



Universitat Autònoma de Barcelona

FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

**AVALUACIÓ DELS INDICADORS HIDROLÒGICS A LA
REIRA DEL SORREIGS (OSONA)**

Memòria del Projecte Fi de Carrera
de Ciències Ambientals
presentada per:

Irene Puigvila Feixas

i dirigida per: **Josep Mas-Pla**
Marc Ordeix

Bellaterra, a 3 de Juliol de 2006

AGRAÏMENTS

Als dos directors del projecte, Josep Mas-Pla i Marc Ordeix, pel seu interès mostrat des de l'inici de l'estudi. Per l'ajuda en la interpretació del resultats, per les seves aportacions realitzades en aquest projecte i pel seu incondicional recolzament, tant personal com material. També agrair la seva confiança i el seu tracte entranyable.

Al SAQ per a la realització de les analítiques químiques de cations i anions.

A totes aquelles persones, que des de les seves granges i cases de pagès, m'han ajudat en la recollida de mostres i m'han aportat els seus coneixements.

A la meva família pel seu suport i encoratjament que m'han mostrat en tot moment, especialment al meu pare per la seva desinteressada ajuda en les sortides de camp.

ÍNDEX

	Pàg.
1. INTRODUCCIÓ	1
1.1. Presentació i objectius	1
1.2. Localització de la zona d'estudi	3
1.2.1. La riera del Sorreigs	4
1.2.2. Geologia de la zona d'estudi	5
1.3. Antecedents	7
2. METODOLOGIA	9
2.1. Punts de mostreig	9
2.2. Paràmetres estudiats	11
2.3. Treball de camp	11
2.4. Treball al laboratori	12
3. RESULTATS	15
3.1. Meteorologia de la zona estudiada	15
3.2. Tractament estadístic exploratori	17
3.2.1. Temperatura	23
3.2.2. Conductivitat	25
3.2.3. pH	28
3.2.4. Oxigen dissolt	31
3.2.5. Cabal	31
3.3. Relacions hidroquímiques	33

3.4. Evolució espacial d'anions i cations.....	44
3.4.1. Evolució qualitativa.....	44
3.4.2. Balanç de masses.....	51
3.5. Compostos nitrogenats com a indicadors de la qualitat de l'aigua.	59
3.6. Sals (clorurs i sulfats) com a indicadors de la qualitat de l'aigua...	63
4. CONCLUSIONS.....	67
5. PROGRAMACIÓ.....	71
6. BIBLIOGRAFIA.....	73

ÍNDEX FIGURES

	Pàg.
1. INTRODUCCIÓ	
Figura 1. Mapa de localització de la riera del Sorreigs.....	3
Figura 2. Mapa de la zona d'estudi.....	5
Figura 3. Tall geològic de la zona d'estudi.....	6
2. METODOLOGIA	
Figura 4. Localització dels punts de mostreig.....	10
3. RESULTATS	
Figura 5.. Precipitacions durant el mesos d'Octubre i Novembre del 2005 a l'estació meteorològica de Gurb de la Plana.....	16
Figura 6. Precipitacions durant el mesos de Gener i Febrer del 2006 a l'estació meteorològica de Gurb de la Plana.....	16
Figura 7. Evolució de la temperatura al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.....	24
Figura 8. Evolució de la conductivitat al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.....	25
Figura 9. Conductivitat dels torrents en les dues campanyes de mostreig.	26
Figura 10. Conductivitat de les fonts en les dues campanyes de mostreig.	27
Figura 11. Conductivitat dels pous en les dues campanyes de mostreig....	27
Figura 12. Evolució del pH al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.....	28
Figura 13. pH dels torrents en les dues campanyes de mostreig.....	29
Figura 14. pH de les fonts en les dues campanyes de mostreig.....	30
Figura 15. pH dels pous en les dues campanyes de mostreig.....	30
Figura 16. Evolució del cabal al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.....	32
Figura 17. Cabal dels torrents en les dues campanyes de mostreig.....	32
Figura 18. Cabal de les fonts en les dues campanyes de mostreig.....	33
Figura 19. Relació de la conductivitat amb la presència de sulfats.....	34

Figura 20. Relació de la conductivitat amb la presència de clorurs.....	35
Figura 21. Relació de la conductivitat amb la presència de bicarbonats.....	36
Figura 22. Relació entre el pH i la presència de bicarbonats.....	37
Figura 23. Relació del pH amb la presència d'oxigen dissolt.....	38
Figura 24. Relació del ió bicarbonat amb la presència de calci.....	38
Figura 25. Relació de nitrats amb la presència de clorurs.....	39
Figura 26. Relació de nitrats amb la presència de sulfats.....	40
Figura 27. Gràfic ternari d'anions (bicarbonats, sulfats i clorurs).....	41
Figura 28. Gràfic ternari de cations (calci, magnesi, sodi i potassi).....	43
Figura 29. Gràfics de l'evolució dels compostos nitrogenats al llarg de la riera.....	47
Figura 30. Gràfics d'evolució dels anions al llarg de la riera.....	48
Figura 31. Gràfics d'evolució de cations al llarg de la riera (I).....	49
Figura 32. Gràfics d'evolució de cations al llarg de la riera (II).....	50
Figura 33. Representació gràfica dels errors globals per cada element després de la confluència riu – tributari.....	58

ÍNDEX TAULES

	Pàg.
3. RESULTATS	
Taula 1. Paràmetres físico-químics de la primera campanya (28, 29, 30 Novembre 2005).....	18
Taula 2. Paràmetres físico-químics de la segona campanya (14, 15, 16 Febrer 2006).....	19
Taula 3. Paràmetres químics de la segona campanya en mg/L.....	20
Taula 4. Paràmetres químics de la segona campanya en meq/L.....	21
Taula 5. Balanç de masses per la confluència del torrent del Grau i el rec de la Tuta.....	54
Taula 6. Balanç de masses per la confluència dels torrents de Gallissans i Tarrers.....	54
Taula 7. Balanç de masses per la confluència del torrent de Serramitja...	55
Taula 8. Balanç de masses per la confluència del torrent de Maïans.....	55
Taula 9. Balanç de masses per la confluència del torrent de Sta. Cecília..	56
Taula 10. Taula d'errors per cada balanç de masses.....	57
Taula 11. Concentració dels compostos nitrogenats expressada en N-compost (mg/L).....	60
Taula 12. Límits dels rangs de nutrients nitrogenats segons Prat et al. (2001).....	61
Taula 13. Qualitat de les aigües segons els rangs de compostos nitrogenats establerts.....	62
Taula 14. Límits dels rangs de sals segons Prat et al. (2001).....	64
Taula 15. Qualitat de les aigües segons els límits de sals establerts.....	65
5. PROGRAMACIÓ	
Taula 16. Programació de les tasques realitzades per a l'elaboració del projecte.....	71

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Presentació i objectius

L'aigua és un recurs que proporciona la natura de manera renovable, però no il·limitada. Moltes vegades el creixement de la població i el desenvolupament de les activitats econòmiques generen una pressió sobre el medi, que provoquen que l'aigua esdevingui un recurs fràgil i vulnerable. El bon estat ecològic i químic de les aigües superficials, i l'estat químic i quantitatiu per les aigües subterrànies, és garantia de que l'aigua no esdevingui un recurs vulnerable.

Amb l'aprovació de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA), l'aigua deixa de ser vista exclusivament com un recurs, i és contemplada com un element bàsic dels ecosistemes hídrics, i part fonamental per una bona qualitat ambiental. Amb aquesta nova directiva es pretén assolir un bon estat de l'aigua en funció de l'avaluació de paràmetres hidrològics, geomòrfics, físico-químics i ecològics. No obstant, l'ús d'aquest tipus d'indicadors, si bé ha de tenir un caràcter general i extrapolable entre les distintes masses d'aigua d'una regió hidrogràfica, ha de ser coherent amb les característiques hidrològiques de cada conca. Amb la DMA es pretén, doncs, promoure i garantir una explotació i ús del medi de manera responsable, racional i sostenible.

Dins el marc de la DMA, la finalitat d'aquest estudi consisteix en determinar quina és la interrelació entre la riera del Sorreigs (Osona) i els distintes tributaris que hi conflueixen, així com amb les aigües subterrànies i de les fonts. La finalitat és doble. D'una banda, caracteritzar el sistema de mescla en aigües superficials i l'evolució espacial al llarg del curs dels distintes composts hidroquímics (compostos majoritaris). De l'altra, estudiar l'evolució i comportament del nitrogen en aquest àmbit hidrològic. Concretament, el problema de la pol·lució per nitrats, és un dels problemes més rellevants per assolir un bon estat de les aigües a Osona i, és per aquesta raó, que es pretén

que aquest treball aportí un major coneixement a la qüestió de la presència de nitrats i la seva procedència a la riera del Sorreigs.

S'ha escollit la riera del Sorreigs pels seus antecedents de contaminació (anys enrera el Sorreigs va patir un greu episodi de contaminació, que va afectar tant a aigües superficials com subterrànies, degut a abocaments descontrolats per part d'una empresa al rec de la Tuta, afluent de la riera del Sorreigs) i pel seu interès ecològic.

Tanmateix, si bé actualment la pol·lució d'origen industrial és molt menor, la presència d'explotacions ramaderes i la fertilització amb purins de les zones agrícoles limítrofes amb la riera fa que les concentracions de nitrat siguin d'un elevat interès ambiental.

Així, amb aquest treball s'intenta caracteritzar la riera del Sorreigs i determinar-ne el seu estat ecològic. Per tal d'assolir aquestes fites s'han plantejat els següents objectius detallats:

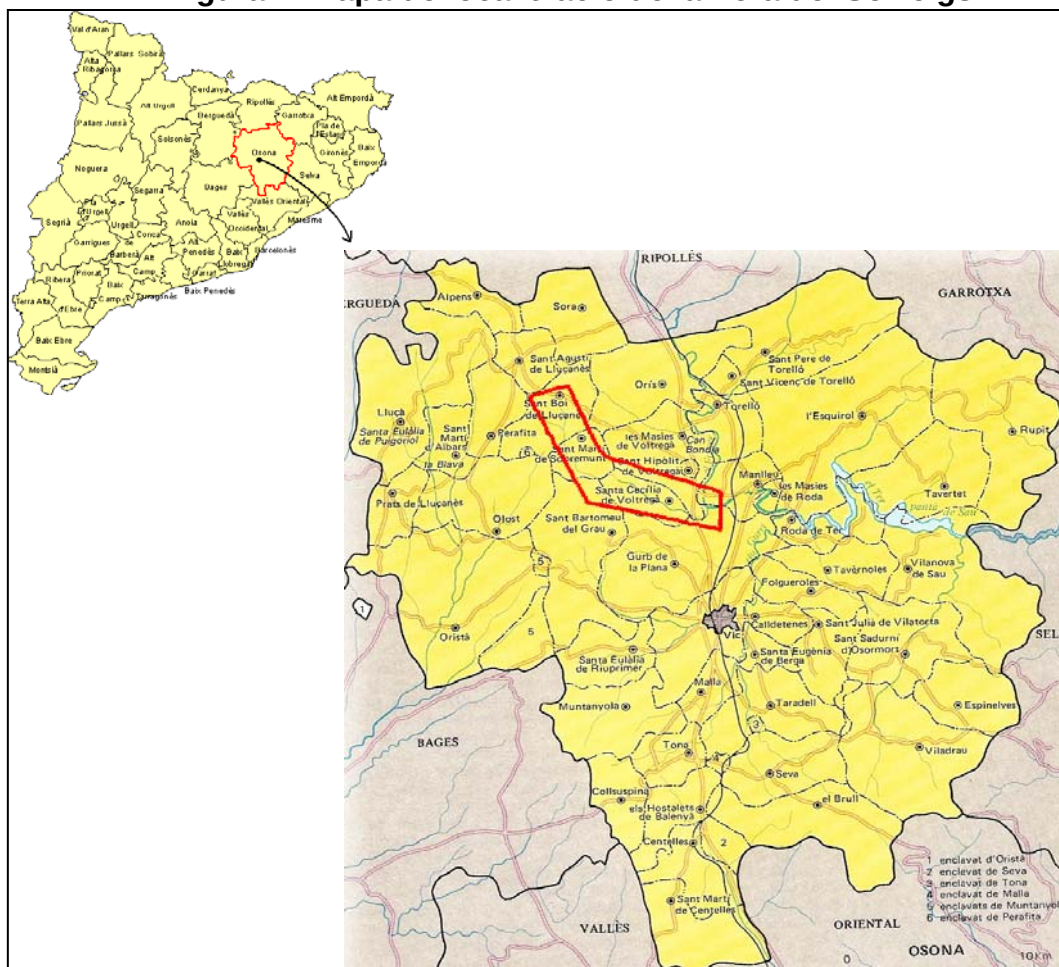
- Determinar la qualitat de les aigües (superficials i subterrànies) de la conca de la riera del Sorreigs (la pròpia riera, torrents, fonts i pous), mitjançant anàlisis de paràmetres físico-químics.
- Proposar la caracterització hidroquímica de les aigües superficials i subterrànies a partir de diferents correlacions entre els elements presents en les aigües.
- Realitzar un balanç de masses per tal de determinar la relació d'aportacions dels diferents torrents al cabal superficial de la riera del Sorreigs.
- Plantejar la riera del Sorreigs com un sistema dinàmic, seleccionant l'ús d'un traçador adequat que permeti realitzar un seguiment de la riera i la influència dels tributaris en cada un dels trams.

Amb aquests objectius es cerca una més correcta caracterització de les pressions i impactes damunt del medi hidrològic que, en el cas que esdevinguin representatius, siguin una eina més en l'assoliment dels objectius de la DMA en aquesta conca hidrogràfica.

1.2. Localització de la zona d'estudi

La riera del Sorreigs es troba situada a la part nord-oest de la comarca d'Osona. Neix al Lluçanès, al municipi de Sant Boi de Lluçanès, i a continuació s'endinsa dins la Plana de Vic, travessant els municipis de Sobremunt i Santa Cecília de Voltregà i en el seu tram final passa per la població de Gurb (veure figura 1).

Figura 1. Mapa de localització de la riera del Sorreigs.



Font: elaboració pròpia a partir de mapa de Catalunya i d'Osona.

1.2.1. La riera del Sorreigs

La riera és un afluent pel marge dret del riu Ter. Neix prop del santuari dels Munts, al Lluçanès, a una alçada d'uns 1000 metres. El seu curs fluvial acaba quan conflueix amb el Ter, prop de la Gleva, a la Plana de Vic, a uns 450 metres d'altura. La seva conca té forma allargada amb una extensió de 62,6 Km². La xarxa principal del riu fa 20.5 Km i se'n poden diferenciar tres trams:

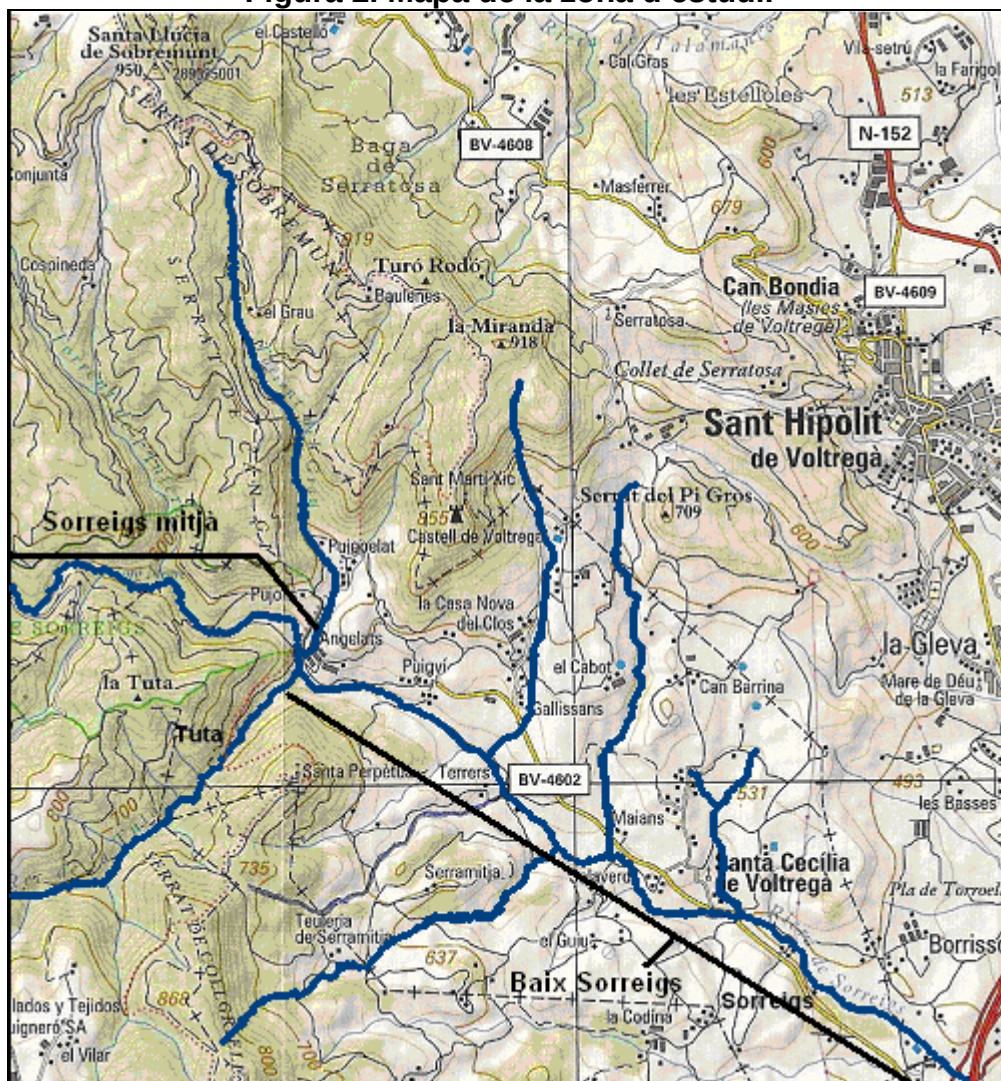
1. **Alt Sorreigs:** aquest tram comença amb el naixement difús de la riera, on s'hi ajunten diferents torrents, i acaba a la presa, anomenada popularment "pantano" de Can Puigneró, presa on l'empresa abocava les seves aigües residuals.
2. **Sorreigs mitjà:** correspon al tram des de la presa de Puigneró fins a la granja d'Angelats. En aquest tram hi domina la roca mare despullada per la força de les fortes avingudes.
3. **Baix Sorreigs:** aquest tram va des d'Angelats, on hi conflueixen les aigües del rec de la Tuta, fins a l'aiguabarreig amb el Ter. El desnivell es suavitza i l'aigua llisca més de pla. És la part de la riera més afectada per la intervenció humana (carreteres, ponts, riberes transformades), i aquesta se'n ressent.

Per fer l'estudi no s'ha agafat tota la conca hidrogràfica com a unitat de treball, sinó que s'ha començat a mostrejar la riera a partir del Gorg Negre (Sorreigs mitjà) fins a la seva part més baixa, poc abans del seu aiguabarreig amb el Ter (baix Sorreigs) (*veure figura 2*). La major part dels punts mostrejats es localitzen al Baix Sorreigs, on tenen lloc les pressions antròpiques sobre el medi hidrològic.

En la conca del Sorreigs s'hi troben diversos torrents que conflueixen amb la riera. Aquests solen presentar un cabal baix, de manera que en èpoques de sequera fins hi tot poden baixar secs, però augmenten el seu cabal en èpoques de pluja. Es podria dir que el seu cabal varia de manera estacional. L'afluent

més important de la riera del Sorreigs és el rec de la Tuta, que és també el que aporta un cabal més important a la riera.

Figura 2. Mapa de la zona d'estudi.



Font: elaboració pròpia a partir de mapa comarcal de Catalunya 1:50000, Osona.

Es pot assumir que es una riera amb un règim hidrològic de tipus mediterrani, amb màxims de cabal a la tardor i a la primavera i mínims de cabal a l'estiu i a l'hivern determinats per la pluviometria.

1.2.2. Geologia de la zona d'estudi

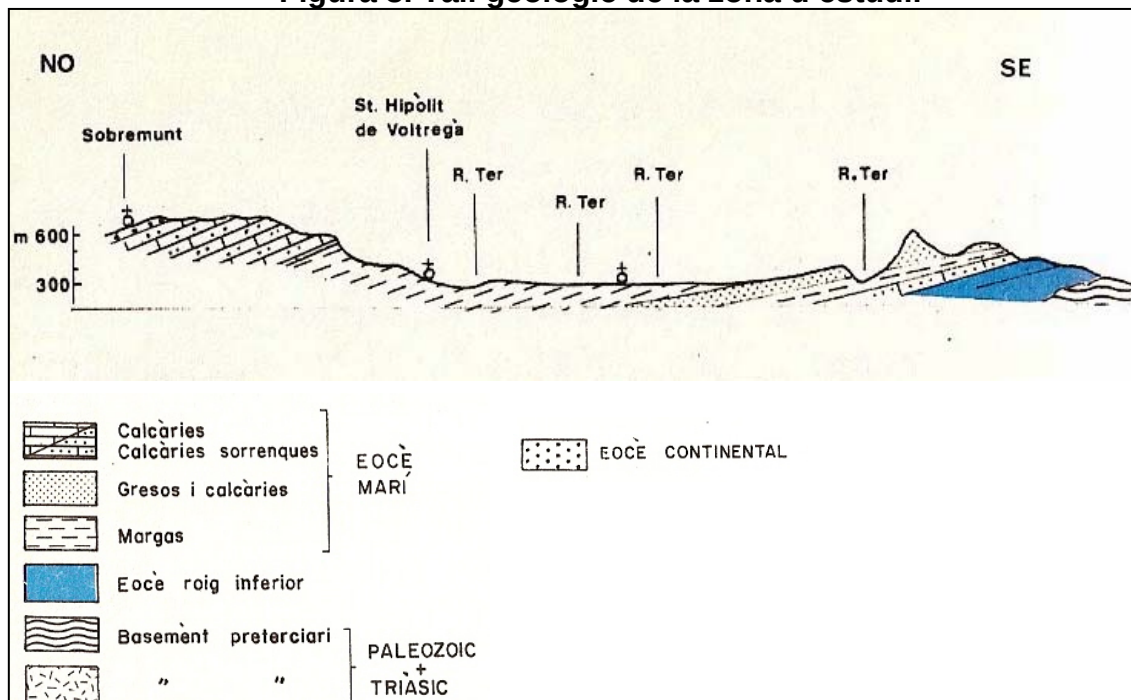
La Plana de Vic es troba en l'extrem NE de la Depressió Central Catalana, i està envoltada pels relleus més alts, pertanyents als Pre-pirineus (N), a la Serralada Transversal (NE), a la Serralada Pre-litoral (E i S) i a la mateixa Depressió Central (W). La Depressió Central és una unitat caracteritzada per els seus materials tous, damunt dels quals els rius hi han omplert amples valls i

conques d'erosió. Essencialment està formada per l'alternança de relleus tabulars elevats (Cabrerès, 1000 m) i petites planes envoltades de muntanyes (Plana de Vic).

Els materials que reomplen la Plana de Vic corresponen a materials de terciari. S'hi troba un gruix considerable de margues i argiles eocèniques, que no permet l'aflorament del sòcol paleozoic que forma els relleus de la Serralada Pre-litoral. A mesura que ens endinsem en la depressió observem calcàries arenoses, amb abundants fòssils marins, fins que al arribar al centre de la conca passen a ser sediments detrítics fins, les conegudes margues de Vic. Aquestes presenten un nivell potent de lulites calcàries i margues amb intercalacions de bancs de sorrenques (veure figura 3). En el seu tram central poden assolir uns 600 metres de potència.

El sòcol paleozoic, constituït per litologies granítiques i metamòrfiques, aflora al marge est de la zona d'estudi i pràcticament no participa en el sistema hidrogeològic de la Plana de Vic. El seu potencial hidrogeològic està limitat al flux entre les fractures, sovint amb permeabilitats baixes. (Mas-Pla et al., 2006)

Figura 3. Tall geològic de la zona d'estudi.



Font: Busquets et al., 1979.

D'altra banda la plana presenta materials quaternaris, que estan constituïts per rebliments al·luvials de la Plana de Vic i per les formacions al·luvials relacionades amb les terrasses dels rius Ter i Ges. Són materials no consolidats, formats per acumulacions recents de graves, sorres i argiles.

1.3. Antecedents

De la riera del Sorreigs i la seva conca hi ha molts pocs estudis realitzats. Des del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM), s'ha dut a terme un estudi inèdit en el que s'estudia l'estat ecològic de la riera del Sorreigs anomenat: *Estat ecològic de la riera del Sorreigs. Memòria de l'any 2005*.

També s'ha dut a terme un projecte de final de carrera de la Llicenciatura de Ciències Ambientals a la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), realitzat per Anna Fuster, anomenat: *Avaluació de la contaminació per purins a la conca de la riera del Sorreigs (Osona). Impacte en els recursos hidrològics i alternatives de gestió i tractament dels purins*, en el qual es fa un anàlisi de la contaminació per purins en les aigües (pous, fonts i torrents) de la conca del Sorreigs.

A nivell més general, el març del 2006 es va presentar el projecte: *Avaluació per la contaminació de nitrat de les aigües subterrànies a la Plana de Vic. Estudi de la dinàmica hidrogeològica i anàlisi multiisotòpica*, realitzat conjuntament per la Universitat de Barcelona (Albert Soler i Neus Otero) i la Universitat Autònoma de Barcelona (Josep Mas-Pla i Anna Menció), en el que es realitza un estudi de la contaminació per nitrats de les aigües subterrànies de la Plana de Vic. A part d'aquest, que és el més recent, s'han realitzat altres estudis sobre l'estat qualitatiu i quantitatiu dels aqüífers de la Plana de Vic, degut a que aquesta àrea es troba dins una de les zones vulnerables per la contaminació de nitrats.

Des del Grup de Defensa del Ter (GDT) es mostregen les fonts de la comarca i periòdicament se'n fan analítiques de nitrats, per tal de fer un seguiment de la seva contaminació.

Des de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA), a partir de punts de control fixes, es fan analítiques de rius, rieres i torrents i d'aigües subterrànies, de manera periòdica, per tal de fer un seguiment de la seva evolució quantitativa i qualitativa. Dins la conca del Sorreigs es mostreja un punt de la riera, molt proper a la seva confluència amb el riu Ter, i pel que fa a aigües subterrànies es mostregen alguns pous que es localitzen en les poblacions per les quals circula la riera del Sorreigs.

2.METODOLOGIA

2.1. Punts de mostreig

Per a la realització d'aquest projecte s'han fet dues sortides de camp. La primera sortida va tenir lloc els dies 28, 29 i 30 de novembre del 2005, mentre que la segona campanya es va fer durant els dies 14, 15 i 16 de febrer del 2006. Abans però d'anar a la primera sortida, es va anar un dia a la zona d'estudi per tal de fer-ne un reconeixement i determinar els possibles punts a mostrejar.

Els punts escollits per mostrejar la conca s'han dividit en:

- La pròpia riera del Sorreigs
- Torrents afluent de la riera
- Fonts
- Pous

A l'hora d'escollir els punts de la riera del Sorreigs i els torrents a mostrejar s'ha tingut en compte que aquests fossin punts representatius de la dinàmica hidroquímica del tram de riera estudiat. S'han escollit punts que mostressin una continuïtat al llarg de la riera del Sorreigs.

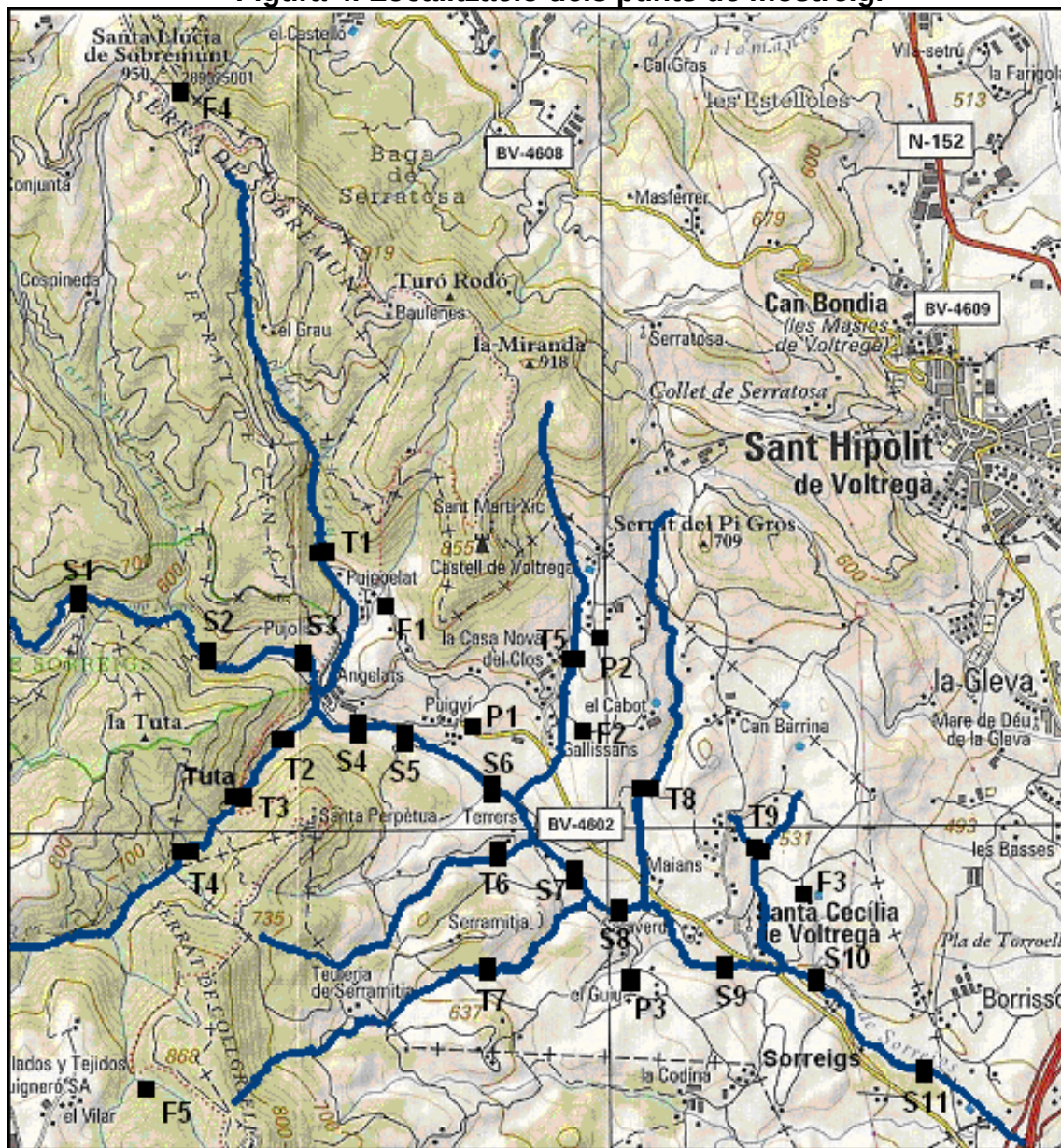
Pel que fa les fonts, s'han mostrejat les que es troben dins la unitat d'estudi.

Referent als pous, la seva representació en el treball, s'ha vist influenciada per la seva presència o no a les cases de pagès de la zona. La majoria de cases de pagès antigament si que havien tingut un pou propi del qual n'extreien aigua. En l'actualitat però, pràcticament ja no utilitzen aigua del seu pou, sinó que utilitzen l'aigua procedent del pou d'aigües Vic, ja que els hi surt més a compte. De totes les cases consultades, sols una utilitzava aigua del seu propi pou. Els altres dos pous, corresponen un al pou d'aigües Vic i l'altre a l'antic pou d'abastament municipal, però que ja fa uns anys que no s'utilitza, ja que va

patir un episodi de contaminació degut a la contaminació de les aigües de la riera del Sorreigs.

En la *figura 4* es localitzen els punts mostrejats. En la segona sortida de camp es van mostrejar 3 punts més (dues fonts (F4 i F5) i 1 torrent (T7)) i es va canviar la localització d'un punt (es va canviar el punt T3 pel T4). Aquests canvis han tingut lloc perquè a partir dels resultats de la primera sortida, es va creure necessari afegir alguns punts més que permetessin comprendre millor el comportament de la riera.

Figura 4. Localització dels punts de mostreig.



Font: elaboració pròpia a partir de mapa comarcal de Catalunya 1:50000, Osona.

2.2. Paràmetres estudiats

En aquest estudi s'han determinat diferents paràmetres físico-químics de l'aigua. Alguns s'han determinat *in-situ*, en el camp mateix, mentre que d'altres s'han mesurat al laboratori.

Els paràmetres físico-químics estudiants han estat els següents:

- Temperatura
- Conductivitat
- pH
- Oxigen dissolt
- Cabal
- Compostos nitrogenats: amoni, nitrit, nitrat
- Anions: alcalinitat (bicarbonat), sulfat, clorur
- Cations: calci, magnesi, sodi, potassi, ferro, manganès

Els paràmetres mesurats al camp han estat: temperatura, conductivitat, pH, oxigen dissolt i cabal. Mentre que els paràmetres determinats al laboratori han estat: compostos nitrogenats, anions i cations.

2.3. Treball de camp

Les mesures realitzades en les dues campanyes de mostreig es van dur a terme de la següent manera:

Temperatura i oxigen dissolt: en la primera campanya mesurats mitjançant un oxímetre *Syland Simplair*, mentre que en la segona es va utilitzar un oxímetre *YSI 550A*.

Conductivitat: en la primera campanya es va mesurar mitjançant un conductímetre *XS cond6*, mentre que en la segona es va utilitzar un conductímetre *Crison conductivity meter 524*.

pH: en la primera campanya es va mesurar mitjançant un pHmetre *XS pH6*, mentre que en la segona es va utilitzar un pHmetre *Orion 250A*.

Cabal: en els cas dels torrents i la riera, aquest s'ha mesurat a partir de la velocitat de l'aigua i l'àrea per la que aquesta circulava. Aquests dos paràmetres es relacionen de la següent manera:

$$Q = A \cdot v$$

on, Q: cabal del curs d'aigua

A: àrea per la qual circula l'aigua

v: velocitat de l'aigua

En el cas de les fonts la metodologia utilitzada ha estat diferent, el cabal s'ha determinat calculant quan temps tardava a omplir-se una ampolla de volum conegut.

En la primera campanya sols es van fer mesures de temperatura, conductivitat, pH, oxigen dissolt i cabal. A la segona sortida, a part de calcular els paràmetres esmentats anteriorment, també es van recollir mostres d'aigua per tal de poder realitzar els anàlisis químics. A cada punt de mostreig es van agafar les següents mostres:

- 125 ml d'aigua per determinar amoni, nitrit i bicarbonat
- 15 ml d'aigua per determinar anions
- 15 ml d'aigua per determinar cations, acidificada amb HNO_3 fins arribar a un pH igual o inferior a 2.

2.4. Treball al laboratori

En el laboratori s'han mesurat tots els compostos nitrogenats, cations i anions anteriorment esmentats. Una part d'aquests els he analitzat personalment a un laboratori del departament de Geodinàmica Externa i Hidrogeologia de la UAB (amoni, nitrit i alcalinitat), mentre que la resta s'han analitzat al Servei d'Anàlisi Química (SAQ) de la UAB.

Les metodologies emprades per mesurar nitrits, amoni i alcalinitat han estat les següents:

Amoni: s'ha mesurat mitjançant un test d'anàlisi de la sèrie *Aquanal – Plus*, amb un límit de detecció d'entre 0.2 i 0.8 mg/L. S'ha agafat un tub d'assaig amb 5 mL d'aigua a analitzar, s'hi ha afegit 0.6 mL del reactiu 1 i s'ha barrejat. A continuació s'hi ha afegit una cullerada rasa del reactiu 2, s'ha dissolt agitant i s'ha esperat 5 minuts. Seguidament s'han afegit 5 gotes del reactiu 3, s'ha dissolt i s'ha deixat 7 minuts en repòs. Finalment mitjançant un espectrofotòmetre *Windows LF-2400* s'ha obtingut el valor d'amoni.

La recta patró pel ió amoni (Menció, A. 2006. com. pers.) és la següent:

$$y = 0.8648x - 0.091 \quad (R^2 = 0.9916)$$

Nitrit: s'ha mesurat mitjançant un test d'anàlisi de la sèrie *Aquanal – Plus*, amb un límit de detecció d'entre 0.005 i 0.1 mg/L. S'ha agafat un tub d'assaig amb 5 mL d'aigua a analitzar i s'hi ha afegit 2 cullerades rases del reactiu 1, s'ha dissolt agitant i s'ha deixat en repòs 3 minuts. Finalment s'ha obtingut el valor de nitrits mitjançant un espectrofotòmetre *Windows LF-2400*.

Pel ió nitrit, s'han obtingut 2 rectes patrons (Menció, A. 2006. com. pers.), ja que es van haver d'utilitzar dos reactius diferents:

$$y = 0.9514 - 0.033 \quad (R^2 = 0.9997)$$

$$y = 0.9844 - 0.048 \quad (R^2 = 0.9999)$$

Alcalinitat: a partir d'aquesta s'ha determinat la concentració de ions bicarbonat present en les aigües mostrejades.

Per alcalinitat s'entén la capacitat que té una aigua per neutralitzar àcids. Hi ha diversos mètodes per calcular l'alcalinitat, però en aquest treball s'ha mesurat mitjançant el mètode de Gran (Andersen, 2002). S'han valorat 25 ml de la mostra a analitzar amb àcid sulfúric 0,02N fins fer baixar el pH entre 2 - 3.

S'ha utilitzat la funció de Gran, per determinar el punt d'equivalència. La funció de Gran és la següent:

$$F = 10^{-\text{pH}} \cdot (V_0 + V_{\text{afegit}})$$

on, F: funció de Gran

V_0 : volum inicial d'aigua, en aquest cas 25 ml.

V_{afegit} : volum d'àcid afegit per arribar un determinat pH.

S'ha representat el volum d'àcid afegit en funció del valor de la funció de Gran. Seguidament s'ha fet la recta de regressió dels punts obtinguts, el punt en que aquesta talla amb l'eix X, és el punt d'equivalència. A partir d'aquest valor s'ha calculat la concentració de bicarbonat, tot multiplicant el punt d'equivalència per un factor multiplicatiu de 48.8.

3. RESULTATS

En aquest apartat es mostraran els resultats obtinguts en les dues sortides de camp i el tractament que s'ha fet amb ells.

La metodologia seguida per a la interpretació dels resultats ha estat la següent:

1. Tractament estadístic exploratori de les dades.
2. Estudi de les relacions hidroquímiques més rellevants, per tal de determinar el tipus de quimisme de la zona estudiada.
3. Relació d'un balanç de masses per tal de determinar les aportacions que pot tenir cada tributari cap a la riera del Sorreigs.
4. Determinació de la qualitat de les aigües de la conca d'estudi segons els nivells de nutrients (amoni, nitrits i nitrats) i de sals (clorurs i sulfats).

Amb anterioritat a l'anàlisi hidroquímica i de cabals s'han emmarcat els períodes de mostreig en el registre de precipitacions, les quals condicionen, òbviament, el cabal de les aigües superficials.

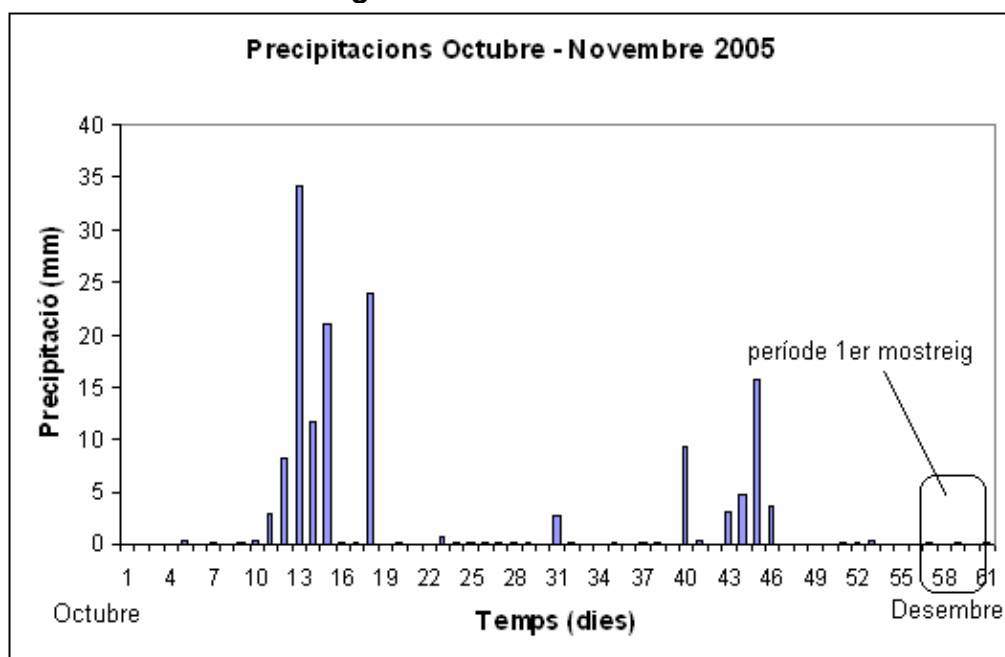
3.1. Meteorologia de la zona estudiada

La meteorologia de la zona d'estudi, principalment la seva precipitació, és molt important a l'hora de determinar el cabal de la riera i dels torrents. Aquest cabal ens determinarà l'efecte de la dilució o concentració de les substàncies.

La primera campanya va tenir lloc a finals de Novembre del 2005, en una època força seca, ja que les pluges més importants havien tingut lloc un més abans, tot i que dues setmanes abans hi havia hagut pluges de poca importància. En la *figura 5* es poden observar aquestes precipitacions.

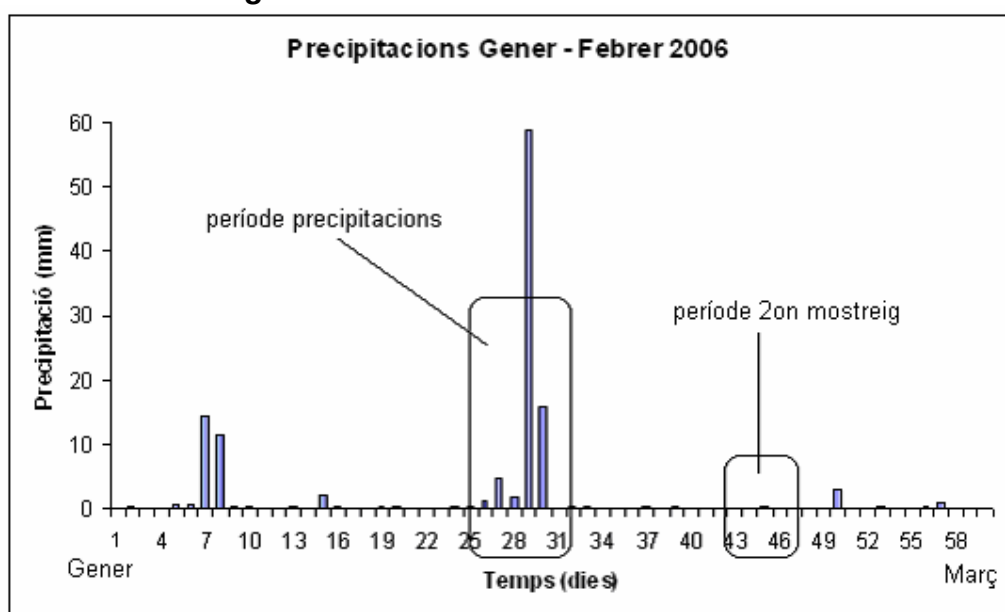
Com s'observa en la *figura 6*, la segona sortida de camp es va fer després d'una època de precipitacions i de nevades, durant el Febrer del 2006, per tant els torrents i el Sorreigs presenten un cabal més elevat que en la primera campanya de mostreig.

Figura 5. Precipitacions durant el mesos d'Octubre i Novembre del 2005 a l'estació meteorològica de Gurb de la Plana.



Font: elaboració pròpia.

Figura 6. Precipitacions durant el mesos de Gener i Febrer del 2006 a l'estació meteorològica de Gurb de la Plana.



Font: elaboració pròpia.

3.2. Tractament estadístic exploratori

A les taules següents es mostren els paràmetres físico-químics obtinguts en les dues campanyes de mostreig.

L'anàlisi de paràmetres físico-químics i elements majoritaris comprèn:

- Temperatura, conductivitat, pH, oxigen dissolt i cabal
- Anions: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , cations: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+}
- Compostos de nitrogen: amoni, nitrit i nitrat

En la *taula 1* es mostren els paràmetres físico-químics obtinguts en la primera sortida de camp, mentre que en la *taula 2* es mostren els paràmetres físico-químics de la segona campanya de mostreig.

Pel que fa als paràmetres químics obtinguts en la segona campanya de mostreig, tant anions, cations com compostos de nitrogen, primerament es mostraran en unitats de mg/L (*taula 3*), però a les taula següent (*taula 4*) s'expressaran en meq/L (mil·liequivalents partit per litre), per tal de poder aplicar el principi d'electroneutralitat i així poder obtenir l'error corresponent per cada punt mostrejat.

Pel que fa a l'oxigen dissolt cal dir que els resultats obtinguts en la primera campanya de mostreig no es tindran presents en el tractament dels resultats ja que mostren uns valors molt elevats, que són difícils de creure i que no es poden justificar amb el que s'ha observat en les sortides de camp. Aquest error en els resultats és degut a un dany en la sonda d'oxigen, que ha donat lloc a un mal funcionament de l'oxímetre.

Taula 1. Paràmetres físico-químics de la primera campanya (28, 29, 30 Novembre 2005).

RIERA DEL SORREIGS						
Punt riera	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
1	S1	2,7	1032	8,59	24,9	0,066
2	S2	2,2	469	8,47	27,3	0,054
3	S3	1,5	463	8,61	13,2	0,077
4	S4	1,3	1034	8,52	14,3	0,062
5	S5	2,7	1017	8,45	12,8	0,040
6	S6	4,8	940	8,53	11,6	0,139
7	S7	3,6	974	8,30	14,2	0,136
8	S8	4,7	997	8,46	14,6	0,096
9	S9	3,7	1033	8,17	12,4	0,044
10	S10	3,5	1038	8,21	11,5	0,052
11	S11	3,3	1142	8,41	32,2	0,138
TORRENTS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Grau (E) ¹	T1	7,2	622	8,12	12,7	8,610 · 10 ⁻⁴
Tuta (D)	T2	1,6	1285	8,43	26,3	0,012
Tuta (D)	T3	1,3	1343	8,44	16,5	0,020
Gallissans (E)	T5	6,5	1689	7,59	19,2	1,37 · 10 ⁻³
Tarrers (D)	T6	6,6	1439	8,09	7,6	2,92 · 10 ⁻³
Maians (E)	T8	3,1	956	7,71	28,7	4,06 · 10 ⁻³
Sta. Cecília (E)	T9	3,8	1755	7,62	18,2	aigua estancada
FONTS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Puigpelat	F1	9,3	835	7,23	4,7	4,33 · 10 ⁻⁵
Gallissans	F2	10,3	620	7,33	11,7	9,47 · 10 ⁻⁵
Sta. Cecília	F3	11,2	1643	7,12	8,7	3,33 · 10 ⁻⁴
POUS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Puigví	P1	9,1	1733	7,13	11,2	-----
Aigües Vic	P2	9,8	398	7,80	14,8	-----
Municipal	P3	9,8	1557	6,98	2,2	-----

Font: elaboració pròpia.

¹ (E) indica torrents procedents del marge esquerre, mentre que (D) indica torrents procedents del marge dret, seguint el sentit del curs de la riera

Taula 2. Paràmetres físico-químics de la segona campanya (14, 15 i 16 Febrer 2006).

RIERA DEL SORREIGS						
Punt riera	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
1	S1	8,3	794	8,85	10,01	0,124
2	S2	9,5	790	8,54	8,25	0,247
3	S3	5,2	806	8,32	9,93	0,181
4	S4	5	799	8,6	10,37	0,093
5	S5	6,9	807	8,56	9,73	0,278
6	S6	8,8	828	8,65	8,64	0,508
7	S7	9,2	843	8,58	9,46	0,229
8	S8	8,8	861	8,4	9,37	0,116
9	S9	7,3	886	8,53	9,79	0,263
10	S10	6,2	897	8,59	10,28	0,163
11	S11	7,5	894	8,47	9,23	0,269
TORRENTS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Grau (E)	T1	8,8	596	7,92	9,95	$5,19 \cdot 10^{-3}$
Tuta (D)	T2	5,3	976	8,03	10,83	0,031
Tuta (D)	T4	7,1	1015	7,91	9,48	0,057
Gallissans (E)	T5	11,5	1352	8,2	7,87	0,017
Tarrers (D)	T6	7,1	1220	7,81	9,01	0,019
Serramitja (D)	T7	7,9	1130	8,05	9,34	$3,34 \cdot 10^{-3}$
Maians (E)	T8	9,6	1555	7,84	9,31	0,018
Sta. Cecília (E)	T9	7,5	1423	8,18	8,03	$5,84 \cdot 10^{-3}$
FONTS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Puigpelat	F1	9,7	654	7,44	6,87	$9,85 \cdot 10^{-5}$
Gallissans	F2	11,9	1070	7,31	7,4	$9,40 \cdot 10^{-5}$
Sta. Cecília	F3	11,7	1385	6,8	5,2	$2,59 \cdot 10^{-4}$
Sta. Llúcia	F4	10,7	981	7,23	7,41	$3,43 \cdot 10^{-5}$
del Vicari	F5	11,3	748	7,28	6,86	$1,65 \cdot 10^{-4}$
POUS						
Nom	Codi	T (°C)	Conductivitat (µS/cm)	pH	O ₂ (ppm)	Cabal (m ³ /s)
Puigví	P1	10	1379	7,03	5,71	-----
Aigües Vic	P2	11,6	472	8,02	9,48	-----
Municipal	P3	9	1382	7,03	3,94	-----

Font: elaboració pròpia.

Taula 3. Paràmetres químics de la segona campanya en mg/L

RIERA DEL SORREIGS													
Punts riera	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
1	S1	469,944	98	32,8	50	0,29	0,1	180	28,8	14	4,8	0,317	0,02
2	S2	362,584	92	30,1	45	0,21	0,1	132	28,1	13	4,1	1,029	0,03
3	S3	387,472	93	33,2	46	0,13	0,1	193	28,6	14	4	0,456	0,02
4	S4	380,640	100	30,7	45	0,18	0,1	132	29	17	4,3	0,294	0,02
5	S5	366,000	99	28,9	44	0,18	0,1	132	28,7	17	4,2	0,211	0,02
6	S6	380,152	107	35,5	52	0,27	0,2	146	30,1	18	4,6	0,236	0,02
7	S7	342,576	108	37	53	0,23	0,1	155	30,6	19	4,6	0,236	0,02
8	S8	377,224	112	37,1	56	0,25	0,2	133	31,4	20	4,8	0,3	0,02
9	S9	383,568	117	40	61	0,32	0,2	168	32	22	5,1	0,237	0,02
10	S10	384,544	122	51	71	0,45	0,2	192	32,8	23	5,3	0,252	0,03
11	S11	353,800	120	40	71	0,34	0,1	138	32,5	23	5,6	0,25	0,04
TORRENTS													
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
Grau (E)	T1	314,760	66	14,9	8,5	0,05	0,1	128	21,8	6	1,7	0,316	0,02
Tuta (D)	T2	375,272	182	52	32,7	1	0,6	132	29	52	4,3	0,372	0,02
Tuta (D)	T4	422,120	198	56	37,4	1	1,2	167	35,7	52	5,2	0,194	0,02
Gallissans (E)	T5	455,792	181	93	266	1	0,1	246	54	38	23	7,038	0,35
Tarrers (D)	T6	394,792	380	22,9	31,4	0,16	0,1	167	76,1	24	4,2	0,262	0,02
Serramitja (D)	T7	345,016	436	36,4	85	0,12	0,1	175	84,7	19	4	0,706	0,03
Maïans (E)	T8	375,272	409	111	289	0,29	0,1	220	82,5	52	15	0,397	0,02
Sta. Cecília (E)	T9	523,624	209	122	193	1	0,8	241	56,1	46	18,1	0,198	0,04
FONTS													
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
Puigpelat	F1	371,856	77	11,5	1,2	0,05	0,1	95	25,6	18	1,1	0,218	0,02
Gallissans	F2	381,128	78	72	225	0,05	0,2	181	43,5	17	3,4	0,171	0,02
Sta. Cecília	F3	372,344	207	120	200	0,15	0,1	236	55,4	47	12,1	0,247	0,02
Sta. Llúcia	F4	383,568	159	86	30,8	0,05	0,1	147	41,5	29	2	0,758	0,02
del Vicari	F5	441,152	81	13,1	9,8	0,02	0,1	173	22,4	12	1,3	0,261	0,02
POUS													
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺
Puigví	P1	390,888	208	134	237	0,06	0,1	164	58,7	77	6,1	0,233	0,02
Aigües Vic	P2	191,784	49	19,7	11,7	0,02	0,1	121	106	10	2,1	0,68	0,02
Municipal	P3	420,168	251	102	209	0,05	0,1	226	56,5	79	11,7	0,199	0,02

Font: elaboració pròpia.

Taula 4. Paràmetres químics de la segona campanya en meq/L

RIERA DEL SORREIGS																		
Punt riera	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Anions	Cations	Error (%)	TDS	TDS/EC
1	S1	7,701	2,040	0,925	0,806	0,006	0,006	8,982	2,369	0,609	0,123	0,011	0,001	11,480	12,101	2,634	691,094	0,870
2	S2	5,942	1,915	0,849	0,726	0,005	0,006	6,587	2,312	0,565	0,105	0,037	0,001	9,437	9,613	0,922	563,222	0,713
3	S3	6,350	1,936	0,937	0,742	0,003	0,006	9,631	2,353	0,609	0,102	0,016	0,001	9,967	12,718	12,123	644,989	0,800
4	S4	6,238	2,082	0,866	0,726	0,004	0,006	6,587	2,386	0,739	0,110	0,011	0,001	9,916	9,839	-0,388	586,978	0,735
5	S5	5,998	2,061	0,815	0,710	0,004	0,006	6,587	2,361	0,739	0,107	0,008	0,001	9,588	9,809	1,138	573,911	0,711
6	S6	6,230	2,228	1,001	0,839	0,006	0,011	7,285	2,476	0,783	0,118	0,008	0,001	10,304	10,683	1,806	622,017	0,751
7	S7	5,614	2,249	1,044	0,855	0,005	0,006	7,735	2,517	0,826	0,118	0,008	0,001	9,766	11,211	6,887	613,332	0,728
8	S8	6,182	2,332	1,047	0,903	0,005	0,011	6,637	2,583	0,870	0,123	0,011	0,001	10,469	10,235	-1,128	621,404	0,722
9	S9	6,286	2,436	1,128	0,984	0,007	0,011	8,383	2,633	0,957	0,130	0,008	0,001	10,841	12,124	5,585	676,018	0,763
10	S10	6,302	2,540	1,439	1,145	0,010	0,011	9,581	2,698	1,000	0,136	0,009	0,001	11,435	13,436	8,045	728,756	0,812
11	S11	5,798	2,498	1,128	1,145	0,007	0,006	6,886	2,674	1,000	0,143	0,009	0,001	10,577	10,720	0,668	643,107	0,719
TORRENTS																		
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Anions	Cations	Error (%)	TDS	TDS/EC
Grau (E)	T1	5,158	1,374	0,420	0,137	0,001	0,006	6,387	1,794	0,261	0,043	0,011	0,001	7,09	8,50	9,05	436,24	0,732
Tuta (D)	T2	6,150	3,789	1,467	0,527	0,022	0,033	6,587	2,386	2,262	0,110	0,013	0,001	11,96	11,39	-2,41	711,16	0,729
Tuta (D)	T4	6,918	4,122	1,580	0,603	0,022	0,067	8,333	2,937	2,262	0,133	0,007	0,001	13,24	13,74	1,83	806,99	0,795
Gallissans (E)	T5	7,470	3,768	2,623	4,290	0,022	0,006	12,275	4,443	1,653	0,588	0,252	0,013	18,17	19,23	2,83	1175,58	0,870
Tarrers (D)	T6	6,470	7,912	0,646	0,506	0,003	0,006	8,333	6,261	1,044	0,107	0,009	0,001	15,54	15,76	0,71	942,74	0,834
Serramitja (D)	T7	5,654	9,078	1,027	1,371	0,003	0,006	8,733	6,968	0,826	0,102	0,025	0,001	17,13	16,66	-1,39	1047,33	0,858
Maïans (E)	T8	6,150	8,516	3,131	4,661	0,006	0,006	10,978	6,787	2,262	0,384	0,014	0,001	22,46	20,43	-4,74	1404,05	0,903
Sta. Cecília (E)	T9	8,581	4,351	3,441	3,112	0,022	0,044	12,026	4,615	2,001	0,463	0,007	0,002	19,51	19,16	-0,91	1201,17	0,844
FONTS																		
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Anions	Cations	Error (%)	TDS	TDS/EC
Puigpelat	F1	6,094	1,603	0,324	0,019	0,001	0,006	4,741	2,106	0,783	0,028	0,008	0,001	8,042	7,672	2,88	452,902	0,693
Gallissans	F2	6,246	1,624	2,031	3,628	0,001	0,011	9,032	3,579	0,739	0,087	0,006	0,001	13,531	13,455	-2,81	849,018	0,793
Sta. Cecília	F3	6,102	4,310	3,385	3,225	0,003	0,006	11,776	4,558	2,044	0,309	0,009	0,001	17,025	18,703	5,01	1101,423	0,795
Sta. Llúcia	F4	6,286	3,310	2,426	0,497	0,001	0,006	7,335	3,414	1,261	0,051	0,027	0,001	12,520	12,096	6,19	726,370	0,740
del Vicari	F5	7,230	1,686	0,370	0,158	0,000	0,006	8,633	1,843	0,522	0,033	0,009	0,001	9,444	11,046	-1,67	577,692	0,772
POUS																		
Nom	Codi	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Anions	Cations	Error (%)	TDS	TDS/EC
Puigví	P1	6,406	4,331	3,780	3,822	0,001	0,006	8,184	4,829	3,349	0,156	0,008	0,001	18,340	16,533	-5,18	1119,746	0,812
Aigües Vic	P2	3,143	1,020	0,556	0,189	0,000	0,006	6,038	8,721	0,435	0,054	0,024	0,001	4,908	15,278	51,37	435,390	0,921
Municipal	P3	6,886	5,226	2,877	3,370	0,001	0,006	11,277	4,648	3,436	0,299	0,007	0,001	18,360	19,675	3,46	1187,670	0,859

Font: elaboració pròpia.

En la *taula 4*, a part dels paràmetres químics de la segona campanya expressats en meq/L, també es mostren:

- Anions: és la suma total d'anions.
- Cations: és la suma total de cations.
- Error (%): calculat com la diferència entre cations i anions, dividida per la suma de cations i anions, multiplicada per 100.
- TDS: són els sòlids dissolts totals, entesos com la suma de tots els cations i anions presents en l'aigua (en unitats de mg/L)
- TDS/EC: sòlids dissolts totals dividits per la conductivitat.

En aquestes bases de dades, és rellevant l'elevada quantitat de clorurs i sulfats que s'hi observen. Si bé, una relació lineal de clorurs i sulfats amb nitrats, pot indicar que els dos primers provenen del purí (Mas-Pla et al., 2006).

Tanmateix, l'elevada quantitat de bicarbonat és habitual en la zona en que ens trobem, on dominen les litologies calcàries que determinen l'aportació de carbonat càlcic dissolt a les aigües en abundància. D'altra banda la concentració de ferro es pot atribuir a la presència de pirites.

En relació als composts de nitrogen, la poca presència de nitrits és normal, ja que el pas de nitrit a nitrat és un procés molt ràpid. Si s'observen valors de nitrits superiors a 1 ppm tenim problemes de toxicitat de l'aigua, que són deguts a problemes en la nitrificació. La nitrificació és òptima a una temperatura de 14 – 15 °C (Thoman, 1987).

Pel que fa a la concentració de nitrats, s'observen valors més elevats que els de nitrits. Aquests es poden relacionar amb la presència de clorurs i sulfats. Comparant aquests valors de nitrats de les fonts amb els valors de nitrats d'aquestes obtinguts en les analítiques realitzades pel GDT durant els mesos de Gener/Febrer del 2006, s'observa que els resultats són pràcticament els mateixos².

² Els resultats d'aquestes analítiques s'han consultat a la pàgina web del Grup de Defensa del Ter, www.gdter.org.

Les quantitats d'amoni són bastant similars en tots els punts i mostren valors baixos. Però hi ha algun punt en que la seva concentració augmenta, fet que suggereix que hi pot haver contaminació directe, atès que encara no hi ha hagut l'oxidació del nitrogen derivat de l'aplicació de purí.

En el Sorreigs i els seus torrents, es troben grans quantitats de bicarbonats i sulfats, mentre que en aigües subterrànies principalment s'hi troben sulfats, clorurs i nitrats.

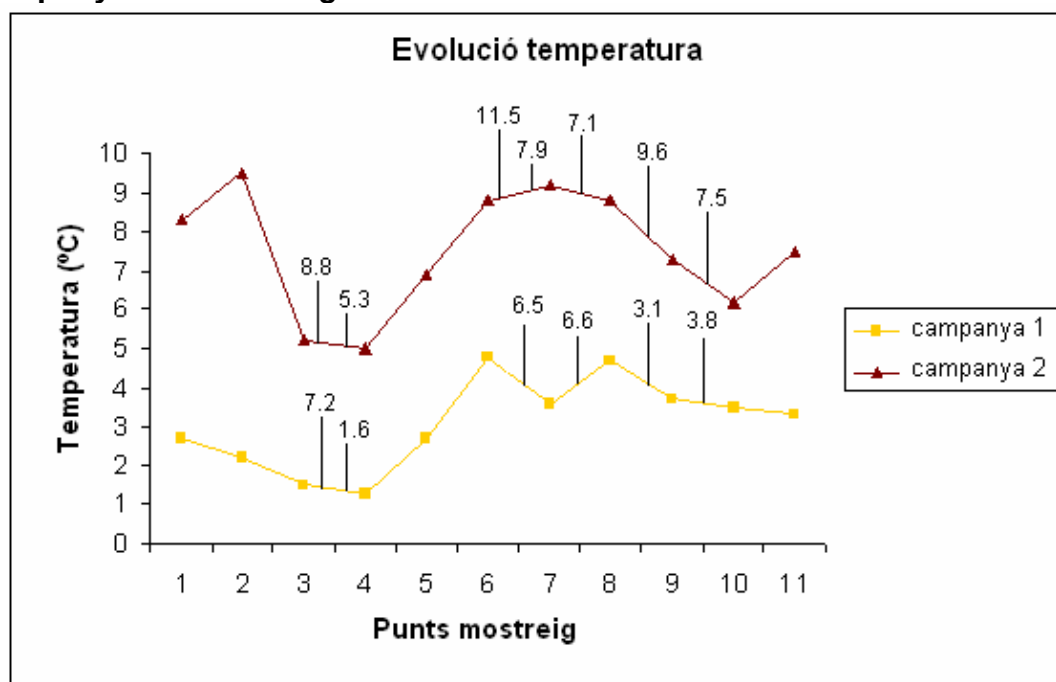
En referència als cations, cal dir que, tant en aigües superficials com subterrànies, les quantitats d'amoni i manganès són molt baixes. Pel contrari, calci i magnesi presenten unes quantitats més elevades.

Aquestes diferències entre anions i cations seran emprades posteriorment per a determinar possibles orígens de l'aigua i interferències entre aigües superficials i subterrànies.

3.2.1. Temperatura

La temperatura, especialment de la riera i els torrents, dependrà de l'hora del dia a la que hagi estat mesurada i de la zona en què ens trobem (solana o obaga), ja que l'efecte del sol pot ser important alhora de mesurar aquest paràmetre. També hi haurà una diferència significativa entre aigües superficials (riera del Sorreigs i torrents) i aigües subterrànies (fonts i pous). A l'hivern, l'aigua superficial presentarà una temperatura més baixa, serà més freda que les aigües subterrànies. Mentre que les aigües superficials presenten una mitjana de 3.50 ± 0.40 en la primera campanya i una de 7.76 ± 0.38 en la segona, els valors per les aigües subterrànies són de 9.92 ± 0.31 en el primer mostreig i de 10.71 ± 0.38 en el segon. A la figura següent (*figura 7*) es mostra l'evolució de la temperatura al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig, tot tenint en compte l'aport dels tributaris.

Figura 7. Evolució de la temperatura al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

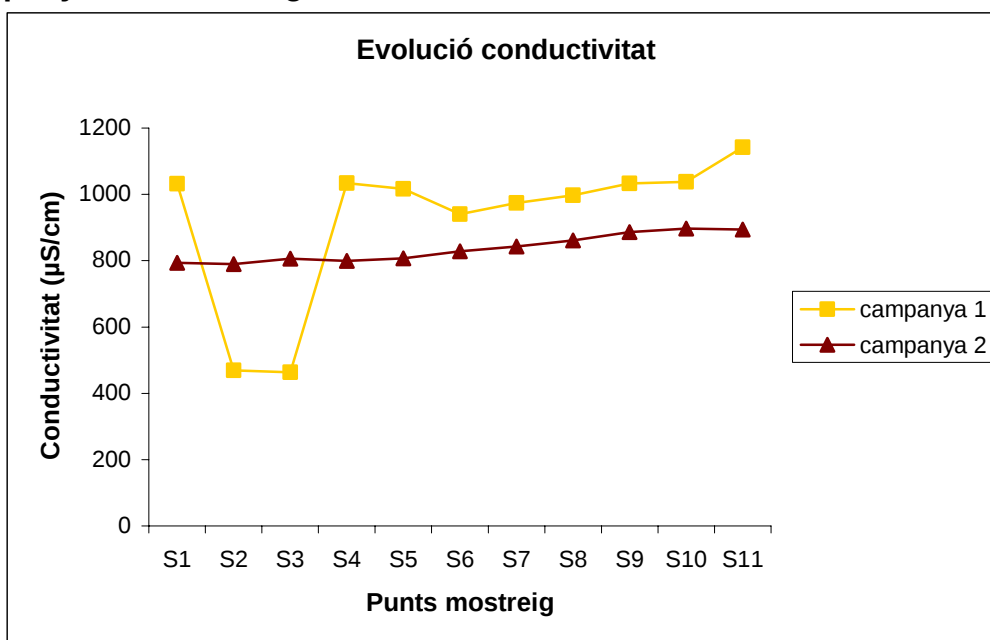
Si s'observa la temperatura de l'aigua de la riera, aquesta presenta uns valors bastant baixos, sobretot en la primera sortida. El mateix passa amb la temperatura dels torrents, que en el gràfic es representen mitjançant les línies amb un número, que signifiquen les aportacions. En la primera sortida hi ha un valor mínim d' 1.3 °C, mentre que en la segona el valor mínim és de 5.0 °C, ambdós punts situats a la riera. En la figura anterior es pot observar que a partir del punt de mostreig 4 la temperatura augmenta, fins que en el punt 8 es torna a estabilitzar. Aquest comportament es pot explicar per les aportacions dels tributaris. L'arribada d'aigües més calentes fa augmentar la temperatura, mentre que aigües més fredes la fa disminuir. S'ha de tenir present però, que si el cabal que aporta el tributari és molt petit, la temperatura no es veurà afectada. Per exemple, en la primera sortida el torrent de Santa Cecília l'aigua pràcticament estava estancada, per tant aquest tributari no influirà molt en la temperatura de la riera.

3.2.2. Conductivitat

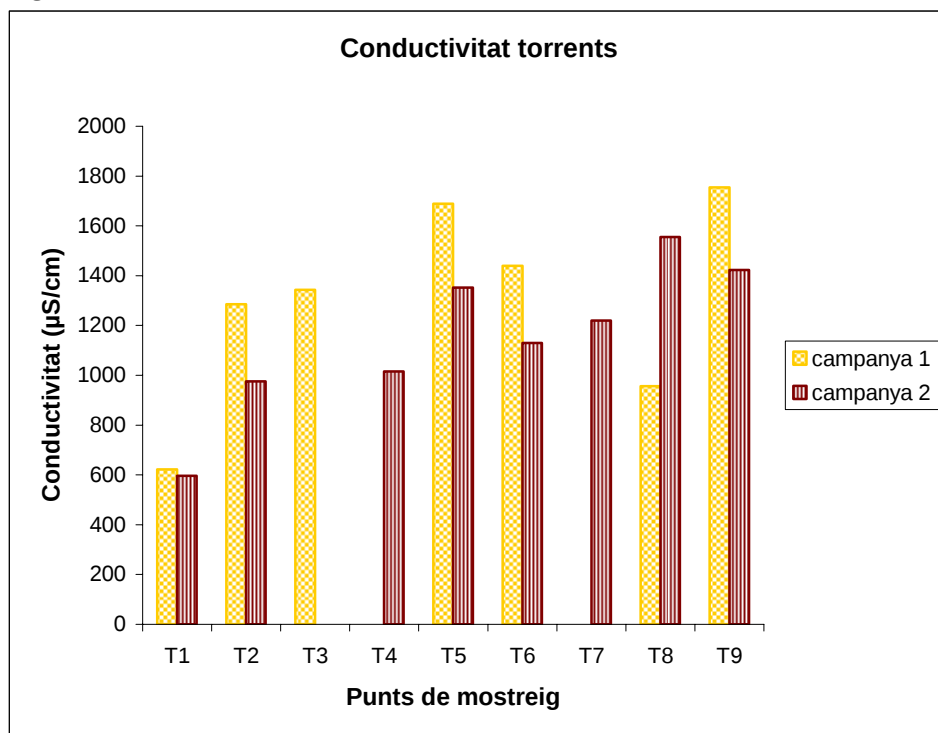
Al observar la *figura 8* es veu com la conductivitat presenta uns valors molt constants al llarg de la riera, exceptuant els punts de mostreig 2 i 3 de la primera sortida de camp, que disminueixen considerablement. Aquesta variació es pot atribuir a un error durant la mesura de la conductivitat. La conductivitat obtinguda en la segona sortida és més baixa que la primera, en la segona els valors oscil·len al voltant dels 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mentre que en la primera els valors són més pròxims a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Fent referència als torrents (*figura 9*), aquests presenten una conductivitat molt més elevada que la riera, tant en la primera com en la segona campanya. Els torrents del Grau i la Tuta, són els que presenten una conductivitat més baixa, la resta presenten valors superiors als 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tot arribant a 1689 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la primera mesura feta al torrent de Gallissans. Aquesta salinitat més elevada als torrents podria atribuir-se a possibles influències antròpiques, és a dir, un petit abocament a un petit cabal dóna una elevada salinitat.

Figura 8. Evolució de la conductivitat al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.



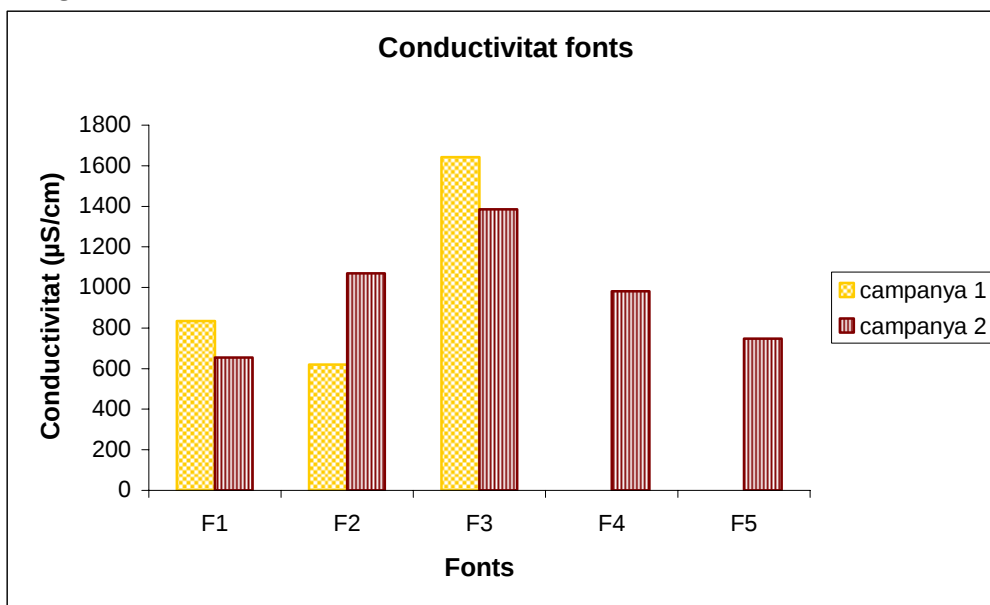
Font: elaboració pròpia.

Figura 9. Conductivitat dels torrents en les dues campanyes de mostreig.

Font: elaboració pròpia.

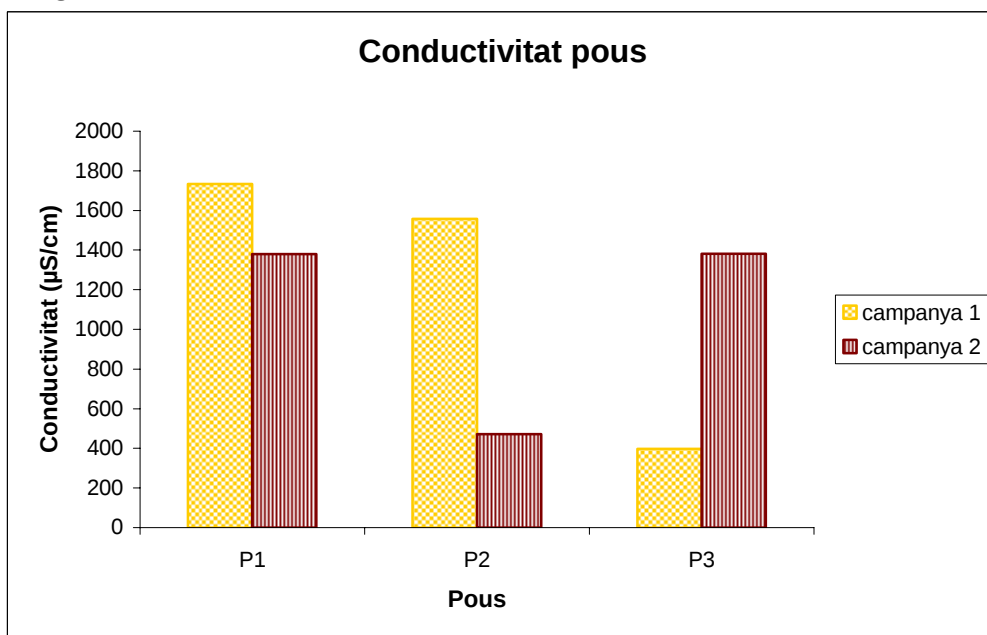
Els valors de conductivitat que presenten pous i fonts, són bastant variables. Pel que fa als pous (*veure figura 11*), el pou d'Aigües Vic és el que presenta una conductivitat més baixa, al voltant dels 400 µS/cm, mentre que els altres dos presenten valors molt més elevats, sobretot en la primera sortida, en la que el pou de Puigví té una conductivitat de 1733 µS/cm. Referent a les fonts (*veure figura 10*), la de Santa Cecília és la que presenta una conductivitat més alta en les dues sortides. La riera que passa pel costat d'aquesta font (riera de Santa Cecília) mostra uns valors semblants de conductivitat. Això pot suggerir que hi pot haver una relació entre l'aigua de la font de Sta. Cecília i la de la riera de Sta. Cecília. Les fonts que estan més allunyades de la part interna de la conca (Santa Llúcia i del Vicari), són les que presenten unes conductivitats més baixes. També es pot observar una gran diferència de conductivitat en la font de Gallissans entre la primera i la segona sortida, que també es mostra en els pous d'antic abastament municipal i d'Aigües Vic.

Figura 10. Conductivitat de les fonts en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

Figura 11. Conductivitat dels pous en les dues campanyes de mostreig.

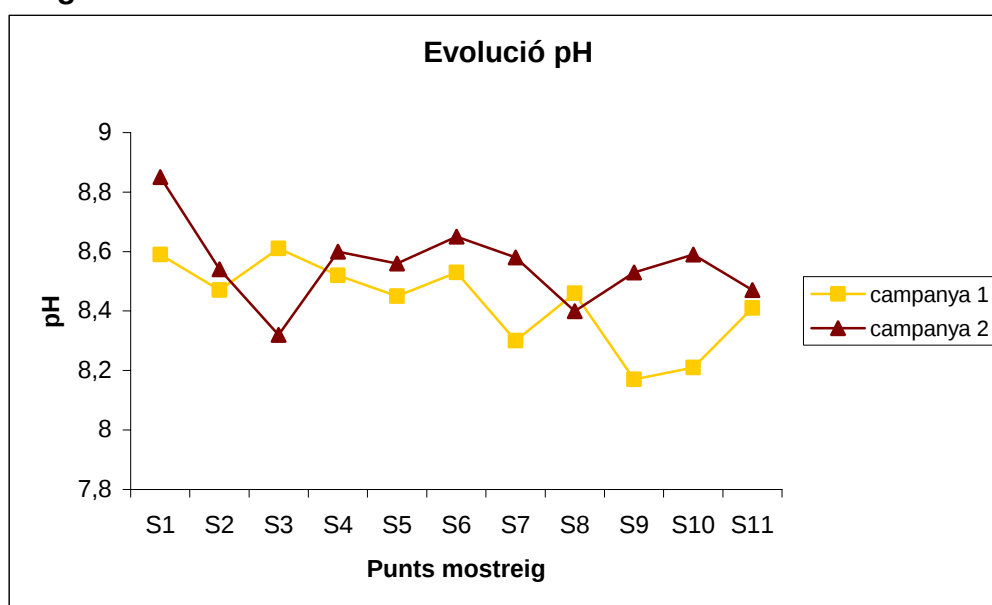


Font: elaboració pròpia.

3.2.3. pH

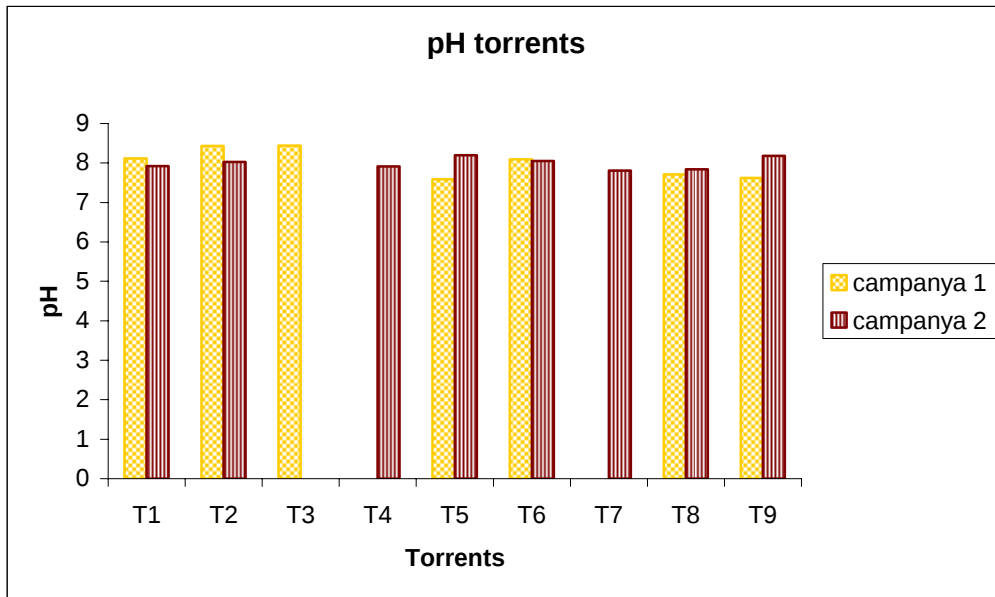
El pH de tots els punts de mostreig és un pH molt elevat, amb un valor mitjà de 8.01 ± 0.11 en la primera campanya i de 8.00 ± 0.11 en la segona. Aquest és un pH bàsic, però normal per la zona que ens trobem, degut a que és un terreny molt calcari. Aquest tipus de pH està relacionat amb el material del substrat geològic i amb el fet que les aigües superficials estan equilibrades a una pressió parcial de CO_2 atmosfèrica menor que la del subsòl, atorgant aquests pH's bàsics a les aigües de les rieres. Com es pot observar en la *figura 12*, el pH no segueix cap tendència, sinó que és variable i els seus valors oscil·len, mínimament, entre 8.21 – 8.61 en la primera sortida i entre 8.32 – 8.85 en la segona. Els valors de pH solen ser lleugerament més elevats en la segona campanya.

Figura 12. Evolució del pH al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

Pel que fa als torrents presenten uns valors més baixos, que varien entre 7.5 i 8.5, presentant un valor mínim de 7.59 el torrent de Gallissans en la primera sortida de camp. Les variacions entre les dues campanyes són quasi insignificants com es pot observar en la *figura 13*.

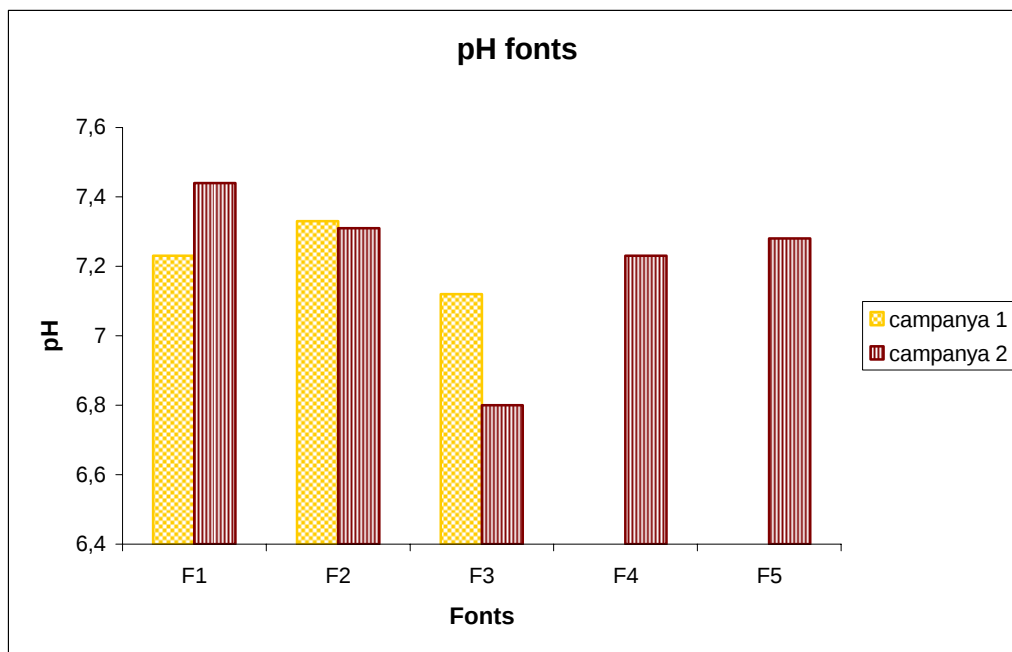
Figura 13. pH dels torrents en les dues campanyes de mostreig.

Font: elaboració pròpia.

Si ens fixem en el pH tant de fonts com de pous (veure figures 14 i 15), ambdós presenten un pH força més baix que les aigües superficials. El valor màxim de pH que s'assoleix és de 8.02 i el mínim de 6.98, els dos en el mateix pou, el pou d'antic abastament municipal. Les aigües subterrànies presenten un pH més baix degut a que presenten una pressió de CO₂ més elevada que les aigües superficials i per tant el seu pH és més baix.

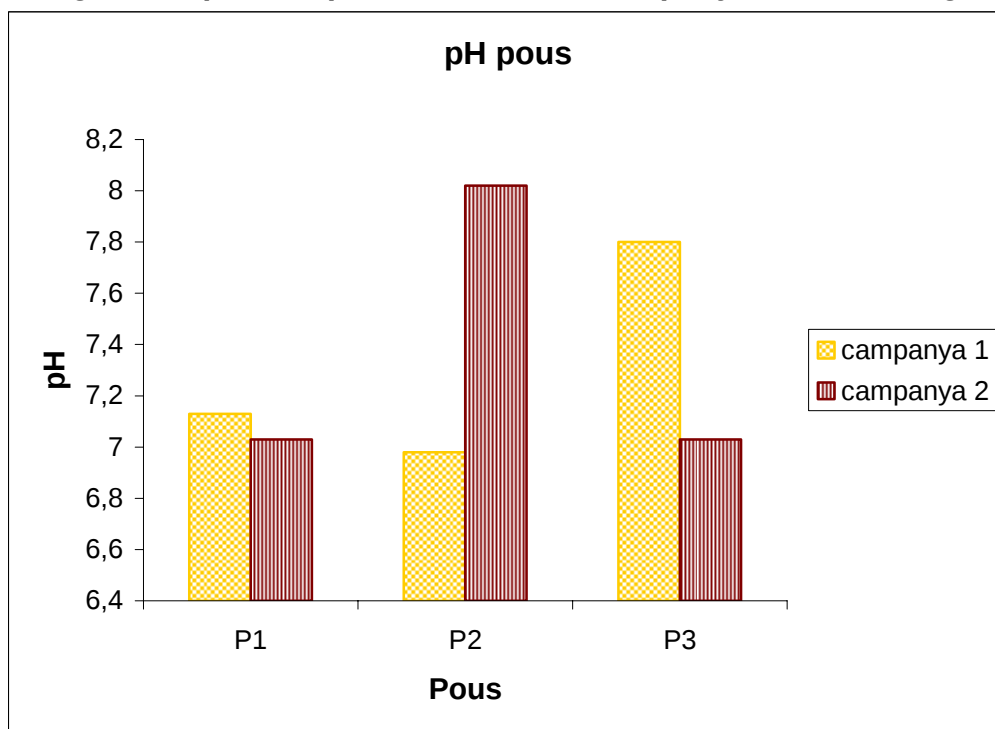
S'observen diferències considerables entre les dues sortides, tant pel que fa a fonts com pous, tot exceptuant la font de Gallissans i el pou de Puigví. L'elevat pH en els pous d'antic abastament municipal i d'Aigües Vic suggereixen que s'està bombejant aigua i aquesta s'està captant dels recursos d'aigua superficials.

Figura 14. pH de les fonts en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

Figura 15. pH dels pous en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

3.2.4. Oxigen dissolt

En aquest cas no s'ha fet cap comparativa entre les dues campanyes, ja que com s'ha dit anteriorment, els valors obtinguts en la primera sortida són molt elevats, i no es tindran en compte.

Quan es parla dels torrents i de la pròpia riera s'observen uns valors d'oxigen dissolt bastant elevats, situats en 8 – 10 ppm O₂ (*veure taula 2*). Els valors de la riera són bastant constants, tot i no seguir cap tendència, mentre que els dels torrents presenten més variacions. Cal dir també, que s'ha de tenir present que la quantitat d'oxigen depèn de l'hora del dia en que s'ha realitzat, ja que en hores de ple sol, les algues fan la fotosíntesis i la concentració d'oxigen augmenta.

Com és lògic, les aigües subterrànies (fonts i pous) mostren uns valors més baixos d'oxigen dissolt, ja que la quantitat d'oxigen present en el subsòl és molt més petita que el que trobem a l'atmosfera. Els seus valors són més variables, amb un màxim de 7.41 ppm d'O₂ a la font de Sta. Llúcia i un mínim de 3.94 al pou d'antic abastament municipal.

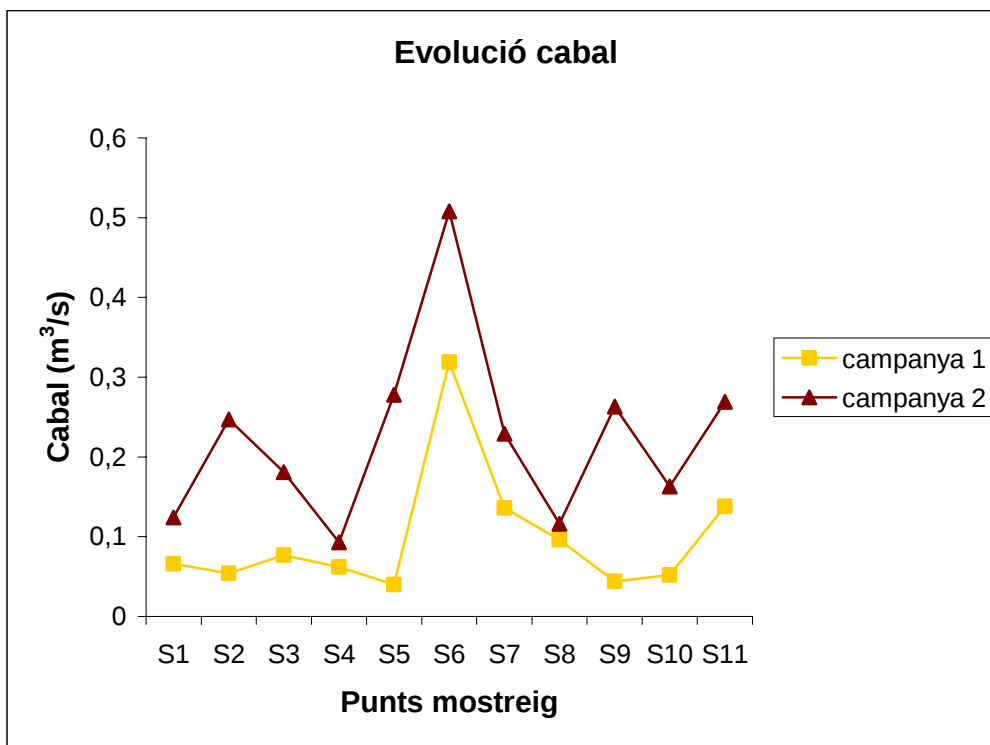
3.2.5. Cabal

El cabal calculat dependrà de l'època en què s'hagi fet la mesura, la segona sortida es va fer després d'un període de pluges i nevades, per tant és lògic que el cabal de la segona campanya sigui major que el de la primera, com s'observa en la *figura 16*.

Com ja s'ha comentat, els torrents de la part de la conca estudiada, presenten un cabal variable amb l'estacionalitat. En èpoques seques, el seu cabal és mínim, en alguns casos el rierol pot baixar sec. Però després d'una època plujosa el seu cabal augmenta. Això es pot observar en la *figura 17*, els cabals de la segona sortida són més grans que els de la primera, perquè la segona campanya es va fer després d'una època de pluges. També s'observa que el cabal dels torrents és molt més baix que el de la riera del Sorreigs. La diferència de cabals entre els tributaris i el Sorreigs és bastant considerable, de

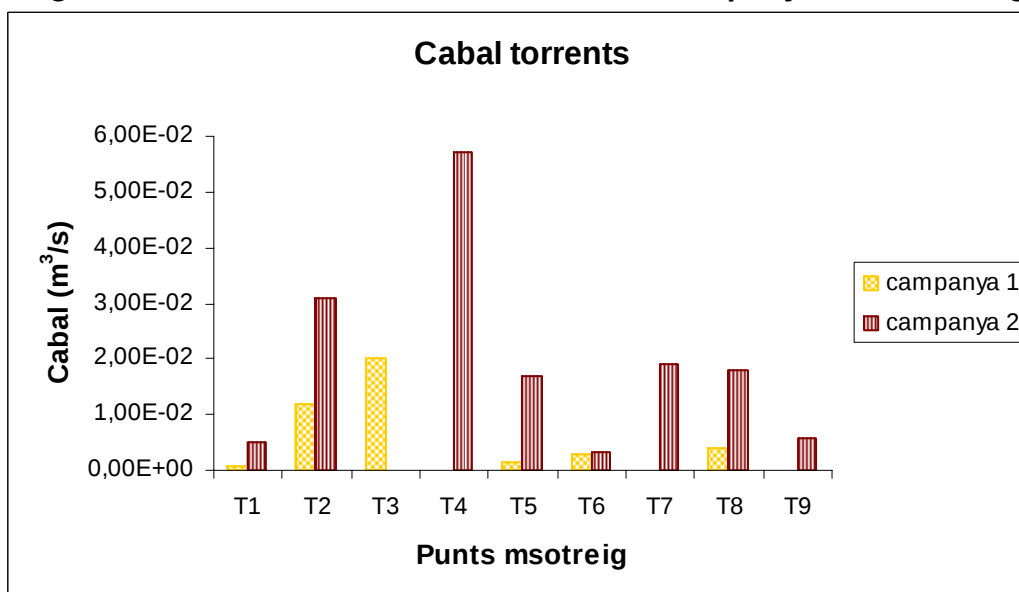
manera que la quantitat d'aigua que aporta cada torrent a la riera és poc representativa, tot i que el rec de la Tuta presenta un cabal força considerable.

Figura 16. Evolució del cabal al llarg de la riera en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

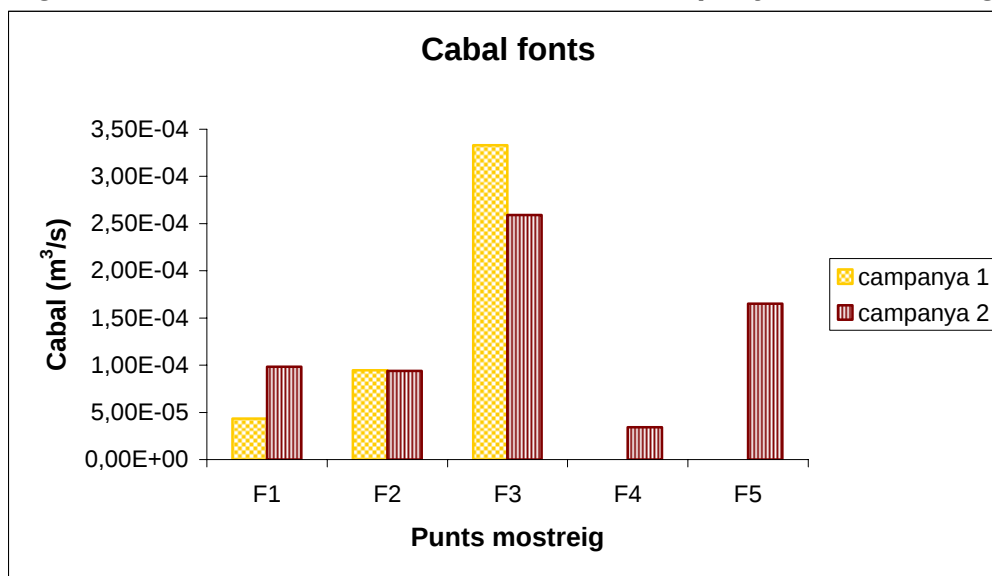
Figura 17. Cabal dels torrents en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

El cabal de les fonts dependrà de la disponibilitat d'aigua subterrània de l'aqüífer i serà diferent per cadascuna. Els valors que es presenten també són molt baixos, com s'observa en la *figura 18*. La que presenta un cabal més alt és la de Santa Cecília ($3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$). Pràcticament no s'observen diferències entre les dues sortides.

Figura 18. Cabal de les fonts en les dues campanyes de mostreig.



Font: elaboració pròpia.

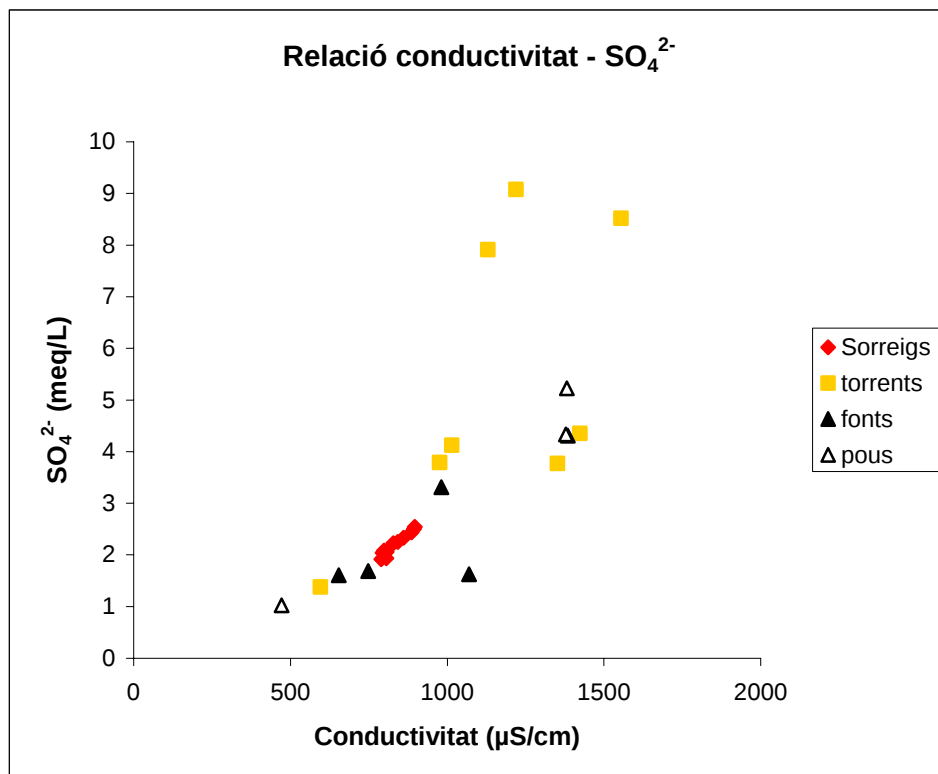
3.3. Relacions hidroquímiques

La conductivitat és un paràmetre que ens pot indicar que hi ha hagut contaminació en la zona. Quan hi ha una alteració del comportament habitual de la conca, augmenten les concentracions de cations i anions presents en l'aigua i per tant també augmenta la seva conductivitat. A partir de les dades de les *taules 2 i 3*, s'ha cregut convenient comparar-la amb les concentracions de ions sulfats (*veure figura 19*), clorurs (*veure figura 20*) i bicarbonats (*veure figura 21*).

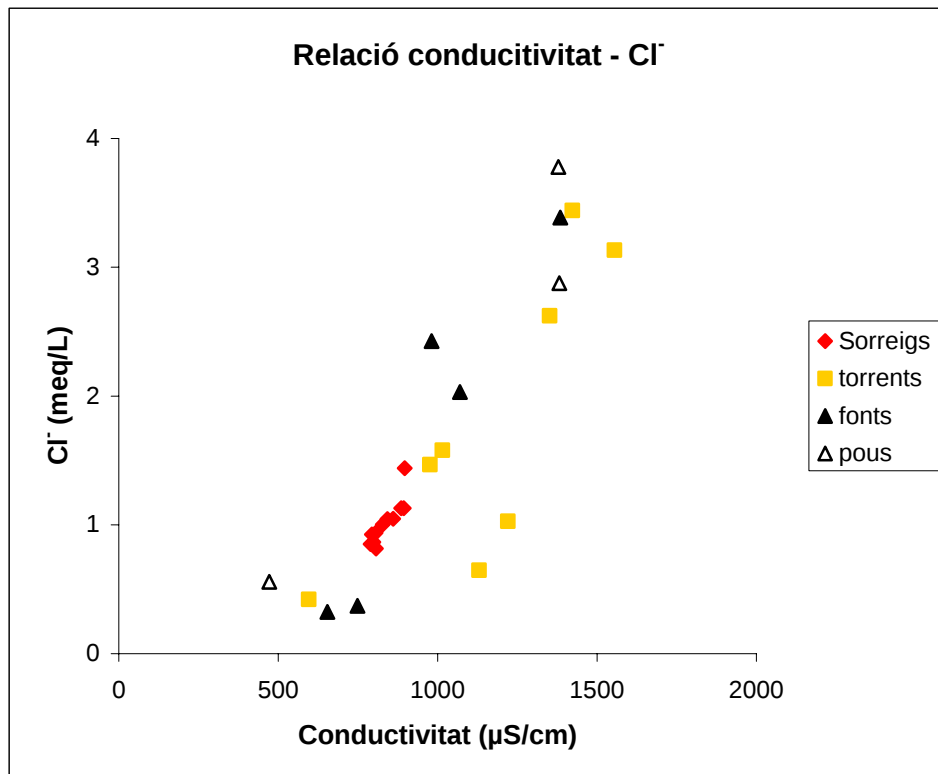
Els sulfats i clorurs són propis de la litologia local, especialment el sulfat, de manera que la seva presència pot augmentar la conductivitat. Així, a la riera del Sorreigs s'observa una tendència lineal. Aquesta tendència però, no la mostren ni fonts, ni torrents ni pous, sinó que aquests presenten una gran variabilitat, tot

i que hi ha algunes fonts i torrents que tenen un comportament molt semblant al de la riera. Tanmateix, aquesta relació lineal segueix, en la campanya segona una distribució espacial contínua, com es mostra a la *taula 4*, indicant que sulfats i clorurs són espècies característiques de la salinitat de l'aigua al Sorreigs, davant de la variabilitat d'altres anions, com per exemple els corresponents al sistema calco-carbonatat (bicarbonat, calci, magnesi, pH) que estan regulats pel contacte amb l'atmosfera.

Figura 19. Relació de la conductivitat amb la presència de sulfats.



Font: elaboració pròpia.

Figura 20. Relació de la conductivitat amb la presència de clorurs.

Font: elaboració pròpia.

Al observar la *figura 21*, que relaciona bicarbonat amb conductivitat, els punts tot i mostrar una certa variabilitat, es troben dins un rang de concentracions de bicarbonat entre 5 i 9 meq/L, exceptuant el pou d'Aigües Vic. Però en aquest cas, si s'observen els punts de la riera, aquests també mostren una certa variabilitat entre ells, fet que ens pot suggerir que el bicarbonat influeix poc en la conductivitat de les aigües superficials i presenta una major dispersió en les subterrànies.

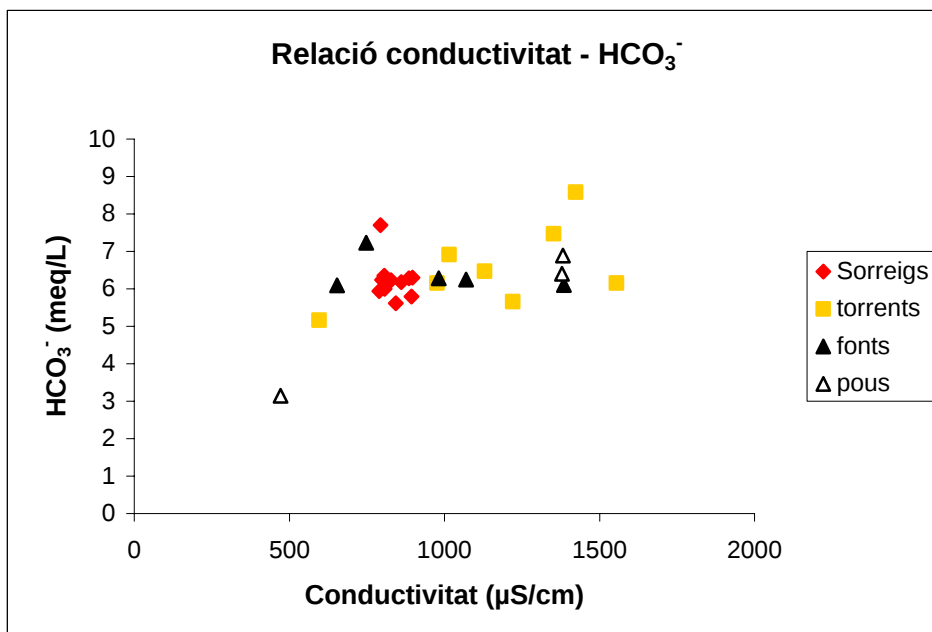
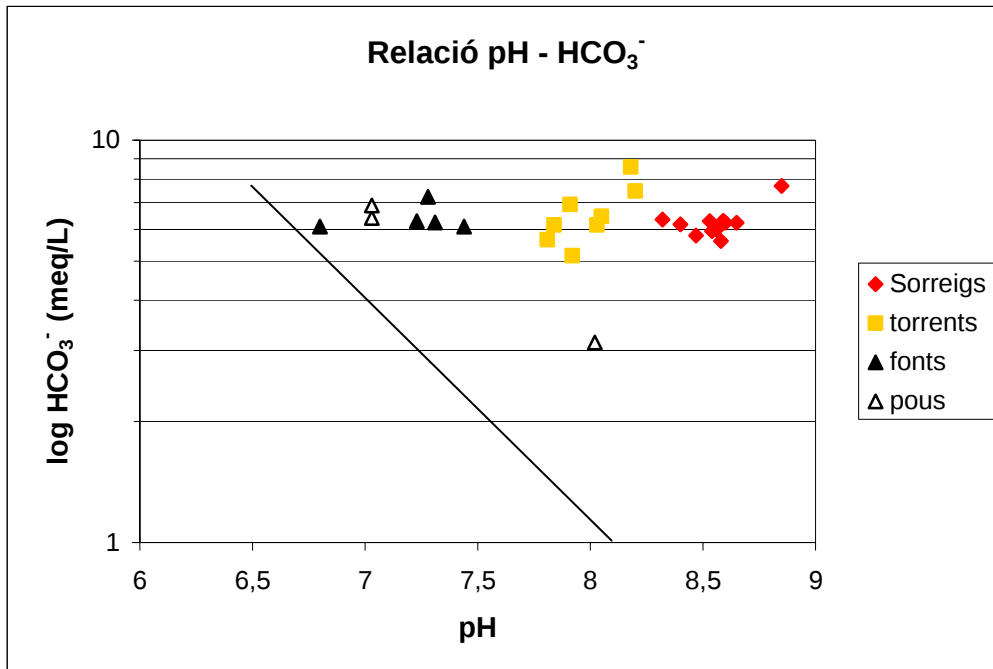
Figura 21. Relació de la conductivitat amb la presència de bicarbonats.

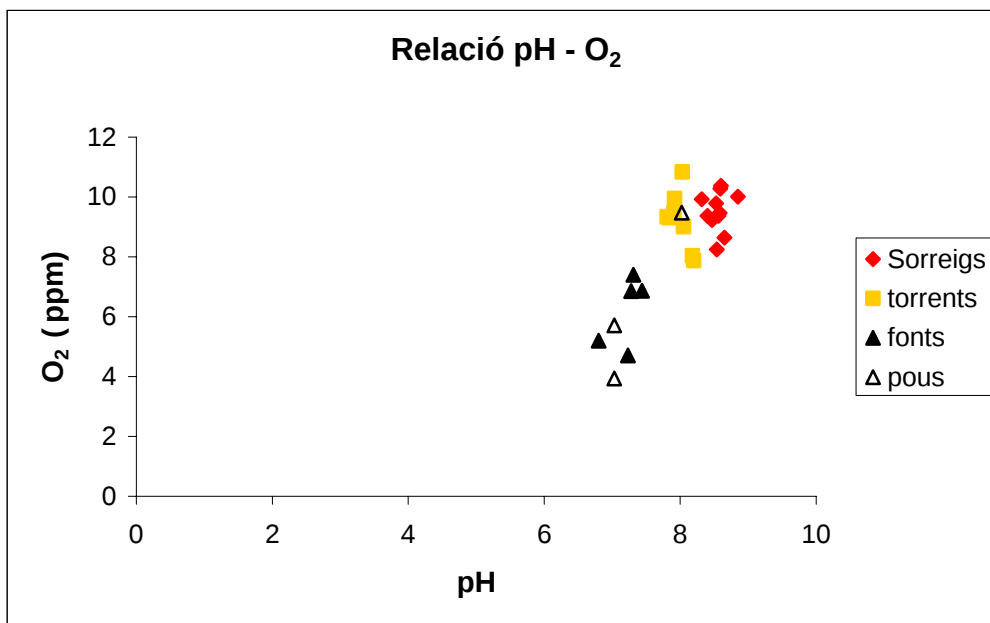
Figura 22. Relació entre el pH i la presència de bicarbonats.

Font: elaboració pròpia.

Si es fa la relació entre pH i O_2 (figura 23), altre cop es torna a observar una agrupació de punts segons el tipus de punt mostrejat. Els punts de la riera del Sorreigs i els torrents mostren sobresaturació, mentre que les fonts i pous presenten subsaturació, tenen menys quantitat d'oxigen. Es veu com la majoria de punts segueixen una línia de tendència. Les elevades concentracions d'oxigen i l'elevat pH, principalment de torrents i el Sorreigs, poden suggerir un cert grau d'eutrofització de la unitat estudiada.

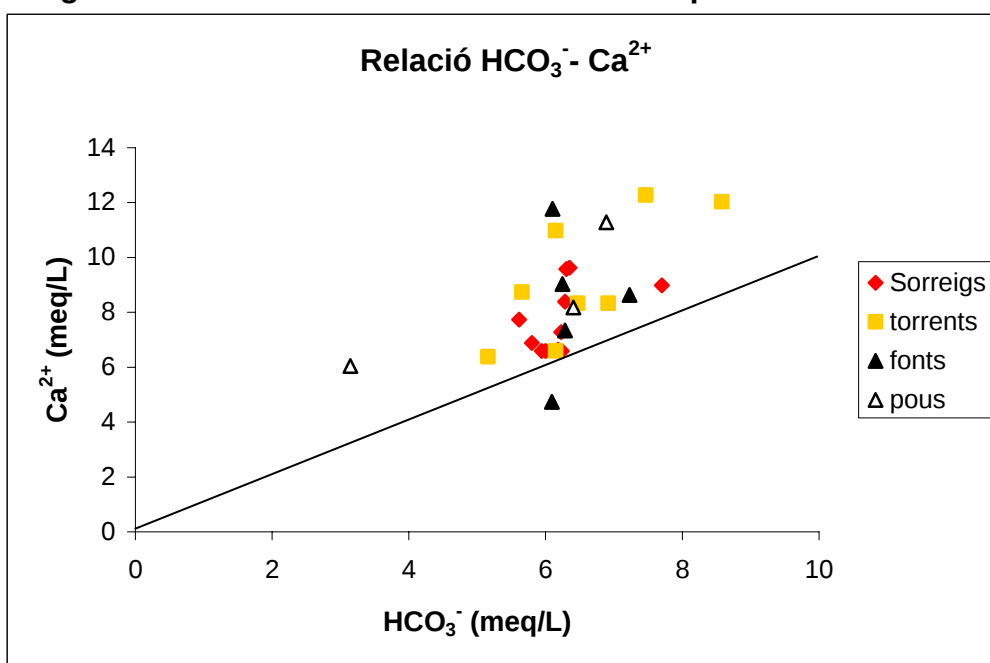
Com ja s'ha dit, la conca del Sorreigs és una conca rica en CaCO_3 , per tant és lògic que la concentració de calci que s'hi troba sigui elevada. Si aquesta es relaciona amb la quantitat de bicarbonat (figura 24), s'observa que en la majoria casos els punts estan per sobre la línia de relació 1:1, fet que indica que les aigües estan sobresaturades.

Figura 23. Relació del pH amb la presència d'oxigen dissolt.



Font: elaboració pròpia.

Figura 24. Relació del ió bicarbonat amb la presència de calci.

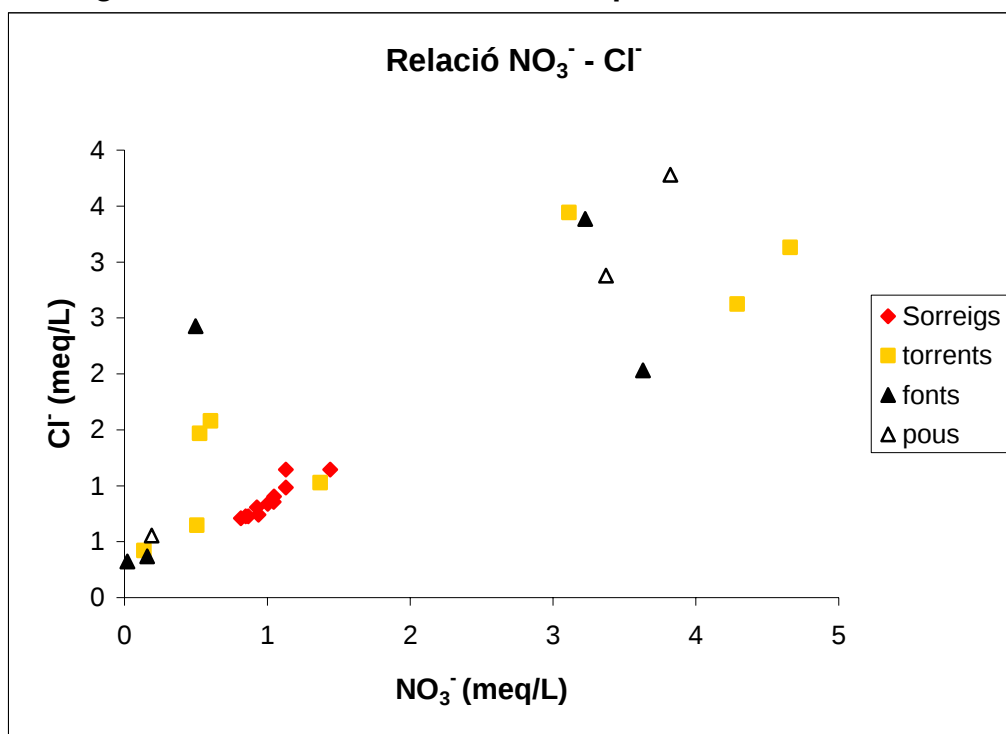


Font: elaboració pròpia.

Considerant la possible afecció d'aportacions antròpiques, tant els sulfats com els clorurs, que es troben presents de forma natural en la zona estudiada, també poden venir dels purins.

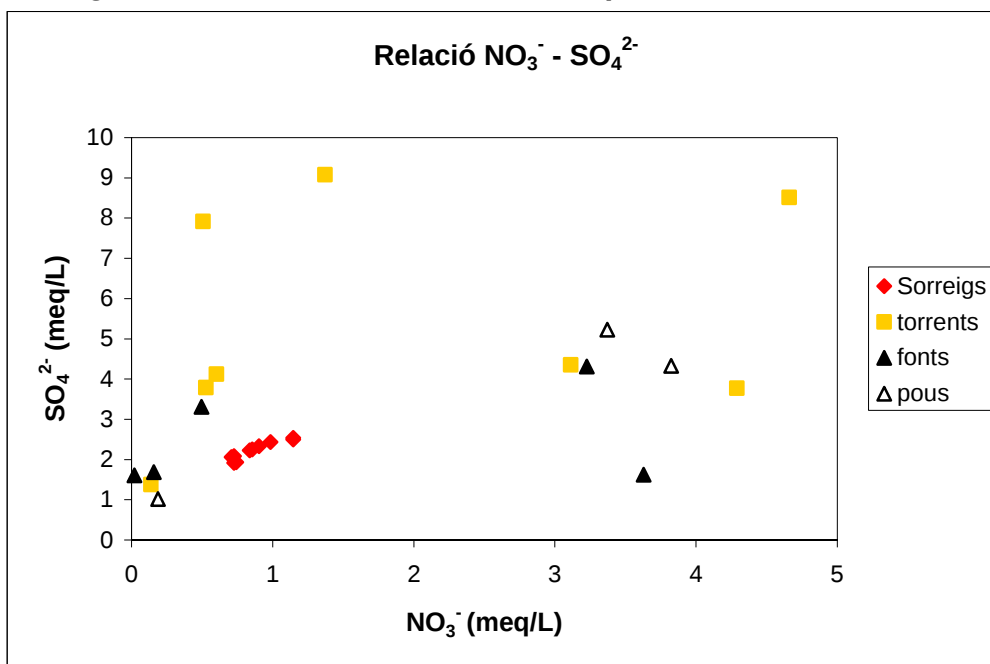
La relació clor – nitrat segueix una línia de tendència lineal, principalment en unes concentracions de nitrat que van de 0 a 2 meq/L (*figura 25*), fet que suggereix que aquest clor prové del purí. Per sobre d'una concentració de 3 meq/L, trobem punts molt dispersos, que no segueixen cap tendència. En aquest cas el clor pot ser natural o pot venir d'alguna altra acció antròpica. Aquests punts dispersos corresponen a torrents procedents del marge esquerra de la riera (Gallissans, Maians i Sta. Cecília), fonts i pous.

Figura 25. Relació de nitrats amb la presència de clorurs.



purins són la font principal a la riera del Sorreigs, la qual integra totes les aportacions; però en la resta de punts no ho podem afirmar, sinó que possiblement els sulfats i clorurs seran d'origen natural o provindran de l'acció antròpica (aplicació de fertilitzants químics, afloraments de poca extensió de roques evaporítiques, altres abocaments no agrícoles, ...).

Figura 26. Relació de nitrats amb la presència de sulfats.



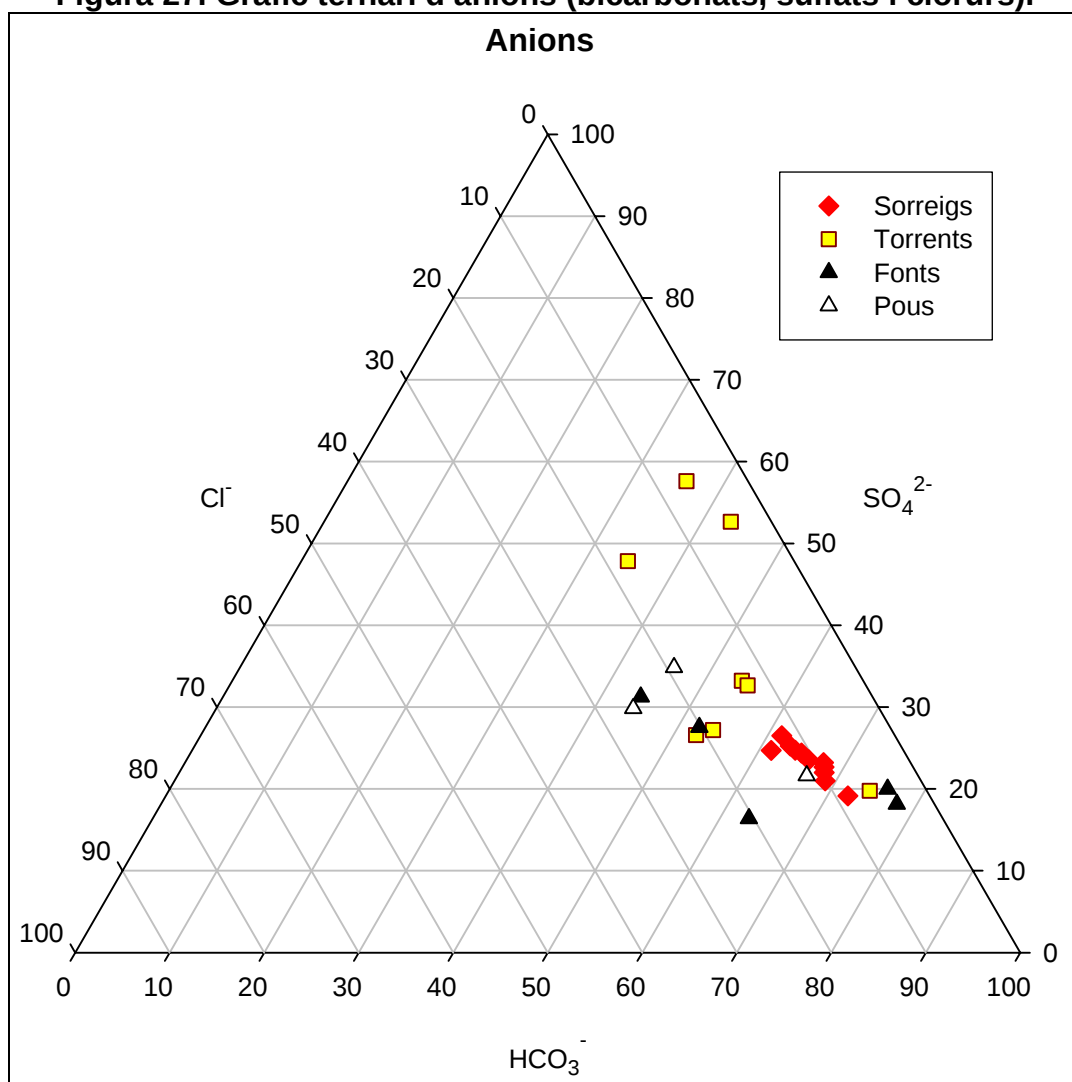
Font: elaboració pròpia.

Per una millor caracterització hidroquímica de l'aigua de la conca s'han realitzat uns gràfics ternaris (*figures 27 i 28*), en que es relacionen els principals anions i cations.

En la *figura 27* es pot veure que les aigües del Sorreigs, són aigües bicarbonatades (amb una concentració entre 60 – 70%), i amb un percentatge de sulfats (20 – 25%) bastant superior al de clorurs (10 – 15%). Però, com en els casos anteriors, fonts i torrents no mostren cap tendència uniforme. Hi ha tres torrents (Serramitja, Tarrers i Maians) que presenten aigües menys bicarbonatades (40 – 55%) però més sulfatades (45 – 65 %). Aquests torrents es troben cap a la part més baixa de la conca. Mentre que la resta, mostren unes característiques més similars a les del Sorreigs.

Si es fa una aproximació més detallada de la zona on es distribueixen els punts, s'observa que la concentració de clorurs és més o menys constant al llarg de la riera del Sorreigs, el que varia són les concentracions de sulfats i bicarbonats, segons les aportacions dels torrents i el seu cabal, com es mostrarà més endavant en els balanços de masses. Tots els torrents excepte el torrent del Grau presenten una aigua amb menys concentració de HCO_3^- (35 – 55%) i més de SO_4^{2-} (25 – 35%), de manera que és d'esperar que després de la confluència d'un tributari, el percentatge de bicarbonat de la riera disminueixi i el de sulfats augmenti. Això passa en tots els casos, exceptuant el torrent de Maïans, que tot i que presenta uns percentatges de bicarbonats més baixos i de sulfats més alts, fa que la riera augmenti la seva concentració de bicarbonats i disminueixi la de sulfats.

Figura 27. Gràfic ternari d'anions (bicarbonats, sulfats i clorurs).



Font: elaboració pròpia.

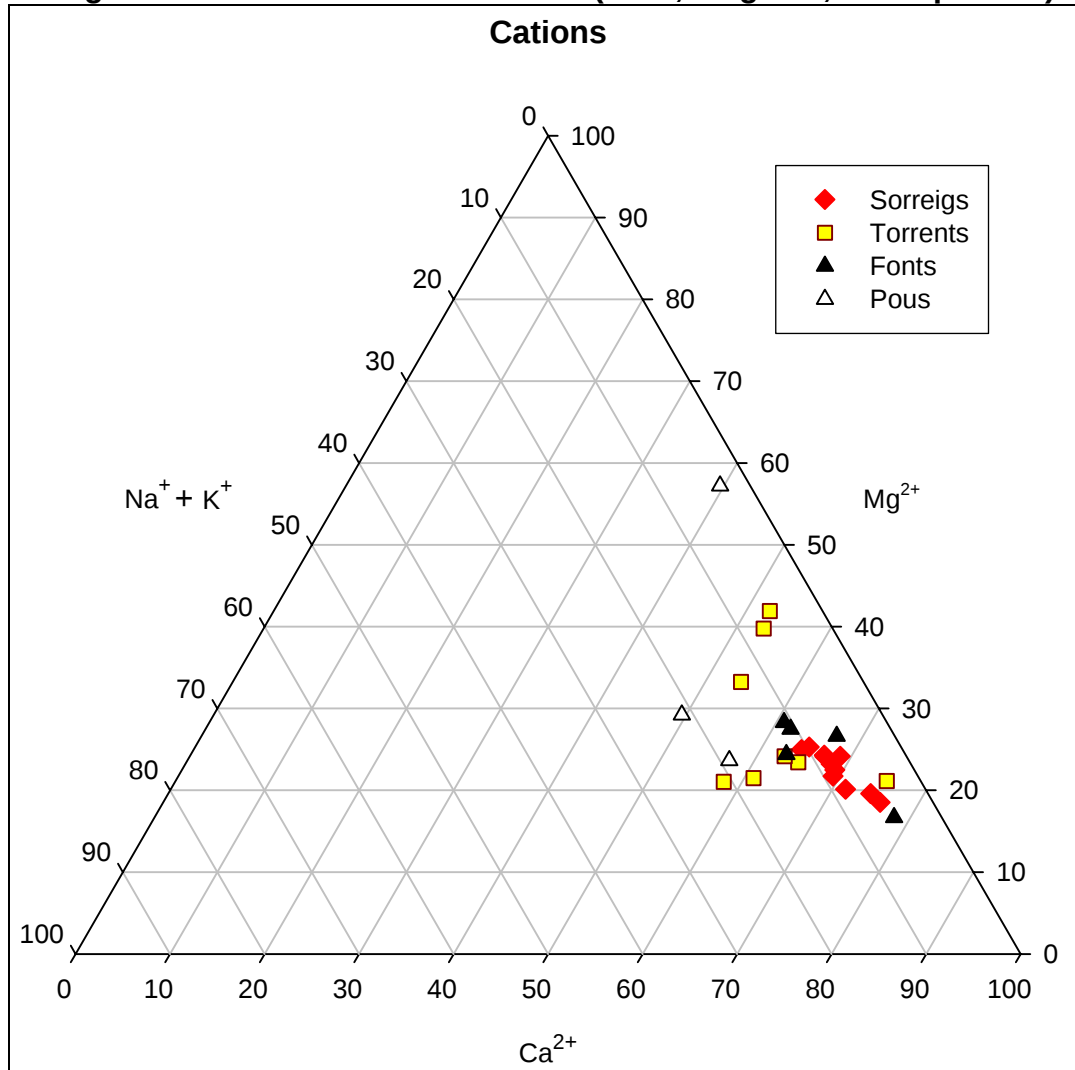
Respecte els tres pous, dos d'aquests presenten característiques bastant semblants, però el pou d'Aigües Vic té un comportament totalment diferent, ja que presenta molts més bicarbonats i menys sulfats que els altres dos. Aquesta diferència suggereix que aquest pou es troba sobre l'aquífer al·luvial.

Si es tenen en compte els cations (*figura 28*), s'observa que les aigües del Sorreigs són bàsicament calcàries (65 – 75%) i presenten una concentració de magnesi (20 – 25%) superior a la de sodi i potassi junts (5 – 10%). Si seguim la riera, el percentatge de sodi més potassi és pràcticament el mateix, sols varien les concentracions de calci i magnesi. Com en el cas dels anions, les fonts i torrents no segueixen cap tendència, i es torna a observar que els torrents de Serramitja, Tarrers i Maïans, situats en la part baixa de la riera, és desvien molt més de la resta, i mostren unes aigües amb menys calci (50 – 55%) i més magnesi (35 – 45%).

Si s'observen de manera més detallada els punts mostrejats, es veu que els punts de la riera presenten variacions segons l'efecte que tenen els torrents sobre ella. La majoria de torrents presenten una concentració de calci (55 – 65%) inferior a la de la riera, la de magnesi (20 – 40%) superior o igual i la de sodi més potassi (5 – 20%) igual o superior. Per tant és d'esperar que aquests facin disminuir la proporció de calci després del seu aiguabarreig amb la riera i que augmentin o es mantinguin les de magnesi i sodi més potassi junts. En la majoria de punts s'observa aquesta tendència. Però si s'observa el torrent de Serramitja, pràcticament no hi ha diferència entre els percentatges de cations, abans i després de la seva presència. Aquest fet pot ser degut a que el seu cabal és molt petit i que per tant no influeix en el major cabal de la riera. Fent referència al torrent de Santa Cecília, aquest fa augmentar el percentatge de calci i disminuir el de magnesi, tot i que per la seva composició hauria de fer disminuir la concentració de calci i mantenir semblants les de magnesi i sodi més potassi. Aquesta variació es podria atribuir a aportacions externes a les del torrent de Sta. Cecília

Al igual que en els anions, al observar els pous veiem que el pou d'Aigües Vic presenta uns percentatges diferents a la resta, el percentatge de calci i sodi és potassi disminueixen, mentre que el de magnesi augmenta considerablement.

Figura 28. Gràfic ternari de cations (calci, magnesi, sodi i potassi).



Font: elaboració pròpia.

En síntesi, es pot dir que la variació que presenten els elements no suggereix una continuïtat al llarg del curs de la riera, sinó que aquesta es veu fortament alterada per les aportacions i conseqüent mescla dels tributaris.

També s'ha de tenir en compte que torrents, fonts i pous són mesures puntuals, independents un de l'altre i que per aquest motiu presenten gran variabilitat. Aquesta variabilitat en molts casos es pot veure influenciada per les

condicions locals, degut a causes naturals o antròpiques. Dins d'aquesta variabilitat cal destacar el pou d'aigües Vic, possiblement perquè es troba en la zona de l'al·luvial, i els torrents de Gallissans, Maïans i Sta. Cecília que es desvien molt del comportament de la resta de tributaris. Aquests tres torrents, a part de trobar-se a la part més baixa de la riera, tots tres conflueixen amb el Sorreigs pel seu marge esquerra.

3.4. Evolució espacial d'anions i cations

Com s'ha mostrat en els diagrames ternaris, hi ha una influència dels tributaris en la riera del Sorreigs. Aquesta variabilitat es mostrarà qualitativament, mitjançant gràfics de l'evolució de la concentració de cada element al llarg del curs, i realitzant un balanç de masses per a l'aportació de cada torrent i per cada element.

3.4.1. Evolució qualitativa

En els gràfics corresponents a l'evolució qualitativa (*figures 29, 30, 31 i 32*), la línia representa l'evolució de la concentració de la substància al llarg de la riera, mentre que amb línies amb números mostren les aportacions de cada tributari amb la seva concentració. Les línies que representen els tributaris s'han representat segons si aquests conflueixen amb la riera des del marge esquerra (conflueixen des de dalt) o des del marge dret (conflueixen des de baix).

La tendència general és que a partir del punt de mostreig S5, les concentracions dels elements comencen augmentar, tot i que no hi ha l'aportació de cap tributari, mentre que fins aquest punt la tendència és a disminuir o mantenir-se. A partir del punt 5, amb les aportacions dels tributaris, la concentració sol augmentar de manera progressiva, però un cop s'arriba al penúltim punt de mostreig (punt 10) la tendència és que la concentració es mantingui o torni a disminuir, sense que tampoc hi hagi l'aportació de cap torrent.

La presència dels compostos nitrogenats (nitrat, nitrit i amoni) es tractaran conjuntament (*figura 29*), ja que la seva reaccionabilitat permet relacionar les seves concentracions.

El nitrogen orgànic és hidrolitzat cap a amoni. Aquest amb una presència suficient d'oxigen dissol ($1 - 2 \text{ mg/L}$), un pH òptim aproximat de 8 i amb la presència de bacteris nitrificants (Thoman, 1987), es pot transformar a nitrits i aquests a nitrats. El pas de nitrit a nitrat és molt ràpid, de manera que la concentració de nitrat soldrà ser major que la de nitrit. Però en concentracions baixes d'oxigen dissolt, pot tenir lloc la reducció del nitrat, la desnitrificació. En condicions d'anaerobiosi en el sediment, el nitrat és reduït a nitrogen gas que és alliberat. El baix nivell de nitrat en el sediment estableix un gradient amb l'elevada concentració de nitrat en la columna d'aigua. La difusió de nitrat des de la columna d'aigua cap al sediment pot donar lloc a una pèrdua de concentració de nitrat en l'aigua. Cal tenir present que totes aquestes relacions tindran lloc segons la proporció dels coeficients que determinen la velocitat de cada reacció.

Si s'observa l'evolució de nitrats es veu clarament la tendència esmentada anteriorment, fins al punt cinc la concentració tendeix a disminuir, però a partir d'aquest punt aquesta va augmentant fins al penúltim punt en què s'estabilitza. S'observa que amb les aportacions dels torrents la concentració va augmentant.

L'evolució que presenten els nitrits és bastant similar, tot i que els torrents que hi ha després del punt tres ja fan augmentar la seva concentració. Després del punt 6, amb l'aparició de dos torrents hi ha una petita davallada, però a partir del punt 7 la concentració ja torna a augmentar fins al penúltim punt en què disminueix.

Pel que fa a l'evolució d'amoni, aquest no segueix exactament la tendència anteriorment esmentada. Fins al punt 5 la seva concentració és constant, però a partir d'aquest punt comença a pujar i baixar amb l'aportació de diversos

torrents, fins al punt 8 en que es torna a estabilitzar. Finalment, com en els casos anteriors, en el punt 10 la seva concentració disminueix.

Les evolucions de clorurs i sulfats (*figura 30*), segueixen la tendència esmentada al principi. Fins al punt 5, la concentració tendeix a disminuir, tot i que en el cas dels sulfats primer augmenta però després s'estabilitza, i a partir d'aquest punt amb les aportacions dels torrents les concentracions van augmentat fins al punt 10 en que tornen a baixar. Tenint en compte la relació clorurs – nitrats, a partir del punt 10 la concentració de clorurs s'hauria de mantenir, ja que la de nitrats també es manté, però per el contrari baixa, fet que pot suggerir una relació riu – aquífer.

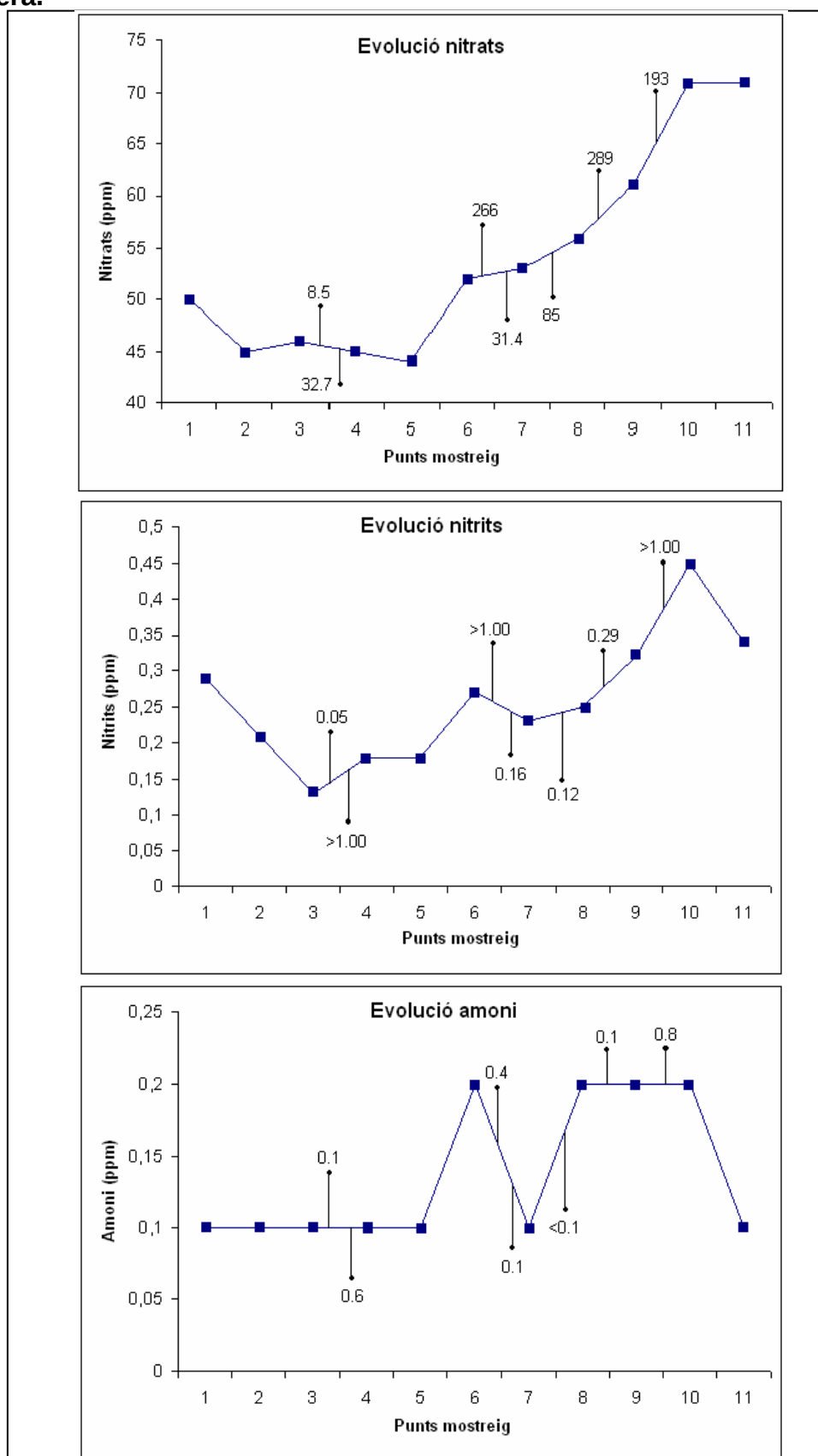
La concentració de bicarbonats (*figura 30*) inicialment decau i a continuació mostra una tendència aproximadament constant, però en el punt 6 disminueix tot i que hi ha l'aportació dels tributaris, suggerint que hi ha tingut lloc l'efecte de la dilució.

Al fer un seguiment dels cations (*figures 31 i 32*), les concentracions de potassi i magnesi van variant fins al punt 5 i a partir d'aquest augmenten, tot i que cap al final mostren una lleugera disminució o s'estabilitzen.

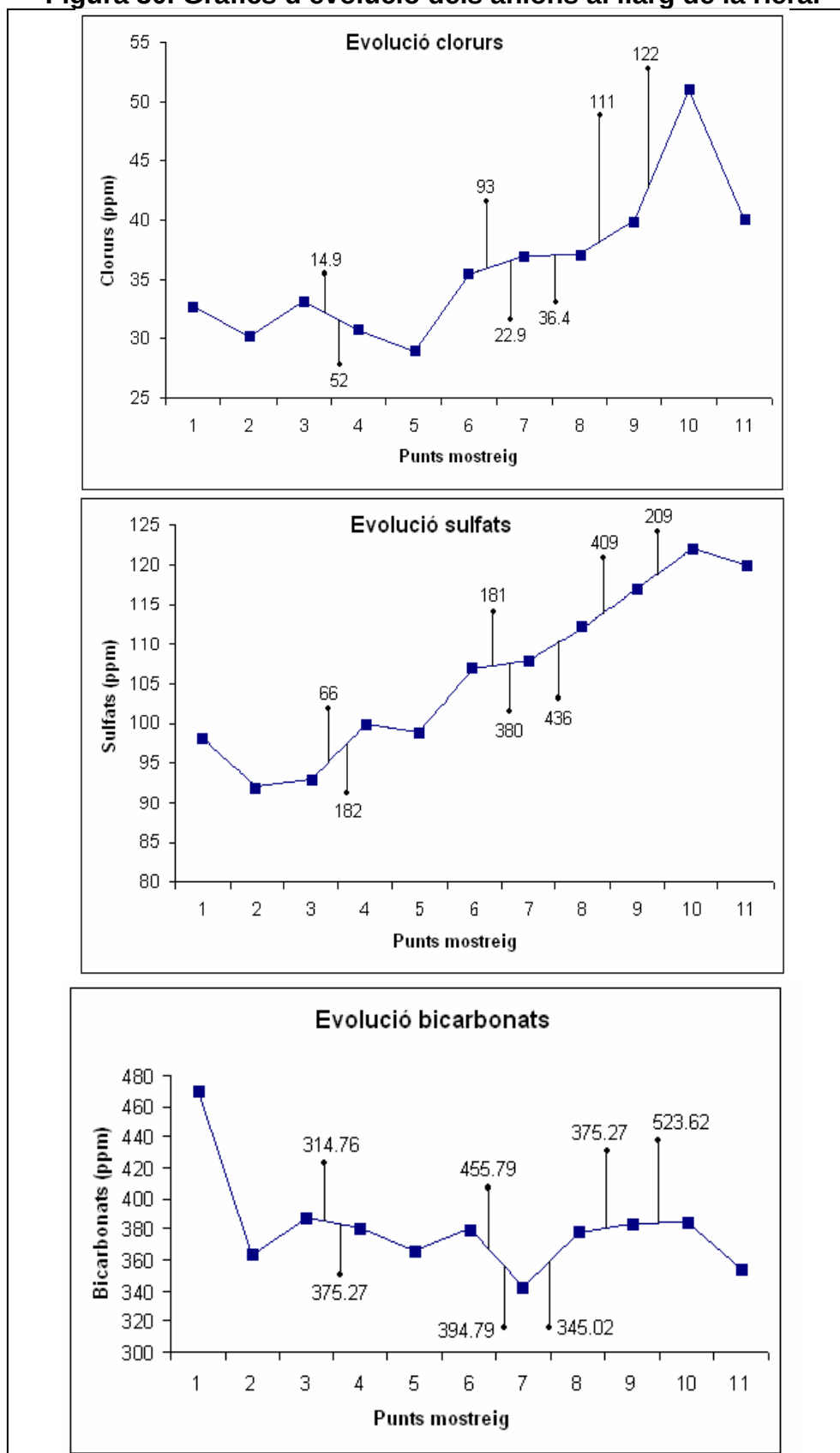
La concentració de sodi al principi disminueix, però a partir del punt 3 amb l'aparició d'aigües procedents dels torrents, va augmentant de manera progressiva al llarg de la conca, fins al penúltim punt en què s'estabilitza.

La concentració de calci no segueix cap tendència al llarg de la conca, sinó que presenta grans variacions. Fins al punt 5 presenta una gran variabilitat, però a partir d'aquest la seva concentració augmenta progressivament fins al punt 10, exceptuant el punt 8 en que disminueix. En el penúltim punt la concentració torna a disminuir. Aquesta última disminució pot ser deguda a la precipitació de carbonat de calci degut a l'augment de pH, ja sigui biològicament o per causes antròpiques. El mateix es podria dir del punt 3, en que tot i l'aportació dels tributaris, la concentració decreix considerablement.

Figura 29. Gràfics de l'evolució dels compostos nitrogenats al llarg de la riera.



Font: elaboració pròpia.

Figura 30. Gràfics d'evolució dels anions al llarg de la riera.


Font: elaboració pròpia.

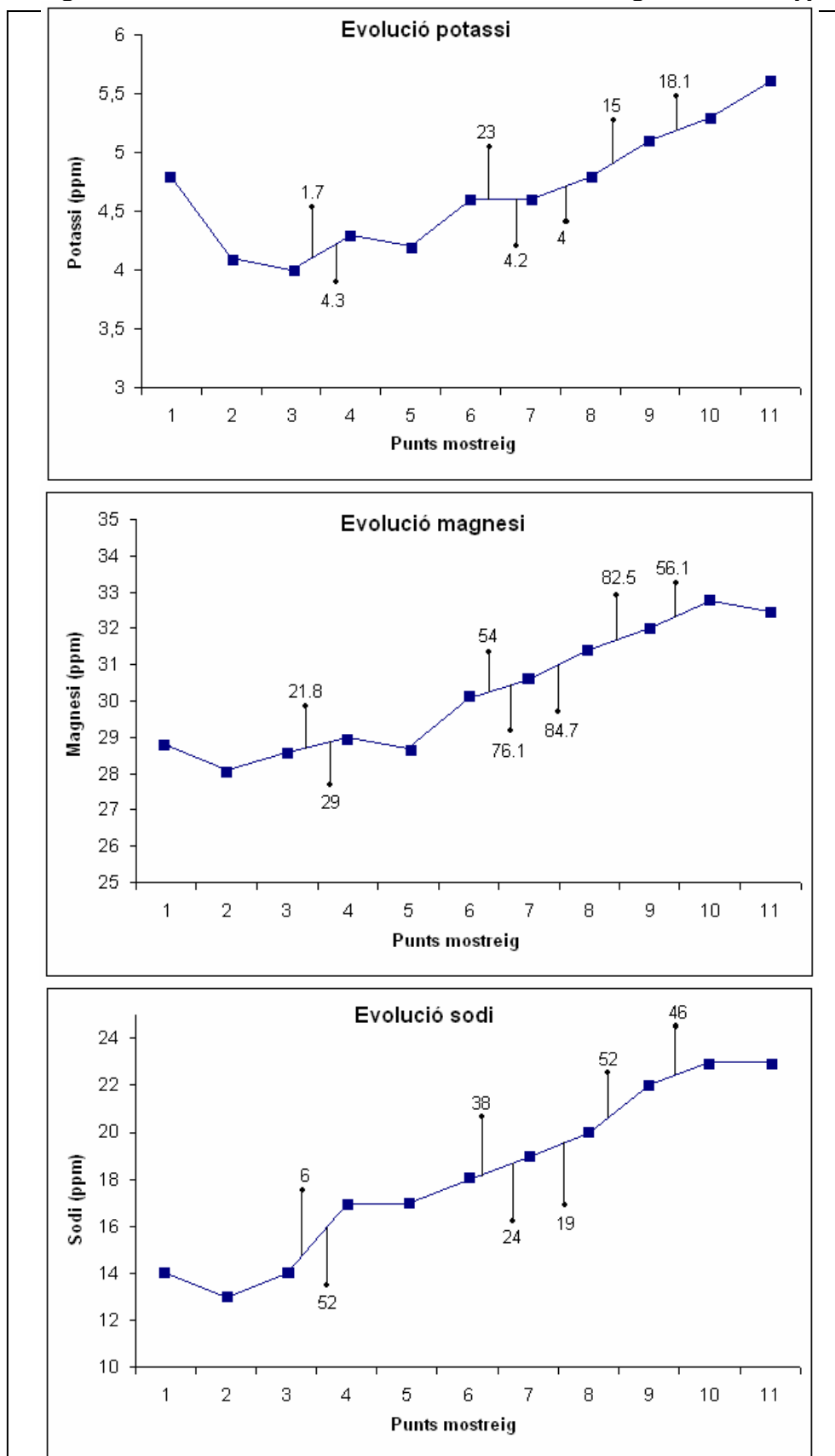
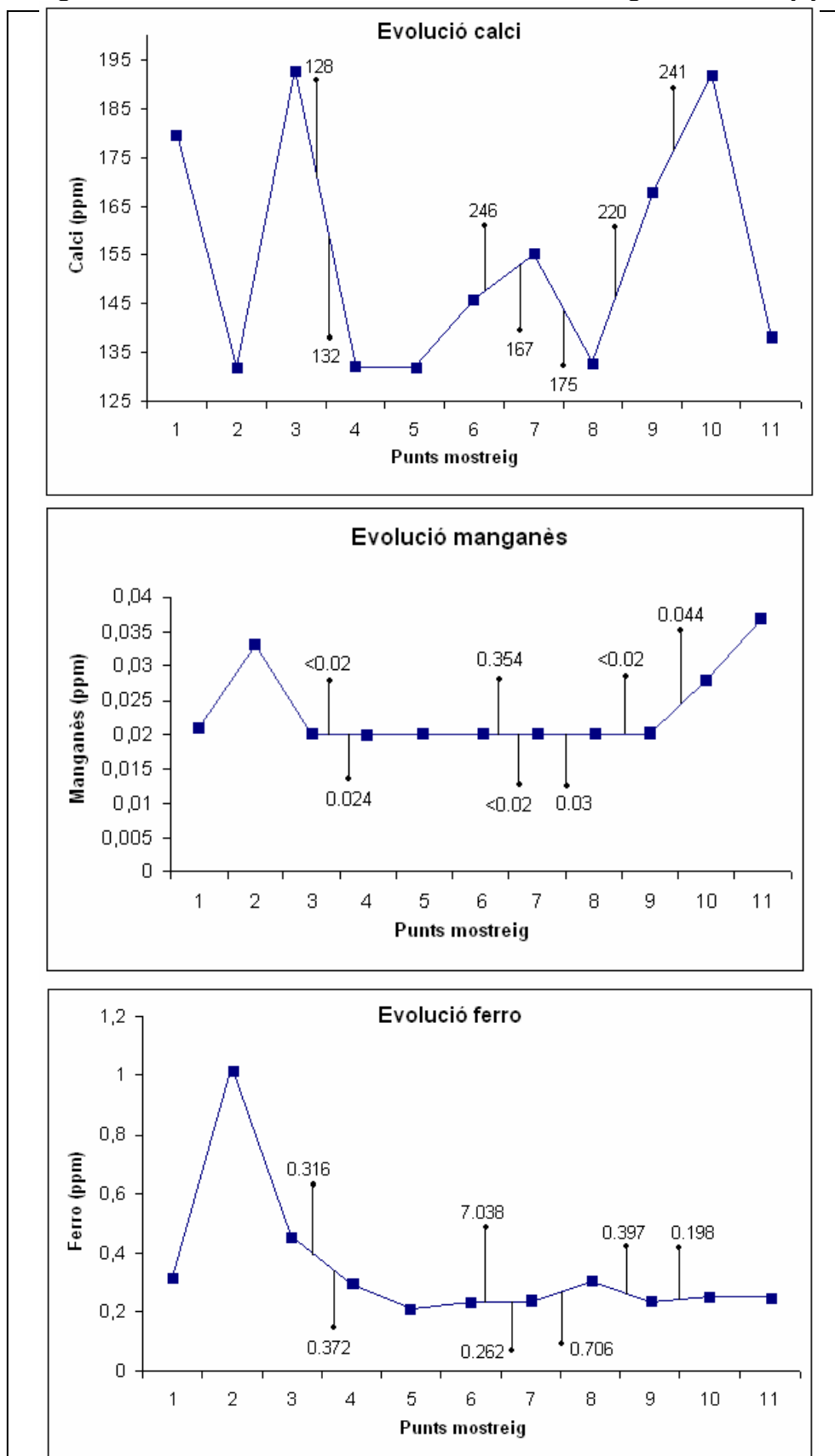
Figura 31. Gràfics d'evolució de cations al llarg de la riera (I).

Font: elaboració pròpia.

Figura 32. Gràfics d'evolució de cations al llarg de la riera (II).


Font: elaboració pròpia.

La concentració de manganès és bastant constant al llarg de la riera. Fins al punt 3 augmenta i disminueix, però a partir d'aquest punt es manté constant en 0.02 mg/L fins al punt 9, en que la concentració augmenta.

Pel que fa a la concentració de ferro, aquesta presenta una tendència totalment oposada a la resta de components. Inicialment presenta una concentració elevada, però a partir del punt 3 aquesta va disminuint i es manté aproximadament constant al llarg de la riera, presentant poca variabilitat.

El comportament dels components al llarg de la riera és similar, tot i que hi ha algunes excepcions, com per exemple el ferro, atribuïdes a les reaccions que tenen lloc en el medi hidrològic, de caràcter àcid-base (sistema calco-carbonatat), dissolució (sulfat de calci) o oxidació-reducció (ferro, manganès, sulfat...). S'observa que els torrents determinen la qualitat de la riera, atès que les variacions al Sorreigs són coherents amb les aportacions dels tributaris. S'observa que els punts 5 i 10 són dos punts d'inflexió, ja que a partir del 5 la concentració augmenta i a partir del 10 la concentració disminueix. Aquest comportament és difícil d'explicar, ja que abans dels punts 5 i 10 no s'hi troba cap torrent que pugui determinar la variació de la concentració. Aquesta variació es podria explicar per una possible relació entre riu i aqüífer, pot ser que hi hagi una aportació de les aigües superficials cap a les aigües subterrànies en el punt 10 i una aportació d'aigües subterrànies cap a aigües superficials en el punt 5.

3.4.2. Balanç de masses

Per a la realització del balanç de masses, la principal declaració que s'ha de tenir en compte és la següent:

proporció de massa del component del riu ($Q_u \cdot s_u$) + proporció de massa
del component del tributari ($Q_e \cdot s_e$) = proporció de massa del component
després de l'aiguabarreig ($Q \cdot s$)

on, Q: cabal

s: concentració del component

Per tant, si assumim que hi ha barreja completa, que les substàncies són conservatives, és a dir, que no patiran reaccions de degradació ni generació, i que ens trobem en l'estat estacionari, és a dir, que les propietats del sistema no varien amb el temps (Thoman, 1987), es pot expressar:

$$Q_u \cdot S_u + Q_e \cdot S_e = Q \cdot S$$

$$\text{on } Q = Q_u + Q_e$$

Si es coneixen el cabal i la concentració del riu i el cabal i concentració del tributari es pot determinar la concentració just després de l'aiguabarreig de la següent manera:

$$S = \frac{Q_u \cdot S_u + Q_e \cdot S_e}{Q}$$

Per a cada tram de la riera en què s'ha observat la presència d'un tributari, s'ha realitzat un balanç de masses. A continuació s'estudiarà cada afluent detalladament, començant per la part més alta de la riera fins arribar a la seva part més baixa.

La finalitat d'aquest balanç de massa és comprovar si la mescla de les aportacions del tributaris amb el Sorreigs pot ésser reproduïda per les suposicions descrites. En cas afirmatiu, seria possible traçar l'evolució espacial d'alguns elements no desitjats (per exemple nitrat) i determinar quins altres elements poden fer-se servir d'indicador en la variabilitat hidroquímica de la riera.

Així, es presenta una descripció del balanç de masses per a cada confluència entre riera i torrents. Els resultats es mostren a les *taules 5, 6, 7, 8 i 9*. En les files es representa cada element. En les columnes es mostren els següents paràmetres:

- Cabal Sorreigs: és el cabal de la riera del Sorreigs abans del seu aiguabarreig amb el/s respectiu/s tributari/s.
- Cabal tributari: és el cabal del tributari.
- Concentració Sorreigs: és la concentració de la riera abans de la seva confluència amb el tributari.
- Concentració tributari: és la concentració del tributari.
- Concentració teòrica: és la concentració després de la confluència riera - tributari calculada mitjançant el balanç de masses explicat anteriorment,
- Concentració pràctica: és la concentració obtinguda en les analítiques realitzades al laboratori, en el punt després de l'aiguabarreig.
- Error: calculat com la diferència entre concentració teòrica i concentració pràctica, dividida per la concentració pràctica.

Els primers afluents són el rec de la Tuta i el torrent del Grau (*taula 5*), que pràcticament entren a la mateixa altura de la riera. En aquest tram el millor traçador seria el bicarbonat seguit de magnesi, manganès i el nitrat.

En el tram en què conflueixen els recs de Gallissans i Tarrers (*taula 6*) el millor element són els clorurs, seguits del sodi i el calci.

En la confluència amb el torrent de Serramitja (*taula 7*) com a millor element traçador altre cop tenim els clorurs, seguit de sulfats, manganès i magnesi.

Referent al torrent de Maïans (*taula 8*) s'observen uns errors bastant importants, però hi ha un element que presenta error zero, aquest és el manganès. Després d'aquest el millor traçador seria el bicarbonat.

L'últim torrent que conflueix amb la riera del Sorreigs és el torrent de Santa Cecília (*taula 9*), en aquest tram el millor traçador és el bicarbonat, seguit del magnesi, el potassi, el sodi i sulfats.

Taula 5. Balanç de masses per la confluència del torrent del Grau i el rec de la Tuta.

Element	Cabal Sorreigs	Cabal Grau	Cabal Tuta	Concentració Sorreigs	Concentració Grau	Concentració Tuta	Concentració teòrica	Concentració pràctica	Diferència	Error (%)
Cl ⁻	0,1809	0,0052	0,031	33,2	14,9	52	35,45	30,7	4,75	15,46
SO ₄ ²⁻	0,1809	0,0052	0,031	93	66	182	105,06	100	5,06	5,06
NO ₂ ⁻	0,1809	0,0052	0,031	0,13	0,05	1	0,25	0,18	0,07	40,18
NO ₃ ⁻	0,1809	0,0052	0,031	46	8,5	32,7	43,20	45	-1,80	-3,99
NH ₄ ⁺	0,1809	0,0052	0,031	0,1	0,1	0,6	0,17	0,1	0,07	71,40
Fe ²⁺	0,1809	0,0052	0,031	0,456	0,316	0,372	0,44	0,294	0,15	49,88
Mn ²⁺	0,1809	0,0052	0,031	0,02	0,02	0,024	0,02	0,02	0,00	2,86
Na ⁺	0,1809	0,0052	0,031	14	6	52	19,24	17	2,24	13,15
Ca ²⁺	0,1809	0,0052	0,031	193	128	132	182,74	132	50,74	38,44
Mg ²⁺	0,1809	0,0052	0,031	28,6	21,8	29	28,49	29	-0,51	-1,74
K ⁺	0,1809	0,0052	0,031	4	1,7	4,3	3,99	4,3	-0,31	-7,26
HCO ₃ ⁻	0,1809	0,0052	0,031	387,472	314,76	375,272	383,99	380,64	3,35	0,88

Font: elaboració pròpia.
Taula 6. Balanç de masses per la confluència dels torrents de Gallissans i Tarrers.

Element	Cabal Sorreigs	Cabal Gallissans	Cabal Tarrers	Concentració Sorreigs	Concentració Gallissans	Concentració Tarrers	Concentració teòrica	Concentració pràctica	Diferència	Error (%)
Cl ⁻	0,508	0,017	0,019	35,5	93	22,9	36,83	37	-0,17	-0,47
SO ₄ ²⁻	0,508	0,017	0,019	107	181	380	118,81	108	10,81	10,01
NO ₂ ⁻	0,508	0,017	0,019	0,27	1	0,16	0,29	0,23	0,06	25,47
NO ₃ ⁻	0,508	0,017	0,019	52	266	31,4	57,85	53	4,85	9,16
NH ₄ ⁺	0,508	0,017	0,019	0,2	0,4	0,1	0,20	0,1	0,10	102,65
Fe ²⁺	0,508	0,017	0,019	0,236	7,038	0,262	0,45	0,236	0,21	88,90
Mn ²⁺	0,508	0,017	0,019	0,02	0,354	0,02	0,03	0,02	0,01	51,29
Na ⁺	0,508	0,017	0,019	18	38	24	18,82	19	-0,18	-0,93
Ca ²⁺	0,508	0,017	0,019	146	246	167	149,80	155	-5,20	-3,35
Mg ²⁺	0,508	0,017	0,019	30,1	54	76,1	32,44	30,6	1,84	6,02
K ⁺	0,508	0,017	0,019	4,6	23	4,2	5,15	4,6	0,55	11,98
HCO ₃ ⁻	0,508	0,017	0,019	380,152	455,792	394,792	382,99	342,576	40,41	11,8

Font: elaboració pròpia.

Taula 7. Balanç de masses per la confluència del torrent de Serramitja.

Element	Cabal Sorreigs	Cabal Serramitja	Concentració Sorreigs	Concentració Serramitja	Concentració teòrica	Concentració pràctica	Diferència	Error (%)
Cl ⁻	0,229	0.0034	37	36,4	36,99	37,1	-0,11	-0,29
SO ₄ ²⁻	0,229	0.0034	108	436	112,79	112	0,79	0,71
NO ₂ ⁻	0,229	0.0034	0,23	0,12	0,23	0,25	-0,02	-8,64
NO ₃ ⁻	0,229	0.0034	53	85	53,47	56	-2,53	-4,52
NH ₄ ⁺	0,229	0.0034	0,1	0,1	0,10	0,2	-0,10	-50,00
Fe ²⁺	0,229	0.0034	0,236	0,706	0,24	0,3	-0,06	-19,05
Mn ²⁺	0,229	0.0034	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,73
Na ⁺	0,229	0.0034	19	19	19,00	20	-1,00	-5,00
Ca ²⁺	0,229	0.0034	155	175	155,29	133	22,29	16,76
Mg ²⁺	0,229	0.0034	30,6	54,7	30,95	31,4	-0,45	-1,43
K ⁺	0,229	0.0034	4,6	4	4,59	4,8	-0,21	-4,35
HCO ₃ ⁻	0,229	0.0034	342,576	345,016	342,61	377,224	-34,61	-9,18

Font: elaboració pròpia.
Taula 8. Balanç de masses per la confluència del torrent de Maians.

Element	Cabal Sorreigs	Cabal Maians	Concentració Sorreigs	Concentració Maians	Concentració teòrica	Concentració pràctica	Diferència	Error (%)
Cl ⁻	0,116	0,018	37,1	111	47,14	40	7,14	17,85
SO ₄ ²⁻	0,116	0,018	112	409	152,35	117	35,35	30,21
NO ₂ ⁻	0,116	0,018	0,25	0,29	0,26	0,32	-0,06	-20,18
NO ₃ ⁻	0,116	0,018	56	289	87,65	61	26,65	43,70
NH ₄ ⁺	0,116	0,018	0,2	0,1	0,19	0,2	-0,01	-6,79
Fe ²⁺	0,116	0,018	0,3	0,397	0,31	0,237	0,08	32,14
Mn ²⁺	0,116	0,018	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00
Na ⁺	0,116	0,018	20	52	24,35	22	2,35	10,67
Ca ²⁺	0,116	0,018	133	220	144,82	168	-23,18	-13,80
Mg ²⁺	0,116	0,018	31,4	82,5	38,34	32	6,34	19,82
K ⁺	0,116	0,018	4,8	15	6,19	5,1	1,09	21,29
HCO ₃ ⁻	0,116	0,018	377,224	375,272	376,96	383,57	-6,61	-1,72

Font: elaboració pròpia.

Taula 9. Balanç de masses per la confluència del torrent de Sta. Cecília.

Element	Cabal Sorreigs	Cabal Sta. Cecília	Concentració Sorreigs	Concentració Sta. Cecília	Concentració teòrica	Concentració pràctica	Diferència	Error (%)
Cl ⁻	0,263	0.0058	40	122	41,78	51	-9,22	-18,07
SO ₄ ²⁻	0,263	0.0058	117	209	119,00	122	-3,00	-2,46
NO ₂ ⁻	0,263	0.0058	0,32	1	0,33	0,45	-0,12	-25,60
NO ₃ ⁻	0,263	0.0058	61	193	63,87	71	-7,13	-10,04
NH ₄ ⁺	0,263	0.0058	0,2	0,8	0,21	0,200	0,01	6,52
Fe ²⁺	0,263	0.0058	0,237	0,198	0,24	0,252	-0,02	-6,29
Mn ²⁺	0,263	0.0058	0,02	0,044	0,02	0,028	-0,01	-26,71
Na ⁺	0,263	0.0058	22	46	22,52	23	-0,48	-2,08
Ca ²⁺	0,263	0.0058	168	241	169,59	192	-22,41	-11,67
Mg ²⁺	0,263	0.0058	32	56,1	32,52	32,8	-0,28	-0,84
K ⁺	0,263	0.0058	5,1	18,1	5,38	5,3	0,08	1,56
HCO ₃ ⁻	0,263	0.0058	383,568	523,624	386,61	384,544	2,07	0,54

Font: elaboració pròpia.

Per tant si es contempla la conca en diferents unitats d'estudi (les diferents confluències riu – tributari), els millors traçadors serien el bicarbonat, el magnesi i el manganès, tot i que els sulfats i clorurs també podrien ser bons traçadors.

Comparant l'error entre la concentració obtinguda de la realització del balanç de masses i la concentració mesurada en el camp s'ha obtingut la *taula 10*, en la que es mostren els errors mitjans de cada element amb la dispersió (desviació estàndard) dels resultats corresponent per cada punt després de l'aiguabarreig de la riera amb el corresponent torrent.

Taula 10. Taula d'errors per cada balanç de masses.

Element	Tuta, Grau	Gallissans, Tarrers	Serramitja	Maians	Sta. Cecília	Mitjana	Desviació estàndard
Cl ⁻	15,46	-0,47	-0,29	17,85	-18,07	2,90	14,51
SO ₄ ²⁻	5,06	10,01	0,71	30,21	-2,46	8,71	12,91
NO ₂ ⁻	40,18	25,47	-8,64	-20,18	-25,60	2,24	29,05
NO ₃ ⁻	-3,99	9,16	-4,52	43,70	-10,04	6,86	21,77
NH ₄ ⁺	71,40	102,65	-50,00	-6,79	6,52	24,76	61,56
Fe ²⁺	49,88	88,90	-19,05	32,14	-6,29	29,12	43,55
Mn ²⁺	2,86	51,29	0,73	0,00	-26,71	5,63	28,26
Na ⁺	13,15	-0,93	-5,00	10,67	-2,08	3,16	8,17
Ca ²⁺	38,44	-3,35	16,76	-13,80	-11,67	5,27	22,12
Mg ²⁺	-1,74	6,02	-1,43	19,82	-0,84	4,37	9,21
K ⁺	-7,26	11,98	-4,35	21,29	1,56	4,64	11,86
HCO ₃ ⁻	0,88	11,80	-9,18	-1,72	0,54	0,46	7,52

Font: elaboració pròpia.

En la *figura 33*, es mostren de manera gràfica els errors mitjans de cada element amb la seva corresponent barra d'error.

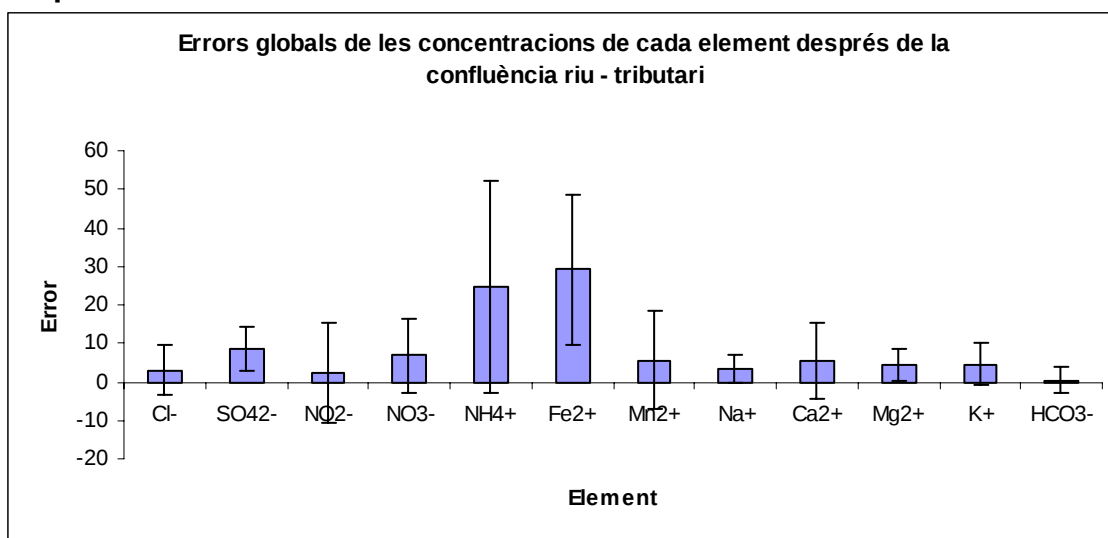
Si s'agafa la conca com a unitat d'estudi, els elements que es podrien considerar millors traçadors, ja que presenten un menor grau d'error i, sobretot, una menor desviació són el bicarbonat i el sodi, seguits de magnesi i potassi respectivament. El clor també podria acceptar-se com a vàlid. Els pitjors traçadors són l'amoni i el ferro, que presenten una mitjana i una desviació molt elevades. S'ha de tenir present però, que al haver-hi errors positius i negatius la mitjana pot quedar infravalorada, ja que valors positius i negatius es contraresten.

Però si es compara l'error global amb l'error puntual després de cada aiguabarreig els resultats no són els mateixos, tot i que en la majoria de casos el bicarbonat i el magnesi són bons indicadors.

Les variacions que s'observen en un mateix element indicador per les diferents confluències riu - tributari, són degudes a la reaccionabilitat de cada element amb el medi hidrològic, a les pressions antròpiques i a les possibles relacions riu – aquífer.

Era d'esperar que compostos nitrogenats i ferro fossin mals indicadors degut a la seva reaccionabilitat. També s'esperava que el bicarbonat no fos un bon indicador, degut a la seva presència en el sistema calco-carbonatat, però pel contrari es pot considerar el millor indicador juntament amb el sodi.

Figura 33. Representació gràfica dels errors globals per cada element després de la confluència riu – tributari.



Font: elaboració pròpia.

Els errors observats poden ser deguts principalment les següents causes:

- Error alhora de fer les mesures necessàries per calcular el cabal del riu. En les sortides de camp han aparegut petites dificultats que han fet que fos difícil calcular de manera exacte l'àrea del tram del riu i la velocitat de l'aigua.

- Considerar tots els elements com a substàncies conservatives, és a dir, que la seva massa no varia amb el temps, no pateixen cap reacció. Hi ha elements com el clor, que si que són conservatius, però d'altres com el ió amoni no són conservatius, la seva concentració varia segons les reaccions que pateixi. A priori, hom esperava que els compostos de nitrogen no fossin aptes com a indicadors, com ha estat efectivament demostrat. Amb tot, el nitrat al ésser l'element final de la cadena d'oxidació en alguns casos ha donat lloc a errors acceptables. No obstant, la gran variabilitat que presenta desaconsella definir-lo com a un indicador vàlid.
- També s'ha de tenir present que la concentració trobada realitzant el balança de masses representa que és just després de l'aiguabarreig, en canvi la concentració mesurada a la pràctica, malgrat haver estat presa a una distància prudencial de la confluència, pot no representar una mescla completa de les dues aportacions.

3.5. Compostos nitrogenats com a indicadors de la qualitat de l'aigua

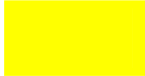
Segons els barems definits per Prat et al. (2001), s'han avaluat els indicadors hidroquímics en base a les dades d'amoni, nitrits i nitrats presents a les aigües superficials. Per a la realització d'aquest anàlisi s'han considerat les fonts com a aigües superficials, ja que s'ha tingut present que les mostres d'aigua s'han recollit en el punt en que les aigües brollen a la superfície. Les dades s'han expressat en N-compost (mg/L) a la *taula 11*.

Taula 11. Concentració dels compostos nitrogenats expressada en N-compost (mg/L)

RIERA DEL SORREIGS				
Punt riera	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
1	S1	0,08	0,09	11,29
2	S2	0,08	0,06	10,16
3	S3	0,08	0,05	9,94
4	S4	0,08	0,10	16,03
5	S5	0,08	0,05	10,16
6	S6	0,08	0,04	10,39
7	S7	0,16	0,08	11,74
8	S8	0,08	0,07	11,97
9	S9	0,16	0,08	12,65
10	S10	0,16	0,14	16,03
11	S11	0,16	0,10	13,77
TORRENTS				
Nom	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
Grau	T1	0,08	0,02	1,92
Tuta	T2	0,47	0,30	7,38
Tuta	T4	0,93	0,30	8,45
Gallissans	T5	0,08	0,30	60,06
Tarrers	T6	0,08	0,05	7,09
Serramitja	T7	0,08	0,04	19,19
Maians	T8	0,08	0,09	65,26
Sta. Cecília	T9	0,62	0,30	43,58
FONTS				
Nom	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
Puigpelat	F1	0,08	0,02	0,27
Gallissans	F2	0,16	0,02	50,81
Sta. Cecília	F3	0,08	0,05	45,16
Sta. Llúcia	F4	0,08	0,02	6,95
del Vicari	F5	0,08	0,01	2,21

*Font: elaboració pròpia.*Els límits definits pels autors esmentats s'observen en la *taula 12*.

Taula 12. Límits dels rangs de nutrients nitrogenats segons Prat et al. (2001)

Rang	Concentració	Descripció	Indicador	
Amoni (N-NH₄, mg/L)				
1	< 0.1	Aigües netes	Excel·lent	
2	0.1 – 0.4	Aigües amb possibles símptomes d'estrès en funció del pH i del temps de residència	Acceptable	
3	0.5 – 0.9	Aigües amb elevada probabilitat de presentar desequilibris en el funcionament de l'ecosistema	Mediocre	
4	1 – 4	Aigües amb un gran estrès	Dolent	
5	> 4	Aigües molt contaminades amb un alt grau de toxicitat.	Dolent	
Nitrit (N-NO₂, mg/L)				
	< 0.03		Excel·lent	
N	0.03-0.3	Aigües amb elevada probabilitat de presentar desequilibris en el funcionament de l'ecosistema	Mediocre	
NN	> 0.3	Aigües amb un gran estrès	Dolent	
Nitrat (N-NO₃, mg/L)				
	< 0.67		Excel·lent	
N	0.67 – 10	Aigües amb elevada probabilitat de presentar desequilibris en el funcionament de l'ecosistema. Presència d'abocaments propers d'aigües residuals o lixiviats laterals.	Mediocre	
NN	> 10	Aigües que poden presentar elevats símptomes d'eutrofització.	Dolent	

Font: Prat et al. (2001).

Així, segons els rangs establerts, la valoració mitjançant indicadors de la qualitat de les aigües superficials són els següents:

Taula 13. Qualitat de les aigües segons els rangs de compostos nitrogenats establerts.

RIERA DEL SORREIGS				
Punt riera	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
1	S1	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
2	S2	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
3	S3	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	MEDIOCRE
4	S4	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
5	S5	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
6	S6	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
7	S7	ACCEPTABLE	MEDIOCRE	DOLENT
8	S8	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
9	S9	ACCEPTABLE	MEDIOCRE	DOLENT
10	S10	ACCEPTABLE	MEDIOCRE	DOLENT
11	S11	ACCEPTABLE	MEDIOCRE	DOLENT
TORRENTS				
Nom	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
Grau	T1	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT	MEDIOCRE
Tuta	T2	MEDIOCRE	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Tuta	T4	MEDIOCRE	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Gallissans	T5	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
Tarrers	T6	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Serramitja	T7	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
Maïans	T8	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
Sta. Cecília	T9	MEDIOCRE	MEDIOCRE	DOLENT
FONTS				
Nom	Codi	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	N-NO ₂ ⁻ (mg/L)	N-NO ₃ ⁻ (mg/L)
Puigpelat	F1	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT
Gallissans	F2	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT	DOLENT
Sta. Cecília	F3	EXCEL·LENT	MEDIOCRE	DOLENT
Sta. Llúcia	F4	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT	MEDIOCRE
del Vicari	F5	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT	MEDIOCRE

Font: elaboració pròpia.

Pel que fa a la riera del Sorreigs, si es tenen en compte les concentracions d' N-NO_2^- i N-NO_3^- , les seves aigües presenten una qualitat mediocre o dolenta. Són aigües que poden presentar elevats símptomes d'eutrofització, que presenten un gran estrès i que poden haver patit abocaments d'aigües residuals o de lixiviats. En canvi, si es tenen presents les concentracions d' N-NH_4^+ la riera del Sorreigs mostra una qualitat acceptable i en molts casos excel·lent. Si es fa referència als torrents aquests presenten la mateixa tendència, tot i que alguns mostren una qualitat mediocre.

Pel que fa a les fonts, aquestes en la majoria de casos presenten una qualitat excel·lent si es tenen presents les concentracions d' N-NH_4^+ i N-NO_2^- . Però si es té en compte la presència d' N-NO_3^- el seu estat és mediocre o dolent, exceptuant la font de Puigpelat.

Resumint es pot dir que la presència de nitrats i nitrits en les aigües superficials, fan disminuir la seva qualitat. Pel contrari, les aigües mostren una qualitat excel·lent o acceptable, utilitzant el ió amoni com a indicador.

3.6. Sals (clorurs i sulfats) com a indicadors de la qualitat de l'aigua

L'estudi fet pels compostos nitrogenats també es pot fer per les sals. En aquest cas però, els resultats s'expressen en mg sal/L. Com en el cas dels nutrient nitrogenats, aquests barems només s'apliquen en aigües superficials. En el cas de les sals també s'han considerat les fonts aigües superficials, pels mateixos motius que en els cas dels compostos nitrogenats. Els barems utilitzats per Prat et al (2001) s'observen en la *taula 14*:

Taula 14. Límits dels rangs de sals segons Prat et al. (2001)

Rang	Concentració	Descripció	Indicador
Clorurs (mg Cl⁻/L)			
1	< 25	Aigües netes	Excel·lent
2	25 – 99	Aigües on els organismes molt sensibles poden presentar lleugers símptomes d'estrès	Acceptable
3	100 – 199	Aigües amb elevada probabilitat de presentar desequilibris en el funcionament de l'ecosistema	Mediocre
4	200 – 1000	Aigües on molts organismes poden patir un fort estrès	Dolent
5	> 1000	Aigües salabroses habitables per un reduït nombre d'espècies i al límit de la potabilització	Dolent
Sulfats (mg SO₄²⁻/L)			
	< 250		Excel·lent
S	250 – 1000	Aigües de conques que contenen sulfats a les roques. Possibilitat d'estrès per a les espècies sensibles	Mediocre
SS	> 1000	Aigües que poden produir un fort estrès en les comunitats	Dolent

Font: Prat et al. (2001).

Segons els límits establerts anteriorment, els resultats per la conca del Sorreigs són els següents:

Taula 15. Qualitat de les aigües segons els límits de sals establerts.

RIERA DEL SORREIGS			
Punt riera	Codi	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
1	S1	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
2	S2	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
3	S3	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
4	S4	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
5	S5	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
6	S6	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
7	S7	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
8	S8	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
9	S9	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
10	S10	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
11	S11	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
TORRENTS			
Nom	Codi	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
Grau	T1	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT
Tuta	T2	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
Tuta	T4	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
Gallissans	T5	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
Tarrers	T6	ACCEPTABLE	MEDIOCRE
Serramitja	T7	ACCEPTABLE	MEDIOCRE
Maians	T8	MEDIOCRE	MEDIOCRE
Sta. Cecília	T9	MEDIOCRE	EXCEL·LENT
FONTS			
Nom	Codi	Cl ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)
Puigpelat	F1	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT
Gallissans	F2	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
Sta. Cecília	F3	MEDIOCRE	EXCEL·LENT
Sta. Llúcia	F4	ACCEPTABLE	EXCEL·LENT
del Vicari	F5	EXCEL·LENT	EXCEL·LENT

Font: elaboració pròpia.

Com s'observa en la taula anterior, si es tenen en compte els sulfats la majoria de punts mostrejats presenten una qualitat de les aigües excel·lent, exceptuant els torrents de Serramitja, Tarrers i Maians.

Si es fa referència als clorurs, la majoria de punts presenten una qualitat acceptable i en alguns casos excel·lent, excepte els torrents de Maians i Sta. Cecília i la font de Sta. Cecília que mostren un estat mediocre.

Cal destacar que utilitzant les sals com a indicadors de qualitat de les aigües, en cap cas s'ha determinat una aigua de qualitat dolenta. Globalment es pot considerar que les aigües mostren una correcta qualitat, exceptuant alguns torrents.

4. CONCLUSIONS

Els resultats expressats en aquest projecte han permès determinar les següents conclusions relacionades amb la dinàmica hidrològica a la conca de la riera del Sorreigs, el seu hidroquimisme i la qualitat de les seves aigües:

- La riera del Sorreigs no mostra una continuïtat hidroquímica al llarg del seu curs. Aquesta variabilitat és deguda a les aportacions dels tributaris; les quals donen lloc a una variabilitat en la composició de les aigües al llarg de la riera. Cal destacar que els cabals dels tributaris són més petits que els de la riera del Sorreigs, per tant tot i que els primers poden presentar elevades concentracions respecte al Sorreigs, aquestes es dilueixen amb el cabal d'aigua que porta la riera. Tot i això, si la concentració del tributari és important, les concentracions dels elements de les aigües de la riera poden augmentar, arribant a determinar la seva qualitat final.
- Tant els torrents, com les fonts i els pous, són mesures puntuals de la conca, independents l'un de l'altre. Per tant, aquests presenten una gran variabilitat entre ells, que es mostra en la diferent composició de les seves aigües, derivada del context geològic on se situen i de les activitats antròpiques que els poden afectar.
- El pou d'Aigües Vic presenta un comportament molt diferent al dels altres dos pous. Aquesta diferència pot ser deguda a que es troba en substrat al·luvial, mentre que els altres dos es troben en les formacions eocèniques. Això implica que, en aquesta anàlisi preliminar, el seu quimisme pugui relacionar-se amb la captació d'aigües superficials de la riera del Sorreigs. Els torrents de Gallissans, Maïans i Sta. Cecília també presenten un comportament diferent al de la resta. Aquests es localitzen a prop de zones amb força presència humana (granges, camps de conreu), fet que pot suggerir que les variacions són degudes a fenòmens locals antròpics.

- Les concentracions dels elements a la riera segueixen una tendència força similar, tot i que hi ha petites variacions. Des del primer punt de mostreig fins al punt S5 les concentracions són força variables, però a partir d'aquest punt, amb les aportacions dels tributaris, les concentracions comencen a augmentar fins en el punt 10 en què s'estabilitzen o disminueixen. Les variacions en els punt 5 i 10 es produeixen sense que hi hagi l'aportació de cap tributari, fet que pot suggerir que hi hagi una possible relació entre el riu i l'aquífer.
- Així, determinats comportaments de les aigües poden suggerir que hi ha una relació riu - aquífer. Aquesta relació pot ser de dos tipus, o bé que hi hagi un aport d'aigües superficials cap a aigües subterrànies, o que l'aport sigui d'aigües subterrànies cap a aigües superficials.
- Malgrat el caràcter predominantment calco-carbonatat de les aigües, derivat de la litologia de la conca, els valors de conductivitat que presenten les aigües estan influenciats per la presència de sulfats i clorurs, els quals poden procedir d'abocaments antròpics relacionats amb l'aplicació de purins.
- En els punts de la riera s'observa una correlació entre la concentració de clorur i sulfat amb la de nitrat, la qual cosa permet deduir l'origen dominant d'aquests composts, els purins. No obstant, pel que fa a torrents, fonts i pous, aquesta relació no es compleix, suggerint que les influències litològiques locals i/o la magnitud dels abocaments antròpics pot modificar aquesta relació. El fet que a la riera dels Sorreigs s'observi una certa linealitat es relaciona amb el major cabal i la uniformitat que imposa en el quimisme un cop mesclat amb les aportacions dels tributaris.
- La presència de nitrats no està generalitzada en tota la conca. Un 55% dels punts mostrejats presenten una concentració igual o superior a 50 mg/L. Aquestes elevades concentracions es troben

puntualment en alguns torrents, fonts o pous. Pel que fa la riera del Sorreigs els valors no són molt superiors a 50 mg/L. Les concentracions d'amoni i nitrit solen són habitualment baixes, fet que indica una eficiència en la transformació del nitrogen orgànic cap a nitrat. Malgrat que els valors de nitrat a la riera del Sorreigs estan prop del límit potabilitat (50 mg/L NO_3^-), aquests són elevats comparats amb altres rius, per exemple la Tordera (Boada, 2006).

- Els millors compostos per tal de ser utilitzats com a traçadors, agafant com a unitat d'estudi la riera del Sorreigs són el bicarbonat i el sodi, seguits de magnesi i potassi. El clorur és acceptable. En canvi, els pitjors traçadors són el ferro i l'amoni. No obstant, la variabilitat observada per a aquestes espècies en els diferents balanços fa que s'hagin de considerar amb la corresponent cautela. Aquesta variabilitat és deguda a les reaccions que els components poden tenir amb el medi hidrològic, a les accions antròpiques i a les possibles relacions riu – aqüífer.
- Tenint en compte els nutrients nitrogenats per a determinar la qualitat de l'aigua, les aigües superficials mostren un estat excel·lent, principalment si es tenen en compte les concentracions de N-NH_4^+ . En canvi presenten una qualitat mediocre o dolenta, degut a les concentracions de N-NO_2^- i N-NO_3^- . Aquesta mala qualitat es complementa amb l'índex ECOSTRIMED obtingut a la conca del riu Ter l'any 2005 (CERM, 2005), que indica que sols 5 dels 22 punts mostrejats presenten una qualitat bona o molt bona. Però, si es tenen en compte les sals (clorurs i sulfats), la majoria d'aigües superficials presenten una qualitat excel·lent o acceptable.

En síntesi, aquest estudi ha permès copsar la complexitat de les interaccions hidroquímiques en el medi fluvial, relacionades amb la transformació (reaccions) dels distints compostos i, alhora, amb altres dinàmiques, com són la seva assimilació per la biota de l'hàbitat fluvial o les interaccions rius-aqüífers. Conseqüentment, és complex determinar en aquest

tipus de conca quina és l'evolució espacial del quimisme, entenent que aquest és indicador de les distintes pressions que poden afectar a la qualitat de les aigües superficials.

La proposta del balanç de massa suggereix que alguns elements: bicarbonats, sodi, magnesi, potassi i clorur, poden ser emprats com a indicadors de les mescles que tenen lloc entre el curs principal i els tributaris i d'aquesta manera comprovar l'efecte de cada una de les subconques en el quimisme del tram principal (Sorreigs). En determinats casos, aquest indicador podrà extrapolar-se a altres compostos, essent una referència a l'origen de concentracions anòmales d'espècies que afectin la qualitat de l'aigua, en particular, i del sistema ecohidrològic en general.

En base a les conclusions esmentades es presenten les següents recomanacions:

- La realització d'estudis més concrets sobre la riera del Sorreigs, tenint en compte també la influència dels torrents sobre la riera, i tenint present les aigües subterrànies i la possible relació que aquestes puguin tenir amb les aigües superficials.
- Caldria un control més exhaustiu sobre les possibles accions antròpiques que puguin causar una variació en l'hidroquimisme de la riera del Sorreigs, i que puguin donar lloc a un empitjorament de la seva qualitat ecohidrològica.
- L'ús del balanç de massa proposat pot ésser indicador de pressions i impactes damunt de les aigües superficials; complementant l'aplicació d'índexs hidroquímics, i de qualitat biològica i hidromorfològica en diferents punts de la riera i torrents.

5. PROGRAMACIÓ

TASCA	NOV	DES	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN
Sortida de reconeixement a la zona d'estudi	•							
Primera campanya de mostreig	•							
Anàlisi dels resultats de la primera sortida de camp		•	•					
Recollida d'informació complementària per la realització del treball		•	•					
Segona campanya de mostreig				•				
Analítica d'amoni, nitrit i alcalinitat				•	•			
Analítica de cations i anions (SAQ)				•	•			
Anàlisi dels resultats de la segona sortida de camp						•	•	
Elaboració de l'informe final							•	•

6. BIBLIOGRAFIA

➤ LLIBRES, PROJECTES I ARTICLES:

- ANDERSEN, C. (2002). "Understanding carbonate equilibria by measuring alkalinity in experimental and natural systems". *Journal of Geoscience Education*. Volum 5, número 4. Pàgines 389 – 403.
- ARGEMÍ, E. et al. (1991). *Estudi físico-químic de les aigües superficials de la conca del Besòs*. Granollers. Museu de Granollers.
- BOADA, M. (2006). "L'Observatori de la Tordera: informe anual". ICTA-UAB – ACA. Inèdit.
- BUSQUETS, P. et al. (1979). *Geologia d'Osona*. Vic. Eumo Editorial.
- CERM (2005). "Estat ecològic de la riera del Sorreigs. Memòria de l'any 2005". CERM. Inèdit.
- CERM (2005). "Seguiment de l'estat ecològic de la conca del riu Ter a Osona. Dades de l'any 2005". CERM. Inèdit.
- DOMÈNECH, X. (2000). *Química de la hidrosfera. Origen y destino de los contaminantes*. Madrid. Miraguano, S. A. Ediciones.
- FUSTER, A. (1998). "Avaluació de la contaminació per purins a la conca de la riera de Sorreigs (Osona). Impacte en els recursos hidrològics i alternatives de gestió i tractament dels purins". Projecte final de carrera de Ciències Ambientals. UAB.
- GDT (2005). *Les fonts que tenim. Osona i el Lluçanès*. Vic. Eumo Editorial.
- ICC (2000). Mapa comarcal de Catalunya, escala 1:50000. Full 24, Osona.
- LAFUENTE, F.J. (1988). "Diseño, calibración y validación de un modelo de calidad del agua del río Llobregat". Tesis doctoral. UAB.
- MAS-PLA, J. et al. (2006). "Avaluació de la contaminació per nitrat de les aigües subterrànies a la Plana de Vic. Estudi de la dinàmica hidrogeològica i anàlisi multiisotòpica". Treball d'investigació. UAB – UB.

- MORA, R. (1999). "Avaluació de la contaminació de les aigües superficials a la reserva genètica de truites de la vall de Camprodon (Ripollès)". Projecte final de carrera de Ciències ambientals. UAB.
- PRAT, N. et al. (2001). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix i la Tordera: informe 1999*. Barcelona. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.
- PRAT, N. et al. (2004). *La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix, la Tordera i el Ter: informe 2002*. Fitxer informàtic. Barcelona. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient.
- REGUANT, S. et al. (1986). *Geologia de la Plana de Vic*. Vic. Publicacions del Patronat d'Estudis Ausonencs.
- THOMAN, R.V. (1987). *Principles of Surface Water Quality Modeling and Control*. New York. Harper International Edition.

➤ **PÀGINES WEB:**

- www.gdter.org
- mediambient.gencat.net/aca
- www.meteocat.com
- www.wioa.org.au/resources/resources/Gran_Plot.xls