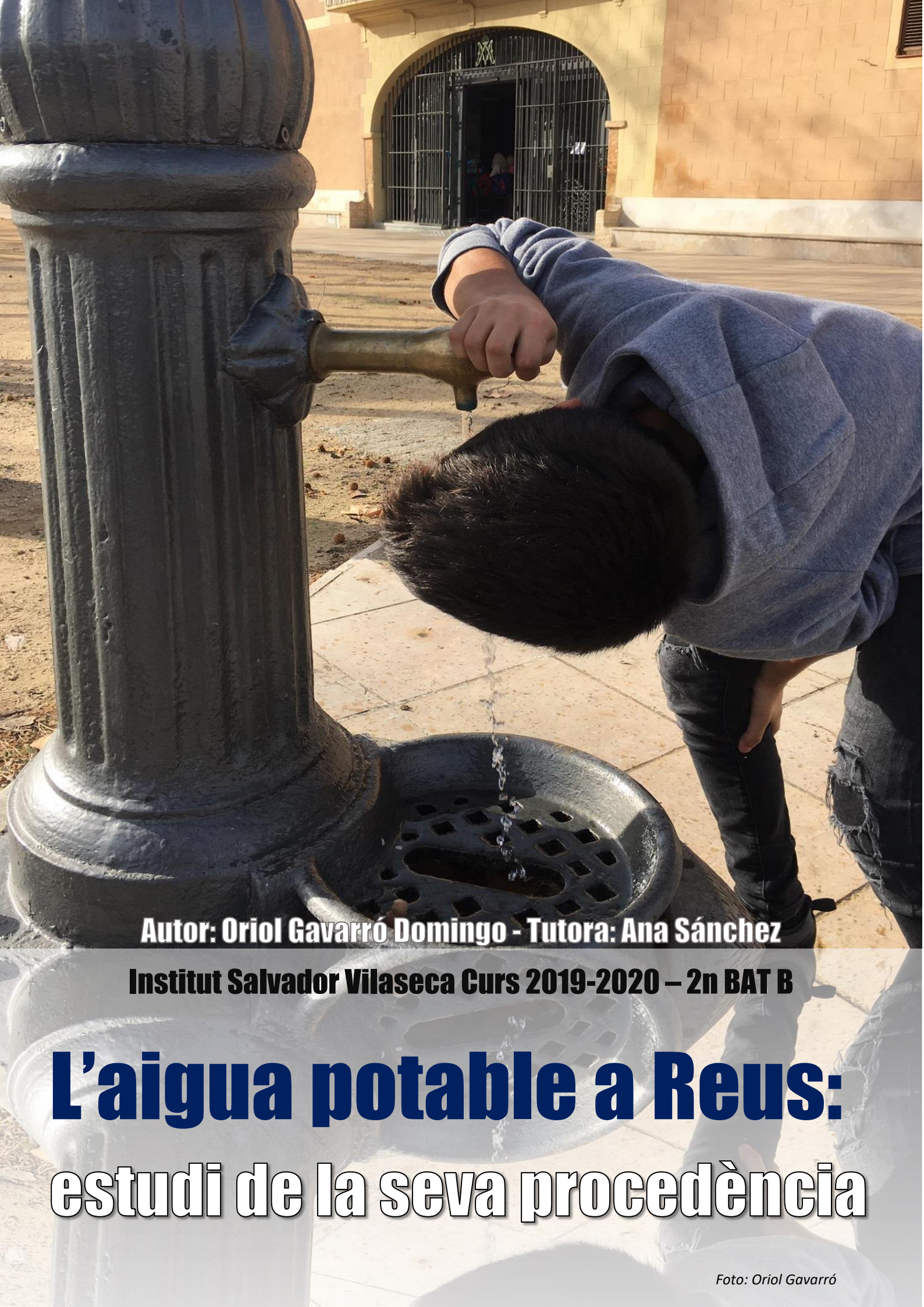


Autor: Oriol Gavarró Domingo - Tutora: Ana Sánchez

Institut Salvador Vilaseca Curs 2019-2020 – 2n BAT B

L'aigua potable a Reus:

estudi de la seva procedència

Foto: Oriol Gavarró

AGRAÏMENTS

Abans de començar m'agradaria agrair a totes les persones que han col·laborat en la realització d'aquest treball. En primer lloc, agrair al personal del laboratori del Consorci d'Aigües de Tarragona de l'Ampolla, que van fer possible la part pràctica del meu treball, i em van ensenyar les tècniques i procediments que permeten l'estudi de les aigües d'una gran quantitat de municipis de la província de Tarragona. Especialment vull agrair a la Sra. Roser Gimeno, tècnica analista de l'àrea d'inorgànics del laboratori, qui em va ensenyar i supervisar en la realització de les anàlisis; a la Sra. Josepa Fàbregas, la Responsable de la direcció tècnica del laboratori i gestió de qualitat, qui m'ha facilitat molta informació tècnica i ajuda i al Responsable Tècnic del laboratori, el Sr. Agustí Colom, qui em va ajudar amb l'anàlisi dels resultats.

Paral·lelament, també agrair al personal de l'empresa Aigües de Reus, que em van facilitar les dades de la distribució de l'aigua i em van permetre l'obtenció de mostres del pantà de Riudecanyes i de la Mina de Monterols, i especialment al seu cap de Distribució de xarxes, el Sr. Carlos Rubí, que em va concedir una entrevista per acabar d'aclarir dubtes relacionats amb la distribució de l'aigua a la meva ciutat.

Així mateix vull agrair als meus tutors, al Joan Carles Vendrell i l' Ana Sánchez que m'han ajudat i orientat al llarg del treball.

Finalment, també vull agrair al meu pare per introduir-me en el món de l'aigua, i fer possible la meva estada al laboratori del CAT, pel contacte amb totes les persones relacionades amb el sector, i pel transport i el suport al llarg del treball.

ÍNDEX

1.INTRODUCCIÓ 1

2. L'AIGUA 3

3.OBJECTIUS DEL TREBALL 5

4. HIPÒTESIS 5

5.HISTÒRIA DE L'AIGUA A REUS 6

6. FUNCIONAMENT ACTUAL DEL SERVEI D'AIGUA 9

7. NORMATIVA EXISTENT EN LA DISTRIBUCIÓ D'AIGUA POTABLE A CATALUNYA 12

8. METODOLOGIA 13

8.1 PUNTS DE RECOLLIDA DE LES MOSTRES 13

8.2 PROCEDIMENTS PER RECOLLIR MOSTRES 16

9. ANÀLISI FISICOQUÍMIC 18

9.1. INTRODUCCIÓ A L'ANÀLISI FISICOQUÍMIC 18

9.2. DESCRIPCIÓ DE LES TÈCNIQUES EMPRADES 19

9.3. PRÀCTICA DE L'ANÀLISI FISICOQUÍMIC 26

10. RESULTATS OBTINGUTS 37

11. ANÀLISI DE RESULTATS 39

12.CONCLUSIONS 54

13. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA 56

14. ANNEXOS 58

1.INTRODUCCIÓ

Actualment, un acte tan quotidià com pot ser obrir l'aixeta de casa, o aturar-se en una font pública a beure aigua, no sempre ha estat fàcil a Reus.

A l'hora d'escollir tema per el meu Treball de Recerca, tenia clar que volia tenir una part pràctica relacionada amb proves i anàlisis en un laboratori.

El meu pare s'ha dedicat al sector de l'aigua tota la vida, i des de ben petit sempre he estat conscienciat de la importància d'aquesta. Així va ser com em vaig decantar per escollir algun tema relacionat amb el tractament de l'aigua potable que tenim al nostre abast, per indagar més en les seves propietats i composició, ja que té unes propietats específiques que la fan essencial per la vida, i la majoria d'éssers vius, sols som capaços d'utilitzar-la en unes condicions molt determinades.

Així doncs, el tema del meu Treball de Recerca serà l'estudi de l'aigua potable a la població de Reus, la meva ciutat, i em centraré en la seva procedència, ja que al llarg del temps, la falta d'aigua en la ciutat ha estat constant, a causa de la escassetat de recursos hídrics que presentava la comarca. Es van desenvolupar diferents infraestructures amb l'objectiu de cobrir les necessitats d'aigua, degut a l'augment significatiu de la població.

Actualment l'empresa encarregada de la gestió de l'aigua de la ciutat és Aigües de Reus (AREMSA). Segons la informació facilitada per la mateixa, al contactar amb ells en motiu d'aquest treball, l'aigua que surt per l'aixeta de casa nostra prové d'una mescla de diferents punts de subministrament, principalment del riu Ebre, distribuïda pel Consorci d'Aigües de Tarragona (CAT), que és l'empresa que gestiona la concessió administrativa de l'aigua del riu Ebre i n'assegura el subministrament; del pantà de Riudecanyes, i de l'única mina que segueix en funcionament actualment, anomenada la mina de Monterols.

La part pràctica del meu Treball de Recerca ha consistit en l'estudi de diferents paràmetres físics i químics que defineixen composició iònica de l'aigua recollida en diferents punts:

- De la xarxa municipal de Reus.
- Dels punts d'abastament a la sortida de la Planta de tractament de l'aigua d'aigües de Reus al Pere Mata.
- De la Planta de tractament d'aigua Potable del CAT (Consorci d'Aigües de Tarragona) a l'Ampolla.
- Del Pantà de Riudecanyes.

Podríem assegurar que l'origen de les aigües a la xarxa d'aigües de Reus és igual a les mateixes aigües que reben en origen l'empresa AREMSA i omplen els dipòsits municipals? Podrem comprovar si tota l'aigua existent a la xarxa de subministrament de Reus és igual?

2. L'AIGUA

La diferència fonamental entre el planeta Terra i la resta de planetes coneguts és l'existència d'aigua en estat líquid, que es troba en diferents entorns, formant els oceans, als casquets polars, rius, llacs i sota terra. La resta d'aigua terrestre es troba a l'atmosfera en forma de núvols.

En el seu estat natural només podem aprofitar un 3% del total de l'aigua que es troba en el nostre planeta, és l'anomenada "aigua dolça". Però d'aquesta, el 69% es troba als glacials i neus permanents, un 30,6% és aigua subterrània, un 0,1% és a l'atmosfera en estat de vapor d'aigua i només el 0,3% que queda està a disposició dels éssers vius terrestres, que necessiten el seu abastament continu per mantenir-se amb vida.

A nivell estructural, l'aigua està formada per dos àtoms d'hidrogen i un àtom d'oxigen, units per enllaços covalents. Un enllaç covalent s'estableix per compartició d'electrons, determinada per la tendència dels àtoms a adquirir l'estructura de gas noble. Per a formar la molècula d'aigua, l'oxigen utilitza dos electrons formant dos enllaços covalents, un amb cada àtom d'hidrogen, separats amb un angle de 104.5° per tant la seva fórmula empírica és H_2O.

Els àtoms d'hidrogen tenen una càrrega positiva mentre que l'àtom d'oxigen la té negativa. Degut a aquesta distribució de la càrrega, la molècula d'H_2O és fortament bipolar. Els bipols de la molècula d'aigua s'atrauen entre si i formen agregats a través d'enllaços coneguts com a ponts d'hidrogen.

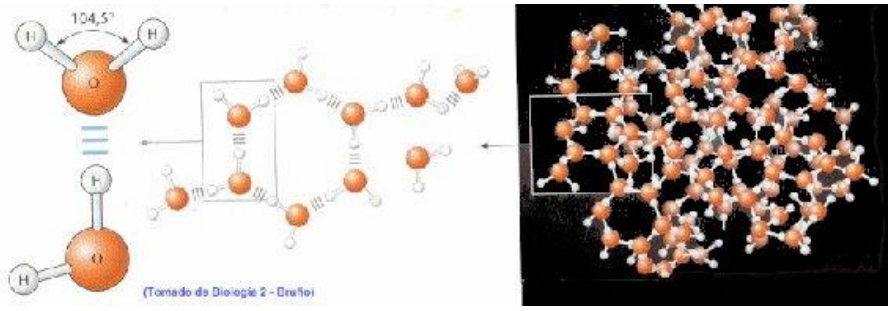


Figura 1: *Ponts d'hidrogen establerts entre els bipols d'aigua. Imatge extreta de https://www.um.es/molecula/sales01.htm*

Els enllaços d'hidrogen en l'aigua són responsables de moltes de les propietats poc comunes que presenta aquesta substància. L'aigua correspon al dihidrur d'oxigen, i si es compara amb els dihidrurs del mateix grup que l'oxigen, com el sulfur d'hidrogen, el selenur d'hidrogen o el tel·lur d'hidrogen es poden comparar aquestes propietats anòmales. En primer lloc, a pressió atmosfèrica i temperatura ambient (25°C) les altres molècules són gasos, mentre que l'aigua només passa a estat gasós quan arriba als 100°C. La seva tensió superficial i constant dielèctrica també són superiors al que s'esperaria a partir de les propietats dels altres dihidrurs. El seu punt de congelació també és inferior al que s'esperaria, i quan es congela forma gel, una substància menys densa que l'aigua líquida. Aquesta última propietat és essencial per la vida, ja que si no fos així, en els llacs i oceans es formaria el gel al fons i no a dalt, i com a conseqüència no existiria la vida en els ecosistemes aquàtics, ja que els dipòsits naturals d'aigua es congelarien cada vegada que la temperatura fos inferior a la del punt de congelació de l'aigua.

La polaritat de l'aigua també és un factor important per a la determinació de les seves propietats dissolvents, ja que els minerals que formen l'escorça terrestre són majoritàriament sòlids inorgànics, on els ions amb càrregues positives i negatives existeixen en una estructura reticular units entre si per enllaços electroestàtics. Gràcies a aquest caràcter bipolar, l'aigua té la capacitat de rodejar els cations amb la part negativa de la seva molècula, o als anions amb la seva part positiva, i aïllar els ions neutralitzant les forces d'atracció que mantenen la xarxa cristal·lina i finalment, l'ió rodejat amb molècules d'aigua deixa la xarxa i es desplaça cap a la solució (es transforma en un ió dissolt). D'aquesta manera, l'aigua dissol certa quantitat de quasi tots els sòlids o gasos amb els que està en contacte.

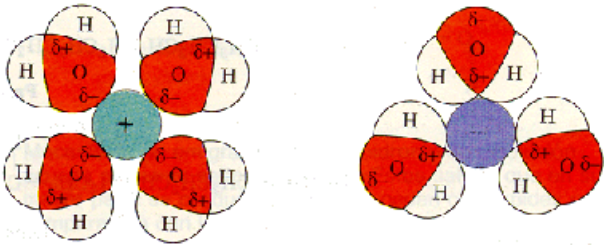


Figura 2: *Dissolució de compostos orgànics. Imatge extreta de https://www.um.es/molecula/sales02.htm*

3.OBJECTIUS DEL TREBALL

- Conèixer com és un laboratori tan important com és el del Consorci d'Aigües de Tarragona (LQAIGUA) des de dins, com funciona i poder participar en la realització de unes anàlisis.

- Conèixer i descobrir el sector i la seva importància en el que s'ha dedicat tant de temps el meu pare

- Contrastar les dades proporcionades per l'empresa AREMSA mitjançant les anàlisis de diverses mostres d'aigua recollides aleatòriament de diferents punts de la xarxa municipal (xarxa de distribució) i dels punts de captació anomenats en la introducció per poder comprovar si realment l'aigua que arriba a les nostres llars prové d'aquests orígens, o per contra provenen d'altres fonts de subministrament.

- Comprovar si existeix alguna variació en la qualitat de l'aigua en un interval de tres mesos (possible variació estacional) a les aigües dels mateixos punts de la xarxa municipal.

4. HIPÒTESIS

- L'aigua potable que arriba a la ciutat de Reus prové de la mescla de l'aigua subministrada pel CAT i de la mescla de l'aigua del pantà de Riudecanyes i la mina de Monterols.

- Existeix una variació estacional entre l'aigua del juny i la del setembre

5.HISTÒRIA DE L'AIGUA A REUS

El Camp de Tarragona és un territori pobre en recursos hídrics. La manca d'aigua ha estat un problema històric i s'han hagut de portar a terme costoses infraestructures per cobrir la creixent demanda i no aturar el desenvolupament de les poblacions.

Reus neix el segle XII prop d'un brollador, l'anomenada Font de la Vila. A mesura que la vil·la creix ha de buscar altres punts d'abastament i es construeix una primera canalització d'aigua: el rec d'Almoster, que permet portar l'aigua des d'Almoster fins a la vila de Reus. L'aigua arribava a la bassa del Padró – on actualment es troba la plaça de Marià Fortuny - des d'on es repartia per tota la vila mitjançant una xarxa de recs que subministrava les fonts, els abeuradors, els rentadors i més de 500 horts.

Al segle XVIII Reus esdevé la segona ciutat de Catalunya, i l'explotació d'aigües subterrànies facilita l'expansió de la indústria d'aiguardent i d'altres activitats econòmiques.

El segle XIX és el segle de les infraestructures per a l'abastament d'aigua tant per a la renovació d'antigues obres com per a la construcció de noves canalitzacions i infraestructures. En les primeres dècades del segle XIX, es buscava una solució a la manca d'aigua: allargar les mines existents per a aconseguir el cabdal d'aigua, o fer-ne de noves. L'interès per les mines seguirà fins al darrer terç del segle XIX, sobretot per tenir un control d'aquestes. A l'any 1877, a Reus, hi havia un total de 106 mines, ubicades en diferents partides del terme municipal. Tots els particulars podien excavar noves mines i sempre que fos amb la intenció d'aconseguir més aigua i sempre dintre dels límits legals. A més de les mines que tenien uns usos exclusivament particulars, n'hi havia d'altres. Les més importants, en l'intent de donar un millor servei per a l'abastament d'aigües i també d'assegurar-ho, es va projectar unificar el nivell de les aigües potables unint aquestes dues mines amb el dipòsit de la Boca de la Mina.

Amb aquesta obra es donaria solució als problemes de l'abastament d'aigües de finals de segle XIX. Juntament amb les mines, els pous també van tenir una gran importància en la recerca de solucions per l'abastament d'aigua a la ciutat. Uns, s'utilitzaven per a respirar les mines, i d'altres, per extreure'n aigua i aconseguir més aigua per a abastament de la ciutat i completar la quantitat d'aigua que portaven les diverses mines. Un dels més importants dintre de Reus, es el pou de la Casa de la Caritat construït l'any 1879, i el Pou d'Estellers, de propietat municipal . D'aquest, s'extreia aigua que era conduïda per una canonada per a donar servei a la part baixa de la població. Fora de la ciutat es van obrir pous per donar servei a zones que no en tenien.

La forma tradicional per a l'abastament de la població era la de les fonts, on la gent anava amb càntirs per a proveir-se per a les necessitats quotidianes, fins a l'arribada de l'aigua corrent. Al segle XIX hi havia fonts repartides per la ciutat per tal de donar servei al major nombre de veïns i sen seguiran construint de noves fins a finals de segle.

Les obres de canalització es van convertir en un element essencial per a l'abastament d'aigua. A mitjans del segle XIX, les conduccions que portaven aigua a algunes cases i a alguns horts, o les mines que portaven les aigües a les fonts presentaven problemes d'obstrucció produïda per la tosca formada pel pas de l'aigua i per les seves matèries calcàries. L'any 1873 es va modificar la canalització d'aigües potables per canonada de ferro i empalmes de goma, augmentant així el nombre de sol·licituds de connexions d'aigua potable a les cases particulars. S'havia regulat ja la distribució d'aigua i s'havia de fer la instal·lació de comptadors a la ciutat. Aquestes connexions particulars a la xarxa, aprofitaven aquesta nova infraestructura per a la distribució d'aigua . La col·locació de la canonada de ferro es va fer l'any 1877. Les obres de canalització eren importants, però també era necessari trobar sistemes per emmagatzemar l'aigua i s'havien de construir dipòsits que complementessin la xarxa de distribució i el servei que oferien les fonts, sobretot per a regular l'aigua en temps de sequera i necessitat i evitar que se'n perdés.

L'any 1894 es va projectar construir un dipòsit d'aigua a la Boca de la Mina en el que també, com a novetat, s'instal·larien uns filtres que purificarien l'aigua. Amb la construcció de dipòsits es permetia repartit l'aigua de Reus per a tots els punts de la ciutat.

Les infraestructures es van seguir modernitzant fins a la construcció del pantà de Riudecanyes l'any 1904, que fa possible l'abastiment de diferents pobles del Camp. A la ciutat es milloren les canalitzacions, les instal·lacions i la qualitat de l'aigua. Al 1933 s'inaugura la primera planta potabilitzadora de la ciutat, anomenada Clor Vell; la qual rebia l'aigua de les mines de Monterols i d'Almoster i, un cop clorada i esterilitzada, la conduïa a la xarxa d'abastament municipal. També es construeixen grans dipòsits davant de l'Institut Pere Mata. Al 1936, Reus esdevé pionera en el reciclatge d'aigües amb la construcció de l'estació depuradora d'aigües residuals del Molinet.

El creixement econòmic i demogràfic sofert a partir dels anys 60 comporta un augment de la demanda d'aigua i més pressió sobre els recursos locals. Durant la dècada dels anys 70 i 80 la ciutat pateix greus restriccions d'aigua, arribant a disposar en alguns moments de només 3 hores de subministrament al dia. És una època de dipòsits als terrats, de manifestacions, de millores en les canalitzacions, de construcció de nous dipòsits municipals. Fins que a l'agost de 1.989 arriba l'aigua de l'Ebre a través del minitransvasament.

Finalment, al 1989, neix Aigües de Reus amb l'objectiu de gestionar el cicle integral de l'aigua al terme municipal de Reus.

En l'annex 1 s'inclouen les imatges relacionades amb aquest apartat.

6. FUNCIONAMENT ACTUAL DEL SERVEI D'AIGUA

Actualment l'empresa encarregada de gestionar el cicle integral de l'aigua al terme municipal de Reus (captació, tractament, distribució i depuració) és l'empresa Aigües de Reus (AREMSA).

L'aigua que surt per l'aixeta de casa dels reusencs prové de diferents fonts: Principalment arriba del riu Ebre, mitjançant una captació al marge esquerre del riu a l'alçada de Campredó, al municipi de Tortosa, des d'on es bombeja a la planta de tractament que el Consorci d'Aigües de Tarragona té a l'Ampolla. A través d'una gran canonada d'impulsió, gran part del seu recorregut és paral·lel a l'autopista AP-7 fins a arribar a la part alta de la ciutat de Reus, al costat del Pere Mata.

Una altra part important de l'aigua prové dels pantans de Riudecanyes i de Siurana que estan comunicats entre sí i subministren aigua a regants particulars i a diversos municipis del Priorat i del Baix Camp. Reus també compta amb recursos propis, les aigües subterrànies que arriben a través la mina Monterols, amb uns 400 anys de funcionament. Actualment Reus disposa de 19 pous, dels quals només 3 estan amb funcionament integrats en una petita xarxa tancada amb funcions de sanejament, pel manteniment de la xarxa de residuals i pel reg. L'aigua que prové del pantà de Riudecanyes i de la mina de Monterols es mesclen a l'Estació de Tractament d'Aigua Potable (ETAP) situada al costat del Pere Mata. Allà, la mescla passa per un tamís, que reté els sòlids més grans, posteriorment, per filtres d'arena, que retenen les partícules sòlides, i filtres de carbó actiu, que reté les partícules més fines i finalment es desinfecta amb clor gas (cloració).

Posteriorment, s'envia al dipòsit nou, amb una capacitat de 20.000 m^3 situat al costat, on es mescla amb l'aigua que arriba del CAT, que ja arriba potabilitzada i clorada, i que alhora està connectat amb el dipòsit vell, format per dos dipòsits de 6.000 m^3 cadascun.

Segons les dades de la pàgina web d'Aigües de Reus, les aigües barrejades tenen una proporció de: 54 % Consorci Aigües de Tarragona de l'Ebre, 37% embassament Riudecanyes i 9% Mina de Monterols.

Aquesta aigua surt per una canonada principal que forma una rotllana perimetral per tot Reus i és conduïda per tota a la ciutat mitjançant 38 km de grans canonades. És el que s'anomena xarxa de transport.

Paral·lelament, el CAT també subministra aigua a 3 dipòsits situats a les afores de la ciutat, el dipòsit de la Pubilla, el dipòsit Intermedi i el dipòsit Cim del Camp, que també es condueix a la xarxa principal.

Per fer arribar l'aigua als habitants, disposa de 335 km més de canonades de dimensions més reduïdes i 3.400 vàlvules d'aïllament, és la xarxa de distribució. La xarxa d'abastament de la ciutat forma una malla i està dividida en 24 sectors de subministrament per a una gestió òptima del servei. Mitjançant 36 arquetes de control connectades al sistema de telecomandament que es troba a la seu central de l'empresa, es pot vigilar: la pressió, el cabal, la cloració i la terbolesa de l'aigua subministrada a cada un dels sectors.

Per altra banda l'evacuació de les aigües brutes es realitza mitjançant una xarxa de 237 km de canonades de sanejament, 6.122 pous de registre i 48 km de grans col·lectors.
A l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals (sortida de Reus per la carretera de Salou) es produeixen un conjunt de processos físics, químics i biològics que van eliminant progressivament la matèria en suspensió i les substàncies dissoltes. Part de l'aigua depurada s'utilitza per al reg agrícola. La resta d'aigües depurades sobrants arriben al mar a través d'un emissari submarí que capta les aigües del barranc de Barenys.

Es parla d'un cicle integral de l'aigua, ja que s'agafa del medi natural i es retorna després d'utilitzar-la.

En l'annex 2 s'inclou el mapa de tota la xarxa de distribució de la ciutat de Reus i en l'annex 5 una entrevista realitzada amb el Cap de Distribució de l'empresa Aigües de Reus, Sr. Carlos Rubí.

Foto 1: *Dipòsit nou de 20.000m³*

Foto 2: *Dipòsit antic de 12.000m3 enterrat sota terra*

Foto 3: *Filtres d'arena a la l'Estació de Tractament al Pere Mata*

Foto 4: *Edifici de l'ETAP Aigües de Resu*

7. NORMATIVA EXISTENT EN LA DISTRIBUCIÓ D'AIGUA POTABLE A CATALUNYA

L'aigua distribuïda està regida pel "Real Decreto" 902/2018, del 20 de juliol, pel qual es modifiquen el "Real Decreto" 140/2003, del 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà i les especificacions dels mètodes d'anàlisis del "Real Decreto" 1798/2010, del 30 de desembre. Els valors paramètrics dels paràmetres determinats en les analítiques realitzades. La taula completa s'inclou en l'annex 3.

Paràmetres	Valor paramètric
Terbolesa al dipòsit	1 UNF
Terbolesa a la xarxa de distribució	5 UNF
pH	Entre 6,5 i 9,5 Unit pH
Conductivitat	2500 µS/ cm a 20°C
Sodi	200 mg/L
Sulfats	250 mg/L
Nitrats	50 mg/L
Clorurs	250 mg/L

Taula 1: *Valors paramètrics dels paràmetres determinats en les analítiques realitzades. Informació extreta del "Real Decreto" 902/2018, del 20 de juliol, pel qual es modifiquen el "Real Decreto" 140/2003, del 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà i les especificacions dels mètodes d'anàlisis del "Real Decreto" 1798/2010, del 30 de desembre.*

8. METODOLOGIA

8.1 PUNTS DE RECOLLIDA DE LES MOSTRES

Per realitzar aquest estudi s'han agafat mostres d'aigua de diferents punts de la xarxa municipals (xarxa de distribució); fonts públiques, que qualsevol reusenc podria identificar fàcilment, i que es recullen en la següent fotografia aèria. També es van agafar mostres de l'aigua de la sortida de la planta potabilitzadora del Consorci d'Aigües de Tarragona, del pantà de Riudecanyes, de la mina de Monterols, i de la mescla de les dos últimes a la planta potabilitzadora de Reus, abans d'entrar en contacte amb l'aigua del CAT (xarxa de captació).

PUNTS DE CAPTACIÓ

Fotos 5 i 6: *Aigua subterrània de la mina de Monterols*

Foto 7: *Aigua provinent del pantà de Riudecanyes*

Foto 8: *Mescla Mina de Monterols + pantà de Riudecanyes*

XARXA DE DISTRIBUCIÓ

Imatge aèria 1: *Mapa localització fonts públiques. Imatge extreta de https://www.google.es/maps*

Foto 9: *Font 1, Santuari Mare de Déu de Misericòrdia*

Foto 10: *Font 2, Tanatori Reus*

Foto 11: *Font 3, Parc de la Av. Marià Fortuny*

Foto 12: *Font 4, Boca de la Mina*

Foto 13: *Font 5, Parc Sant Jordi*

8.2 PROCEDIMENTS PER RECOLLIR MOSTRES

Material

- Envasos: Envàs de plàstic de 250 ml per l'anàlisi físico-químic i envàs de plàstic esterilitzat de 500 ml en cas d'anàlisi microbiològic, identificats amb etiqueta.
- Termòmetre, en cas d'anàlisi microbiològic
- Nevera i blocs de gel
- Full de camp

Passos

1. Obrir l'aixeta i deixar que corri l'aigua entre 1 i 2 minuts per renovar l'aigua estancada de les canonades. En cas d'anàlisi microbiològic desinfectar la boca de l'aixeta mitjançant una flama feta impregnant el cotó fluix amb alcohol de cremar i encenent-ho durant un minut per tal de desinfectar-la i no falsejar els resultats.
2. Destapar l'envàs de 250 ml i omplir-lo sencer, sense que entri en contacte físic amb la boca de sortida, fins la tapa. És important que no quedin bombolles d'aire. Tapar, etiquetar i posar-ho a la nevera. Tancar la nevera.
3. Destapar l'envàs de 500 ml amb cura i no deixar la tapa sobre cap indret per tal de no contaminar-la (està esterilitzada) i omplir-lo sense que entri en contacte físic amb la boca de sortida fins la marca del pot. Tapar, posar-ho a la nevera i tancar nevera.

4. Omplir full de camp a tots els camps: data i hora de la presa de mostra/ referència de la mostra/ nom/ persona que realitza la presa de mostres i temperatura de l'aigua. Posar observacions si és necessari.

Per agafar les mostres del pantà de Riudecanyes, de la mescla i de la mina de Monterols es va lligar el flascó amb un pal per arribar a submergir-lo en l'aigua i poder agafar la mostra .

Les mostres han de ser representatives i s'han de transportar en neveres per tal de mantenir-les sempre per sota els 4ºC, i és recomanable realitzar l'estudi abans de les 24 hores.

Les mostres van ser recollides i analitzades entre els dies 24, 25, 26, 27 i 28 de juny i el 23 i 24 de setembre de 2019 al Laboratori del Consorci d'Aigües de Tarragona de l'Ampolla (LQAIGUA) on es realitza el control de qualitat de l'aigua distribuïda pel CAT.

Foto 14: *Entrada del laboratori LQAIGUA*

Foto 15: *Mostres en els flascons al laboratori*

9. ANÀLISI FISICOQUÍMIC

9.1. INTRODUCCIÓ A L'ANÀLISI FISICOQUÍMIC

La determinació dels paràmetres fisicoquímics de l'aigua té com a objectiu conèixer la seva idoneïtat pels diversos usos que se'n fa d'ella. Per això s'analitzen els ions més abundants de l'aigua i alguns paràmetres físics, que defineixen la seva composició iònica.

El tipus d'aigua i la seva composició estan associades a les característiques geològiques del terreny. El seu origen és molt variable i la seva composició té relació amb els terrenys pels que passa.

La interacció entre aigua i medi sòlid és intensa i canviant. Des de que l'aigua cau sobre la superfície de la terra amb la pluja, entra en contacte amb roques, sediments, i el sòl, així com animals i vegetals. Com la composició de la superfície terrestre i el grau d'activitat biològica així com la seva naturalesa (incloent l'activitat de l'ésser humà) varien d'un lloc a l'altre, es pot esperar que es produeixin aigües amb composicions molt diferents. El temps i el grau de contacte entre l'aigua i les roques també influeixen sobre la composició de la solució.

Els paràmetres físics i químics que s'han analitzat han sigut la terbolesa, la conductivitat, el pH, la duresa, l'alcalinitat, els cations (sodi, potassi, calci, magnesi), els anions (clorurs, nitrats i sulfats) i el residu sec.

9.2. DESCRIPCIÓ DE LES TÈCNIQUES EMPRADES

DETERMINACIÓ DE LA TERBOLESA

La terbolesa d'una aigua es deu a la presència de matèries en suspensió finament dividides: arena, argiles, matèria orgànica, etc. Per tant és un paràmetre generalitzat, ja que detecta una àmplia varietat de partícules de diferents orígens, i no proporciona informació sobre la seva naturalesa.

La terbolesa es determina mitjançant un equip anomenat turbidímetre, que utilitza l'efecte Tyndall, i envia un feix de llum que travessa la mostra d'aigua per poder determinar la quantitat de partícules en suspensió presents.

El resultat obtingut s'expressa en UNF (Unitats Nefelomètriques de Terbolesa).

DETERMINACIÓ DEL pH

La determinació del pH d'una mostra és la mesura de l'activitat dels ions H^+ presents mitjançant una mesura potenciomètrica.

Es defineix matemàticament com a logaritme negatiu de la concentració d'ions H^+.

$$pH = -\log (H^+)$$

Una molècula d'aigua (H_2O) està formada per un ió d'hidrogen (H^+) i un ió d'hidròxid (OH^-); per determinar el pH d'una solució s'examina la concentració dels ions d'hidrogen. Per tant es defineix com a àcid qualsevol substància que al dissoldre's en aigua augmenta la concentració d'ions d'hidrogen i es defineix com a base qualsevol substància que al dissoldre's en aigua en augmenta la concentració d'ions d'hidròxid.

El pH es determina mitjançant un equip anomenat pH-metre, el qual ha d'estar calibrat prèviament, i mesura la diferència de potencial elèctric entre dos elèctrodes, un de vidre i un de referència (Ag recobert de AgCl) submergits en la mateixa dissolució.

El resultat obtingut s'expressa en Unit pH.

Les variacions del valor del pH poden causar problemes de salut en el nostre cos i pràcticament totes les malalties cròniques estan relacionades d'alguna manera amb l'acidificació del nostre cos.

DETERMINACIÓ DE LA CONDUCTIVITAT

La conductivitat elèctrica de l'aigua és la conductància (facilitat que ofereix perquè passi l'electricitat) d'una columna d'aigua entre dos elèctrodes de 1 cm^2 d'àrea separats per 1 cm. La conductivitat depèn de la concentració iònica i la polaritat del dissolvent en que es troba. Per tant la conductivitat ens dona informació sobre el contingut de sals dissoltes d'una mostra.

La conductivitat es determina mitjançant un equip anomenat conductímetre, que ha d'estar prèviament calibrat o verificat amb una solució de referència de valor conegut.

El valor de la conductivitat varia en funció de la temperatura, per tant s'estableix com a temperatura a la que s'han de referir els resultats 20ºC. Per tant per a l'anàlisi d'una mostra tenim 3 opcions:

1. Atemperar la mostra a 20°C i efectuar la lectura immediatament.
2. Mesurar la conductivitat amb la temperatura de la mostra i aplicar un factor de correcció corresponent a 20°C emprant la taula adjunta (Annex 4).

3. Utilitzar un equip proveït d'una sonda de compensació de temperatura, en aquest cas, el conductímetre, ens dona la lectura independentment de la temperatura.

El resultat obtingut s'expressa en µS/cm.

DETERMINACIÓ DE L'ALCALINITAT

L'alcalinitat és una mesura de la capacitat de l'aigua per neutralitzar un àcid fort. En les aigües naturals correspon a la presència de bases com bicarbonats (HCO_3^-), carbonats (CO_3^{2-})i hidròxids (OH^-). Les determinacions de l'alcalinitat es basen en la neutralització d'un cert volum d'aigua amb àcid mineral diluït en presència d'un indicador colorit (fenolftaleïna per al TA i taronja de metil per al TAC).

El títol alcalimètric o TA permet conèixer la quantitat dels ions hidròxid i la meitat dels carbonat i el títol alcalimètric complet o TAC la de bicarbonats.

La concentració d'ions bicarbonat i carbonat està directament relacionada amb el pH de l'aigua i la concentració de carboni inorgànic dissolt a través de la dissociació de l'àcid carbònic.

Quan el pH de l'aigua és inferior a 8,3, es produeix la decoloració de la fenolftaleïna ,és a dir, quan l'anhídrid carbònic (CO_2) en estat lliure comença a aparèixer en la solució. En aquest cas el valor del TA serà zero, i l'aigua només contindrà bicarbonats. El valor del TA s'indica com a <5.

Amb valors de pH majors, apareixen carbonats, i amb valors molt alts apareixen hidròxids i desapareixen els bicarbonats, ja que es combinen amb ions OH^- i produeixen carbonats i noves molècules d'aigua:

$$HCO_3^- + OH^- \longrightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

El viratge de l'ataronjat de metil en l'anàlisi del TAC es produeix quan el pH és inferior a 4,3, és a dir, quan comença a aparèixer un excés d'àcid fort.

Segons el valor creixent del pH, tindrem en l'aigua o només bicarbonats, o una barreja de bicarbonat i de carbonats, o una barreja de carbonats i d'hidròxids, o només hidròxids.

Tan el TA com el TAC s'expressen en mg $CaCO_3$/l.

Els bicarbonats i carbonats afecten a moltes reaccions de corrosió, incloent la capacitat de l'aigua per formar una incrustació protectora metàl·lica de carbonat. També afecta a la concentració d'ions calci que poden estar presents.

DETERMINACIÓ DE CLORURS, NITRATS I SULFATS PER CROMATOGRAFIA IÒNICA

La cromatografia iònica és una tècnica per a la determinació d'ions que es basa en la competència entre dues fases: la fase estacionària (reïna) i la fase mòbil (eluent). La fase estacionària està formada per una reïna catiònica (grups funcionals carregats positivament), que és intercanviadora d'anions i la fase mòbil formada per l'eluent, que és una dissolució aquosa amb una gran afinitat a la columna on es troba la reïna.

El procés té lloc en diverses fases:

1. Condicionament de la columna per l'eluent.
2. Injecció de la mostra. Intercanvi d'anions per part de la fase estacionària (reïna).
3. Elució dels anions (tornar passar l'eluent per treure els anions de la columna). Com més afinitat tinguin els anions, tardaran més a caure, i per tant serà més gran el seu temps de retenció.
4. Regeneració de la columna (tornar a passar l'eluent).

Una vegada feta la separació cromatogràfica, el detector de conductivitat s'encarrega de detectar les variacions de conductivitat provocades pels anions sobre la fase mòbil. Aquestes variacions es registren en funció del temps i es quantifiquen els diferents pics detectats en una mostra com a resultat de comparar el temps de retenció i la seva àrea respecte les rectes de calibratge obtingudes per a cada ió.

Els resultats s'expressen en mg/l.

Els clorurs (Cl^-) i els sulfats (SO_4^{2-}) poden produir un augment de la corrosió dels tubs metàl·lics, al reaccionar amb els metalls en la solució. Les concentracions altes de sulfats, produeixen un efecte laxant en els éssers vius.
Els nitrats (NO_3^-) és un dels anions principals en les aigües naturals i les seves concentracions poden ser elevades degut a la presència d'adobs agrícoles.

DETERMINACIÓ DE SODI, POTASSI, CALCI, MAGNESI PER CROMATOGRAFIA IÒNICA

El principi de la cromatografia iònica per identificar cations, és idèntic al de la cromatografia iònica per identificar els anions, amb la única diferència que en aquest cas, la fase estacionària està formada per una reïna aniònica (grups carregats negativament), intercanviadora de cations. Les característiques de l'eluent també són diferents.

El sodi (Na^+) és un constituent natural de l'aigua potable. La presència del potassi (K+) és de gran importància per a la salut del sòl, el creixement de les plantes i la nutrició animal. Elevats nivells de potassi soluble en l'aigua poden causar danys a les llavors en germinació, inhibeixen l'absorció d'altres minerals i redueixen la qualitat del cultiu.
El calci (Ca^{2+}), en general, sol ser el catió majoritari en les aigües, i és un component essencial per a la preservació de l'esquelet i dents dels humans.

DETERMINACIÓ DE LA DURESA

La duresa és una altra manera d'indicar el contingut iònic d'una aigua referint-se bàsicament a la concentració total de ions de Ca^+ i Mg^+ expressat en mg $CaCO_3$/l.

Per calcular la duresa, s'ha de realitzar un càlcul a partir dels resultats obtinguts de la cromatografia dels cations. Amb els valors de Ca^+ i Mg^+ en mg/l, s'ha de realitzar la següent reacció química per obtenir $CaCO_3$ i $MgCO_3$:

$$X \text{ mg } Ca^{2+}/l \times \frac{1g\ Ca}{1000mgCa} \times \frac{1\ mol\ Ca}{40g\ Ca} \times \frac{100g\ CaCo3}{1\ mol\ CaCO3} \times \frac{1000mg\ CaCO3}{1g\ CaCO3} = y \text{ mg } CaCO_3/l$$

$$X \text{ mg } Mg^{2+}/l \times \frac{1g\ Mg}{1000mgMg} \times \frac{1\ mol\ Mg}{24{,}3g\ \ Mg} \times \frac{144g\ MgCo3}{1\ mol\ MgCO3} \times \frac{1000mg\ MgCO3}{1g\ MgCO3} = y \text{ mg } MgCO_3/l$$

La duresa permanent es calcularà a partir de la resta de la duresa total menys el TAC.

Popularment es parla de duresa de l'aigua en termes de graus francesos. Un grau francès equival a 100 mg CaCO3/l.

En funció de la duresa total (suma de les quantitats de $CaCO_3$ i $MgCO_3$ que s'hagin obtingut en mg/l), s'estableix la següent classificació:

- Fins a 150 mg de $CaCO_3$/l. Bona qualitat
- Fins a 300 mg de $CaCO_3$/l. Qualitat mitja
- Fins a 500 mg de $CaCO_3$/l. Qualitat acceptable
- Per sobre de 600 mg de $CaCO_3$/l. Aigua difícilment utilitzable

El grau de duresa, fa que l'aigua tingui unes propietats determinades, com per exemple la capacitat de formar sabó, una major quantitat de cations a l'aigua fa que el sabó sigui més insoluble, per tant les aigües dures gasten més quantitat de sabó, ja que les molècules de de sabó s'associen amb els ions i les, micel·les es trenquen o no arriben a formar-se.
El problema de les aigües dures, es deu a la formació de precipitats insolubles de carbonats i hidròxids que al depositar-se sobre les canonades o equips poden causar problemes de funcionament a calderes de vapor, intercanviadors de calor, filtres, etc.

DETERMINACIÓ DEL RESIDU SEC

El residu sec és una classificació de l'aigua en funció de la seva mineralització, que consisteix en la quantitat de sals minerals que resulten en fer evaporar l'aigua.

El residu sec es determina mitjançant una balança analítica, per calcular la diferència de pes de la mostra després d'estar 24 hores en una estufa, entre 100°C i 110°C, amb l'objectiu d'evaporar la totalitat de l'aigua.

En funció del residu sec s'estableix la següent classificació:

- Inferior a 50 mg/l. Aigües de mineralització molt dèbil, recomanades per persones amb afeccions renals
- Entre 50 i 500 mg/l. Aigües de mineralització dèbil
- Entre 500 i 1.500 mg/l. Aigües de mineralització mitjana
- Superior a 1.500 mg/l. Aigües de mineralització forta

9.3. PRÀCTICA DE L'ANÀLISI FISICOQUÍMIC

PH

1. Engeguem el pH-metre.
2. Deixem estabilitzar el pH-metre durant trenta minuts.
3. Netegem l'elèctrode amb aigua destil·lada, l'assequem i introduïm la solució de verificació o control (solució de tampó de pH conegut).
4. Tornem netejar l'elèctrode amb aigua desionitzada, l'assequem i ja podem començar l'analítica.
5. Omplim un vas de precipitats amb una mostra.
6. Posem un imant[1] a l'interior del vas de precipitats.
7. Introduïm la sonda del pH-metre en la mostra. És important que quedi vertical i totalment submergida en la mostra però no sense tocar al fons ja que es podria trencar. Igualment és important netejar-la amb aigua destil·lada després de cada ús.
8. Mirem el valor del pH i l'anotem.
9. Repetim el mateix procediment per totes les mostres. En cada canvi és important netejar i assecar el vas de precipitats amb aigua destil·lada per evitar la contaminació dels anàlisis.

CONDUCTIVITAT

1. Engeguem el conductímetre.
2. Deixem estabilitzar el conductímetre durant trenta minuts.
3. Netegem l'elèctrode amb aigua destil·lada, l'assequem i introduïm la solució de verificació o control (solució de clorur potàssic coneguda).
4. Tornem netejar l'elèctrode amb aigua desionitzada, l'assequem i ja podem començar l'analítica.
5. Omplim un vas de precipitats amb una mostra.
6. Posem un imant[1] a l'interior del vas de precipitats.
7. Introduïm la sonda del conductímetre en la mostra. És important que quedi vertical i totalment submergida en la mostra però no sense tocar al fons ja que es podria trencar. Igualment és important netejar-la amb aigua destil·lada després de cada ús.
8. Mirem el valor de la conductivitat i l'anotem.
9. Repetim el mateix procediment per totes les mostres. En cada canvi és important netejar el vas de precipitats amb aigua destil·lada per evitar la contaminació dels anàlisis.

Foto 16: *pH-metre i conductímetre Metrohm amb agitadors magnètics*

[1] Els imants serveixen per poder mesclar millor la mostra mitjançant la seva rotació produïda per un agitador magnètic

TERBOLESA

1. Engeguem el turbidímetre.
2. Passem uns patrons per calibrar el turbidímetre.
3. Omplim la cubeta de vidre amb la mostra.
4. Introduïm la mostra al turbidímetre i esperem que s'estabilitzi el resultat.
5. Mirem el resultat de la conductivitat i l'anotem.
6. Repetim el mateix procediment per totes les mostres. En cada canvi és important netejar i assecar la cubeta amb aigua destil·lada per evitar la contaminació dels anàlisis.

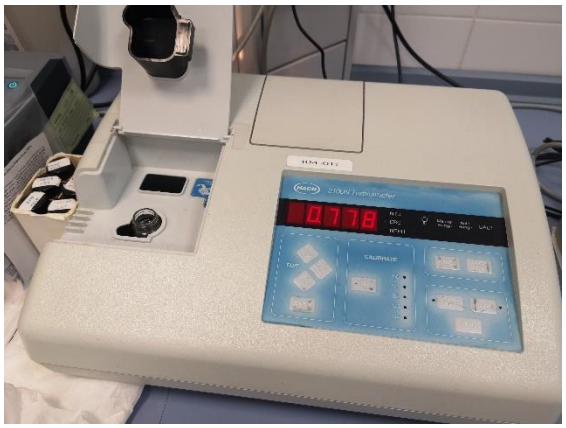


Foto 17: *Turbidímetre Hach amb mostra*

CROMATOGRAFIA IÒNICA

A) DETERMINACIÓ D'ANIONS MAJORITARIS (Clorurs, Nitrats i Sulfats)

Abans de començar l'analítica s'ha de preparar una recta de calibratge per a cadascun dels paràmetres que volem quantificar.

Per a preparar les rectes s'utilitzen solucions patró de concentració coneguda. En el nostre cas:

- Solució de clorurs de 1000 ppm.
- Solució de nitrats de 1000 ppm.
- Solució de sulfats de 1000 ppm.

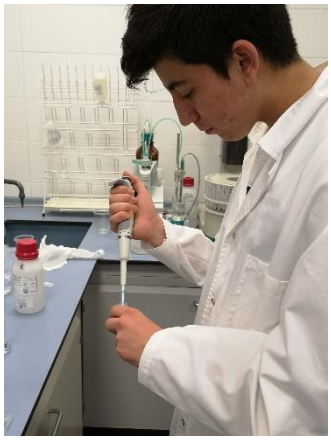


Foto 18: *Preparació patró per a una recta de calibratge*

A partir d'aquestes solucions, hem de preparar 5 solucions patró filles per a la recta de calibratge. Per a preparar-les, hem de seguir el quadre següent:

	MIX 1 (µl)	MIX 2 (µl)	MIX 3 (µl)	MIX 4 (µl)	MIX 5 (µl)
Clorurs 1000 ppm	200	500	1000	1500	2000
Sulfats 1000 ppm	200	500	1000	1500	2000
Nitrats 1000ppm	50	75	250	400	500
Aigua destil·lada	Enrasar a 10 ml				

Taula 2: *Quadre per la preparació de les 5 solucions patró filles per a la recta de calibratge dels anions*

D'aquesta manera hem d'obtenir les següents concentracions:

	MIX 1	MIX 2	MIX 3	MIX 4	MIX 5
Clorurs (mg/l)	20	50	100	150	200
Sulfats (mg/l)	20	50	100	150	200
Nitrats (mg/l)	5	7,5	25	40	50

Taula 3: *Quadre de les concentracions que s'han d'obtenir a partir de les 5 solucions patró filles per a la recta de calibratge dels anions*

Els passos que hem de seguir per realitzar la cromatografia iònica són els següents:

1. Engeguem l'equip i deixem que passi l'eluent a través de la columna (Aproximadament 30 minuts).
2. Posem 10 ml d'aigua desionitzada en un vial a la posició 1 del mostrejador.
3. Posem 10 ml de cadascun dels mix en un vial, de manera que el menys concentrat es posi a la posició 2 del mostrejador i continuem amb la resta de més a menys concentrat.
4. Si les mostres superen els valors de les rectes de calibratge, o tenen una conductivitat major a 1000, les hem de diluir.
5. Filtrem les mostres a analitzar amb una xeringa amb un filtre de 0,45 µl per evitar embrutar l'aparell.
6. Posem en el mostrejador 10 ml de cada mostres a analitzar.
7. En una posició intermèdia entre les mostres posem un patró de control de concentració coneguda.
8. Creem la seqüència de treball i la posem en marxa.
9. Un cop finalitzada, traiem les rectes de calibratge.

Després de 24 hores:

10. Comprovem que el patró control ha donat bé.
11. Mitjançant el programa informàtic IC Net, calculem els valors dels anions a partir de l'àrea dels seus cromatogrames.
12. Anotem els resultats.

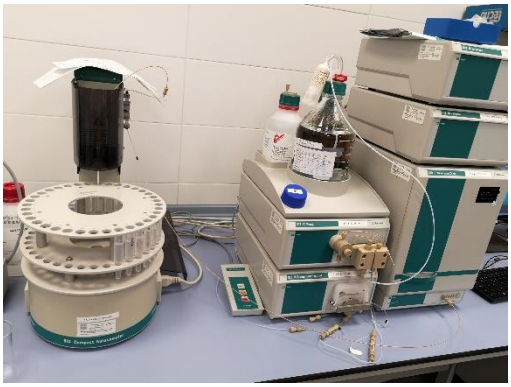


Foto 19: *Cromatògraf anions*

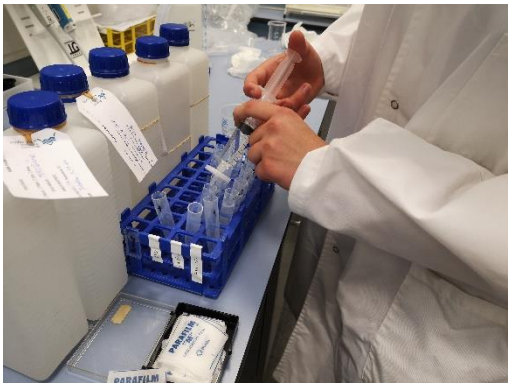


Foto 20: *Filtració mostres amb filtre 0,45 µl*

B) DETERMINACIÓ DE CATIONS MAJORITARIS (Sodi, Potassi, Calci i Magnesi)

Igualment que en la cromatografia iònica pels anions, hem de preparar una recta de calibratge per cada paràmetre dels que volem quantificar.

Per a preparar les rectes s'utilitzen solucions patró de concentració coneguda. En el nostre cas:

- Solució de sodi 1000 ppm.
- Solució de potassi de 1000 ppm.
- Solució de calci de 1000 ppm.
- Solució de magnesi de 1000 ppm.

En el cas del potassi i el magnesi, hem de preparar les solucions patró filles de 100 ppm i 250 ppm respectivament:

Solució 100 ppm K

1. Pipetegem 5 ml de la solució de 1000 ppm de potassi, mitjançant una pipeta aforada.
2. Ho transferim a un matràs aforat de 50 ml.
3. Enrasem a 50 ml mitjançant aigua destil·lada.

Solució 250 ppm Mg

1. Pipetegem 5 ml de la solució de 1000 ppm de magnesi, mitjançant una pipeta aforada.
2. Ho transferim a un matràs aforat de 20 ml.
3. Enrasem a 20 ml mitjançant aigua destil·lada.

A partir d'aquestes solucions, hem de preparar 6 solucions patró filles per a la recta de calibratge. Per a preparar-les, hem de seguir el quadre següent:

	MIX 1 (µl)	MIX 2 (µl)	MIX 3 (µl)	MIX 4 (µl)	MIX 5 (µl)	MIX 6 (µl)
Sodi 1000 ppm	50	100	200	500	1000	1500
Potassi 100 ppm	100	200	300	400	500	600
Calci 1000 ppm	250	400	500	750	1000	1500
Magnesi 250 ppm	250	500	750	1000	1500	2000
Aigua destil·lada	Enrasar a 10 ml					

Taula 4: *Quadre per la preparació de les 6 solucions patró filles per a la recta de calibratge dels cations*

D'aquesta manera hem d'obtenir les següents concentracions:

	MIX 1	MIX 2	MIX 3	MIX 4	MIX 5	MIX 6
Sodi (mg/l)	5	10	20	50	100	150
Potassi (mg/l)	1	2	3	4	5	6
Calci (mg/l)	25	40	50	75	100	150
Magnesi (mg/l)	6,25	12,5	18,75	25	37,5	50

Taula 5: *Quadre de les concentracions que s'han d'obtenir a partir de les 6 solucions patró filles per a la recta de calibratge dels cations*

Els passos que hem de seguir per realitzar la cromatografia iònica són els mateixos que amb la cromatografia d'anions, amb la diferència que l'equip utilitzat és el cromatògraf de cations.

Foto 21: *Cromatògraf cations*

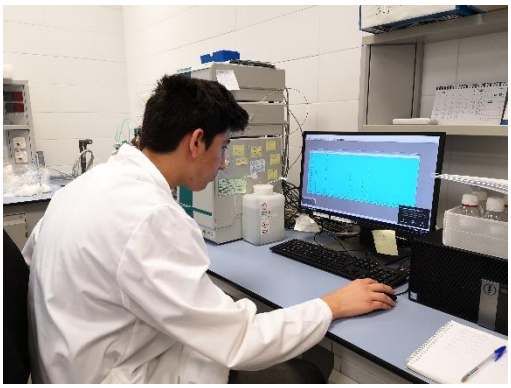


Foto 22: *Anàlisi cromatograma cations mitjançant el programa informàtic IC Net*

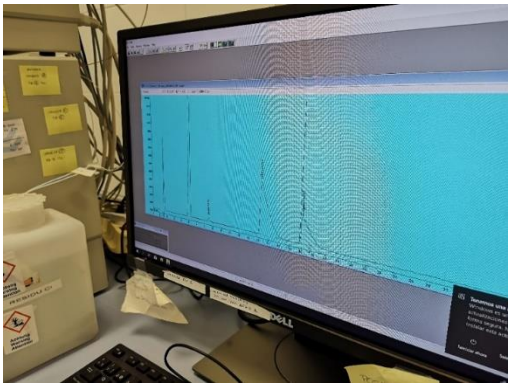


Foto 23: *Cromatograma cations*

ALCALINITAT: TA I TAC

1. Amb una proveta mesurem 100 ml d'una mostra.
2. Transferim aquest volum d'aigua a un erlenmeyer de 250ml.
3. Afegim unes gotes de fenolftaleïna i agitem (Si l'aigua vira a un color rosat significa que a la mostra té TA, en cas contrari, no en tindrà).
4. Si la fenolftaleïna genera color rosat, iniciem la valoració del TA amb àcid sulfúric.
5. Anotem el volum (V ml) d'àcid sulfúric 0,01M emprat per a la decoloració de la fenolftaleïna.
6. A la solució anterior afegim unes gotes d'ataronjat de metil (la solució agafarà un color groc/ataronjat).
7. Igualment, valorem la quantitat àcid sulfúric 0,01M fins al viratge del color groc/ataronjat, al taronja/rosat.
8. Anotem el volum (V' ml) total d'àcid sulfúric emprat per a la valoració.
9. A partir dels volums V ml i V' ml, calculem els valors de TA i TAC.

Càlculs:

TA (mg $CaCO_3$/l)

$$V \times \frac{0{,}01\ mol\ de\ H_2SO_4}{1l} \times \frac{1\ mol\ \text{de}\ CaCO_3}{1\ mol\ de\ H_2SO_4} \times \frac{100\ g\ de\ CaCO_3}{1\ mol\ de\ CaCO_3} \times \frac{1000ml}{100l} = v10$$

TAC (mg $CaCO_3$/ l)

$$V' \times \frac{0{,}01\ mol\ de\ H_2SO_4}{1l} \times \frac{1\ mol\ \text{de}\ CaCO_3}{1\ mol\ de\ H_2SO_4} \times \frac{100\ g\ de\ CaCO_3}{1\ mol\ de\ CaCO_3} \times \frac{1000ml}{100ml} = v'10$$

Aquest és el procés que s'hauria de dur a terme manualment, però al laboratori, disposem d'un aparell anomenat valorador automàtic, el qual hem de calibraren el punt de viratge (4,3 – 8,2) i realitza tots els processos mencionats anteriorment i ens calcula els valors exactes del TA i TAC de cada mostra.

Foto 24: *Valorador automàtic Titrino Plus amb agitador magnètic realitzant l'anàlisi d'una mostra*

10. Amb els valors del TAC, podem calcular la quantitat de bicarbonats mitjançant la següent equació i el TA amb la imatge que s'inclou a l'annex 4.

$$v'10 \times \frac{1g\ CaCO_3}{1000mg\ CaCO_3} \times \frac{1\ Eq\ \ CaCO_3}{\frac{100}{2}g\ \ CaCO_3} \times \frac{1\ Eq\ HCO_3{}^-}{1\ Eq\ \ CaCO_3} \times \frac{61g\ HCO_3{}^-}{1\ Eq\ HCO_3{}^-} \times \frac{1000\ mg\ HCO_3{}^-}{1g\ HCO_3{}^-}$$

$$= \frac{v' \times 10 \times 61 \times 1000}{50 \times 1000} = \frac{v' \times 10 \times 61}{50}$$

RESIDU SEC

1. Posem 100 ml de cada mostra en diferents càpsules de vidre i les marquem.
2. Pesem les mostres en una balança analítica i anotem els resultats.
3. Posem les mostres en una estufa entre 100°C i 110°C durant 24 hores.
4. Tornem a pesar les mostres en la balança analítica i anotem els resultats.
5. Calculem la diferència entre el pes final i inicial i anotem els resultats finals.
6. Realitzem un factor de conversió per passar de g/100 ml a mg/L.

Foto 25: *Mostres a l'estufa*

Foto 26: *Mostres després de 24 hores a l'estufa*

10. RESULTATS OBTINGUTS

	PUNTS DE CAPTACIÓ			
	28-jun	28-jun	28-jun	26-jun
	RIUDECANYES	**MONTEROLS**	**MESCLA (MONTEROLS+RIUDECANYES)**	**CAT**
Terbolesa (UNF)	4,45	0,35	2,31	<0,2
pH (Unit pH)	8,72	7,99	7,88	7,6
Conductivitat (µS/cm)	490	840	569	1150
TA (mg CaCO3/L)	6,5	0	0	<5
ml H2SO4 0,01M TA	0,65	0	0	
TAC (mg CaCO3/L)	109,5	282,8	175	170
ml H2SO4 0,01M TAC	10,95	28,3	17,5	16,1
Carbonats (mg CO3/L)	7,8	<5	<5	<6
Bicarbonats (mg HCO3/L)	117,1	344,7	213,5	207,5
Sodi (mg/L)	14,6	30,5	15,3	108
Potassi (mg/L)	2,4	2,7	2,1	3,5
Calci (mg/L)	57,4	109,9	83,9	113,9
Magnesi (mg/L)	26,8	33,9	26,2	28,7
Duresa Total (mg CaCO3/L)	253,5	414	317	402
D. Càlcica	143,2	274,2	209,3	284
D. Magnèsica	110,3	139,8	107,7	118
D. Permanent	144	131,5	142	232
Clorur (mg/L)	18,4	48,9	18,5	158,3
Nitrat (mg/L)	<5	14,3	2,7	10,7
Sulfat (mg/L)	135,3	127,5	123,3	222,1
Residu Sec (mg/L)	387	608	433	858

	XARA DISTRIBUCIÓ				
	25-jun	25-jun	25-jun	25-jun	25-jun
	MISERICÒRDIA	**TANATORI**	**MARIÀ FORTUNY**	**BOCA DE LA MINA**	**PARC SANT JORDI**
Terbolesa (UNF)	0,21	0,18	0,17	0,24	0,26
pH (Unit pH)	7,81	7,79	7,81	7,82	7,81
Conductivitat (µS/cm)	1050	770	767	785	762
TA (mg CaCO3/L)	<5	<5	<5	<5	<5
ml H2SO4 0,01M TA	0	0	0	0	0
TAC (mg CaCO3/L)	164,7	167,2	165,9	166,4	164,5
ml H2SO4 0,01M TAC	16,47	16,72	16,59	16,64	16,45
Carbonats (mg CO3/L)	<6	<6	<6	<6	<6
Bicarbonats (mg HCO3/L)	200,9	204	202,4	203	200,7
Sodi (mg/L)	91	46,7	45,9	48,9	45,1
Potassi (mg/L)	3,96	2,6	2,7	2,6	2,6
Calci (mg/L)	105,3	92	90,8	92,5	88,7
Magnesi (mg/L)	26,7	26,2	25,4	26	24,9
Duresa Total (mg CaCO3/L)	372,5	337	331	337,7	232,7
D. Càlcica	262,7	229,5	226,5	230,7	221,3
D. Magnèsica	109,8	107,7	104,5	106,9	102,4
D. Permanent	207,8	170,1	164,6	171,3	159,2
Clorur (mg/L)	132,6	67,9	67,3	71,7	65,1
Nitrat (mg/L)	10	5,27	5,39	5,7	5,4
Sulfat (mg/L)	201,7	158,3	154,5	154,3	147,6
Residu Sec (mg/L)	734	568	548	582	555

11. ANÀLISI DE RESULTATS

El mètode més satisfactori pel control dels resultats de les analítiques de les aigües naturals és l'establiment del balanç iònic, és a dir, per la verificació dels cations i els anions. En teoria, per un pH de 7 la suma dels anions expressats en miliequivalents ha de ser exactament igual a la suma dels cations expressats de la mateixa manera, tot i que a la pràctica sempre hi ha una diferència entre els dos valors.

El càlcul del pes equivalent es basa en la càrrega dels ions, i l'equivalent gram d'un ió en solució, és igual a la massa descarregada en un elèctrode per un faraday (96.000C). L'equivalent al gram es calcula dividint la massa de l'ió considerada per la València d'aquest ió.

$$Eq = \frac{M}{V}$$

Els submúltiples es formen segons les regles habituals del sistema decimal. El contingut dels ions s'expressa sovint en mil·ligrams, per això s'utilitza el miliequivalent.

La massa de l'equivalent de cada ió es calcula de la manera següent:

- Per a un ió simple (Na^+ , Cl^-) es divideix la seva massa atòmica per la seva València. En el sodi per exemple: $\frac{23}{1}$

- Per a un ió compost (HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}) es divideix la suma de les masses atòmiques dels seus components per la seva València.

$$\frac{massa\ atòmica\ de\ l'ió}{València\ de\ l'ió} = \frac{M}{V} = 1\ Eq.$$

Es calcula la concentració d'un ió en mil·liequivalents dividint la seva concentració en mil·ligrams (C) per la relació anterior.

$$C\ mEq = \frac{C\ mg}{\frac{M}{V}} \rightarrow \text{C mEq} = \text{C mg} \times \frac{V}{M}$$

La representació gràfica dels anàlisis d'aigua permeten fer les comparacions d'una manera més ràpida i simple. En el meu cas he utilitzat un sistema informàtic.

El rendiment gràfic dels sistemes informàtics petits permet produir de forma automàtica nombroses representacions gràfiques de resultats d'anàlisi, ja sigui a partir dels resultats primaris o després del processament estadístic. Les representacions gràfiques afavoreixen la comprensió ràpida del conjunt de dades, ja sigui en comparació de dues o més aigües naturals. Entre les possibles experiències gràfiques es troben els histogrames o els gràfics radials (veure dibuix).

Els gràfics radials són una forma de comparar múltiples variables quantitatives, i per tant són útils per veure quines variables tenen valors similars o si hi ha valores atípics entre cada variable. A cada variable se li proporciona un eix que comença al centre. Tots els eixos es disposen radialment, amb distàncies iguals entre si, mantenint la mateixa escala. Les línies de quadrícula que es connecten d'eix a eix , sovint s'utilitzen com a guia. Cada valor de variable es traça durant el seu eix individual i totes les variables en un conjunt es connecten per formar un polígon.

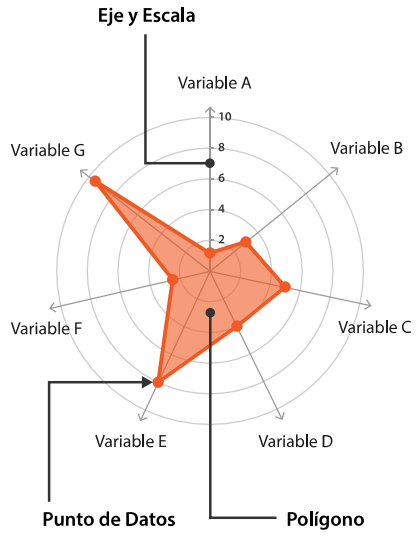
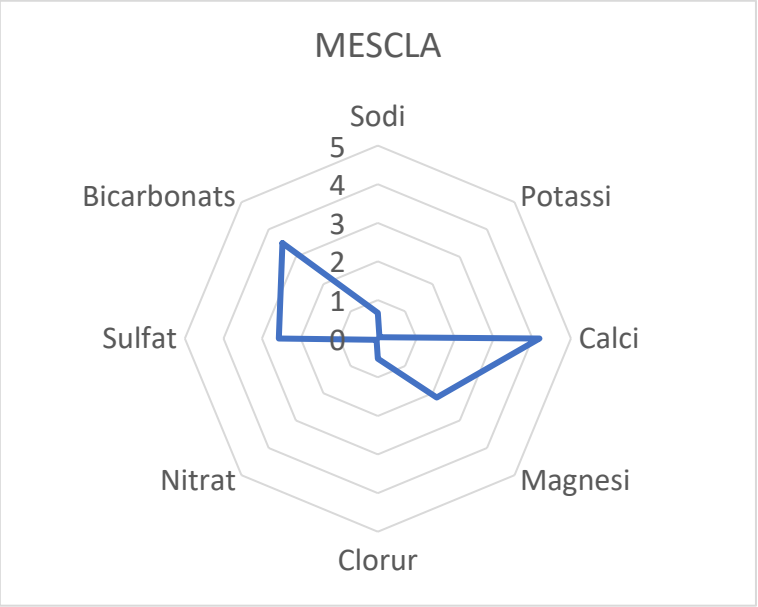
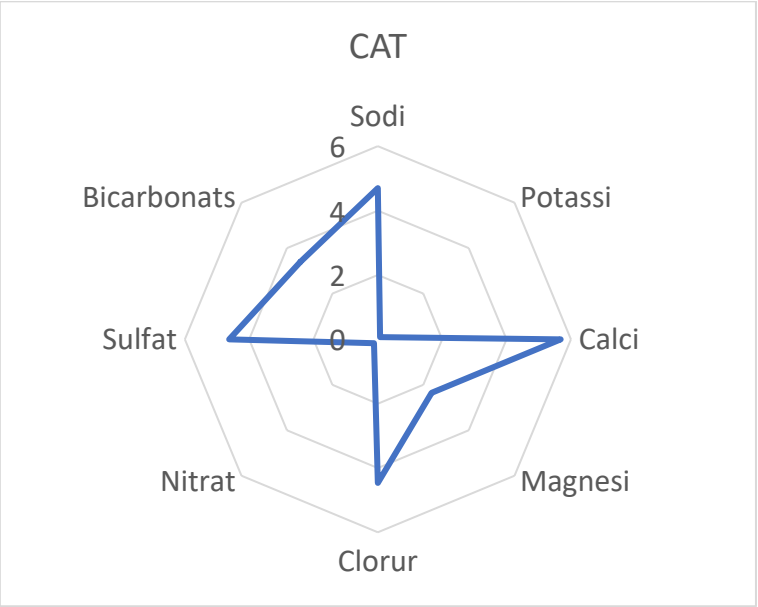


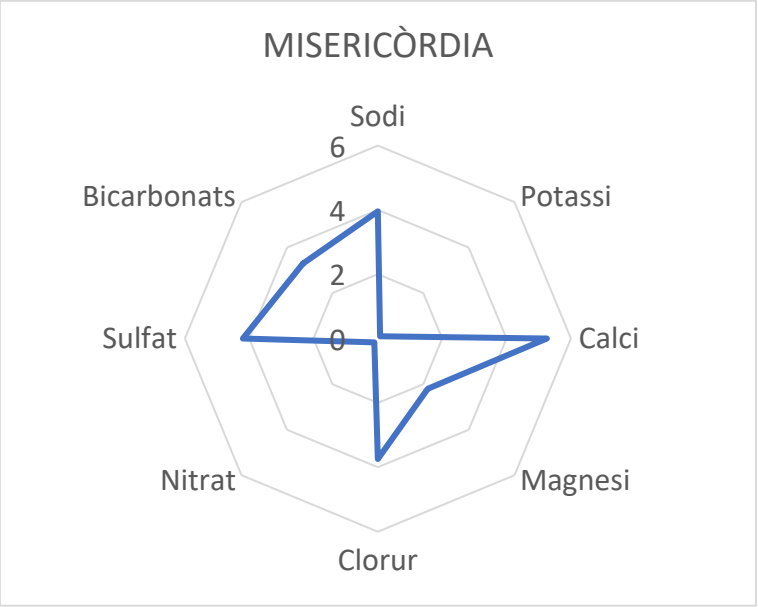
Figura 3: *Morfologia gràfic radial. Imatge extreta de https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/grafico_radial.html*



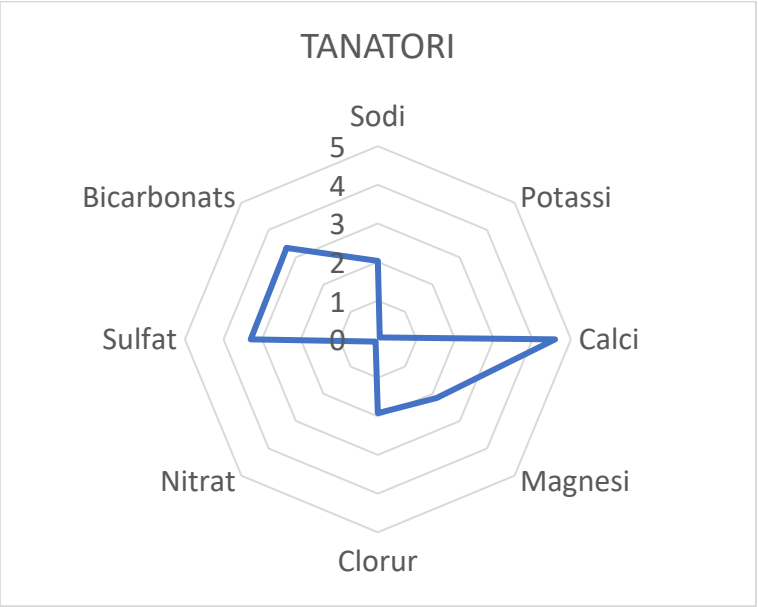
Gràfic 1: *Diagrama ions aigua Mescla (Pantà i mina Monterols) recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*



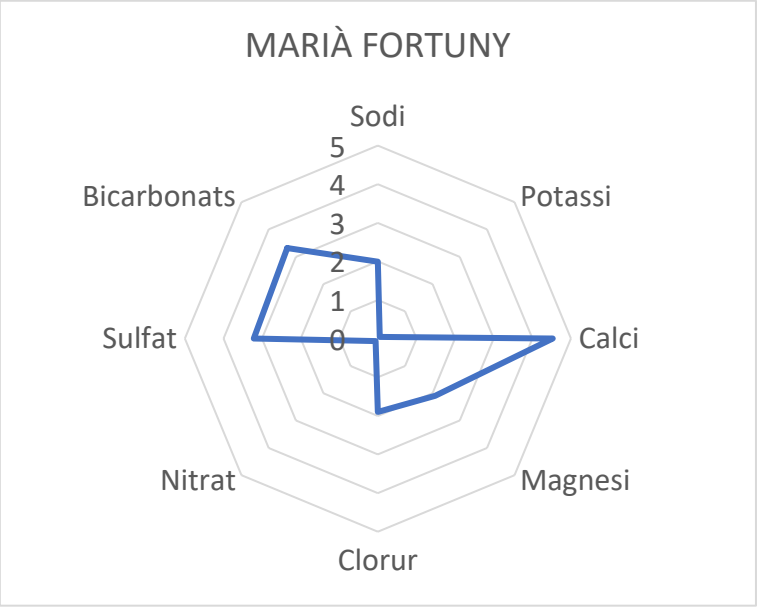
Gràfic 2: *Diagrama ions aigua CAT obtinguda el dia 26 juny de la pàgina web amb unitats mEq/L*



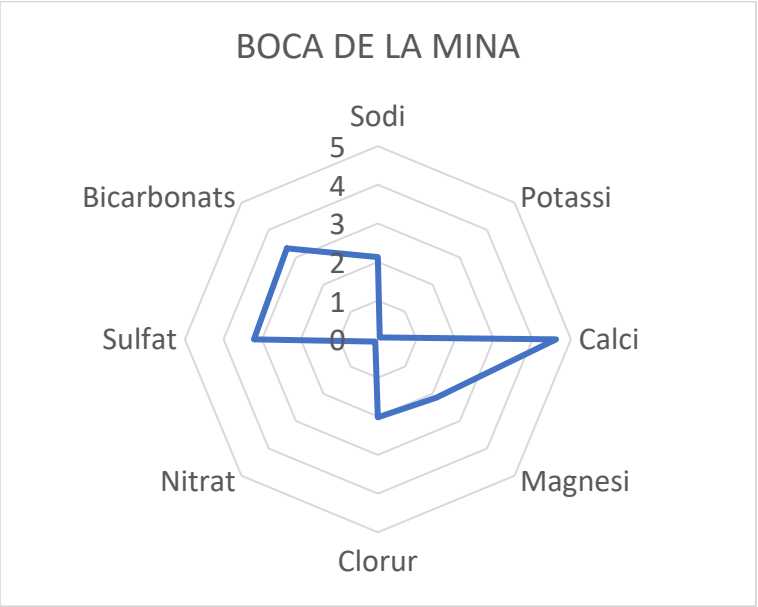
Gràfic 3: *Diagrama ions aigua Misericòrdia recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*



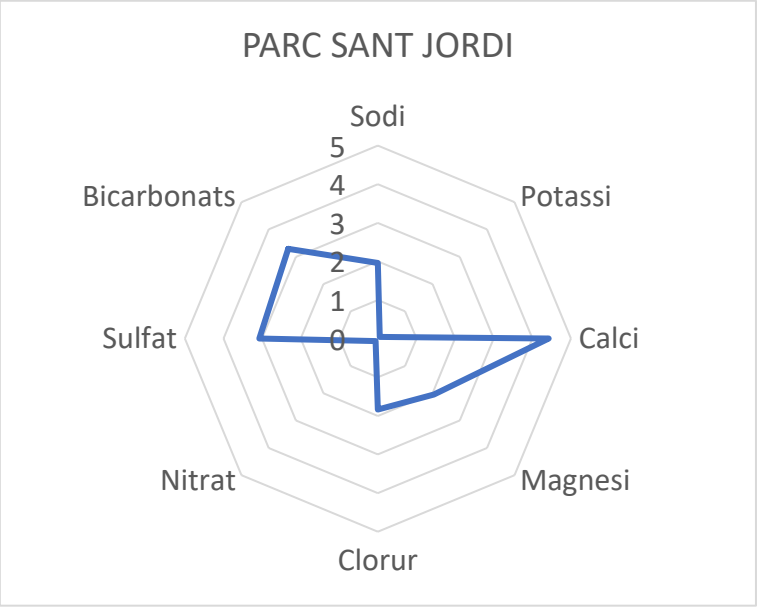
Gràfic 4: *Diagrama ions aigua Tanatori recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*



Gràfic 5: *Diagrama ions aigua Marià Fortuny recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*



Gràfic 6: *Diagrama ions aigua Boca de la Mina recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*



***Gràfic** 7: Diagrama ions aigua Parc Sant Jordi recollida el dia 24 juny amb unitats mEq/L*

Com es pot observar, totes les figures tenen una forma molt semblant al gràfic de l'aigua de la mescla (**Gràfic 1**). En canvi l'aigua de Misericòrdia (**Gràfic 3**) és diferent i molt semblant a la del CAT (**Gràfic 2**). Amb això es pot suposar que totes les aigües són iguals excepte la de Misericòrdia, obtenint dos tipus d'aigua de diferent procedència. Aquest fet ens fa dubtar que la hipòtesi inicial del meu treball pugui ser certa, ja que tot i que si que les aigües sembla que provenen del CAT i de la mescla, però trobem diferències ja que han sortit dos tipus de gràfics radials.

Una hipòtesis possible d'explicar aquest fet pot ser que l'aigua que surt dels dipòsits d'aigua d'AREMSA a la xarxa de distribució pot ser diferent en funció del moment del dia que estiguem. Ja que la mescla d'aigües no és produeix sempre de la mateixa manera, és a dir, AREMSA no agafa les mateixes aigües d'origen de les captacions en igual proporció en cada moment del dia. Ho fa de manera aleatòria en funció de les necessitats que tinguin i les disponibilitats de cada moment de l'aigua que li estigui arribant.

Per tant com que la mescla va variant també s'observaran diferències entre els diferents punts de la xarxa municipal en la que arriba l'aigua als punts de subministrament (casa, font pública, etc.).

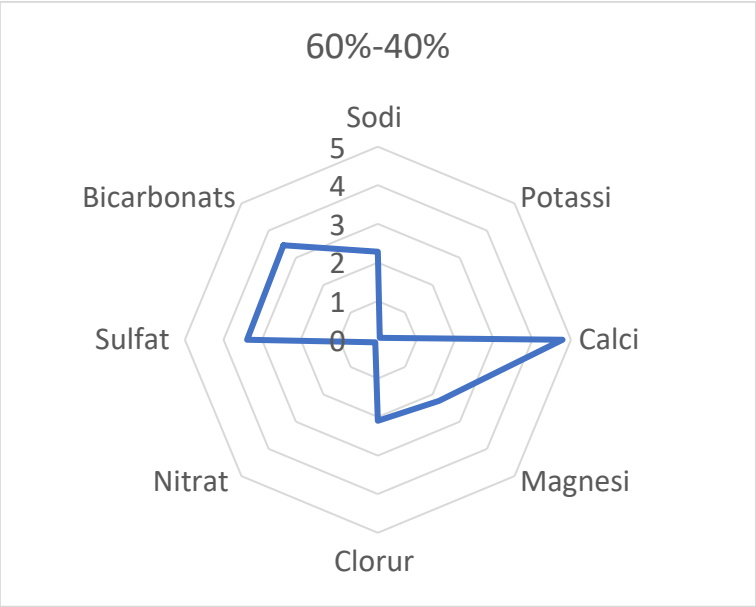
En aquest punts de subministrament poden existir al llarg de tota la xarxa una variació important en la distància que ha de recórrer l'aigua (38 km en la canonada de la xarxa de transport). Per tant ens podrem trobar les diferents mescles de l'aigua obtinguda al dipòsit al llarg de tota la xarxa, per exemple que una mostra d'aigua que surt al matí del dipòsit arribarà a la tarda al punt més llunyà de les canonades. I els punts de la xarxa més propers al dipòsit els hi arribarà l'aigua molt abans que el cas anterior. Per tant si el dia de recollida de les mostres d'aigua (entre les set i les nou de la tarda del dia 24 de juny) podem suposar que l'aigua que arribi al punt més llunyà de la xarxa podria ser aigua de la mescla del dipòsit produït al matí, mentre que les mostres recollides en punt més propers al dipòsit serà un tipus d'aigua procedent de la mescla realitzada a la mateixa tarda, un altre factor que podria influir en la diferència de l'aigua seria la diferència de consum entre diferents sectors, ja que l'aigua es mouria més en direcció a les zones amb més consum.

Per comprovar la nova hipòtesi, i poder mesurar en quines proporcions diàries de consums en alta es van subministrar els dies de la recollida de mostres es van demanar les lectures dels comptadors d'aigua a Aigües de Reus i del CAT, per a conèixer la quantitat d'aigua subministrada en Alta. En primer lloc l'aigua total distribuïda els dies 23, 24, 25 i 26 de juny a la població de Reus, i en segon lloc a l'empresa Aigües de Reus, l'aigua total consumida els mateixos dies. D'aquesta manera podem obtenir els resultats que es presenten a la següent taula:

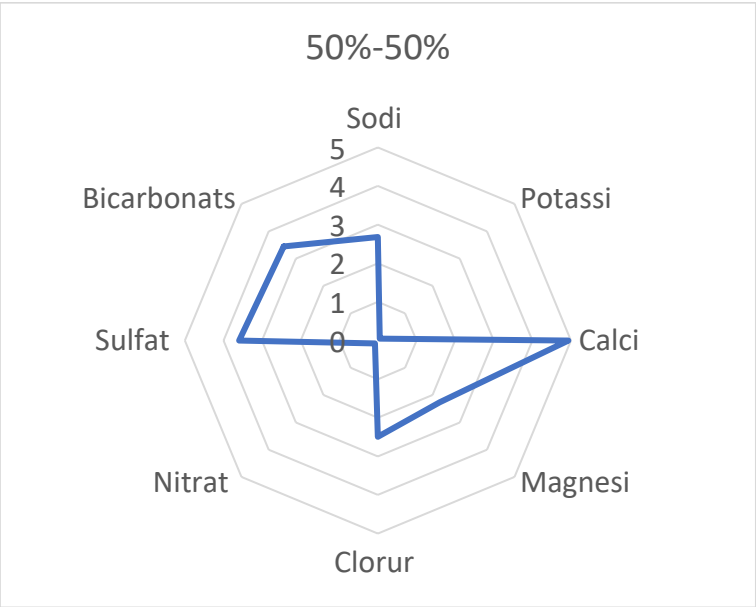
	CONSUM REUS	AIGUA PROCEDENT CAT	AIGUA PROCEDENT PANTÀ+MINA	PERCENTATGE MESCLA	PERCENTATGE CAT
23 juny	19.585	11.204	8.381	42,79%	57,21%
24 juny	20.970	9.018	11.889	57%	43%
25 juny	20.735	15.489	5.246	25,30%	74,70%
26 juny	22.631	10.498	12.133	53,60%	46,40%

Taula 6: *Taula del consum total a Reus, de les quantitats d'aigua registrades pels comptadors de AREMSA i el CAT i dels percentatges de cada aigua dels dies 23,24,25, i 26 de juny.*

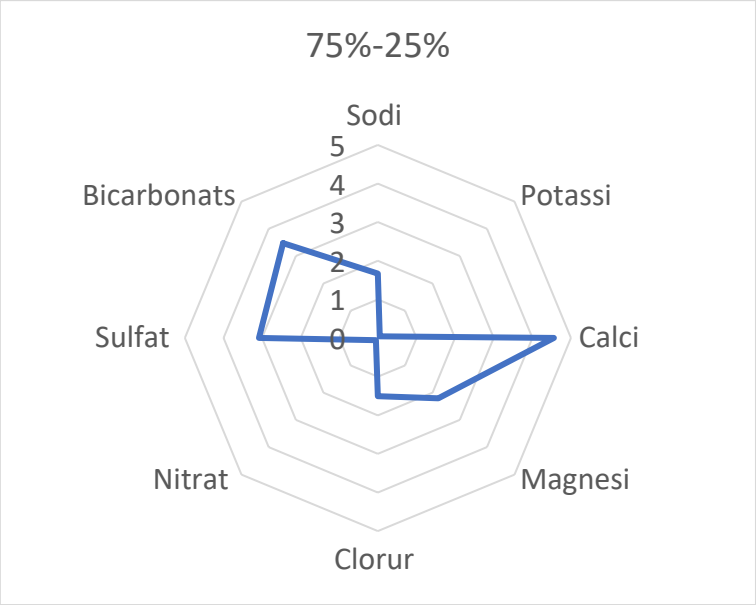
També podem calcular (com a un supòsit utilitzant simples factors de proporció) quins gràfics es podrien obtenir utilitzant la mescla de les dues aigües en les diferents proporcions que es poguessin mesclar. Amb els resultats obtinguts obtindríem els diagrames radials teòrics, que són els que utilitzarem per comparar els nostres resultats. (amb les mostres analitzades el dia 24 de juny). Obtenint d'una manera indirecta la proporció que haurien tingut els dos tipus d'aigua que es van obtenir:



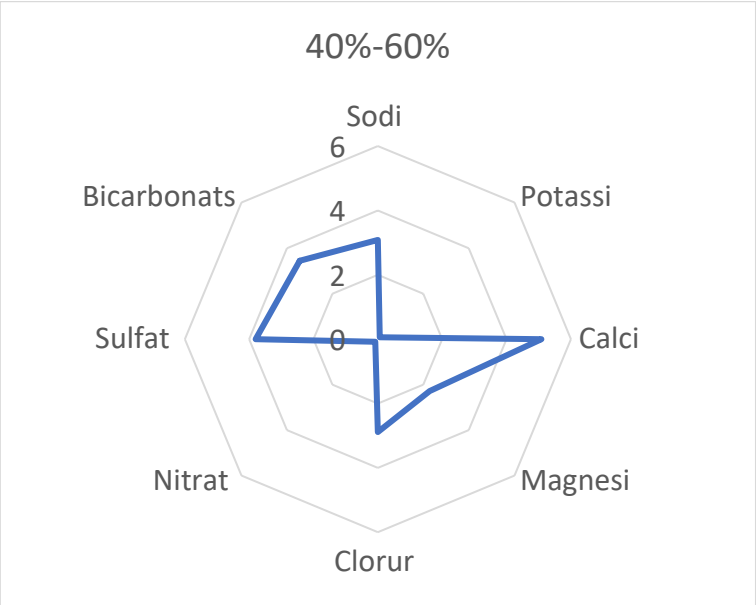
Gràfic 8: *Proporció 60 % mescla i 40% CAT*



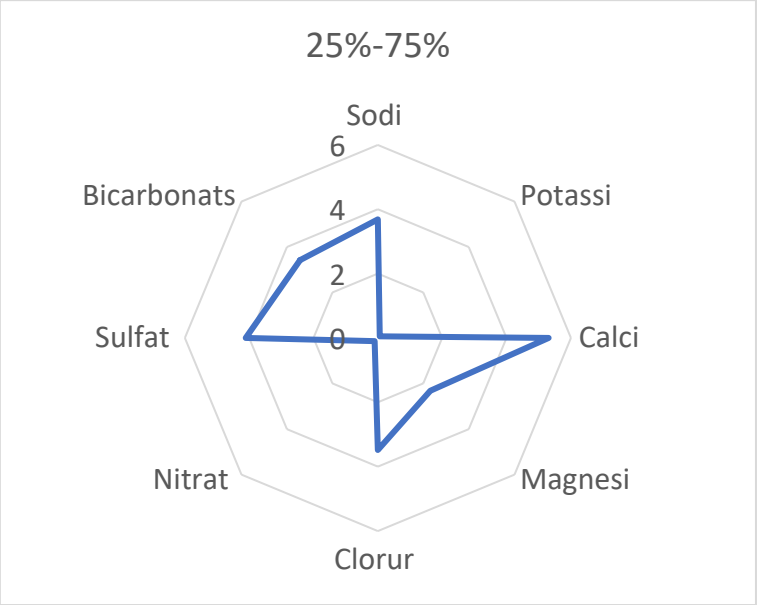
Gràfic 9: *Proporció 50 % mescla i 50% CAT*



Gràfic 10: *Proporció 75 % mescla i 25% CAT*



Gràfic 11: *Proporció 40 % mescla i 60% CAT*



Gràfic 12: *Proporció 50 % mescla i 50% CAT*

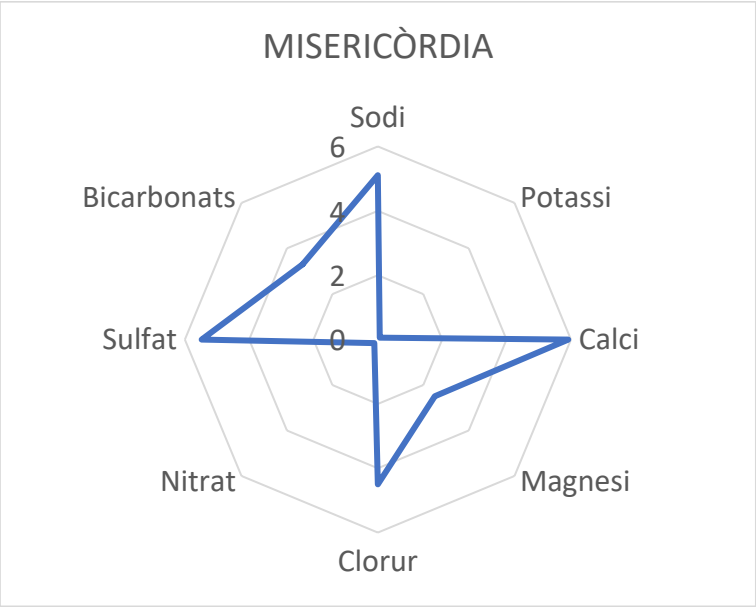
Com es pot veure el gràfic de la proporció 60%-40% (**Gràfic 8**) és molt semblant als de la majoria d'aigües, i a més a més, la proporció és la mateixa que la indicada en la taula, mentre que el gràfic de Misericòrdia (**Gràfic 3**), que és el punt més proper al dipòsit, té una forma molt semblant al gràfic de la proporció 25%-75% (**Gràfic 12**) i per tant es pot assegurar que la nova hipòtesi plantejada és possible ja que en diferents moments del dia la concentració amb la que estan formades les diferents aigües és diferent.

Per comprovar si aquest fet es repeteix al llarg de l'any o ha estat una coincidència també es van agafar les mostres d'aigua el dia 24 de setembre, de les mateixes fonts i es van analitzar els mateixos paràmetres.

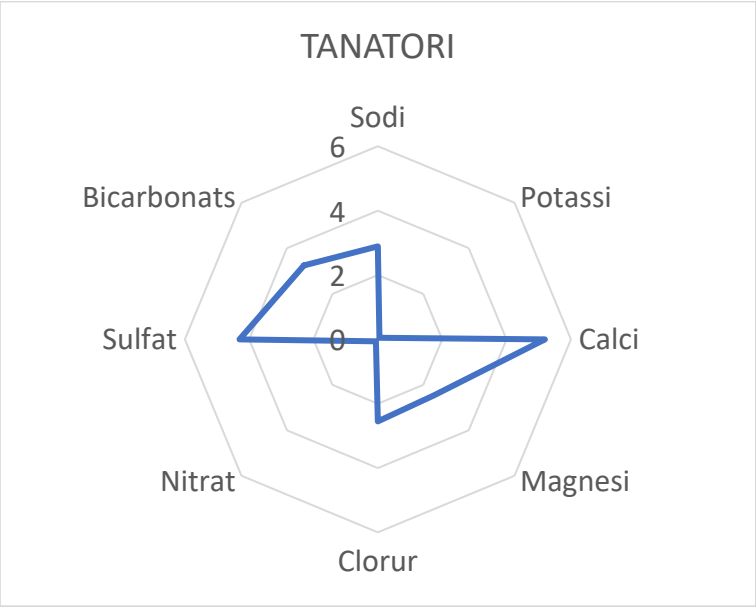
Els resultats es recullen en la següent taula.

	XARXA DISTRIBUCIÓ				
	24 setembre	24 setembre	24 setembre	24 setembre	24 setembre
	MISERICÒRDIA	**TANATORI**	**MARIÀ FORTUNY**	**BOCA DE LA MINA**	**PARC SANT JORDI**
Terbolesa (UNF)	0,158	0,156	0,133	0,12	0,139
pH (Unit pH)	7,89	7,85	8,09	7,89	7,91
Conductivitat (µS/cm)	1206	901	1198	912	918
TA (mg CaCO3/L)	<5	<5	<5	<5	<5
ml H2SO4 0,01M TA	0	0	0	0	0
TAC (mg CaCO3/L)	165,3	162,6	159,9	161,7	162,2
ml H2SO4 0,01M TAC	16,53	16,26	15,99	16,17	16,22
Carbonats (mg CO3/L)	<6	<6	<6	<6	<6
Bicarbonats (mg HCO3/L)	201,7	198,4	195,1	197,3	197,9
Sodi (mg/L)	117,45	66,42	121,35	69,3	68,57
Potassi (mg/L)	3,04	2,42	3,31	2,21	2,39
Calci (mg/L)	118,61	104,08	123,12	104,81	101,18
Magnesi (mg/L)	30,38	29,92	29,09	30,38	27,78
Duresa Total (mg CaCO3/L)	421	383	427	386	367
D. Càlcica	296	260	307	262	252
D. Magnèsica	125	123	120	125	114
D. Permanent	255,7	220,4	267,1	224,3	204,8
Clorur (mg/L)	159,58	90,45	170,1	92,88	94,34
Nitrat (mg/L)	9,79	5,17	9,34	5,02	5,3
Sulfat (mg/L)	263,22	206,71	257,51	210,59	209,07
Residu Sec (mg/L)	826	630	811	635	636

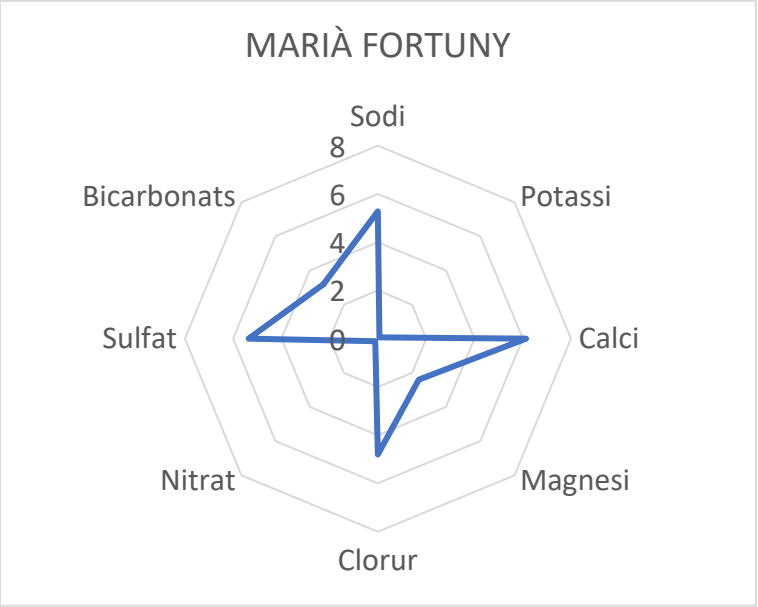
Igualment s'han comparat els ions de les 5 aigües diferents analitzades amb unitats mEq/L i aquests són els gràfics resultants:



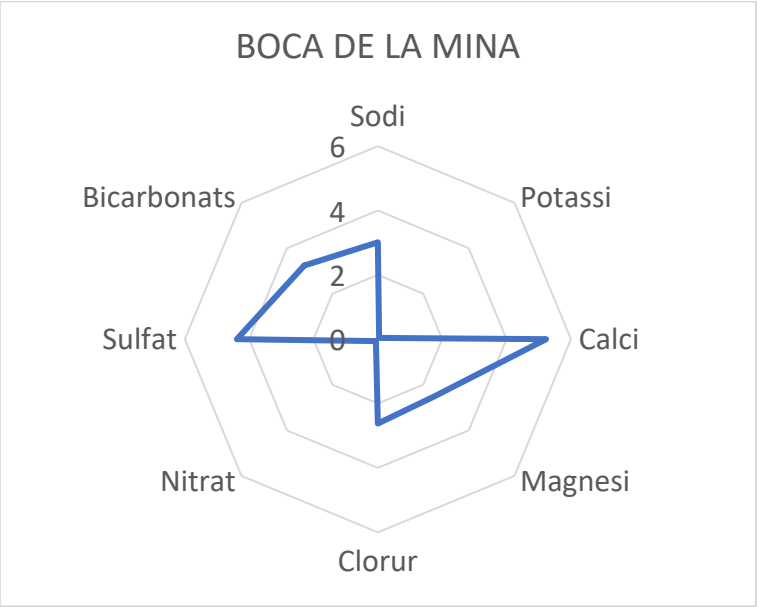
Gràfic 13: *Diagrama ions aigua Misericòrdia recollida el dia 28 de setembre amb unitats mEq/L*



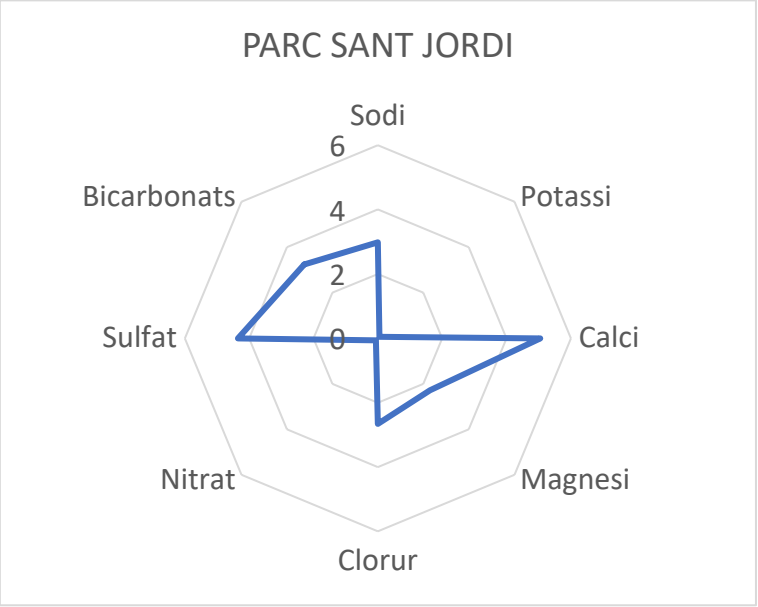
Gràfic 14: *Diagrama ions aigua Tanatori recollida el dia 28 de setembre amb unitats mEq/L*



Gràfic 15: *Diagrama ions aigua Marià Fortuny recollida el dia 28 de setembre amb unitats mEq/L*



Gràfic 16: *Diagrama ions aigua Boca de la Mina recollida el dia 28 de setembre amb unitats mEq/L*



Gràfic 17: *Diagrama ions aigua Parc Sant Jordi recollida el dia 28 de setembre amb unitats mEq/L*

Com es pot observar, totes les figures també tenen una forma semblant a les anteriors, del juny, tot i que ara enlloc d'haver només una aigua diferent n'hi ha dos i són molt semblants entre elles, que són les de Misericòrdia (**Gràfic 13**) i Marià Fortuny (**Gràfic 15**). Això ens indica que aquesta mescla d'aigües es manté constant durant tot l'any.

Comparant els anàlisis del 24 de juny i 24 de setembre, també es pot determinar si hi ha una variació estacional entre els mesos de juny i setembre.

Segons l'informe anual de la qualitat de l'aigua del 2018 publicat pel Consorci d'Aigües de Tarragona[2], en el riu Ebre, la salinitat augmenta anualment a causa de del propi cicle de l'aigua, i on les concentracions més altes es troben als mesos d'estiu. La tendència de l'Ebre és la salinització amb una aportació variable de sulfats, clorurs, cali i sodi, mantenint-se pràcticament constants els bicarbonats, nitrats, magnesi i potassi.

[2] Informe de qualitat de l'aigua 2018 https://www.ccaait.com/wp-content/uploads/2019/05/fqam-122-018-2018-informe-anual-qualitat.pdf [30 de novembre de 2019]

Això es produeix a causa de que als mesos d'estiu, a causa del propi cicle de l'aigua, les pluges no són tant freqüents i per tant el nivell de l'aigua del riu disminueix, quedant, augmentant la concentració de sals minerals, i per tant al final de l'estiu, al setembre, es troben les concentracions més elevades. En canvi, als mesos de hivern, les pluges són abundants i augmenta el nivell de l'Ebre, i per tant disminueix la concentració de sals minerals, i al començament de l'estiu, al juny, es troben valors menors de ions.

12.CONCLUSIONS

Segons l'anàlisi de les diferents aigües podem extreure les següents conclusions:

- L'aigua potable de la població de Reus prové de la mescla de l'aigua del riu Ebre, distribuïda per CAT, de la mina de Monterols i del pantà de Riudecanyes.

- Tot i que la mescla d'aigües és la mateixa per a totes les fonts, hi ha diferències entre l'aigua que distribueixen a causa de la diferent proporció amb les que es formen al dipòsit, depenent de diferents factors, com el moment del dia, la ubicació de la font o el consum de la zona.

- Es produeix un augment dels paràmetres de la conductivitat, els ions sodi, calci, clorurs i sulfats, i el residu sec entre els mesos de juny i setembre (variació estacionària).

El resultat de la càrrega iònica, en funció de l'anió i catió majoritari, permet establir la següent classificació per l'aigua de la xarxa al juny i al setembre:

Juny:

- Misericòrdia: Aigua sulfatada càlcica.
- Tanatori: Aigua bicarbonatada càlcica.
- Marià Fortuny: Aigua bicarbonatada càlcica.
- Boca de la Mina: Aigua bicarbonatada càlcica.
- Parc Sant Jordi: Aigua bicarbonatada càlcica.

Setembre:

- Misericòrdia: Aigua sulfatada càlcica.
- Tanatori: Aigua sulfatada càlcica.
- Marià Fortuny: Aigua sulfatada càlcica.
- Boca de la Mina: Aigua sulfatada càlcica.
- Parc Sant Jordi: Aigua sulfatada càlcica.

13. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

CITA BIBLIOGRÀFICA DE LLIBRES

- RODIER, Jean; *Análisis de las aguas*; Ediciones Omega, S.A., Casanova, 220-Barcelona-36; Bordas, París, 1978; para la edición española, Ediciones Omega, S.A.; Barcelona, 1981.

- American Water Work Assocation; *Calidad y tratamiento del agua, manual de subministros de agua comunitaria*; McGraw-Hill/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.U.; Madrid, 2002; traducida de la 5.ª edición en inglés de *WALTER QUALITY AND TREATMENT.*

- L. SNOEYINK, Vernon; JENKINS, David; *Química del agua;* Editorial Limusa S.A. ; México, 1987; Versión autoritzada en espanyol de la obra publicada en inglés por John Willey & Sons ¡, INC., con el titulo *WATER CHEMISTRY.*

- MORELLÓ BAGET, Jordi; PIÑOL ALABART, Daniel; *La lluita per l'aigua a Reus, Abastament, gestió i conflictes des dels orígens fins a principis del segle XX; Pagès editors S.L.; Lleida, 2006.*

CITA BIBLIOGRÀFICA D'INTERNET

- www.aiguesdereus.cat [22 d'agost de 2019].

- http://www.ccaait.com/la-teva-aigua/ [7 d'agost de 2019].

- https://www.ccaait.com/wp-content/uploads/2019/05/fqam-122-018-2018-informe-anual-qualitat.pdf [30 de novembre de 2019].

- https://www.diba.cat/web/mediambient/procediment-del-mostreig [16 de juny de 2019].

- https://www.lenntech.es/ [26 de setembre de 2019].

- http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/inicio_2003.html [10 de novembre de 2019].

- http://dardel.info/IX/water_analysis_ES.html [27 de setembre de 2019].

- https://mengem.ara.cat/salut_i_nutricio/aigues-embotellades-bombolles-Quina-diferencia_0_2110588923.html [13 de novembre de 2019].

- https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/grafico_radial.html [3 de desembre de 2019].

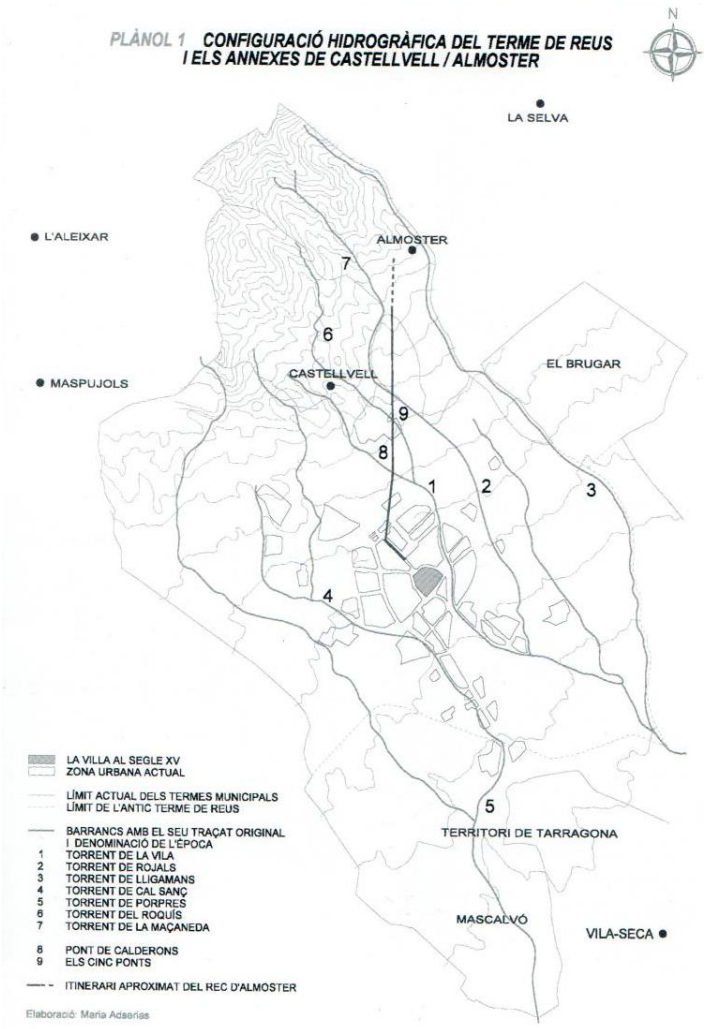
- https://www.um.es/molecula/sales01.htm [7 de desembre de 2019].

- https://www.google.es/maps [22 d'agost de 2019].

- https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-3596-consolidado.pdf [10 de desembre de 2019].

14. ANNEXOS

ANNEX 1: REPORTATGE FOTOGRÀFIC DE L'HISTÒRIA DE L'AIGUA A REUS



Plànol 1: *Configuració hidrogràfica del terme de Reus i els annexes de Castellvell/ Almoster*

Foto 27: *El pont que travessa el barranc de Calderons, que integrà l'antic Rec d'Almoster*

Foto 28: *Font de Neptú o del Rei. També s'anomenà Font del Padró ja que originalmente estigué ubicada prop de la bassa del mateix nom*

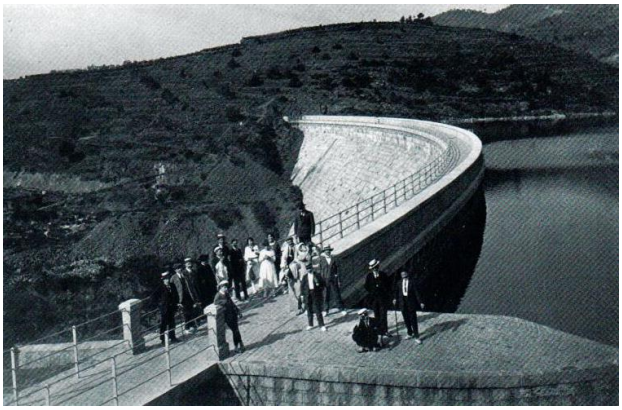


Foto 29: *El pantà de Riudecanyes amb un grup de persones assistents a algún acte social*

Foto 30: *Grup d'autoritats i assistents a la inauguració de l'estació estarilitzadora d'aigua construïda al passeig de la Boca de la Mina*

Foto 31: *Primera fase de construcció dels dipòsits reguladors al costat de l'institut Pere Mata, 1923*

Foto 32: *Coberta de les voltes dels dipòsits reguladors, 1923*

Foto 33: *Interior dels dipòsits ja construïts, 1923*

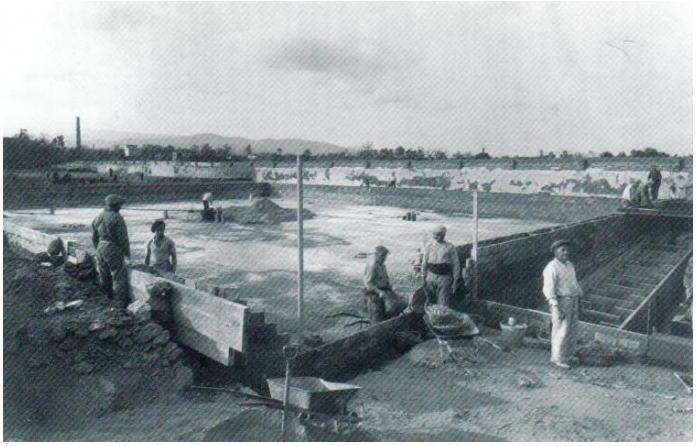


Foto 34: *Construcció de la depuradora Municipal d'aigües residuals del Molinet, 1936*

El plànol 1 i les fotos 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 i 34 estan extretes del llibre: *La lluita per l'aigua a Reus, Abastament, gestió i conflictes des dels orígens fins a principis del segle XX.*

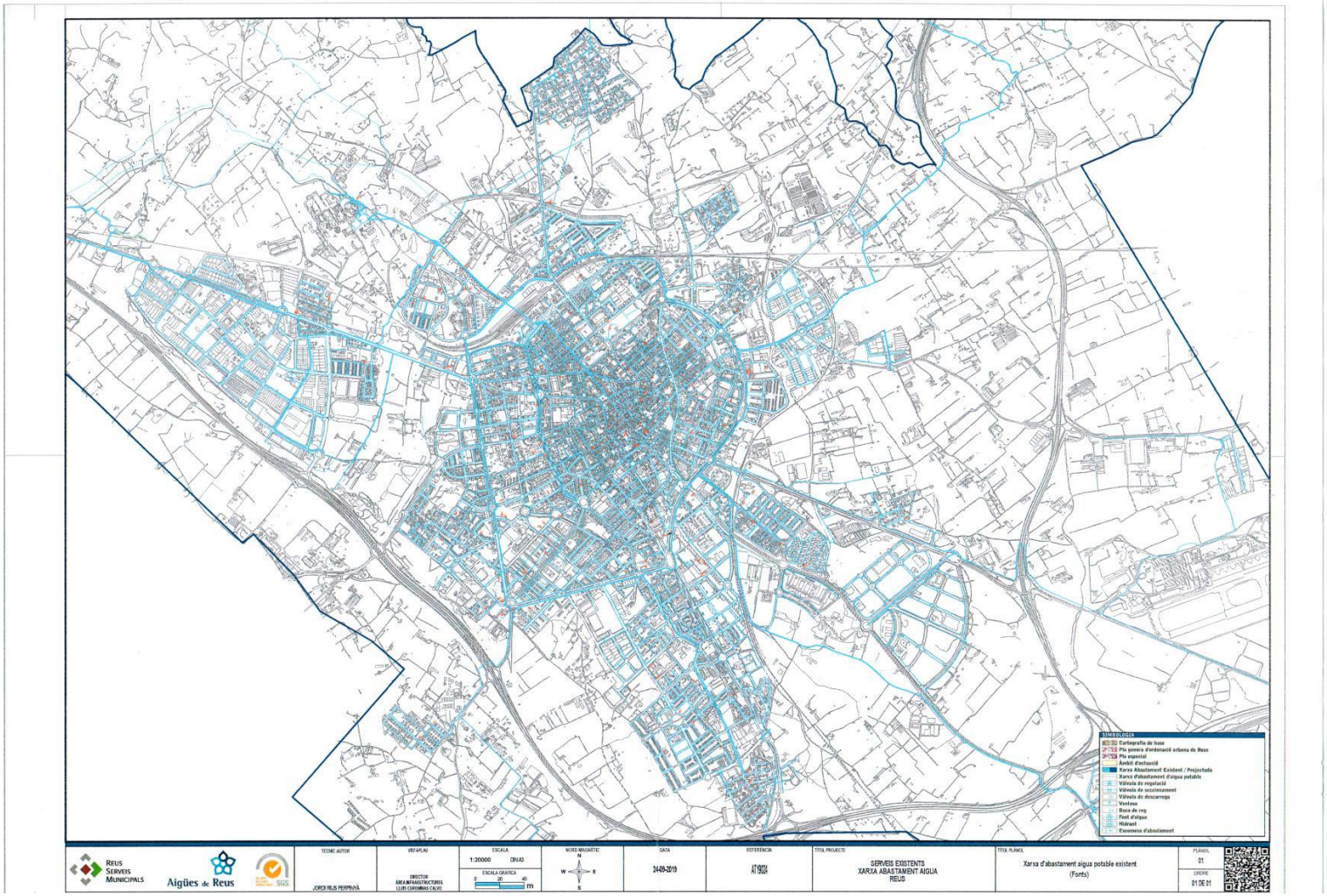
ANNEX 2: DIPÒSITS I XARXA DE DISTRIBUCIÓ DE REUS

***Imatge aèria 2**: Dipòsit Intermedi al terme municipal de Reus*

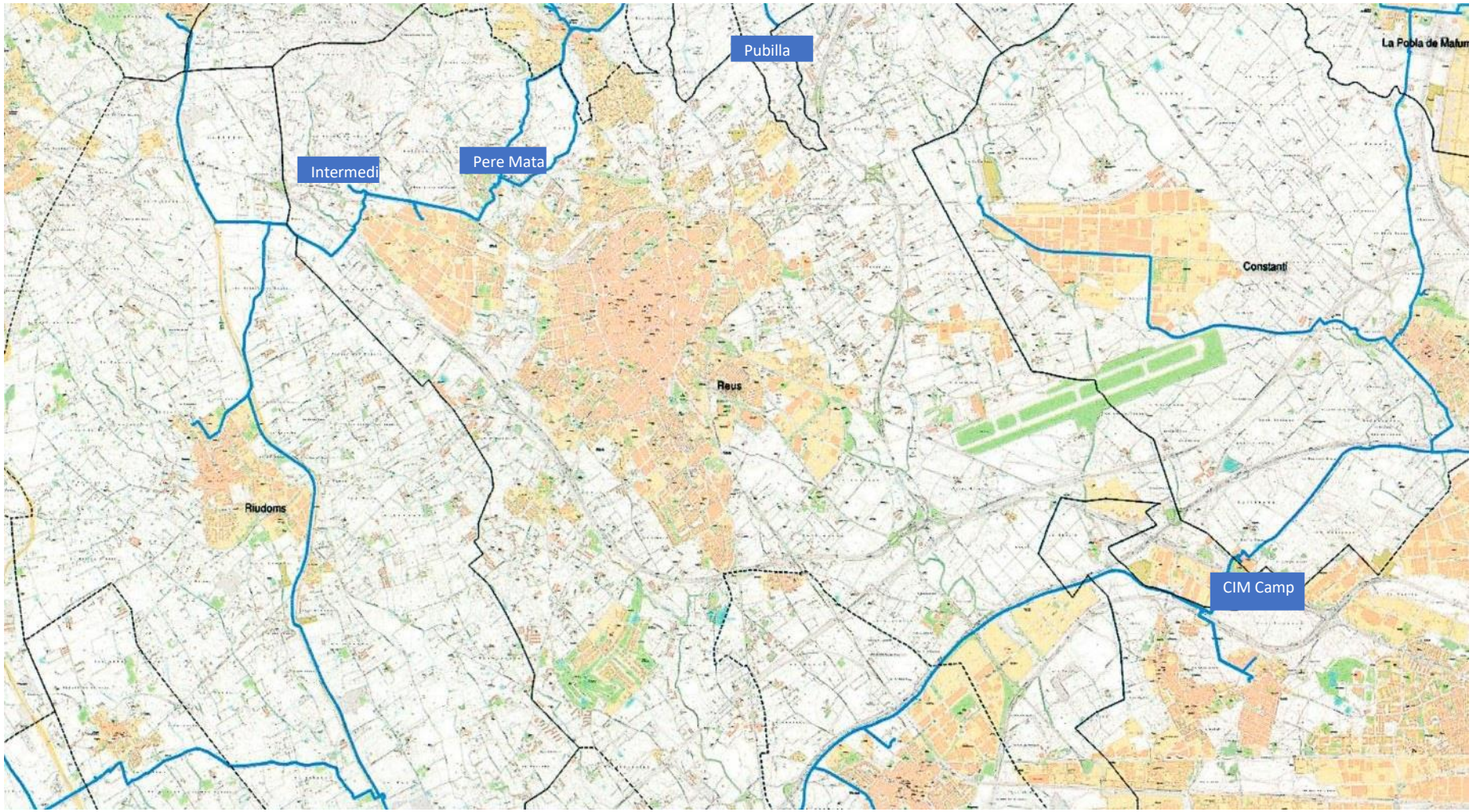
***Imatge aèria 3:** Dipòsit nou (circular), dipòsit antic (quadrat enterrat) i Planta d'Estació de Filtres al Pere Mata*

Imatge aèria 4: *Dipòsit de La Pubilla, al terme municipal de Reus direcció a La Selva del Camp*

Imatge aèria 5: *Dipòsit CIM del Camp, al costat de l'autovia T11 al Polígon del seu nom*



Plànol 2: *Xarxa de distribució del servei d’aigua potable a Reus*



Plànol 3: *Situació dels dipòsits al terme municipal de reus*

ANNEX 3: TAULA DELS VALORS PARAMÈTRICS SEGONS EL "REAL DECRETO" 140/ 2003

ANEXO I

Parámetros y valores paramétricos

A. Parámetros microbiológicos.

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
1. Escherichia coli	0 UFC en 100 ml	
2. Enterococo	0 UFC en 100 ml	
3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas)	0 UFC en 100 ml	1 y 2

B.1 Parámetros químicos

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
4. Antimonio	5,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	10,0 µg/l	
5. Arsénico	10 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
6. Benceno	1,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
7. Benzo(α)pireno	0,010 µg/l	
8. Boro	1,0 mg/l	
9. Bromato:		1
A partir de 01/01/2009	10 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	25 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
10. Cadmio	5,0 µg/l	
11. Cianuro	50 µg/l	
12. Cobre	2,0 mg/l	
13. Cromo	50 µg/l	
14. 1,2-Dicloroetano	3,0 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
15. Fluoruro	1,5 mg/l	
16. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPA)	0,10 µg/l	
Suma de:		
Benzo(b)fluoranteno	µg/l	
Benzo(ghi)perileno	µg/l	
Benzo(k)fluoranteno	µg/l	
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/l	
17. Mercurio	1,0 µg/l	
18. Microcistina	1 µg/l	2
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
19. Níquel	20 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
20. Nitrato	50 mg/l	3
21. Nitritos:		3 y 4
Red de distribución	0,5 mg/l	
En la salida de la ETAP/depósito 0,1 mg/l	0,1 mg/l	

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
22. Total de plaguicidas	0,50 µg/l	5 y 6
23. Plaguicida individual	0,10 µg/l	6
Excepto para los casos de:		
Aldrín	0,03 µg/l	
Dieldrín	0,03 µg/l	
Heptacloro	0,03 µg/l	
Heptacloro epóxido	0,03 µg/l	
24. Plomo:		
A partir de 01/01/2014	10 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2013	25 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	50 µg/l	
25. Selenio	10 µg/l	
26. Trihalometa nos (THMs): Suma de:		7 y 8
A partir de 01/01/2009	100 µg/l	
De 01/01/2004 a 31/12/2008	150 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
Bromodiclorometano	µg/l	
Bromoformo	µg/l	
Cloroformo	µg/l	
Dibromoclorometano	µg/l	
27. Tricloroeteno + Tetracloroeteno	10 µg/l	
Hasta el 31/12/2003	– µg/l	
Tetracloroeteno	µg/l	
Tricloroeteno	µg/l	

B.2 Parámetros químicos que se controlan según las especificaciones del producto

Parámetro	Valor paramétrico	Notas
28. Acrilamida	0,10 µg/l	1
29. Epiclorhidrina	0,10 µg/l	1
30. Cloruro de vinilo	0,50 µg/l	1

C. Parámetros indicadores

Parámetro	Valor paramétrico		Notas
31. Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 ml	
32. Recuento de colonias a 22 ºC			
A la salida de ETAP	100 UFC	En 1 ml	
En red de distribución	Sin cambios anómalos		
33. Aluminio	200	µg/l	
34. Amonio	0,50	mg/l	
35. Carbono orgánico total	Sin cambios anómalos	mg/l	1
36. Cloro combinado residual	2,0	mg/l	2, 3 y 4
37. Cloro libre residual	1,0	mg/l	2 y 3
38. Cloruro	250	mg/l	
39. Color	15	mg/l Pt/Co	
40. Conductividad	2.500	$\mu S/cm^{-1}$ a 20 ºC	5
41. Hierro	200	µg/l	
42. Manganeso	50	µg/l	
43. Olor	3 a 25 ºC	Índice de dilución	
44. Oxidabilidad	5,0	mg O_2/l	1
45. pH:			5 y 6
Valor paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
Valor paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46. Sabor	3 a 25 ºC	Índice de dilución	
47. Sodio	200	mg/l	
48. Sulfato	250	mg/l	
49. Turbidez: A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
En red de distribución	5	UNF	

ANNEX 4: INFORMACIÓ PER L'ANÀLISI FÍSICO QUÍMIC:

Factor de corrección f

Grados	Décimas de grado									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1,490	1,488	1,483	1,479	1,477	1,468	1,464	1,459	1,455	1,449
6	1,445	1,440	1,436	1,432	1,428	1,424	1,418	1,414	1,410	1,404
7	1,400	1,396	1,392	1,388	1,385	1,379	1,375	1,371	1,368	1,362
8	1,358	1,353	1,349	1,347	1,342	1,340	1,335	1,331	1,328	1,324
9	1,319	1,316	1,312	1,308	1,305	1,300	1,297	1,293	1,288	1,285
10	1,282	1,279	1,277	1,273	1,269	1,265	1,261	1,257	1,254	1,250
11	1,246	1,244	1,242	1,239	1,234	1,231	1,227	1,224	1,219	1,216
12	1,213	1,210	1,207	1,204	1,202	1,199	1,194	1,191	1,189	1,184
13	1,182	1,180	1,176	1,173	1,169	1,166	1,164	1,160	1,157	1,154
14	1,152	1,149	1,146	1,144	1,141	1,138	1,135	1,132	1,129	1,127
15	1,123	1,121	1,118	1,116	1,112	1,109	1,107	1,103	1,101	1,099
16	1,096	1,094	1,091	1,088	1,086	1,084	1,081	1,078	1,075	1,073
17	1,070	1,069	1,067	1,064	1,061	1,059	1,056	1,053	1,050	1,048
18	1,046	1,044	1,043	1,039	1,037	1,035	1,033	1,029	1,027	1,025
19	1,023	1,022	1,019	1,016	1,014	1,012	1,010	1,008	1,004	1,002
20	1,000	0,999	0,996	0,994	0,992	0,990	0,988	0,985	0,983	0,981
21	0,979	0,977	0,975	0,973	0,970	0,969	0,967	0,965	0,962	0,960
22	0,958	0,956	0,954	0,952	0,950	0,947	0,946	0,943	0,941	0,940
23	0,938	0,937	0,934	0,933	0,931	0,929	0,926	0,926	0,923	0,921
24	0,919	0,918	0,916	0,915	0,912	0,910	0,908	0,907	0,905	0,902
25	0,902	0,899	0,897	0,896	0,893	0,891	0,889	0,888	0,885	0,885

Foto 35: *Factor correcció conductivitat*

Acidez-Alcalinidad 109

Sales disueltas	mg/l por grado	Valores respectivos del T_A y T_{AC}				
		Si $T_A = 0$	Si $T_A < \frac{T_{AC}}{2}$	Si $T_A = \frac{T_{AC}}{2}$	Si $T_A > \frac{T_{AC}}{2}$	Si $T_A = T_{AC}$
(OH)	3,4	0	0	0	$2T_A - T_{AC}$	T_{AC}
CaO	5,6					
$Ca(OH)_2$	7,4					
MgO	4,0					
$Mg(OH)_2$	5,8					
Na (OH)	8					
CO_3	6,0	0	$2T_A$	T_{AC}	$2(T_{AC} - T_A)$	0
$CaCO_3$	10,0					
$MgCO_3$	8,4					
Na_2CO_3	10,6					
HCO_3	12,2	T_{AC}	$T_{AC} - 2T_A$	0	0	0
$Ca(HCO_3)_2$	16,2					
$Mg(HCO_3)_2$	14,6					
$NaHCO_3$	16,8					

Foto 36: *Valors respectius del TA i TAC*

Fotos extretes del llibre: *Análisis de las aguas* de Jean RODIER.

ANNEX 5: ENTREVISTA Al SR. CARLOS RUBÍ (CAP DE DISTRIBUCIÓ DE XARXES):

La procedència de l'aigua varia al llarg de l'any?

Al llarg de l'any la única possible variació que hi ha és la quantitat o no quantitat que ens aporti la mina de Monterols. Per altra banda, sempre és sinó aigua del Consorci d'Aigües de l'Ebre i del pantà de Riudecanyes que es tracta a l'estació de Tractament d'aigua potable al costat del Pere Mata.

Amb la proporció indicada a la pàgina web que si no recordo malament era del 50% i 40%?

Bueno sí, són proporcions més o menys però sí, sí suposo que la pàgina web té informació més fidedigne i se suposa que és la correcta.

Quines característiques tenen les aigües que arriben?

Bueno, això és en funció de l'analítica que crec que deus tindre, és l'aigua que tenim, i la barreja que has pogut analitzar.

Creieu que aquesta mescla d'aigua afavoreix el resultat final d'aigua?

Afavoreix... Bueno, la intenció és la intenció, l'ideal seria sempre mantenir una mateixa barreja perquè l'aigua fos sempre la mateixa, és a dir, si l'aigua de l'Ebre és més tova i l'aigua del pantà és més dura, o té més calç, o més d'allò, clar, si poses molta quantitat d'una o d'una altre tens aigües diferents i pots arribar a notar a nivell de boca, a nivell d'una rentadora, a nivell de no sé, pot canviar, però en principi la intenció és mantenir la mateixa proporció.

D'acord, llavors podem afirmar que aquesta proporció afavoreix positivament en l'aigua final?

Creiem que sí.

Actualment quins pous i mines s'utilitzen?

La mina que s'utilitza és la mina de Monterols que condueix l'aigua cap a l'estació de tractament. Pous amb funcionament i que aportin aigua a la xarxa cap.

En algun context es podrien utilitzar els pous?

En algun context, si fos necessari per algun problema de que el pantà no té aigua, de que el Consorci té algun tipus de problema, els pous que hi ha que poden ser 4 o 5, el que si que es fa és un manteniment permanent i estan utilitzables, el que falta és que l'analítica de l'aigua que aporta sigui favorable i es pugui utilitzar, perquè a vegades, hi ha algun pou que pot tindre per exemple, una petita quantitat de nitrats que al fer la dilució dintre de la xarxa entra dintre dels paràmetres sanitàriament correctes.

Si cas, amb un esquema em podria indicar la localització dels pous?

Sí, bàsicament els pous que hi ha són el pou City, el pou Roquís i el pou Agroreus que justament està en aquesta finca, i aquests estan integrats en una xarxa, en una petita xarxa tancada que només s'utilitza per aigua de sanejament, pel que és el manteniment de la xarxa de residuals i pel que seria el reg públic de carrers. Aigua que tot i que tingui els seus components, el que sí que es fa, es clora.

Què significa que el model de gestió de l'aigua a Reus és referent a molts municipis de Catalunya?

Sí, quan es va crear Aigües de Reus, es va fer amb una idea de ser punters i crec que som, o com a mínim hem sigut referent a nivell de Catalunya. Si no recordo malament en algun rànquing que va sortir, bo o no bo, o no recordo qui el va fer, érem la primera, almenys com a mínim a nivell de rendiments, poso tanta aigua i aquesta aigua arriba a tal, érem primera de Catalunya i tercera d'Espanya.

Existeixen col·laboracions amb altres municipis?

Sí, nosaltres tenim diferents col·laboracions a nivells del COGH, que és una associació d'empreses d'aigua. Llavors Aigües de Reus, té un tècnic que supervisa aigües de Vilafranca, també donem suport i ajuda a Aigües de Tremp, i algunes altres poblacions. També per exemple, a Vilanova es portava la OGT administrativa, o sigui, es fan unes col·laboracions que d'alguna manera o bé pel COGH i demés ens demanen i encaixen dins de la nostra organització.

Em podria fer un resum del recorregut que segueix l'aigua?

Sí, el recorregut és molt senzill. L'aigua per exemple que ens arriba l'ETAP, a l'Estació de Potables, doncs ens arriba a o bé del pantà o bé de la mina de Monterols, són les dues arribades. Allà es fa el tractament de l'aigua corresponent i s'envia al dipòsit de 20000m^3 on es barreja amb l'aigua del Consorci d'Aigües de l'Ebre que com que ja ens ve filtrada, clorada i potable es fa la barreja i llavors pel passeig de la Boca de la Mina surt l'eix principal i hi ha una rotllana perimetral de tot Reus que és la que seria de transport i a partir d'aquí hi ha tot una xarxa, una malla, que està mallat de distribució dintre de Reus. La intenció, o sigui està sectoritzat i la intenció és que si tu per exemple tens un problema en un carrer, tanquis per una banda i alimentis per una altra i d'aquesta manera la subministres sense allò perquè és un sistema de xarxa.

Per acabar, el creieu que el preu de l'aigua a Reus és just?

A veure, el preu de l'aigua n'era un quan, va arribar l'aigua del Consorci crec que això va implicar un augment important de l'aigua, del preu de l'aigua, i a partir d'aquí, les tarifes, l'ajuntament no ha anat autoritzant el que l'empresa voldria a nivell de dir: Doncs per poder fer més coses hem de pujar una mica el rendiment, perquè hem de tenir en compte que tenim bastanta gent que fa substracció de l'aigua, és a dir, que treu el comptador, que està en directe, vull dir, que en aquest nivell hi ha bastant frau, i llavors s'ha sol·licitat varies vegades augmentar el preu de l'aigua, el que passa és que això no s'ha tirat endavant perquè no sé si políticament no està ben vist, tot és molt opinable que el preu sigui el correcte o no. El que sí que es va produir va ser que quan va arribar l'aigua del Consorci, quan va pujar el preu va baixar el consum. Però després la gent tendeix a utilitzar la mateixa quantitat, és més quan hi havia restriccions, jo crec que es tirava més aigua. La típica banyera plena per si fa falta, i quan no d'allò, poder no l'utilitzaves tota.

Perfecte, moltes gràcies.

Ara el que s'està fent, com a cosa interessant, és que s'està canviant tot el que són els comptador d'aigua i són comptadors de telefreqüència que cada minut t'envien dos pulsacions al sistema informàtic nostre, tot i que encara no està fet al 100%, i això ens ha servit en alguns casos per detectar algun frau. És a dir, ens dóna les lectures del comptador i "Oi, tenim una lectura inversa, que passa aquí?", i ens arriba la senyal d'una lectura inversa, que ens aporta aigua. Llavors hem tingut un cas que estem investigant de que no sabem si hi ha un gir de comptador i després vam tenir un cas molt concret, que no va transcendir massa, però a Agüesverds, resulta que per allà passa una canonada d'aigua de la depuradora que alimenta pel reg Aigüesverds, el que és el golf.

Doncs vam tenir una alarma de que la gent es queixava de que l'aigua era fosca i amb mal gust, automàticament vam anar cap allà, això amb hores, i efectivament, l'aigua no era l'aigua potable normal. Vam tancar, vam seccionar i es va limitar un carrer, i a través de tenir el comptador aquest de telelectura, vam detectar que un comptador de uns dels xalets havia aportat aigua a la xarxa, quina aigua?, aigua de la depuradora, perquè el senyor aquell tenia una connexió, teòricament, pel seu reg del jardinet, s'havia fet una connexió, havia punxat la canonada aquella i entrava aigua, però no va ser prudent de que allò no estigués connectat amb la xarxa d'aigua de casa seva. La vàlvula de retenció no va funcionar i ens va enviar aigua cap a dintre. Purga, neteja, van ser tres dies de no parar.

Molt agraït pel temps que m'ha dedicat i per les explicacions facilitades.