional, el número d'abonats no.

5.2. DOTACIÓ DE SUBMINISTRAMENT I DE CONSUM ADOPTADES

A partir del volum mitjà de subministrament i del nombre d'abonats, s'ha vist com pot determinar-se la dotació mitjana de subministrament actual, és a dir, el volum mitjà d'aigua produït per abonat i dia.

D'altra banda, atesos els criteris establerts en el "PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL DE BEGUR - VOLUM 3. Normes urbanístiques - COMPILACIÓ DE TEXT CONSOLIDAT Maig de 2019" es fixa com a dotació mitjana d'aigua 150 litres per habitant i dia per al càlcul de les necessitats futures.

No obstant això, i donada la component estacional del número d'habitants, s'utilitza la dotació per abonat calculada, quedant de la banda de la seguretat i garantint el criteri establert per el POUM.

Així doncs, la distribució de les futures dotacions serà la següent:

Sector	N. Habitatges	Demanda
S-1	39	32.203
S-4	200	165.144
S-5	60	49.543
S-5.b	6	4.954
S-6.4	10	8.257
S-6.b	4	3.303
S-8	13	10.734
S-10	12	9.909
S-17	32	26.423
S-18	85	70.186
S-19	0	0
S-20	10	8.257
S-21	33	27.249
S-22	18	14.863
S-23	11	9.083
S-24	38	31.377
S-25	43	35.506
S-26	51	42.112
S-27.a	6	4.954
S-27.b	16	13.211
S-28	24	19.817
	711	587.085

Taula 13. Estimació de la demanda dels habitatges previstos en els sectors urbanístics del POUM

D'on s'obté que la previsió de la demanda per a Begur una vegada executades la totalitat de les unitats urbanístiques considerades augmentarà 214.286 m³ al any.

5.3. MODULACIÓ DEL CONSUM. COEFICIENTS PUNTA

En l'apartat anterior s'han calculat les dotacions mitjanes, no obstant això, per a la planificació i disseny del proveïment, és necessari tenir en compte les necessitats màximes de subministrament, que es donen en hora punta del dia de major consum.

El coeficient punta s'estima com el producte del coeficient del dia de major consum i el coeficient punta horari:

$$K_p = K_{dmc} \times K_{hp}$$

On:

K_p és el coeficient punta

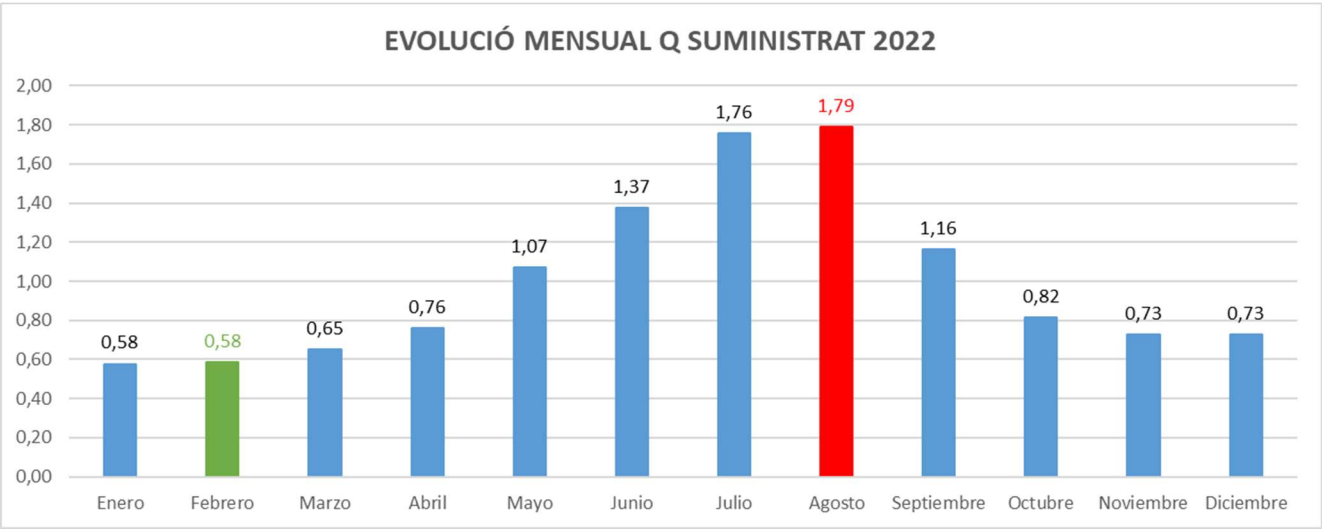
K_{dmc} el coeficient d'estacionalitat pel coeficient del dia de major consum del mes de major consum

K_{hp} el coeficient punta horari

El coeficient d'estacionalitat es determina a partir de l'evolució mensual de la producció al llarg de l'any, mentre que el coeficient del dia de major consum es determina amb l'evolució de la producció diària al llarg del mes de màxim consum.

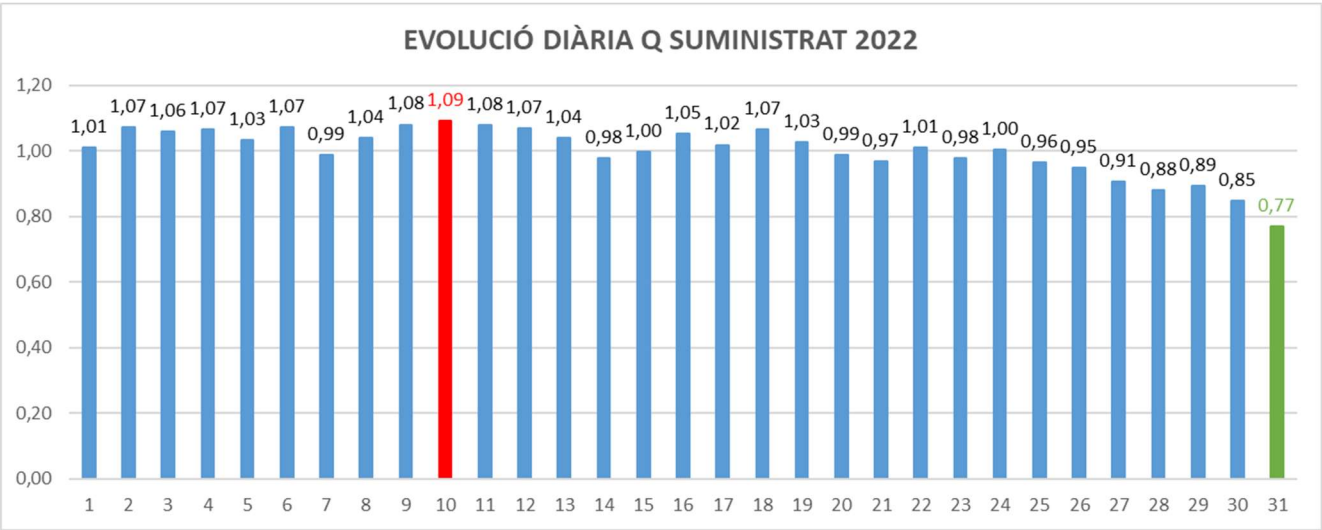
Amb la finalitat de conèixer amb exactitud aquesta evolució mensual del consum, s'ha realitzat una representació de les dades d'aigua subministrada a la xarxa, obtingudes a partir de les lectures dels comptadors generals de subministrament.

Per al municipi de Begur, s'observa que el mes de major consum es correspon al mes de agost, amb un consum de 261.419 m³, la qual cosa proporciona un coeficient d'estacionalitat de 1,79 respecte a la mitjana anual, mentre que el mínim consum es dona el mes de gener, amb una producció de 84.397 m³ i un coeficient d'estacionalitat de 0,58.



Imatge 37. Evolució mensual de la producció del municipi de Begur any 2022

Per tant, el coeficient del dia de major consum es determina a partir de l'evolució diària del mes d'agost, sent el dia 10 d'agost el dia de major consum, amb un coeficient punta diari de 1,09, tal com s'observa en la següent gràfica:



Imatge 38. Evolució diària de la producció del municipi de Begur any 2022

El coeficient punta horari es determina a partir de la corba de modulació horària del proveïment. De les dades històriques arxivades, s'han extret i fet una mitjana de les lectures registrades al llarg del mes d'agost, per tractar-se del mes de major consum del 2022. D'aquesta manera, s'obtenen els valors de cabal i els conseqüents factors horaris a aplicar als consums, així com les seves corbes de modulació horària de cadascun dels sectors hidràulics existents. En l'annex Elaboració del Model Matemàtic

s'adjunten les 23 corbes de modulació que s'han obtingut per als diferents sectors del proveïment. En general els majors consums es donen entre les 5.00 – 6.00 – 7.00 del matí, depenent del sector, a causa dels diversos regs programats durant els mesos d'estiu. Sent l'hora punta de consum per a la totalitat de la població les 06.00 del matí i l'hora vall les 20.00 de la tarda. L'aplicació d'aquestes corbes en el model hidràulic possibilita una simulació molt més fidel de la realitat que l'aplicació de patrons genèrics, ja que es tracta de corbes calculades a partir de dades de camp reals, preses de manera contínua, en la pròpia xarxa d'aigua potable del municipi, gràcies al registre continu dels cabals calculats. Per tant, sobre la base de les dades anteriors, el coeficient punta màxim, Kp, que es produeix en l'hora punta del dia de màxim consum és per a cada sector el següent:

SECTOR HIDRÀULIC	COEF. ESTACIONALITAT	COEF. DIA > CONS MES > CONS	Kdmc	Khp	Kp
AIGUA XELIDA				1,57	3,07
AIGUAFREDA				1,29	2,53
CREU DE'N RALLÓ - CORALL				2,11	4,12
DE DALT - POBLE BEGUR				1,23	2,41
ESCLANYÀ CASA CAMP I CANTALLOPS				1,29	2,52
FARRERONS				2,11	4,12
FORNELLS I AIGUABLAVA				1,31	2,56
INTERMIG - SA FONTASA				1,40	2,73
LA BORNA				1,40	2,74
LOS OLIVOS - SES COSTES				1,50	2,93
MAS MATÓ				1,60	3,13
MAS MATÓ MIG - SA RIERA INTERI	1,79	1,09	1,95	1,49	0,00
MAS PRATS				1,43	2,79
PLATJA DEL RACÓ				1,71	3,34
POLIGON ESCLANYÀ				2,18	4,26
RESIDENCIAL DE BAIX				1,48	2,89
RESIDENCIAL DE DALT				1,34	2,62
SA PUNTA				1,49	2,91
SA RIERA				1,68	3,28
SA TUNA				1,59	3,10
SES FALUGUES - EL CASTELLET				2,02	3,95
DIPÒSIT SON RICH				1,82	3,55

Taula 14. Resum dels coeficients de càlcul adoptats

5.4. DETERMINACIÓ DELS CABALS PUNTA

A partir de les dotacions adoptades, i considerant els coeficients punta de modulació del consum, així com l'augment del nombre d'abonats, s'han obtingut els cabals punta a subministrar. Les situacions considerades són les següents:

		SITUACIÓ ACTUAL	SITUACIÓ FUTURA
Cabal mitjà (l/s)		55,58	62,38
Cabal mitjà (m³/dia)		4.802	5.389
Cabal mitjà dia major consum (l/s)	$\times K_{dmc}$	108,61	121,89
Cabal mitjà dia major consum (m³/dia)		9.384	10.531
Cabal horari punta (l/s)	$\times K_p$	149	167

Taula 15. Situació actual i previsió de la situació futura del proveïment

D'aquesta taula s'extreu el volum de cabal que serà necessari subministrar al municipi de Begur, determinant així les necessitats de subministrament a llarg termini, que es fixen en un cabal punta d'aproximadament 149 l/s, és a dir, 536 m³/h.

5.5. ESCENARIS ADOPTATS

Conforme l'exposat fins al moment, s'han desenvolupat dos escenaris d'estudi que queden definits amb les següents característiques:

- Situació actual: contempla l'estat present del proveïment d'aigua potable del municipi de Begur.
- Situació futura: contempla l'estat del sistema de proveïment d'aigua potable del municipi de Begur, una vegada consolidades i desenvolupades les unitats d'execució, definides dins del POUM enumerades en l'apartat anterior, amb un any frontera 2042.

	SITUACIÓ ACTUAL	SITUACIÓ FUTURA
Població	4.177	4.688
Nombre d'abonats	5.816	6.527
Producció (m³/any)	1.752.867	1.967.153
Cabal punta (m³/h)	536	601

Taula 16. Característiques de la situació actual i futura del proveïment

Cal tenir en compte que la producció anual a llarg termini s'ha estimat tenint en compte l'execució de les zones d'expansió que recull el POUM i, sobre la base de les dades dotacionals fixades en el mateix, per a cada ús del sòl.

Amb aquests paràmetres s'ha obtingut la producció total i s'han carregat els respectius models per al dia de major consum dins del mes de major consum.

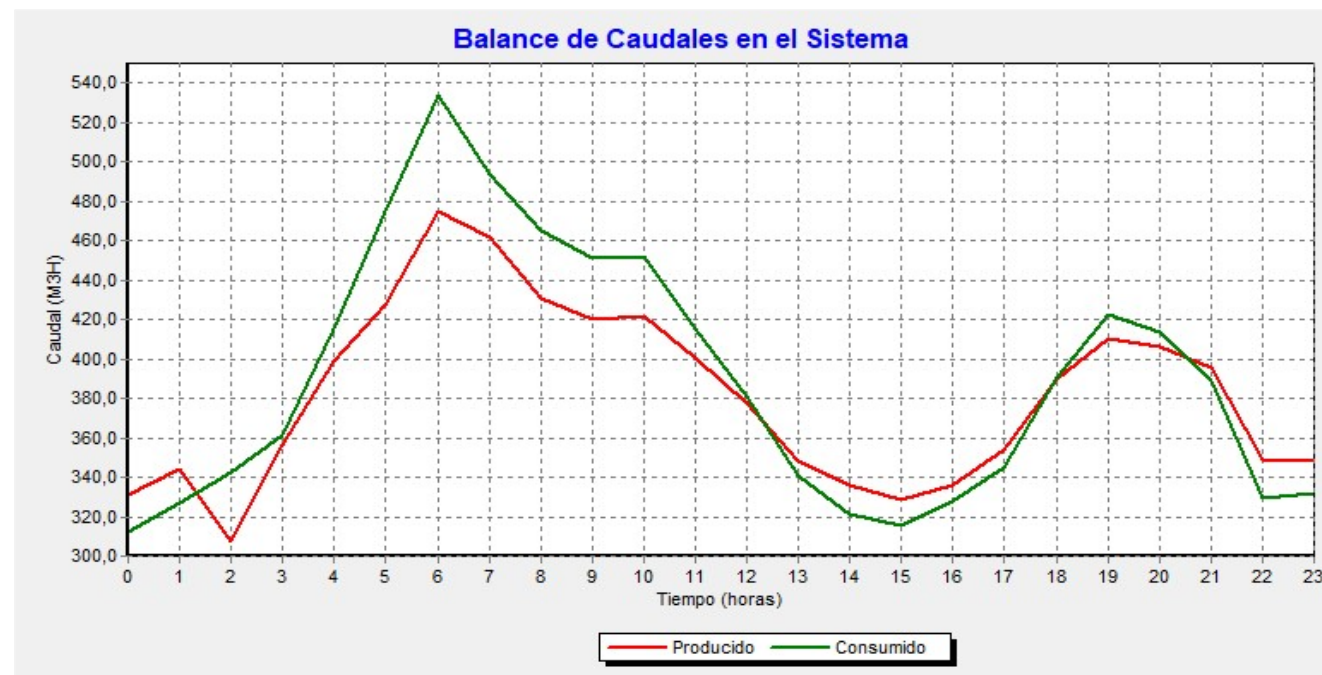
6. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ ACTUAL DEL PROVEÏMENT

6.1. BALANÇ HÍDRIC DEL SISTEMA

Com s'ha introduït amb anterioritat, el proveïment al municipi de Begur es realitza des de l'estació de bombament Begur Nou, mitjançant la compra d'aigua al Consorci d'Aigües Costa Brava Girona, procedent de la ETAP de Torrent gestionada per la Companyia General d'Aigües de Catalunya.

En consum actual per a un dia mitjà de l'any és de 4.802 m³/dia, mentre que la demanda per al dia de màxim consum és d'aproximadament 9.384 m³/dia.

A continuació, es mostra l'evolució del cabal produït i consumit en el sistema de proveïment de Begur per al dia de màxim consum de l'any.



Imatge 39. Evolució del cabal del sistema de proveïment en el dia de màxim consum

De la gràfica es desprèn que el consum màxim del municipi té lloc a les 06.00 h de la matinada, amb un valor aproximat de 536 m³/h. Respecte al consum mínim, aquest té lloc a les 15.00 h de la tarda amb un valor aproximat de 312 m³/h. El cabal mitjà injectat a la xarxa se situa entorn els 391 m³/h.

En general, es pot afirmar que el consum en el municipi de Begur té una component estacional molt marcada que pràcticament duplica la demanda mitjana del municipi en els mesos d'estiu. Així mateix, els nombrosos regs programats en època estival desplacen l'hora punta d'una corba de modulació tipus, que sol estar entre les 20 i les 22 h de la nit, a les 06.00 h de la matinada.

6.2. ANÀLISI DE LA XARXA EN CONDICIONS NORMALS DE SUBMINISTRAMENT

En els següents apartats es realitza l'anàlisi de la situació actual de la xarxa sota condicions normals de subministrament, això és, sense produir-se cap casuística significativa.

Tanmateix, cal ressenyar que l'anàlisi s'ha realitzat per al dia de màxim consum anual. D'aquesta manera, qualsevol anomalia o situació problemàtica que es produeixi serà més accentuada i permetrà definir les actuacions necessàries per a solucionar la situació crítica per al dia crític de consum, quedant del costat de la seguretat.

Quant a la modulació horària, les anàlisis s'han efectuat per a l'hora punta de consum general, 06.00 hores. No obstant això, s'han efectuat, a més, les anàlisis pertinents en hora vall per a comprovar el nivell de pressions màxim que s'aconsegueix en la xarxa.

Anàlisi de la xarxa des del punt de vista de la topologia

Si s'analitza la xarxa des del punt de vista topològic, s'observa que aquesta, presenta un disseny predominantment ramificat format per canonades de diversos materials i calibres.

En termes generals, els diàmetres instal·lats són 50, 60, 63, 75, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 150, 160, 175, 200, 250, 300 i 400 mm, en canonades de fibrociment, polietilè, fosa dúctil i PVC.

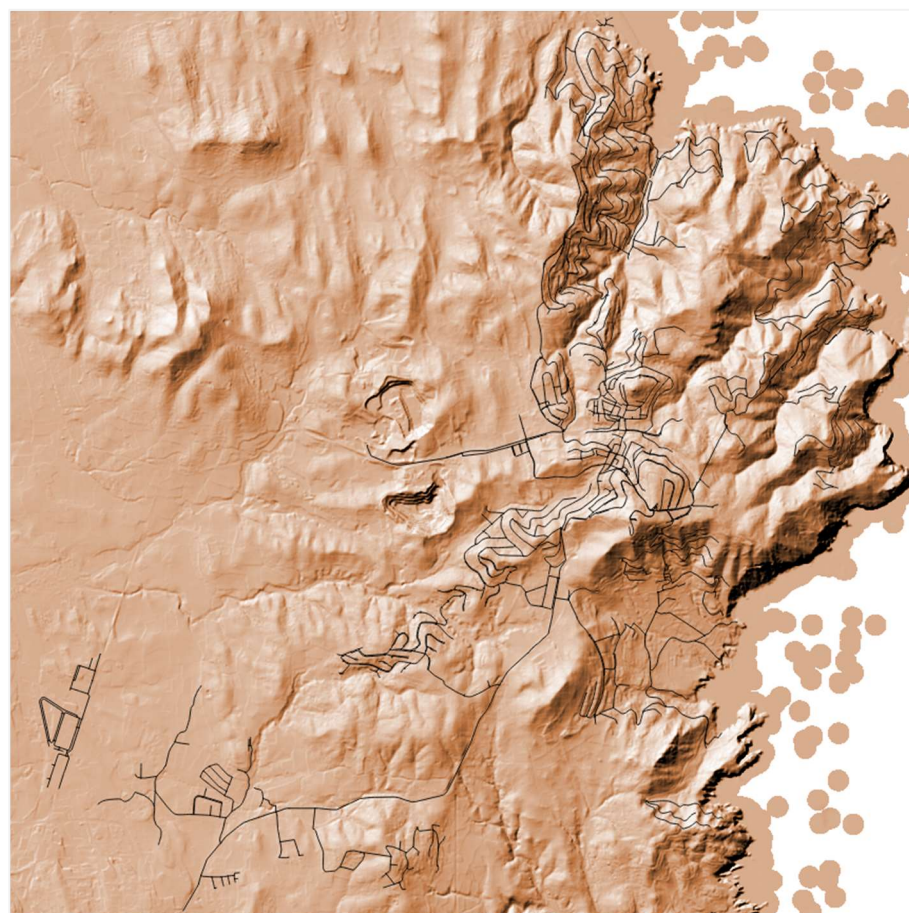
En general, no existeix diferenciació estricta entre la xarxa arterial i la de distribució, ja que, des de gairebé totes les conduccions, tant les de major com les de menor calibre, deriven escomeses domiciliàries. No obstant això, sí que s'aprecia com les conduccions de major calibre condueixen l'aigua des dels dipòsits fins a les diferents zones i dipòsits de distribució de la xarxa, realitzant la funció de xarxa arterial.

Finalment, s'observa com, actualment, no existeix possibilitat de subministrament des del sistema de proveïment d'aigua potable de Begur als nuclis de Platja del Racó, Aigua Xelida i Polígon Esclanyà, perquè es troben desconnectats, proveint-se, per tant, des dels municipis limítrofs.

Anàlisi de la xarxa des del punt de vista de la topografia

El terme municipal de Begur presenta desnivells topogràfics notables de fins a 300 msnm. La zona més alta és el conjunt de pujols anomenat Massís de Begur, situat al centre del terme municipal.

A la següent imatge es mostra la xarxa d'estudi sobre el mapa d'elevacions del terreny:



Imatge 40. Xarxa existent sobre mapa d'elevacions del terreny de Begur

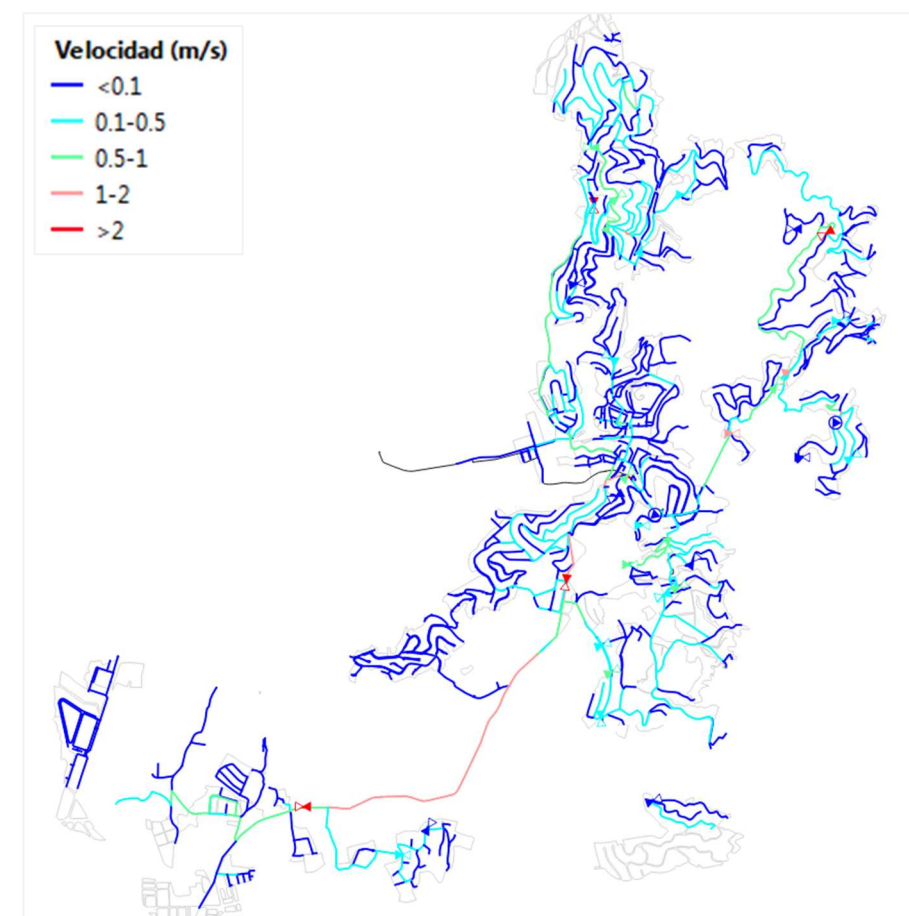
La diferència de cotes entre els dipòsits Begur Intermig (a 236 msnm) i Begur de Dalt (a 285 msnm), fa que sigui necessari un grup d'impulsió que permeti l'ompliment de Begur de Dalt des de Begur Intermig. De la mateixa manera, per al proveïment des del Dipòsit Begur de Dalt als nuclis de Farrarons

i La Borna, són necessaris equips d'impulsió que permetin l'ompliment dels seus respectius Dipòsits (308 msnm i 229 msnm, respectivament).

Des dels punts més alts, la cota va descendant a mesura que avança en direcció est. La diferència de cotes entre els dipòsits de distribució i els nuclis poblacionals precisa d'especial atenció en la regulació de la pressió de les canonades de la xarxa, comptant amb vàlvules reguladores distribuïdes de manera estratègica per a proporcionar uns rangs de pressió de servei adequats.

Anàlisi de velocitats de circulació de l'aigua en la xarxa

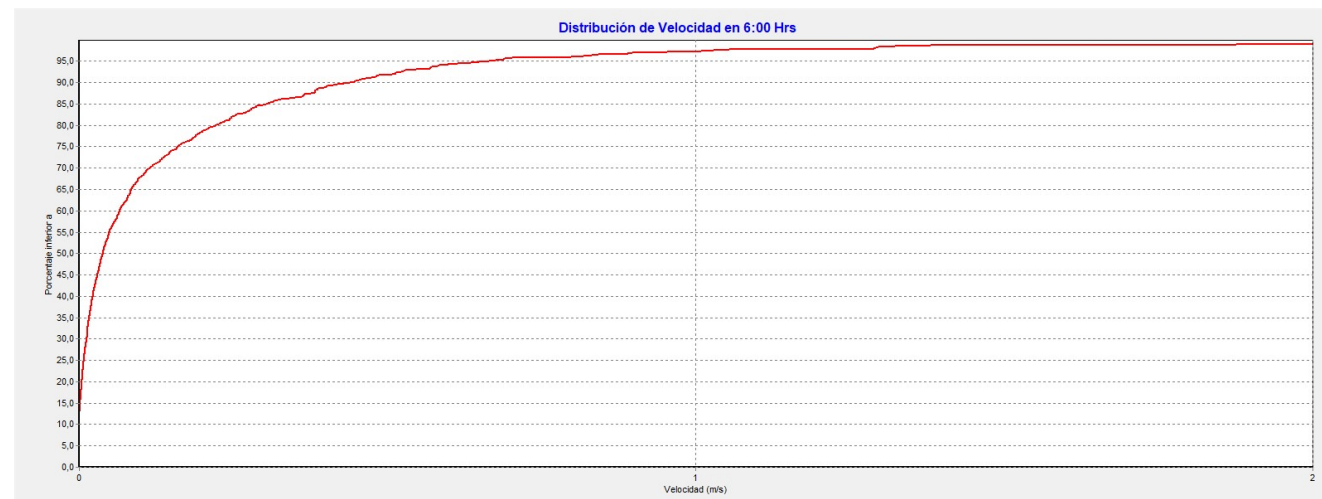
A continuació, es mostren les velocitats de circulació de l'aigua a les canonades de la xarxa en hora punta, és a dir, a les 06.00 h:



Imatge 41. Mapa de velocitats en hora punta del dia de màxim consum

S'observa com la velocitat de circulació de l'aigua és inferior a 1 m/s en la majoria de les conduccions, sent aquesta la velocitat que se sol fixar per al disseny de xarxes d'aigua potable. Aquest fet dona mostra de la suficiència global de la xarxa.

La següent gràfica representa la distribució de velocitats a la xarxa en hora punta. En ella es mostra el percentatge de canonades, la velocitat de circulació de les quals de l'aigua en el seu interior es troba per sota dels valors indicats.



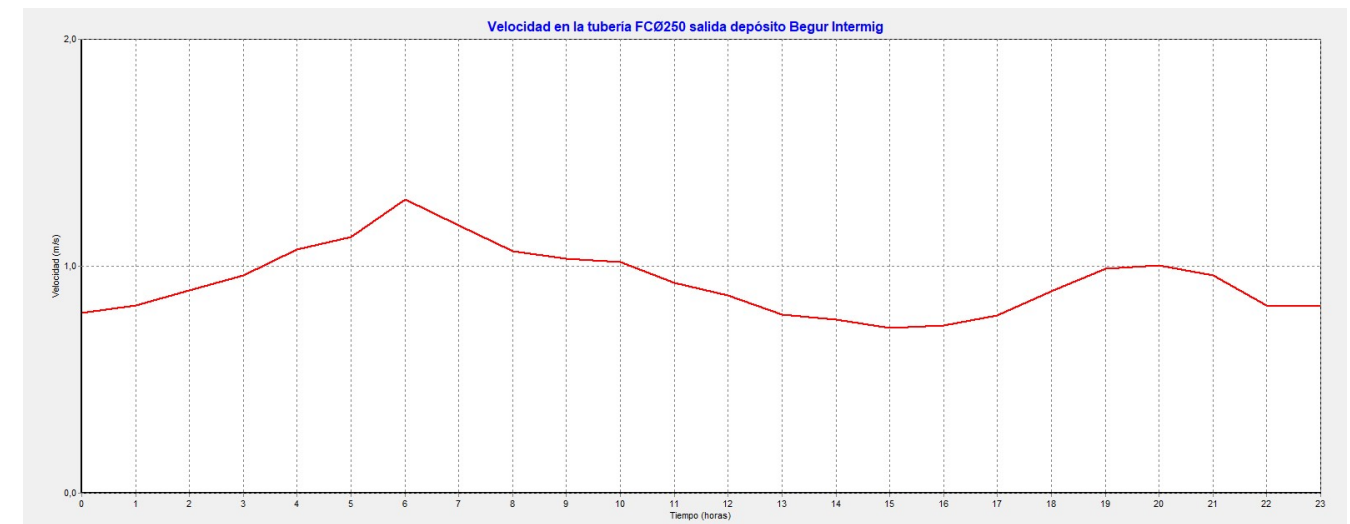
Imatge 42. Distribució de velocitats en la xarxa en hora punta del dia de màxim consum

És a dir, a Begur, un 97% de les conduccions de la xarxa no superen la velocitat d'1 m/s en el dia de màxim consum, la qual cosa es tradueix en un sobredimensionament de la xarxa per a les demandes actuals. Pel que fa a les velocitats mínimes de circulació, es desprèn que el 13% de les conduccions no supera els 0,1 m/s. Velocitats per sota de 0,1 m/s poden implicar problemes de qualitat de l'aigua, per la qual cosa s'estudiaran amb detall aquests punts de la xarxa.

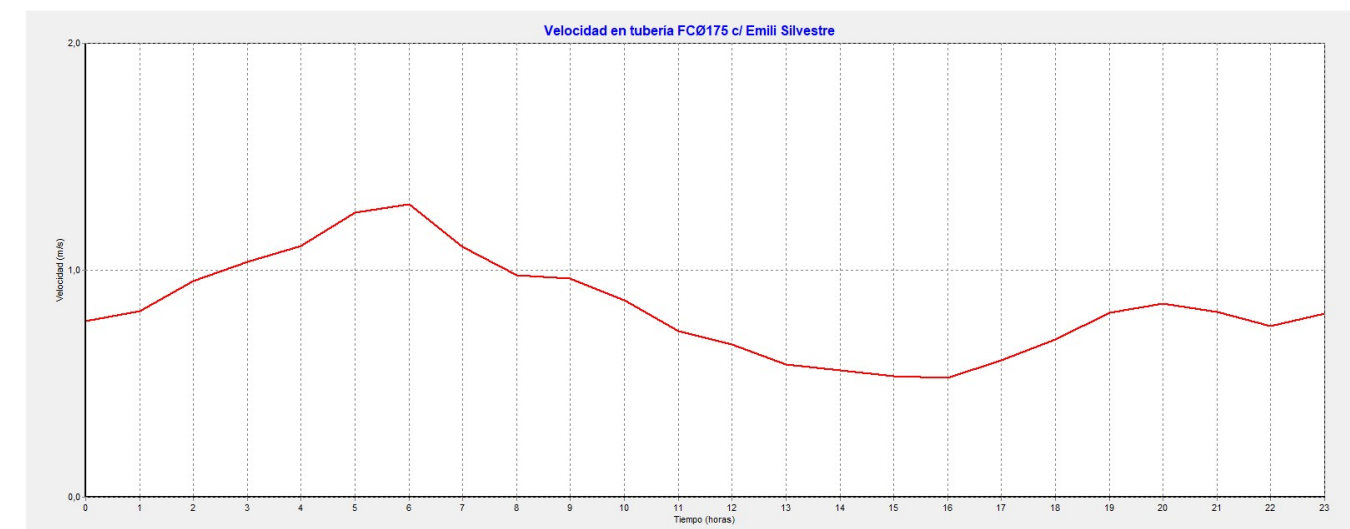
En quan a les canonades d'entrada a sector, en general, les velocitats aconseguides presenten valors adequats.

A continuació, es mostra l'evolució de la velocitat de circulació de l'aigua al llarg del dia en les canonades on se supera la velocitat de disseny, a saber:

- Canonada de fibrociment de 200 mm de diàmetre sortida Dipòsit Begur Intermig.
- Canonada de fibrociment de 175 mm que discorre pel carrer Emili Silvestre de subministrament als sectors Residencial Dalt, Residencial Baix, Esclanyà, Casa de Camp i Cantallops.



Imatge 43. Evolució de la velocitat al llarg del dia de màxim consum. Canonada FCØ250



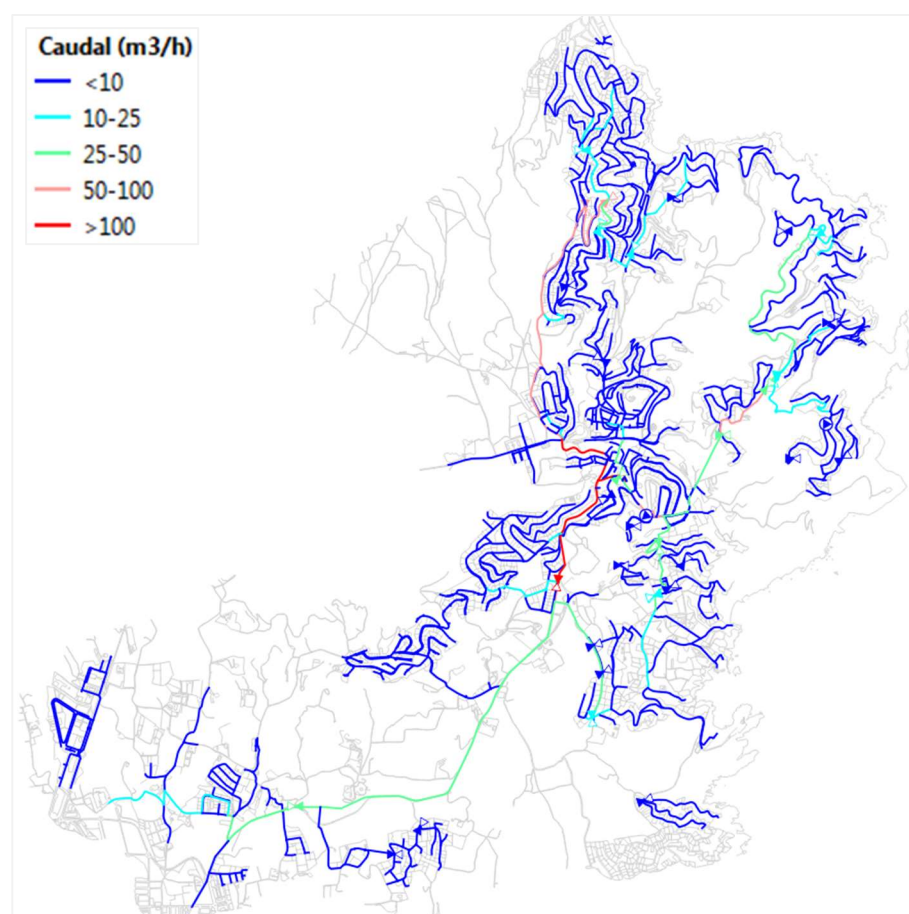
Imatge 44. Evolució de la velocitat al llarg del dia de màxim consum. Canonada FCØ175

Tal com es desprèn de les gràfiques, la velocitat de circulació és superior a 1 m/s únicament durant les hores de màxim consum, no aconseguint en cap moment el valor màxim recomanat de 2 m/s. No obstant això, s'estudiaran les pèrdues de càrrega que es generen, a fi de determinar si cal o no dur a terme mesures correctores.

En termes de capacitat la xarxa sembla suficient, per la qual cosa, si es planteja la renovació d'aquesta, serà conseqüència d'altres motius com la regularització de calibres o substitució de materials inadequats.

Anàlisi de cabals

Un altre concepte important a l'hora de comprovar el correcte funcionament de la xarxa és l'estudi de la trajectòria dels cabals, que permet conèixer quines canonades són les que transporten major quantitat d'aigua. A continuació, es mostren els cabals transportats:



Imatge 45. Mapa de cabals en hora punta del dia de màxim consum

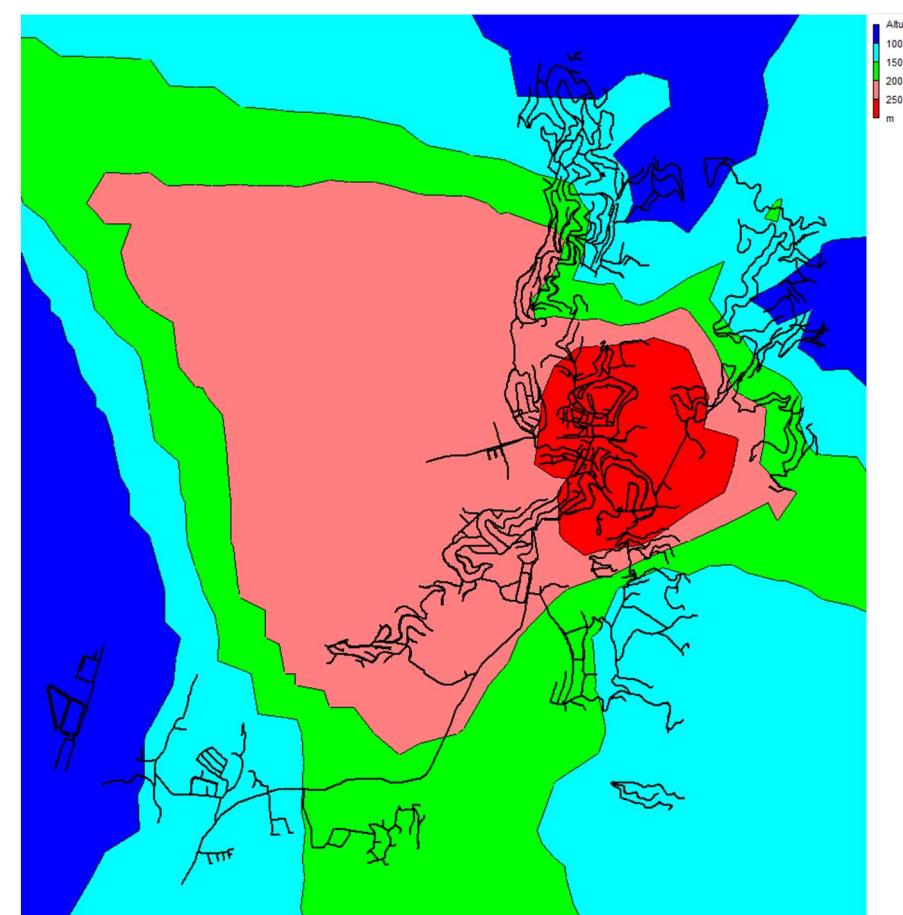
Del mapa de cabals es desprèn que en general aquelles canonades per les quals circula un major cabal, es corresponen amb les de major diàmetre, és a dir amb aquelles que conformen la xarxa arterial, tal com era d'esperar.

De la mateixa manera, s'observa que les canonades d'entrada als diferents sectors transporten un cabal més elevat que la resta de conduccions, per ser l'única via de subministrament a cada sector.

En general, es pot afirmar que la xarxa de proveïment presenta un disseny adequat.

Perfils longitudinals d'altures piezomètriques

De les altures piezomètriques en els nusos de la xarxa es poden obtenir conclusions sobre la pèrdua de càrrega i on es produeix, per tant, contribueixen a localitzar els colls d'ampolla existents on el flux de cabal pot arribar a ser excessiu. A continuació, es mostra el mapa d'isolínies de les altures piezomètriques en hora punta del dia de màxim consum:

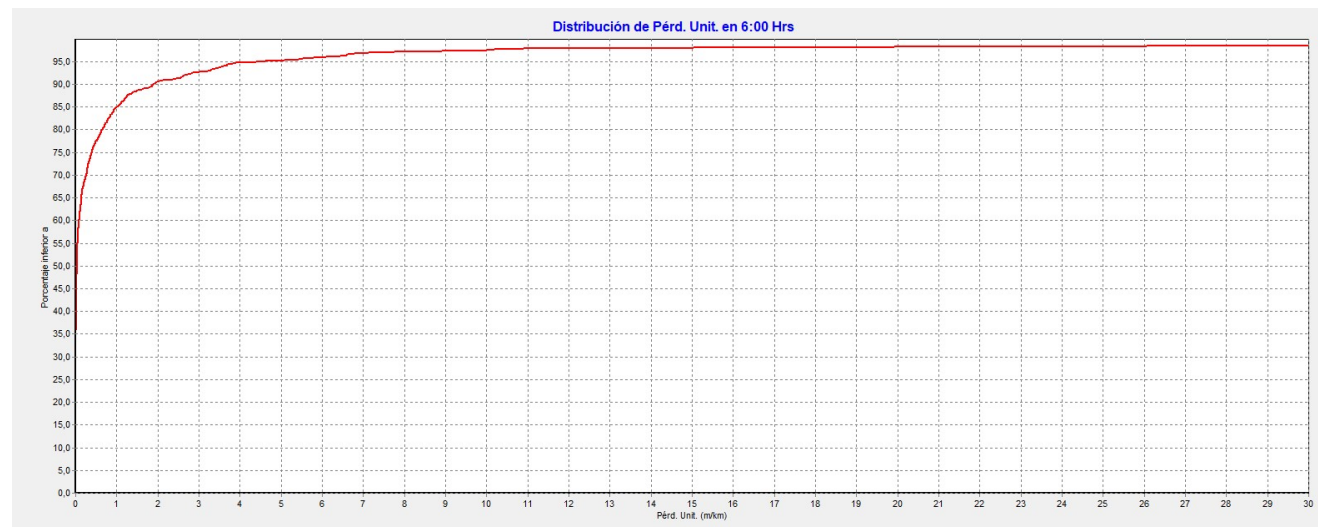


Imatge 46. Mapa d'isolínies d'altures piezomètriques en hora punta del dia de màxim consum

En el mapa d'altures piezomètriques s'observa com les zones més elevades del municipi són les que majors altures piezomètriques presenten i com a mesura que s'avança cap a les zones de cotes més baixes, es va perdent altura. De la mateixa manera, en els punts en els quals estan instal·lades vàlvules reductores de pressió s'observen importants pèrdues d'altura generades per aquestes. En general la diferència d'altura dins del municipi és de l'ordre de 200 mca.

Així doncs, les altures piezomètriques que es donen en el municipi estan condicionades per l'acció de les vàlvules hidràuliques instal·lades, així com, per la marcada orografia que presenta el terme municipal.

A fi de realitzar l'anàlisi de les pèrdues unitàries que es generen en la xarxa per a la situació més desfavorable, és a dir, hora punta del dia de màxim consum, s'estudiarà la corba de distribució d'aquestes pèrdues:



Imatge 47. Distribució de pèrdues unitàries en la xarxa en hora punta del dia de màxim consum

El 95% de les canonades de la xarxa posseeixen pèrdues unitàries inferiors a 5 m/km, la qual cosa se situa en un rang adequat, no obstant això, existeix un 5% de canonades en les quals el valor de les pèrdues aconsegueix valors elevats.

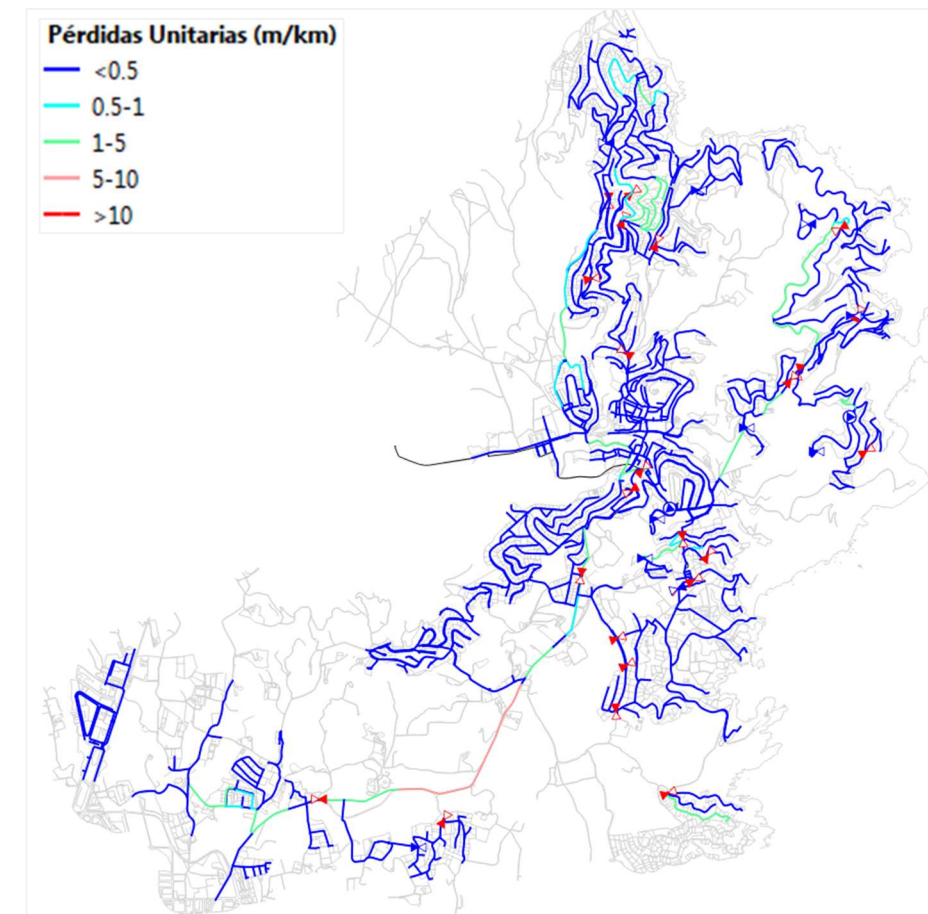
En aquest grup es localitzen, d'una banda, els trams de canonada on estan instal·lades les vàlvules hidràuliques que introdueixen a propòsit una pèrdua en la conducció. D'altra banda, gràcies a l'anàlisi de les pèrdues unitàries és possible detectar trams de canonada de diàmetre insuficient que poden resultar crítics per ser vies úniques d'accés a unes certes zones.

És necessari identificar correctament aquestes canonades per a esbrinar les causes que provoquen les pèrdues i si és necessari, buscar alternatives per a evitar la problemàtica derivada de l'excés de pèrdues unitàries:

- Disminució de la pressió de servei aigües avall dels trams amb pèrdues excessives.

- Deterioració de l'interior de les canonades.
- En casos extrems, possible acumulació d'aire i cavitació.

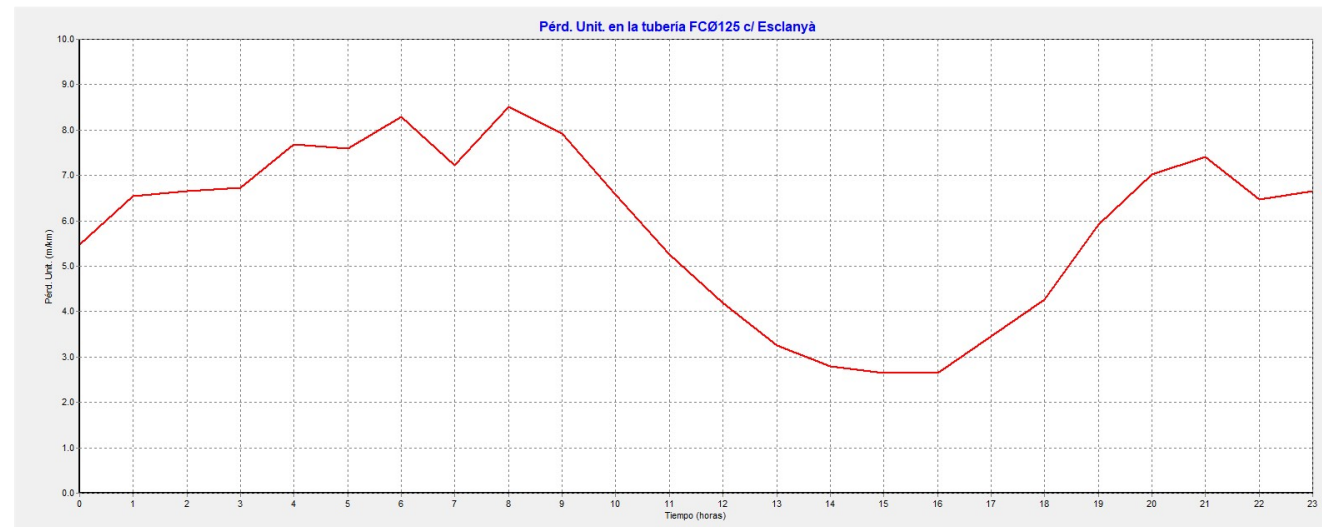
A continuació, es mostren les pèrdues unitàries en les canonades de la xarxa en hora punta, és a dir, a les 06.00 h:



Imatge 48. Mapa de pèrdues unitàries en hora punta del dia de màxim consum

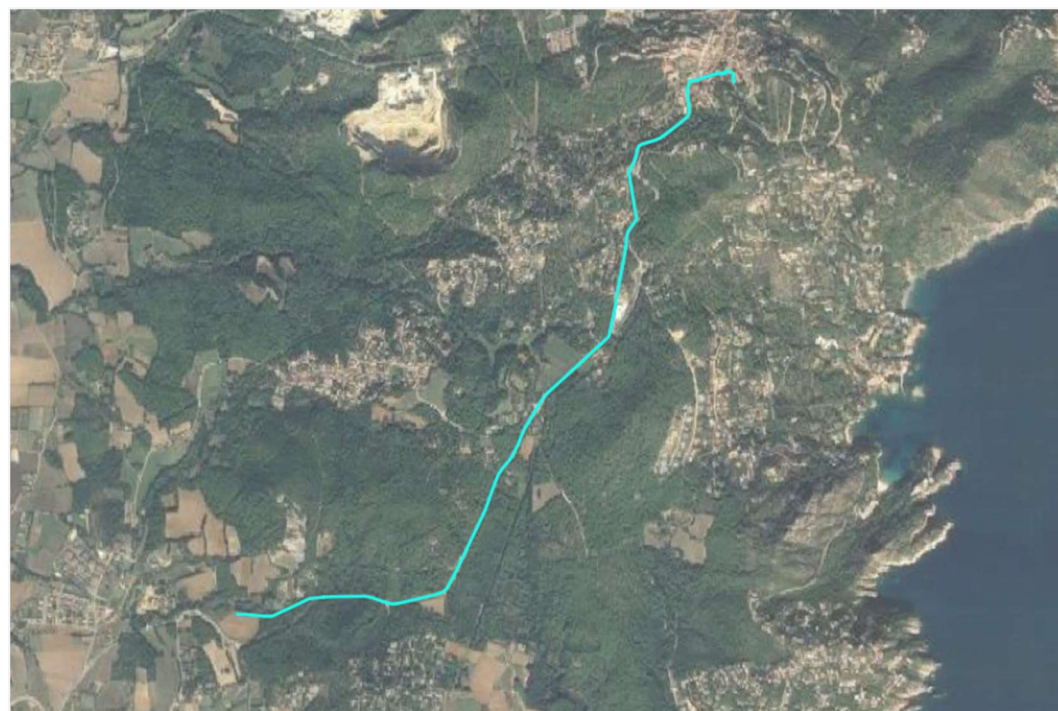
En primer lloc, s'observa com els trams que trasbalsen majors cabals són els que majors pèrdues unitàries presenten. En segon lloc, s'identifiquen aquells trams que sobrepassen els 5 m/km.

En aquest sentit, s'ha analitzat el tram de xarxa que majors pèrdues unitàries presenta per a l'escenari de màxim consum. Es tracta de la conducció de proveïment als sectors Esclanyà, Casa de Camp i Cantallops, una canonada de fibrociment de 125 mm de diàmetre que discorre pel carrer Esclanyà. A continuació, es mostra l'evolució de pèrdues unitàries al llarg del dia en aquesta conducció:

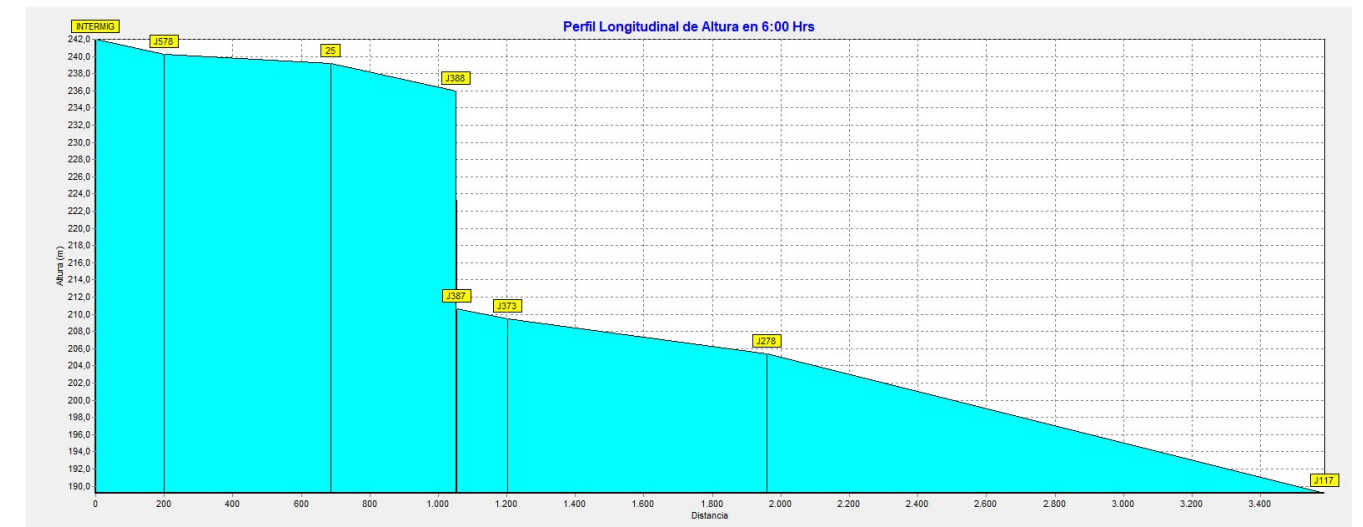


Imatge 49. Evolució de les pèrdues unitàries al llarg del dia de màxim consum. Canonada FCØ125

Aquesta conducció supera el valor màxim recomanat de pèrdues unitàries durant la situació de consum punta. A continuació, es realitza una anàlisi del perfil d'altures piezomètriques de la principal conducció de proveïment a la zona sud-oest, per ser la que majors problemes ha presentat al llarg de l'anàlisi realitzada. En la següent imatge es destaca el traçat en planta de la conducció:



Imatge 50. Traçat en planta de la conducció de proveïment Begur Intermig – Zona sud-oest



Imatge 51. Perfil longitudinal d'altures piezomètriques en hora punta del dia de màxim consum

de la conducció de proveïment Begur Intermig – Zona sud-oest

La pèrdua de càrrega total en el primer quilòmetre de conducció (FCØ250) a penes supera els 5 mca. Aquesta pèrdua no és significativa malgrat les pèrdues unitàries que pugui sofrir la conducció, ja que, com es pot observar en el perfil longitudinal, existeix una vàlvula reductora de pressió aigües amunt de la derivació al sector Residencial Baix que introdueix una pèrdua de càrrega d'aproximadament 30 mca.

En els següents dos quilòmetres de conducció (FCØ175 i FCØ125) les pèrdues de càrrega totals aconseguixen els 15 mca. Encara que no suposa un problema quant a la pèrdua de pressió que es genera, es recomana ampliar la capacitat d'aquesta.

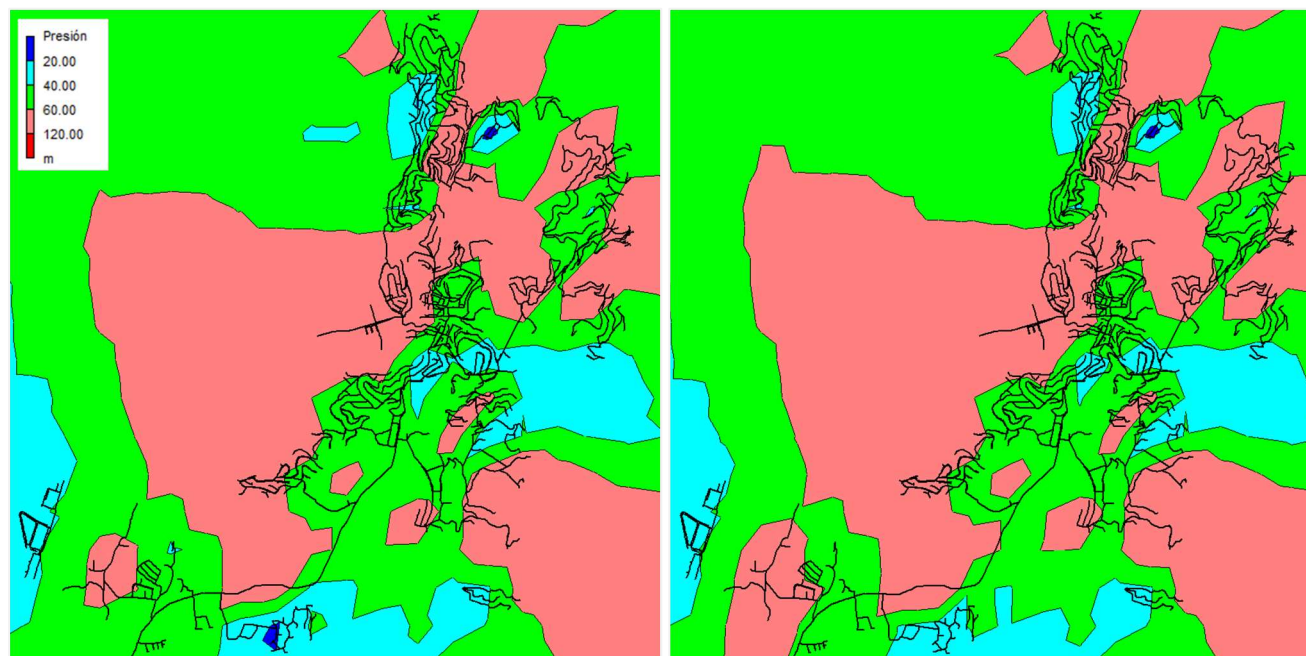
Estudi de pressions

La pressió en la xarxa arterial i de distribució d'aigua potable del municipi de Begur està regulada pel subministrament per gravetat des dels dotze dipòsits en servei amb els què compta el municipi, si bé, és necessària l'acció de tres grups d'impulsió i de trenta-tres vàlvules hidràuliques reductores de pressió. Les vàlvules hidràuliques estan situades allà on el desnivell del terreny implica un increment notable de la pressió.

Els sectors Aigua Xelida, Platja del Racó i Polígon Esclanyà es troben desconnectats de la xarxa d'arterial de Begur pel que la pressió de servei depèn exclusivament de la pressió en els respectius punts de connexió.

Per a l'estudi de pressions s'analitzaran els dos escenaris més desfavorables: pressions mínimes (es donaran en hora punta del dia de major consum de l'any) i pressions màximes (es donaran en hora vall de consum).

A continuació, es mostren els mapes d'isolínies de pressió per a tots dos escenaris:



Imatge 52. Mapa d'isolínies de pressió en hora punta (esq) i en hora vall (dreta) del dia de màxim consum

En analitzar la distribució de pressions a la xarxa s'observa que els nivells de pressió, tant en hora punta com en hora vall, són molt similars gràcies a l'acció de les vàlvules reductores que mantenen la pressió a la consigna de taratge implementada, aconseguint així un nivell de pressions equilibrat.

Les pressions màximes es donen en els finals de xarxa. Quant a les pressions mínimes, s'aconsegueixen en els habitatges situats en les zones més pròximes als dipòsits, no obstant això, en tractar-se d'habitatges aïllats unifamiliars de poques altures, en general no presenten problemes de servei.

6.3. ANÀLISI DE LA XARXA DES DEL PUNT DE VISTA DE LA QUALITAT DE L'AIGUA

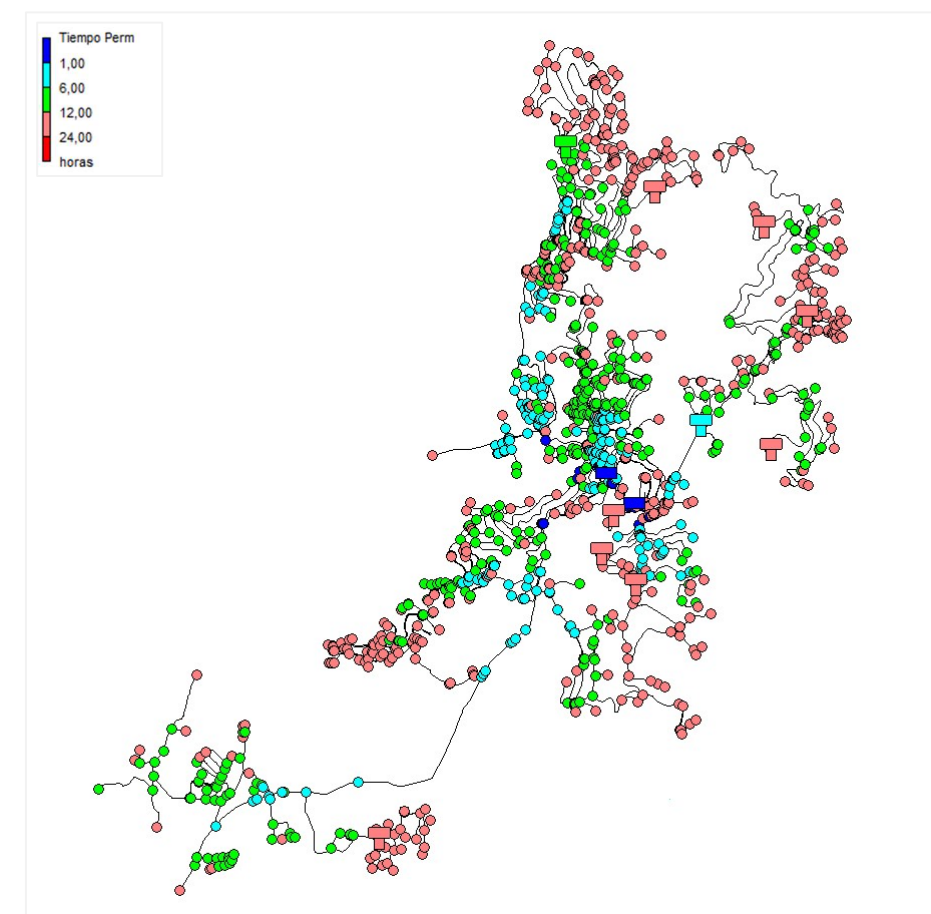
Anàlisi del temps de permanència

Des del punt de vista de la qualitat, es pot fer un estudi sobre el temps de permanència de l'aigua en la xarxa, això és, el temps que triga l'aigua a arribar a un nus o a una canonada, des que surt de les fonts de subministrament, en aquest cas des de les connexions amb el sistema en alta pressió.

Aquest càlcul és una forma simple de valorar la qualitat de l'aigua a la xarxa, sense necessitat d'efectuar cap mesura, perquè ve a dir que des que l'aigua surt de la font de subministrament fins que arriba al nus, l'aigua està en la xarxa tantes hores com marca el seu temps de permanència.

És recomanable que l'aigua no superi les 24 hores de temps de permanència en xarxa, ja que és passat aquest temps quan es pot produir una deterioració en la qualitat, a causa de la generació de males olors i sabors.

A continuació, es mostra el mapa de distribució dels temps de permanència en els nusos de la xarxa de Begur:



Imatge 53. Mapa de temps de permanència en els nusos de la xarxa

Després de l'anàlisi realitzada amb el model es desprèn que els temps de permanència de l'aigua en els nusos de la xarxa són en la seva majoria inferiors a 24 hores. Les canonades i nusos que presenten un temps de permanència superior a 24 hores són aquells que es troben en cua de xarxa, o en els quals el consum assignat en el model matemàtic és nul o molt baix, mentre que en la realitat podria ser major, per la qual cosa els temps de permanència serien menors.

6.4. ANÀLISI DE LA XARXA EN CONDICIONS D'EMERGÈNCIA

Comportament de la xarxa davant incendis

En matèria d'extinció d'incendis, la normativa espanyola ha sofert una variació considerable. La NBE-CPI/82 (Norma Bàsica de l'Edificació - Condicions de Protecció Contra Incendis) ha estat d'obligat compliment fins que va ser derogada per la NBE-CPI/91, i posteriorment a l'any 1996 per la NBE-CPI/96 i pel CTE (Codi Tècnic de l'Edificació). No obstant això, el CTE no contemplava cap indicació quant a les condicions de servei de les xarxes d'hidrants exteriors connectats a la xarxa pública de proveïment, mentre que la normativa anterior establia una sèrie de directrius i recomanacions el seguiment de les quals s'ha mostrat com un recurs eficaç en la protecció contra incendis. Actualment, es troba en vigor l'RD 513/2017, pel qual s'aprova el "Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis".

Per a millorar les condicions quant a la protecció contra incendis, de cara a la població resident en les zones residencials i a les indústries establertes en el municipi, s'adopten els següents criteris:

- Quant a ubicació d'hidrants:

"La distància de recorregut real, mesura horitzontalment, a qualsevol hidrant, serà inferior a 100 m en zones urbanes i 40 m en la resta."

"Els hidrants han d'estar situats en llocs fàcilment accessibles, fora de l'espai destinat a la circulació i estacionament de vehicles, degudament senyalitzats conforme a la Norma UNE 23033."

- Quant a característiques hidràuliques de la xarxa de proveïment:

"El cabal ininterromput mínim a subministrar per cada boca d'hidrant contra incendis serà de 500 l/min. En zones urbanes, on la utilització prevista de l'hidrant contra incendis sigui únicament

l'ompliment de camions, la pressió mínima requerida serà 100 kPa (1 kg/cm²) en la boca de sortida. A la resta de zones, la pressió mínima requerida en la boca de sortida serà 500 kPa (5 kg/cm²), per a contrarestar la pèrdua de càrrega de les mànegues i llances, durant la impulsió directa de l'aigua sobre l'incendi."

Donada la importància del cabal, la xarxa d'aigua, a la què es trobin connectats els hidrants contra incendis, ha de comptar amb una capacitat de subministrament adequada, la qual cosa pot obligar a un redimensionament de la xarxa en determinats punts en els quals les pèrdues de càrrega siguin excessives a conseqüència de l'existència de canonades de baix diàmetre.

- Quan a característiques dels hidrants:

"Els sistemes d'hidrants contra incendis, estaran compostos per una xarxa de canonades per a aigua d'alimentació i els hidrants necessaris."

"Els hidrants de columna hauran de portar el marcatge CE, de conformitat amb la Norma UNE-EN 14384. Els hidrants sota terra hauran de dur el marcatge CE, de conformitat amb la norma UNE-EN 14339."

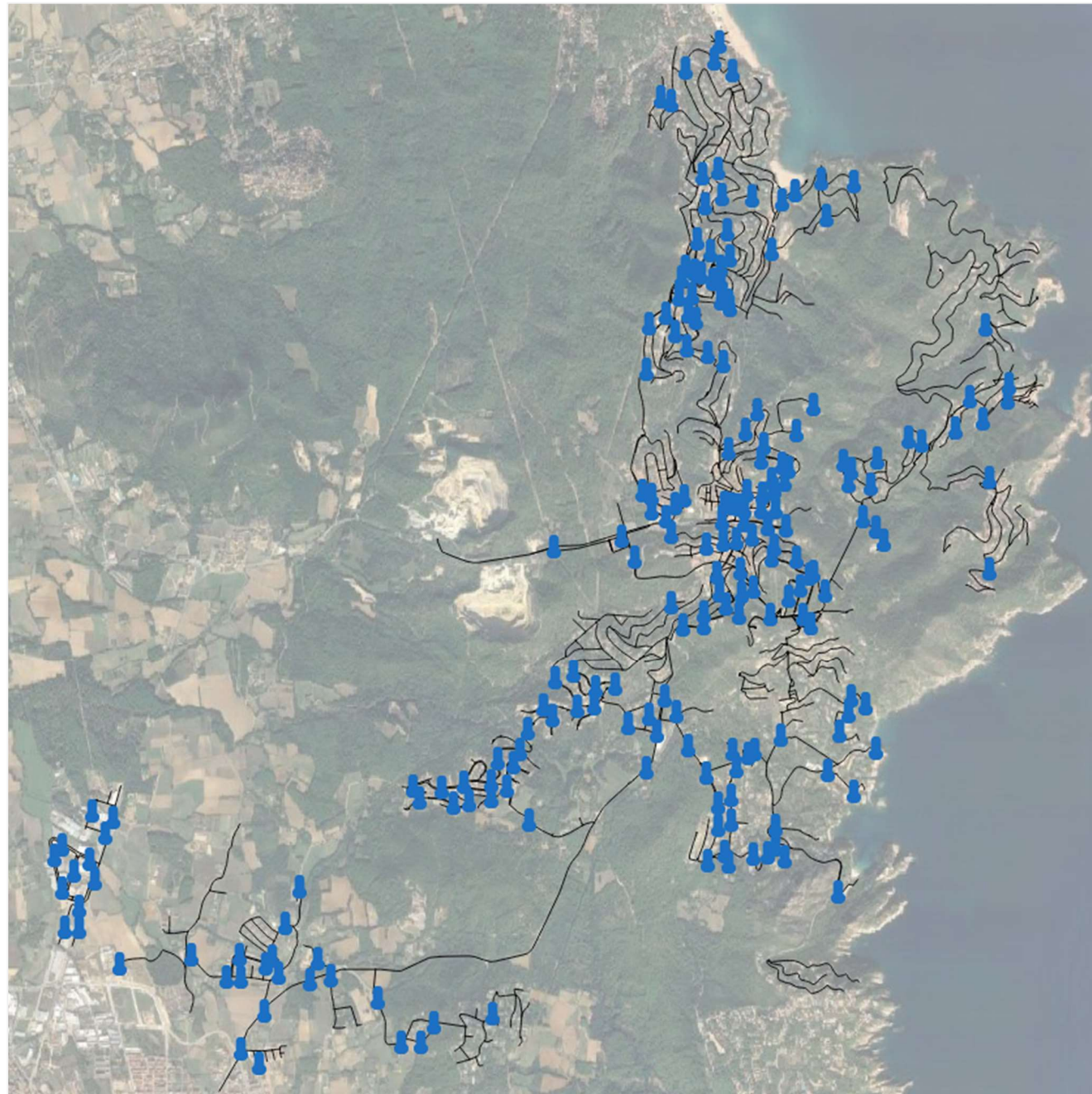
No obstant això, no s'indica en cap cas el diàmetre de l'hidrant a col·locar a la xarxa. En aquest cas es recomana que els hidrants d'incendi siguin com a mínim de 80 mm, en nuclis de població amb menys de 5.000 habitants i amb menys del 10% d'edificis de tres plantes, i del tipus 100 mm com a mínim, en la resta dels casos.

En qualsevol cas, el tipus d'hidrant a instal·lar i el diàmetre del mateix serà l'indicat pel Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Així doncs, per a comprovar el compliment de les condicions d'incendi s'atendrà dos aspectes: la distància entre hidrants existents i el compliment de condicions de cabal i pressió.

- Distància entre hidrants existents

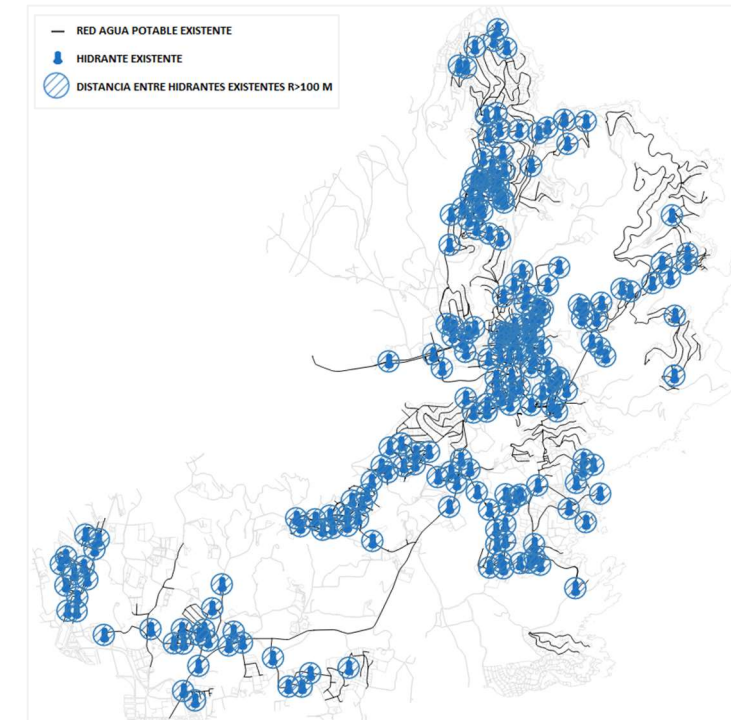
La xarxa de Begur compta actualment amb un extens parc d'hidrants contra incendis repartit, estratègicament, per gairebé la totalitat del municipi. Segons la informació disponible, al llarg de la xarxa de proveïment existeixen 215 hidrants. En la següent ortofoto s'ha representat la ubicació dels hidrants existents:



Imatge 54. Ubicació dels hidrants contra incendis existents a la xarxa

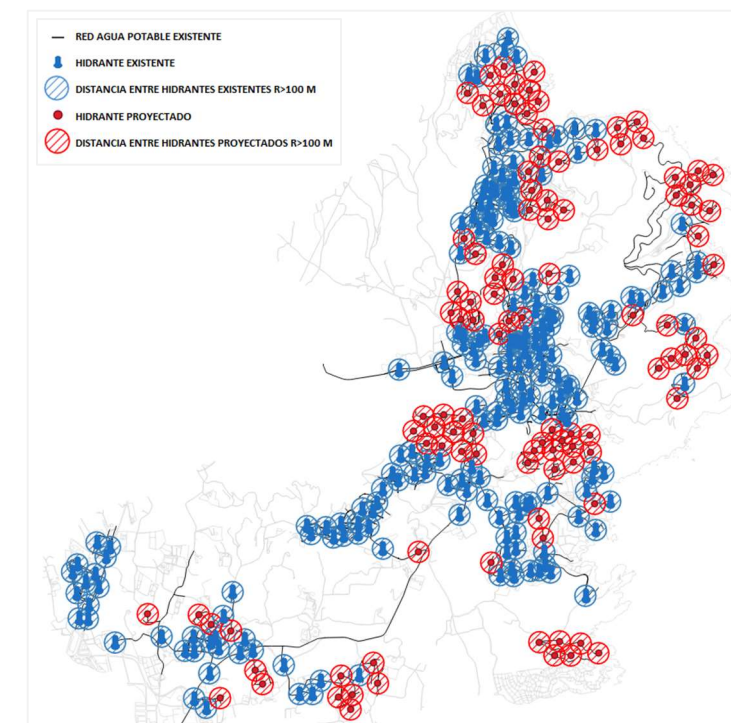
En general, existeix una distribució uniforme dels hidrants que cobreix gran part de les zones residencials i industrials, a excepció dels sectors Aiguafreda, Aigua Xelida, La Borna, Les Oliveres, Mas Mató, Residencial de Dalt i Sa Punta.

A la següent imatge es pot observar els hidrants existents i la cobertura d'aquests, es pot identificar amb claredat aquelles zones en les quals se supera la distància mínima recomanada:



Imatge 55. Cobertura dels hidrants contra incendis existents a la xarxa

És, per tant, recomanable instal·lar un total de 105 hidrants per a complir la distància mínima recomanada per la normativa. La ubicació dels nous hidrants es mostra a continuació:



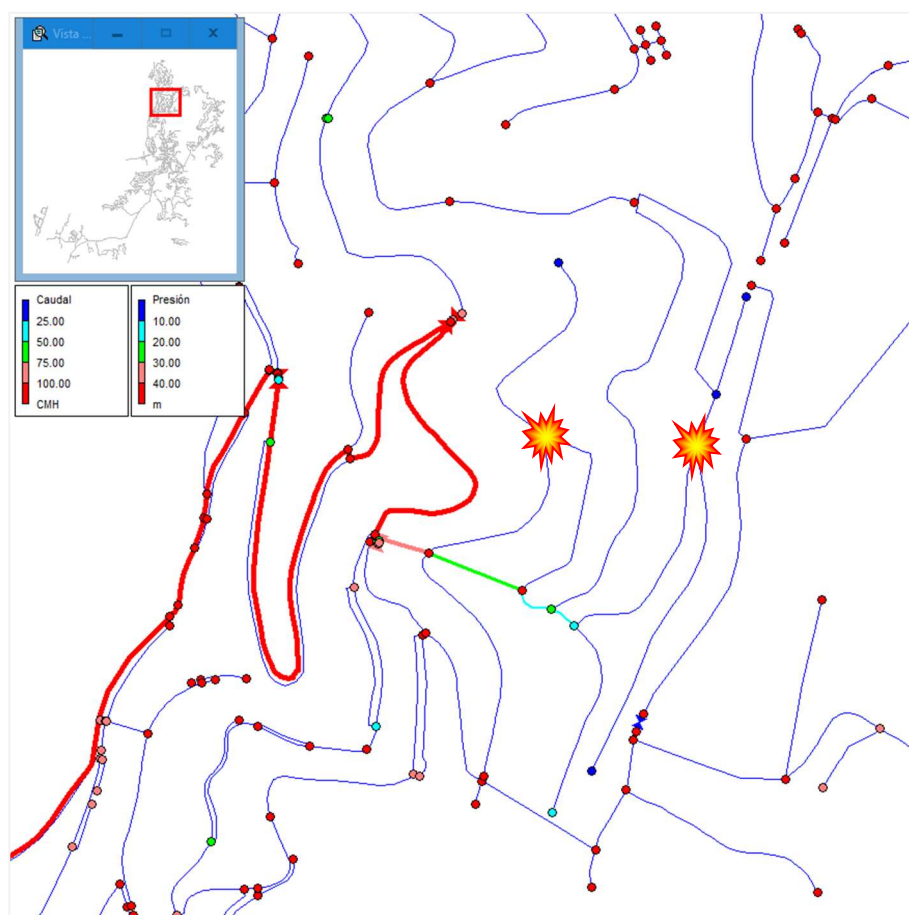
Imatge 56. Cobertura dels hidrants contra incendis existents i projectats a la xarxa

- Compliment de condicions de cabal i pressió

Per a avaluar el compliment de cabal i pressió s'ha emprat el model matemàtic, simulant les condicions d'incendi en les zones més desfavorables de la xarxa. Aquestes zones s'han triat per ser aquelles en les quals les pressions són mínimes, en hora punta de consum, i els calibres de les conduccions estan per sota de 80 mm.

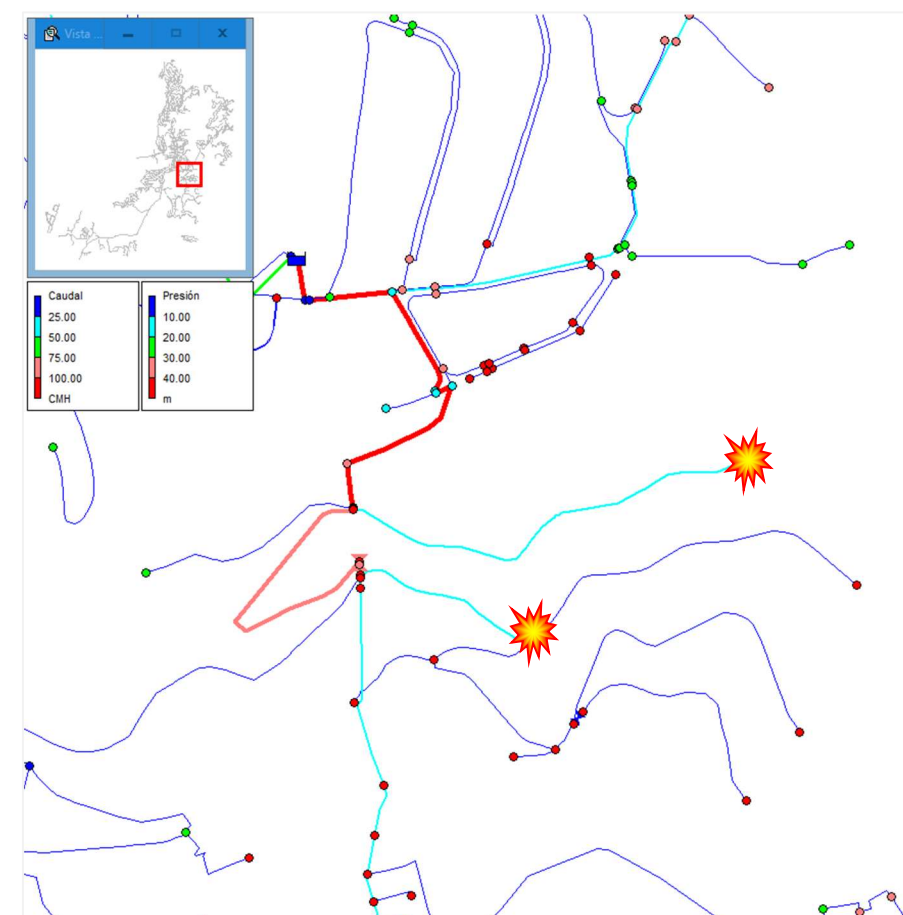
A fi de realitzar la comprovació, s'ha considerat que la xarxa funciona adequadament si dos hidrants consecutius són capaços de proporcionar un cabal de 500 l/min (30 m³/h), cadascun d'ells, amb una pressió mínima de subministrament de 10 mca.

En les següents imatges, s'indiquen els nusos als quals se'ls han assignat les demandes d'incendi, representant així els dos hidrants consecutius, per al cas d'estudi:



Imatge 57. Simulació d'incendi en sector Mas Mató durant l'hora punta del dia de màxim consum

Tal com era d'esperar, la urbanització Mas Mató formada, principalment, per conduccions de fibrociment de 50 mm de diàmetre, no és capaç de satisfer les condicions de cabal i pressió davant un incendi.



Imatge 58. Simulació d'incendi en sector Les Oliveres durant l'hora punta del dia de màxim consum

La urbanització Les Oliveres tampoc és capaç de fer front a les condicions de cabal i pressió requerides en un incendi.

Sobre la base de l'anàlisi efectuada, es pot concloure que la xarxa d'aigua potable de Begur dotada d'hidrants contra incendis és capaç de satisfer les necessitats de cabal i pressió operant sota condicions d'incendi. No obstant això, s'ha detectat que existeix un dèficit quant a l'àrea de cobertura, en la majoria de casos, en les zones de canonades de petit calibre que formen xarxes ramificades.

Comportament de la xarxa davant trencaments

En aquest apartat s'han plantejat diferents simulacions en les quals s'analitza el comportament del sistema en cas de trencament d'alguna de les principals canonades de la xarxa arterial i de distribució.

Els casos s'han estudiat per als consums punta per ser les situacions més desfavorables.

Trencament arterial Bombeig Begur Nou – Begur Intermig – Begur de Dalt

Com s'ha descrit al llarg del document, el proveïment d'aigua potable de Begur està estructurat en un sistema format per un dipòsit de capçalera, nou dipòsits de distribució i dos dipòsits de cua.

En cas de fallada de la xarxa arterial que proveeix el dipòsit Begur Intermig, tot el sistema aigües avall del punt crític quedaria supeditat a l'autonomia dels dipòsits, sent el cas més favorable, a dipòsit ple.

En la taula que es mostra a continuació, es recullen els temps estimats d'autonomia per a cada subsistema en cas de fallada de la xarxa arterial:

Dipòsit	Capacitat (m³)	Demanda (m³/h)	Autonomia (h)
Begur Intermig	2.000	138	14
Begur de Dalt	2.250	125	18
Casa de Camp	200	35	6
Sa Riera	250	7	37
Sa Punta	250	23	11
Farrarons	250	4	58
Son Rich	200	1	211
Fornells	250	21	12
Mas Prats	200	37	5
Sa Tuna	250	5	52

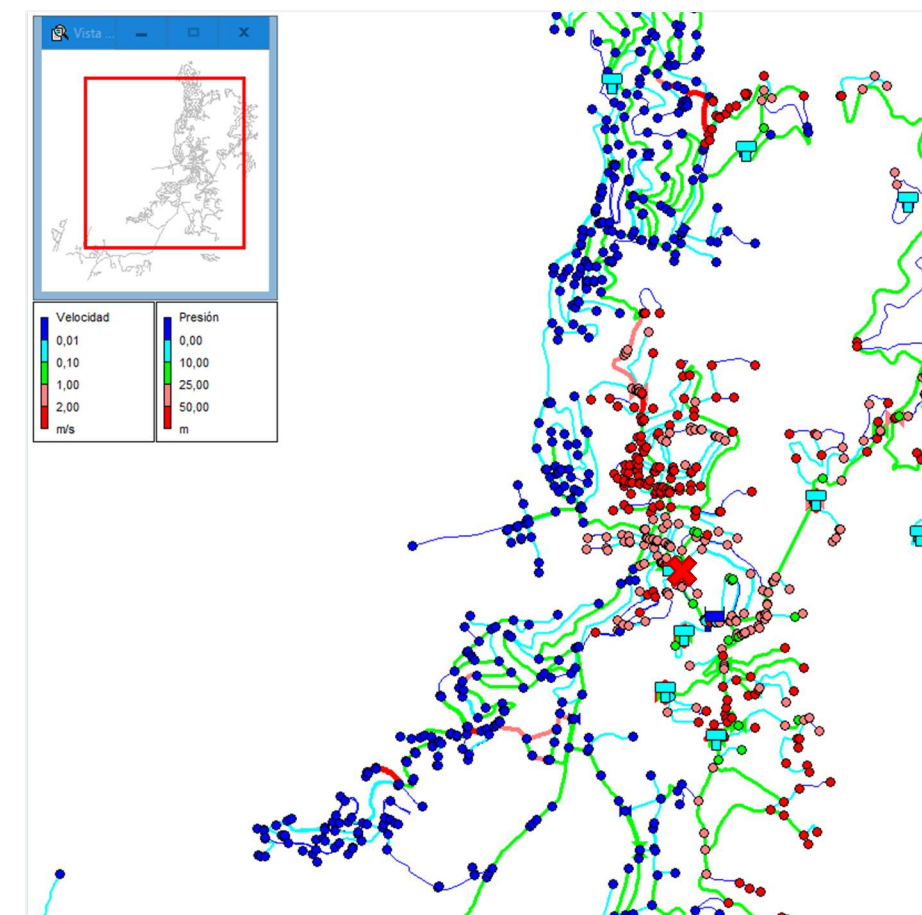
Taula 17. Autonomia dipòsits secundaris en cas de fallada de la xarxa arterial

En general, és recomanable que la població disposi d'una autonomia de 24 hores, per a poder autoprovisionar-se durant un dia complet en cas d'emergència per fallada, en els punts de producció o en la xarxa arterial d'ompliment dels dipòsits.

En aquest sentit, les zones més crítiques resulten Mas Prats i Casa de Camp, seguides de Sa Punta i Fornells. Els dipòsits Begur Intermig i Begur de Dalt, ofereixen una autonomia moderada-baixa en els respectius subsistemes.

Trencament de la conducció de sortida del dipòsit Begur de Dalt (fibrociment Ø 400 mm)

El subministrament a la zona residencial de Begur, a les urbanitzacions Cantallops, Esclanyà i Mas Mató, i als dipòsits Casa de Camp, Sa Riera i Sa Punta, es realitza des del dipòsit de Capçalera Begur Intermig. En cas de trencament d'aquesta conducció, aquesta zona es podria proveir temporalment, des del dipòsit Begur de Dalt, invertint el sentit de circulació de l'aigua de la conducció de fibrociment de 200 mm que connecta els dipòsits Begur Intermig i Begur de Dalt. L'autonomia del sistema quedaria condicionada al volum emmagatzemat a Begur de Dalt en el moment del trencament.



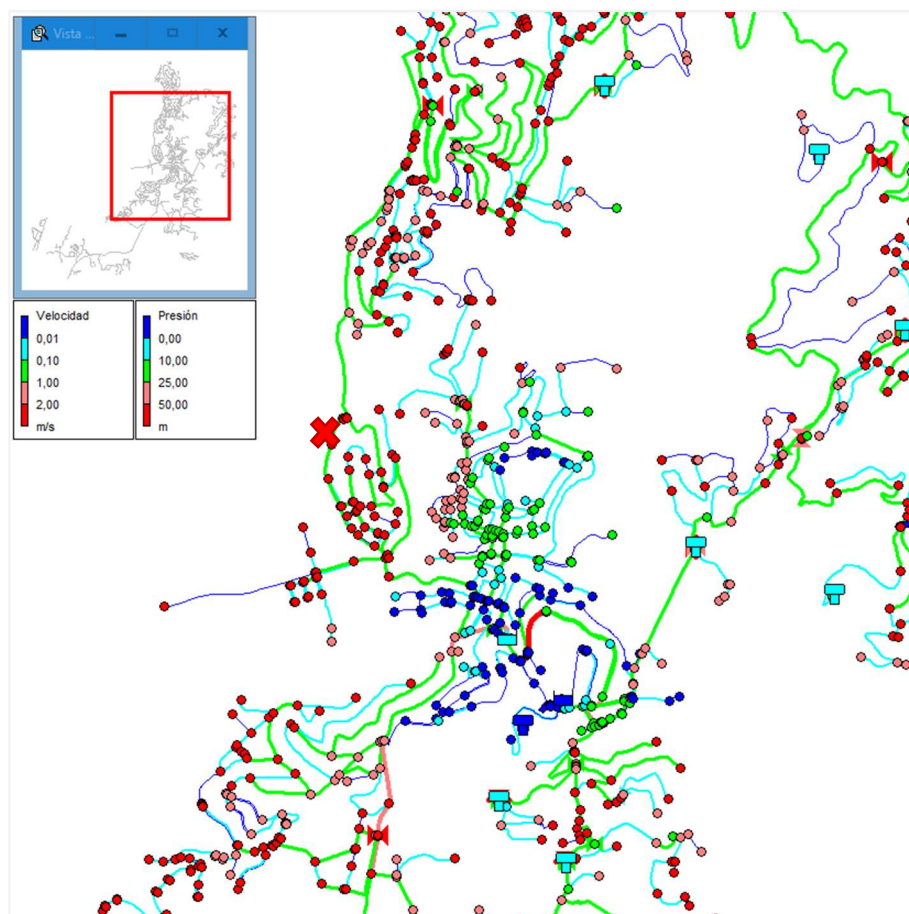
Imatge 59. Trencament de la canonada FCØ400 de sortida del dipòsit Begur Intermig

Trencament de la conducció 1 de sortida del dipòsit Begur de Dalt (fosa dúctil Ø 200 mm)

D'altra banda, s'ha analitzat el comportament de la xarxa davant una fallada de la conducció 1 de sortida del dipòsit Begur de Dalt, des d'on es proveeix al nucli urbà de Begur i al dipòsit Farrarons.

En aquest cas, és possible proveir, per gravetat, des de la segona conducció de sortida del dipòsit a part dels abonats, si bé les zones més altes de Begur i de Farrarons quedarien desproveïdes. Per a això,

seria necessari obrir les vàlvules tancades actualment per sectorització. Si bé, algunes conduccions podrien veure's afectades augmentant la velocitat de pas degut a la recirculació del flux.

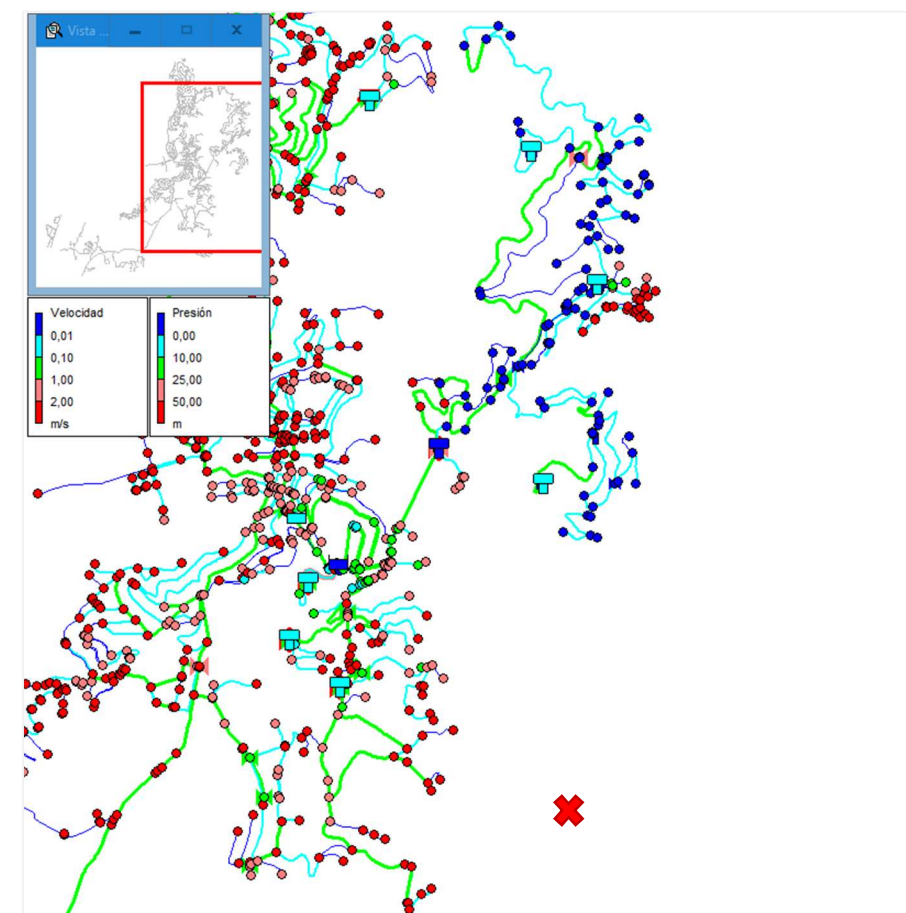


Imatge 60. Trencament de la canonada FDØ200 de sortida del dipòsit Begur de Dalt

Trencament de la conducció 2 de sortida del dipòsit Begur de Dalt (fibrociment Ø 200 mm)

De la mateixa manera, s'ha analitzat la fallada de la conducció 2 de sortida del dipòsit Begur de Dalt, que proveeix d'una banda a les urbanitzacions Ses Costes i Les Oliveres, i als dipòsits Son Rich i Fornells, i per una altra, a la urbanització Creu d'en Ralló i al dipòsit Mas Prats.

En aquest cas és possible proveir, des de Begur Intermig, a part de la zona sud (Ses Costes, Les Oliveres, Son Rich i Fornells), però no a tota la zona nord (Creu d'en Ralló, Mas Prats, Aiguafreda, La Borna i Sa Tuna).



Imatge 61. Trencament de la canonada FCØ200 de sortida del dipòsit Begur de Dalt

A causa del disseny ramificat de la xarxa arterial, també resulten crítiques altres conduccions arterials com el FCØ125 de proveïment als sectors Residencial Dalt, Residencial Baix i Esclanyà, Casa de Camp i Cantallops, o el FCØ150 de proveïment als sectors Creu d'en Ralló, Corall, Mas Prats, Aiguafreda, La Borna i Sa Tuna.

Són nombrosos els trencaments addicionals que es poden produir al llarg de la xarxa arterial i de distribució de Begur, però, en general, es pot afirmar que, desfent adequadament la sectorització existent, existeix la possibilitat de subministrament alternatiu sense pèrdues significatives de pressió. Si bé una recirculació de cabals podria afectar momentàniament la qualitat de l'aigua, degut als arrossegaments produïts després del canvi del sentit del flux.

6.5. SÍNTESI DEL DIAGNÒSTIC DE LA XARXA

Una vegada analitzada la xarxa i efectuades les simulacions oportunes en el model, es poden extreure les següents conclusions sobre el sistema de proveïment de Begur:

- La xarxa arterial i de distribució presenta una tipologia predominantment ramificada. Una xarxa ramificada suposa un problema des del punt de vista de la garantia de subministrament, ja que en cas de fallada d'alguna canonada alguns punts es quedarien sense subministrament, i des del punt de vista de la qualitat, en generar-se estancaments en els finals de xarxa.
- Encara existeixen trams en canonada de fibrociment. Aquest material, a més d'haver superat la seva vida útil o ser pròxim, no està recomanat, actualment, per al seu ús en xarxes de distribució d'aigua potable.
- Existeix un gran nombre de canonades amb un diàmetre inferior a 80 mm. Les canonades de petit calibre no sols poden resultar insuficients per a satisfer les demandes de cabals contra incendis recomanades, sinó que, en general, es tracta de calibres no utilitzats actualment, el que genera problemes en la reposició de peces.
- Respecte als nivells de pressió, es mantenen dins d'un rang de pressions adequat a causa de l'acció de les vàlvules hidràuliques instal·lades en la xarxa.
- No existeix possibilitat de proveïment des de la xarxa municipal als nuclis de Platja del Racó i Polígon Esclanyà, perquè aquests subsistemes es troben completament desconnectats. No obstant això, la interconnexió dels subsistemes no ofereix cap millora significativa en el sistema, i comporta més problemes tècnics i econòmics (capacitat insuficient de les conduccions després de l'augment del cabal trasbalsat, falta de pressió, canalització per parcel·les privades / altres municipis...), que avantatges. Pel que, es conclou, l'estat actual és l'òptim.
- Degut la diferència de cotes, no és possible proveir des del sistema Begur Intermig a la totalitat del sistema Begur de Dalt, però sí a les zones més baixes. Per contra, des del sistema Begur de Dalt es pot proveir al sistema Begur Intermig temporalment.
- En general, es pot afirmar que existeixen alternatives de connexió suficients que garanteixen el subministrament en cas de trencament de la xarxa de distribució, desfent part de la de la sectorització existent.
- El temps de permanència de l'aigua a la xarxa és apte, en general, la qual cosa garanteix la conservació de la qualitat de l'aigua. No obstant això, es recomana anul·lar zones on no existeixin abonats per a evitar que l'aigua circuli innecessàriament, realitzar tancaments de malla a les cues de xarxa per a evitar que l'aigua quedi estancada.
- La xarxa no compta amb analitzadors de qualitat multiparamètrics (clor lliure, pH, temperatura, terbolesa...).
- Segons les recomanacions, quant a protecció contra incendis serà necessari instal·lar 105 nous hidrants a la xarxa del municipi per a complir la distància mínima recomanada. No obstant això, per a garantir les condicions mínimes de cabal i pressió, és necessari ampliar el calibre de la xarxa, per la qual cosa la instal·lació d'hidrants haurà de dur-se a terme, juntament, amb la renovació de la xarxa de distribució.
- El rendiment global del sistema és aproximadament del 68%, es tracta d'un rendiment mig.

7. PROPOSTA DE MILLORES

A continuació, es presenten una sèrie de millores a efectuar en el sistema de proveïment de Begur, les quals deriven de l'anàlisi de l'estat actual del mateix en base a:

- ✓ Experiència i aportació de l'equip humà operador de la xarxa de Begur.
- ✓ Anàlisi de les característiques i elements de la xarxa existent.
- ✓ Anàlisi de l'històric de fugides detectades.
- ✓ Deficiències detectades de l'estudi en el model matemàtic per a la situació actual.
- ✓ Adaptació a les innovacions tecnològiques de gestió i eficiència hidràulica.

Les actuacions proposades estan encaminades a la millora del funcionament hidràulic, tant en condicions normals de subministrament, com enfront d'emergències, a l'augment del rendiment i de la qualitat del servei d'aigua potable, en definitiva, a l'increment de la garantia de subministrament.

Totes elles són necessàries per a aconseguir un funcionament adequat i una gestió òptima de l'explotació de les instal·lacions, tant per a la situació actual, com per a la futura.

A continuació, es resumeix en línies generals les actuacions proposades:

1. Actuacions de millora del funcionament hidràulic i de la garantia de subministrament

- 1.1 Modificació del traçat de les canonades existents sota parcel·la privada
- 1.2 Renovació de la xarxa arterial i de distribució

2. Actuacions de millora del rendiment i eficiència hidràulica

- 1.1 Renovació de xarxes amb alt índex d'avaries / fuites
- 1.2 Ampliació de la sectorització de la xarxa de proveïment d'aigua potable
- 1.3 Renovació de la vàlvula reguladora del sector Esclanyà – Casa Camp – Cantallops i instal·lació del sistema PEGASUS
- 1.4 Renovació de la vàlvula reguladora del sector De Dalt – Poble Begur i instal·lació del sistema PEGASUS

3. Actuacions de millora en les instal·lacions de producció i emmagatzematge

- 3.1 Reparació de les fissures dels dipòsits de Sa Riera i Sa Tuna
- 3.2 Substitució de la conducció de sortida del dipòsit Fornells
- 3.3 Incorporació d'una tercera bomba en el dipòsit Begur Intermig

4. Actuacions de millora enfront de condicions d'emergència

- 1.1 Instal·lació d'hidrants contra incendis
- 1.2 Instal·lació d'analitzadors de qualitat multiparamètrics

5. Actuacions de millora de l'eficiència energètica

- 5.1 Anul·lació dipòsit Casa de Camp
- 5.2 Anul·lació dipòsit i bombeig La Borna
- 5.3 Desconnexió d' Aigua Xelida de Palafrugell
- 5.4 Redistribució de cabals dels subsistemes Begur Intermig i Begur de Dalt

7.1. ACTUACIONS DE MILLORA DEL FUNCIONAMENT HIDRÀULIC I DE LA GARANTIA DE SUBMINISTRAMENT

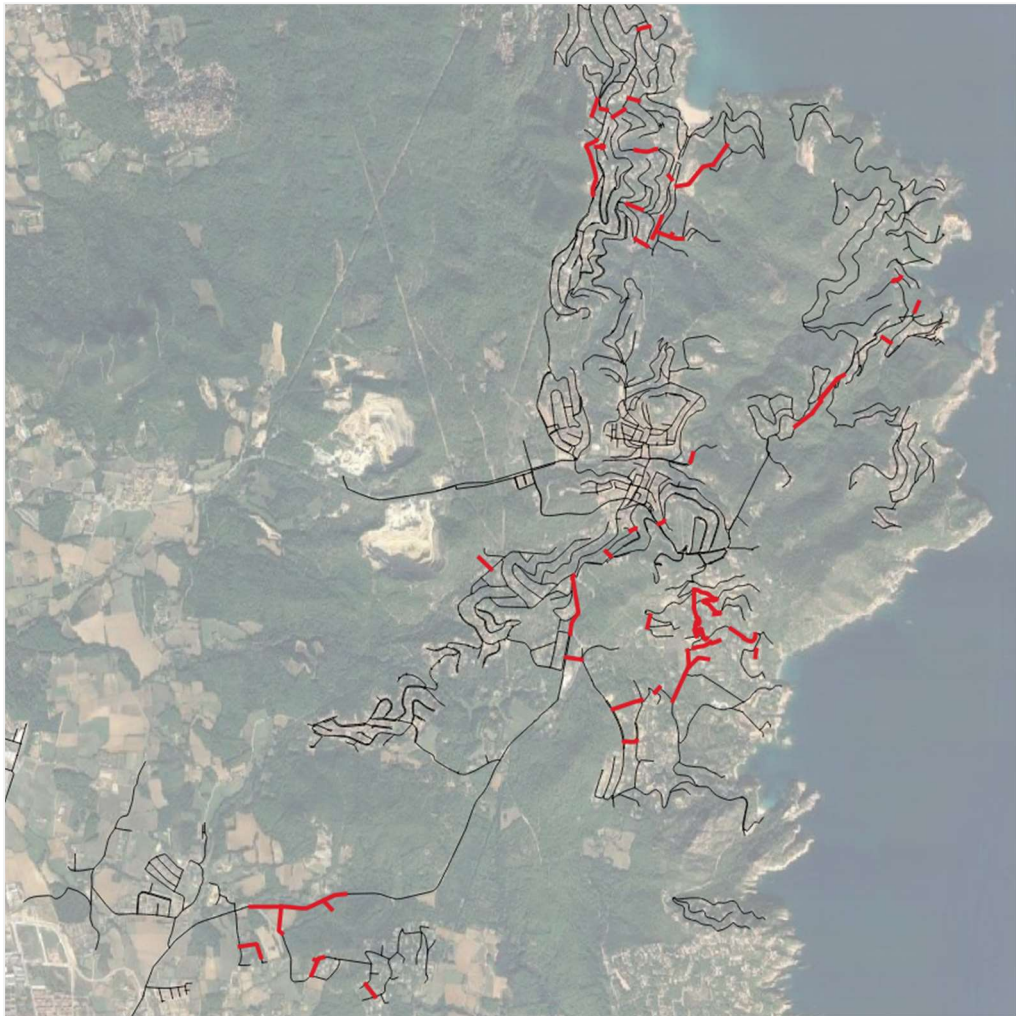
Modificació del traçat de les canonades existents sota parcel·la privada

Al llarg dels anys, s'ha produït el desenvolupament urbanístic de Begur, així com, el creixement de la seva xarxa d'aigua potable. No obstant això, el desfasament temporal i la descoordinació entre les obres d'edificació i les obres de canalització, té com a conseqüència que avui dia es puguin trobar, aproximadament, uns 7 km de canonades enterrades sota parcel·les privades, al llarg de tot el municipi. Davant una fuga, avaria o manteniment, és evident que la ubicació d'aquestes canonades comporta una sèrie de riscos i inconvenients, aquests són:

- L'accés de la brigada de reparació, al recinte privat, no és immediat com ho és en la via pública, i, en el cas de no ser-hi present el propietari, es retarda el temps d'actuació.
- En alguns dels casos les canonades poden discórrer sota zones inaccessibles, com habitatges o piscines, sent impossible realitzar una reparació, la qual cosa suposa la pèrdua constant d'aigua en cas d'haver-hi una petita fuga, malbaratant així aquest recurs natural.

- En cas de tractar-se d'una fuga de major entitat, és probable que tingui lloc el tall de subministrament als abonats, disminuint, per tant, la garantia de subministrament i la qualitat del servei.
- Finalment, la disposició d'aquestes canonades pot promoure el frau en el servei d'aigua potable en trobar-se tota la infraestructura de mesurament (comptadors) a l'interior de propietats privades.

A fi de solucionar aquesta problemàtica, es proposa l'abandonament de les canonades que actualment recorren sota parcel·la privada i conseqüentment, la canalització en sòl municipal de les canonades i escomeses corresponents als habitatges afectats. En la següent imatge es mostren els trams afectats:



Imatge 62. Traçat de les canonades que recorren sota parcel·la privada

A continuació, es mostra un llistat amb la ubicació dels trams que recorren sota parcel·la privada i les característiques de la xarxa projectada:

EXISTENT	PROJECTADA			
	UBICACIÓ	MATERIAL I DN	METRES	ESCOMESES VÀLVULES
	C/ Assutzena, Petúnies, Oliveres i Ctra. Fornells	FDØ150	1285	15 6
	C/ Bany de la Sultana	FDØ150	738	0 0
	C/ Castellet i Ctra. Fornells	FDØ150	139	2 2
	C/ Catalònia	FDØ150	140	1 1
	C/ Coma	PEØ90	695	1 1
	C/ d'es Sot	FDØ150	112	0 0
	C/ Emili Silvestre i Pere Pella	FDØ150	91	0 0
	C/ Es Castellet	FDØ150	513	0 1
	C/ Gavines	PEØ75	918	2 1
	C/ Jose Neras	PEØ75	322	1 1
	C/ Juli Garreta, Torradors i Ctra. Platja del Racó	PEØ90	303	0 2
	C/ Lilars	PEØ75	134	1 1
	C/ Port d'es Pi	FDØ150	255	0 0
	C/ Puig dels Ocells	PEØ75	75	0 0
	C/ Punta Ventosa	FDØ150	186	0 0
	C/ Ramon Llull	PEØ75	71	0 0
	C/ Ses Vinyes	PEØ75	939	2 1
	C/ Suro	PEØ75	99	1 0
	C/ Zuloaga	PEØ90	159	0 1
	Ctra. Esclanya	FDØ150	85	0 1
	Ctra. Esclanya	FDØ150	104	0 0
	Ctra. Sa Riera	PEØ90	18	2 2
	Ctra. Sa Tuna	FDØ150	175	0 4
	Ctra. Platja del Racó	PEØ90	76	2 1

Taula 18. Característiques de les canonades que recorren sota parcel·la privada

Amb les actuacions proposades, no sols augmentarà la garantia de subministrament, sinó que a més quedaran renovats trams de canonades de materials obsolets

Renovació de la xarxa arterial i de distribució

A fi de mantenir la xarxa en bon estat de conservació, es proposa la renovació progressiva de la xarxa de distribució per conduccions de fosa dúctil i polietilè amb els calibres necessaris per a satisfer, els consums actuals i futurs.

Sempre que sigui possible, es durà a terme l'emmallat de la xarxa, ja que la probabilitat de desproveïment dels abonats és menor a conseqüència de trencaments en la xarxa de distribució i, a

més, es millora la qualitat de l'aigua, ja que aquesta no romandrà estancada en punts terminals en afavorir la recirculació de l'aigua i reduir el temps de permanència de l'aigua en la xarxa. Així mateix, es modificarà el traçat d'aquelles conduccions que circulin per parcel·la privada, tal com s'ha descrit en l'apartat anterior.

En general, amb la renovació de la xarxa, es proposa substituir les escomeses, les vàlvules de seccionament, les ventoses, desguassos i altres elements d'operació que es detectin en mal estat. Igualment, es proposa la renovació dels hidrants contra incendis existents i a més la instal·lació d'aquells necessaris per a complir amb les recomanacions de l'actual normativa.

Donada la longitud de xarxa a renovar, es recomana seguir l'ordre fixat en el Pla de Gestió d'Actius elaborat, al gener del 2020, per Aigües de Catalunya SA, on s'estableix un ordre de prioritat de renovació sobre la base de criteris tècnics, econòmics i sanitaris.

7.2. ACTUACIONS DE MILLORA DEL RENDIMENT I EFICIÈNCIA HIDRÀULICA

Renovació de xarxes amb alt índex d'avaries / fuites

La xarxa d'aigua potable del carrer Enric Granados és una de les més conflictives del municipi de Begur per dues raons.

D'una banda, el material utilitzat no és adequat per a aquesta mena de xarxes de proveïment, on les pressions de subministrament poden arribar als 100 mca, fet que provoca nombroses avaries al llarg de l'any. En els últims cinc anys s'han produït 12 avaries en tot just 250 metres (48 fuites/km).

D'altra banda, la xarxa de proveïment es troba majoritàriament sota conduccions de gas i línies elèctriques, estant les tres xarxes molt pròximes entre si, incomplint el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (ITC-BT-07).

Es tracta d'una instal·lació, clarament, mal executada que posa en risc tant les tres xarxes, com, la seguretat dels treballadors cada vegada que han d'obrir el terreny per a accedir a elles i manipular-les.

Per això, es proposa la canalització d'aproximadament 300 metres de canonada de polietilè de 90 mm de diàmetre i PN16, la instal·lació de 2 vàlvules de tall i l'execució de 16 escomeses.



Imatge 63. Renovació xarxa aigua potable Enric Granados

La xarxa d'aigua potable de Les Arenes, carrers Tramuntana i Regencós de Begur, és una altra de les quals major ràtio de fuites per km presenta (66 fuites/km). Novament, el material utilitzat no és adequat per a aquesta mena de xarxes de proveïment, a més, es troba enterrada a una profunditat de fins a 2,5 m, i, en moltes ocasions, discorre sota parcel·les privades. Aquests fets dificulten les labors de manteniment i reparació en cas de fallada. Així mateix, els trencaments han provocat en nombroses ocasions filtracions a l'interior dels habitatges dels veïns i en els garatges pròxims.



Imatge 64. Renovació xarxa aigua potable Les Arenes

Per aquest motiu, es proposa la canalització d'aproximadament 455 metres de canonada de polietilè de 90 mm de diàmetre i PN16, la instal·lació de 6 vàlvules de tall, 1 hidrant i l'execució de 104 escomeses.

La xarxa del sector Mas Mató és una de les més antigues del sistema de proveïment. Està formada, majoritàriament, per conduccions de fibrociment de 50 mm de diàmetre, material que, a més d'haver superat la seva vida útil, no està recomanat, en l'actualitat, per al seu ús en xarxes de distribució d'aigua potable, ni és capaç de suportar les pressions elevades ni els canvis bruscos de pressió als quals es veu sotmesa la xarxa.

A causa de l'alt nombre d'avaries sofertes en els últims mesos, s'ha optat, provisionalment, per reduir, al mínim, la pressió de subministrament mitjançant l'acció d'una vàlvula reguladora, la qual cosa ha desencadenat les queixes dels veïns del sector que reclamen major pressió en els seus habitatges.

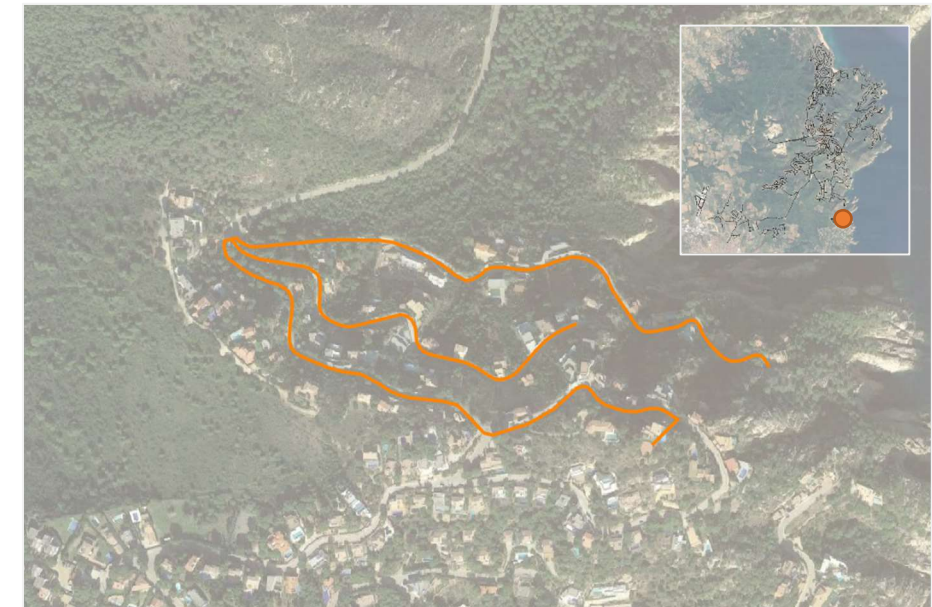
Per això, es proposa la canalització d'aproximadament 2.214 metres de canonada de fosa dúctil i polietilè de 150 i 90 mm de diàmetre respectivament, i PN16, la instal·lació de 5 vàlvules de tall, 1 hidrant i l'execució de 44 escomeses.



Imatge 65. Renovació xarxa aigua potable Mas Mató

Finalment, i en aquesta línia d'actuació, es troba la xarxa de proveïment d'aigua potable del sector Aigua Xelida amb una ràtio de 33 fuites/km. Només en l'últim any, al carrer Punta d'es Mut, s'han detectat 23 avaries en aproximadament 650 metres.

Per aquest motiu, es proposa la canalització d'aproximadament 650 metres de canonada de polietilè de 90 mm de diàmetre i PN16, la instal·lació de 6 vàlvules de tall i l'execució de 66 escomeses.



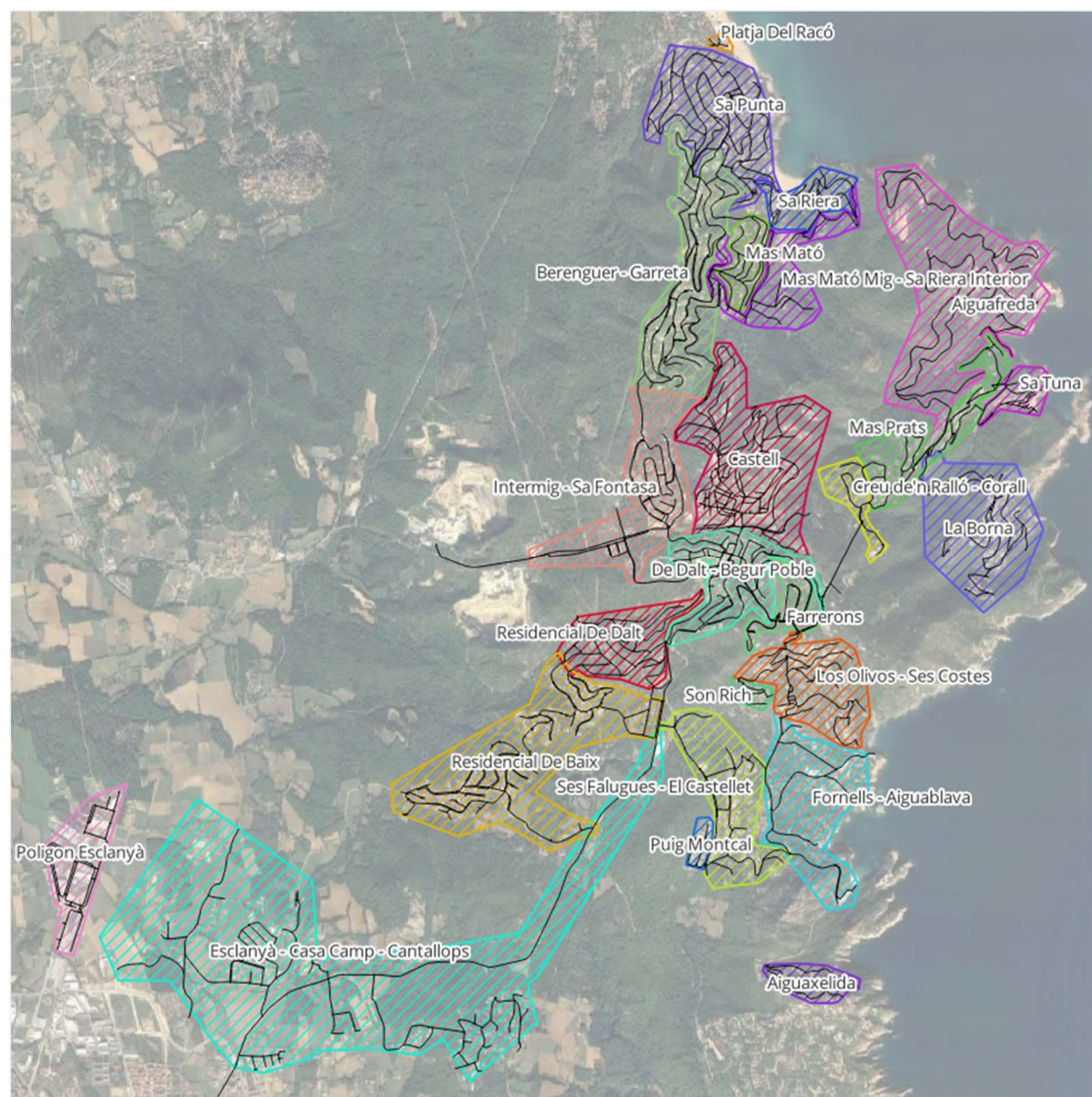
Imatge 66. Renovació xarxa aigua potable Aigua Xelida

Ampliació de la sectorització de la xarxa de proveïment d'aigua potable

Aigües de Catalunya SA, com a empresa gestora del servei de proveïment d'aigua potable, ha sectoritzat la xarxa amb l'objectiu d'implementar mètodes que agilitzin la cerca de fuites i optimitzin la gestió del sistema, buscant un augment del rendiment d'aquest. Actualment, la xarxa es troba subdividida en 23 sectors. Tots els sectors es troben equipats amb registradors de cabal i pressió.

Una de les claus d'èxit en la configuració dels sectors és reduir la superfície de cerca de fuites, a fi de disminuir el temps de detecció de les mateixes, reduint així la conseqüent pèrdua d'aigua que té lloc fins a la seva reparació i, amb això, contribuir a l'augment del rendiment. Per aquest motiu, i a fi de maximitzar els avantatges d'aquest mètode, es proposa subdividir els sectors De Dalt – Poble Begur, i Intermig – Sa Fontasa, ja que compten amb una major ràtio de superfície per km de xarxa.

D'aquesta manera, la sectorització projectada passa a estar composta per 25 sectors hidràulics, tal com es mostra en la següent imatge:



Imatge 67. Sectorització projectada

Les actuacions derivades de la reconfiguració de la sectorització existent es detallen a continuació:

- Subdivisió del sector INTERMIG – SA FONTASA en els sectors INTERMIG – SA FONTASA i BERENGUER- GARRETA.
- Instal·lació comptador sectorial tipus Woltman classe C DN150 (dotat registrador de cabal i pressió tipus Multilog) sobre la conducció FCØ200 del carrer Juli Garreta.
- Subdivisió del sector DE DALT – BEGUR POBLE en els sectors DE DALT – BEGUR POBLE i CASTELL.

- Instal·lació comptador sectorial tipus Woltman classe C DN150 (dotat registrador de cabal i pressió tipus Multilog) sobre la conducció FDØ200 del carrer Creu.
- Execució de respectives arquetes per a registre de comptador, de dimensions mínimes 120x60 cm.

Renovació de la vàlvula reguladora del sector Esclanyà – Casa Camp – Cantallops i instal·lació del sistema PEGASUS

Actualment, una de les vàlvules reguladores de pressió instal·lades sobre la canonada de fibrociment de 125 mm de diàmetre que discorre pel carrer Esclanyà i proveeix als sectors Esclanyà – Casa Camp – Cantallops es troba fora de servei. Al llarg de la conducció es produeix un desnivell d'aproximadament 100 msnm, per la qual cosa resulta indispensable una correcta regulació de les pressions.

És per això, que es proposa reemplaçar la vàlvula existent per una nova vàlvula reguladora de pressió de 5", i instal·lar un equip, tipus Pegasus, que permeti el monitoratge i regulació de la pressió de sortida en aquest punt.

El sistema Pegasus permet l'ajustament gradual de la pressió per franges horàries, o en funció de la demanda, actuant sense necessitat d'energia elèctrica, sobre les vàlvules reductores de pressió. La gestió avançada o intel·ligent de la pressió en les xarxes d'aigua disminueix de forma considerada l'aparició de trencaments i el volum de pèrdues d'aigua. Tanmateix, està demostrat que evitar les fluctuacions de pressió prolonga la vida útil de les infraestructures.

Renovació de la vàlvula reguladora del sector De Dalt – Poble Begur i instal·lació del sistema PEGASUS

Des del dipòsit Begur de Dalt es proveeix pel carrer Camp al nucli urbà de Begur, mitjançant una conducció de fibrociment de 200 mm de diàmetre dotada amb una vàlvula reguladora de pressió.

Aquesta vàlvula, a més d'estar descatalogada, no permet la regulació per trams horaris, per la qual cosa la pressió de sortida és fixa, independentment que el consum sigui diferent, en totes les hores del dia, per la qual cosa durant les hores de menor consum la pressió aigües avall incrementa donant lloc a avaries en la xarxa de distribució, ja que, en alguns casos, no està preparada per a aguantar pressions de treball superiors a 10 atm.

Per aquest motiu, es proposa reemplaçar la vàlvula existent per una nova vàlvula reguladora de pressió de 6", i instal·lar un equip, tipus Pegasus (descriu anteriorment), que permeti el monitoratge i regulació de la pressió de sortida en aquest punt.

7.3. ACTUACIONS DE MILLORA EN LES INSTAL·LACIONS DE PRODUCCIÓ I EMMAGATZEMATGE

Reparació de les fissures dels Dipòsits de Sa Riera i Sa Tuna

Les instal·lacions de producció i emmagatzematge d'aigua potable de Begur es troben en condicions òptimes per al funcionament, complint la normativa vigent actual quant a l'aigua per al consum humà.

Aprofitant el buidatge dels dipòsits per a feines de manteniment, neteja i desinfecció, ha estat possible realitzar una anàlisi de l'estat general actual dels dipòsits. Per tal de completar el condicionament general dels punts de producció més antics es proposa dur a terme una sèrie de mesures correctores.

Els Dipòsits de Sa Riera i Sa Tuna presenten pèrdues d'aigua donada la presència de fissures en les parets dels vasos. És necessari dur a terme un sanejament dels gots dels dipòsits, evitant així la pèrdua constant d'aigua potable. Per a això es proposen les següents accions:

- Sanejament de les zones deteriorades que presentin fissures mitjançant picat manual.
- Neteja de les superfícies sanejades mitjançant raigs de sorra de sílice, en primer lloc, i aire a pressió net i sec, en segon.
- Segellat de les fissures mitjançant resina epoxi.
- Recobriments de les parets amb membrana impermeabilitzant de poliuretà d'aplicació líquida, tipus Sikalastic o similar.

Substitució de la conducció de sortida del dipòsit Fornells

Seguint aquesta línia d'actuació, es proposa la substitució de la conducció de sortida del dipòsit Fornells. Es tracta d'una canonada de fibrociment de 200 mm de diàmetre i aproximadament 100 m de longitud que discorre per parcel·la privada.

També es contempla la renovació de la valvuleria i altres peces existents.

Incorporació d'una tercera bomba en el dipòsit Begur Intermig

Tal com s'ha descrit anteriorment, el dipòsit Begur Intermig presenta dues sortides. En primer lloc, mitjançant un bombament, s'impulsa aigua fins al dipòsit Begur de Dalt, a través d'una conducció de fibrociment de 400 mm de diàmetre. En segon lloc, es proveeix per gravetat a través d'una conducció, d'idèntic material i diàmetre, a la zona residencial de Begur, a les urbanitzacions Cantallops, Esclanyà i Mas Mató, i als dipòsits Casa de Camp, Sa Riera i Sa Punta.

El grup d'impulsió al dipòsit Begur de Dalt compta, actualment, amb dues bombes, que treballen conjuntament en funció de la demanda requerida, no existint una bomba de reserva que garanteixi el subministrament en cas de fallada d'algun dels dos equips existents.

Per això es proposa la instal·lació de nova electrobomba submergible amb punt de funcionament $Q = 210 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 55 \text{ mca}$ i $P = 45 \text{ kW}$.

7.4. ACTUACIONS DE MILLORA DAVANT CONDICIONS D'EMERGÈNCIA

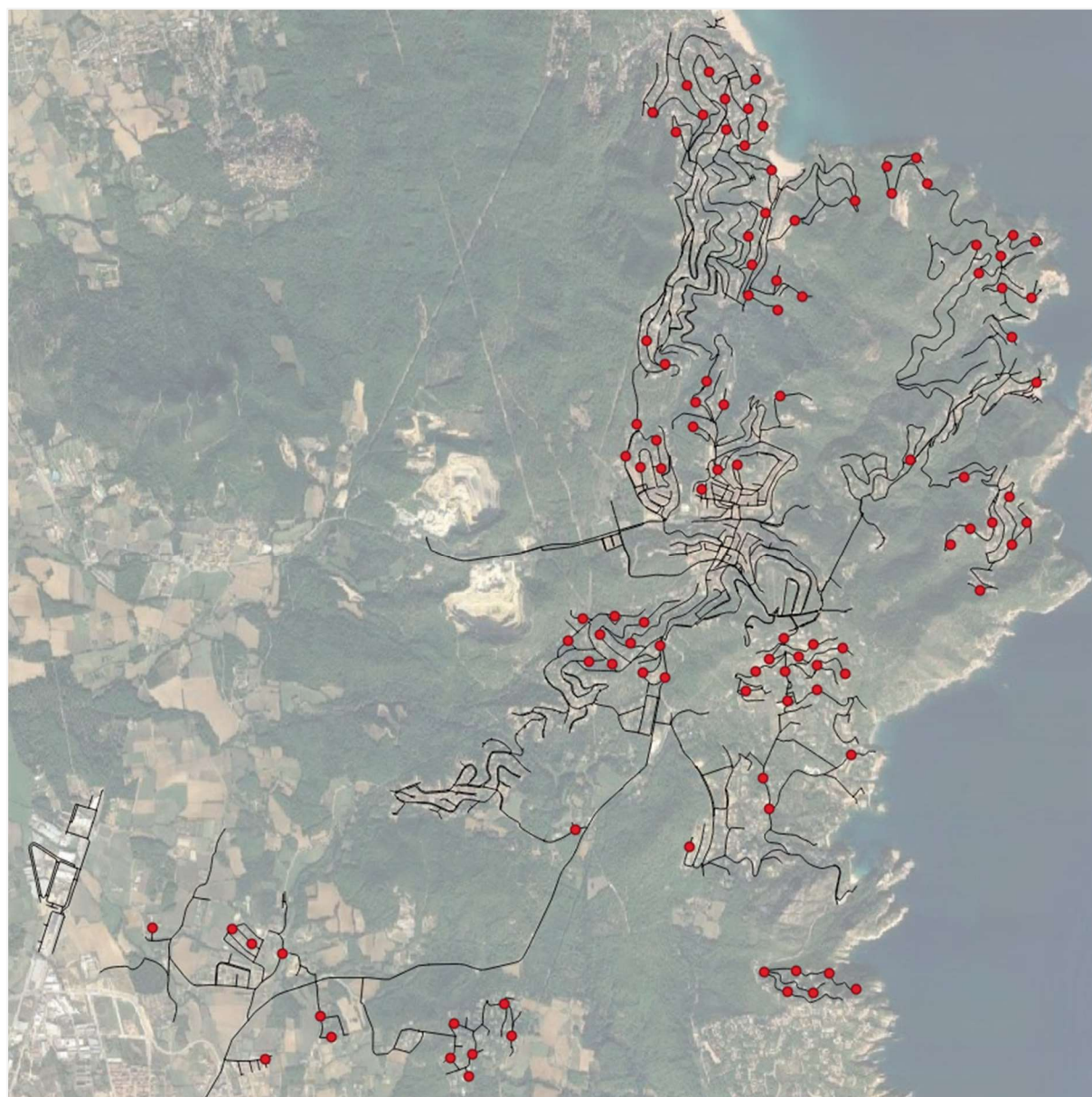
Instal·lació d'hidrants contra incendis

En compliment de la normativa relativa a ubicació i distància mínima entre hidrants, es proposa la instal·lació de 105 nous hidrants en la xarxa de proveïment de Begur.

No obstant això, per a garantir les condicions mínimes de cabal i pressió és necessari ampliar el calibre de la xarxa, per la qual cosa la instal·lació d'hidrants haurà de dur-se a terme juntament amb la renovació de la xarxa de distribució, per aquest motiu, en aquells casos en els quals la instal·lació d'hidrants estigui projectada sobre conduccions amb diàmetre nominal inferior a 80 mm haurà de dur-se a terme conjuntament la renovació i ampliació del calibre de la xarxa.

Els hidrants d'incendi projectats seran de tipus enterrat amb sortida DN100 i estaran instal·lats en arqueta amb tapa de fosa dúctil.

En la següent ortofoto s'ha representat la ubicació dels hidrants projectats:



Imatge 68. Ubicació dels hidrants contra incendis projectats a la xarxa

Instal·lació d'analitzadors de qualitat multiparamètrics

Per tal d'optimitzar el control de la qualitat de l'aigua del sistema de proveïment de Begur, es proposa la instal·lació d'una estació multiparamètrica.

L'estació proposada disposa d'un analitzador que permet connectar diverses sondes segons els diferents paràmetres de qualitat que es desitgi analitzar, aquests paràmetres són: temperatura, clor lliure, pH/ORP, clor combinat, clor residual, terbolesa, conductivitat, ozó dissolt, oxigen dissolt, fluorurs, peròxid d'hidrogen, diòxid de clor i àcid peracètic.

Els resultats dels equips que es proposen, s'han pogut contrastar en proveïments similars, gestionats per l'empresa.

Per a definir la ubicació del sistema de monitoratge multiparamètric s'ha triat l'oficina d'Aigües de Catalunya SA, a l'Avinguda Onze de Setembre, per disposar de la presa elèctrica necessària i ser una ubicació idònia per al seu posterior manteniment. La seva integració en el SCADA permetrà la lectura, en continu, de tots els paràmetres en temps real.

Adicionalment, els mesuraments es podran visualitzar en el visor que s'instal·larà a l'Ajuntament de Begur a fi que els tècnics municipals tinguin coneixement, en temps real, de l'estat de qualitat de la xarxa d'aigua potable.

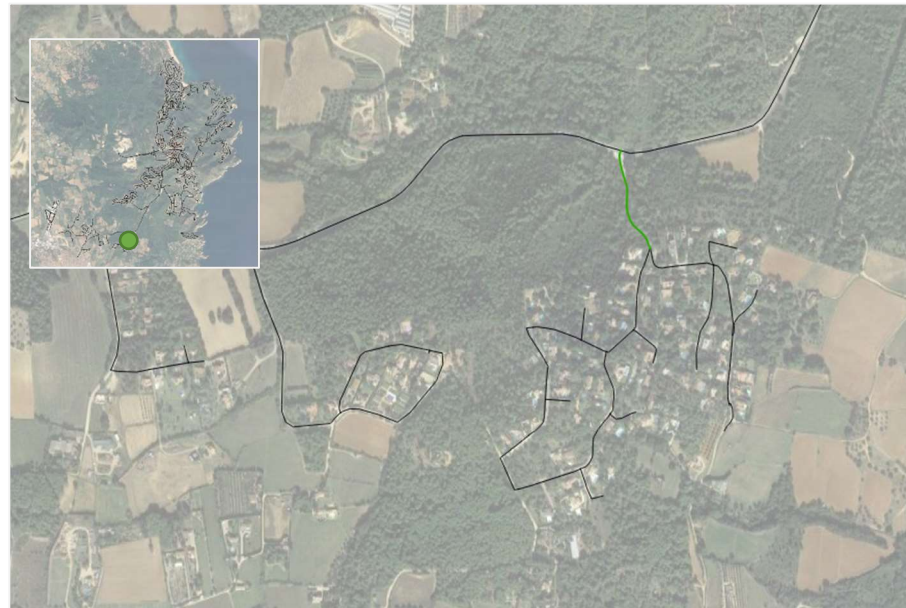
7.5. ACTUACIONS DE MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Anul·lació Dipòsit Casa de Camp

Actualment, el subministrament al nucli urbà de Casa de Camp es realitza per gravetat des del dipòsit de distribució d'idèntic nom. No obstant això, és possible proveir a la zona directament des de la xarxa arterial que alimenta a la zona sud-oest.

Per a això, serà necessari dur a terme les següents actuacions:

- Anul·lació del dipòsit Casa de Camp i de la conducció de fibrociment de 80 mm de diàmetre que discorre pel *Camí Ses Vinyes*.
- Canalització en rasa d'aproximadament 200 m de canonada de fosa dúctil de 125 mm de diàmetre pel carrer *Pablo Picasso*.
- Entroncament de la nova connexió amb la canonada de polietilè de 160 mm de diàmetre a la carretera *Esclanyà* i amb la canonada de fibrociment de 80 mm de diàmetre al carrer *Miquel Àngel*.



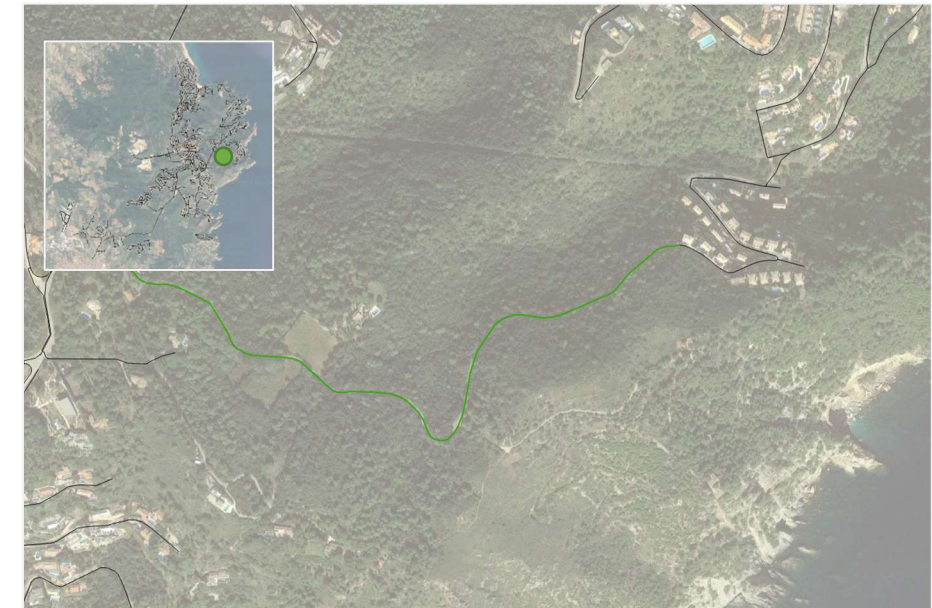
Imatge 69. Conducció projectada per a l'anul·lació del dipòsit Casa de Camp

Anul·lació dipòsit i bombament La Borna

En aquesta línia d'actuació, per a proveir al nucli de La Borna és necessari bombar part del cabal al dipòsit de cua d'idèntic nom. No obstant això, és possible proveir al sector, directament, des de la xarxa arterial que surt del dipòsit Begur de Dalt i alimenta a la zona est, sense necessitat de bombar ni circular prèviament pels sectors Creu d'en Ralló, Corall i Mas Prats.

Per a això, serà necessari dur a terme les següents actuacions:

- Anul·lació del bombament i del dipòsit La Borna emplaçats al carrer *Rec de Sa Tuna*.
- Canalització en rasa d'aproximadament 1.100 m de canonada de fosa dúctil de 125 mm de diàmetre pel carrer *Camí del Semàfor*.
- Entroncament de la nova connexió amb la canonada de fibrociment de 150 mm de diàmetre al carrer *Font de la Salut* i a la canonada de fosa dúctil de 80 mm de diàmetre del carrer *Ses Falguerines*.



Imatge 70. Conducció projectada per a l'anul·lació del bombament i del dipòsit La Borna

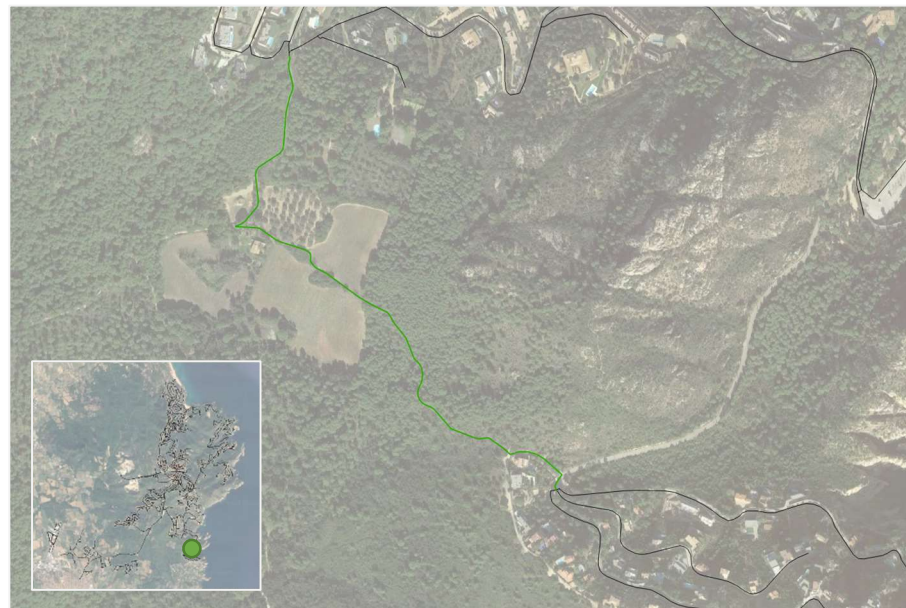
Desconnexió d'Aigua Xelida de Palafrugell

Segons s'ha exposat al llarg del document, no existeix possibilitat de proveir al sector Aigua Xelida des de la xarxa municipal d'aigua potable de Begur, ja que es troba desconnectat. En l'actualitat, el seu subministrament es realitza des del municipi de Palafrugell.

No obstant això, a diferència dels sectors *Polígon Esclanyà i Platja del Racó*, existeix una alternativa de subministrament que possibilitaria el proveïment des de la xarxa municipal.

Per a això, serà necessari dur a terme les següents actuacions:

- Anul·lació del Dipòsit Aigua Xelida emplaçat al carrer *Cova del Bisbe*.
- Canalització en rasa d'aproximadament 943 m de canonada de fosa dúctil, de 125 mm de diàmetre, per *l'avinguda Puig Montcal*.
- Entroncament de la nova connexió amb la canonada de fosa dúctil de 200 mm de diàmetre de *l'avinguda Puig Montcal* de Begur amb la canonada de polietilè de 90 mm de diàmetre del carrer *Punta d'Es Mut d'Aigua Xelida*.



Imatge 71. Conducció projectada per a la desconexió d'Aigua Xelida de Palafrugell

Redistribució de cabals dels sistemes Begur Intermig i Begur de Dalt

Tal com s'ha descrit anteriorment, des de la instal·lació Begur Nou es bomba l'aigua fins al dipòsit de capçalera de Begur, Begur Intermig. Des d'una de les dues sortides que presenta el dipòsit, es bomba novament al dipòsit Begur de Dalt. Des d'aquest punt, l'aigua és conduïda fins als nuclis de: Farrarons, Les Oliveres, Ses Costes, Fornells, Aiguablava, Creu d'en Ralló, Corall, Mas Prats, Aiguafreda, La Borna i Sa Tuna.

Atenent diferents estrats, és possible proveir als nuclis de Fornells, Aiguablava, Mas Prats, Aiguafreda, La Borna i Sa Tuna, directament des del dipòsit Begur Intermig, sense necessitat de bombar tot el cabal requerit fins al dipòsit Begur de Dalt.

Per a això, serà necessari dur a terme les següents actuacions:

- Anul·lació de la conducció de fibrociment de 150 mm de diàmetre que discorre pel *Carrer dels Oliveretes* (alimentació existent dipòsit Fornells).
- Canalització en rasa d'aproximadament 325 m de canonada de fosa dúctil de 125 mm de diàmetre pel carrer *Fornells*.
- Entroncament de la nova connexió amb la canonada de fibrociment de 125 mm de diàmetre del carrer *Castellet* i amb el dipòsit Fornells.

- Anul·lació de la conducció de fibrociment de 125 mm de diàmetre que discorre pel carrer *Creu d'en Ralló* (alimentació existent dipòsit Mas Prats).
- Canalització en rasa d'aproximadament 2.417 m de canonada de fosa dúctil de 125 mm de diàmetre per la carretera de *Circumval·lació*.
- Entroncament de la nova connexió amb la canonada de fosa dúctil de 200 mm de diàmetre de *Passeig de Sa Miranda* i amb el dipòsit Mas Prats.



Imatge 72. Conduccions projectades per a la redistribució dels sistemes Begur Intermig i Begur de Dalt

8. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ FUTURA DEL PROVEÏMENT

A continuació, es realitza una breu anàlisi basada en el model proposat, a llarg termini, del sistema de proveïment d'aigua potable de Begur, en el qual s'estudiarà la capacitat de producció i l'evolució de les velocitats, cabals i pressions en el sistema de proveïment. En aquesta anàlisi s'han considerat implementades les millores proposades anteriorment, així com desenvolupades i consolidades les unitats urbanístiques previstes.

Les anàlisis han estat efectuades en condicions normals de subministrament, per al dia de màxim consum i a l'hora de màxima demanda, sent el cabal punta de 601 m³/h.

8.1. ANÀLISI DE LA VIABILITAT DEL SUMINISTRAMENT

Tal i com s'ha descrit en apartats anteriors, el municipi de Begur s'abasteix mitjançant la compra d'aigua en alta procedent de l'ETAP de Torrent. El subministrament de l'aigua es realitza per gravetat des del dipòsit de Quermany fins la instal·lació de Begur Nou, des d'on es bombeja l'aigua fins al dipòsit Begur Intermig. L'estació de bombeig Begur Nou, està dissenyada per impulsar un cabal màxim de 380 m³/h, aproximadament, és a dir, 9.120 m³/dia.

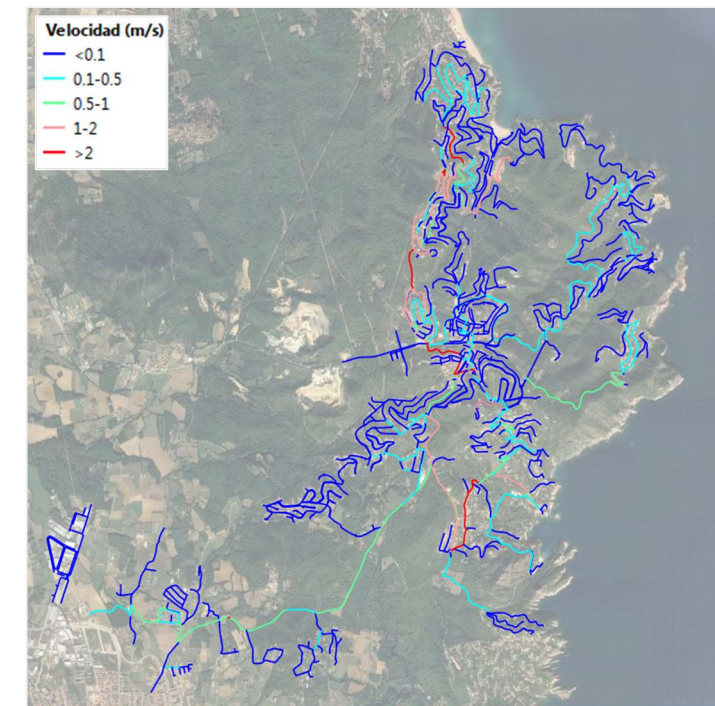
Si bé el cabal contemplat en el model a llarg termini és de 10.531 m³/dia, s'ha detectat una tendència creixent del consum diari a conseqüència del fort increment de turisme en el municipi. Segons l'històric de dades registrades l'any 2022 el cabal mitjà en època estival va arribar a valors al voltant de 9.000 m³/dia.

Aquesta situació, posa de manifest la necessitat d'implementar mesures que garanteixin la capacitat de subministrament a causa de l'augment de la demanda, conseqüència més enllà del desenvolupament previst en el POUM de Begur, com per exemple: instal·lar una quarta bomba (3+1), per la qual cosa resulta necessari ampliar l'estació de bombeig existent o dotar al sistema d'un nou grup de bombeig i una adducció que transcorri paral·lelament a l'existent, aquesta actuació a més, incrementaria la garantia de subministrament en cas de fallada del sistema de bombeig actual.

8.2. ANÀLISI DEL COMPORTAMENT DE LA XARXA

Anàlisi de velocitats de circulació de l'aigua en la xarxa

A continuació, es mostra una imatge on es poden observar les velocitats de circulació de l'aigua en la xarxa de distribució en l'estat futur:



Imatge 73. Mapa de velocitats de la xarxa de distribució estat futur

S'observa com la velocitat de circulació de l'aigua és inferior a 1 m/s, en la majoria de les conduccions, per la qual cosa aquestes se situen dins d'un rang adequat, per a la situació a llarg termini, fins i tot en hora punta de consum, malgrat l'increment de la demanda, a causa de l'ampliació i regularització dels calibres de la xarxa arterial i de distribució.

No obstant això, es detecten diverses conduccions la velocitat de circulació de l'aigua de les quals sobrepasa els 2 m/s per a l'hora punta del dia de màxim consum, cal destacar les següents:

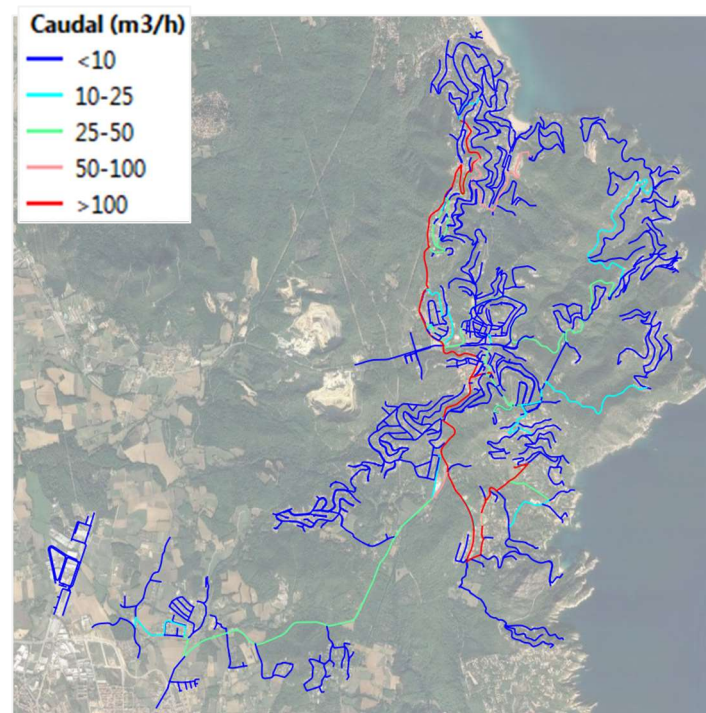
- Canonada FCØ250 sortida dipòsit Begur Intermig. Després de la redistribució de cabals dels subsistemes Begur Intermig i Begur de Dalt, la conducció de sortida del dipòsit no és capaç de fer front al volum trasbalsat, ni per a la demanda actual, ni per a la futura.

- Canonada FCØ100 carrer *Es Castellet*. Per a proveir al dipòsit Fornells des del sector Ses Falugues El Castellet existeix una única conducció el calibre de la qual varia entre els 75 i 125 mm de diàmetre, que resulta ser un coll d'ampolla.
- Canonada FCØ200 carrer Ramon Berenguer I. La conducció aconsegueix valors lleugerament superiors en les hores punta de consum, per a l'escenari a llarg termini, si bé és capaç de fer front a la demanda mitjana futura.

Per aquest motiu, caldria considerar ampliar el calibre de la xarxa arterial existent en cada cas.

Anàlisi de cabals

D'altra banda, de l'estudi de cabals es desprèn com la xarxa arterial, tant l'existent com la projectada, és la que transporta la major quantitat d'aigua per a l'escenari proposat. A continuació, es mostra una imatge on es poden observar els cabals en la xarxa distribució en l'estat futur:



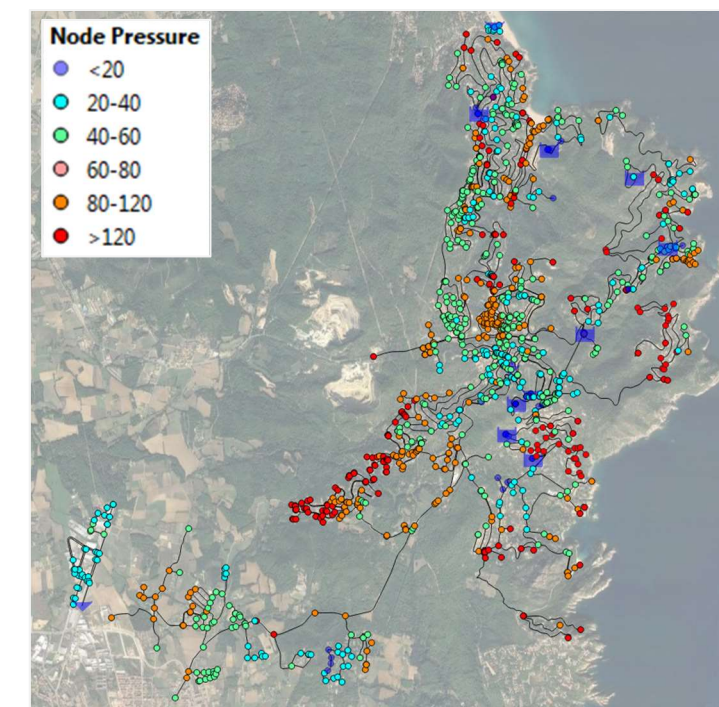
Imatge 74. Mapa de cabals de la xarxa de distribució estat futur

Així mateix, com era previsible, es pot observar com el cabal trasbalsat per la xarxa arterial és major per a la situació futura que per a la situació actual després de l'augment del nombre d'abonats i la connexió del sector Aigua Xelida.

De la mateixa manera, el volum trasbalsat per la xarxa arterial del subsistema Begur Intermig és major en la situació futura que en l'actual, a causa de la redistribució de cabals plantejada.

Estudi de pressions

A continuació, es mostra el mapa de pressions en la xarxa en l'estat futur:



Imatge 75. Mapa de pressions de la xarxa de distribució estat futur

En general, es pot afirmar que les noves demandes no presenten problemes de pressió aparents per a l'escenari simulat.

No obstant això, el nivell de pressions per a la xarxa de distribució, en la situació futura, augmenta lleugerament respecte de la situació inicial. Per aquest motiu, les noves connexions precisen de nous punts de regulació de pressió.

8.3. CONCLUSIONS

De l'estudi realitzat es poden desprendre les següents conclusions:

- Es pot afirmar que s'ha aconseguit una notable millora quant al funcionament hidràulic del sistema de proveïment, així com, un increment de la garantia de subministrament.

- Per a dur a terme la redistribució de cabals dels subsistemes Begur Intermig i Begur de Dalt, serà necessari realitzar un estudi detallat de les necessitats de consum dels sectors. Conèixer la demanda real requerida permetrà dimensionar adequadament les conduccions projectades, així com comprovar la viabilitat de la xarxa existent, en fase de redacció de projecte i prèvia a l'execució de l'obra.
- Per a mantenir la pressió de subministrament dins d'un rang adequat, la connexió del sector Aigua Xelida a la xarxa de proveïment municipal requerirà de la instal·lació d'una nova vàlvula reguladora de pressió.
- Amb la proposta de millores plantejades i després de realitzar l'anàlisi de la xarxa projectada a llarg termini, s'observa com, en general, la xarxa és capaç de fer front a l'increment de demanda previst després del complet desenvolupament del POUM de Begur. No obstant això, és necessari portar a terme mesures que incrementin la capacitat de producció del sistema per a poder fer front a l'augment de la demanda conseqüència del fort increment del turisme en el municipi.
- El desenvolupament de les noves àrees d'expansió haurà de quedar, perfectament, integrat en el sistema de proveïment o constituir, per si mateixos, sectors hidràulics independents el que implicarà la instal·lació de comptadors sectorials d'entrada (o entrada i sortida si fos necessari), vàlvules frontera, vàlvules hidràuliques de regulació, etc. durant els treballs d'urbanització i ampliació de la xarxa d'aigua potable.

9. VALORACIÓ I PLANIFICACIÓ DE LES INVERSIONS

9.1. CONSIDERACIONS

En el present apartat s'adjunta una valoració orientativa de les millores proposades. Destacar que es tracta d'una valoració aproximada, no vinculant i no contractual. I és així, atès que hi ha detalls i circumstàncies no previstes, complexes d'avaluar, com a qüestions relatives a les afeccions dels serveis existents.

Caldrà, per a cada actuació en particular, redactar el Projecte Constructiu corresponent a cada actuació o conjunt d'actuacions, tal com s'ha indicat anteriorment. Per això, pot haver-hi modificacions en els pressupostos finals de les obres respecte a les quantitats aquí presentades, tant per excés com per defecte, subjecte a la casuística particular de cada obra.

La valoració dels treballs de renovació de la xarxa nova i canalització, s'han estimat en tant alçat, considerant els treballs d'obra civil que abasten únicament l'ample de rasa i un terreny estàndard, necessari per a la instal·lació de la canonada a renovar en funció del seu diàmetre, la qual cosa pot diferir de l'obra civil necessària en cada cas particular.

Per a quantificar i planificar les actuacions, s'han considerat els preus unitaris dels materials segons tarifes i preus de mercat de l'any 2022, obtenint així el Pressupost d'Execució Material. Sobre l'execució material s'ha aplicat un 6% i 13% en concepte de benefici industrial i despeses generals respectivament, amb el que s'ha obtingut el pressupost base de licitació.

Les inversions proposades es planifiquen en curt, mitjà i llarg termini en funció de les necessitats de la xarxa.

Atès que les previsions impliquen l'acceptació d'incerteses, es recomana realitzar revisions periòdiques de l'estat de l'execució de les actuacions proposades, recomanablement bianual - quinquenal. En aquesta revisió es revaluaran les causes d'afecció a la xarxa, s'estudiarà l'efecte real de les actuacions executades i es corregiran, si escau, les prioritats, de detectar-se noves necessitats, a fi de mantenir vigent els objectius proposats inicialment.

9.2. RESUM DE LA VALORACIÓ DE LES ACTUACIONS

En aquest apartat es presenta el resum del pressupost de totes les actuacions proposades per a millorar el sistema de proveïment d'aigua potable de Begur. Quedant detallat el mateix, en el document Pressupost adjunt al present Pla Director.

RESUM DE PRESSUPOST

PLA DIRECTOR DEL SERVEI D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE DEL MUNICIPI DE BEGUR

P230038_PD BEGUR_V3.AC3

Capítol	Resum	Import
CP1000	ACTUACIONS DE MILLORA DEL FUNCIONAMENT HIDRÀULIC I DE LA GARANTIA DE SUBMINISTRAMENT	6.552.559,00
	CP1100 MODIFICACIÓ DEL TRAÇAT DE LES CANONADES EXISTENTS SOTA PARCEL·LA PRIVADA	1.565.330,00
	CP1200 RENOVACIÓ DE LA XARXA ARTERIAL I DE DISTRIBUCIÓ	4.987.229,00
CP2000	ACTUACIONS DE MILLORA DEL RENDIMENT I EFICIÈNCIA HIDRÀULICA	792.740,00
	CP2100 RENOVACIÓ DE XARXES AMB ALT ÍNDEX D'AVARIES / FUITES	737.740,00
	CP2200 AMPLIACIÓ DE LA SECTORITZACIÓ DE LA XARXA D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE	40.000,00
	CP2300 RENOVACIÓ DE LA VRP DEL SECTOR ESCLANYÀ – CASA CAMP – CANTALLOPS I INSTAL·LACIÓ DEL SISTEMA PEGASUS	15.000,00
CP3000	ACTUACIONS DE MILLORA EN LES INSTAL·LACIONS DE PRODUCCIÓ I EMMAGATZEMATGE	180.100,00
	CP3100 INSTAL·LACIÓ D'UNA QUARTA BOMBA A BEGUR NOU	80.000,00
	CP3200 REPARACIÓ DE LES FISSURES DELS DIPÒSITS DE SA RIERA I SA TUNA	100.100,00
CP4000	ACTUACIONS DE MILLORA DAVANT DE CONDICIONS D'EMERGÈNCIA	212.500,00
	CP4100 INSTAL·LACIÓ D'HIDRANTS CONTRA INCENDIS	202.500,00
	CP4200 INSTAL·LACIÓ D'ANALITZADORS DE QUALITAT MULTIPARAMÈTRICS	10.000,00
CP5000	ACTUACIONS DE MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	1.296.100,00
	CP5100 ANUL·LACIÓ DIPÒSIT CASA DE CAMP	52.000,00
	CP5200 ANUL·LACIÓ DIPÒSIT I BOMBAMENT LA BORNA	286.000,00
	CP5300 - AIGUAXELIDA DE PALAFRUGELL DESCONNECTA	245.180,00
	CP5400 REDISTRIBUCIÓ DE CABALS DELS SUBSISTEMES INTERMIG I BEGUR DE DALT	712.920,00
	PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	9.033.999,00
13,00 %	DESPESES GENERALS	1.174.419,87
6,00 %	BENEFICI INDUSTRIAL	542.039,94
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ	10.750.458,81
21 %	IVA	2.257.596,35
	TOTAL PRESSUPOST	13.008.055,16

Imatge 76. Resum del pressupost de les millores proposades

9.3. CRONOGRAMA DE LES ACTUACIONS

Finalment, es mostra una planificació temporal de les actuacions proposades en el document:

ACTUACIÓ DE MILLORA	CURT TERMINI Inferior a 5 anys	MITJÀ TERMINI De 5 a 15 anys	LLARG TERMINI En endavant
1. ACTUACIONS DE MILLORA DEL FUNCIONAMENT HIDRÀULIC I DE LA GARANTIA DE SUBMINISTRAMENT			
1.1 MODIFICACIÓ DEL TRAÇAT DE LAS CANONADES EXISTENTS SOTA PARCEL·LA PRIVADA			
1.2 RENOVACIÓ DE LA XARXA ARTERIAL I DE DISTRIBUCIÓ			
2. ACTUACIONS DE MILLORA DEL RENDIMENT I L'EFICIÈNCIA HIDRÀULICA			
2.1 RENOVACIÓ DE XARXES AMB ALT ÍNDEX D'AVARIES / FUITES			
2.2 AMPLIACIÓ DE LA SECTORITZACIÓ DE LA XARXA D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE			
2.3 RENOVACIÓ DE LA VRP DEL SECTOR ESCLANYÀ – CASA CAMP – CANTALLOPS I INSTAL·LACIÓ DEL SISTEMA PEGASUS			
2.4 RENOVACIÓ DE LA VRP DEL SECTOR DE DALT – POBLE BEGUR I INSTALACIÓ DEL SISTEMA PEGASUS			
3. ACTUACIONS DE MILLORA A LAS INSTAL·LACIONES DE PRODUCCIÓ I EMMAGATZEMATGE			
3.1 REPARACIÓ DE LES FISSURES DELS DIPÒSITS DE SA RIERA I SA TUNA			
3.2 SUBSTITUCIÓ DE LA CONDUCCIÓ DE SORTIDA DEL DIPÒSITO FORNELLS			
3.3 INCORPORACIÓ D'UNA TERCERA BOMBA AL DIPÒSIT BEGUR INTERMIG			
4. ACTUACIONS DE MILLORA PER FER FRONT A CONDICIONS D'EMERGÈNCIA			
4.1 INSTAL·LACIÓ D'HIDRANTS CONTRA INCENDIS			
4.2 INSTALACIÓ D'ANALIZADORS DE QUALITAT MULTIPARAMÈTRICS			
5. ACTUACIONS DE MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA			
5.1 ANUL·LACIÓ DIPÒSIT CASA DE CAMP			
5.2 ANUL·LACIÓ DIPÒSIT I BOMBEIG LA BORNA			
5.3 DESCONNEXIÓ D'AIGUA XELIDA DE PALAFRUGELL			
5.3 REDISTRIBUCIÓ DE CABALS DELS SUBSISTEMES BEGUR INTERMIG I BEGUR DE DALT			

Imatge 77. Planificació temporal de les millores proposades

10. CONCLUSIÓ

Amb el que precedeix es considera que queden completament justificades les obres que es projecten, per la qual cosa es presenta per a l'aprovació, per part del AJUNTAMENT DE BEGUR, el **“PLA DIRECTOR DEL SERVEI DE PROVEÏMENT D'AIGUA POTABLE DEL MUNICIPI DE BEGUR”**.

Begur, octubre 2023

L'autora del Pla Director



MARISA URREA MESA

Enginyera de Camins, Canals i Ports

Col·legiada nº: 33.698

ANNEXES

**PLA DIRECTOR DEL SISTEMA D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE DEL
MUNICIPI DE BEGUR**

**ANNEX N° 01:
ELABORACIÓ DEL MODEL MATEMÀTIC**

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ

- 1.1. ANTECEDENTS
- 1.2. CONCEPTE DE MODEL MATEMÀTIC
- 1.3. CLASSIFICACIÓ DELS MODELS MATEMÀTICS
- 1.4. AVANTATGES I INCONVENIENTS DELS DIFERENTS TIPUS DE MODELS
- 1.5. UTILITAT DELS MODELS MATEMÀTICS. EXPLOTACIÓ DEL MODEL

2. CONFECCIÓ DEL MODEL MATEMÀTIC DE DETALL DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE BEGUR

- 2.1. D'INTRODUCCIÓ
- 2.2. FASES EN L'ELABORACIÓ
- 2.3. RECOPIACIÓ DE LA INFORMACIÓ
- 2.4. OBTENCIÓ DE L'ESQUELET DE LA XARXA
- 2.5. ASSIGNACIÓ DE COTES
- 2.6. ASSIGNACIÓ DE CONSUMS
- 2.7. MODULACIÓ DEL CONSUM
- 2.8. CALIBRACIÓ DEL MODEL MATEMÀTIC

3. DIMENSIONS I CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DEL MODEL ELABORAT

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ANTECEDENTS

La millora en la planificació, control i operació de les xarxes de distribució d'aigua exigeix, cada dia més disposar de models matemàtics fiables d'aquestes.

En aquest sentit Aigües de València, ha sigut pioner en l'estudi, desenvolupament i elaboració de models matemàtics, els resultats dels quals han sigut objecte de divulgació en alguns congressos i publicacions. Així en els primers anys es van començar a desenvolupar models en aquelles poblacions amb una millor infraestructura de mesurament, per tal d'ajustar i comprovar els resultats obtinguts a partir del model de xarxa per posteriorment, extrapolar les tècniques de modelització a la resta d'abastaments d'una forma progressiva.

En 1982 es va confeccionar el model de la xarxa de Gandia aprofitant el programari implementat pel Sr. Fernando Martínez Alzamora en la seva tesi doctoral. Aquest model va ser actualitzat posteriorment l'any 1993. Així, l'any 1993 Aigües de València va confeccionar el primer model estratègic estàtic de la Xarxa de València, el qual es circumscrivia a l'àrea metropolitana. L'any 1998, aquest model va ser ampliat fins a la incorporació de les plantes potabilitzadores, i a més es va implementar un model de qualitat. Els resultats d'aquest model van ser portats al congrés *CCWI'99 a Exeter (UK)*.

Seguint aquesta línia d'investigació, i en col·laboració amb la Universitat Politècnica de València, Aigües de València va implementar i desenvolupar en 1998 un model capaç de simular el comportament de les fuites i del consum amb la pressió. Aquest model, sense precedents en la bibliografia existent, va ser divulgat en el 26è congrés *ANN de Water Resources Planning and Management* organitzat per l'ASCE celebrat a Tempe (Arizona), i va servir com a punt de partida perquè la Universitat Politècnica de València l'integrara en el programa de simulació EPANET com una nova versió anomenada EPALEAK.

Tot l'interés i preocupació que Aigües de València ha tingut sempre en l'elaboració de models matemàtics per a la millora de la gestió de xarxes de proveïment queda de manifest en la iniciativa de finançar la traducció al castellà del programa base per a la confecció de models per excel·lència, denominat en la seua versió més recent EPANET 2.0. Essent EPANET un programari de simulació lliure de domini públic dels més utilitzats pels tècnics del sector a nivell internacional, quedant a disposició de tots els tècnics de parla hispana interessats, de forma gratuïta, a la pàgina web.

En els darrers anys, per a la generació dels models de la xarxa d'abastament s'ha emprat el programari, també de lliure de domini públic, QGIS juntament amb el plugin QGISRed, que utilitza com a suport de base el programa EPANET.

Utilitzant tota aquesta experiència, s'ha abordat la confecció d'un model matemàtic de la xarxa de Begur que ha permès comprovar l'estat en el qual es troba l'abastament, així com el funcionament de les inversions contemplades en el present Pla Director.

El model matemàtic és la plataforma de partida per al càlcul hidràulic i la simulació de diversos estats que es produeixen a la xarxa de distribució, amb l'avantatge de poder analitzar-lo sense haver d'arribar a experimentar-los físicament. Del resultat d'aquestes simulacions s'extreuen després conclusions que quedaran reflectides en la planificació i gestió de xarxa.

L'experiència adquirida ha demostrat la gran utilitat que suposa l'elaboració i aplicació dels models ben calibrats per a l'explotació de la xarxa. Actualment els models estan sent realitzats per satisfer un ampli rang d'usos i necessitats pel que fa a l'operació del sistema i també constitueixen eines de suport en planificació, disseny i explotació de tot tipus de modificacions en el sistema de distribució d'aigua existent o en el projecte de nous sistemes. Per tal de justificar l'elaboració d'un model, s'han de repassar més detalladament les aplicacions més importants, sense oblidar que seran aquestes les que delimitin, en cada cas, els límits d'aplicació d'aquest.

L'elaboració del model exigeix la necessitat de disposar d'una base de dades el més completa possible de la xarxa i de comprovar en la mesura del possible la l'efectivitat de la mateixa. Aprofitar l'elaboració del model per confeccionar o actualitzar aquesta base de dades, és de gran utilitat per a l'explotació del sistema, pot ser una primera possibilitat d'utilització del mateix.

Així mateix, per a l'ajust del model serà necessari realitzar mesures de camp (pressions, cabals, corbes característiques de les bombes, etc.), la qual cosa portarà a haver d'instal·lar una infraestructura de mesurament que, posteriorment, pot ser aprofitada per comprovar el funcionament del sistema físic real, facilitant així mateix una possible automatització, ja que es compta amb mesures d'algunes variables hidràuliques necessàries amb aquesta finalitat. Durant la fase d'ajust es determinen els paràmetres de les línies, generalment la rugositat i/o la reducció del diàmetre efectiu causada per la deposició d'impureses produïdes per l'ús.

En conseqüència, apareix un nou avantatge derivat de la necessitat de realitzar un ajust del model, com és el de diagnosticar un presumible estat de la xarxa per sectors o trams sense necessitat de descobrir, desenterrar i inspeccionar visualment les canonades. Tot això permet la confecció d'un pla de prioritats pel que fa al manteniment, restauració i/o neteja de tubs.

Sovint, al processar el model també es detecten pèrdues puntuals de càrrega provocades per obstruccions (per exemple, vàlvules semitancades), que són fàcilment comprovables sobre la xarxa mateixa i que d'una altra manera podrien, fàcilment, passar desapercebudes indefinidament.

Així mateix, en determinar el consum a assignar a cada node poden detectar-se en ocasions pèrdues d'aigua (fuites, consums no localitzats, etc.) en el cas que, en un node, després de l'ajust del model, el consum assignat sigui molt superior del que cal esperar en funció del cabal "controlat" assignat inicialment al mateix. Generalment, això no dona idea de la localització exacta del consum "incontrolat", però sí que és possible determinar la zona en la qual s'està produint la pèrdua.

Un cop obtingut el model matemàtic d'una xarxa es pot utilitzar el mateix per simular el comportament sota les condicions de càrrega que es desitgin i resoldre diferents problemes de la xarxa.

La metodologia a emprar per obtenir un model matemàtic d'una xarxa de distribució d'aigua potable podria esquematitzar-se en els següents passos:

1. Recopilació de la informació referent a traçats i característiques de la xarxa. Aquesta informació pot procedir dels plànols de la xarxa, o millor d'un Sistema d'Informació Geogràfica si es disposa.
2. Esquematització de la xarxa, definint els elements que s'incorporaran al model, i efectuant, en cas de confeccionar un model estratègic, les simplificacions apropiades (associació en sèrie, en paral·lel...)
3. Topologia i topografia. Interconnexió entre les diferents conduccions i vàlvules, així com cotes dels nodeos del sistema.
4. Estudi de consums i assignació de càrregues. En aquesta fase, s'obté la informació referent als consums i s'estudia la forma d'assignar a cada node del model el consum corresponent.
5. Presa de mesuraments, necessaris per veure en quina situació estan els elements de la xarxa, així com per comprovar quant és la discrepància entre el model creat i la realitat. Aquesta fase es facilita amb l'ajut d'un SCADA, si aquest existeix.

6. Ajust del Model, on es modifiquen els paràmetres corresponents perquè els resultats del model coincideixin amb els mesurats en la realitat.

En definitiva, s'ha vist com per obtenir un model de la xarxa cal recopilar informació procedent de diversos Sistemes: Sistema d'Informació Geogràfica (GIS) o plànols de la xarxa en el seu defecte, Base de Dades de Facturació i Sistema de Telecomandament (SCADA) o mesuraments efectuats en camp.

Pel que fa a l'Aplicació del Model Matemàtic, es poden distingir dos usos clarament diferenciats, això és, en l'explotació del model i en el disseny o projecte de la xarxa, dins dels quals es poden enumerar diverses aplicacions:

- Aplicació del Model a l'Explotació de la xarxa:
 - Determinació de les causes que provoquen determinades avaries o deficiències del sistema
 - Anàlisi de les situacions crítiques d'emergència i actuacions possibles
 - Estudi de la regulació de la xarxa des del punt de vista de qualitat del servei
 - Estudi de la regulació de la xarxa des del punt de vista de la fatiga de la xarxa
 - Estudi de la regulació de la xarxa des del punt de vista energètic
 - Estudi de la regulació de la xarxa des del punt de vista de la qualitat de l'aigua
 - Proposta de plans de renovació de la xarxa
- Aplicació del Model en el Disseny i Projecte de la Xarxa de Distribució d'Aigua:
 - Disseny de l'ampliació de la xarxa per abastir noves zones urbanitzables
 - Disseny de reforç de la xarxa existent per fer front als nous consums provocats pel creixement de la ciutat
 - Estudis de proposta de sectorització de la xarxa

Destacar que, en l'actualitat, els models dinàmics emprats suposen independència del consum a la xarxa amb la pressió, motiu pel qual no són adequats per simular situacions diferents de les condicions de projecte, en les quals la demanda es veu fortament influenciada amb la pressió, podent arribar fins i tot a no ser satisfeta si la pressió descendís excessivament.

Per tant, per estimar i simular el comportament de les fuites i del consum sota la influència de la pressió en el proveïment, cal confeccionar un model integrat – demandes.

Aigües de València va desenvolupar com a experiència pilot un model integrat fuites – demandes, aplicat a la xarxa de València. Aquest plantejament novel·los, sense precedents en la bibliografia, quant a la seva aplicació des del punt de vista pràctic ha estat portat posteriorment a diferents Congressos i ha estat objecte d'articles tècnics. En concret, l'objectiu d'un model integrat – demandes és:

- Distribuir les fuites globals d'un sector o de tota la xarxa, espacialment i temporalment
- Simular el comportament de la xarxa, considerant fuites i consums variables amb la pressió.

Finalment, pel que fa a models matemàtics de xarxes d'aigua potable, destacar la gran utilitat o avantatges dels models de qualitat, els quals permeten conèixer l'evolució espacial i temporal de la concentració de clor, així com els temps de permanència de l'aigua a la xarxa. Mitjançant l'ús dels models de qualitat és possible determinar en quines zones és necessari realitzar una reinjecció de clor, en cas que la concentració del mateix se situï per sota dels nivells mínims exigibles o en quins punts cal realitzar purgues d'aigua a causa de l'estancament de la mateixa a la xarxa.

1.2. CONCEPTE DE MODEL MATEMÀTIC

L'objectiu de tot model matemàtic és reproduir mitjançant un computador, amb la major exactitud possible, el comportament real del sistema físic que representa.

En el cas d'una xarxa hidràulica, el model reproduirà el comportament de les canonades, dipòsits, bombes i elements de regulació dels quals consta la xarxa, amb un grau de detall que dependrà de la utilització que se'n vagi a fer.

No cal confondre el model matemàtic amb els mètodes d'anàlisi que s'utilitzen per realitzar simulacions del mateix. El model matemàtic conté informació d'aquests elements organitzada de tal manera que pugui ser interpretada per un programa de simulació. En aquest cas EPANET és el programa utilitzat.

La precisió del model està relacionada amb la fiabilitat en les dades dels elements que el formen. La inclusió de tots i cadascun dels elements de què consta la xarxa real no afegirà en general major precisió al model, ja que la incertesa que s'introdueix en les dades és molt més gran, cosa que resta operativitat.

A la pràctica, la modelització d'una xarxa es redueix a l'estudi d'un esquema simplificat de la mateixa que conté línies i nodes, als quals se'ls assignen uns paràmetres per reproduir el seu comportament hidràulic.

Les línies del model poden correspondre a canonades reals o a una determinada associació de les mateixes (línies fictícies), a elements de regulació, estacions de bombament, etc. En el cas de canonades, els paràmetres a determinar seran el diàmetre i la rugositat; en el cas de vàlvules reguladores, els seus coeficients d'obertura o pressions de consigna i en el de bombes, els coeficients de la seva corba característica.

Per la seva banda, els nodes, definits com a intersecció de les línies del model, es poden correspondre amb una confluència de dues o més canonades, un consum aplicat en substitució d'una ramificació poc important, un consum puntual gran, un dipòsit, etcètera. Aquests nodes tenen al seu torn uns paràmetres associats: la seva cota, i el consum en cadascun d'ells, variable al llarg del temps.

1.3. CLASSIFICACIÓ DELS MODELS MATEMÀTICS

En parlar de límits d'utilització, cal ressenyar que el model d'una xarxa no és ni molt menys únic. El model és una abstracció matemàtica capaç de reproduir l'estat de la xarxa en les condicions desitjades, i en aquest sentit, les característiques del model dependran de les exigències que se li demandin. Segons el nivell de detall, es poden construir models cartogràfics, models simplificats o macromodals. D'altra banda, segons el període de simulació, es distingeix entre models de simulació, models dinàmics, models operacionals, etc. Així, mentre que el calibratge d'un model de simulació pot efectuar-se tan sols per a condicions punta, un model dinàmic o operacional s'haurà de calibrar al llarg d'un període de 24 h. A continuació, es comenten les característiques més rellevants de cadascun dels diferents tipus de models:

Segons el grau de detall

Segons el grau de detall es poden trobar dos tipus de model: estratègics i de detall.

- Models Estratègics

Aquests models incorporen només els components principals d'un abastament, quant a la seva dimensió, funció o destinació final del model. Aquest tipus és idoni com a instrument de planificació,

disseny i protecció d'elements fonaments, selecció i ubicació òptima d'estacions de mesura i control, optimització global i disseny del sistema de control

- Models de Detall

Aquests models incorporen pràcticament tots els elements que influeixen en el comportament hidràulic del sistema, per molt petits que siguin. És una representació el més fidel possible de la xarxa de distribució, fins al nivell de les escomeses. En el model de la xarxa s'han de considerar tan sols els elements actius que tinguin repercussió en el comportament hidràulic o en la qualitat de l'aigua. S'han d'excloure del model: vàlvules de tall, hidrants, ventoses, claus de purga, etc.

Tot i que per assolir molts objectius pot resultar suficient emprar un model estratègic, per aconseguir cobrir tots els requisits necessaris i aconseguir el màxim profit, sobretot en els aspectes de projecte de detall, regulació, sectorització i manteniment, cal utilitzar models de detall que incorporin la pràctica totalitat dels elements o els seus equivalents.

Segons el període de simulació

Segons el període de simulació es poden trobar fonamentalment dos tipus de models: estàtics i dinàmics:

- Models Estàtics

Representen l'estat de la xarxa en un instant determinat, és a dir es prescindeix dels termes dependents del temps. S'utilitzen amb finalitats estratègiques i de planificació. És habitual triar els períodes punta per al disseny i els valors mitjans per avaluar costos, la qual cosa suposa una simplificació excessiva i un risc important. Són models l'aplicació principal dels quals es troba en el disseny o dimensionament de la xarxa.

- Models Dinàmics

Simulen el comportament de la xarxa al llarg del temps, proporcionant una resolució més precisa i detallada del fenomen. En realitat, quan es parla de models dinàmics de xarxes es fa referència als models quasi estàtics o en períodes extesos, que no tenen en compte els fenòmens transitoris, sinó que simulen diferents estats estàtics al llarg del temps tenint en compte tan sols les variacions en els consums, posicions dels elements de regulació i alçades en els dipòsits. Dins dels models dinàmics de xarxes, per tant, no es tracta el fenomen transitori que es produeix en les maniobres dels elements de

regulació, ja que en xarxes urbanes aquests transitoris només adquireixen certa importància en les canonades de portada d'aigua des dels punts de producció. A la resta de la xarxa, els transitoris es dissipen en les moltes ramificacions de què consta, per la qual cosa no se solen estudiar. Aquests models són útils des del punt de vista tant de disseny com d'explotació de la xarxa.

1.4. AVANTATGES I INCONVENIENTS DELS DIFERENTS TIPUS DE MODELS

Models de detall enfront de models estratègics

En realitat, la selecció entre un model estratègic i un de detall ve condicionada per l'ús o finalitat que es desitja aconseguir amb la modelització, no podent-se afirmar de forma absoluta que els models de detall són millor que els estratègics o viceversa.

Entre els avantatges que presenta un model de detall respecte a un model estratègic es poden trobar els següents:

- El model de detall abasta tota la xarxa: primària, secundària, i terciària, podent modelitzar així el que passa en qualsevol punt de la xarxa.
- Amb el model de detall es tenen controlats tots els punts de pas d'aigua, no hi pot haver 'sorpreses'.
- Un model de detall presenta més facilitat per al calibratge, ja que s'han efectuat menys simplificacions i, per tant, s'allunya menys de la realitat.
- Es poden extreure models de zones connectades al model estratègic.
- Permet la detecció d'insuficiències de xarxa a nivell de la xarxa terciària, ja que en moltes ocasions la causa d'una insuficiència de servei no es troba en un problema de la xarxa arterial sinó de disseny o mal estat de la xarxa de distribució.
- El model de detall és necessari per abordar estudis de sectorització, ja que en aquest cas la xarxa secundària juga un paper molt important.
- Així mateix, és necessari per determinar la qualitat final de l'aigua, ja que depèn de les canonades de menor diàmetre.

No obstant això, existeixen, com en tot, inconvenients en aquest tipus de models, els quals passen a enumerar-se a continuació:

- Confeccionar un model de detall porta associat un cost més gran, tant en temps com en recursos.

- És imprescindible posseir un Sistema d'Informació Geogràfica per confeccionar un model de detall, o bé una eina capaç de generar el model a partir de fitxers CAD, precisament per la gran quantitat d'informació requerida.
- És imprescindible disposar de funcionalitats per poder mantenir actualitzada de forma automàtica la informació del model de detall.
- Requereix un major temps de càlcul per al còmput dels resultats, si bé aquest inconvenient es resol amb l'enorme potència de càlcul dels ordinadors.
- Comporta més dificultat per a la interpretació dels resultats a nivell global, per la gran quantitat d'informació que genera.

Models dinàmics enfront de models estàtics

Una vegada més, la raó que fa decantar-se entre l'ús d'un model estàtic i un altre dinàmic són els objectius que es persegueixen amb la modelització. Ara bé, avui en dia només té sentit emprar un model estàtic quan no es disposa d'un model dinàmic de la xarxa, ja que els models dinàmics cobreixen, a banda d'altres moltes més, totes les funcionalitats dels models estàtics, a diferència del que passa amb els models estratègics i de detall.

En definitiva, per a la bona gestió de l'abastament, és recomanable disposar d'un model estratègic i un altre de detall, que modelin el comportament de la xarxa durant les 24 hores del dia, és a dir que siguin models dinàmics, cobrint amb això totes les aplicacions dels models de xarxes.

1.5. UTILITAT DELS MODELS MATEMÀTICS. EXPLOTACIÓ DEL MODEL

Sens dubte, durant les diverses etapes d'elaboració del model s'adquireix un coneixement exhaustiu del funcionament de la xarxa, la qual cosa permetrà realitzar una anàlisi adequada del sistema. Així mateix, és una bona oportunitat per "ordenar" les dades disponibles o "obtenir-ne" altres addicionals, així com per implantar un sistema de mesurament de variables hidràuliques.

D'altra banda, la confecció del model pot permetre'ns detectar problemes de funcionament en el sistema (fuites, vàlvules tancades inadequadament, reduccions de diàmetre degudes a la precipitació de carbonat càlcic, etc.).

Un cop obtingut el model matemàtic d'una xarxa es pot utilitzar el mateix per simular el comportament sota les condicions de càrrega que es desitgin i, en particular, resoldre alguns dels problemes que seguidament s'enumeren.

En l'exportació de la xarxa de distribució d'aigua

- Determinació de les causes que provoquen determinades avaries o deficiències del sistema

Una de les funcionalitats més importants d'un model és l'ajut que proporciona en el coneixement del sistema, ja que simulant el comportament de la xarxa es poden determinar les causes que estan provocant avaries o deficiències del servei, com pressions massa elevades o viceversa.

- Anàlisi de les situacions crítiques d'emergència i actuacions possibles

És clar que no totes les possibles fallades d'una xarxa poden esmenar-se a base d'introduir redundàncies en el sistema. En ocasions, s'han d'admetre fallades que puguin portar al funcionament del sistema un estat crític. Es refereix, per exemple, a una manca de subministrament des dels punts de producció o al trencament d'una portada d'aigua el desdoblament de la qual significaria un cost prohibitiu. En aquests casos, sempre hi ha solucions d'emergència, en les quals determinats sectors de la xarxa poden quedar abastits a través d'altres. Amb un model matemàtic es poden analitzar aquest tipus de fallades, i estudiar possibles solucions a adoptar en cas d'emergència.

- Estudi de la regulació de la xarxa

- **Des del punt de vista de qualitat del servei:** importa bàsicament satisfer els cabals demandats amb les pressions adequades de servei. Amb un model es poden analitzar els sectors crítics de la xarxa, les vàlvules de regulació que els afecta, i en base al compliment d'aquest objectiu proposar l'establiment d'una regulació òptima.
- **Des del punt de vista de la fatiga de la xarxa:** Com tot sistema mecànic, el millor mètode de funcionament d'una xarxa de subministrament seria en règim continu i permanent. A més, les pressions absolutes i velocitats de circulació en tots els elements haurien d'estar dins dels rangs òptims d'operació de cadascun. Finalment, els salts de pressió en els elements de regulació haurien de ser suaus, estables i no gaire elevats. Aquestes condicions són òbviament utòpiques. Tanmateix, conegudes les condicions ideals de funcionament, és possible analitzar amb el model les desviacions que presenta el mode actual de funcionament de la xarxa, i com el sistema de regulació

pot ajudar a mitigar aquestes desviacions. En particular es poden analitzar possibles pressions excessives en relació amb els timbratges de les canonades, velocitats excessives que poguessin provocar erosió en canonades antigues, salts de pressió excessius en vàlvules, etc.

- **Des del punt de vista energètic:** Sempre resulta de gran interès conèixer quin és el rendiment energètic de la xarxa, contrastant el consum de les estacions de bombament, i pous, amb l'energia mínima realment requerida per satisfer les pressions de servei, i amb l'energia que podria realment estalviar-se mitjançant una regulació òptima del sistema. El model pot ser emprat per comprovar l'eficiència energètica de la xarxa amb diferents esquemes de regulació.
- **Des del punt de vista de la qualitat de l'aigua:** L'estudi de la qualitat de l'aigua i la seva possible contaminació és un tema d'absoluta rellevància. Són múltiples els factors que poden afectar la qualitat de l'aigua: estat de les canonades, nivell de demandes, fins i tot el sistema de regulació. Amb un model es pot estudiar la influència del sistema de regulació per evitar temps de retenció excessius en els dipòsits o velocitats excessivament lentes a la xarxa arterial. Amb aquesta finalitat, resulta suficient amb analitzar els temps de permanència de l'aigua a la xarxa.

- Proposta de plans de renovació de la xarxa

Un model matemàtic pot ajudar també a l'hora de proposar plans de renovació de la xarxa, ja que en la fase de calibratge es poden detectar canonades amb elevada pèrdua de càrrega, la qual cosa pot tenir el seu origen en una elevada rugositat per l'antiguitat de la canonada.

En el disseny i projecte de la xarxa de distribució d'aigua

- Disseny de l'ampliació de la xarxa per abastir noves zones urbanitzables

Un model és una eina ideal per a la planificació de la configuració de la xarxa de distribució a la ciutat a mitjà i llarg termini, tenint en compte els nous factors previsibles quant a creixement de la població, noves obres urbanístiques, possible remodelació de l'esquema d'abastament a la ciutat, etc. El model contribuirà a obtenir la millor solució d'ampliació de la xarxa que compleixi amb els requisits marcats (nivell de pressions, cabal a satisfer...)

Disseny de reforç de la xarxa existent per fer front als nous consums provocats pel creixement de la ciutat. De la mateixa manera, el model serveix per veure quins reforços són necessaris realitzar sobre

la xarxa per satisfer consums futurs, ja que es podran simular diferents situacions, veient quina repercussió tenen sobre la xarxa.

- Estudis de proposta de sectorització de la xarxa

Quan les poblacions creixen, és aconsellable efectuar un mallat de la xarxa de distribució per augmentar les garanties de subministrament. El que des del punt de vista de la fiabilitat i de la regularitat de les pèrdues resulta ser bo, acaba configurant un entramat de xarxa el control del qual és cada vegada més difícil, per la qual cosa la sectorització de la xarxa ajuda a millorar el control sobre la xarxa.

Amb un model es pot estudiar la millor solució de sectorització de la xarxa, veient com afecta la qualitat del servei, sense necessitat d'efectuar proves reals amb la xarxa.

2. CONFECCIÓ DEL MODEL MATEMÀTIC DE DETALL DE LA XARXA D'AIGUA POTABLE DE BEGUR

2.1. INTRODUCCIÓ

Per a la xarxa d'aigua potable de Begur, s'ha elaborat un model matemàtic amb l'objectiu de:

- Simular el comportament actual de la xarxa i detectar les deficiències actuals del sistema.
- Verificar i simular el funcionament de la xarxa sota noves condicions de regulació o millores proposades a la xarxa, com ara canalització de noves canonades per ampliació de xarxa, renovació, noves instal·lacions de producció, etc.

Confeccionar un model de detall d'una xarxa només és viable si es compta amb les eines adequades, per a això, degut al volum d'informació que es maneja, ja que no cal oblidar que un model de detall modelitza tots i cadascun dels elements de la xarxa.

En aquest cas, per generar el model de detall de la xarxa s'ha emprat una aplicació informàtica específica anomenada QGIS. Amb aquesta aplicació s'ha capturat la informació continguda en el CAD elaborat, en el qual es detallen la totalitat de conduccions de la xarxa, el seu traçat, connectivitat, i propietats físiques més importants, posteriorment en l'aplicació s'ha tractat aquesta informació assignant els consums i les cotes i finalment s'ha generat el model de detall.

Per dur a terme totes les simulacions requerides amb el model, s'ha utilitzat el programa EPANET en la seva versió més actual, la 2.0. Al mateix temps, Aigües de València, conscient de l'impacte i l'acceptació que aquest programa de simulació té entre els tècnics del sector, fins al punt de ser ara per ara el simulador més utilitzat a tot el món, ha pres la iniciativa de finançar una traducció a l'espanyol del mateix.

La versió espanyola d'EPANET 2.0 s'ha utilitzat profusament en la confecció del present estudi, i es troba disponible en la pàgina web d'AVSA, quedant a disposició de tots els tècnics de parla hispana interessats, de forma gratuïta.

A continuació, es descriu amb major detall la metodologia emprada per a l'elaboració del model.

2.2. FASES EN L'ELABORACIÓ

Seguidament es traçaran, en línies generals i escairament, les successives etapes que condueixen a la confecció d'un model.

És important destacar que, si bé a la pràctica se segueix sempre un procés anàleg per a qualsevol xarxa, cadascuna d'elles presenta les seves peculiaritats, que repercuteixen de manera molt significativa en els detalls de tractament intern de les etapes de treball que a continuació es desenvolupen.

Les etapes necessàries a cobrir són les mostrades en el següent diagrama de flux:



Imatge 1. Diagrama de flux. Fases elaboració del model matemàtic

1. Recopilació d'informació.
2. Esquematzació de la xarxa (obtenció d'un model simplificat del sistema real).
3. Anàlisi de consums registrats i assignació dels mateixos als diferents nodes del model.

4. Repartiment inicial dels consums "no registrats".

5. Mesuraments de paràmetres de la xarxa.

Després d'aquesta cinquena etapa s'està davant d'un model inicial del sistema. Caldrà comprovar-ne la validesa:

6. Comprovació del model inicial, la qual cosa implica processar el model per a diferents estats de la xarxa, alhora que realitzar mesuraments de les variables hidràuliques (pressió i cabal) en el sistema real per a les mateixes situacions.

Les diferències, que gairebé amb tota seguretat, es donaran entre els valors calculats i mesurats ens portaran a haver de cobrir una última etapa d'ajust del model per obtenir el definitiu.

Així mateix, l'anàlisi d'aquestes desviacions pot portar-nos a trobar errors en les dades d'entrada (com, per exemple, errors en la definició topològica del sistema en tenir vàlvules tancades o línies que no connecten entre si).

7. Ajust del model inicial, utilitzant les mesures realitzades en l'etapa 6, i modificant convenientment el valor dels paràmetres més "incerts" del sistema. Generalment, aquests són: les rugositats de les canonades, els diàmetres d'algunes conduccions (poden existir reduccions de diàmetre) i els cabals assignats als nodes. Aquesta etapa d'ajust s'abordarà en dues fases: un "precalibrat" i un ajust del model.

Després d'aquest procés es disposa del model final de la xarxa, que serà convenient actualitzar i recalibrar periòdicament per tal que no perdi operativitat. El model pot quedar obsolet en un parell d'anys si no és convenientment actualitzat.

En els paràgrafs següents s'ha de detallar cadascuna d'aquestes etapes.

2.3. RECOPIACIÓ DE LA INFORMACIÓ

Les dades i informació utilitzada per a l'estudi i realització del model matemàtic han estat elaborades i obtingudes pel personal d 'Aigües de Catalunya SA, per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, i pel Centre Nacional d'Informació Geogràfica. A continuació, s'enumeren i descriuen aquestes dades de partida o informació necessària per a la realització del model matemàtic.

Cartografia

S'han emprat tant els plànols cartogràfics en format *cad* i *shapefile*, com les ortofotos disponibles del terme municipal de Begur en format ràster ECW, proporcionats per l 'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. En la següent imatge s'observa un detall cartogràfic de la zona d'estudi:



Imatge 2. Detall cartogràfic de la zona d'estudi

La informació de les cotes del terreny s'ha obtingut a partir del Model Digital de Terreny (MDT) en format ràster generat dels vols lidar disponibles també des de la pàgina web del Centre Nacional d'Informació Geogràfica. La següent imatge mostra la vista en 3D del MDT de Begur:



Imatge 3. Vista 3D de la zona d'estudi

Topologia i característiques de la xarxa

El traçat i les característiques de la xarxa d'aigua potable estan totalment definides, les canonades estan classificades per diàmetre i material, així mateix els altres elements de l'abastament, vàlvules, comptadors, escomeses, dipòsits, pous, grups d'impulsió, etc. també estan definits i georeferenciats al GIS (Sistema d'Informació Geogràfica) elaborat per *Aigües de Catalunya SA*. Aquesta informació s'obté del GIS en tant en format *shapefile* com en format *cad*. A continuació, es mostra una vista general de la xarxa d'aigua potable objecte d'estudi en aquest programari:



Imatge 4. Vista general de la xarxa d'aigua potable de la zona d'estudi

Producció i consums

Aquestes dades han estat recopilades i descarregades des de les bases de dades de producció i facturació d '*Aigües de Catalunya SA* mitjançant els programaris d'emmagatzematge i gestió de les dades procedents dels registradors de telelectura emplaçats a les instal·lacions de producció d'aigua, així com als diferents comptadors dels abonats domèstics, industrials i municipals.

El volum d'aigua injectat a la xarxa d'aigua potable de Begur durant l'any 2021 va ser d'**1.399.629 m3** segons els informes de resum de subministrament a presentats pel sistema d'abastament d'aigua en alta.

Mentre que el volum d'aigua consumit va ser d'**1.082.308 m3**. El volum d'aigua consumit s'ha obtingut a partir de les dades de facturació (telelectures de comptadors) dels quatre trimestres de l'any 2021, els quals es troben agrupats per escomesa domiciliària. A continuació, es mostra una taula de la facturació, utilitzada per carregar el model matemàtic, en la qual figuren la totalitat de les escomeses domiciliàries del municipi:

Cód. Pobl.	Descripción Población	Código Sector	ACOMETIDA Calle	Descripción Calle	Número Policia	Descr. T.Suministr	Descr. Uso Suministr	Periodo Facturació	Pasad	Numero Abonos	M3 facturados	Num.B.
051	BEGUR	2282	20023423	ESCLANYA	0001	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	77401	0
051	BEGUR	2281	20025562	P .AIGUA BLAVA	0032	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	19171	0
051	BEGUR	2373	20023414	SALINCS	0001	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	2	14642	0
051	BEGUR	2273	20015041	AIGUA FREDA	9998	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	12103	0
051	BEGUR	2282	20019870	PB.ESCLANYA CAMPING	0003B	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	9648	0
051	BEGUR	2281	20024341	P .FORNELLS	0005	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	9496	0
051	BEGUR	2373	20021043	BEGUR	0000	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	7089	0
051	BEGUR	0	0	VELL DE SA TUNA	0026	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	4041	0
051	BEGUR	0	0	SA PUNTA D'ES FORN	0020	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	3960	0
051	BEGUR	2282	20023650	CANTALLOPS	0021	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	3745	0
051	BEGUR	2281	20020608	CAP RUBI	0006	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	2	3593	0
051	BEGUR	2282	20023437	CAN FRIGOLET	0003	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	3560	0
051	BEGUR	2354	20022335	CRUCE FORNELLS AIGUA BLA	0001	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2975	0
051	BEGUR	0	20012845	S'ANTIGA	0017	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2782	0
051	BEGUR	0	0	SULTANA	0006	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2740	0
051	BEGUR	0	20048507	SA RIERA	0000	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2507	0
051	BEGUR	2378	20021802	ALBARERA	0000	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2494	0
051	BEGUR	2273	20013588	CAP SA SAL	0000	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2400	0
051	BEGUR	2379	20018370	MAR	0008	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	5	2226	0
051	BEGUR	2282	20023424	ESCLANYA	0035	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2205	0
051	BEGUR	2273	20012980	S'ANTIGA	0000	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	9	2183	0
051	BEGUR	2354	20022321	SES FALUGUES	0008	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	2	2152	0
051	BEGUR	2281	20022340	CRUCE FORNELLS AIGUA BLA	0017	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	4	2129	0
051	BEGUR	0	0	PLATJA DEL RACÓ	0079	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2100	0
051	BEGUR	2354	20022329	SES FELUGUES	0015P	TODOS	TODOS	TODOS	TODAS	1	2090	0

Imatge 5. Dades brutes de facturació any 2021

2.4. L'OBTENCIÓ DE L'ESQUELET DE LA XARXA

La primera fase a cobrir en la confecció d'un model és caracteritzar tots els elements que configuren el sistema, en particular canonades, vàlvules, dipòsits, etc. determinar el traçat de les canonades i verificar la seva connectivitat per obtenir l'esquelet de la xarxa. El procés seguit per obtenir l'esquelet de la xarxa de Begur es descriu en els apartats següents:

Importació de la xarxa des de shapefile

Per a l'elaboració del model s'ha partit de la informació disponible i recopilada en format digital, un fitxer en suport *shapefile* extret del GIS tal com s'ha descrit anteriorment. Aquest fitxer conté el traçat de la xarxa i té assignada una taula d'atributs amb les propietats de cada canonada, tals com: el material de la canonada, el diàmetre i la longitud.

La informació principal a importar és el propi esquema de la xarxa i les seves propietats, per a la qual cosa s'ha utilitzat l'aplicació QGISRED que és capaç de reconèixer el diàmetre i material de les canonades i incloure'l com un camp més a la base de dades associada a la informació geogràfica.

El procés seguit per a cada model és anàleg. QGISRED identifica les línies del fitxer SHAPE i al seu torn afegeix nodes en els extrems de les mateixes, a més uneix aquells extrems de línia que queden dins d'un cert rang de tolerància, per la qual cosa al final de la importació s'obté un esquelet al qual se li hauran d'aplicar finalment les diferents eines de depuració. Després de la captura de l'esquema de la xarxa s'obté una vista com la següent:



Imatge 6. Xarxa capturada des de shapefile

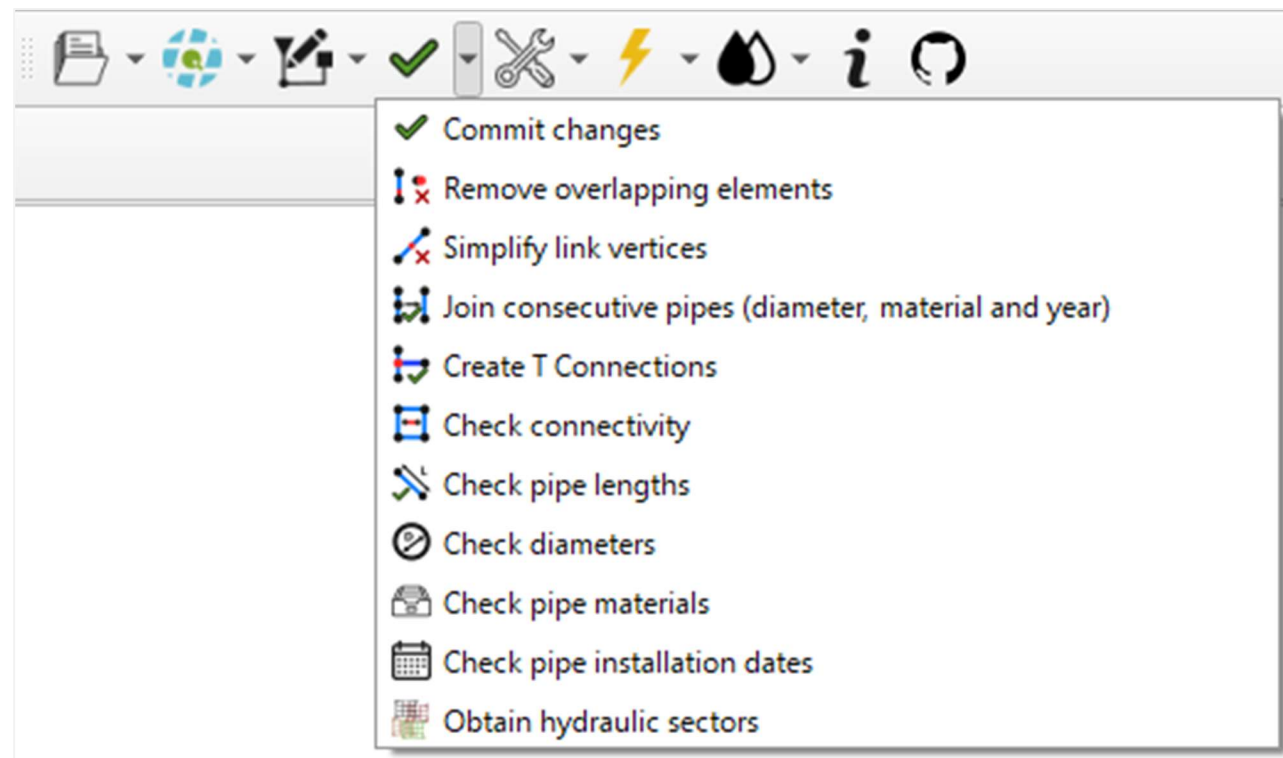
Reordenació d'errors

Després de la importació del fitxer original, s'ha obtingut un esquema de la xarxa, la representació gràfica del qual es troba en el format propi de QGISRED i les propietats del qual s'han pogut obtenir a partir de la taula d'atributs associada propi fitxer importat, o bé han estat calculades automàticament pel programa, com la creació de nodes i la longitud de la xarxa.

Cal realitzar ara un procés de depuració de la informació continguda en la base de dades, ja que entre els traçats o les característiques hidràuliques dels elements importats poden existir errors apareguts

durant la importació o bé del propi arxiu. Per a això es compta amb una sèrie d'eines especialment concebudes, que permeten anar tipificant i localitzant cadascun dels errors considerats.

Una altra de les comprovacions a dur a terme és la referent a la connectivitat de la xarxa. Per a això l'aplicació disposa d'un mòdul que és capaç de detectar les desconnexions existents en una xarxa i determinar les subxarxes que com a conseqüència se'n deriven.



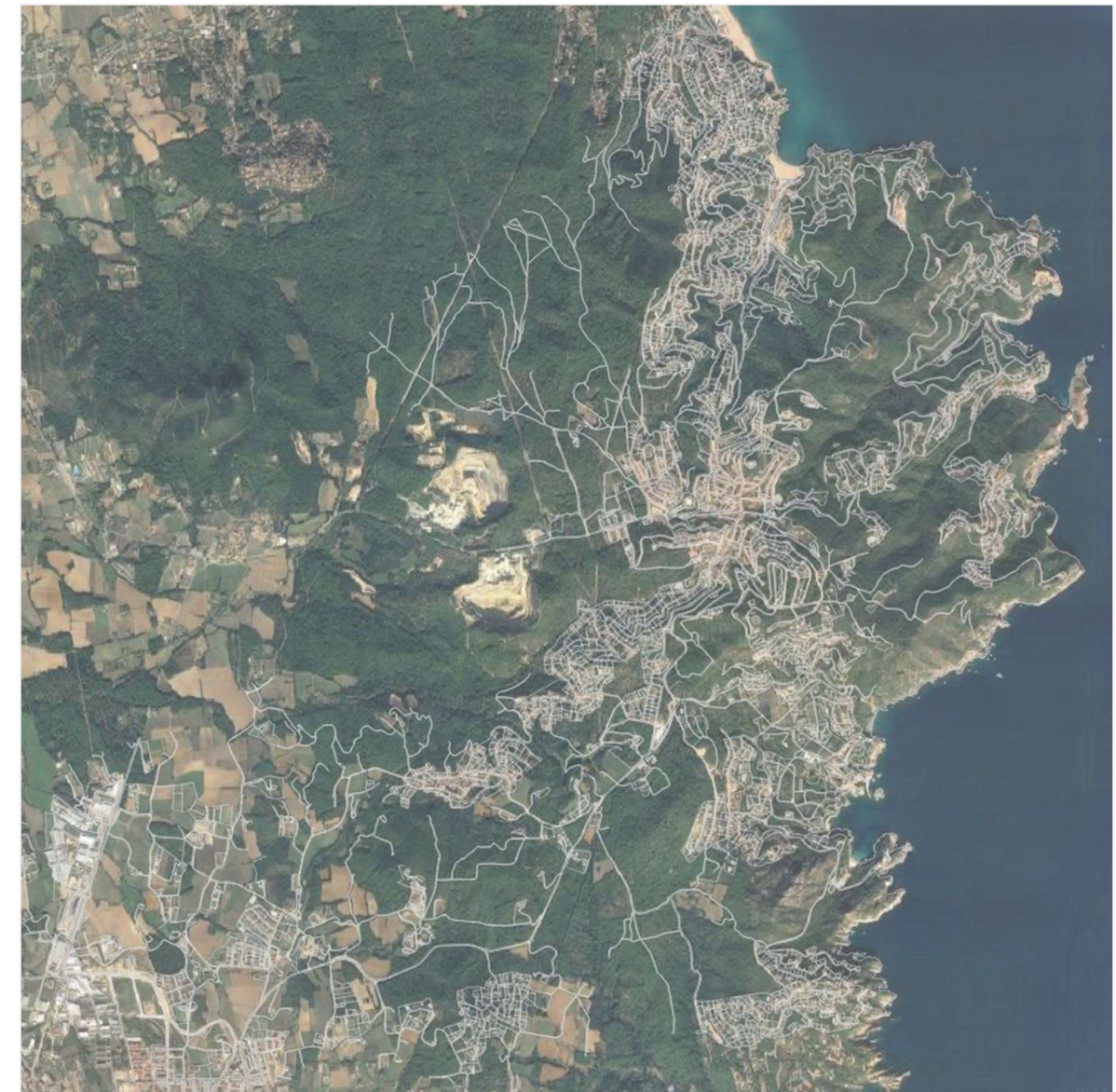
Imatge 7. Eines de verificació

Importació de temes auxiliars

La informació auxiliar, entre la qual s'inclouen vàlvules de tall, vàlvules hidràuliques, hidrants contra incendis, sectors hidràulics, etc., s'ha obtingut del GIS de la xarxa d'abastament de Begur en format *shapefile*, i s'ha emprat com a suport per a la definició de la resta d'elements de la xarxa.

Així mateix, la importació de capes de fons, s'ha realitzat a partir de fitxers tant en format *shapefile* (fons cartogràfic), com en imatges ràster que contenen l'ortofoto del municipi, tots ells georeferenciats. Aquests fons faciliten l'orientació i ubicació dins del sistema d'abastament i a més serveixen com a suport per al traçat de noves canonades, ja que el fons cartogràfic disposa del traçat de vials, camins públics, límits de parcel·les i altres informació d'utilitat per al disseny de la xarxa.

La següent imatge mostra la càrrega del fons utilitzat per a l'elaboració del model de Begur:



Imatge 8. Temes auxiliars importats

2.5. ASSIGNACIÓ DE COTES

En aquest moment es disposa d'un model de la xarxa hidràulica, però després de la importació, els nodes del model no tenen cap cota ni demanda assignada.

S'ha automatitzat el procés d'assignació de cotes als nodes del model, degut al gran volum de nodes que configura el model de la xarxa. El procés d'interpolació es realitza bàsicament en dues operacions:

1. S'importa el Model Digital del Terreny (MDT) en format .asc.

2. S'interpol·la l'elevació dels nodes des del MDT mitjançant l'eina específica.

L'eina d'interpolació i assignació de cotes als nodes del model, resulta de gran utilitat, ja que permet l'assignació de cotes en qüestió de segons. Així doncs, si es realitzen canvis d'última hora a la xarxa, com per exemple addició de nous nodes de consum, aquest mòdul permet reassignar el valor de cota de forma immediata.

2.6. ASSIGNACIÓ DE CONSUMS

El procés d'assignació de les demandes als nodes consta, resumidament, de les operacions següents:

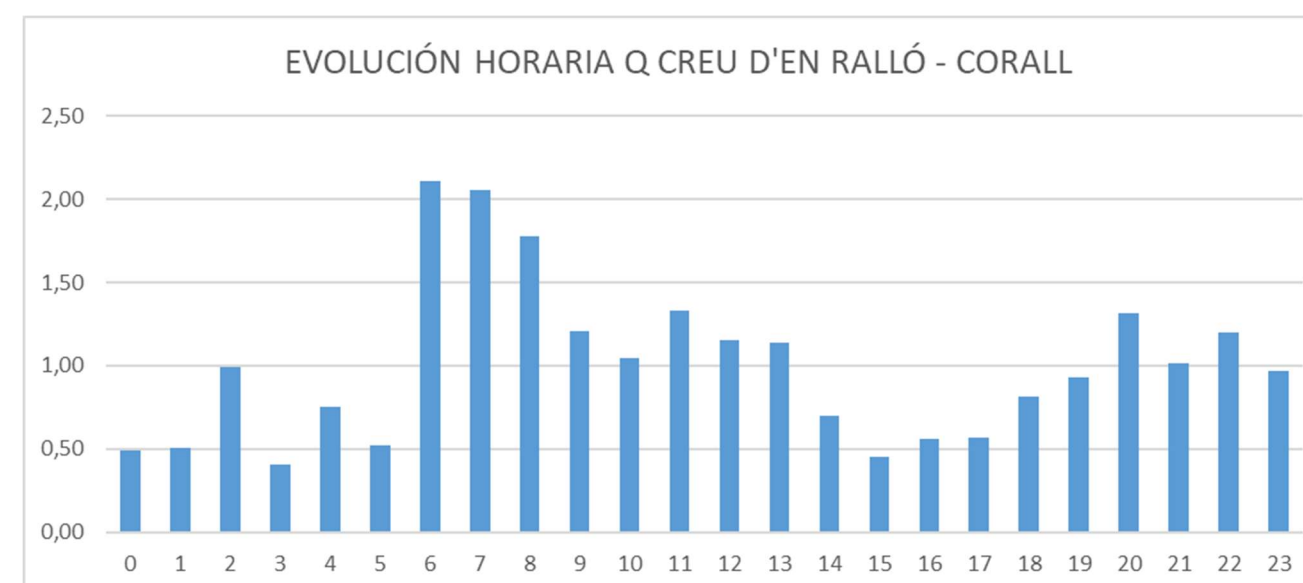
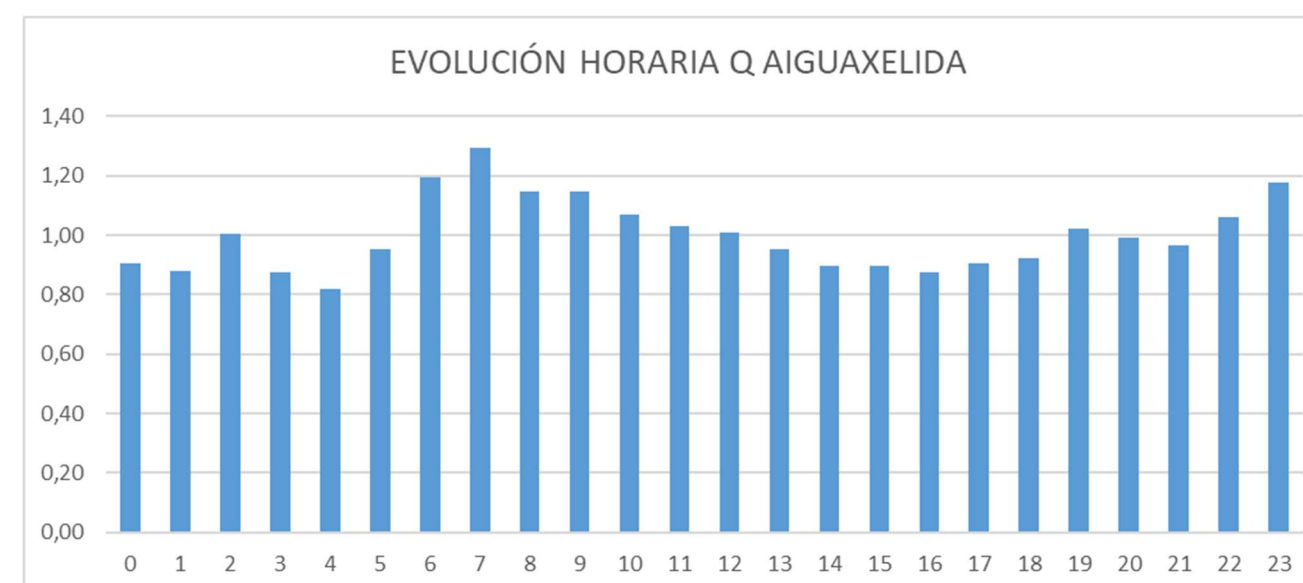
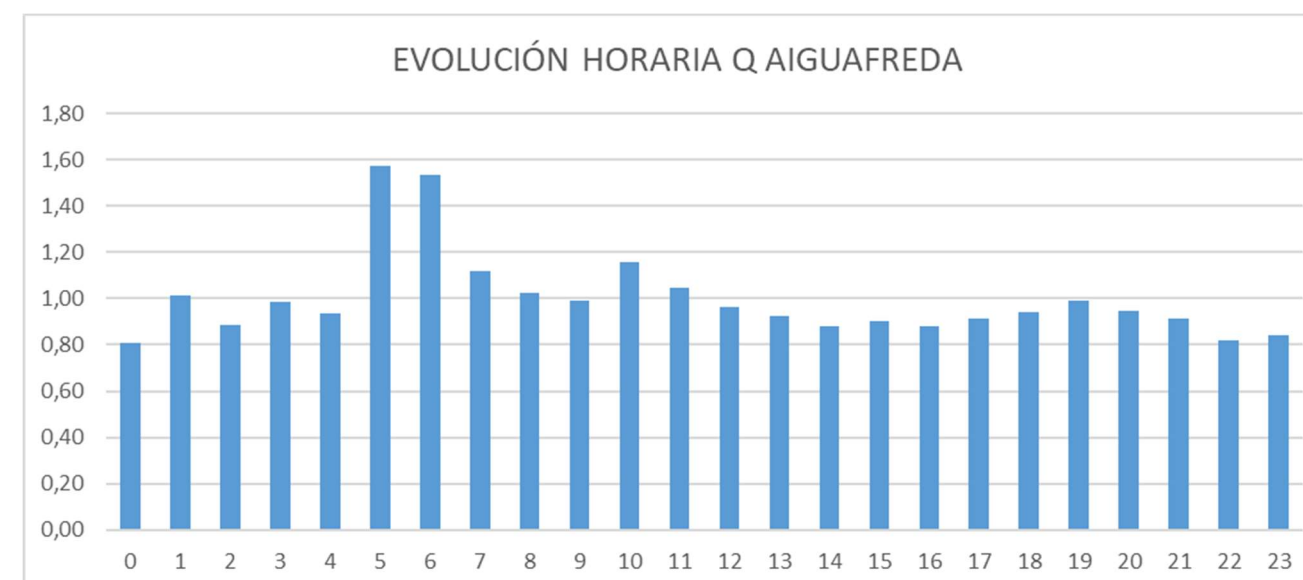
1. Obtenir la demanda per escomesa tal com s'ha descrit amb anterioritat.
2. Vincular cada escomesa a la canonada corresponent, mitjançant l'eina "unir atributs per proximitat".
3. Vincular cada canonada als nodes corresponents, mitjançant l'eina "unir atributs per proximitat".
4. Vincular les escomeses als nodes mitjançant l'eina "unir atributs per valor de camp", en aquest cas l'element comú és la canonada.

Després de realitzar aquest procés, els nodes de la xarxa queden carregats.

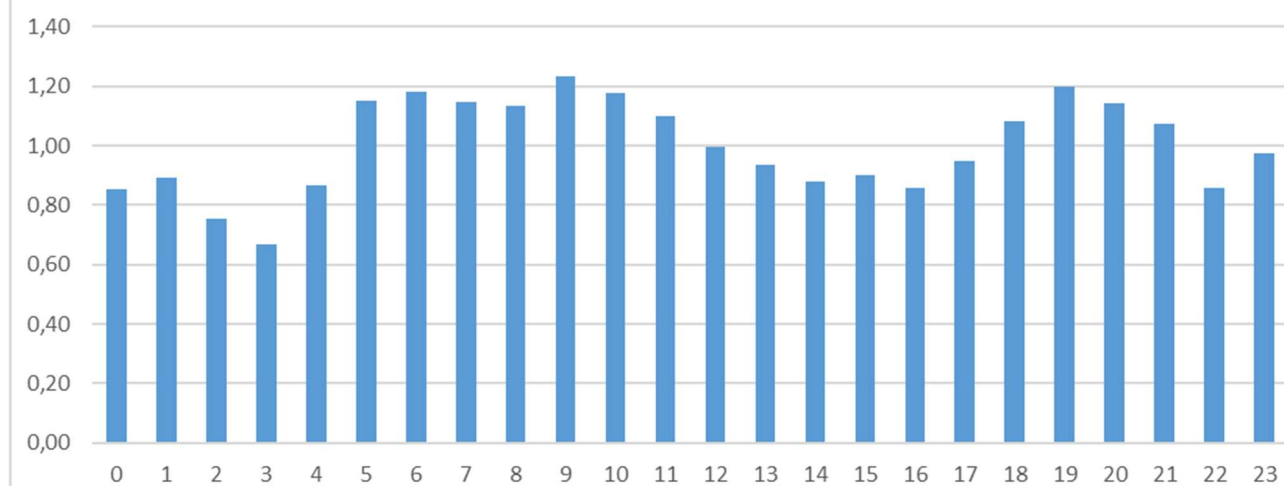
2.7. MODULACIÓ DEL CONSUM

A partir de la lectura contínua registrada pels dataloggers instal·lats en els comptadors sectorials s'ha obtingut la modulació horària del consum de cada zona de la xarxa. D'aquesta manera, s'obtenen els valors de cabal i els conseqüents factors horaris a aplicar als consums del model, així com les seves corbes de modulació horària.

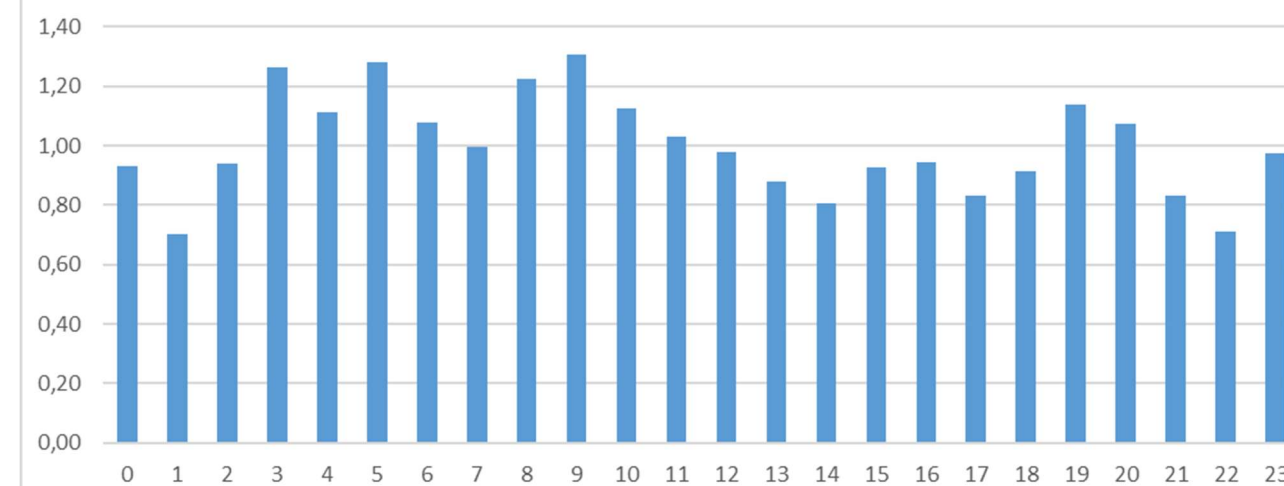
En el model de la xarxa de Begur s'han obtingut 9 corbes de modulació per a l'escenari del mes de màxim consum, que han aplicat als nodes de consum corresponents, i les quals es mostren a continuació.



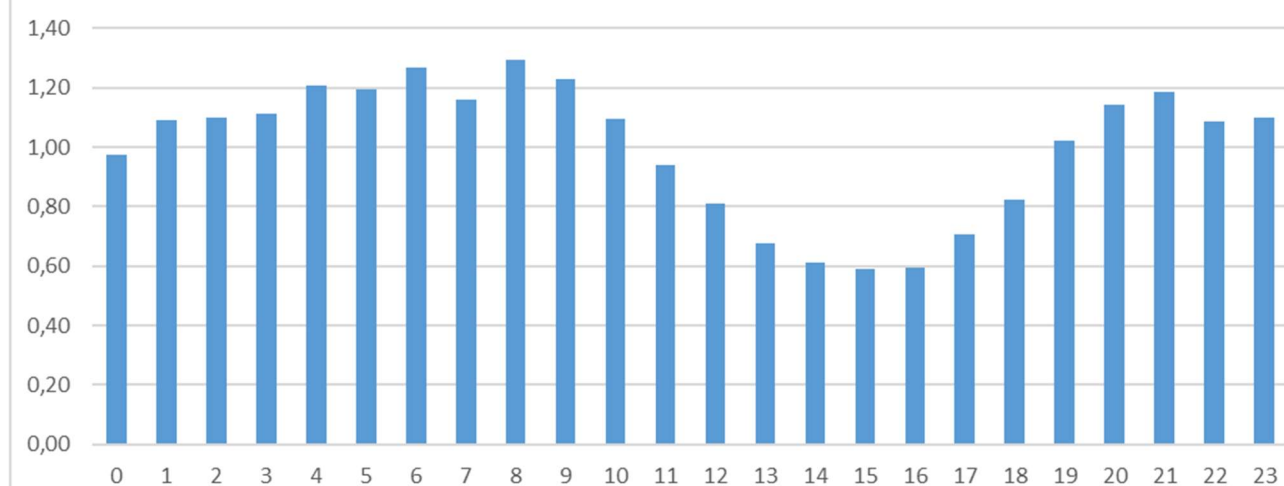
EVOLUCIÓN HORARIA Q DE DALT - POBLE BEGUR



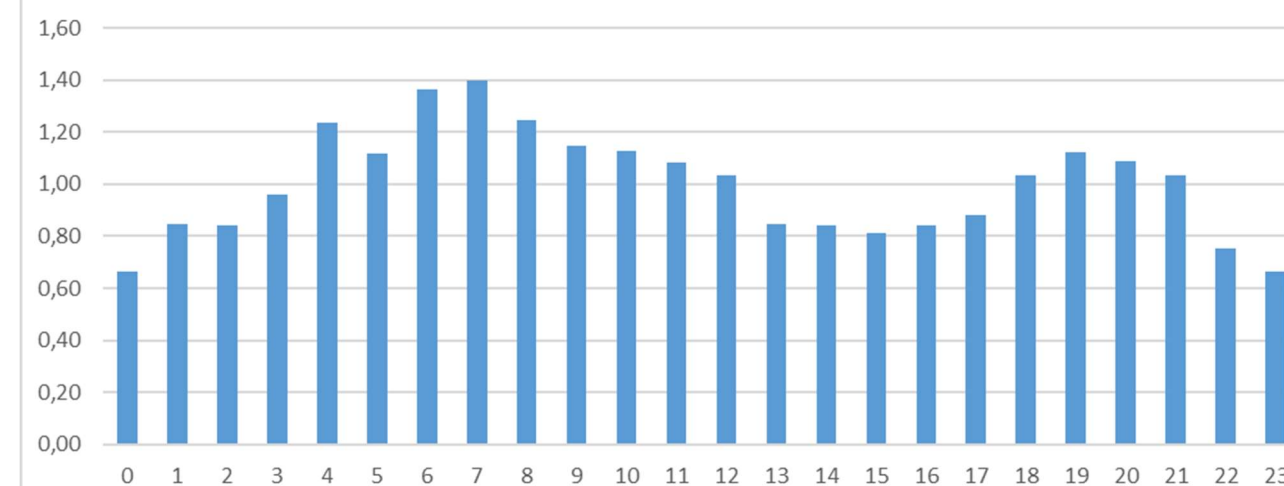
EVOLUCIÓN HORARIA Q FORNELLS - AIGUABLAVA



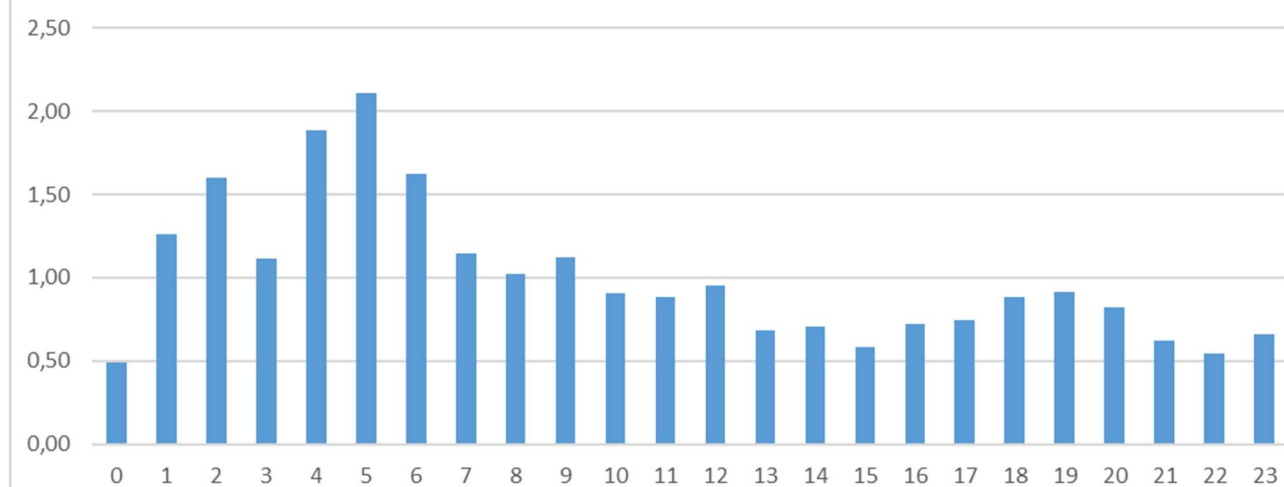
EVOLUCIÓN HORARIA Q ESCLANYÀ - CASA CAMP - CANTALLOPS



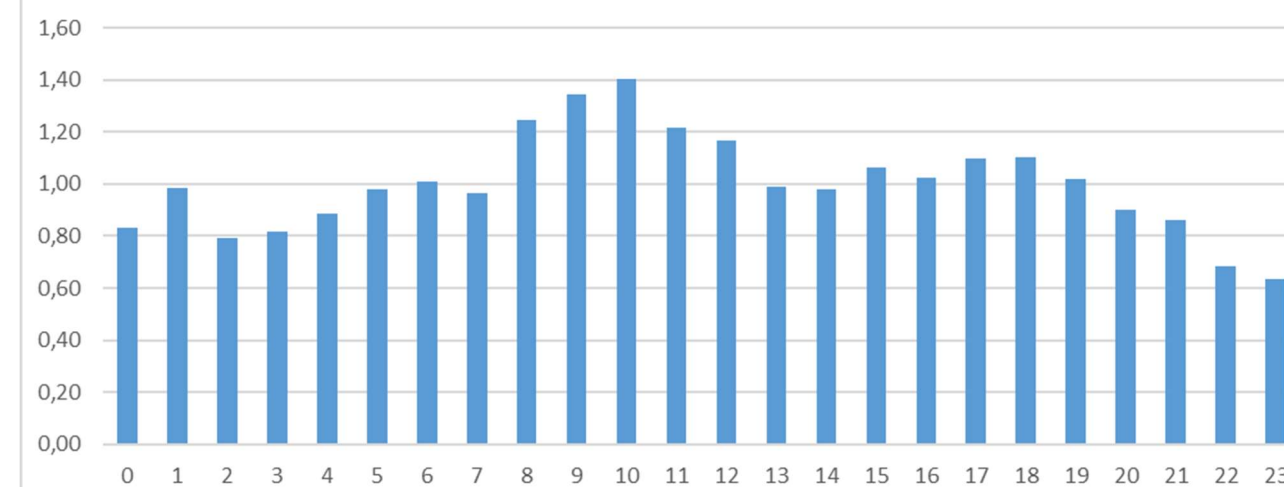
EVOLUCIÓN HORARIA Q INTERMIG - SA FONTASA



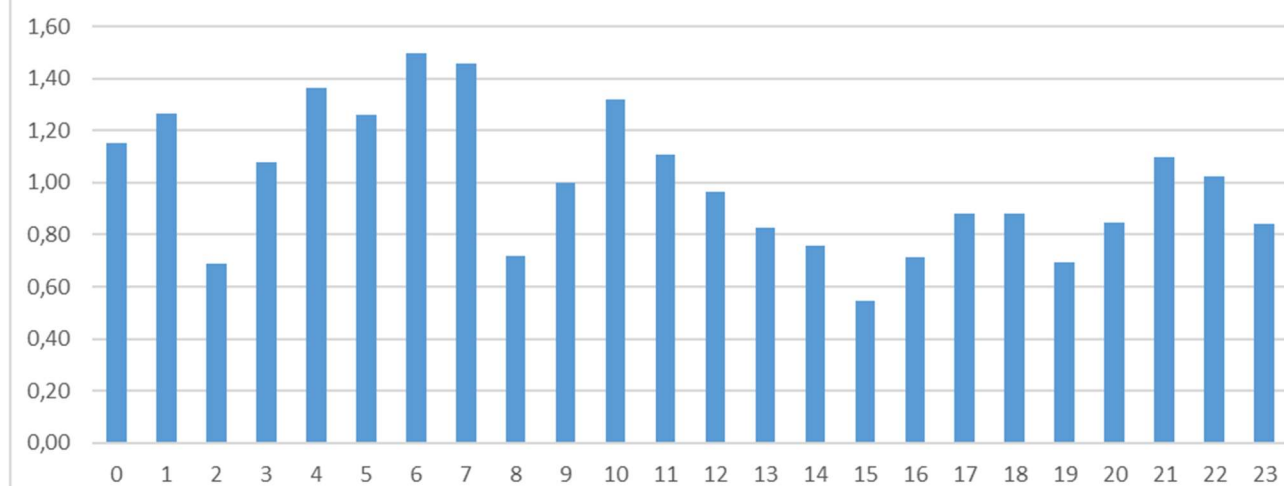
EVOLUCIÓN HORARIA Q FARRARONS



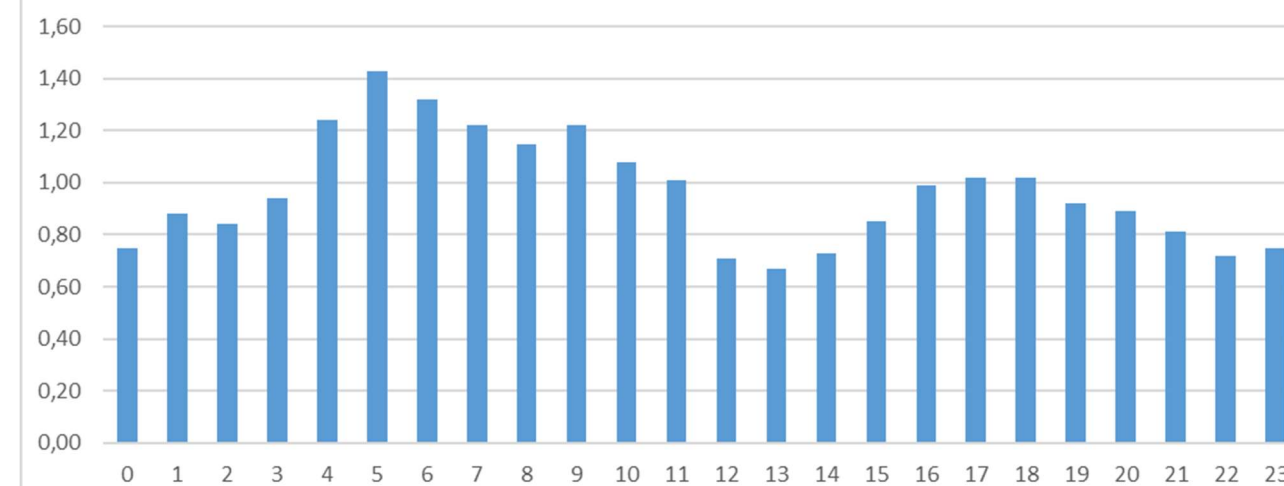
EVOLUCIÓN HORARIA Q LA BORNA



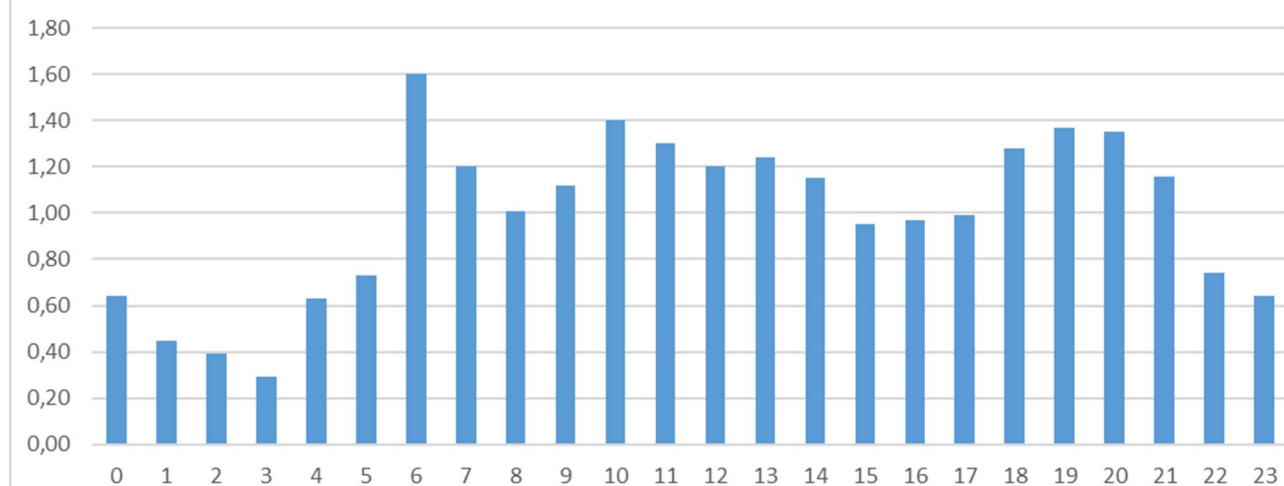
EVOLUCIÓN HORARIA Q LOS OLIVOS - SES COSTES



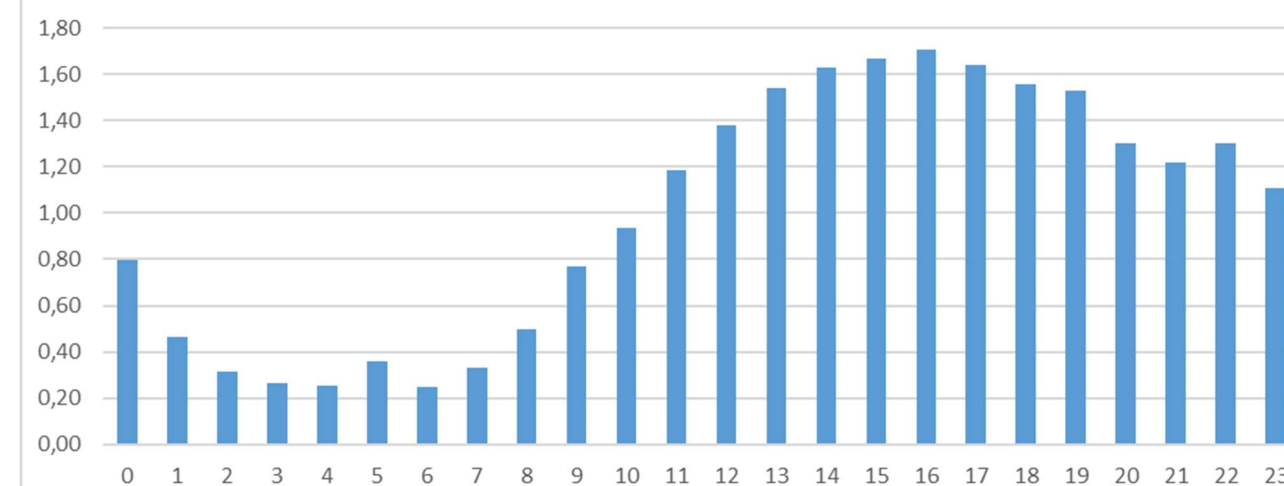
EVOLUCIÓN HORARIA Q MAS PRATS



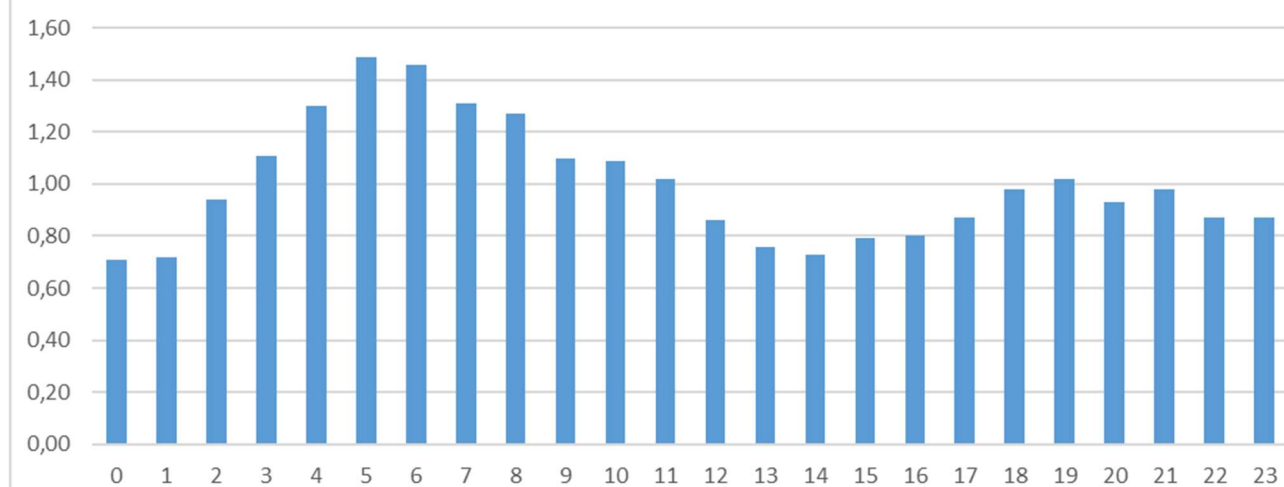
EVOLUCIÓN HORARIA Q MAS MATÓ



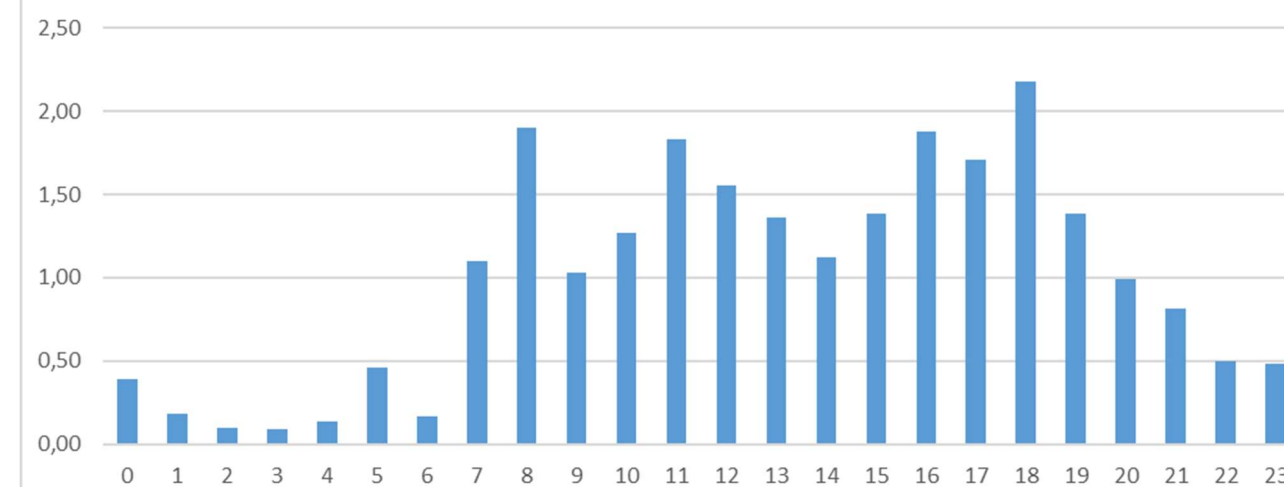
EVOLUCIÓN HORARIA Q PLATJA DEL RACÓ



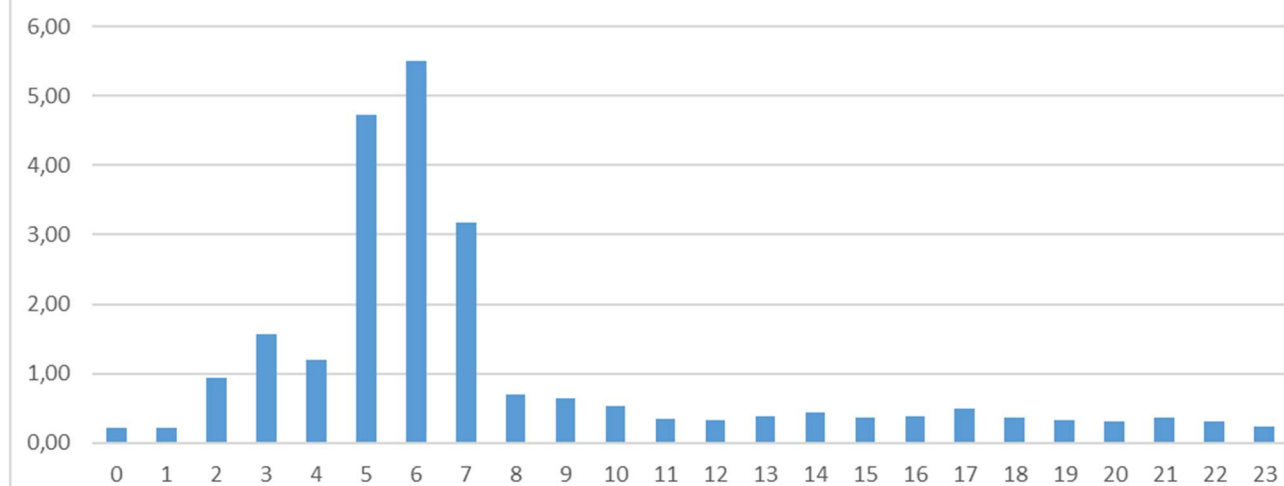
EVOLUCIÓN HORARIA Q MAS MATÓ MIG - SA RIERA INTERIOR



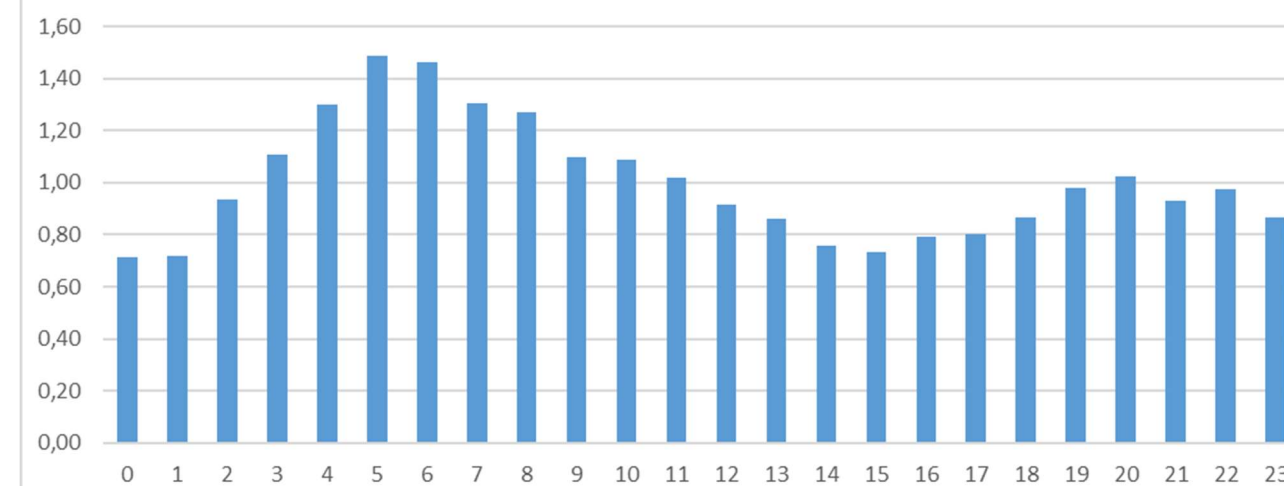
EVOLUCIÓN HORARIA Q POLIGON ESCLANYÀ



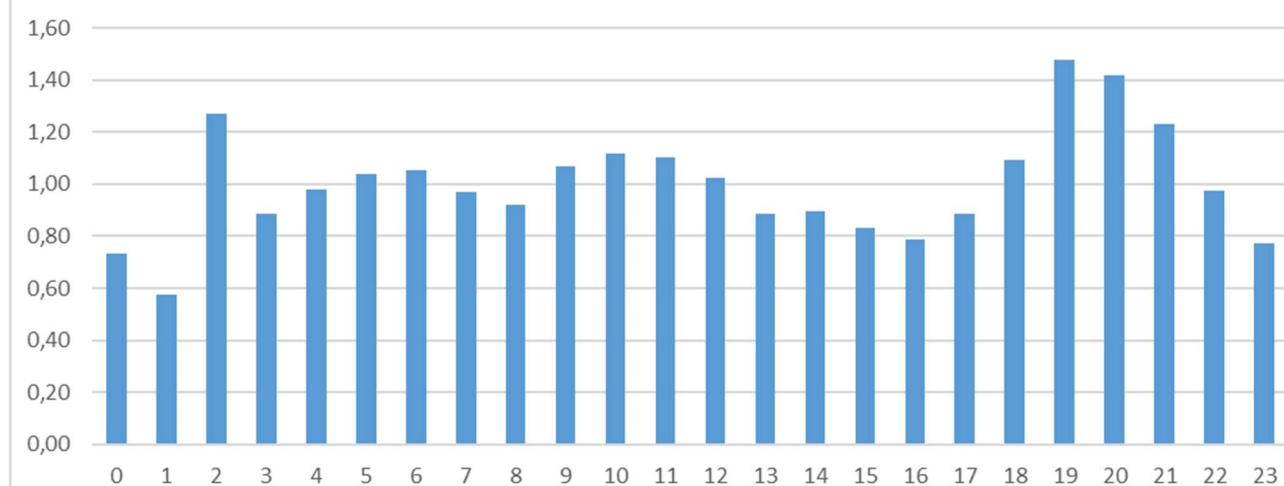
EVOLUCIÓN HORARIA Q PUIG MONTCAL



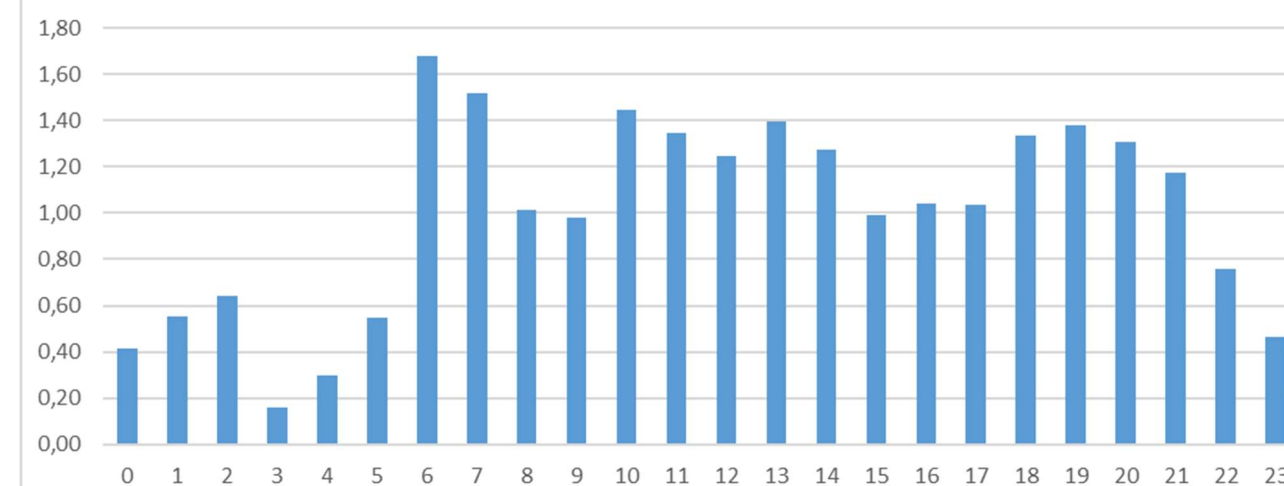
EVOLUCIÓN HORARIA Q SA PUNTA



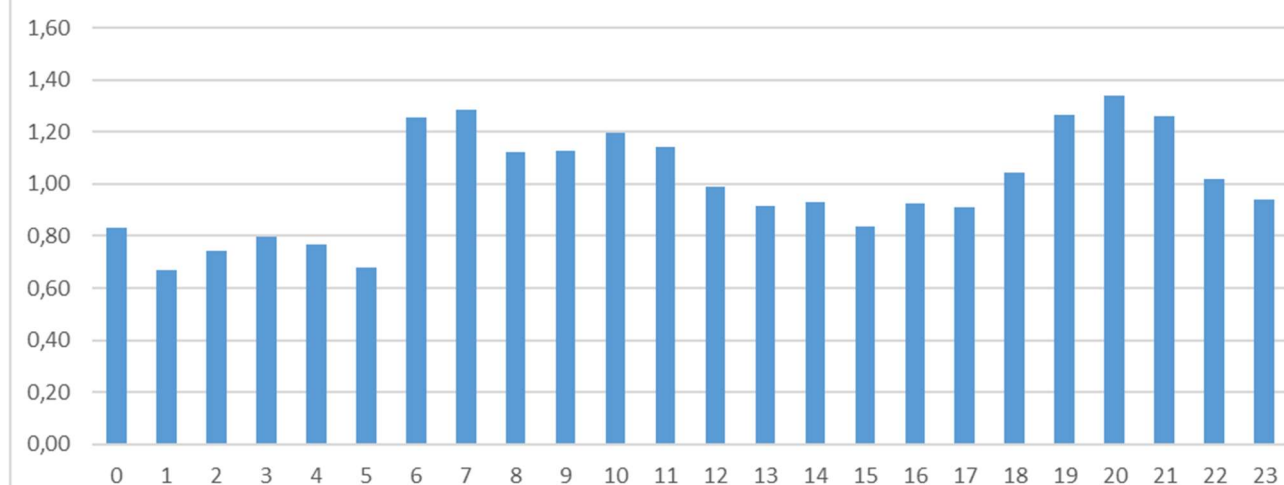
EVOLUCIÓN HORARIA Q RESIDENCIAL DE BAIX



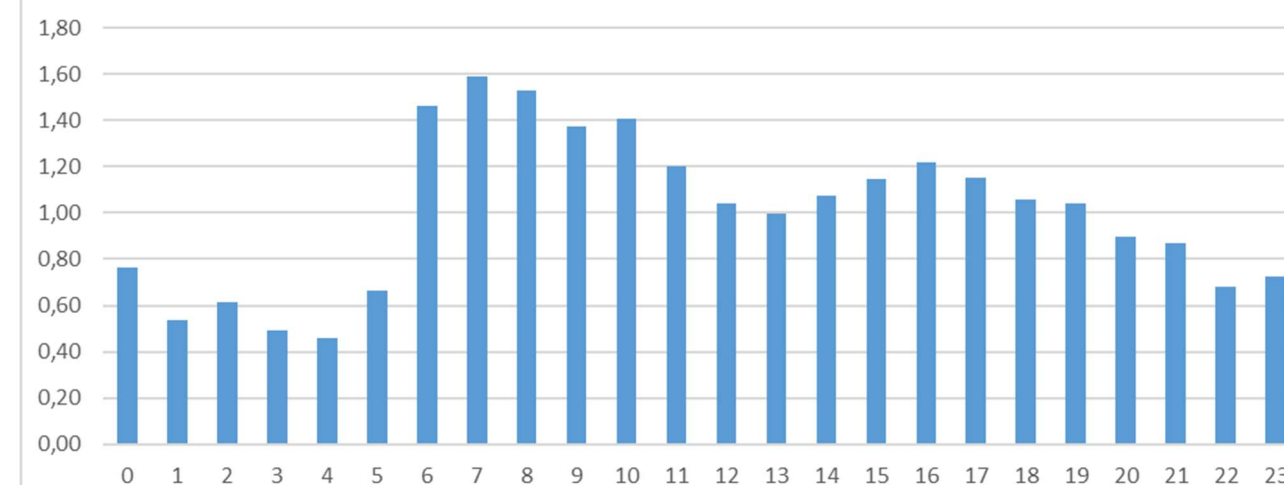
EVOLUCIÓN HORARIA Q SA RIERA

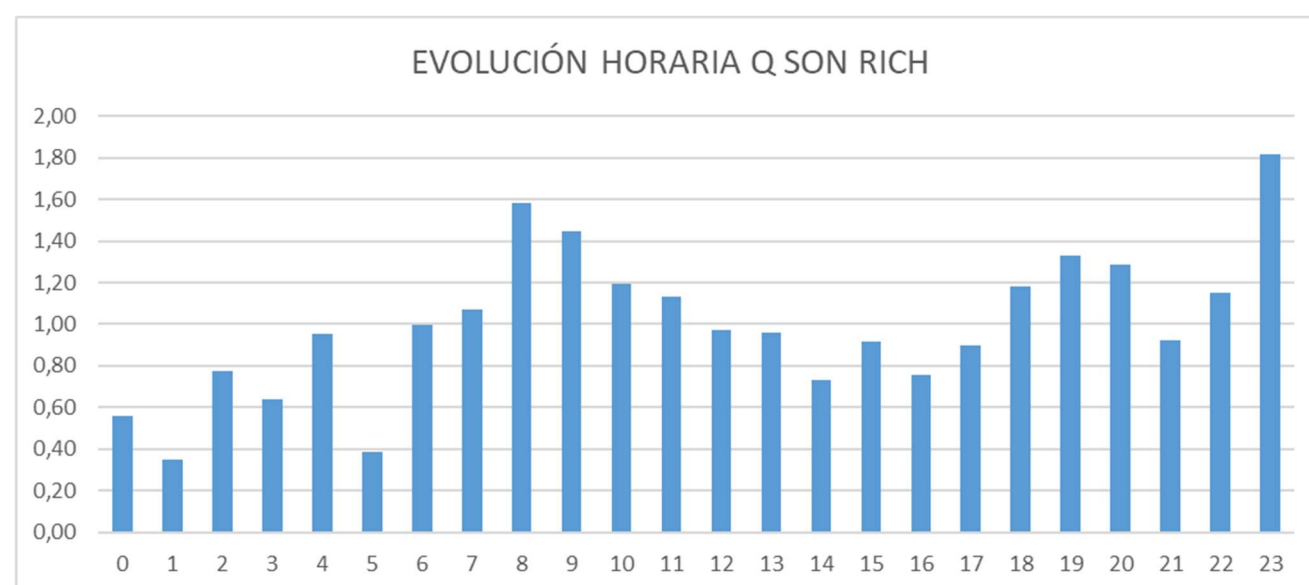
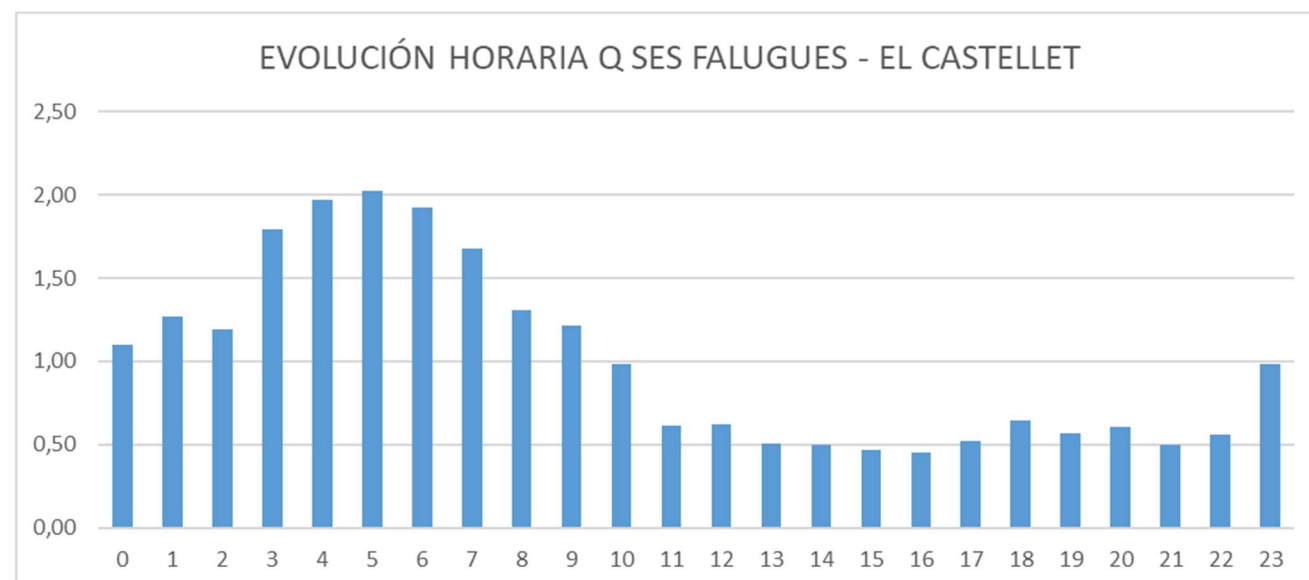


EVOLUCIÓN HORARIA Q RESIDENCIAL DE DALT



EVOLUCIÓN HORARIA Q SA TUNA





2.8. CALIBRATGE DEL MODEL MATEMÀTIC

En base a les mesures de cabal que es registren a la xarxa de Begur, facilitades per l'equip tècnic d'operació d'Aigües de Catalunya SA, i per tal d'obtenir una major fiabilitat en el model a l'hora d'interpretar i assumir resultats després d'una simulació hidràulica, se n'ha dut a terme el calibratge.

Per tal d'obtenir un nivell de cabals que circulen en el model matemàtic similar al de les lectures registrades in situ sobre la xarxa d'aigua potable, s'han ajustat els paràmetres de rugositats de les canonades i de demandes base autoassignades.

El calibratge s'ha realitzat per a l'escenari del mes de major consum, comparant els valors obtinguts en el model amb els registrats a Begur el mes de juliol, ja que en aquest període es comptava amb dades fiables de cabals, mitjançant els quals obtenir un patró de comportament.

Així, un cop ajustat el model per a un estat de càrrega conegut, ja es poden aplicar diferents coeficients per a la simulació del comportament del sistema enfront de diferents estats de càrrega.

Per comprovar la bondat del model un cop calibrat, s'ha utilitzat l'eina pròpia d'EPANET que permet la càrrega de fitxers de dades de calibratge, en diferents nodes i línies de la xarxa, d'aquesta manera, en realitzar la simulació, les gràfiques d'evolució temporal d'ambdós paràmetres dels diferents elements són representades al costat de les dades de camp reals, permetent comparar la seva dispersió.

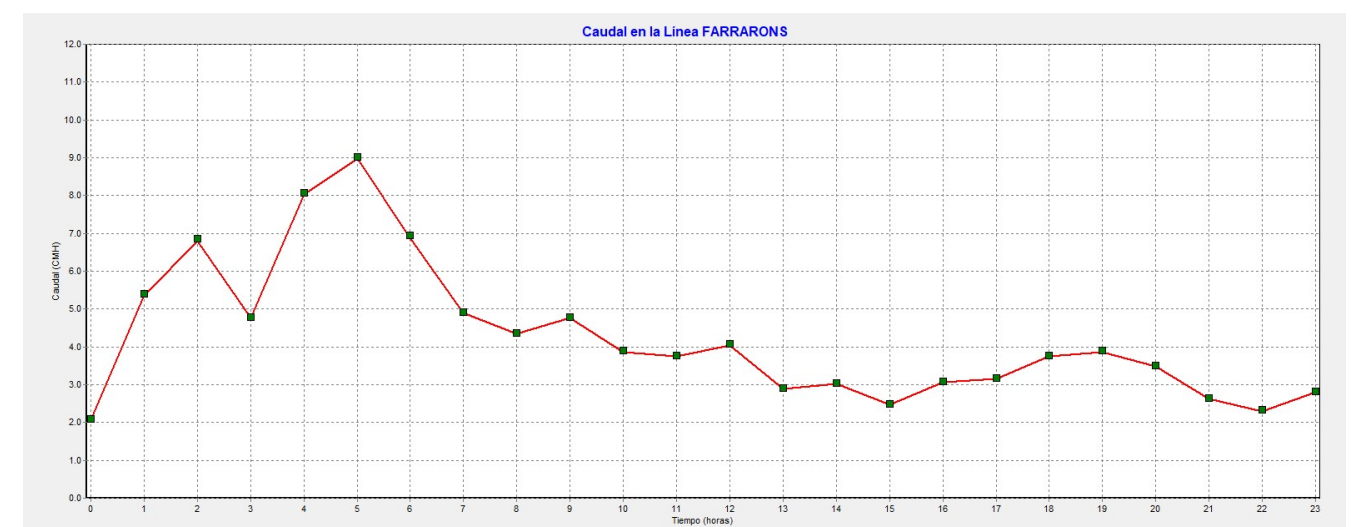
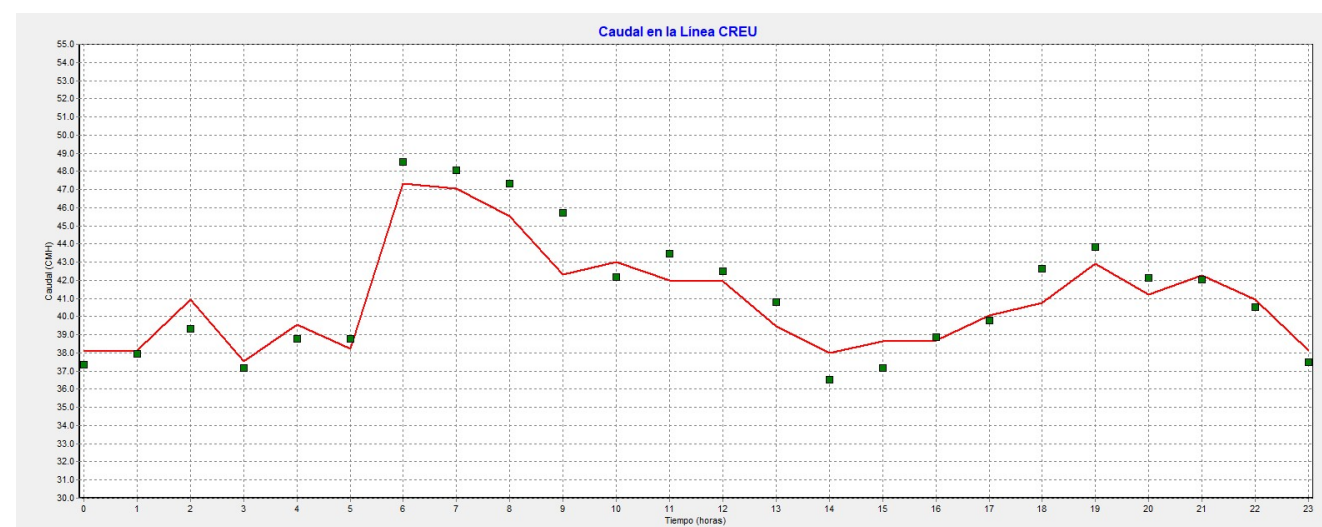
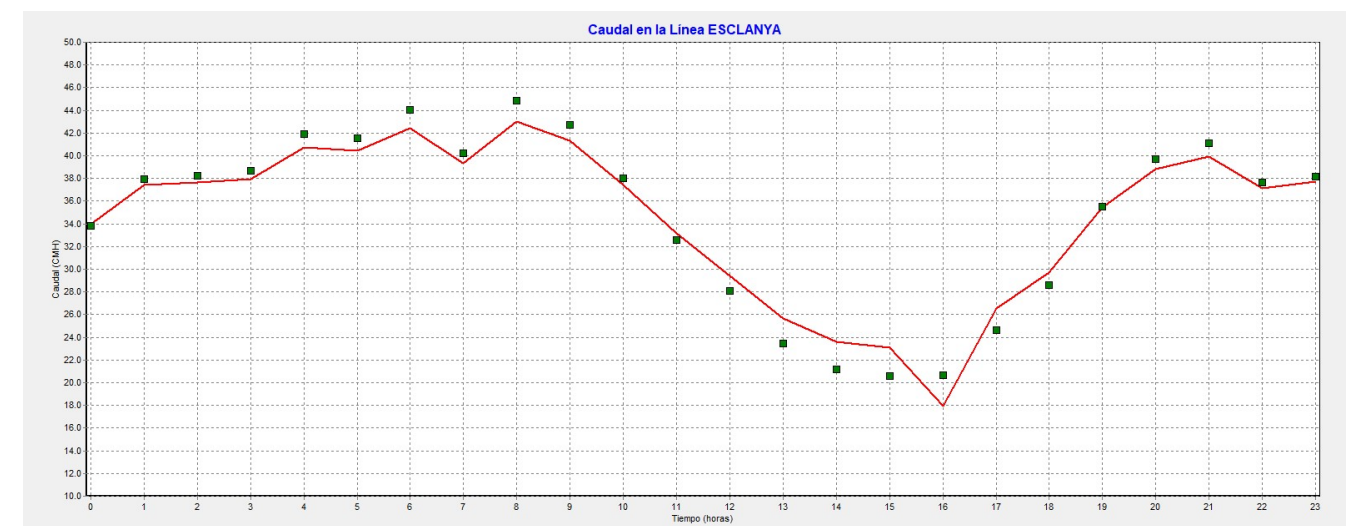
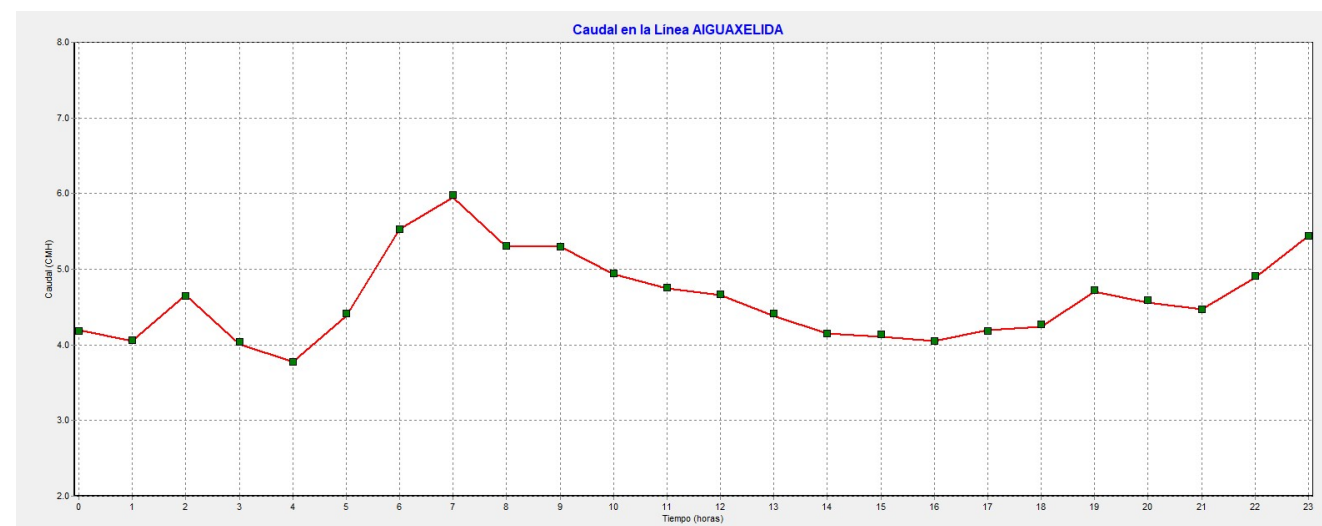
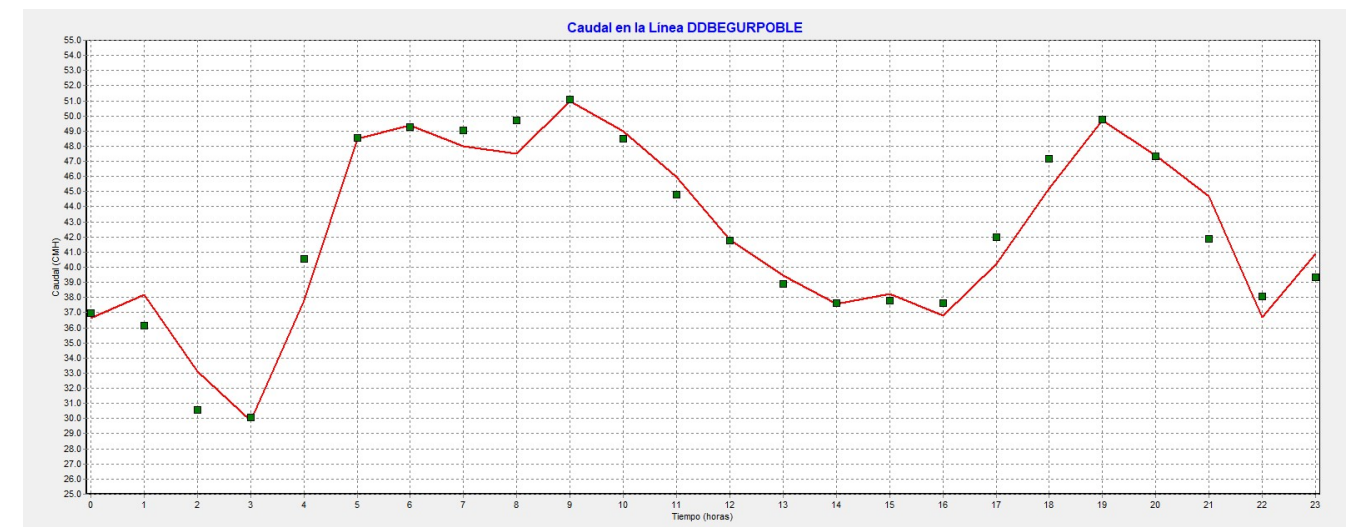
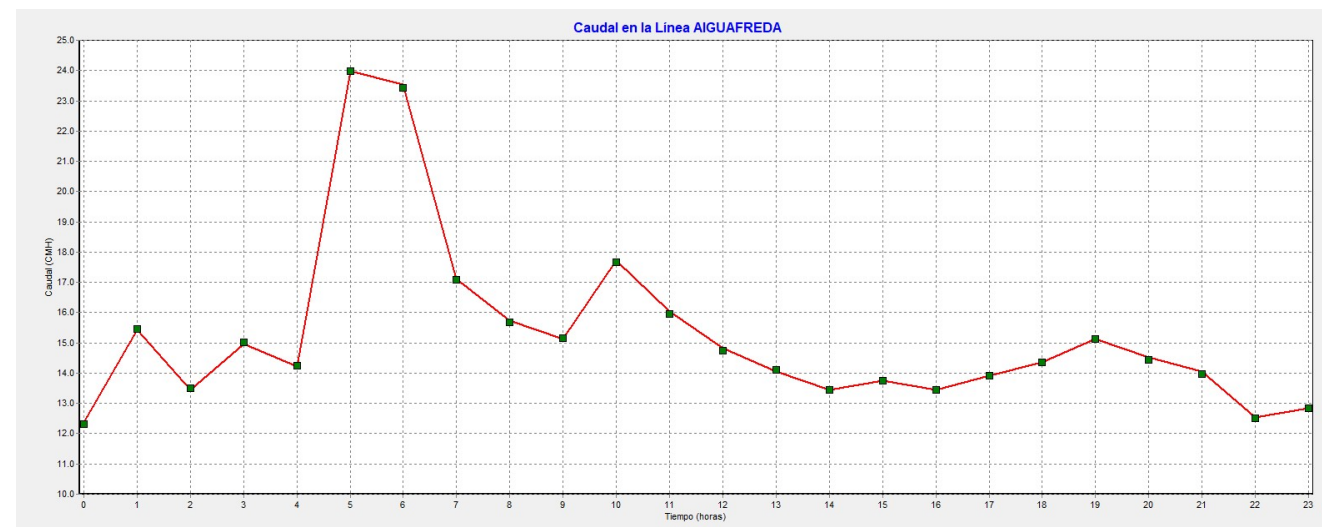
Per a l'elaboració dels fitxers de calibratge, que contenen les dades reals de camp, en primer lloc, s'han descarregat les lectures registrades pels dataloggers instal·lats al municipi.

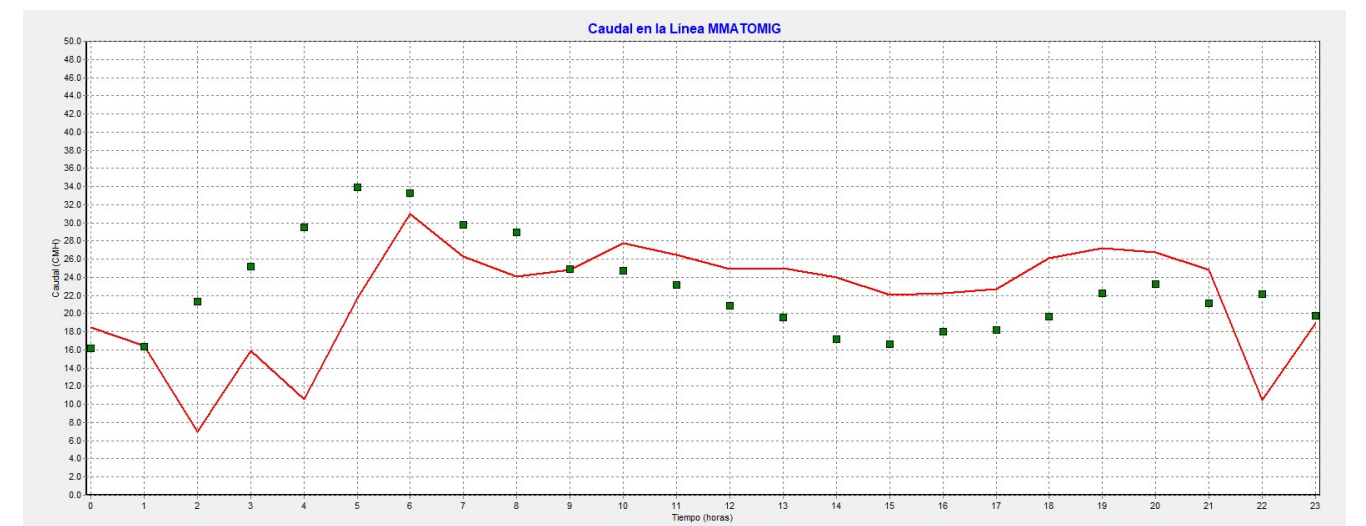
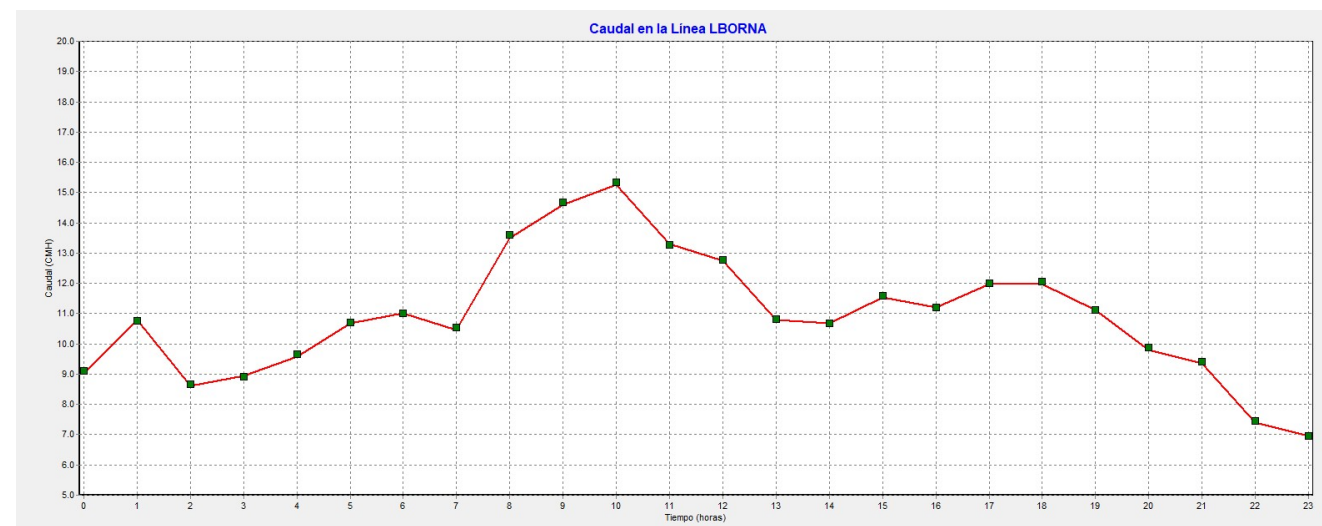
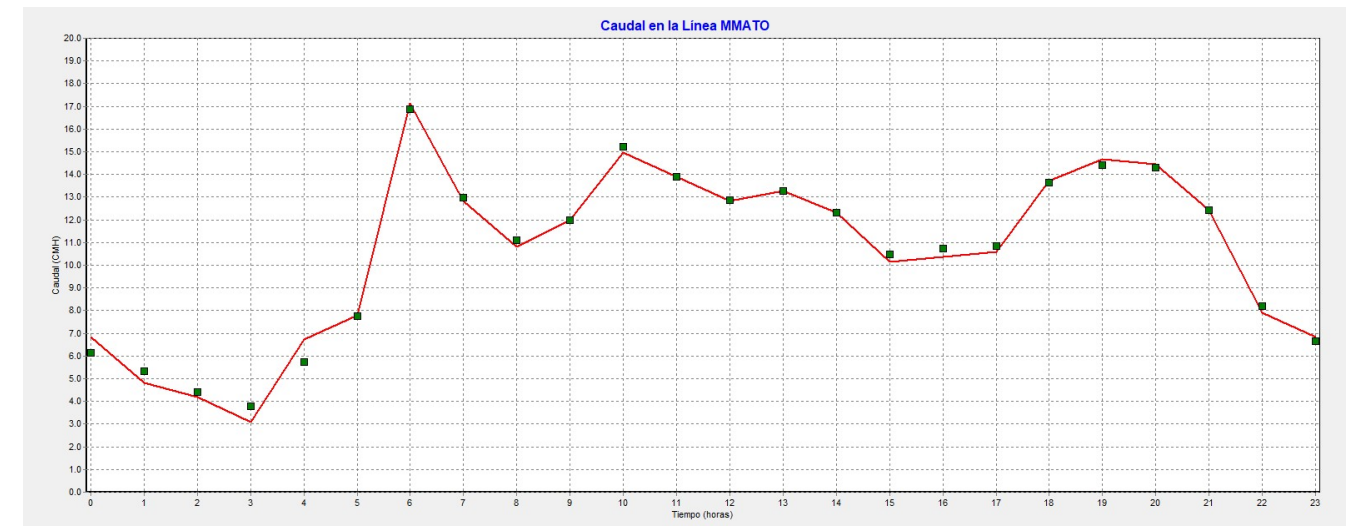
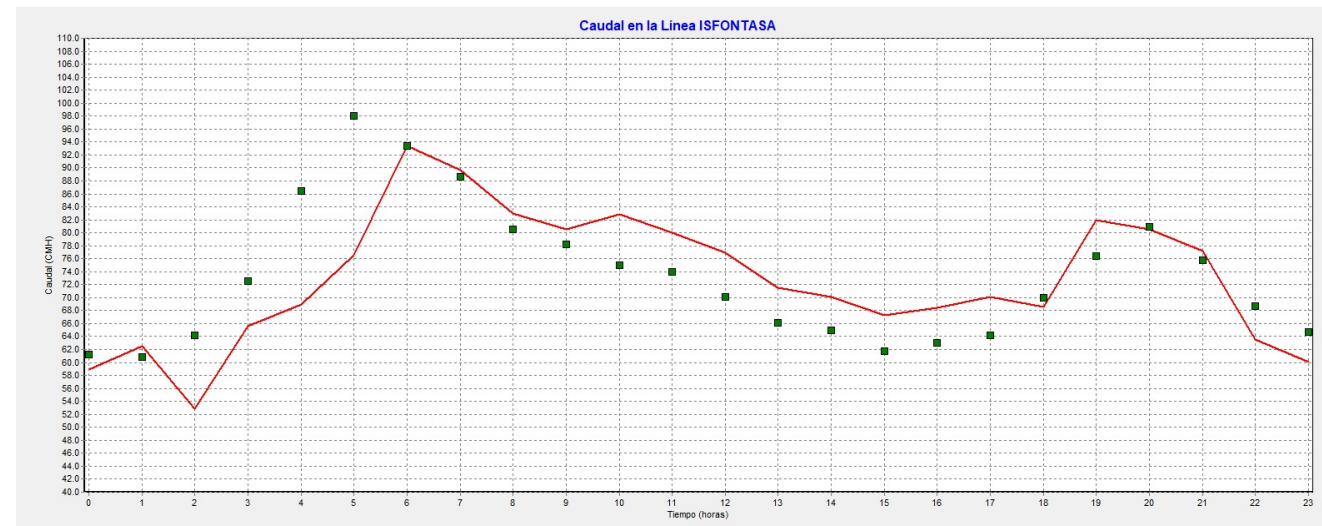
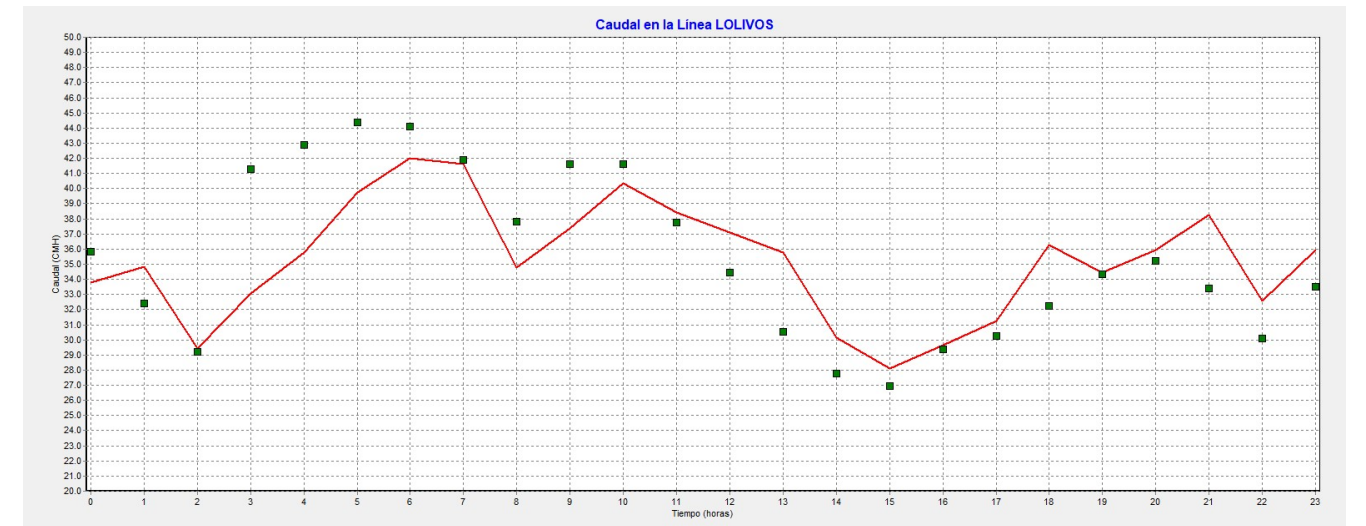
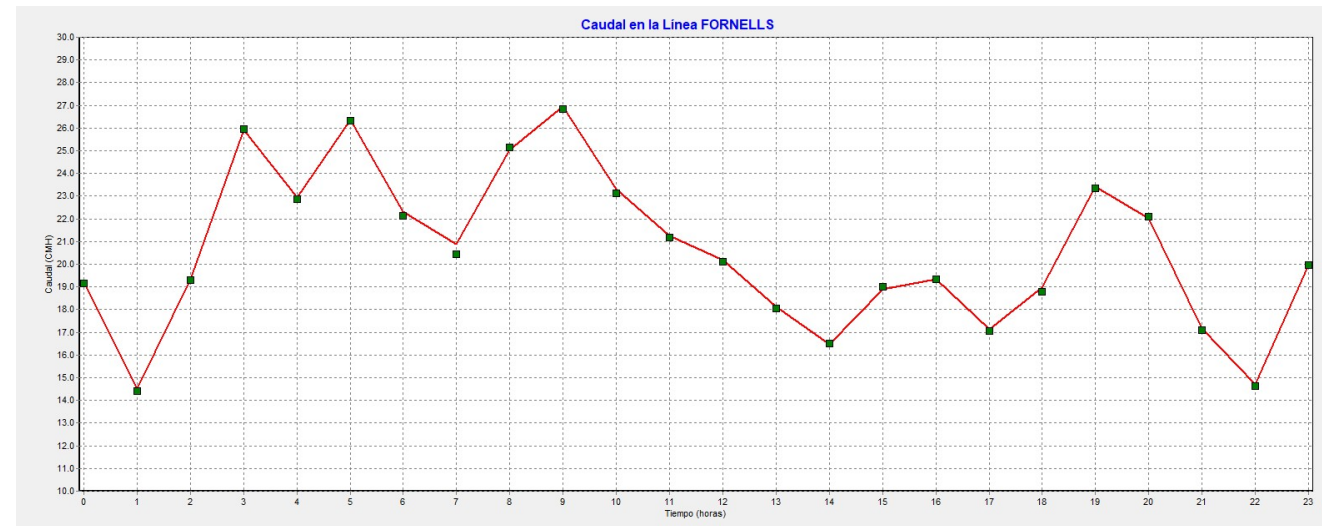
En segon lloc, aquestes lectures s'han depurat per eliminar possibles dades errònies o singulars que falsegin les dades observades per a una situació normal de funcionament.

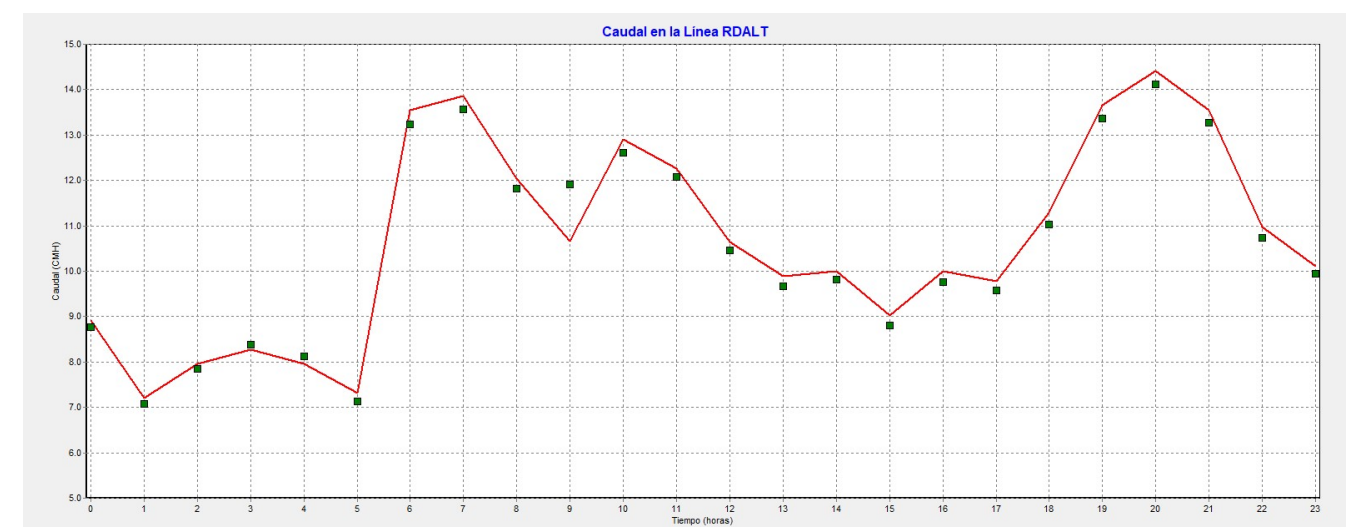
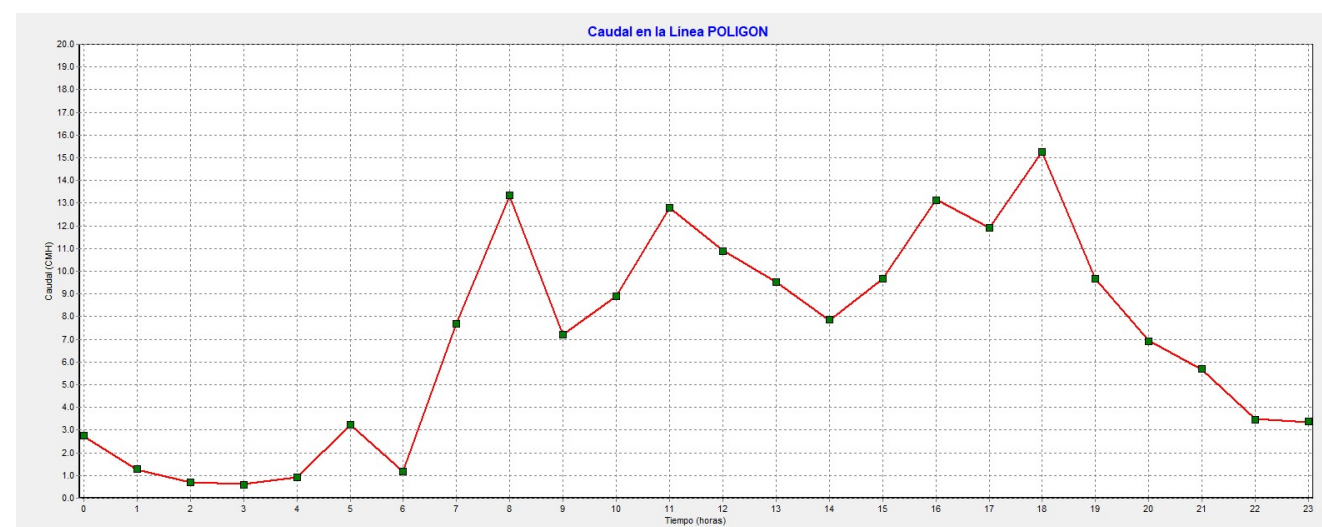
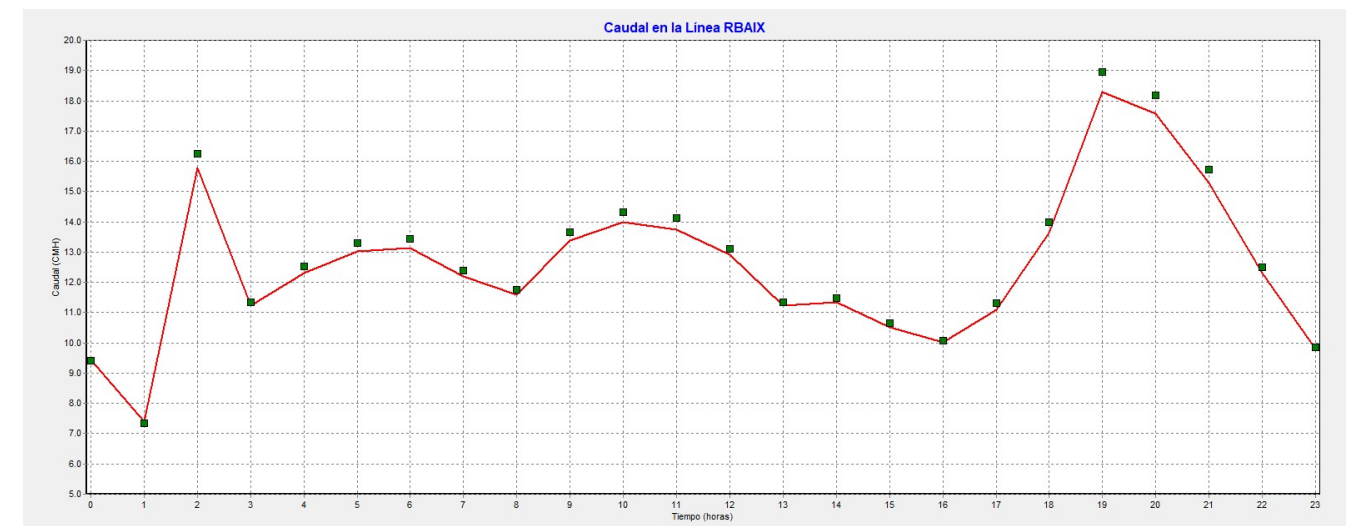
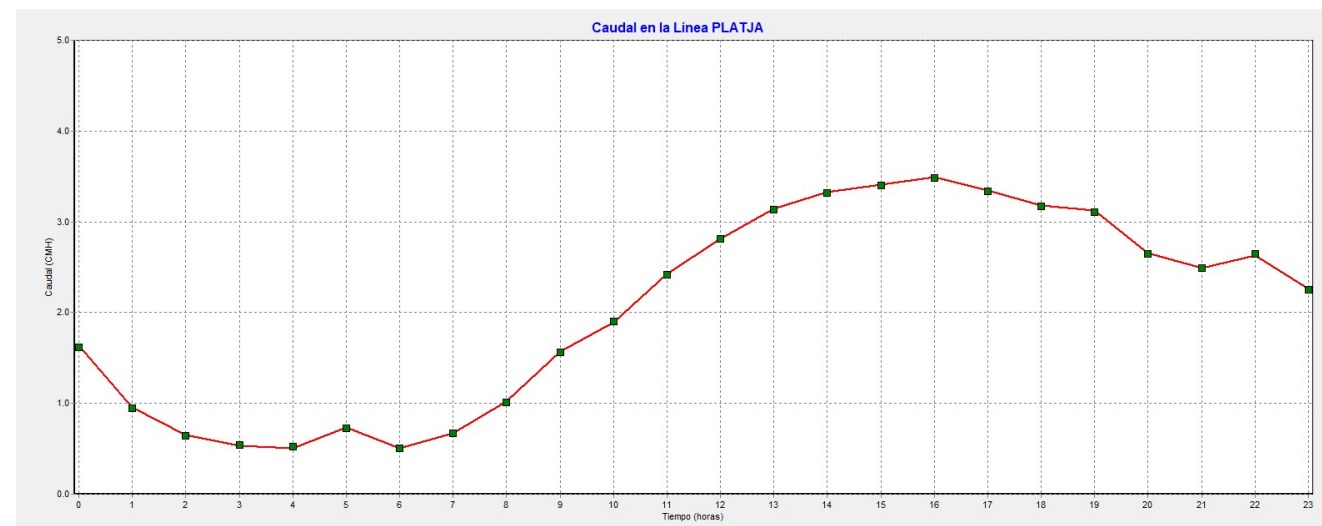
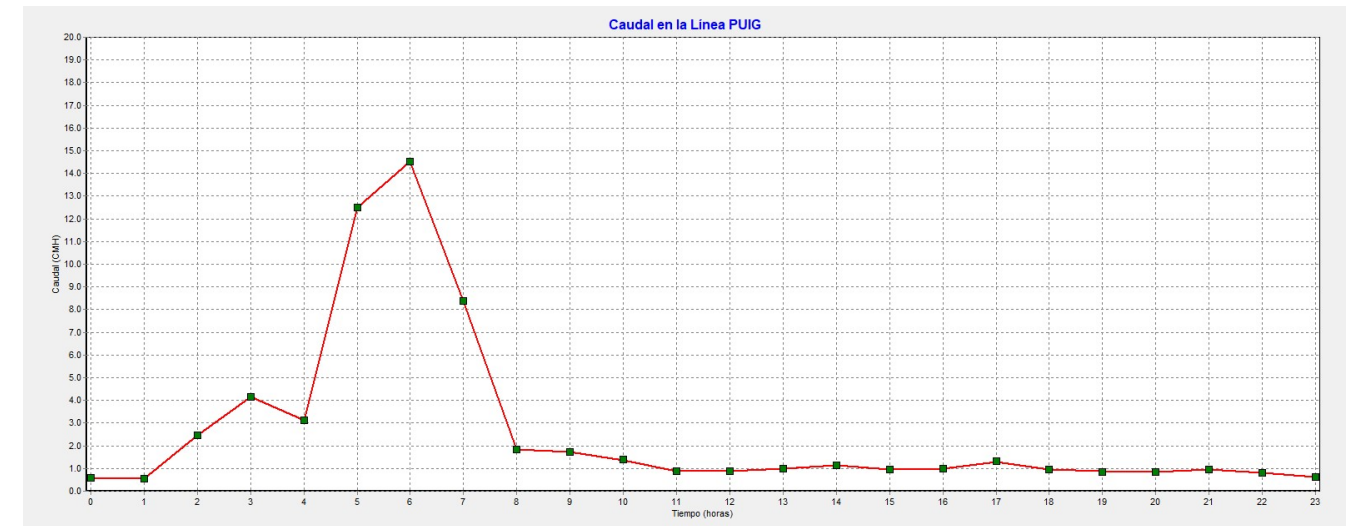
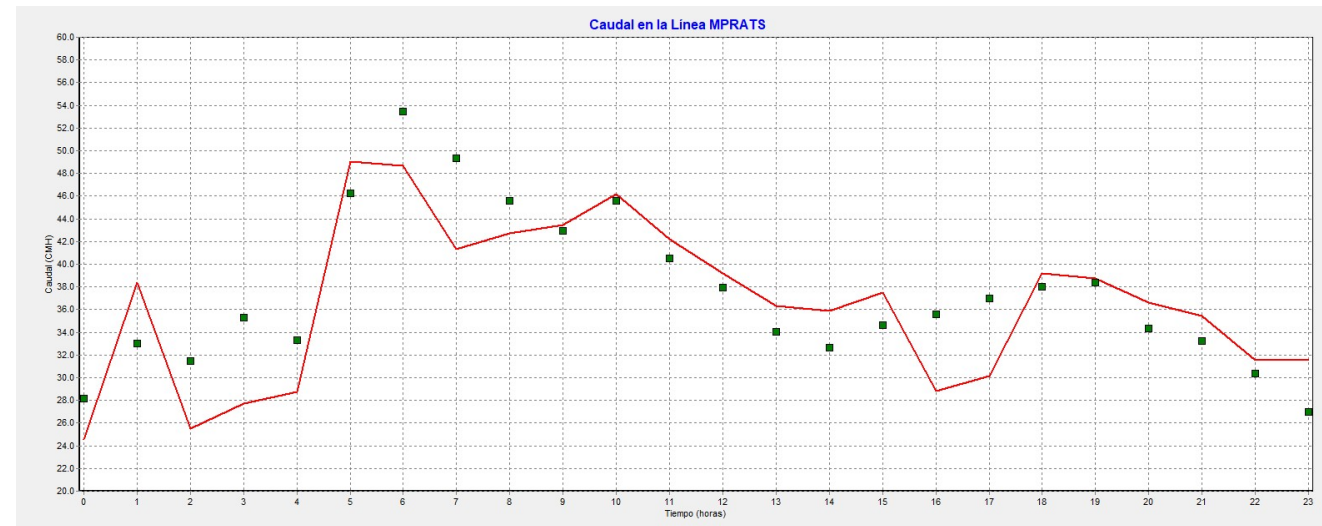
Les dades errònies poden ser degudes principalment a fallades en les bateries d'alimentació dels registradors o descalibració dels dispositius, mentre que les dades singulars corresponen a valors registrats durant períodes en què s'han produït fuites o grans consums puntuals que donen lloc a valors extrems de cabal o pressió, no habituals a la xarxa en condicions normals de subministrament.

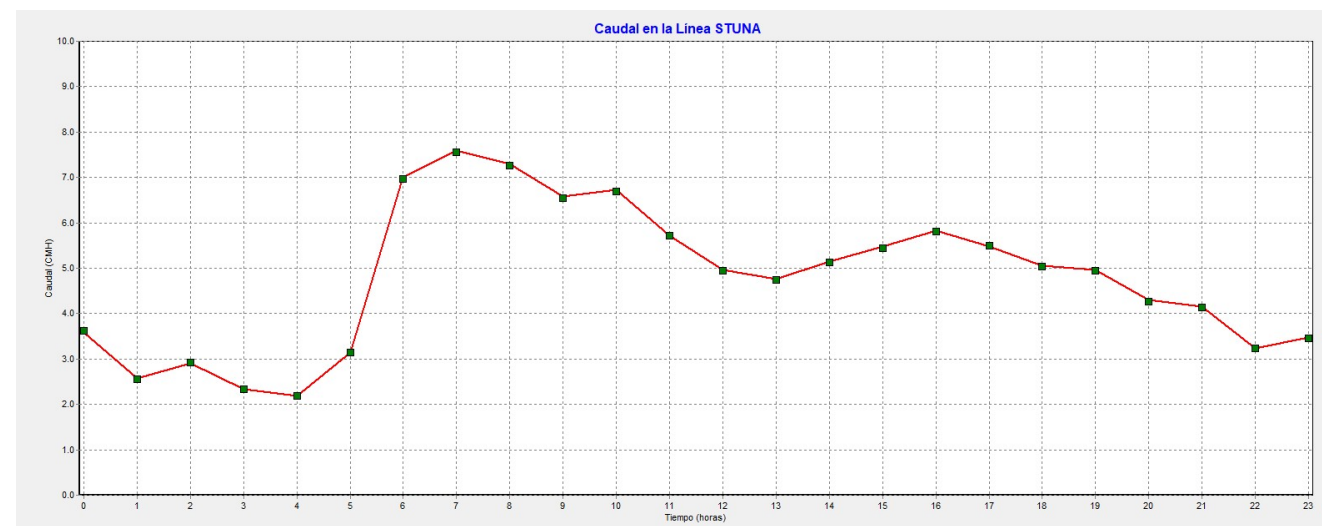
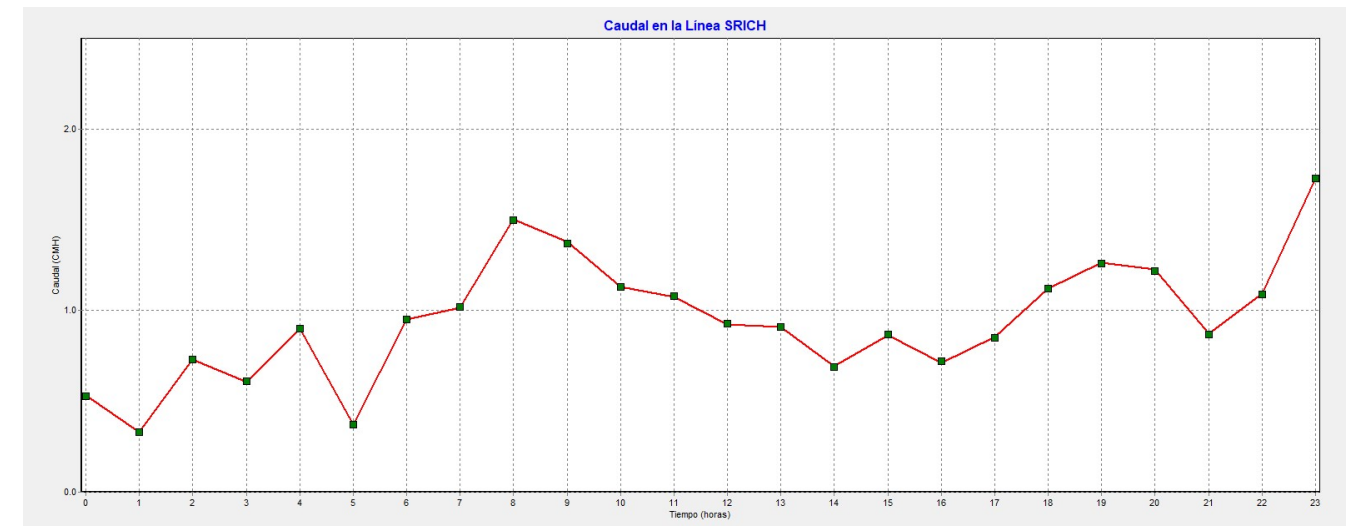
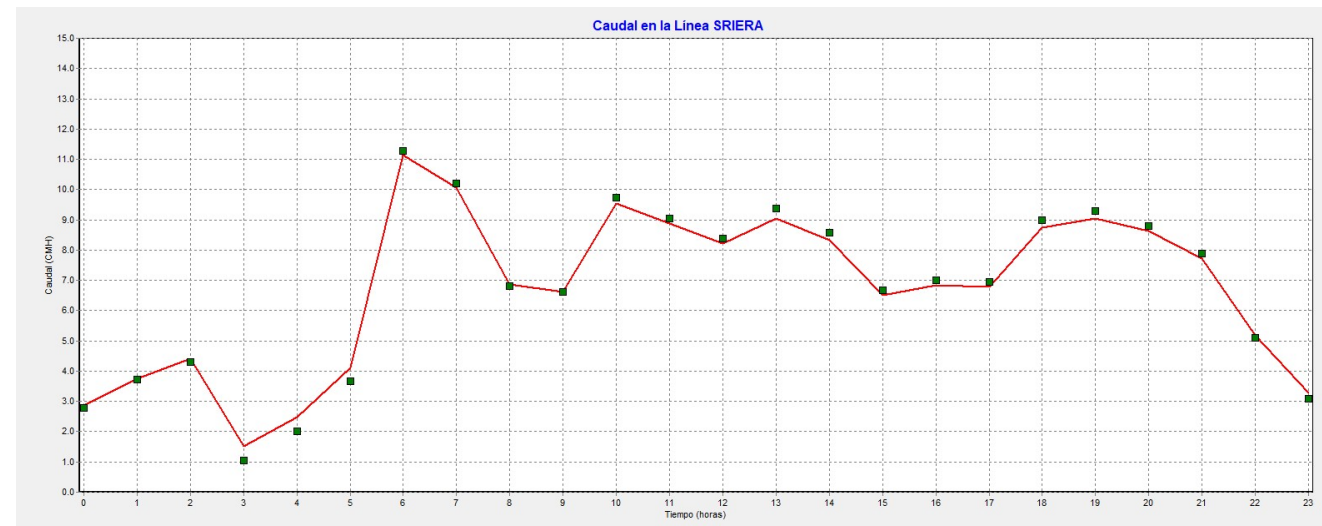
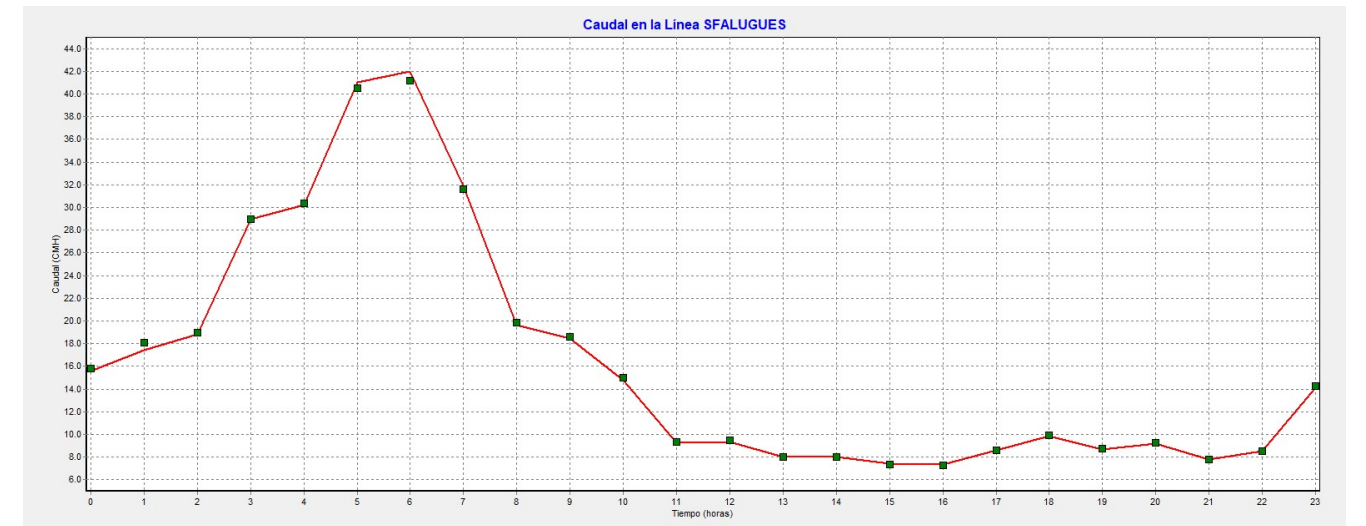
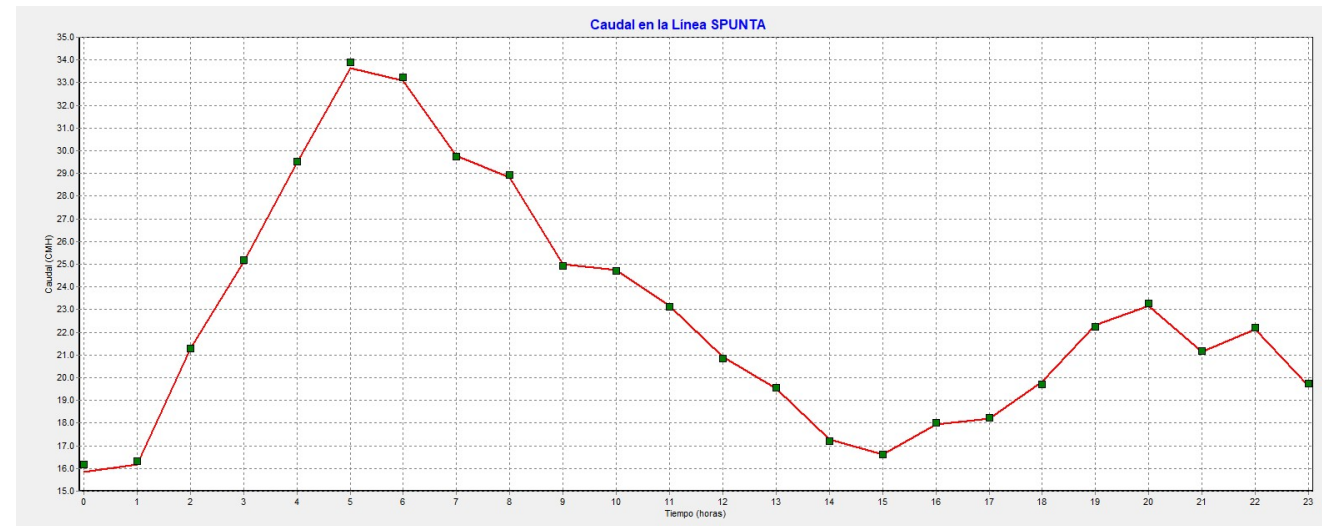
Amb tot l'exposat, a continuació, es mostren una sèrie de gràfiques obtingudes d'EPANET, on el valor calculat (vermell) correspon amb els valors que aporta el model i el valor observat (verd) correspon amb les lectures registrades pels dataloggers una vegada depurades.

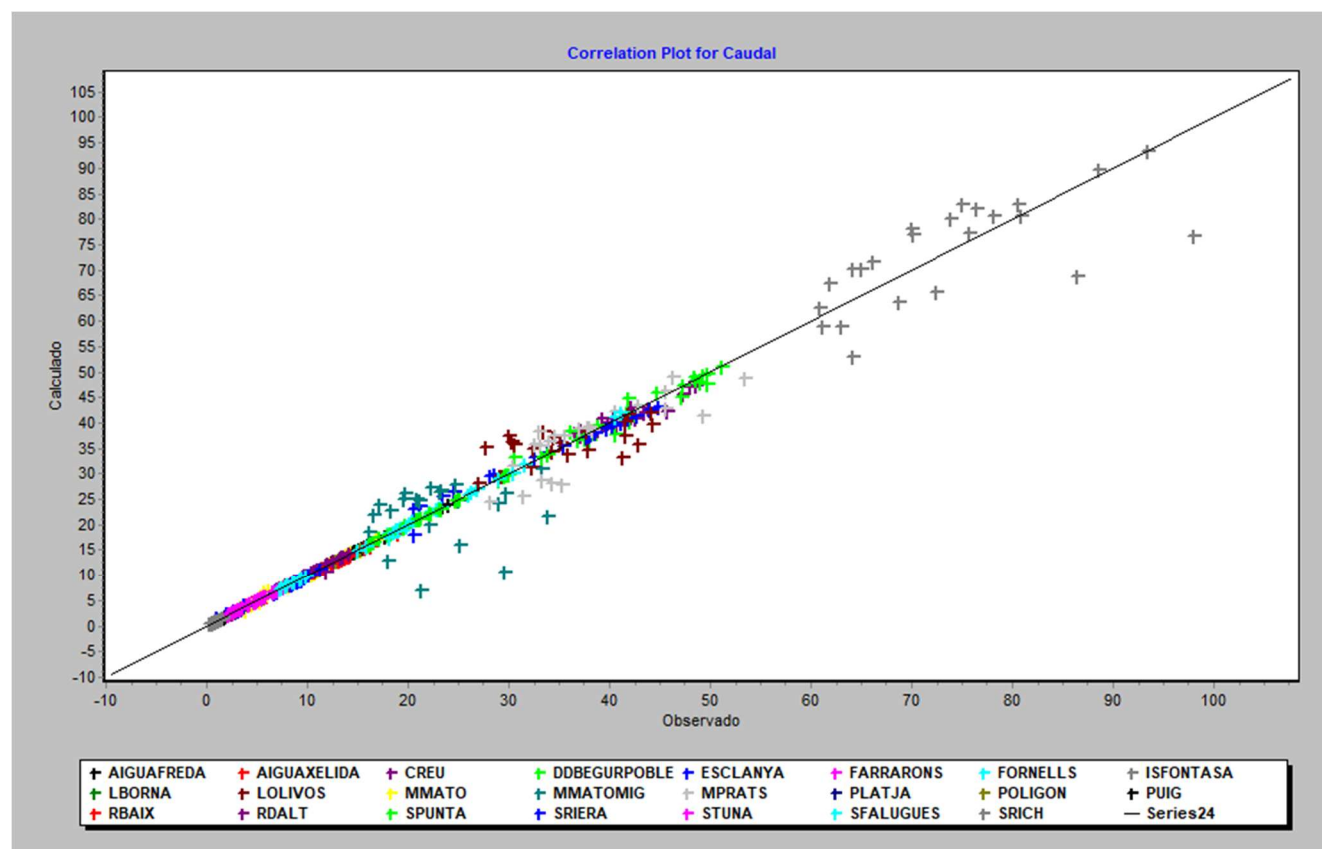
Es poden observar les dades en intervals horaris (funció de la programació implementada en cada registrador).









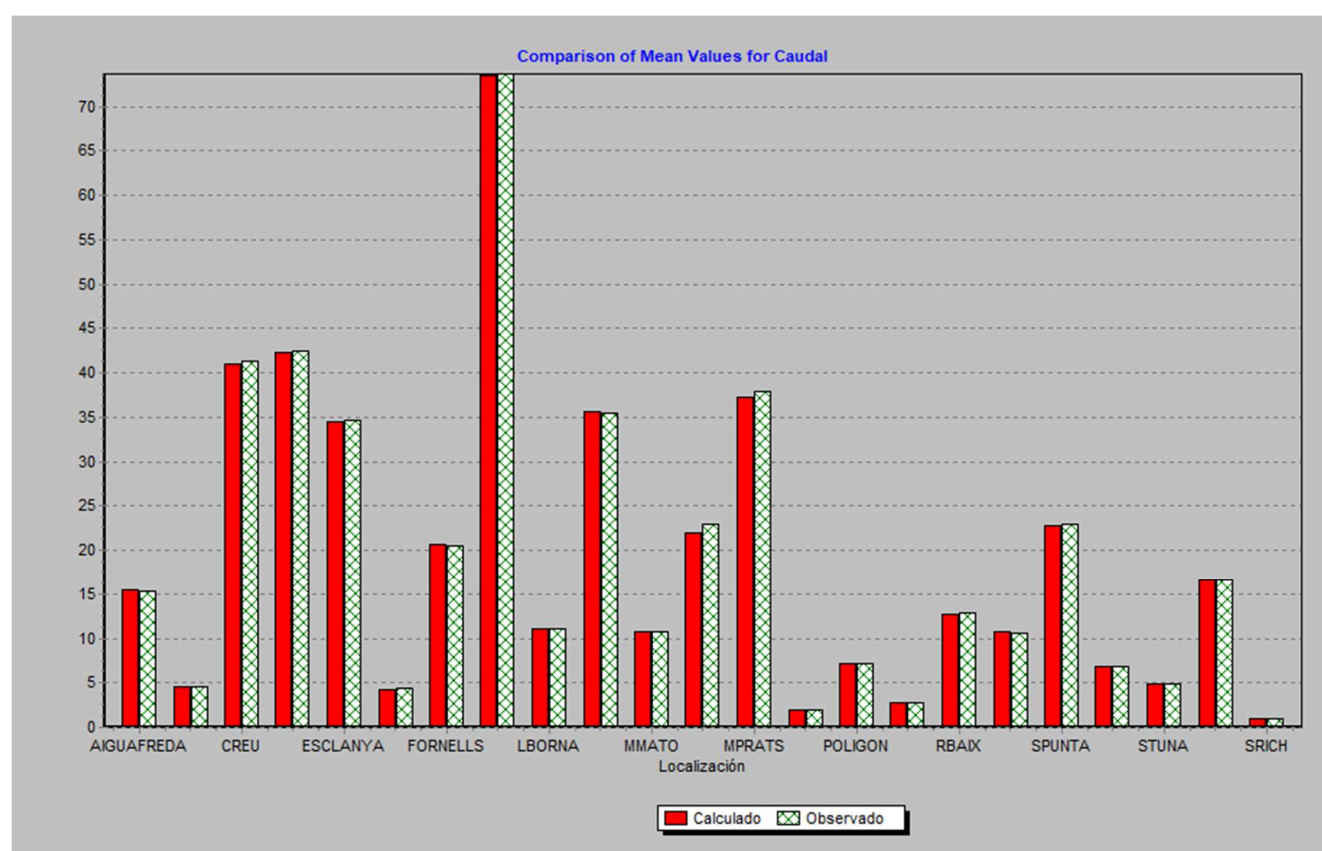


Estadísticas de Calibración para Caudal

Localización	Nº	Observ Obs	Calc Media	Media Media	RMS Error	Error
AIGUAFREDA	23	15.36	15.38	0.042	0.051	
AIGUAXELIDA	23	4.59	4.58	0.016	0.020	
CREU	23	41.37	41.07	1.019	1.252	
DDBEGURPOBLE	23	42.40	42.28	1.000	1.379	
ESCLANYA	23	34.60	34.44	1.216	1.417	
FARRARONS	23	4.34	4.31	0.034	0.036	
FORNELLS	23	20.56	20.63	0.094	0.129	
ISFONTASA	23	73.70	73.53	5.832	7.711	
LBORNA	23	11.10	11.06	0.046	0.056	
LOLIVOS	23	35.45	35.68	3.183	4.122	
MMATO	23	10.81	10.77	0.257	0.364	
MMATOMIG	23	22.88	22.03	5.490	7.006	
MPRATS	23	37.87	37.24	3.167	3.855	
PLATJA	23	2.03	2.03	0.008	0.009	
POLIGON	23	7.16	7.16	0.020	0.021	
PUIG	23	2.73	2.73	0.007	0.009	
RBAIX	23	12.92	12.67	0.258	0.307	
RDALT	23	10.57	10.70	0.258	0.341	
SPUNTA	23	22.88	22.83	0.088	0.117	
SRIERA	23	6.88	6.84	0.197	0.233	
STUNA	23	4.81	4.83	0.021	0.025	
SFALUGUES	23	16.58	16.57	0.171	0.272	
SRICH	23	0.92	0.92	0.003	0.004	
Sistema de Red529		19.24	19.14	0.975	2.523	

Correlación entre los Términos: 1.000

Imatge 9. Informe de calibratge de cabals



3. DIMENSIONS I CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DEL MODEL ELABORAT

En el present apartat s'exposen les característiques més representatives del Projecte d'EPANET sobre el qual s'ha treballat per dur a terme l'estudi de la xarxa Begur. A més, s'indiquen les dimensions dels principals paràmetres hidràulics que s'han obtingut, així com la quantitat d'elements considerats. Aquesta informació aporta una idea de la magnitud del model construït, quedant palesa la complexitat i nivell de detall del mateix i el nivell de detall adoptat.

Nombre de Nodes Cabal	1224	
Nombre d'Embassaments	5	
Nombre de Dipòsits	10	
Nombre de Canonades	1306	
Nombre de Bombes	2	
Nombre de Vàlvules	34	
Unitats de Cabal	CMH	
Fórmula Pèrdues Càrrega	D-W	
Longitud total xarxa	136	km
Diàmetre màx	400	mm
Diàmetre mín	50	Mm
Període de Simulació	24	h
Interval Càlcul Hidràulic	1	h
Corbes Modulació	24	fora
Cabal mitjà consumit	312	m3/h

Cabal màxim consumit	428	m3/h
Cabal mínim consumit	250	m3/h
Punt màxx	308	msnm
Punt mínac	2	msnm
Pressió màx	125	mca
Pressió mín	0	mca

Imatge 10. Resum dels paràmetres i característiques del model matemàtic elaborat