



UNIVERSITAT^{DE}
BARCELONA

Variabilitat espai-temporal del transport de sediment dissolt a una conca mediterrània mitjana (riu Anoia)

Elena Rallo Solà



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement 3.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento 3.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution 3.0. Spain License.**



UNIVERSITAT DE BARCELONA



VARIABILITAT ESPAI-TEMPORAL DEL TRANSPORT DE SEDIMENT DISSOLT A UNA CONCA MEDITERRÀNIA MITJANA (RIU ANOIA)

ELENA RALLO SOLÀ

Barcelona, 2016



**Facultat de Geografia i Història
Departament de Geografia**

**PROGRAMA DE DOCTORAT: GEOGRAFIA, PLANIFICACIÓ TERRITORIAL I GESTIÓ
AMBIENTAL**

TESI DOCTORAL

Variabilitat espai-temporal del transport de sediment dissolt a una conca mediterrània mitjana (riu Anoia)

**Memòria presentada per
Elena Rallo Solà
per a optar al grau de Doctora**

Directors de la tesi:

**Dr. Xavier Úbeda Cartañá
Universitat de Barcelona**

**Dr. Joaquim Farguell Pérez
Universitat de Barcelona**

Barcelona, setembre de 2016

Fotografia de la portada: Estació d'aforament de Sant Sadurní d'Anoia,
1 de març de 2013. Fotògraf: Jordi Rallo.



Variabilitat espai-temporal del transport de sediment dissolt a una conca mediterrània mitjana (riu Anoia)

Elena Rallo Solà

Cita suggerida:

Rallo, E. (2016). *Variabilitat espai-temporal del transport de sediment dissolt en una conca mediterrània mitjana (riu Anoia)*. Tesi doctoral. Directors de la tesi: Dr. Xavier Úbeda i Dr. Joaquim Farguell. Departament de Geografia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, 268 p.

Al meu fill Nicolau.

*“Optimism is essential to achievement,
And it is also the foundation of courage and true progress”*

Nicholas Murray Butler

Finançament

Aquesta tesi doctoral ha estat finançada per un ajut predoctoral de quatre anys de duració de la Universitat de Barcelona: Ajuts de Personal Investigador en Formació, convocatòria del 2010, vinculada al Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional.

AGRAÏMENTS

Va ser a finals de l'any 2009 quan vaig sentir el desig d'iniciar una nova carrera dedicada a la recerca. A mitjans del 2010, tenia força clar quines serien les meves línies de treball i els meus companys de camí. En aquell moment, un bon amic em donà un consell: "doctoranda", digué, "per a fer una tesi, necessites tenir molta estabilitat, tant econòmica, com emocional". En aquell moment no li vaig fer prou cas i avui, gairebé set anys després, aquelles paraules tenen molt de sentit. El 2011 van canviar les meves línies de recerca i, a més, la meua vida personal va fer un canvi radical. Els dos últims anys he treballat i redactat aquesta tesi entre plors, magarrufes i bolquers, un combinat d'emocions que tanta força m'han donat per seguir endavant com ganes de deixar-ho córrer tot en algun moment donat. I ara, en aquestes línies vull expressar el meu agraïment a totes les persones que han fet possible que aquest treball hagi vist finalment la llum.

Al Dr. Xavier Úbeda no tan sols li estic molt agraïda per haver-me acollit al seu grup de recerca el setembre de 2011, moment en què iniciarem aquest projecte, sinó que també li dec el suport econòmic i les facilitats que m'ha brindat constantment. Ha estat un mestre en tots els aspectes, gran professional i persona, i és per mi un exemple a seguir.

El Dr. Joaquim Farguell no ha pogut ser millor guia en aquest temps. Les llargues hores passades programant campanyes, analitzant dades, llegint ressenyes, aprenent *softwares* i mètodes nous, foren per mi d'una gran utilitat per a no perdre de vista els objectius inicials, i de gran inspiració al llarg de tot el projecte. Sempre estaré agraïda per la seva dedicació, i he de reconèixer les seves excel·lents capacitats didàctiques.

També dono la meua sincera gratitud a l'Agència Catalana de l'Aigua, per haver cedit dades encara no havien estat públiques.

No puc deixar de mencionar la importància dels membres del GRAM, en especial la Dra. Maria Sala, per haver-me deixat gaudir d'aquest llegat, i al Dr. Joan Tort i al Dr. Josep Maria Panareda, que foren grans referents mentre cursava el màster.

Part d'aquesta tesi també té la seva raó de ser gràcies a la Dra. Gemma Harvey, de la School of Geography de la Queen Mary, University of London, qui em donà l'oportunitat de conèixer de prop altres àmbits de recerca fluvial i m'introduí al món de l'estadística en hidroquímica, conjuntament amb el Dr. Alex Henshaw.

La Dra. Anna Àvila i el Dr. Ferran Rodà m'obriren les portes de casa seva i em deixaren remirar les seves tesis i projectes, sempre atents a les meves preguntes. El Dr. Damià Vericat em donà bons consells per a realitzar una estada a l'estranger.

Al Departament de Geografia Física i Anàlisi Regional de la Universitat de Barcelona també he tingut l'honor de conèixer algunes persones que m'han guiat en el camí de la recerca. El Dr. Edinson Pacheco m'ensenyà, amb la seva eterna simpatia, el funcionament dels aparells del laboratori de Geografia Física. L'amic i Dr. Pablo Sarricolea i en Juanjo Vidal m'ensenyaren el què em feia falta per començar a treballar amb l'"*Arch Enemy*" (és a dir, l'Arc Gis). La Magdalena Fuentealba, el Marcos Francos, la Meritxell Alcañiz, el Dr. Jaime Llorca, la Dra. Montserrat Salvà, el Dr. Ferran Salvador, l'Alex Rodríguez, en Justino Losada, en Jorge Luis Gando, el Dr. Filipe Carvalho, el Dr. Joan Albert López Bustins, el Dr. Jaume Font, i particularment, el Dr. Marc Oliva, amb els seus inescrutables consells, m'han ajudat molt a fer d'aquesta carrera un camí molt més planer i ensucrat. Per últim, i per això no menys important, la meva col·lega i amiga Núria Monés, a qui admiro per la seva capacitat de síntesi, sensibilitat, perseverança i les innates dots artístiques, també ha estat una font d'inspiració al llarg de tots aquests anys.

Han estat molts anys a la Facultat de Geografia i Història de la Universitat de Barcelona, i per això també els meus amics i col·legues de llicenciatura i màster m'han aguantat més d'un monòleg tesiàtic, especialment en Josep Puig, l'Antonio Romero, en Miguel Ángel González, en Marc Julià, en Jordi Coral (qui m'acompanyà al camp en una ocasió) i el Dr. Gerard Jori, que sempre m'animà a tirar endavant d'aquest projecte. Del Departament de Geografia Humana, també hi ha persones a qui dec l'empenta que m'han donat, amb especial estima, la Dra. Isabel Pujadas, la Dra. Mercedes Marín i el Dr. Sergio Moreno.

Els amics Uri i Rai (també acompanyants de camp), la Paula, l'Alba i el Dr. Àlex Rodríguez-Suárez també han estat, en determinats moments, un suport emocional de pes al llarg d'aquests anys, com també ho han estat la Caroline, la Guiditta, el Seamus, la Mercè de Mergard i la Maite dels SCT.

El meu company, l'Andry, m'ha demostrat des del principi un entusiasme envers la meua recerca que ha estat fonamental per no decaure en els moments més complicats. Va ser un suport excepcional durant la nostra separació per la meua estada de recerca a l'estranger, i fins el darrer moment ha fet l'impossible per a què pogués finalitzar aquesta tesi, deixant de banda altres projectes quan ha estat necessari.

El meu germà, en Joan, que coneix molt de prop els maldecaps, èxits i contratemps soferts durant el doctorat, sempre m'ha donat una mà, especialment en els darrers mesos, oferint-me un raconet a casa seva per poder acabar la redacció.

Sense la meva mare, Teresa, no hauria estat possible realitzar l'estada a Londres. I no tan sols em va encoratjar visitant-me a la "city", sinó que sempre ha demostrat interès en les meves metes acadèmiques.

Però l'ajuda més important me l'ha brindat el meu pare, Jordi, qui des del primer moment es va involucrar en les campanyes de camp, i després ha anat llegint els progressos i resultats de la tesi, ha estudiat amb profunditat la capçalera i el substrat del riu Anoia, i sense qui, amb tota certesa, no hauria pogut tancar aquesta etapa. Sempre recordaré els viatges amb el Land Rover amb un somriure, inclús quan ens vam quedar atrapats a les aigües de Sant Sadurní. I la Txaro, amb el millor humor que he pogut conèixer, ha posat el toc més dolç en els darrers dies de treball.

A tots ells, moltíssimes gràcies.

I. RESUM

La tesi que es presenta té com a objecte d'estudi el transport del sediment dissolt a les aigües superficials del riu Anoia. Es tracta d'una conca d'escala mitjana, amb 926 km² de superfície, situada al nord-est de la península Ibèrica. És afluent del riu Llobregat, i es troba en una regió de clima mediterrani i de litologia molt variada, essent en general més sedimentària a la capçalera, calcària i granítica al centre, i abundant en margues i gresos al final del curs.

El treball de camp comportà un mostreig quinzenal d'aigües superficials a cinc punts repartits de la conca, durant els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13. Al final del període s'obtingué un total de 240 mostres, de les quals s'analitzaren diferents paràmetres fisicoquímics. Al camp es mesuraren el cabal instantani (Qi) i la temperatura (T) del riu a cada secció.

Les mesures del pH, la conductivitat elèctrica (CE), el pes del sediment en suspensió (SS), el contingut en sals (NaCl) i les concentracions de bicarbonats (HCO₃⁻), clor (Cl⁻), nitrats (NO₃⁻), nitrits (NO₂⁻) i fosfats (PO₄³⁻) es feren al laboratori de Geografia Física de la Universitat de Barcelona. Els ions de calci (Ca²⁺), sodi (Na⁺), magnesi (Mg²⁺), potassi (K⁺), sulfats (SO₄²⁻), manganès (Mn²⁺), ferro (Fe²⁺), silici (Si⁻), zinc (Zn²⁺), alumini (Al³⁺) i fòsfor total (P³⁻) es dugueren a analitzar als Centres Científics i Tecnològics de la UB mitjançant la tècnica ICP-MS.

Les dades permeten distingir diferents tipus d'aigua en cada secció, confirmar la hipòtesis que el grau de mineralització disminueix en augmentar l'aportació, trobar relacions entre paràmetres mitjançant anàlisis estadístiques simples i multivariants, determinar la qualitat ecològica i la potabilitat de la mateixa, i finalment estimar el pes total de la càrrega dissolta transportada per anys.

Els resultats obtinguts posen de manifest l'elevada salinitat natural del riu i han permès detectar la gran variabilitat existent entre el total de sediment dissolt transportat a cada punt, així com les variacions registrades dels paràmetres fisicoquímics en els mateixos indrets. Malgrat que el total de càrrega dissolta en aigua és major a la capçalera que a qualsevol altre lloc, amb uns valors mitjans de 1576 mg·l⁻¹, a la desembocadura la concentració de soluts és de 1076 mg·l⁻¹. El total de càrrega dissolta que es vessa al Llobregat ha resultat, de mitjana, de 33000 tones per any.

L'efecte del cabal en la dilució dels minerals, la importància del clima i la litologia, així com els usos del sòl, són factors que s'han detectat a tots els punts de mostreig, en graus diferents. A la capçalera, el substrat és el factor més decisiu en la composició química de les aigües, donada la seva erosivitat. A les rieres, l'aqüífer de Carme-Capellades del qual sorgeixen les aigües els confereix unes propietats hidroquímiques específiques, que responen al cabal només en episodis de crescuda importants. A St. Sadurní i a Martorell la composició de les aigües és més sensible al cabal que els altres punts, però estan més afectades per l'impacte antròpic.

II. ABSTRACT

The thesis presented aims to study the transport of dissolved solids in stream water of the Anoia river. It is a medium-sized basin with 926 km² of surface, located in the northeast of the Iberian Peninsula. It is a tributary of the Llobregat river, and it is found in a region of Mediterranean climate and varied lithology, being generally more sedimentary to the head, with presence of limestone and granite in the center, and abundant marls and sandstones at the end of the course.

The fieldwork involved biweekly sampling of stream water in five points distributed throughout the basin during the hydrological years 2011-12 and 2012-13. At the end of the period it was obtained a total of 240 samples, from which different physicochemical parameters were analyzed. In the field it was measured the instantaneous discharge (Qi) and temperature (T) in each section of the river.

The measurements of pH, electrical conductivity (CE), the weight of the suspended sediment (SS), salt content (NaCl) and the concentrations of bicarbonates (HCO₃⁻), chlorine (Cl⁻), nitrates (NO₃⁻), nitrites (NO₂⁻) and phosphates (PO₄³⁻) were done at the laboratory of Physical Geography of the University of Barcelona. The calcium ions (Ca²⁺), sodium (Na⁺), magnesium (Mg²⁺), potassium (K⁺), sulfates (SO₄²⁻), manganese (Mn²⁺), iron (Fe²⁺), silicon (Si⁻), zinc (Zn²⁺), aluminum (Al³⁺) and total phosphorus (P³⁻) were analyzed at the Scientific and Technical Centers of the UB by ICP-MS technique.

The data set allow to distinguish different types of water in each section, confirm the hypothesis that the degree of mineralization decreases with increasing flow, find relationships between parameters using simple and multivariate statistical analyzes, determine the ecological quality and drinkability of it, and then estimate the total weight of the dissolved loads transported up for years.

The results show the high natural salinity of the river and have allowed to detect the great variability between the total dissolved solids transported at every point, while finding temporal variations of physicochemical parameters recorded in the same places. Although the total solutes concentration in water is greater at the headwaters than elsewhere, with average values of 1576 mg·l⁻¹, at the outlet the mean mineralization is 1076 mg·l⁻¹. The total dissolved loads transferred to the Llobregat river has been an average of 33000 tons per year.

The effect of the discharge on the dilution of minerals, the importance of climate and lithology, as land uses, are factors that have been detected in all sampling points in different degrees. At the top, the substrate is the most decisive factor in the chemical composition of water, given its erosivity. The Carme-Capellades aquifer provides water to streams, and confers specific hydrochemical properties that respond to flow only in major flood events. At St. Sadurní and Martorell the composition of the water is more sensitive to discharge than in other places, but they are the most affected by anthropic impact.

III. ÍNDEX

Agraïments	I
I. Resum	V
II. <i>Abstract</i>	VII
III. Índex	IX
IV. Índex de taules	XIII
V. Índex de figures	XV
VI. Llistat d'acrònims	XX
1. Introducció	1
1.1. Context i justificació	3
1.2. L'estat de la qüestió	4
1.2.1. Soluts al món	4
1.2.2. Soluts a la Mediterrània	8
1.2.3. Soluts al riu Anoia	9
1.3. Hipòtesis	11
1.4. Objectius	12
2. El riu Anoia	15
2.1. Context fisiogeogràfic	17
2.2. Geologia	20
2.3. Cicle hidrològic	23
2.3.1. Clima	23
2.3.2. Hidrologia	24
2.4. Marc biogeogràfic	33
2.5. Usos del sòl	34
3. Metodologia	37
3.1. Treball de camp	39
3.2. Anàlisi al laboratori	41
3.2.1. Descripció dels paràmetres analitzats	45
3.3. Treball de gabinet	52
3.3.1. Recerca bibliogràfica	52
3.3.2. Dades	52
3.3.3. Eines de treball	53
3.3.4. Anàlisi estadístiques	54

4. Hidroquímica i anàlisi de dades	55
4.1. Hidroquímica dels punts de mostreig	57
4.1.1. Hidroquímica de la capçalera, a Jorba	58
4.1.2. Hidroquímica del centre de la conca, a Sant Sadurní d'Anoia	61
4.1.3. Hidroquímica de la desembocadura, a Martorell	64
4.1.4. Hidroquímica de la riera del Carme	67
4.1.5. Hidroquímica de la riera de Mediona	70
4.2. Anàlisi estadística i interpretació de les dades	73
4.2.1. Correlacions i interpretació de les dades de Jorba	73
4.2.2. Correlacions i interpretació de les dades de Sant Sadurní d'Anoia	78
4.2.3. Correlacions i interpretació de les dades de Martorell	62
4.2.4. Correlacions i interpretació de les dades de Carme	86
4.2.5. Correlacions i interpretació de les dades de St. Quintí de Mediona	90
4.3. Càrrega i producció de sediment dissolt a les aigües superficials	94
4.3.1. Total de sediment dissolt a Jorba	95
4.3.2. Total de sediment dissolt a Sant Sadurní d'Anoia	100
4.3.3. Total de sediment dissolt a Martorell	104
4.3.4. Total de sediment dissolt a Carme	107
4.3.5. Total de sediment dissolt a Sant Quintí de Mediona	110
4.4. Naturalesa de l'aigua mitjançant l'anàlisi dels components principals	114
4.4.1. Anàlisi dels components principals de Jorba	115
4.4.2. Anàlisi dels components principals de Sant Sadurní d'Anoia	118
4.4.3. Anàlisi dels components principals de Martorell	121
4.4.4. Anàlisi dels components principals de Carme	124
4.4.5. Anàlisi dels components principals de Sant Quintí de Mediona	127
4.5. Qualitat ecològica i potabilitat de l'aigua	130
4.5.1. Qualitat de les aigües de Jorba	131
4.5.2. Qualitat de les aigües de Sant Sadurní d'Anoia	134
4.5.3. Qualitat de les aigües de Martorell	137
4.5.4. Qualitat de les aigües de Carme	140
4.5.5. Qualitat de les aigües de Sant Quintí de Mediona	143
5. Variabilitat espai-temporal del sediment dissolt	147
5.1. La variabilitat espacial del TSD a la conca del riu Anoia	149
5.1.1. Hidroquímica	149
5.1.2. La càrrega dissolta i la producció de sediment dissolt	157
5.1.3. La conductivitat elèctrica	160
5.1.4. El pH	161
5.1.5. Els cations majoritaris	162

5.1.6. Els anions majoritaris	164
5.1.7. Elements traça	166
5.1.8. El sediment en suspensió	170
5.1.9. Anàlisi dels components principals de la conca	171
5.2. L'evolució temporal del TSD a la conca del riu Anoia	173
5.2.1. Relació cabal/TSD	173
5.2.2. Alteracions temporals en les concentracions iòniques	174
6. Discussió	183
6.1. Verificació de les hipòtesis inicials i dels objectius de la tesi	185
6.2. Punts forts i febles de la metodologia emprada	190
6.3. Les aportacions de la tesi respecte a d'altres treballs afins	191
7. Conclusions finals	193
7a. Conclusions finals	195
7b. Final conclusions	199
Referències	203
Annexes	215
Taules de dades	217
Dades de camp	232

IV. ÍNDEX DE TAULES

Taula 2.1. Fitxa tècnica de la conca del riu Anoia.	19
Taula 3.1. Paràmetres fisicoquímics analitzats de les 240 mostres.	44
Taula 3.2. Descripció general dels paràmetres químics analitzats.	51
Taula 4.1. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Jorba, els anys hidrològics 2011-13.	58
Taula 4.2. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l ⁻¹) de les mostres de Jorba.	59
Taula 4.3. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de SSD, els anys hidrològics 2011-13.	61
Taula 4.4. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes de les mostres de Sant Sadurní d'Anoia.	62
Taula 4.5. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Martorell, els anys hidrològics 2011-13.	64
Taula 4.6. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l ⁻¹) de les mostres de Martorell.	65
Taula 4.7. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Carme, els anys hidrològics 2011-13.	67
Taula 4.8. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l ⁻¹) de les mostres de Carme.	68
Taula 4.9. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de SQM, els anys hidrològics 2011-13.	70
Taula 4.10. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l ⁻¹) de les mostres de SQM.	71
Taula 4.11. Matriu de correlacions entre paràmetres de Jorba.	74
Taula 4.12. Matriu de correlacions entre paràmetres de SSD.	79
Taula 4.13. Matriu de correlacions entre paràmetres de Martorell.	83
Taula 4.14. Matriu de correlacions entre paràmetres de Carme.	87
Taula 4.15. Matriu de correlacions entre paràmetres de SQM.	90
Taula 4.16. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a JRB.	97
Taula 4.17. Valors estimats del TSD transportat i produït a Jorba.	99
Taula 4.18. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a SSD.	102
Taula 4.19. Valors estimats del TSD transportat i produït a Sant Sadurní d'Anoia.	103
Taula 4.20. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a MTL.	105
Taula 4.21. Valors estimats del TSD transportat i produït a Martorell.	106
Taula 4.22. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a CRM.	108
Taula 4.23. Valors estimats del TSD transportat i produït a la riera del Carme.	109
Taula 4.24. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a SQM.	112
Taula 4.25. Valors estimats del TSD transportat i produït a la riera de Mediona.	113
Taula 4.26. Agrupacions de paràmetres per a la interpretació de l'anàlisi dels components principals.	115
Taula 4.27. Selecció dels CP segons variàncies entre paràmetres a JRB.	116
Taula 4.28. Resultats de l'anàlisi de components principals a Jorba.	116
Taula 4.29. Selecció dels CP segons variàncies de paràmetres a SSD.	119

Taula 4.30. Resultats de l'anàlisi de components principals a St. Sadurní.	119
Taula 4.31. Percentatges de la variància que expliquen els components principals de MTLL.	122
Taula 4.32. Resultats de l'anàlisi de components principals a Martorell.	122
Taula 4.33. Percentatges de la variància que expliquen els components principals de CRM.	125
Taula 4.34. Resultats de l'anàlisi de components principals a Carme.	125
Taula 4.35. Percentatges de la variància que expliquen els components de SQM.	128
Taula 4.36. Resultats de l'anàlisi de components principals a St. Quintí.	128
Taula 4.37. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de JRB. Elaboració pròpia a partir de Prat <i>et al.</i> , 2008 i Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	132
Taula 4.38. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de JRB. Elaboració pròpia a partir de Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	133
Taula 4.39. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de SSD. Elaboració pròpia a partir de Prat <i>et al.</i> , 2008 i Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	135
Taula 4.40. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de SSD. Elaboració pròpia a partir de Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	136
Taula 4.41. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de MTLL. Elaboració pròpia a partir de Prat <i>et al.</i> , 2008 i Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	138
Taula 4.42. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de MTLL. Elaboració pròpia a partir de Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	139
Taula 4.43. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de CRM. Elaboració pròpia a partir de Prat <i>et al.</i> , 2008 i Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	141
Taula 4.44. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de CRM. Elaboració pròpia a partir de Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	142
Taula 4.45 Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de SQM. Elaboració pròpia a partir de Prat <i>et al.</i> , 2008 i Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	144
Taula 4.46. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de SQM. Elaboració pròpia a partir de Úbeda <i>et al.</i> , 2002.	145
Taula 5.1. Valors mitjans dels paràmetres analitzats a les 48 mostres de les cinc estacions d'aforament els anys hidrològics 2011-13.	151
Taula 5.2. Valors màxims i mínims dels paràmetres analitzats a les 48 mostres de les cinc estacions d'aforament els anys hidrològics 2011-13.	153
Taula 5.3. Total de càrrega dissolta transportada i produïda a la conca del riu Anoia.	159
Taula 5.4. Selecció dels CP segons variàncies entre paràmetres.	171
Taula 5.5. Resultats de l'anàlisi dels components principals de totes les mostres.	171

V. ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1.1. Fotografia de la riera del Carme.	1
Figura 1.2. Relació entre Q i TSD en diversos rius del món.	6
Figura 1.3. Valors mitjans, màxims i mínims de la producció de SD als rius de Montana.	7
Figura 1.4. Paràmetres analitzats i punts de mostreig al Llobregat, els anys 2003 i 2004.	10
Figura 2.1. Fotografia de l'estació d'aforament de Sant Quintí de Mediona.	15
Figura 2.2. Emplaçament de la conca del riu Anoia.	18
Figura 2.3. La xarxa fluvial de la conca del riu Anoia i el relleu principal.	19
Figura 2.4. a) Esquema geològic de Catalunya; b) Estructura geològica del riu Anoia.	20
Figura 2.5. Mapa geològic de la conca del riu Anoia.	21
Figura 2.6. Climograma dels Hostalets de Pierola.	24
Figura 2.7. Jerarquia de la xarxa fluvial de la conca del riu Llobregat.	24
Figura 2.8. Relació entre precipitació i Q a SSD, de 2001 a 2011.	25
Figura 2.9. Relació entre precipitació i escolament a SSD, 2011-13.	26
Figura 2.10. Freqüències de cabals de JRB a partir de dades diàries des de 1930 a 2010.	27
Figura 2.11. Freqüències de cabals de JRB de 48 dies de mostreig.	28
Figura 2.12. Freqüències de cabals de SSD a partir de dades diàries des de 2000 a 2013.	29
Figura 2.13. Freqüències de cabals de SSD de 48 dies de mostreig.	29
Figura 2.14. Freqüències de cabals de MTLL a partir de dades diàries 2011 a 2012.	30
Figura 2.15. Freqüències de cabals de MTLL de 48 dies de mostreig.	30
Figura 2.16. Freqüències de cabals de CRM a partir de dades diàries de 2008 a 2011.	31
Figura 2.17. Freqüències de cabals de CRM de 48 dies de mostreig.	31
Figura 2.18. Freqüències de cabals de SQM a partir de dades diàries de 2001 a 2013.	32
Figura 2.19. Freqüències de cabals de SQM de 48 dies de mostreig.	32
Figura 2.20. Imatges de canya americana, cranc americà, bernat pescaire i carpa comuna.	34
Figura 2.21. Mapa dels usos del sòl de la conca de l'Anoia.	35
Figura 3.1. Fotografia de l'estació d'aforament de Sant Sadurn d'Anoia.	37
Figura 3.2. Emplaçament de l'àrea d'estudi i els punts de mostreig.	40
Figura 3.3. Imatges dels regles de les estacions d'aforament gestionades per l'ACA.	41
Figura 3.4. Gràfic de corbes de relació Q/H de les cinc EA.	41
Figura 4.1. Fotografia del conductímetre del laboratori de Geografia Física de la UB.	55
Figura 4.2. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Jorba, els anys hidrològics 2011-13.	59

Figura 4.3. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Jorba.	60
Figura 4.4. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de SSD, els anys hidrològics 2011-13.	62
Figura 4.5. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de St. Sadurní.	63
Figura 4.6. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Martorell, els anys hidrològics 2011-13.	65
Figura 4.7. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Martorell.	66
Figura 4.8. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Carne, els anys hidrològics 2011-13.	68
Figura 4.9. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Carne.	69
Figura 4.10. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de SQM, els anys hidrològics 2011-13.	71
Figura 4.11. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de St. Quintí.	72
Figura 4.12. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de Jorba.	75
Figura 4.13. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris de Jorba.	76
Figura 4.14. Variacions temporals de cabal i concentracions de Ca ²⁺ i Cl ⁻ a Jorba, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.	76
Figura 4.15. Correlacions entre Ca ²⁺ , Cl ⁻ i Qi de Jorba.	77
Figura 4.16. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de Jorba.	77
Figura 4.17. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de SSD.	79
Figura 4.18. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris de St. Sadurní.	80
Figura 4.19. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO ₃ ⁻ i Cl ⁻ a St. Sadurní, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.	80
Figura 4.20. Correlacions entre HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ i Qi a St. Sadurní.	81
Figura 4.21. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de St. Sadurní d'Anoia.	82
Figura 4.22. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de MTLL.	83
Figura 4.23. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a Martorell.	84
Figura 4.24. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO ₃ ⁻ i Cl ⁻ a MTLL, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.	85
Figura 4.25. Correlacions entre HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ i Qi a MTLL.	85
Figura 4.26. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de MTLL.	86
Figura 4.27. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de CRM.	87
Figura 4.28. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a Carne.	88
Figura 4.29. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO ₃ ⁻ i Ca ²⁺ a Carne, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.	88
Figura 4.30. Correlacions entre HCO ₃ ⁻ , Ca ²⁺ i Qi a Carne.	89
Figura 4.31. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de Carne.	89
Figura 4.32. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de SQM.	91
Figura 4.33. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a St. Quintí.	91

Figura 4.34. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO_3^- i Ca^{2+} a St. Quintí, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.	92
Figura 4.35. Correlacions entre HCO_3^- , Ca^{2+} i Qi a St. Quintí de Mediona.	92
Figura 4.36. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de St. Quintí.	93
Figura 4.37. Evolució temporal del Qi i el TSD per litre a JRB. Relació oposada.	96
Figura 4.38. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de Jorba, per dies El TSD diari pren la mateixa direcció que el cabal mitjà diari.	96
Figura 4.39. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a JRB. Correlació de tendència negativa.	97
Figura 4.40. TSD transportat a Jorba, per anys i per estacions, i mitjana total anual.	100
Figura 4.41. Evolució temporal del cabal i el TSD els anys 2011-13 a St. Sadurní.	101
Figura 4.42. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de St. Sadurní, els dies de mostreig.	101
Figura 4.43. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a SSD. Correlació de tendència negativa.	102
Figura 4.44. Gràfic resum del TSD transportat a SSD, per anys i per estacions, mitjana total anual.	103
Figura 4.45. Evolució temporal del cabal i el TSD els anys 2011-13 a MTLL.	104
Figura 4.46. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de Martorell, els dies de mostreig.	104
Figura 4.47. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a MTLL. Correlació de tendència negativa.	105
Figura 4.48. Gràfic resum del TSD transportat a Martorell, per anys i per estacions, i mitjana total anual.	106
Figura 4.49. Evolució temporal del cabal i el TSD a Carme els anys 2011-13.	107
Figura 4.50. Avaluació del pes de la càrrega de sediment dissolt transportada a l'estació d'aforament de Carme, els dies de mostreig.	107
Figura 4.51. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a CRM. Correlació de tendència negativa.	108
Figura 4.52. Gràfic resum del TSD transportat a la riera del Carme, per anys i per estacions, i mitjana total anual.	109
Figura 4.53. Evolució temporal del cabal i el TSD els anys 2011-13 a SQM.	110
Figura 4.54. Avaluació del pes de la càrrega dissolta transportada a l'estació d'aforament de Mediona, els dies de mostreig.	111
Figura 4.55. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a SQM. Correlació de tendència negativa.	111
Figura 4.56. Gràfic resum del TSD transportat a la riera de Mediona, per anys i per estacions, i mitjana total anual.	113
Figura 4.57. Gràfic de dispersió dels factors dels tres components principals de JRB.	116
Figura 4.58. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Jorba.	117
Figura 4.59. Gràfic de dispersió dels factors dels tres components principals de SSD.	119
Figura 4.60. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Sant Sadurní d'Anoia.	120
Figura 4.61. Gràfic de dispersió dels factors dels tres components principals de MTLL.	122
Figura 4.62. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Martorell.	123
Figura 4.63. Gràfic de dispersió dels factors dels tres components principals de CRM.	125

Figura 4.64. Representació del CP 1 en front del CP 2 a la riera del Carme.	126
Figura 4.65. Gràfic de dispersió dels factors dels tres components principals de SQM.	128
Figura 4.66. Representació del CP 1 en front del CP 2 a la riera de Mediona.	129
Figura 4.67. Paràmetres excessius en la qualitat ecològica de les aigües del riu Anoia.	130
Figura 4.68. Diagrama de Wilcox de les mostres de JRB.	133
Figura 4.69. Diagrama de Wilcox de les mostres de SSD.	136
Figura 4.70. Diagrama de Wilcox de les mostres de MTL.	139
Figura 4.71 Diagrama de Wilcox de les mostres de CRM.	142
Figura 4.72 Diagrama de Wilcox de les mostres de SQM.	145
Figura 5.1. Fotografies de l'estació d'aforament de Martorell.	147
Figura 5.2. Diagrama de Piper de les cinc estacions d'aforament del riu Anoia. Mostres dels anys hidrològics 2011-13.	155
Figura 5.3. Diagrama de Wilcox de les cinc estacions d'aforament del riu Anoia. Mostres dels anys hidrològics 2011-13.	156
Figura 5.4. Mapa de distribució de la càrrega i producció de sediment dissolt al riu Anoia.	158
Figura 5.5. Mapa de la distribució dels valors de conductivitat elèctrica a la conca del riu Anoia.	160
Figura 5.6. Intervals de CE en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.	161
Figura 5.7. Intervals valors de pH.	161
Figura 5.8. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels cations majoritaris a la conca del riu Anoia.	162
Figura 5.9. Intervals de concentracions de calci, sodi, magnesi i potassi en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.	163
Figura 5.10. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels anions majoritaris a la conca del riu Anoia.	164
Figura 5.11. Intervals de concentracions de bicarbonats, clor, sulfats i nitrats en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.	165
Figura 5.12. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels elements traça (metalls) a la conca del riu Anoia.	166
Figura 5.13. Intervals de concentracions dels elements traça en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.	167
Figura 5.14. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels elements traça (silici i no metalls) a la conca del riu Anoia.	168
Figura 5.15. Intervals de concentracions dels elements traça en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.	169
Figura 5.16. Intervals de concentracions de SS en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.	170
Figura 5.17. Gràfic de dispersió dels tres components principals de les mostres del riu Anoia	171
Figura 5.18. Representació del CP1 en front del CP2 de les 240 mostres d'aigua del riu Anoia.	172
Figura 5.19. Evolució del total de càrrega dissolta per punts de mostreig i del cabal mitjà diari de St. Sadurní els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13.	173
Figura 5.20. Canvis temporals en les concentracions dels cations majoritaris als cinc punts de mostreig del riu Anoia.	175
Figura 5.21. Canvis temporals en les concentracions dels anions majoritaris als cinc punts de mostreig del riu Anoia.	177
Figura 5.22. Canvis temporals en les concentracions dels metalls traça als cinc punts de mostreig del riu Anoia.	179

Figura 5.23. Canvis temporals en les concentracions de silici i de no metalls traça als cinc punts de mostreig del riu Anoia.	181
Figura 6.1. Fotografia de l'estació d'aforament de Jorba.	183
Figura 6.2. Elements que es consideren en el <i>fingerprinting</i> .	191
Figura 7.1. Fotografia del riu a St. Sadurní d'Anoia.	193
Figura 7.2a. Tipificació de la conca en tres àrees.	197
Figure 7.2b. Typification of the Anoia river basin into three main areas.	201
Figura 8. Fotografia de treball de camp a Martorell.	203
Figura 9. Fotografia de les Déus de Mediona.	215

VI. SIGLES I ACRÒNIMS

ACA	Agència Catalana de l'Aigua
ACP	Anàlisi dels components principals
EA	Estació d'aforament
EMA	Estació meteorològica automàtica
CCiT	Centres Científics i Tecnològics
CE	Conductivitat elèctrica
CRM	Carme
DS	<i>Dissolved solids</i> (sediment dissolt)
EC	<i>European Commission</i> (Comunitat Europea)
GF	Geografia física
ICP-MS	<i>Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry</i> (espectrometria de masses per plasma d'acoblament inductiu)
JRB	Jorba
m ³ ·s ⁻¹	Metres cúbics per segon
mg·l ⁻¹	Mil·ligrams per litre
MTLL	Martorell
P	Precipitació
Q	Cabal
Qi	Cabal instantani (<i>instant discharge</i>)
Qm	Cabal mitjà
SD	Sediment dissolt
SIG	Sistema d'informació geogràfica
SS	Sediment en suspensió
SSD	Sant Sadurní d'Anoia
SQM	Sant Quintí de Mediona
s.n.m.	Sobre el nivell del mar
TSD	Total de sediment dissolt
UB	Universitat de Barcelona



Figura 1.1. La riera del Carme, amb l'estació d'aforament al fons, octubre de 2011. Fotografia d'Elena Rallo.

1. INTRODUCCIÓ

1. Introducció

1.1. Context i justificació

Aquesta tesi es proposà originalment com un complement de la tesi doctoral del Dr. Joaquim Farguell, qui estudià el sediment en suspensió (SS) a la conca del riu Anoia durant els anys hidrològics 2001-02 i 2002-03, amb l'ànim d'ampliar el coneixement del transport de sediment que ocorre en aquesta àrea. De les seves campanyes de camp en resultà una tesi que tractà exclusivament sobre el SS a dos punts del riu, un a la capçalera, i l'altre al tram mig-final (Farguell, 2005). Ara bé, de les seves mostres s'obtingueren també una àmplia col·lecció de dades sobre la química inorgànica de l'aigua, que no han arribat a fer-se públiques.

Amb aquest coneixement previ, i amb el seu ajut com a tècnic de l'Agència Catalana de l'Aigua, vam convenir realitzar de nou uns mostrejos d'aigua corrent, aquest cop de forma sistemàtica, per a poder explicar el transport del sediment dissolt de l'Anoia.

Com es mostra al capítol 1.4, s'ha escrit poc sobre el transport de sediment dissolt (en endavant, SD), tant a l'Anoia com a la resta de rius mediterranis. La recerca sobre aquesta matèria, des del punt de vista estrictament hidrològic o geomorfològic, ha tingut auges puntuals en indrets de clima molt diferent, especialment a partir de la dècada dels vuitanta. A l'actualitat, l'estudi hidroquímic de les aigües d'escolament sol centrar els seus objectius en temes de medi ambient i consum humà, deixant de banda la importància del càlcul del "pes" del sediment i les seves repercussions en el medi.

En aquesta tesi es presenten els resultats de l'estudi continuat del SD a les aigües superficials de la conca del riu Anoia durant els anys hidrològics (de setembre a octubre) 2011-12 i 2012-13, amb l'objectiu principal d'ampliar el coneixement sobre el comportament de la càrrega dissolta en un riu mediterrani d'escala mitjana.

L'anàlisi hidroquímica de les mostres recollides ha permès mostrar la gran variabilitat espacial del TSD a tota la conca, alhora que s'ha detectat una marcada estacionalitat pròpia del règim mediterrani. La relació entre el TSD al riu i la litologia, el clima i els usos del sòl (en aquest ordre jeràrquic) s'ha considerat des del primer moment.

Aquest treball parteix de l'anàlisi de 240 mostres d'aigua, recollides quinzenalment durant dos anys. Les dades obtingudes han de permetre detectar uns patrons de comportament, encara que en termes estadístics, caldrien més anys de mostres continuats per arribar a elaborar un model que serveixi per a predir el comportament dels soluts a la conca. Ara bé, les aportacions d'aquesta recerca, amb els mitjans i el temps de què hem disposat per a dur-la a terme, són de gran interès per als estudiosos de la hidrologia, la geomorfologia, la biogeografia i la geografia regional.

1.2. L'estat de la qüestió

La literatura científica consultada per a desenvolupar aquest projecte ha estat molt àmplia i diversa. Inicialment, la recerca es va enfocar a les publicacions sobre l'àrea d'estudi, sobre hidroquímica en conques de dimensió i clima similars, i manuals d'hidrologia i estadística, entre d'altres matèries. Al llarg de l'elaboració d'aquesta tesi, no obstant, ha estat necessari ampliar els coneixements prenent com a referents altres treballs no tan directament relacionats amb els objectius globals que es persegueixen, però que d'una manera o altra han servit de model i inspiració.

Els treballs més interessants en aquest sentit, es poden englobar en tres grups: 1) publicacions i llibres sobre la composició i el comportament del SD en conques arreu del món, que senten les bases del coneixement; 2) publicacions sobre estudi de casos del SD a la Mediterrània; i 3) treballs de recerca que presenten dades de la composició de les aigües del riu Llobregat, que engloba la nostra àrea d'estudi, i del riu Anoia més concretament.

A les línies que segueixen es detallen els referents de cada un d'aquests grups, de tal manera que es puguin fer entenedors els precedents d'aquesta tesi i reconèixer els mèrits dels pioners i els posteriors investigadors.

1.2.1. Soluts al món

Els primers estudis sobre la composició de les aigües d'escorrentiu es remunten al s. XIX, sobre el riu Nil al seu pas per Egipte, quan Popp i Letheby començaren a analitzar la química de l'aigua (Popp, 1875; Baker, 1880). El principal objectiu dels treballs residia en determinar la seva potabilitat i potencial per al regadiu.

L'interès en el transport fluvial de soluts s'expandeix a finals del s. XX, quan s'introdueixen investigacions de caire geomorfològic com l'erosió química i mecànica (Wolman i Miller, 1960; Webb i Walling, 1982). Aquests treballs, sumats a una creixent preocupació sobre el volum de sediments transportat per les aigües continentals al mar (Meybeck, 1976, 1979) assentaren unes bases metodològiques per a l'estudi de l'impacte ambiental de la contaminació i les activitats humanes, els processos hidroquímics i els processos d'escolament. En aquest període, i fins l'actualitat, l'anàlisi de la composició química de les aigües d'escolament superficial correspon normalment a programes promoguts per les autoritats competents, a projectes en grups de recerca o competeix a investigacions de caràcter privat. Alguns manuals d'hidrologia presenten una bona metodologia per a la pràctica d'aquests treballs (Gregory i Walling, 1973; Dunne i Leopold, 1978; Richards, 1982), però hi ha grans buits en l'estudi de la variabilitat espacial i temporal del transport de sediment dissolt als rius.

A nivell regional, diversos autors han estudiat el comportament espacial i temporal del TSD en conques mitjanes arreu del món: els treballs a la conca alta del Colorado d'Irons i el seu equip o els treballs globals en rius i llacs de Livingstone a la dècada dels 60 assentaren les premisses d'un estudi de la geoquímica de l'aigua fluvial més acurat. A partir de la dècada dels 70, es començà a sistematitzar l'anàlisi de les aigües a conques petites i mitjanes angleses, arran de l'interès d'investigadors com Walling i Webb, i també a d'altres països, de la mà de Meybeck o Foster, entre d'altres (Webb i Walling, 1983).

A gran escala, un intent de determinar el comportament global dels soluts fluvials el trobem en el treball de Durum et al. (1960) i de Walling i Webb (1983), en què proposen uns valors de referència per superfícies i règims hidrometeorològics, i mostren exemples de correlacions entre la descàrrega fluvial i el TSD (figura 1.2). Cal destacar la gran tasca investigadora de Meybeck, qui, a més d'estudiar el transport de sediment dissolt i suspès en diversos llacs i rius del món (Meybeck, 1976), fou dels pioners en preocupar-se de la seva repercussió als oceans (Meybeck, 1979).

El mateix autor es va preocupar sobre l'origen dels sediments dissolts i particulats de l'aigua dels rius, qüestionant-se aspectes com quina és la composició iònica més comuna, d'on provenen els materials, quins són els factors ambientals que controlen les concentracions i càrregues, o quines són les zones que suposen major input de materials als rius, per concloure que la variabilitat entre i intra conques és altíssima (Meybeck, 1980).

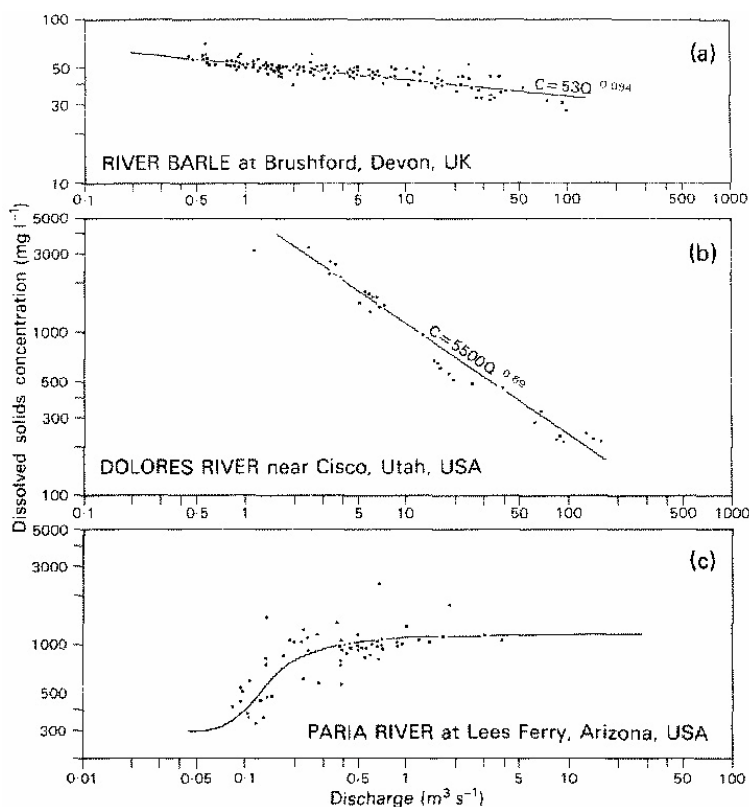


Figura 1.2: Relació entre la concentració total de sòlids dissolts i la descàrrega (cabal) a tres rius diferents (a, b i c). La majoria dels rius del món tenen una recta de regressió negativa, que indica major TSD com menor és el cabal. En aigües amb concentracions de soluts molt baixes, aquesta recta sol esdevenir positiva (Walling i Webb, 1983).

El "problema" de l'escala:

La recerca científica en matèria de conques fluvials depèn en gran mesura dels recursos econòmics i de personal, a més de les motivacions que engeguin cada estudi en particular. En conques petites o experimentals, és més assumible la instal·lació i control dels equipaments necessaris per a controlar els cabals i realitzar mostres sistemàtics o puntuals de l'aigua corrent. D'aquesta manera, amb una inversió inicial i un seguiment continuat, es pot arribar a estudiar amb molta profunditat els processos que es donen en aquests indrets particulars. Una bona mostra d'aquests estudis complets la trobem en la tesi de Pacheco (2013), sobre una riera de 2,5 km² a la província de Girona.

En conques mitjanes i grans, per contra, és molt costosa la instal·lació d'aforaments amb equipaments repartits al territori, així com el seu manteniment i seguiment continuat, motiu pel qual no es troben treballs sobre dinàmica del SD per a períodes llargs.

En comparació amb el SS, el SD ha estat molt menys estudiat, de la mateixa manera que la càrrega de fons, perquè cada tipus de sòlid requereix d'unes tècniques i mètodes diferents d'anàlisi. Hi ha molts treballs sobre la resposta del SS durant les crescudes, i és ben conegut que aquest correlaciona positivament amb el cabal, en contra del què sol passar amb el SD (American Society of Civil Engineers, 1975). Diversos autors han estudiat en episodis puntuals la histèresi del SD durant la crescuda (Webb i Walling, 1983), és a dir, el patró de dissolució en l'aigua a mesura que passen els minuts o les hores de l'episodi.

Existeixen molts treballs arreu del món sobre la hidroquímica en sistemes fluvials i el còmput del total de SD. Aquests, realitzats a partir de mostres puntuals o en campanyes de més llarga duració, mostren taules de dades i gràfics explicatius de les anàlisis realitzades. Un bon exemple d'aquests estudis el trobem en els esforços del Servei Geològic dels Estats Units, com es mostra a la figura 1.3.

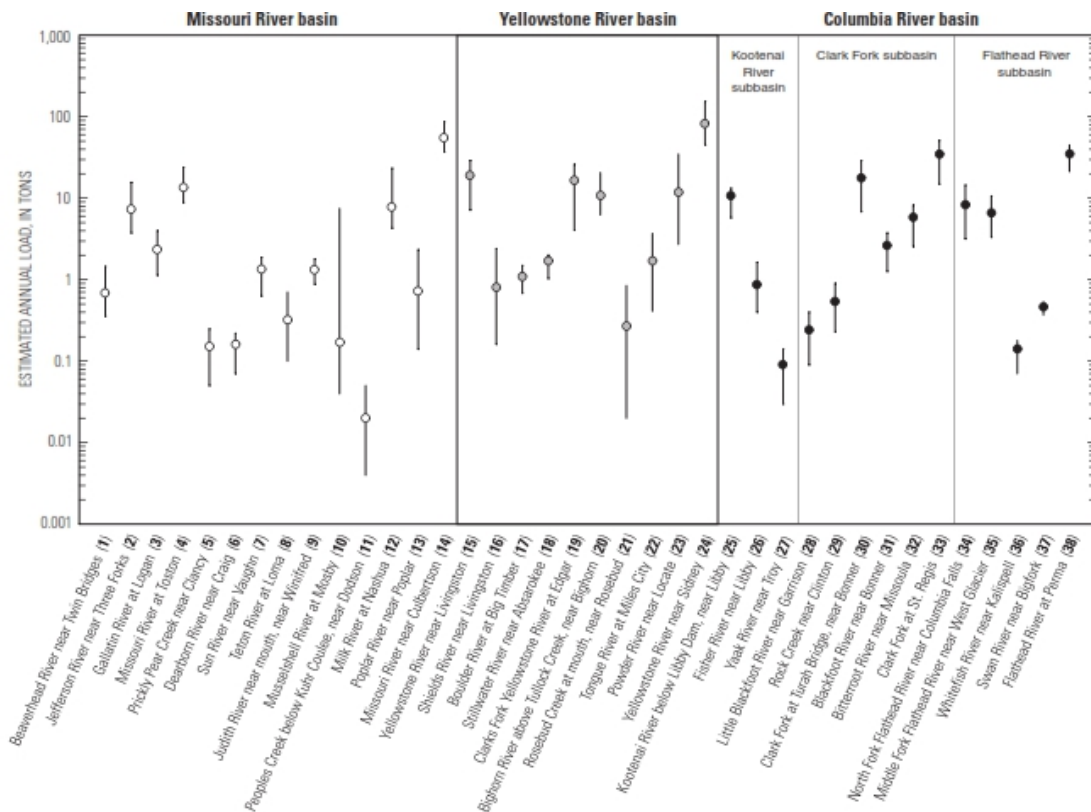


Figura 1.3. Valors mitjans, màxims i mínims, de la producció total de SD en rius de l'Estat de Montana, als EUA, entre els anys 1999-2003. Lambing, J. H. i Cleasby, T. E. (2006)

S'ha escrit molta literatura científica, puntual o extensa, sobre temes afins en àrees de característiques fisiogeogràfiques similars a l'àrea d'estudi en altres indrets del món que poden ajudar a la comprensió dels processos que s'estan investigant aquí. Alguns dels treballs de referència els hem trobat en els manuals d'hidrologia i geomorfologia fluvial, que han deixat autors com Gordon *et al.* (1992) i Charlton (2008), respectivament.

1.2.2. Soluts a la Mediterrània

Sobre rius mediterranis, i més concretament a Catalunya, trobem estudis sobre la composició química de l'aigua a partir de mostres puntuals i sistemàtics promoguts per les entitats competents (Agència Catalana de l'Aigua, 2005, Diputació de Barcelona, 2007), amb un enfocament marcadament ecològic. En aquest aspecte destaquen els treballs d'Àvila i Rodà (1988), que impulsaren l'anàlisi hidrogeoquímica de les aigües superficials en rius mediterranis al Montseny, relacionant-la amb la coberta vegetal. L'interès ecològic del contingut en soluts als rius queda patent a les publicacions de manuals tècnics com els de Prat *et al.* (2008) i d'Elosegui i Sabater (2009) que, malgrat ser de gran utilitat geogràfica, aporten menys informació des d'un punt de vista estrictament geomorfològic.

En treballs més específics com els de Sabater *et al.* (1991), s'estudià la variabilitat espai-temporal del TSD a la conca del Ter, objectiu principal que es persegueix en aquesta tesi, encara que en una conca amb propietats litològiques i escala notablement diferents. També és notori el recent auge de l'interès per determinar les relacions entre el comportament dels soluts i els diferents usos del sòl a les conques mediterrànies catalanes (Llorens *et al.*, 1998, Sabater *et al.*, 2003, Outeiro *et al.*, 2010), generalment de petita escala, o molt menor que la de la conca de l'Anoia.

Alguns investigadors han portat l'estudi del SD amb la màxima precisió possible, considerant tots els factors del sistema fluvial. Àvila *et al.* (1992) van estudiar el comportament dels soluts durant episodis de tempesta, a una conca experimental, i van demostrar la dificultat de conèixer l'origen i el temps de la dissolució de l'aigua: la histèresi durant la crescuda, l'input de la pluja, la biodiversitat o les condicions hidrològiques anteriors. Al mateix temps, Rodà *et al.* (1992) es plantejaven si la pols atmosfèrica provinent del desert també tindria efectes en la hidroquímica de la mateixa conca, trobant que reduïa l'acidesa natural de les aigües. Aquests treballs, de gran interès científic, són, malauradament, molt escassos, per la seva dificultat d'anàlisi.

Els darrers anys ha sorgit un corrent d'investigadors que han optat per a utilitzar anàlisis estadístiques multivariants que permeten arribar a conclusions noves sobre la qualitat de l'aigua, passant per anàlisis *cluster*, l'anàlisi dels components principals, *anova*, i d'altres tècniques. És una pràctica emprada per a rius de tot el món; en àrees de règim mediterrani, destaquem els treballs de Vega *et al.*, 1998; Wunderlin *et al.*, 2001; o Simeonov *et al.*, 2003, entre d'altres.

1.2.3. Soluts al riu Anoia

Els primers estudis sobre la qualitat de l'aigua del riu Anoia els trobem de la mà de la Diputació de Barcelona, en col·laboració amb universitats locals, que a partir dels anys 90 impulsà campanyes per a l'observació i anàlisi de l'estat ecològic dels sistemes fluvials de la província. D'aquest projecte en resultà una col·lecció de llibres que presentaven dades de paràmetres fisicoquímics de l'aigua, de gran interès per al coneixement de l'estat de salut del medi. De totes maneres, sobre el riu Anoia en resultaren pocs exemplars (Prat i Munné, 1995, i Munné i Prat, 1999), producte de mostrejors puntuals, a finals dels 90, i la majoria dels estudis se centraren en la part alta i baixa del riu Llobregat.

Actualment, aquestes campanyes se segueixen realitzant, també de forma puntual, i la majoria de les dades es poden consultar per internet. El darrer informe de la Diputació de Barcelona, de 2015, presenta dades per a dos aforaments del riu Anoia, en punts diferents dels que s'han buscat en aquest projecte; a Igualada i a Piera (Prat *et al.*, 2015).

L'Agència Catalana de l'Aigua també ha desenvolupat un paper important en l'estudi dels cabals i de l'aigua del riu Anoia. L'informe de les masses d'aigua subterrània de Catalunya dedicat a l'aqüífer de Carme-Capellades, resulta de gran interès per a conèixer l'origen de la composició de les aigües dels tributaris del riu (ACA, 2004). Històricament, aquesta entitat ha registrat cabals diaris a molts punts del territori, i han arribat a construir més de set estacions d'aforament al riu Anoia, malgrat que moltes han deixat de ser operatives. A més, moltes d'aquestes estacions d'aforament estaven dotades d'equipament per a la mesura automàtica de cabals i del mostreig d'aigües. Amb la implantació de la Directiva Marc de l'Aigua (EC, 2003), es dugueren a terme àmplies anàlisis de la qualitat de l'aigua, publicades en documents de síntesi, que englobaven alguns indrets de la nostra conca (ACA, 2005).

A l'actualitat, l'ACA permet consultar on-line algunes de les propietats fisicoquímiques de l'aigua de les estacions d'aforament de Sant Quintí de Mediona i de Sant Sadurní d'Anoia.

Els estudis específics sobre hidroquímica i dinàmica del SD els trobem en treballs de la conca del Llobregat, on puntualment s'han pres mostres a l'Anoia (Casas *et al.*, 2011; Fernández-Turiel *et al.*, 2003, Rosas, 2003, i Rovira, 2008). A la figura 1.4 es mostra un exemple del poc interès que ha despertat la conca del riu Anoia en els estudis sobre salinitat i contaminació de l'aigua, en comparació amb la resta del riu Llobregat.

Es pot concloure, així, que no existeixen treballs previs sobre la composició química de les aigües corrents del riu Anoia, de forma sistemàtica i continuada.

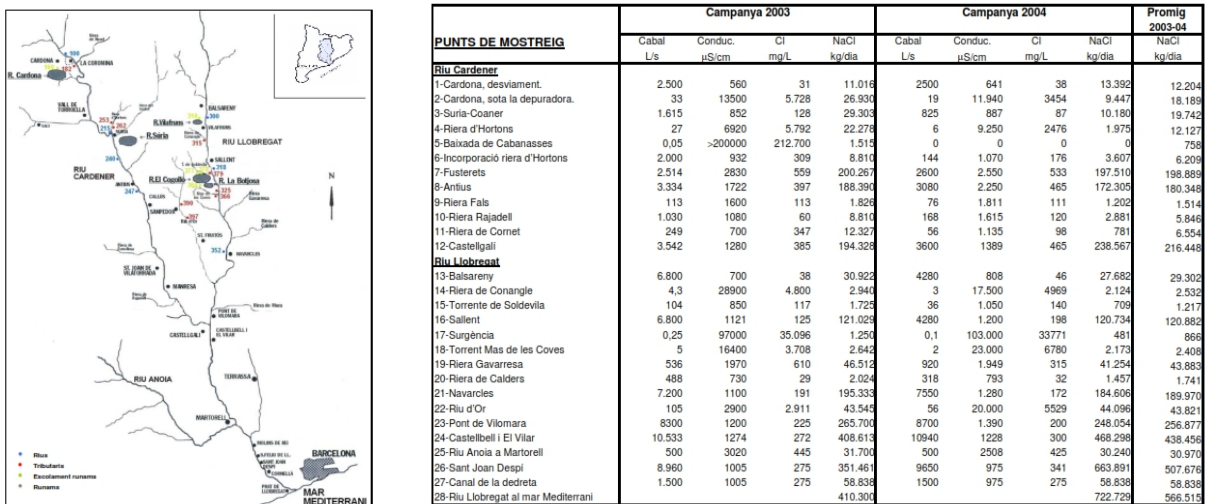


Figura 1.4. Mapa de punts de mostreig i paràmetres analitzats al riu Llobregat els anys 2003 i 2004 (Rovira, 2008). Tan sols trobem un punt de mostreig al riu Anoia, a la seva desembocadura.

1.3. Hipòtesis

El total de SD transportat pel riu varia en funció de diversos factors, com el litològic, els usos del sòl, la meteorologia i la resposta hidrològica (Gregory i Walling, 1973). Aquesta tesi es fonamenta en el supòsit que la conca del riu Anoia presentarà disparitats notables en el comportament d'aquest paràmetre, tant en la seva distribució espacial com al llarg del temps. A més, l'estudi de la producció total de soluts pot ajudar a comprendre els processos d'erosió a l'àrea d'estudi. Una de les idees de partida és que les concentracions de soluts seran altes, donada la naturalesa erosionable del substrat, però que presentaran grans variacions espai-temporals, tant per la litologia com pels factors hidrometeorològics.

El mostreig d'aigua superficial realitzat periòdicament durant dos anys, en cinc aforaments distribuïts al llarg de l'àrea d'estudi, permetrà realitzar l'anàlisi de soluts, detectar els diferents ions que els conformen i determinar pautes de comportament.

Com a punt de partida d'aquest treball, es tenen en compte les següents premisses:

- La litologia juga un paper fonamental en la quantitat total de SD transportat pel riu, fet que pot comportar diferències notables de concentracions de soluts entre alguns punts de la conca.
- La proporció de soluts a l'aigua varia en relació al cabal, tendint a diluir-se quan aquest augmenta (Gregory i Walling, 1973; Walling i Webb, 1979).
- La tipologia dels materials dissolts a les aigües es pot relacionar també amb els usos del sòl al llarg del curs del riu.
- El mostreig quinzenal continuat durant els anys hidrològics 2011-2012 i 2012-2013 en cinc aforaments de la conca ha de permetre descriure la variabilitat espai-temporal del transport del SD al riu Anoia.
- Els patrons espacials i temporals que segueixen els soluts al riu Anoia han de presentar coincidències amb els de conques de característiques litològiques, hidrometeorològiques i d'escala similars.

1.4. Objectius

El propòsit general del treball tracta d'analitzar, interpretar i representar la variabilitat espacial de la càrrega de material dissolt a les aigües superficials del riu Anoia durant dos anys hidrològics (2011-12 i 2012-13).

La conca del riu Anoia es localitza en un àmbit climàtic mediterrani, però no pot ser estudiada de forma generalitzada en un sentit hidrològic perquè presenta grans contrastos geològics i topogràfics entre la capçalera (a la confluència de tres rieres a Jorba) i la seva desembocadura, al riu Llobregat. Cal considerar i analitzar com la complexitat litològica i la hidrometeorològica influeixen en la distribució dels soluts a les aigües d'escolament superficial del riu.

La marcada estacionalitat climàtica també haurà de tenir la seva representació en la variabilitat temporal del transport de SD, que probablement presentarà màximes concentracions quan es donin els cabals més baixos (estiu i hivern) i tendirà a diluir-se en els períodes més humits (primavera i tardor) (Walling i Webb, 1983).

Els resultats del treball quedaran reflectits en un mapa de distribució del SD a tota la conca.

Objectius específics

- Estimar la producció total anual dels sòlids dissolts a la conca de l'Anoia, a partir del còmput total dels sediments analitzats i posterior extrapolació dels resultats.
- Comparar, de ser possible, la dinàmica del transport de sòlids dissolts (SD) amb la del transport de sòlids en suspensió (SS).
- Determinar patrons de comportament dels paràmetres físics i dels elements químics analitzats:
 - Explicar i representar la **variabilitat espacial** en el transport de soluts, al riu principal i en dos rius tributaris.
 - Detectar el **comportament estacional** del transport de soluts.

- Identificar la influència dels factors hidrometeorològics, fisiogràfics i antròpics sobre la càrrega total de SD.
- Determinar si la variabilitat en la càrrega dissolta durant el període de temps estudiat correspon als patrons típics d'altres conques de règim hidrometeorològic similar (àmbits mediterranis) i de superfície anàloga (mesoescala).



Figura 2.1. Estació d'aforament de Sant Quintí de Mediona. Recessió de la crescuda del 3 de novembre de 2011.
Fotografia d'Elena Rallo.

2. EL RIU ANOIA

2. El riu Anoia

2.1. Context fisiogeogràfic

La conca del riu Anoia es troba al nord-est de la península Ibèrica, i la seva forma irregular limita al nord pel municipi de Calaf, a l'oest per Santa Coloma de Queralt, a l'est per Martorell i al sud per Vilafranca del Penedès, entre les latituds 41,7° i 41,3°N, i 1,38° i 1,93°E.

La major part de la conca es troba dins la comarca de l'Anoia, però també forma part de les comarques de l'Alt Penedès i el Baix Llobregat. La regió està marcada per un clima de règim mediterrani, que presenta notòries diferències entre els diversos punts de la conca, essent en general més humit i fred al nord i a l'oest que a l'est, per la distància al mar i l'efecte del relleu.

El riu Anoia és afluent del Llobregat i desemboca a Martorell, a 30 quilòmetres de la ciutat de Barcelona. La conca del riu Llobregat, de 4.948,3 km² de superfície i més de 170 km de recorregut, és la més gran de les Conques Internes de Catalunya. Les aigües de l'Anoia abasten una superfície de 926 km² (conformant el 18,7% de la superfície de la conca del Llobregat) i el riu principal transcorre al llarg de 68 km (figura 2.2). La gestió d'aquest espai fluvial correspon a l'Agència Catalana de l'Aigua (DMAH, 2009), entitat que depèn alhora de la Generalitat de Catalunya. A la taula 2.1 es resumeixen les principals característiques d'interès geogràfic.

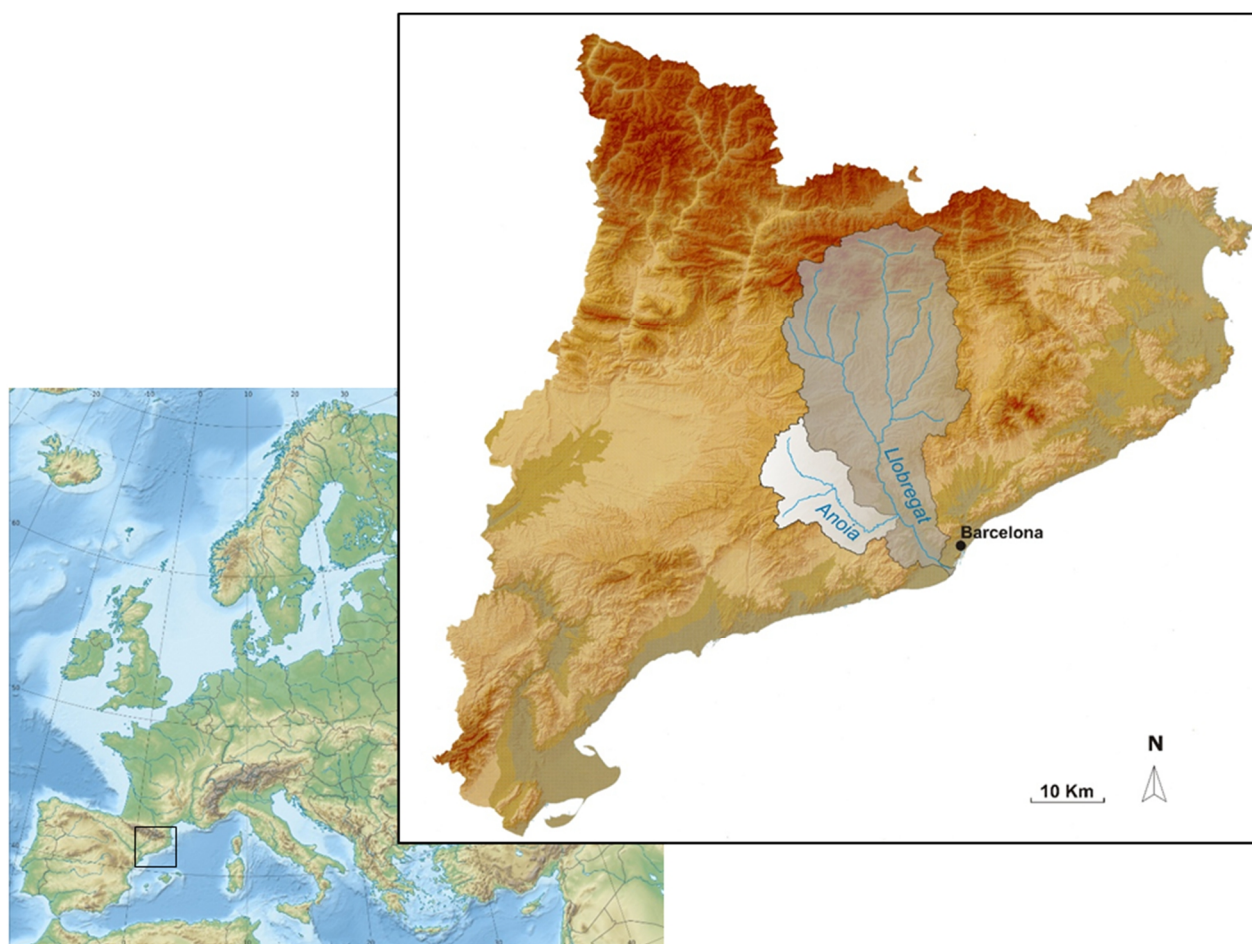


Figura 2.2. Emplaçament de la conca del riu Anoia.

Elaboració pròpia a partir del mapa hipsomètric de Catalunya (ICC, 2010).

L'Anoia capta les aigües provinents de l'altiplà de Calaf, Copons i la Panadella a l'oest; de la conca d'Òdena al nord; i de les serralades Prelitoral i Litoral al sud, així com de l'aqüífer de Carne-Capellades.

El naixement del riu Anoia és poc concís, perquè no és fins Jorba, a 380 m sobre el nivell del mar (en endavant, s.n.m.), que conflueixen totes les rieres que conformen la seva capçalera: les rieres de Rubió, de Veciana, i de Clariana són les més importants. Tanmateix, s'accepta que el naixement del riu té lloc a Calaf, a 765 m s.n.m. (Panareda, 1996). Un cop passat Igualada, capital de la comarca que dona nom al riu, el canal principal travessa les serralades que proveeixen aigua des dels vessants del sud, i és aquí, al bell mig de la conca, on trobem els punts de relleu més elevats. El Puig Castellar, amb 942 m s.n.m., esdevé una divisòria d'aigües entre la riera del Carne, al nord-est, i el riu Foix, al sud-oest. Finalment, des de Sant Sadurn d'Anoia fins Martorell, el riu flueix suaument des de 130 fins 50 m s.n.m., formant amplis meandres (figura 2.3)

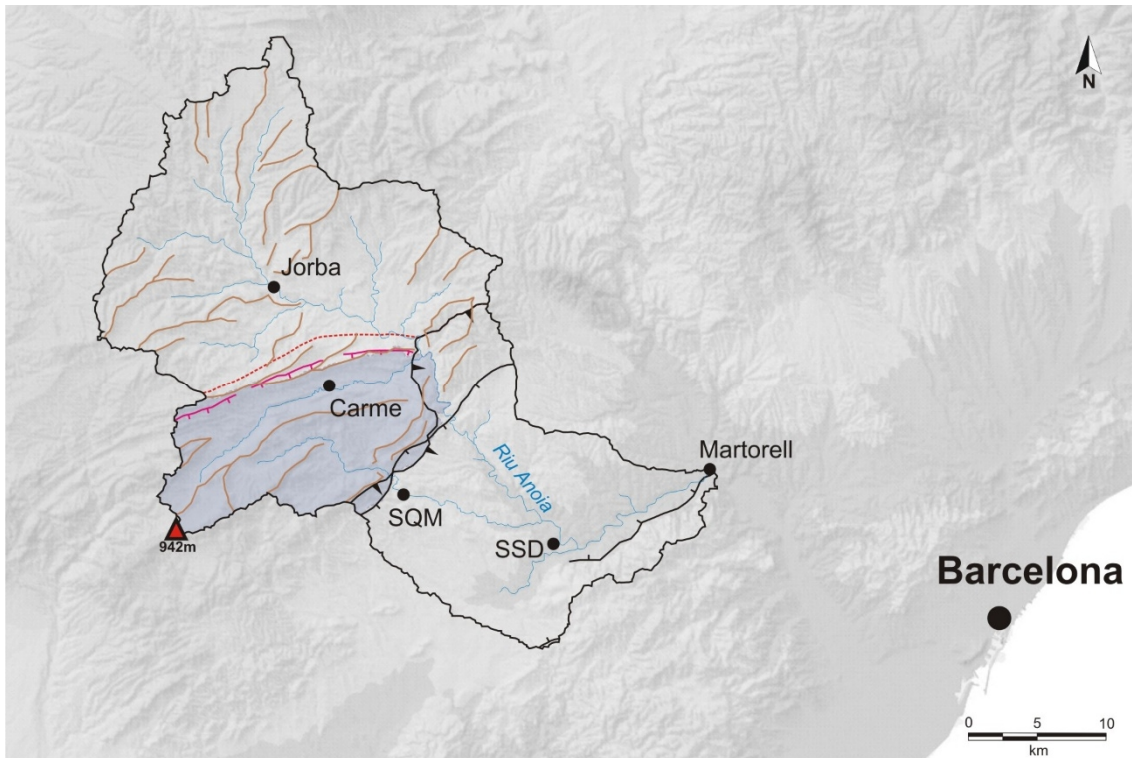


Figura 2.3. La xarxa fluvial de la conca del riu Anoia i el relleu principal. El mapa mostra el punt més alt, el Puig Castellar, i la zona d'influència de l'aqüífer de Carme-Capellades, i els cinc punts on s'ha realitzat el treball de camp.

Ens trobem, per tant, davant una conca d'escala mitjana en matèria d'estudis hidrològics (Gregory i Walling, 1973). Tant la magnitud de la xarxa fluvial com la complexitat del territori determinen el tipus de treball que s'ha dut a terme al llarg d'aquesta recerca.

Taula 2.1. Fitxa tècnica de la conca del riu Anoia

Longitud total	68 km
Superfície conca	926 km ²
Afluent del Llobregat	4.948 km ²
Cabal mitjà	2,37 m ³ /s
Clima	Mediterrani
Precipitació anual mitjana	570 mm
Temperatura mitjana anual	15°C
Aportació de l'aqüífer:	Riera del Carme; Sup: 104 km ² , Qm= 0,43 m ³ /s
	Riera de Mediona ; Sup: 92 km ² , Qm= 0,19 m ³ /s

Taula 2.1. Resum de les dades geogràfiques bàsiques de l'àrea d'estudi (Dades de l'ACA).

2.2. Geologia

Cal conèixer la història geològica de Catalunya per poder entendre el relleu i els materials que conformen la conca de l'Anoia. A grans trets, aquesta queda compresa entre la gran Depressió Central catalana o Conca d'Avant País de l'Ebre i el Sistema Mediterrani català o les Catalànides (figura 2.4).

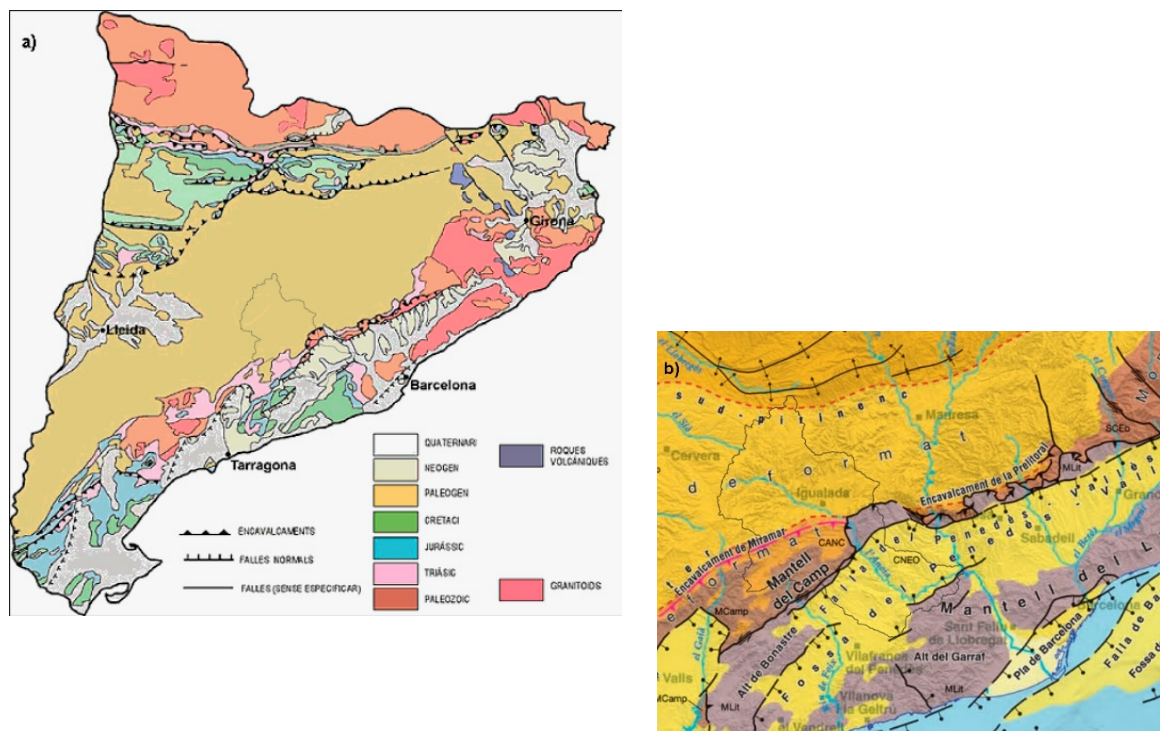


Figura 2.4. a) Esquema geològic de Catalunya. b) Estructura geològica de la conca del riu Anoia. ICGC, 2015.

La litologia que conforma la conca de l'Anoia és de gran interès en aquest treball perquè la qualitat de l'aigua depèn molt directament del tipus de substrat per on transcorre el riu (Meybeck, 1987). Al mapa que segueix es presenta l'esquema de les principals característiques geològiques de l'àrea d'estudi (figura 2.5).

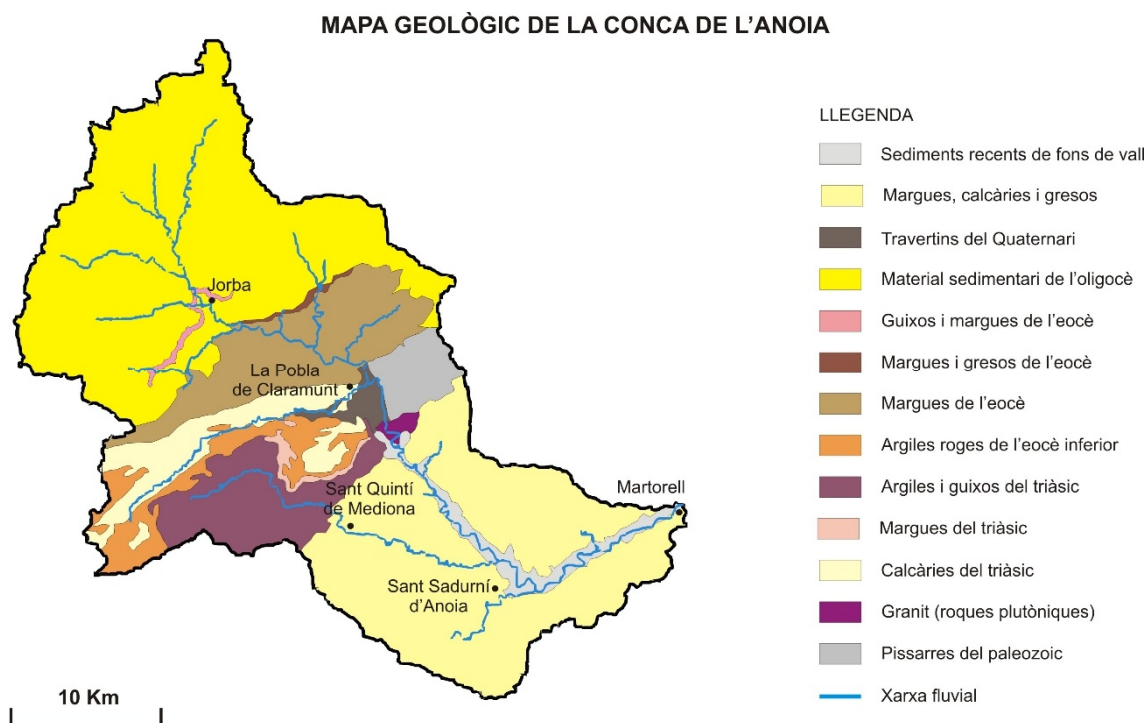


Figura 2.5. Mapa simplificat de la base geològica de la conca del riu Anoia. Elaborat a partir del Mapa Geològic de Catalunya (ICGC, 2015).

La capçalera de l'Anoia es troba sobre un substrat compost de materials sedimentaris que durant l'oligocè ompliren aquesta part de la Depressió, amb dominància de margues i gresos cap al front de l'Avantpaís. La força erosiva de la xarxa fluvial deixà al descobert un aflorament de guix de l'eocè, que transcorre pel nord del municipi de Jorba i es desvia cap al sud-oest. Aquest factor és molt rellevant perquè afecta directament a la quantitat de SD a l'aigua del riu en aquest indret de la conca. També d'aquest període, afloren margues i gresos cap a l'oest, a la conca d'Òdena.

Al centre de la conca, el riu travessa la Serralada Prelitoral, la Depressió Prelitoral i la Serralada Litoral, en un entramat de falles, plecs, afloraments i diversitat de materials que són fruit de l'orogènia Alpina. Al nord-est de la Pobla de Claramunt i al sud del coll del Bruc, es descobreixen pissarres del paleozoic, el substrat més antic de l'àrea d'estudi. Al seu pas per Capellades, el riu transcorre pel seu tram més encaixat i deixa aflorar els únics granits que es troben en aquesta regió.

Al centre-oest de la conca, es troben els materials del mesozoic: del triàsic, les calcàries conformen la Serralada Prelitoral i les argiles dominen a la Serralada Litoral, encara que aquí també hi trobem les calcàries, a més d'argiles i guixos. De l'eocè, argiles roges i margues cobreixen gran part de la Depressió Prelitoral. L'aqüífer de Carme-Capellades, que correspon a la massa d'aigua subterrània de Gaià-Anoia (ACA, 2004), queda comprès

entre aquestes dues serralades i s'estén a l'oest i sud-oest, on el relleu divideix les aigües de les conques de l'Anoia, el Foix i el Gaià. Aquest aquífer, de 284 km² d'extensió total, es troba comprès en aquesta àrea mesozoica, sobre una litologia principalment carbonatada. Malgrat l'explotació de la massa d'aigua que ha deixat els nivells piezomètrics en nivells alarmants en diverses ocasions, les actuacions de millora i preservació del medi han aconseguit que aquest aquífer proveeixi aigua tot l'any. D'aquesta manera, el cabal base de les rieres del Carme i de Mediona prové directament d'aquesta font.

Els materials més recents els trobem al sud-est de la conca i tram final del riu Anoia. Es tracta majoritàriament de margues, argiles i gresos del miocè i del quaternari, tot i que a l'extrem sud-est de la conca, a la cara nord de la serra de l'Ordal, tornen a aflorar materials antics, del juràssic. A les lleres del riu i a les terrasses fluvials, dominen els sediments de vall més recents, en forma de graves, llims i argiles.

El color de l'aigua superficial a la desembocadura del riu, a la seva confluència amb el Llobregat, és sempre força tèrbol. Això és un indicador de la quantitat de sediment en suspensió que transporta, que és degut tant a la litologia com als usos del sòl, i que és directament proporcional al cabal. Tanmateix, el tipus de substrat altament erosionable és el que confereix a les aigües de l'Anoia aquesta tonalitat marronosa al tram final, i a tota la xarxa durant els episodis de pluja. A Martorell, just a sobre el pont del Diable, l'aigua del riu Llobregat sol ser de dos colors diferents, deguda l'entrada del cabal de l'Anoia. Aquesta diferència de colors és deguda a la diferència de sediments que transporten les dues conques, i passat Martorell es combinen les aigües d'ambdós canals. Encara i així, en les crescudes, l'aigua és tan marró en ambdós rius que no es fa tan notòria aquesta diferència.

La composició química de les aigües, és a dir, el sediment dissolt, no els confereix cap color característic. Però a cada secció mostrejada, la quantitat de soluts transportats guarda una relació directa amb el substrat per on transcorre el riu.

2.3. Cicle hidrològic

2.3.1. Clima

Segons la classificació climàtica de Köppen, la conca de l'Anoia es troba en una regió de clima temperat, més concretament, mediterrani. Aquest sol caracteritzar-se per unes temperatures suaus, un dèficit hídric durant el període càlid, que correspon als mesos estivals, i uns màxims de precipitació que solen ocórrer a la tardor i a la primavera.

La precipitació mitjana anual se situa entorn als 600 mm a la desembocadura, un règim notablement més sec que els 800 mm de mitjana que proposa Köppen, però no tan sec com per a ser considerat semidesèrtic (Roselló *et al.*, 2002). A la capçalera, les temperatures són sensiblement més altes a l'estiu i més baixes a l'hivern, i la precipitació mitjana anual és menor. Segons l'Atlas Nacional de Catalunya (ICGG, 2015), la precipitació mitjana a la Panadella oscil·la entre els 500 i 550 mm anuals.

A la figura 2.6 es presenta un climograma elaborat a partir de les dades mitjanes diàries de temperatura i precipitació acumulada diària obtingudes de l'estació meteorològica automàtica dels Hostalets de Pierola, l'EMA més propera al punt de mostreig de Martorell. En el període representat, de 2001 a 2010, la temperatura mitjana anual fou de 15°C, i la precipitació mitjana anual se situà en 523 mm. El dèficit hídric d'aquests deu anys es manifestà durant quatre mesos, de juny a setembre.

Les diferències pluviomètriques intra-regió a la conca de l'Anoia poden ser considerables i sovint imprevisibles. Per exemple, a la capçalera, l'any hidrològic 2011-12 es registrà una precipitació de 356 mm, i el mateix any, a l'EMA de Canaletes, al sud de la conca, foren 734 mm. El període 2012-13, en canvi, la precipitació en ambdós indrets s'equiparà en 530 mm.

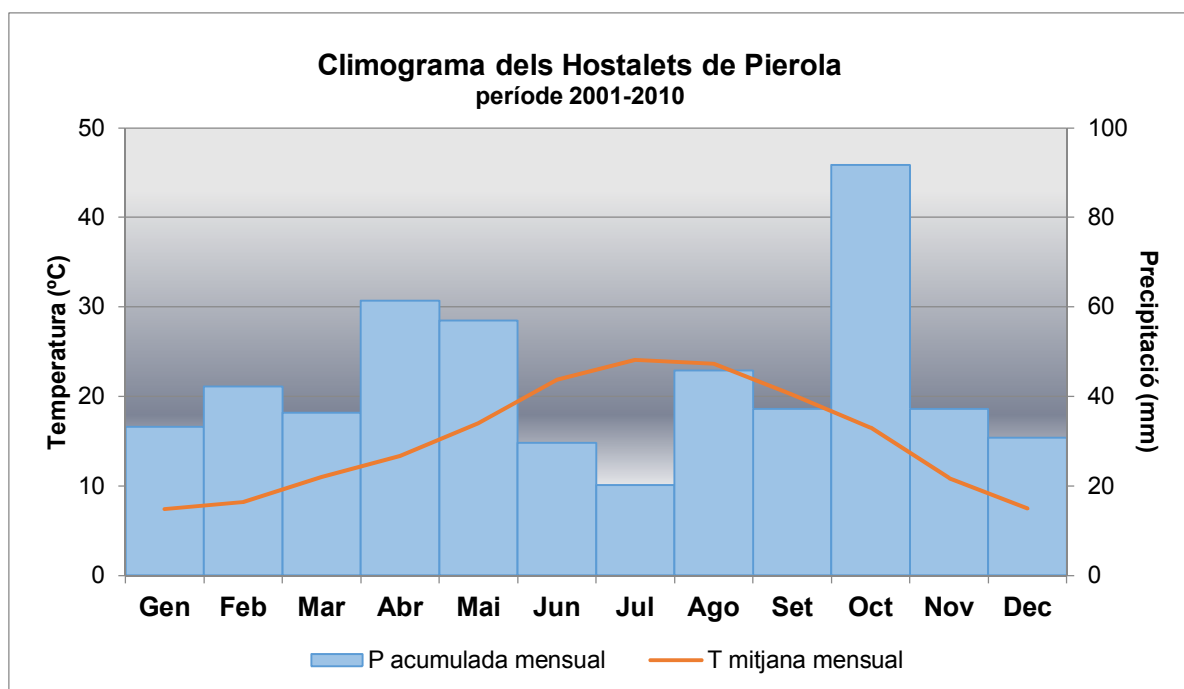
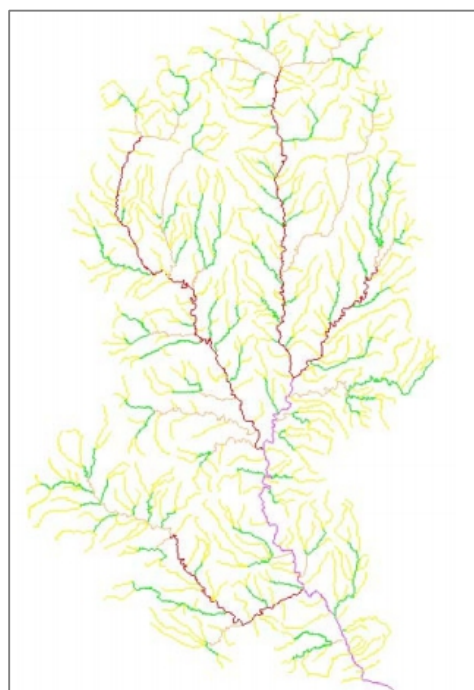


Figura 2.6. Climograma dels Hostalets de Pierola del període 2001-2010. Elaboració pròpia a partir de les dades del SMC (2013).

2.3.2. Hidrologia

La xarxa fluvial que conforma la conca del riu Llobregat es classifica en 5 ordres jeràrquics (Strahler i Strahler, 1989). La figura 2.7 presenta una classificació de la conca del riu Anoia en 4 ordres. Dels cinc punts mostrejats en aquest treball, el de la riera del Carme correspon



a un segment fluvial d'ordre 2, els de Jorba i la riera de Mediona a l'ordre 3, i els de Sant Sadurní d'Anoia i Martorell, a l'ordre 4.

Els segments d'ordre 1 generalment deuen la seva aportació a l'escolament directe produït en episodis de pluja, motiu pel qual és habitual trobar-los secs en els períodes de dèficit hídric. En canvi, a partir del segon ordre, aquests canals solen portar aigua tot l'any. El major o menor cabal depèn, no obstant, del règim pluviomètric i de les captacions o abocaments d'aigua derivats dels diferents usos del sòl.

Figura 2.7. Classificació jeràrquica de la xarxa fluvial de la conca del riu Llobregat, d'ordre 5 (ACA, 2004).

Amb l'objectiu de representar la relació existent entre la precipitació atmosfèrica i l'aportació del riu, es va elaborar un gràfic que representa ambdós paràmetres a Sant Sadurn d'Anoia, en un període de dotze anys (figura 2.8). Les dades diàries de precipitació acumulada i de cabal mitjà diari són extretes del SMC i de l'ACA, respectivament. A la figura es pot apreciar amb claredat que els dies de més pluja corresponen amb pics de crescuda del riu, encara que la resposta hidrològica dels rius depèn no només de la precipitació instantània, sinó de les condicions meteorològiques i de l'aportació dels dies anteriors (Hannah *et al.*, 2003). Aquest fet explicaria per què, essent major la quantitat d'aigua caiguda a l'octubre del 2003, el cabal augmentà menys que a la tardor de 2011, i així succeeix amb els successius episodis.

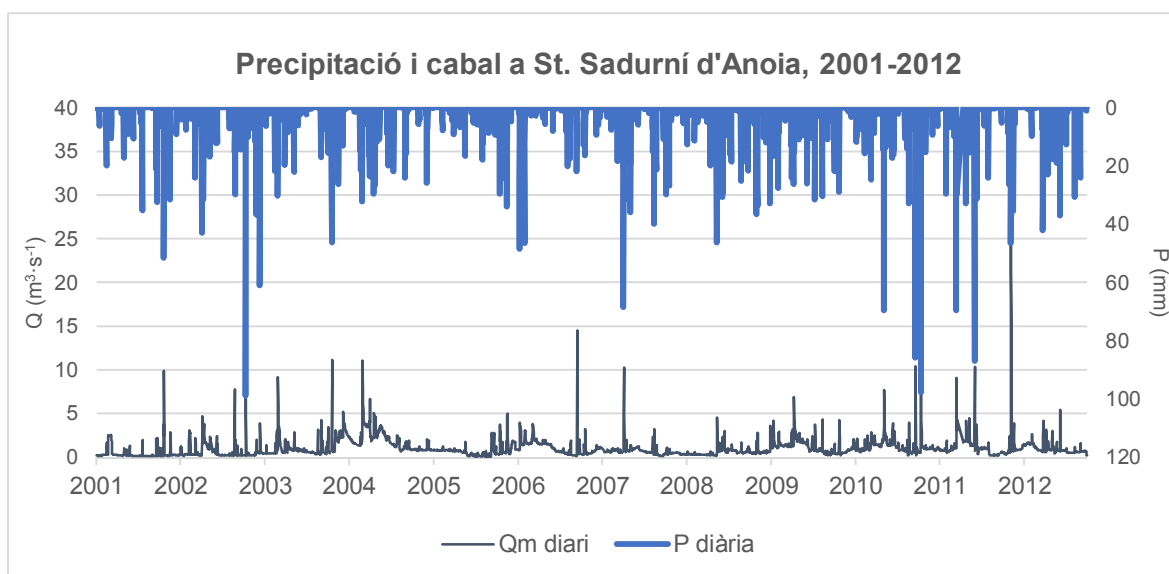


Figura 2.8. Deu anys de relació entre la precipitació i l'escolament a l'EA de SSD.
Elaboració pròpia a partir de les dades diàries del període del SMC i de l'ACA.

L'escolament superficial d'una conca, expressat en mil·límetres, és el resultat de dividir l'aportació del riu per la superfície de la mateixa. Aquest concepte explica a grans trets la quantitat d'aigua que ha captat l'àrea estudiada fins a ser canalitzada al riu, i és útil per a ser comparat amb la precipitació atmosfèrica.

A la figura 2.8 es presenta un gràfic de relació entre la precipitació i l'escolament diaris a l'estació d'aforament de Sant Sadurní d'Anoia, durant el període estudiat en aquesta tesi. De la mateixa manera que s'ha vist a la figura 2.8, la pluja té un efecte directe en el règim hidrològic, però en aquest cas s'observa amb major detall. Al gràfic també s'han marcat les estacions de l'any, essent evident que la tardor ha estat la més humida, i l'estiu, la més seca. Cal destacar el poc efecte de les precipitacions estivals en l'escolament directe, degudes les condicions de cabal mínim dels dies anteriors.

Un episodi de precipitació intensa i continuada del 3 al 4 de novembre de 2011 derivà en una crescuda que es feu notòria a tots els punts de la conca. Al gràfic s'aprecia que els dies abans també havien estat plujosos, amb el conseqüent augment del cabal del riu, motiu pel qual, estant el terreny saturat, l'elevació del nivell del riu fou excepcional. Un càlcul realitzat amb les sèries de dades de cabals diaris de l'estació de Sant Quintí de Mediona ens ha permès detectar un període de retorn de 25 anys per al cabal màxim del 4 de novembre de 2011.

Aquest fenomen també s'observa, encara que de menor magnitud, a la primavera d'ambdós anys. A mesura que la conca es troba més humida per l'arribada del període plujós, els cabals augmenten més de pressa en caure les precipitacions posteriors.

Un dels aspectes que interfereixen sovint en l'estudi hidrològic de la conca és la manca de dades. En aquest cas, i com es veu també a la figura 2.9, hi ha un buit de dades al desembre de 2011, i un altre buit de gairebé dos mesos a l'hivern de 2013. Les causes d'aquests lapsus són desconegudes, però amb tota probabilitat responen a danys en els equipaments de l'EA que han estat més o menys difícils de reparar, en tractar-se d'una estació que encara avui està operativa i es pot consultar *on-line*.

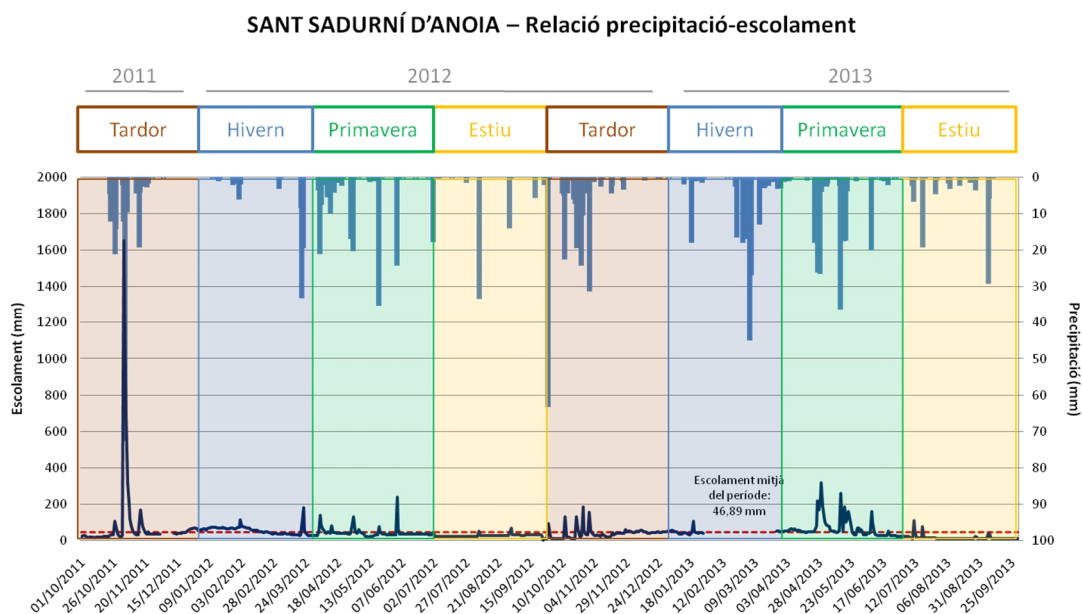


Figura 2.9. Precipitació i escolament diaris a l'EA de SSD els anys hidrològics 2011-13. Dades del SMC i de l'ACA (2013)

Com es veurà amb més detall al capítol 3, del treball de camp realitzat en aquest projecte s'obtingueren 48 dades de cabal instantani de cada una de les cinc estacions d'aforament escollides de la conca de l'Anoia. A més d'aquestes mesures, disposem d'una sèrie de dades diàries de cabals mitjans, màxims i mínims per a cada una de les EA, recopilades per l'Agència Catalana de l'Aigua. A les pàgines que segueixen s'han recollit i representat les freqüències de les aportacions per estacions i comparat amb les dades de camp.

Anàlisi hidrològica de la capçalera, a Jorba:

Disposem de llargues sèries de cabals diaris per a l'aforament de Jorba, proporcionades per l'ACA. En total sumen 23.257 dades, repartides en diferents períodes de temps. Després de revisar totes les dades, resulten tres sèries temporals ininterrompudes: (i) anys 1930-31; (ii) de 1942 a 1984, una sèrie de 41 anys; i (iii) de 1991 a 2010, una sèrie de 19 anys.

Les figures 2.10 i 2.11 mostren els histogrames de freqüències de cabals a l'EA de Jorba, la primera, per a la sèrie llarga, i la segona, per a les nostres 48 mostres. La primera sèrie finalitza a finals del 2010, i la segona comprèn els anys hidrològics 2011-13.

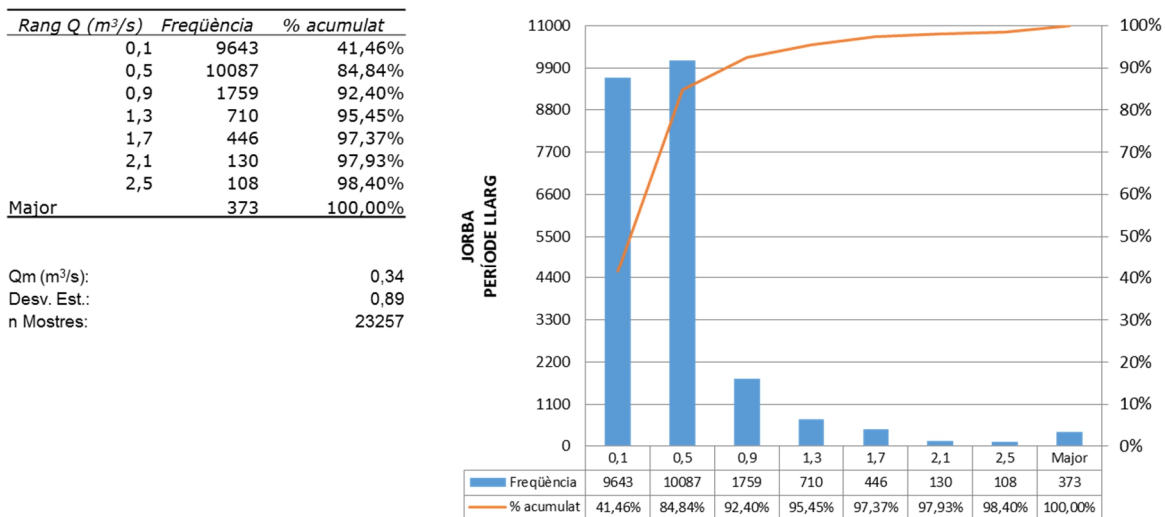


Figura 2.10. Freqüències de cabals de JRB a partir de dades diàries des de 1930 a 2010.

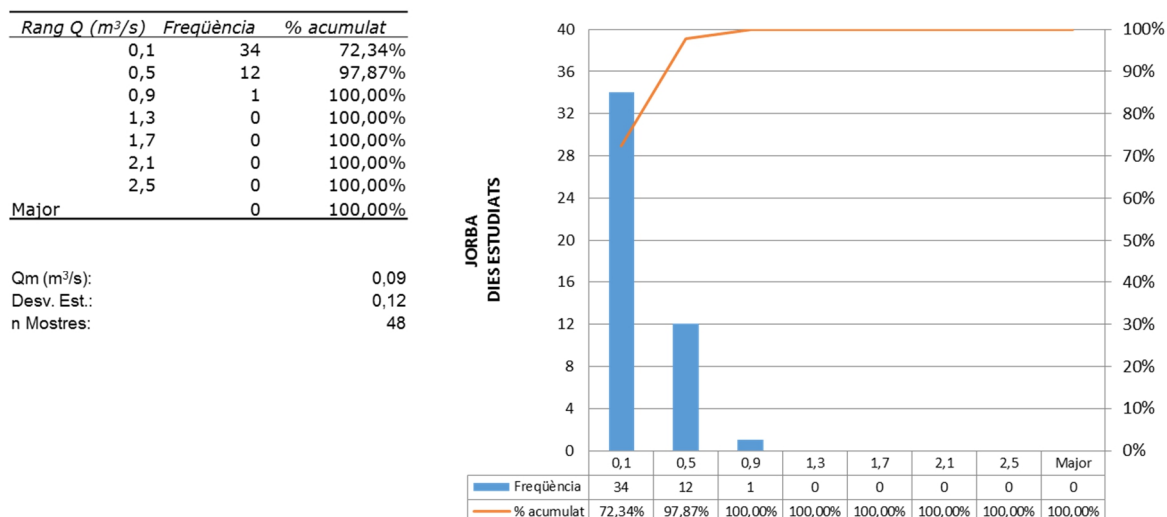


Figura 2.11. Freqüències de cabals de JRB de 48 dies de mostreig durant els anys hidrològics 2011-13.

El gràfic històric ens indica que la freqüència dels cabals més baixos ($<0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) és molt menor a la dels nostres dies de campanya de camp (un 41% en front del 72% que ens hem trobat); la freqüència en l'ocurrència de cabals de fins a $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ és per al 85% històricament, i del 98% en el nostre període d'estudi, en el què tan sols s'ha detectat una aportació major a $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (corresponent a la crescuda de novembre de 2011).

Anàlisi hidrològica del canal principal, a Sant Sadurní d'Anoia:

La sèrie de dades diàries de Qm de l'ACA per a St. Sadurní va des de l'any 2000 fins el 2013. Descomptant els dies en què no hi ha estat possible el registre del cabal, comptem amb 4.545 dades. A continuació es mostren els histogrames de cabals, històrics (figura 2.12) i de les nostres 48 mostres (figura 2.13).

En aquest cas, hem trobat menys freqüència dels cabals més baixos i dels més extrems, però ambdós gràfics mostren una coincidència de cabals inferiors a $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de l'entorn del 60%. Aquesta dada contrasta amb el cabal mitjà de l'EA calculat per l'ACA, de $2,37 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en aquest punt.

Rang Q (m ³ /s)	Freqüència	% acumulat
0,1	6	0,13%
0,5	1365	30,17%
0,9	1444	61,95%
1,3	681	76,94%
1,7	426	86,31%
2,1	217	91,09%
2,5	125	93,84%
Major	280	100,00%

Qm (m³/s): 1,02
 Desv. Est.: 1,30
 n Mostres: 4545

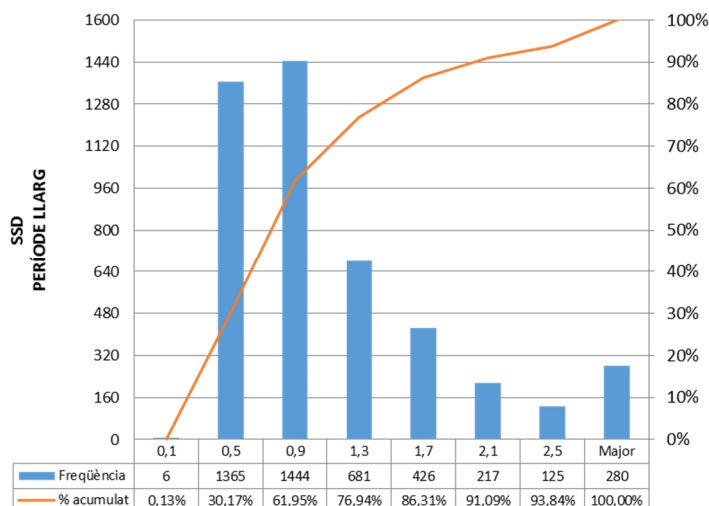


Figura 2.12. Freqüències de cabals de SSD a partir de dades diàries des de 2000 a 2013.

Rang Q (m ³ /s)	Freqüència	% acumulat
0,1	0	0,00%
0,5	11	23,40%
0,9	17	59,57%
1,3	10	80,85%
1,7	4	89,36%
2,1	1	91,49%
2,5	0	91,49%
Major	4	100,00%

Qm (m³/s): 1,26
 Desv. Est.: 1,70
 n Mostres: 48

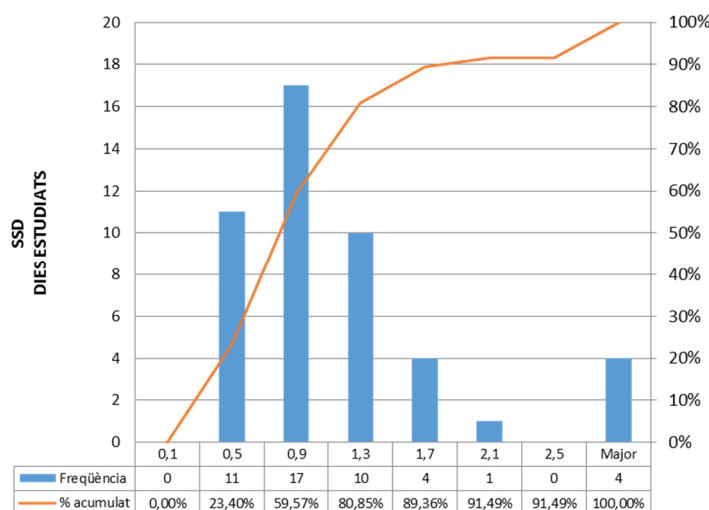


Figura 2.13. Freqüències de cabals de SSD de 48 dies de mostreig durant els anys hidrològics 2011-13.

Anàlisi hidrològica del canal a la desembocadura, a Martorell:

L'estació d'aforament de Martorell és la més moderna de les cinc que s'han tractat i, com passà amb la de Jorba, deixà d'estar operativa per a la consulta de l'usuari públic abans de començar aquesta tesi. L'ACA va cedir, no obstant, les dades de Qm diàries de gairebé els anys sencers 2011 i 2012. A la figura 2.14 es presenta l'histograma de freqüències de cabals per a aquest període, i a la figura 2.15 el de les nostres mesures al camp.

En aquest cas hi ha solapament de períodes representats, i encara i així, el repartiment dels rangs surt força diferent entre sèries. Cal destacar que es tracta d'un període molt curt, motiu pel qual s'explicaria que els cabals més extrems són més habituals que els rangs anteriors. A més, la crescuda excepcional del novembre de 2011 també ha tingut la seva representació en aquests histogrames.

Durant les nostres campanyes de camp, el 79% dels cabals registrats foren inferiors a 1,3 m³·s⁻¹, en front del 67% de la sèrie de dades cedida.

Rang Q (m ³ /s)	Freqüència	% acumulat
0,1	0	0,00%
0,5	87	15,65%
0,9	188	49,46%
1,3	100	67,45%
1,7	86	82,91%
2,1	34	89,03%
2,5	22	92,99%
Major	39	100,00%

Qm (m³/s): 1,23
 Devs. Est.: 1,12
 n Mostres: 557

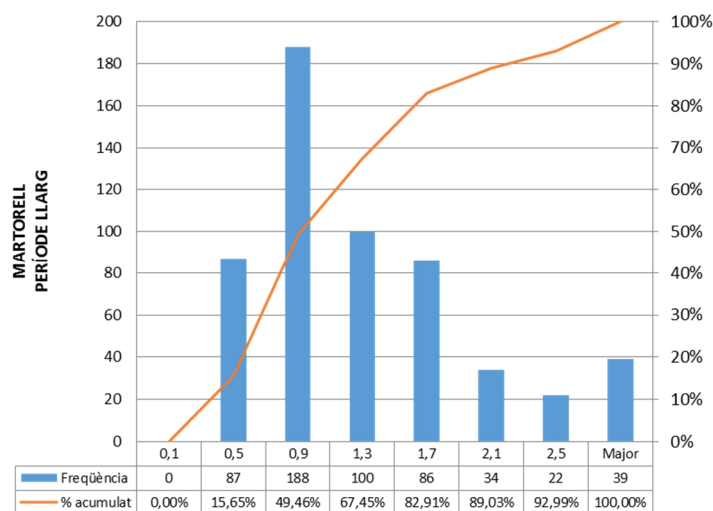


Figura 2.14. Freqüències de cabals de MTL a partir de dades diàries 2011 a 2012.

Rang Q (m ³ /s)	Freqüència	% acumulat
0,1	0	0,00%
0,5	10	21,28%
0,9	11	44,68%
1,3	16	78,72%
1,7	3	85,11%
2,1	0	85,11%
2,5	2	89,36%
Major	5	100,00%

Qm (m³/s): 1,25
 Devs. Est.: 1,25
 n Mostres: 48

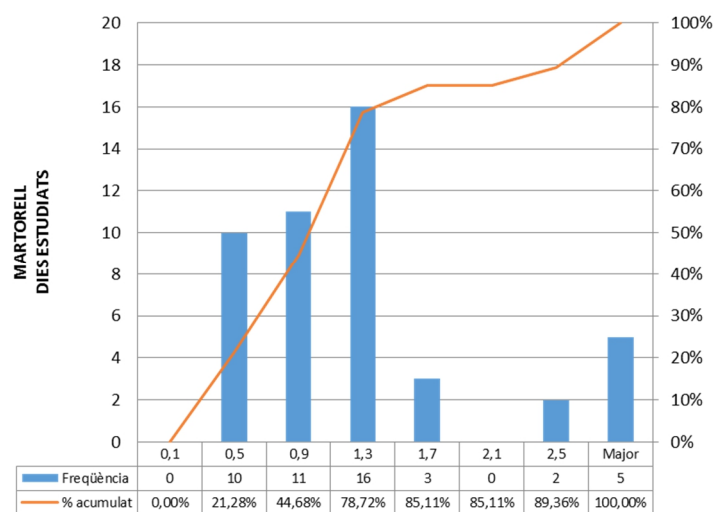


Figura 2.15. Freqüències de cabals de MTL de 48 dies de mostreig durant els anys hidrològics 2011-13.

Anàlisi hidrològica de la riera del Carme, a la Pobla de Claramunt:

Tampoc no tenim masses dades per a la riera del Carme, al seu pas per la Pobla de Claramunt. L'ACA va cedir les dades de Qm diari pels anys 2008 a 2011, amb un total de 2.151 mostres. Les figures 2.16 i 2.17 mostren els histogrames de freqüències de cabals de la sèrie llarga i de les nostres 48 mostres, respectivament.

En aquest cas, durant les campanyes de camp trobarem uns cabals sensiblement més baixos que el que cabria esperar observant la sèrie de tres anys. Ara bé, malgrat tractar-se d'aportacions molt petites, es tracta d'una riera que porta aigua tot l'any, considerant que l'aqüífer de Carme-Capellades consisteix la seva font.

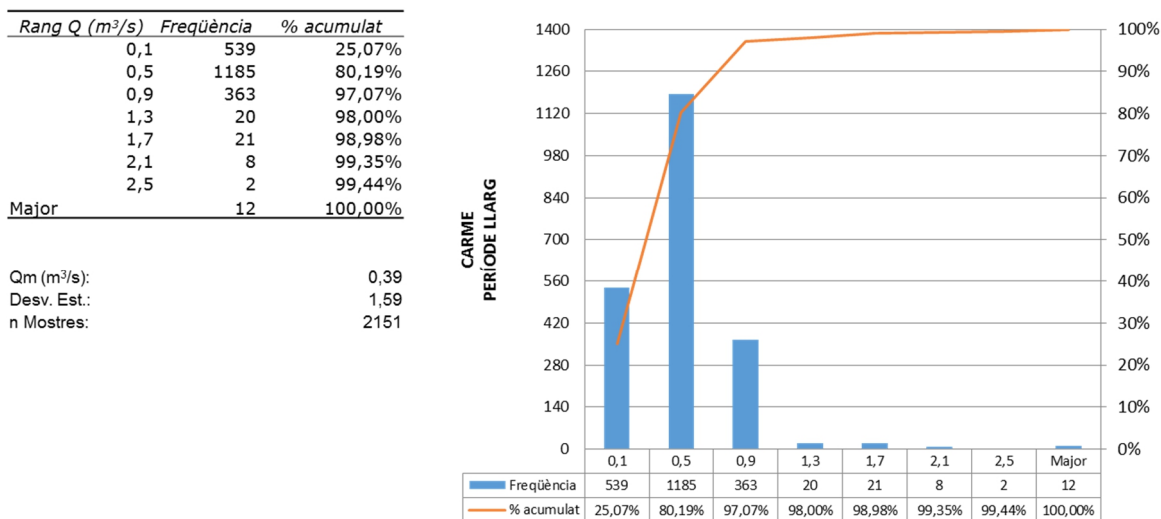


Figura 2.16. Freqüències de cabals de CRM a partir de dades diàries des de 2008 a 2011.

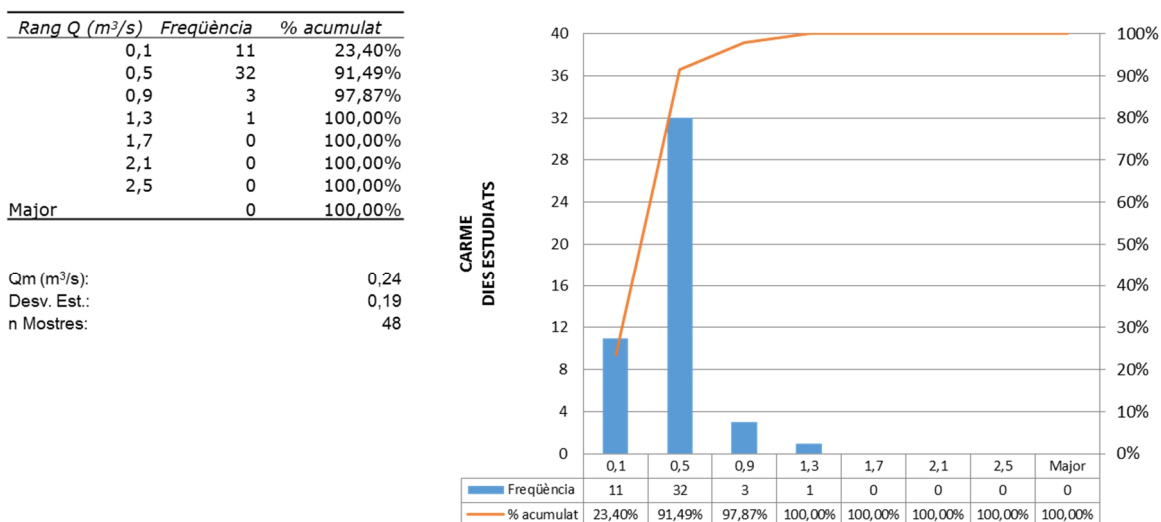


Figura 2.17. Freqüències de cabals de CRM de 48 dies de mostreig durant els anys hidrològics 2011-13.

Anàlisi hidrològica de la riera de Mediona, a Sant Quintí de Mediona:

L'EA de la riera de Mediona encara és accessible a l'usuari des de la pàgina web de l'ACA, i se'n disposa de bones sèries de dades diàries de cabal. Aquí s'han agafat els Qm des de 2001 fins 2013, un total de 4.493 dies. A la figura 2.18 es mostra l'histograma de freqüències de cabals per a aquesta sèrie. A la figura 2.19, el gràfic presenta les freqüències de cabals dels dies de mostreig d'aquest projecte.

A St. Quintí, igual que a Carme, la riera duu aigua tot l'any, encara que a final del període aquesta aportació sigui molt petita comparada amb la del canal principal del riu. En els dies que es va anar al camp durant l'elaboració d'aquesta tesi, el 79% de les vegades el cabal fou menor a $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Rang Q (m³/s)	Freqüència	% acumulat
0,1	1752	39,00%
0,5	2702	99,15%
0,9	14	99,47%
1,3	13	99,76%
1,7	2	99,80%
2,1	1	99,82%
2,5	1	99,84%
Major	7	100,00%

Qm (m³/s): 0,12
 Desv. Est.: 0,24
 n Mostres: 4493

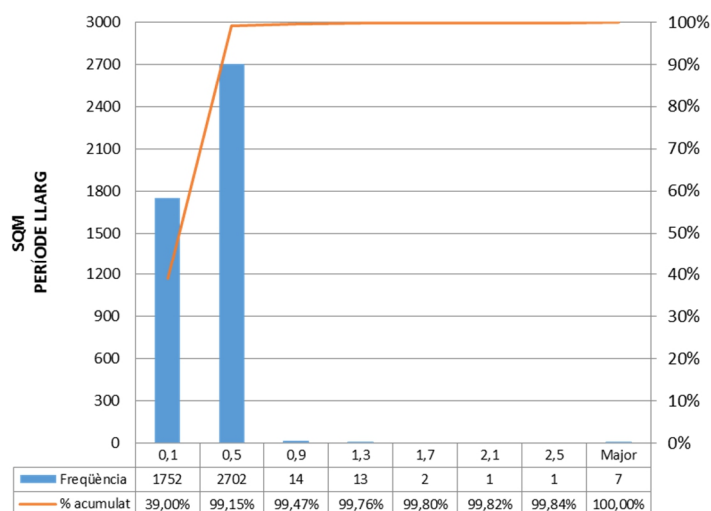


Figura 2.18. Freqüències de cabals de SQM a partir de dades diàries de 2001 a 2013.

Rang Q (m³/s)	Freqüència	% acumulat
0,1	37	78,72%
0,5	9	97,87%
0,9	1	100,00%
1,3	0	100,00%
1,7	0	100,00%
2,1	0	100,00%
2,5	0	100,00%
Major	0	100,00%

Qm (m³/s): 0,09
 Desv. Est.: 0,12
 n Mostres: 48

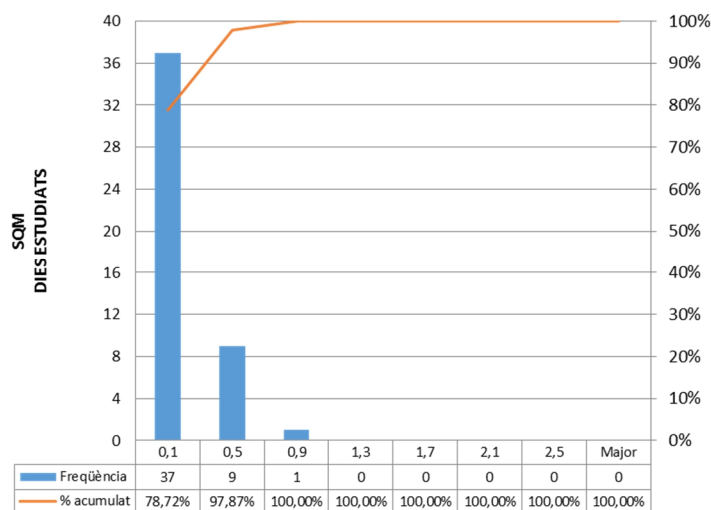


Figura 2.19. Freqüències de cabals de SQM de 48 dies de mostreig durant els anys hidrològics 2011-13.

2.4. Biogeografia

La vegetació i la fauna de la conca són representatives de l'ambient mediterrani al que correspon el riu Anoia. El canal sol anar acompanyat de bosc de ribera a les seves marges, dominat per pollancre (*Populus tremula*), àlbers (*Populus alba*) i verns (*Alnus glutinosa*), amb freqüent presència de salzes (*Salix Alba*) i oms (*Ulmus minor*), i molta bardissa. La canya americana (de la tribu de les *Bambuseae*) abunda a tota la regió, arribant a ser una autèntica amenaça per a la reproducció de la resta de comunitats vegetals.

La capçalera de l'Anoia, altament explotada per al conreu de secà, es caracteritza per les àmplies extensions de matollar de fulla perenne com el garric (*Quercus coccifera*) i el boix comú (*Buxus sempervirens*), allà on els correus han estat abandonats o s'hi ha cremat una zona boscosa. Als espais més inaccessibles a l'home, sovint es poden trobar petites formacions boscoses de vegetació de ribera amb algunes espècies isolades de roures (*Quercus ruber*), alzines (*Quercus ilex*) i castanyers (*Castanea sativa*). Al seu pas pel Sistema Mediterrani, la coberta forestal canvia per deixar lloc als boscos de coníferes, dominades principalment pel pi blanc (*Pinus halepensis*). El sotabosc en aquesta regió no es presenta tan feréstec com ho és al costat del canal. Els materials que componen el sòl, més àcids, l'increment de l'altitud s.n.m. i un lleuger augment de la pluviositat, són els principals factors que afavoreixen el creixement d'aquests boscos. Al tram final del riu el bosc queda reduït a la seva mínima expressió, donat l'elevat grau d'urbanització i les nombroses àrees dedicades al conreu de la vinya, com s'explica a l'apartat següent. El bosc de ribera és menys dens i està molt afectat per la canya.

Malgrat no són fàcils de veure, és freqüent trobar rastres dels mamífers grans que habiten la regió: cérvols (*Cervus elaphus*), guineus (*Vulpes vulpes*), porcs senglars (*Sus scrofa*), martes (*Martes martes*), toixons (*Meles meles*), i d'altres més petits, com conills (*Oryctolagus cuniculus*), esquirols (*Sciurus vulgaris*), ratolins (*Mus musculus*) i mussaranyes (*Suncus etruscus*).

La fauna ornitològica de la zona també és extensa i variada. Les aus més representatives són el bernat pescaire (*Ardea cinerea*), present tot l'any, i algunes aus migratòries, com els ànecs de coll verd (*Anas platyrhynchos*).

La vida al riu també es pot observar a simple vista: peixos com la carpa comuna (*Cyprinus carpio*) i el barb (*Barbus barbus*), perviuen inclús en períodes molt freds. El cranc de riu

ibèric (*Austropotamobius pallipes lusitanicus*) s'ha identificat a Jorba, i el cranc americà (*Procambarus clarkii*) habita a la resta de la conca, especialment durant els mesos càlids.

S'han trobat alguns exemplars de macroinvertebrats representatius de la bona qualitat fluvial a SQM i a CRM, com la perla d'aigua, i els sabaters a tota la conca. A la figura 2.20 es recullen quatre imatges preses durant dies de mostreig: canya americana a SSD, cranc americà a MTLL, bernat pescaire a MTLL i carpa comuna a CRM.



Figura 2.20. D'esquerra a dreta: imatges de canya americana, cranc americà, bernat pescaire, carpa comuna. Fotografies de l'autora.

2.5. Usos del sòl

Les temperatures suaus, la perpetuïtat del corrent fluvial i el tipus de substrat també determinen els usos del sòl que se li donen a la conca (figura 2.21). La meitat de la superfície està dedicada a l'agricultura: al nord destaquen els conreus de secà, grans extensions de conreu de blat, ordi i civada. Al sud predominen les vinyes, i altres conreus de regadiu. El Penedès, al sud del riu, és una zona ben coneguda per la qualitat del seu raïm.

Els nuclis de població també es distribueixen irregularment: a la capçalera són petits i dispersos, i a partir del centre i cap a la desembocadura creixen en superfície i concentració d'habitants. Igualada, capital de la comarca de l'Anoia, té una població de 38.164 habitants (segons el padró de 2008), i Martorell, motor industrial de la comarca del Baix Llobregat, concentra 26.815 habitants (padró de 2010).

A Sant Sadurn d'Anoia i rodalies, hi ha molta indústria dedicada al tèxtil i a la cura i tint de cuirs per a fer roba. Històricament, aquestes activitats afectaren molt negativament a la qualitat de l'ecosistema fluvial, però amb les normatives europees actuals de control i regulació de les activitats, l'impacte industrial al riu és molt menor, encara que no innocu. Unes dècades enrere era habitual trobar l'aigua de l'Anoia al seu pas per St. Sadurní de color ataronjat, que li conferien les elevades concentracions de crom (Casas *et al.*, 2001),

així com presència de metalls pesants. Tant per a la indústria, com per al regadiu, com per a l'abastament dels pobles, les aigües de l'Anoia són constantment captades i retornades en estats deplorable (Associació Hàbitats, 2014). A l'estació d'aforament de Martorell es poden observar totes aquestes activitats alhora: horts urbans, habitatges, fàbriques, carreteres i ferrocarril.

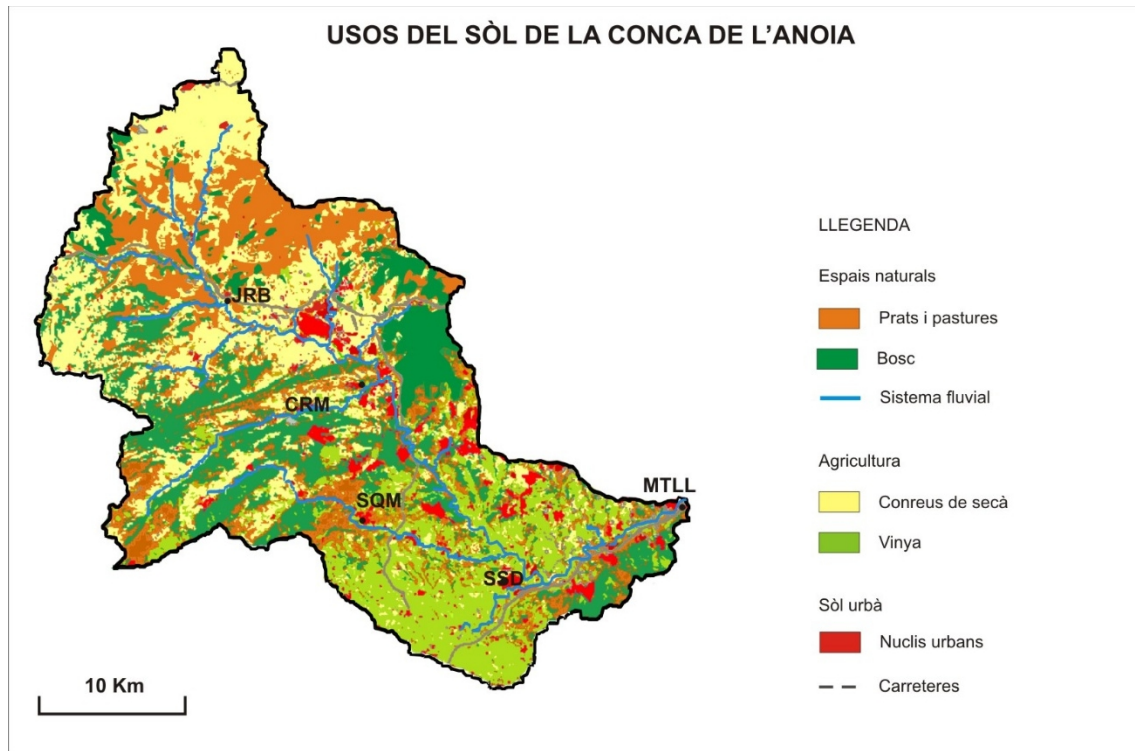


Figura 2.21. Mapa dels usos del sòl de la conca de l'Anoia. Simplificat de l'ICC, 2013.



Figura 3.1. Treball de camp a l'estació d'aforament de Sant Sadurní d'Anoia, juny de 2012. Fotografia de Teresa Solà.

3. METODOLOGIA

3. Metodologia

Les variacions espacials en conques fluvials s'han de considerar a diversos nivells, segons es tracti d'una àrea d'estudi petita, mitjana-regional, o gran-global (Gregory i Walling, 1973). En el cas del riu Anoia, com s'ha exposat al capítol 1, li correspon un enfocament de mesoescala que consideri tots els factors que dominen el comportament del sediment dissolt, perquè no és possible isolar els controls individuals del sistema global que conforma la conca de drenatge.

El procés d'elaboració d'aquesta tesi comportà unes tasques que consten de tres parts: el treball de camp (campanyes de mostreig), les anàlisis de les mostres als laboratoris i el treball al gabinet, d'investigació prèvia i posterior (recerca, tractament i interpretació de les dades, redacció).

3.1. Treball de camp

El primer aspecte que es va considerar en començar la tesi fou la selecció dels punts de mostreig a la conca. Per a tenir fàcil accés al riu i disposar d'un control hidrològic, es van triar cinc estacions d'aforament, gestionades per l'Agència Catalana de l'Aigua: tres al riu principal (capçalera, tram mig-baix i desembocadura), i dues en rius tributaris (riera del Carme i riera de Mediona). Cada indret té unes característiques fisiogeogràfiques pròpies que es reflectiran en els resultats de les anàlisis de les mostres i que permetrà constatar la diversitat espacial del transport de sòlids dissolts. La localització dels punts de mostreig es mostra a la figura 3.2.

Les campanyes de mostreig es realitzaren cada quinze dies, amb objecte d'obtenir un ventall ampli de registres temporals, al llarg dels anys hidrològics (d'octubre a setembre) 2011-12 i 2012-13. Aquesta periodicitat en la recollida de mostres s'ha vist alterada, no obstant, deguda les condicions meteorològiques del moment.



Figura 3.2. Emplaçament de l'àrea d'estudi i les estacions d'aforament on es realitzen els mostrejos manuals. Canal principal: capçalera (EA 011, Jorba), al tram mitjà-baix (EA 004, Sant Sadurn d'Anoia) i desembocadura (EA 074, Martorell). Afluents: riera del Carme (EA 065, La Pobla de Claramunt) i riu Mediona (EA 039, Sant Quintí de Mediona). Elaboració pròpia a partir de la base digital de Google Maps i el mapa cartogràfic E 1:5 000 de l'ICC (2011).

Així, trobem que hi ha períodes de fins a vint-i-dos dies entre presa i presa i d'altres d'una setmana: de totes formes, aquest fet ha permès cobrir un major mostrari de nivells d'aigua al riu, i s'ha aconseguit mostrejar dos cops per mes.

Les mostres es recolliren de forma manual, mitjançant un mostrejador d'integració en profunditat US DH48 (Dunne i Leopold, 1978), i es conservaren posteriorment en ampolles de pvc de 500ml de capacitat. Entre el mostreig i el moment de fer les anàlisis al laboratori, es mantingueren refrigerades a 4°C. Al camp, s'anotaren la data i l'hora de mostreig, el nivell del riu, es mesurà la temperatura de l'aigua, i es feren les observacions pertinents.

El fet que l'ACA controlï aquestes estacions d'aforament facilità la tasca de la mesura de l'aportació del riu. L'agència disposa, a partir dels seus estudis hidrològics per a cada punt, d'unes corbes de cabals segons el nivell de la làmina d'aigua. L'observació directa dels regles oficials de les diferents EA va permetre, doncs, poder calcular el Qi aplicant les fórmules conegudes. A la figura 3.3 es presenten les fotografies dels regles de les diferents estacions estudiades, i a la figura 3.4 es mostra el gràfic de les corbes de Qi i alçada per a cada punt, realitzat a partir de les dades cedides per l'ACA. El gràfic no mostra tota l'aportació de l'estació de Martorell, perquè el canal de pas dels peixos del qual està dotada es calculà apart, també a partir de corbes.



Figura 3.3. Imatges dels regles de les estacions d'aforament gestionades per l'Agència Catalana de l'Aigua. Fotografies de l'autora.

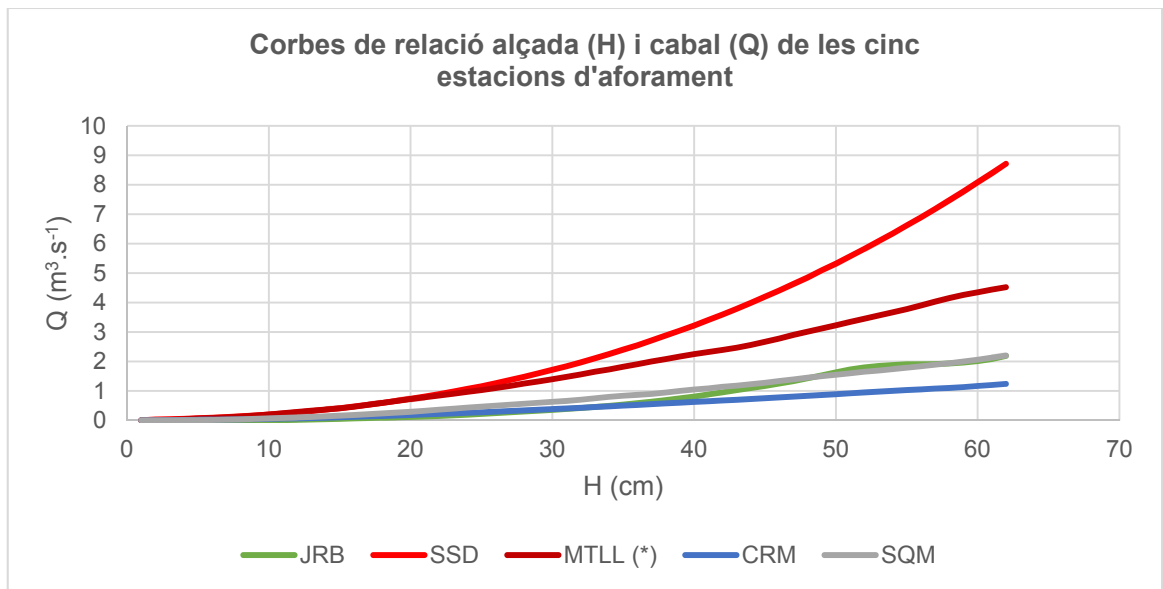


Figura 3.4. El gràfic mostra la relació entre l'alçada del nivell de l'aigua i el cabal a cada estació d'aforament, fins al cm 70 de cada EA. Les dades són cortesia del departament d'infraestructures i control de l'ACA. (*) L'EA de Martorell no inclou aquí el canal dels peixos, el cabal del qual es calcula apart.

3.2. Anàlisi al laboratori

La taula 3.1 resumeix els paràmetres fisicoquímics, les tècniques emprades i el lloc on es van fer les anàlisis de les mostres preses al camp. Al laboratori de geografia física es realitzaren les següents tasques:

- Mesura del pH, amb un aparell Crison pH-meter GLP 22 prèviament calibrat amb les solucions tampó proporcionades pel fabricant, directament a la mostra agitada.

- Mesura de la conductivitat elèctrica en $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a 21 °C, amb un aparell Crison EC-Metro BASIC 30, també prèviament calibrat amb les solucions patró del fabricant. L'equip proporciona, a més, el contingut en sals (NaCl) en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.
- Càlcul del sediment en suspensió, mitjançant el filtratge de 150 ml de mostra amb l'ús de filtres Hanna de 0,45 μm de por, amb l'ajuda l'equip de filtratge Millipore. El procediment és el següent: anotar el pes del portafiltre, net i sec, el pes del portafiltre amb el filtre net i sec, i el pes del portafiltre amb el filtre usat, un cop assecat (mínim 24 hores a temperatura ambient al laboratori). De la resta dels pesos se n'obté el total de SS, que cal multiplicar per 6,6 per convertir el resultat a $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. La bàscula de precisió d'Alco (model Mettler AJ50) dona fins a quatre decimals de gram.
- Anàlisi del contingut en nitrats, mitjançant un mètode colorimètric. La tècnica consisteix a posar 5 ml de mostra, prèviament filtrada, en un vas d'amplada i alçada específiques proporcionat pel fabricant dels reactius (Macherey-Nagel). A continuació se li afegeix la quantitat de preparat químic assenyalada, es mesclen els líquids, i es deixa reposar cinc minuts. Passat aquest temps, la mostra pren un color concret, que pot variar del transparent (en cas de no haver nitrats) al groc, taronja, o roig, en cas d'haver-hi elevades concentracions. El fabricant proporciona una guia per a la determinació de la tonalitat, que explica el contingut en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ en cada cas.
- Anàlisi del contingut en nitrits: també es realitza amb un mètode colorimètric de Macherey-Nagel. En aquest cas, es parteix de 10 ml de mostra filtrada. El temps d'espera del reactiu és de deu minuts, i les tonalitats de la reacció varien del transparent al rosa i fúcsia. El color detectat correspon a una quantitat de nitrits per litre, segons l'escala del fabricant.
- Anàlisi dels fosfats, mitjançant tests colorimètrics de Macherey-Nagel. En aquest cas es preparen 5 ml de mostra filtrada i se li afegeixen dos reactius. El temps d'espera és de 6 minuts, del què es pot esperar un color resultant comprès en una gama de blaus. El transparent indica la no presència de fosfats, el màxim, una concentració de 2 mg per litre.
- Anàlisi dels bicarbonats mitjançant mètodes colorimètrics amb reactius preparats al laboratori. En un vas s'aboquen 25 ml de mostra filtrada i se li afegeixen tres gotes de roig de metil. Es mesclen les solucions. A continuació, i mitjançant un tub

mil·limetrat amb obertura i clau, s'afegeixen gotes d'àcid sulfúric diluït al 90%, agitant suaument la mostra, fins que s'obté una coloració taronja fort. S'anota la quantitat d'àcid emprada, i s'aplica la següent fórmula per al càlcul final de la concentració:

$$\text{HCO}_3^- (\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}) = \text{vol. H}_2\text{SO}_4 * \text{norm. H}_2\text{SO}_4 / 25\text{ml}$$

La concentració de bicarbonats resulta de dividir el producte del volum d'àcid sulfúric per la seva normalitat (0,02n) entre el volum de la mostra.

- Anàlisi dels clorurs mitjançant mètodes colorimètrics amb reactius preparats al laboratori. Es posen 25 ml de mostra filtrada en un vas i s'hi afegeixen dues gotes de cromat de potassi. Tot seguit, mitjançant un tub mil·limetrat amb obertura i clau, es van afegint gotes de nitrat de plata, sacsejant lleument la mostra, fins que aquesta prengui un color rosa fort. La quantitat de clorurs en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ resultarà d'aplicar la següent fórmula:

$$\text{Cl}^- (\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}) = (\text{Vol. AgNO}_3 * (\text{pes atòmic Cl}^- / 1000)) / 25\text{ml}) * 1000000$$

La concentració de clorurs en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ resulta de dividir el producte del volum de nitrat de plata pel seu pes atòmic (35,45) dividit per 1000 entre el volum de la mostra, i multiplicar l'equació per un milió.

Les mostres filtrades en els procediments descrits línies amunt es prepararen per a ser transportades als Centres Científics i Tecnològics (CCiT) de la Universitat de Barcelona: les que presentaren conductivitats superiors a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, foren diluïdes al 50%. Els paràmetres sol·licitats per a analitzar mitjançant la tècnica ICP-MS foren: ions d'alumini (Al^{3+}), zinc (Zn^{2+}), ferro (Fe^{2+}), fòsfor total (P^{3-}), calci (Ca^{2+}), magnesi (Mg^{2+}), potassi (K^+), sulfats (SO_4^{2-}), manganès (Mn^+) i sodi (Na^+).

Paràmetre	Mètode	Lloc
Cabal instantani (Qi)	Corbes de cabals de les estacions d'aforament	Camp i gabinet
Temperatura de l'aigua	Termòmetre de camp	Camp
pH	pH-metre de laboratori	Laboratori de GF de la UB
Conductivitat	Conductímetre de laboratori	
Sediment suspès	Filtratge, bàscula	
Bicarbonats (HCO ₃ ⁻)	Mètodes colorimètrics. Fabricants: Macherey-Nagel: preparats Visocolor®, ECO Nitrate, ECO Nitrite, ECO Phosphate. Panreac: reactius nitrats de plata (AgNO ₃), àcid sulfúric (H ₂ SO ₄), roig de metil (C ₁₄ H ₁₄ N ₃ NaO ₃ S), cromat de potassi (K ₂ CrO ₄).	
Nitrats (NO ₃ ⁻)		
Nitrits (NO ₂ ⁻)		
Fosfats (PO ₄ ⁻)		
Clor (Cl ⁻)		
Sulfats (SO ₄ ²⁻)	Mètode ICP-MS: espectrometria de masses per plasma d'acoblament inductiu	CCiT de la UB
Calci (Ca ²⁺)		
Magnesi (Mg ²⁺)		
Potassi (K ⁺)		
Sodi (Na ⁺)		
Manganès (Mn ²⁺)		
Fòsfor (P ³⁻)		
Alumini (Al ³⁺)		
Zinc (Zn ²⁺)		
Ferro (Fe ²⁺)		
Silici (Si)		

Taula 3.1. Paràmetres fisicoquímics analitzats de les 240 mostres.

3.2.1. Descripció dels paràmetres analitzats

A continuació, es descriuen breument els paràmetres fisicoquímics analitzats de les mostres recollides, amb l'objecte d'explicar la utilitat de l'estudi de cada un d'ells. A la taula 3.2 es resumeix la informació bàsica sobre els elements químics que hem estudiat en relació amb la hidrologia.

Cabal

El cabal (Q) és la quantitat d'aigua, expressada en litres o en metres cúbics per segon, que passa pel canal d'un riu en un moment determinat. També es pot denominar aportació, i cal distingir si es tracta d'una mesura puntual (Qi) o d'una mitjana de mesures (Qm), perquè es tracta d'un paràmetre dinàmic que varia en el temps en funció de diversos factors.

La mesura del Q és imprescindible perquè d'ell en depèn directament la concentració total de soluts que transporta el riu, així com la seva composició.

Temperatura

El programa "la Qualitat Ecològica dels Rius", l'últim informe del qual es reflecteix en el treball de Prat *et al.* (2015), defineix molt bé la importància de la mesura de la temperatura (T) al riu: "la temperatura és un factor bàsic de la vida en l'aigua. Tot i que la vida s'ha adaptat a les temperatures extremes, siguin baixes o molt altes, la majoria de les espècies viuen i es reproduïxen entre 10 i 25°C. Cada espècie pot tenir una temperatura òptima de desenvolupament. A més, la temperatura afecta, igual que el pH, la sensibilitat dels organismes als contaminants que pot portar l'aigua".

pH

El pH ens dóna una idea del grau d'acidesa d'una massa d'aigua. Un pH massa baix (per sota de 6) o massa alt (per damunt de 9) és un factor que per ell mateix fa difícil la vida dels organismes aquàtics. El valor del pH pot ser clau perquè un contaminant tingui un efecte més gran o més petit sobre els organismes presents. Per exemple, un pH baix afavoreix la presència de metalls pesants en solució en l'aigua, mentre que amb un pH alt la majoria dels metalls pesants (excepte el mercuri i el crom) tendeixen a precipitar-se (Prat *et al.*, 2015).

Conductivitat elèctrica

"La conductivitat és la mesura de la quantitat de ions que hi ha a l'aigua, i es determina amb la concentració de sals dissoltes que conté. Els ions majoritaris a l'aigua dels rius són

els clorurs, bicarbonats, sulfats, calci, magnesi, sodi i potassi. Els ions minoritaris serien els que es presenten en menys d'un 1% del total de ions. Els més importants són els bromurs, iodurs, silici, liti, estronci, fosfats, nitrats, ferro, manganès, alumini, amoni, sulfurs i fluorurs. La magnitud de la conductivitat depèn, doncs, de la concentració i el grau de dissociació d'aquests ions, tot i que també hi influeix la temperatura i la velocitat de migració. Així doncs, és imprescindible que aquesta mesura sigui feta in situ.

Tot i això, el valor de la conductivitat també es veu influït per l'activitat humana. Als llocs més o menys humanitzats, hi està relacionada amb els usos del sòl o la presència d'abocaments d'aigües residuals, que aporten al riu clorurs i altres sals. És especialment notori l'increment de la conductivitat dels rius a les zones amb extraccions mineres de sal o amb l'ús industrial de productes descalcificadors, si no hi ha un bon tractament de les aigües residuals.

Les aigües per a usos agrícoles o de consum humà no poden tenir una conductivitat excessivament elevada. Es consideren els $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ com el límit a partir del qual les aigües són difícils de potabilitzar per al consum humà. Per als organismes adaptats a viure en aigües continentals dolces, on les sals no haurien de superar l'1‰, les conductivitats elevades representen un risc de toxicitat pels problemes de regulació osmòtica que això comporta." Prat *et al.*, 2015.

Sediment en suspensió

El sediment en suspensió (SS) que transporta el riu correspon a les partícules que són massa grans per a ésser diluïdes en l'aigua, però prou lleugeres per a surar en la mateixa. El SS és el causant de la coloració de l'aigua i de la seva terbolesa.

En hidrologia i geomorfologia, es mesura amb la finalitat de computar la quantitat de material que transporta un riu. Un fet àmpliament estudiat i demostrat és que la quantitat de SS augmenta durant les crescudes, degut a la "rentada" i la força erosiva de l'aigua en pendents, que desemboquen al riu vessant-li tot el material (Charlton, 2008).

Cations majoritaris

Són els ions de càrrega positiva de major abundància a les aigües fluvials (Úbeda *et al.*, 2002). Es compensen amb els anions majoritaris, de forma que els pesos d'un grup i de l'altre d'una mateixa mostra han de sortir equiparats en realitzar el balanç iònic.

Calci

El calci (Ca^{2+}) és el catió més abundant de les aigües dolces, i sovint també consisteix l'element químic més present. Conjuntament amb el magnesi, és el responsable de la duresa de l'aigua. Prové de la meteorització del substrat que, com més calcari i erosionable sigui, majors concentracions de Ca^{2+} proporcionarà.

Sodi

El contingut en sodi (Na^+) de l'aigua es relaciona directament amb la seva salinitat. Acompanyat dels clorurs, i en elevades concentracions, poden conferir-li un gust salat. En condicions naturals, és freqüent trobar-lo en aigües d'escolament en substrats erosionables.

Magnesi

El magnesi (Mg^{2+}) és menys abundant que els cations anteriors però de vital importància per a la vida aquàtica. Com el calci, no es troba lliure a la natura, sinó que forma molècules solubles, i també és causant de la duresa de l'aigua.

Potassi

El potassi (K^+) també funciona com a nutrient essencial per a la vida, però és el menys abundant dels cations. No és especialment soluble, i en la natura es troba més en fonts de substrat àcid que no pas en calcari. Als rius, elevades concentracions de K^+ poden indicar abocaments d'aigües residuals.

Anions majoritaris

Són els ions majoritaris de l'aigua que presenten càrrega elèctrica negativa. En molts estudis hidrològics no s'inclouen els nitrats en els balanços iònics, i això és degut a què, per norma general, no els hauríem de trobar a les aigües d'escolament, i de ser així, solen ser concentracions molt baixes en comparació a la resta d'anions.

Bicarbonats

Els bicarbonats (HCO_3^-) a l'aigua en determinen la seva alcalinitat, és a dir, la seva capacitat per a neutralitzar els àcids. Són l'anió més abundant a les aigües fluvials en estat natural, i la seva major o menor concentració determinarà la vida en aquests espais. Solen provenir de substrats calcaris i de la precipitació atmosfèrica. Les aigües molt carbonatades solen presentar bombolles de gas.

Clor

El clor (Cl⁻) és un element molt comú a les aigües fluvials, però en dosis elevades pot ser molt perjudicial per a la vida. No es troba lliure, sinó que sol combinar-se amb d'altres elements, essent la molècula més habitual la de la sal comuna (NaCl), que resulta de la combinació amb el sodi. Les seves propietats bactericides són molt apreciades i és per això que hom l'utilitza per a la desinfecció d'aigües.

Sulfats

Els sulfats (SO₄²⁻) són ions de sals molt solubles en aigua, per la qual cosa es distribueixen àmpliament en la natura i poden presentar-se en les aigües naturals en un ampli interval de concentracions. L'origen dels sulfats es deu fonamentalment als processos de dissolució dels guixos, existents en el terreny, en l'aigua subterrània.

Nitrats

Els nitrats (NO₃⁻) són sals químiques derivades del nitrogen que, a concentracions baixes, es troben de forma natural en l'aigua i el sòl. La presència de nitrats en les aigües de subministrament públic és deguda a la contaminació de les aigües naturals per compostos nitrogenats. Es pot parlar de dos tipus principals de fonts de contaminació de les aigües naturals per compostos nitrogenats: la contaminació puntual i la dispersa. El primer cas s'associa a activitats d'origen industrial, ramader o urbà (abocament de residus industrials, d'aigües residuals urbanes o d'efluents orgànics de les explotacions ramaderes; lixiviació d'abocadors, etc.) mentre que en el cas de la contaminació dispersa o difosa, l'activitat agronòmica n'és la causa principal.

Si bé les fonts de contaminació puntual poden exercir un gran impacte sobre les aigües superficials o sobre localitzacions concretes de les aigües subterrànies, les pràctiques d'adob amb fertilitzants (orgànics o inorgànics) són generalment les causants de la contaminació generalitzada de les aigües subterrànies (GIB, 2016).

Ions minoritaris/elements traça

Anomenem ions minoritaris als elements químics i molècules analitzats que es troben en molt poca proporció a les dissolucions. En aigües naturals o poc contaminades, el pes total dels elements traça és tan petit comparat amb la resta, que es descarten en els balanços iònics. Ara bé, encara que sigui en dosis molt petites, alguns dels ions analitzats aquí poden indicar un problema de salut ambiental del riu i suposar un risc per a la salut si es consumeixen sense tractament previ.

Manganès

El manganès (Mn^{2+}) és un dels metalls més comuns de l'escorça terrestre. La seva presència en aigua es deu a la pròpia naturalesa del terreny; en aigües molt oxigenades es poden formar dipòsits de compostos de manganès, causant problemes de coloració a l'aigua.

Ferro

El ferro (Fe^+) també és un dels metalls més abundants del planeta. Dissolt a l'aigua, oscil·la entre 0,5 i 50 $mg \cdot l^{-1}$. La seva presència en aigües de consum pot ser deguda a l'ús de coagulants amb sals de ferro o a la corrosió de les canonades d'acer i ferro en les instal·lacions (Ministeri de Sanitat, 2015).

Silici

El silici (Si^-) és el segon element més abundant del planeta i es troba a la majoria de les aigües. És el constituent comú de les roques ígnies, del quars i la sorra. Normalment existeix com a òxid, i el podem trobar en forma insoluble, soluble i col·loïdal. Segons l'ASTM (2000), és important conèixer el contingut en silici de les aigües d'ús industrial i de les aigües residuals, perquè en elevades concentracions pot indicar alteracions en les construccions. No té efectes tòxics coneguts.

Zinc

El zinc (Zn^{2+}) es troba de forma natural a l'aigua. La seva solubilitat depèn de la temperatura i del pH de l'aigua en qüestió. Els minerals de zinc més significatius són l'esfalerita i la smithsonita, compostos que van a parar a l'aigua quan es troben prop de surgències amb presència d'aquests minerals. Les aigües residuals que contenen zinc solen provenir de processos de la indústria galvànica o de la producció de piles, entre d'altres. No se li atribueix un nivell de classificació de risc per a l'aigua, perquè no suposa un gran perill (Lenntech, 2016). Ara bé, només referint-nos al zinc elemental, perquè alguns derivats com l'arsenat de zinc o el clorur de zinc poden ser extremadament peril·losos. És un mineral alimentari per a sers humans i animals, però en quantitats excessives pot ser perjudicial per a la salut, i per sobre de certs nivells resulta tòxic.

Alumini

L'alumini (Al^{3+}) és l'element metàl·lic més abundant de la Terra, però no es troba en forma lliure a la naturalesa. Està àmpliament distribuït en les plantes i quasi totes les roques, especialment les ígnies, que contenen alumini en forma de minerals i d'aluminosilicats. Les altes concentracions poden causar problemes d'acidificació.

Nitrits

Els nitrits (NO_2^-) són anions que s'obtenen generalment de la reducció dels nitrats. Biològicament es formen per l'acció de bacteris nitrificants, en un estat intermedi en formació de nitrats. La seva presència en aigua sol indicar una contaminació de caràcter fecal recent. En aigües ben oxigenades, les concentracions de nitrits es poden mantenir dins un límit acceptable, no obstant això, en rius amb vessaments d'aigües residuals i industrials, es poden mesurar en nivells molt superiors. Com passa amb els nitrats, poden ser tòxics per als éssers vius.

Fosfats

Els fosfats (PO_4^-) són nutrients imprescindibles per a la vida, igual que els nitrats, tot i que sovint són menys abundants a l'aigua. Com tot paràmetre, si supera unes concentracions determinades es converteix en un risc de contaminació. Si n'hi ha en excés, provoca eutrofització. De manera natural, tenen una procedència difusa a causa del rentat de la conca, sobretot per meteorització de les roques amb fòsfor i per una posterior dissolució en l'aigua de la pluja. Actualment, però, a les aigües dels nostres rius els fosfats són abundants i provenen majoritàriament de diverses activitats humanes (Prat *et al.*, 2015).

Fòsfor

El fòsfor (P^{3-}) és un element essencial en el creixement de plantes i animals. És considerat com un dels nutrients que controlen el creixement d'algues, i es troba tant en aigües naturals com residuals gairebé exclusivament com a fosfats, en diverses manifestacions. L'ús de detergents, que en contenen grans quantitats, ha augmentat el contingut en fòsfor de les aigües residuals domèstiques i contribueix al problema de l'increment del mateix a les fonts receptores.

Total de sòlids dissolts

El total de continguts en sals de l'aigua és una dada que convé tenir sempre present, especialment en aigües de consum humà. És una mesura de referència per a conèixer el grau de mineralització de l'aigua, i és de gran importància perquè, independentment de la composició química del total de soluts, pot indicar si l'aigua en qüestió és apta o no per als usos a què estigui destinada. En aigües d'escolament superficial, seria desitjable que el TSD no superi els $1000 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, no obstant això, és freqüent trobar concentracions més elevades, com en el cas del riu Anoia. No s'ha de confondre aquesta dada amb la mesura de la CE, que, encara que indica també el grau de mineralització, exclou en la seva mesura molts paràmetres que no estan relacionats directament amb el contingut en sals.

VARIABLE	DESCRIPCIÓ QUÍMICA	APLICACIÓ	ORIGEN	OBSERVACIONS
Cations majoritaris	Calci (Ca^{2+})	Duresa de l'aigua	Meteorització del substrat, especialment en roques sedimentàries	Catió més abundant en aigües d'escolament
	Sodi (Na^+)	SAR (sodium adsorption ratio)		Sobre roques ígnies, les concentracions són sempre més elevades que del potassi
	Magnesi (Mg^{2+})	Duresa de l'aigua		Menys abundant que el calci, sol tenir un comportament similar
	Potassi (K^+)	Nutrient		Més abundant sobre substrat silici, feldspats i miques
Anions majoritaris	Bicarbonats (HCO_3^-)	Origina roques travertíniques	No són especialment solubles	No són especialment solubles
	Clor (Cl^-)	Biocida (antropogènic)		El podem trobar de forma natural o provinent de: a) agricultura, b) aigües residuals, c) indústria
	Sulfats (SO_4^{2-})			Molt àcids, concentracions superiors a 50mg/l-1 poden posar en perill la biota aquàtica, però es pot compensar per la presència d'elements alcalins
	Nitrats (NO_3^-)	Nutrient		L'activitat agrícola produeix un increment en les concentracions
Elements traça i nutrients	Manganès (Mn^{2+})	Elements traça	Gresos	Les aigües residuals poden augmentar-ne les concentracions
	Ferro (Fe^{2+})			
	Silici (Si^-)	Nutrient		Present a la majoria de les aigües d'escolament, prové principalment de la meteorització de minerals aluminosilicats. És un nutrient essencial per a les algues
	Zinc (Zn^{2+})	Elements traça	Meteorització geoquímica Guixos i roques	Les aigües residuals poden augmentar-ne les concentracions
	Alumini (Al^{3+})			
	Nitrits (NO_2^-)	Nutrient, deriva dels nitrats	Biota, residus agrícoles	La seva presència indica eutrofització
	Fosfats (PO_4^{3-})	Nutrients		Augmenten amb la presència de calci i de ferro
	Fòsfor (P^{3-})			

Taula 3.2. Descripció general dels paràmetres químics analitzats a les 240 mostres.

3.3. Treball de gabinet

Els dos primers apartats d'aquest capítol fan referència a la part del treball pràctic de la tesi. Aquest fet no exclou que tant durant els passos previs, com al llarg de tot el procés de treball de camp i de laboratori, i sobretot, posteriorment, el pes del treball recaigui en el que s'ha fet a les biblioteques i davant l'ordinador. Les línies que segueixen descriuen les eines, recursos, mètodes i tècniques que s'han emprat per a l'elaboració dels diferents capítols del treball.

3.3.1. Recerca bibliogràfica

El pas previ per a l'elaboració de qualsevol treball és la recerca exhaustiva de bibliografia relacionada amb l'objecte d'estudi. Com ja s'ha exposat al capítol 1, la recollida d'informació general i específica sobre la conca de l'Anoia fou el primer pas abans de començar el projecte. Posteriorment, la investigació se centrà fonamentalment en les publicacions en revistes científiques sobre sediment dissolt, hidroquímica i temes afins. Aquesta cerca s'ha de realitzar específicament en biblioteques universitàries, i sempre i quan es tingui un accés d'estudiant o investigador en vigor, perquè molts d'aquests articles són de pagament. Afortunadament, tant a la Universitat de Barcelona com a la Queen Mary, University of London es va poder accedir a tota la informació possible i necessària.

3.3.2. Dades

Aquesta tesi s'ha elaborat a partir de tres paquets importants de dades: les relacionades amb el cabal, les referents a la meteorologia i les que s'han obtingut del treball propi.

El Servei Meteorològic de Catalunya permet consultar en línia les dades de les estacions meteorològiques automàtiques, generalment per a períodes breus, en aquest enllaç: <http://www.meteo.cat/observacions/xema>. Cal sol·licitar personalment qualsevol dada registrada anterior a dos anys a comptar des del moment de la consulta. L'Agència Catalana de l'Aigua, per la seva banda, també permet consultar dades de cabal (en temps real i passat) d'algunes de les seves estacions d'aforament operatives, en aquesta aplicació: http://aca-web.gencat.cat/aetr/UII/aetr_app?TAB=dades#. Amb tot, l'accés a la informació passada era privilegiada per a totes les EA, a excepció de la de St. Sadurní, de

la qual es va poder descarregar en línia la sèrie de dades de cabals mitjans diaris per un període de deu anys. Ambdues entitats van cedir cordialment la informació sol·licitada i disponible dels punts estudiats.

El volum de dades obtingut de l'anàlisi de les 240 mostres preses en els 48 dies de treball de camp a les cinc estacions d'aforament s'estén a 5.520 paràmetres analitzats. Cada un d'ells s'ha revisat a fi de minimitzar el marge d'error en les mesures. Seguint les indicacions del manual d'Úbeda *et al.* (2002), es realitzaren els balanços iònics; es correlacionaren estadísticament els valors de la conductivitat elèctrica mesurada amb el total de sòlids dissolts i els continguts en sals, i es compararen les mesures de cabal amb les dades de l'ACA. Ha estat un treball laboriós i no sempre agraït, perquè en diversos casos els càlculs no han resultat significants. Per això, i com es veurà a l'apartat 3.3.4, ha calgut realitzar anàlisis estadístiques i de probabilitat per a detectar certes errors i errors.

3.3.3. Eines de treball

La redacció de la tesi, la presentació de la mateixa i l'ordenació de les dades s'ha realitzat amb el programari de Microsoft Office, versió 2010 en primer lloc, i 2013 posteriorment. La majoria dels gràfics s'han elaborat amb Microsoft Excel 2013, però les anàlisis estadístiques simples i multivariants s'han realitzat amb el *software* informàtic d'IBM SPSS Statistics 20, així com els diagrames de caixes i representacions de l'anàlisi dels components principals.

Els mapes de la conca s'han elaborat a partir de les bases cartogràfiques de l'ICC (2011). El mateix institut proporciona en línia les capes d'informació necessàries per al seu tractament en SIG. Mitjançant el programari d'ESRI Arc-GIS 10 es delimità la conca i es determinà tota la xarxa fluvial. Les posteriors representacions gràfiques s'han preparat amb l'ús del programa Corel Draw X3.

Els balanços iònics, els diagrames de Piper i els de Wilcox són producte del maneig del programari lliure del laboratori hidrogeològic d'Avinyó, Diagrammes, versió 6.5.

Per últim, les fotografies presentades en els diferents apartats de la tesi s'han escalat i ajustat per a la seva impressió amb programes d'edició d'imatge de Corel Photo Paint X3 i d'Adobe Photoshop CS.

3.3.4. Anàlisis estadístiques

Com es pot veure als capítols 4 i 5, les dades obtingudes de les mostres s'han de tractar estadísticament. Els primers càlculs i els més elementals corresponen a l'estadística descriptiva de les mostres: valors mitjans, màxims i mínims, així com la desviació estàndard, de cada paràmetre, per estacions d'aforament i per períodes.

S'han realitzat totes les correlacions estadísticament possibles entre paràmetres, amb l'objecte de determinar patrons de comportament. En cada cas, s'ha realitzat la prova de llibertat estadística de les mostres mitjançant el *T-test*, donant per bones les relacions amb un valor $P \leq 0.05$, i com a molt bones les de $P \leq 0,01$, i s'han descartat les que presenten majors graus de llibertat.

Finalment, tant per a reduir el paquet de dades com per a ampliar-ne la informació que se'n pot extreure, s'han realitzat anàlisis estadístiques multivariants mitjançant l'anàlisi dels components principals (com es pot veure a l'apartat 4.4). Les anàlisis *cluster* no s'han inclòs a la tesi perquè no han resultat d'utilitat per a explicar els processos que s'analitzen aquí, tot i que resulten molt interessants per a l'anàlisi d'hidrogrames i la seva classificació: en el cas del riu Anoia, resultaren cinc tipus jeràrquics de cabals, segons la seva magnitud i condicions prèvies (Rallo, 2014).



Figura 4.1. Mesura de la conductivitat elèctrica de les mostres al Laboratori de Geografia Física de la Universitat de Barcelona, març de 2012. Fotografia d'Elena Rallo.

4. HIDROQUÍMICA I ANÀLISI DE DADES

4. Hidroquímica i anàlisi de dades

Els resultats d'aquesta tesi doctoral es presenten en dos capítols separats, però no independents entre si. Aquest primer capítol tracta sobre l'anàlisi exhaustiva de les dades obtingudes al llarg de les campanyes de camp i posteriors treballs de laboratori i gabinet, dels anys hidrològics 2011-12 i 2012-13. De cinc punts de mostreig, per 48 mostres, per 23 paràmetres estudiats, se n'ha obtingut un total de 5.520 dades concretes, i aquí es persegueix trobar una relació, si existeix, entre totes elles.

Al capítol 5 es resumeix la informació obtinguda i es presenta d'una manera global, per demostrar la dinàmica del sediment dissolt a les aigües superficials de tota la conca del riu Anoia.

Per això, en aquest capítol 4 es presentarà: la composició química global de cada estació d'aforament, les anàlisis estadístiques i les correlacions entre els paràmetres, es farà una estimació del total de la càrrega dissolta transportada en el moment del mostreig i del total mitjà anual, l'anàlisi dels components principals, i es tancarà amb una anàlisi sobre la qualitat ecològica i de consum humà de l'aigua mostrejada.

4.1. Hidroquímica dels punts de mostreig

En aquest apartat es presenten les taules de dades que resumeixen els valors mitjans, màxims i mínims, així com la desviació estàndard, dels paràmetres analitzats, per cada un dels punts de mostreig. Els elements analitzats als laboratoris són 20: ions majoritaris (els cations Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , i els anions HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} i NO_3^-), elements traça (Mn^{2+} , Fe^{2+} , Si , Zn^{2+} , Al^{3+} , NO_2^- , PO_4^- i P^{3-}), el pH, la conductivitat elèctrica, el contingut en sals (NaCl) i el sediment en suspensió de les mostres. Al camp es van anotar el nivell i la temperatura de l'aigua dels punts de mostreig, i posteriorment al gabinet es va calcular el cabal instantani, l'escolament i el total de sediment dissolt per litre, resultant un total de 25 paràmetres estudiats. Les dades de camp i les dades diàries dels paràmetres es poden consultar a l'annex.

Com s'ha esmentat a l'apartat de la metodologia, es van recollir mostres d'aigua superficial en cinc estacions d'aforament distribuïdes al llarg de la conca del riu Anoia,

aproximadament cada quinze dies, durant dos anys hidrològics, 2011-12 i 2012-13. Per a facilitar la interpretació d'aquesta quantitat de dades s'han elaborat gràfics que representen els volums de la composició iònica mitjana de les aigües mostrejades, s'ha calculat en percentatges la presència de cada element i s'ha fet un diagrama de Piper (1944), utilitzat en estudis hidroquímics per a determinar la composició iònica de les mostres.

4.1.1. Hidroquímica de la capçalera, a Jorba

CAPÇALERA – JORBA

Paràmetre	Unitats	Mitjana	Màxim	Mínim	Desv. Est.
Nivell riu	m	0,15	0,34	0,07	0,06
Qi	m ³ · s ⁻¹	0,09	0,59	0,01	0,12
Escolament	mm	13,46	85,31	0,73	17,22
T	°C	12,0	22,5	2,1	5,1
pH		7,86	8,17	7,43	0,17
CE	μS · cm ⁻¹	2993	3880	1335	588
NaCl	mg · l ⁻¹	1535	1984	661	310
SS	mg · l ⁻¹	25,71	321,00	1,00	49,29
Ca ²⁺	mg · l ⁻¹	330,62	629,27	71,71	117,41
Na ⁺	mg · l ⁻¹	201,58	388,68	36,33	81,78
Mg ²⁺	mg · l ⁻¹	104,41	196,81	25,97	36,70
K ⁺	mg · l ⁻¹	8,86	28,40	4,48	3,57
HCO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	296,87	380,64	200,08	45,82
Cl ⁻	mg · l ⁻¹	319,06	593,44	113,44	109,25
SO ₄ ²⁻	mg · l ⁻¹	301,69	647,05	58,95	125,83
NO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	5,08	10,00	3,00	2,07
Mn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,03	0,00	0,01
Fe ²⁺	mg · l ⁻¹	0,02	0,09	0,00	0,0134
Si ⁻	mg · l ⁻¹	6,17	10,94	2,54	2,17
Zn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,02	0,08	0,01	0,01
Al ³⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,11	0,00	0,02
NO ₂ ⁻	mg · l ⁻¹	0,13	1,00	0,00	0,18
PO ₄ ³⁻	mg · l ⁻¹	0,26	0,70	0,00	0,15
P ³⁻	mg · l ⁻¹	0,79	2,19	0,13	0,49
TSD	mg · l ⁻¹	1575,57	2497,88	686,52	366,92

Taula 4.1. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Jorba, els anys hidrològics 2011-13.

A la taula 4.1. i la figura 4.2. es presenten les dades obtingudes de les anàlisis realitzades a l'estació d'aforament de Jorba. La CE mitjana de les mostres analitzades de la capçalera és de $2993 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, essent els valors mínims i màxims de 1335 i $3880 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ respectivament. Són valors elevats que es corresponen amb l'elevada concentració de SD, amb $1575,57 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ de mitjana. Els ions majoritaris dominants són el calci, el clor, els sulfats i els bicarbonats (taula 4.2.). Cal destacar la major presència de silici per sobre dels nitrats, el menys abundant dels anions principals.

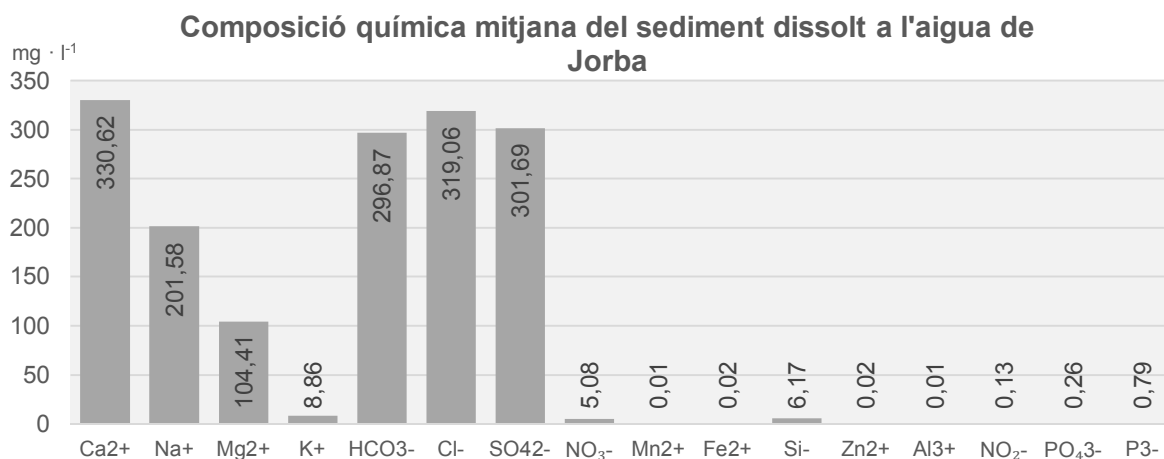


Figura 4.2. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Jorba, els anys hidrològics 2011-13.

Jorba		
	Mitjana	Percentatge
Ca ²⁺	330,62	20,98 %
Cl ⁻	319,06	20,25 %
SO ₄ ²⁻	301,69	19,15 %
HCO ₃ ⁻	296,87	18,84 %
Na ⁺	201,58	12,79 %
Mg ²⁺	104,41	6,63 %
K ⁺	8,83	0,56 %
Si ⁻	6,17	0,39 %
NO ₃ ⁻	5,08	0,32 %
P ³⁻	0,79	0,05 %
PO ₄ ³⁻	0,26	0,02 %
NO ₂ ⁻	0,13	0,01 %
Fe ²⁺	0,02	0,00 %
Zn ²⁺	0,02	0,00 %
Al ³⁺	0,01	0,00 %
Mn ²⁺	0,01	0,00 %
TSD	1575,57	100 %

Taula 4.2. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) de les mostres de Jorba.

A Jorba, els ions majoritaris, a excepció dels nitrats, encapçalen la llista de components químics de l'aigua. El calci presenta el major percentatge de la càrrega dissolta, amb el 20,98%, però a continuació dominen els tres principals anions, que sumen un 58,24%. Al diagrama de Piper (figura 4.3) observem la distribució dels ions majoritaris per cations i anions, als triangles de la base. Cada punt correspon a cada una de les 48 mostres analitzades. Com més al centre dels triangles es troben els punts, existeix menys dominància d'uns elements sobre els altres. En el cas dels cations, es tracta en general de mostres amb tendència a duresa (per l'elevada concentració de Ca^{2+}). En el cas dels anions, la major part de les mostres no presenten una dominància significativa de cap element en particular, però una desena de les mostres tenen concentracions especialment altes de clorurs. Així, en el rombe del gràfic que mostra la proporció global dels ions majoritaris, es pot apreciar que el conjunt de les mostres de l'aigua de Jorba són força dures, clorurades i sulfatades. Hi ha, no obstant, una mostra en particular que es diferencia clarament de la resta, presentant una composició molt carbonatada. Aquesta mostra va ser presa el 5 de novembre de 2011, unes hores després d'un episodi de crecuda excepcional, essent així la que s'ha recollit amb major cabal al riu a tots els punts de la conca.

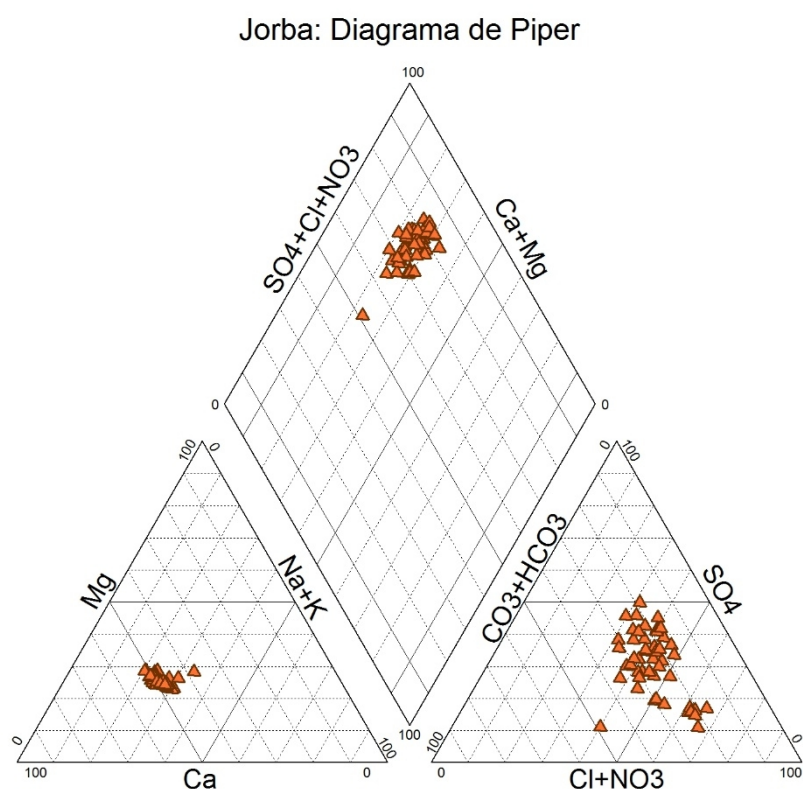


Figura 4.3. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Jorba.

4.1.2. Hidroquímica del centre de la conca, a Sant Sadurní d'Anoia

A la taula 4.3. es resumeixen els valors mitjans, màxims i mínims dels paràmetres analitzats a les aigües de SSD. El gràfic de la figura 4.4. representa el volum dels elements químics analitzats. Es tracta d'aigües amb elevada concentració de minerals, malgrat tractar-se de concentracions molt inferiors a les de la capçalera. Els valors de la CE i del TSD al centre de la conca són de $1971 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ i $1126,4 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ de mitjana, respectivament.

CENTRE CONCA - SANT SADURNÍ D'ANOIA

Paràmetre	Unitats	Mitjana	Màxim	Mínim	Desv. Est.
Nivell riu	m	0,21	0,62	0,10	0,11
Qi	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1,26	9,38	0,24	1,70
Escolament	mm	55,44	407,45	11,95	73,26
T	°C	16,1	27,0	5,5	6,0
pH		8,14	8,56	7,33	0,28
CE	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	1971	2630	977	316
NaCl	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	993	1335	485	167
SS	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	42,15	611,00	0,00	97,47
Ca ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	192,47	326,65	114,71	34,61
Na ⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	185,12	359,52	49,00	65,36
Mg ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	57,71	102,39	31,11	10,69
K ⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	11,43	20,40	7,68	2,63
HCO ₃ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	313,82	424,56	219,60	54,58
Cl ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	204,23	321,03	83,07	60,72
SO ₄ ²⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	148,06	296,00	63,85	34,57
NO ₃ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	8,69	30,00	1,00	5,86
Mn ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,09	0,00	0,02
Fe ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,69	1,34	0,07	0,30
Si ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	3,59	6,27	0,05	1,32
Zn ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,03	0,20	0,00	0,03
Al ³⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,06	0,01	0,01
NO ₂ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,31	1,00	0,00	0,35
PO ₄ ³⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,23	0,70	0,00	0,13
P ³⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,01	0,09	0,00	0,02
TSD	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	1126,43	1738,75	591,12	212,79

Taula 4.3. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de SSD, els anys hidrològics 2011-13.

La composició química dels ions majoritaris de les mostres de Sant Sadurní d'Anoia presenta més homogeneïtat entre elles que no pas la de Jorba, encara que també hi ha dispersions notables. Amb gairebé un 27,9% del total dels soluts, els bicarbonats (HCO_3^-) es constitueixen com l'element químic més abundant de mitjana, seguits del Cl^- , Ca^{2+} i Na^+ .

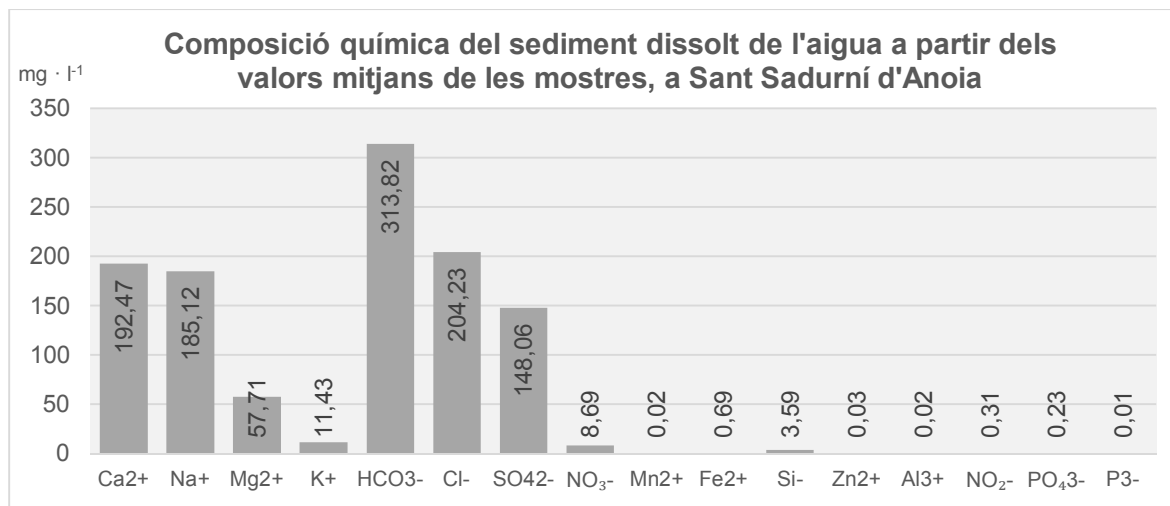


Figura 4.4. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de SSD, els anys hidrològics 2011-13.

Sant Sadurní d'Anoia

	Mitjana mg·l ⁻¹	Percentatge
HCO ₃ ⁻	313,82	27,86 %
Cl ⁻	204,23	18,13 %
Ca ²⁺	192,47	17,09 %
Na ⁺	185,12	16,43 %
SO ₄ ²⁻	148,06	13,14 %
Mg ²⁺	57,71	5,12 %
K ⁺	11,43	1,02 %
NO ₃ ⁻	8,69	0,77 %
Si ⁻	3,59	0,32 %
Fe ²⁺	0,69	0,06 %
NO ₂ ⁻	0,31	0,03 %
PO ₄ ³⁻	0,23	0,02 %
Zn ²⁺	0,03	0,00 %
Al ³⁺	0,02	0,00 %
Mn ²⁺	0,02	0,00 %
P ³⁻	0,01	0,00 %
TSD	1126,43	100 %

Taula 4.4. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes de les mostres de Sant Sadurní d'Anoia.

Els nitrats (NO_3^-) són l'ió majoritari de menys presència a les mostres recollides, amb una proporció global que no arriba a l'1%. Dels elements traça analitzats, destaca la concentració de Si^- per sobre de la resta, encara que les proporcions són molt petites. El diagrama de Piper (figura 4.5) permet deduir que l'aigua en aquest punt és de tendència alcalina, dura i clorurada. Les dues mostres més salades del triangle dels cations corresponen a dos dies de mostreig seguits amb cabals baixos, el juliol de 2012. La mostra més dura del mateix triangle, correspon a la crescuda de novembre de 2011. Al gràfic dels anions, la majoria de les mostres es concentren al mig, on no destaca cap ió per sobre dels altres. Però, de nou, la mostra més clorurada correspon a la crescuda, i les més sulfatades, a l'estiu del 2012, quan el cabal era molt baix. La proporció de bicarbonats es presenta com la més constant en el temps.

En general, les 48 mostres tendeixen a agrupar-se al rombe del diagrama, mostrant així una constància temporal en la seva composició. No obstant això, hi trobem un punt que es diferencia de la resta, que torna a coincidir amb la crescuda del 4 de novembre de 2011.

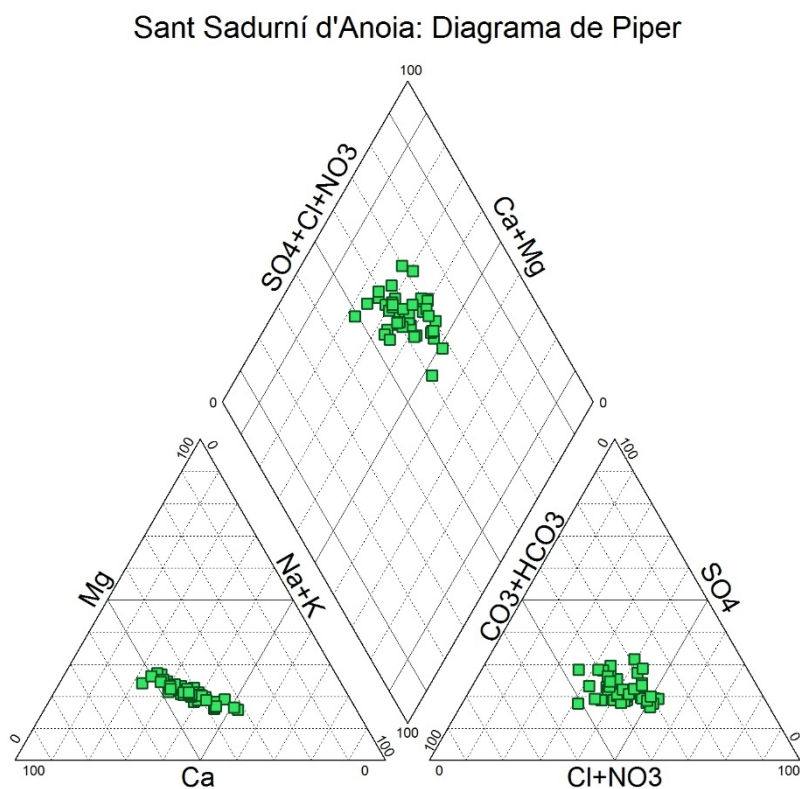


Figura 4.5. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de St. Sadurní.

4.1.3. Hidroquímica de la desembocadura, a Martorell

A la taula 4.5 i la figura 4.6 es presenta la composició mitjana de les mostres d'aigua de Martorell. També es mostren els valors màxims, mínims i la desviació estàndard dels resultats de les 48 mostres analitzades al llarg d'aquests dos anys hidrològics. Contràriament al que cabria esperar d'entrada (Charlton, 2008; Prat *et al.*, 2015), la concentració de soluts per litre, així com la CE, amb un valor mitjà de $1866 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$, aquí és inferior a la de les aigües del centre i la capçalera del riu. La hipòtesi més probable per a explicar aquest fet és que el substrat de la capçalera és molt més erosionable i soluble que el de la resta de la conca, i les concentracions de SD es dilueixen aigües avall.

DESEMBOCADURA – MARTORELL

Paràmetre	Unitats	Mitjana	Màxim	Mínim	Desv. Est.
Nivell riu	m	0,22	0,67	0,04	0,14
Qi	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	1,25	5,69	0,11	1,25
Escolament	mm	42,68	193,80	3,60	42,68
T	°C	15,8	28,5	4,7	6,8
pH		8,02	8,45	7,27	0,30
CE	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	1866	2510	836	402
NaCl	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	938	1273	409	207
SS	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	213,85	3874,00	0,00	634,33
Ca ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	164,92	265,86	62,75	46,38
Na ⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	171,66	364,93	42,90	68,20
Mg ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	52,22	83,65	18,29	14,44
K ⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	18,52	131,24	5,88	17,31
HCO ₃ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	312,32	395,28	161,04	53,28
Cl ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	216,13	558,11	85,08	109,37
SO ₄ ²⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	128,90	235,33	43,30	41,33
NO ₃ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	7,48	20,00	3,00	4,97
Mn ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,30	0,00	0,05
Fe ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,03	0,38	0,01	0,06
Si ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	2,79	4,96	0,06	1,19
Zn ²⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,04	0,00	0,01
Al ³⁺	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,32	0,00	0,05
NO ₂ ⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,34	1,00	0,00	0,35
PO ₄ ³⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,24	0,70	0,00	0,13
P ³⁻	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,64	1,36	0,26	0,23
TSD	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	1076,24	1860,12	556,35	272,54

Taula 4.5. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Martorell, els anys hidrològics 2011-13.

A aquesta anomalia se li suma, a més, que el cabal mitjà diari de MTLI ha estat gairebé sempre inferior al de SSD. Aquest fet es podria atribuir, com s'ha explicat a l'apartat 2.5, a la captació d'aigües per a la indústria i el reg, perquè en aquesta part de la conca hi ha grans extensions de conreus i també moltes fàbriques.

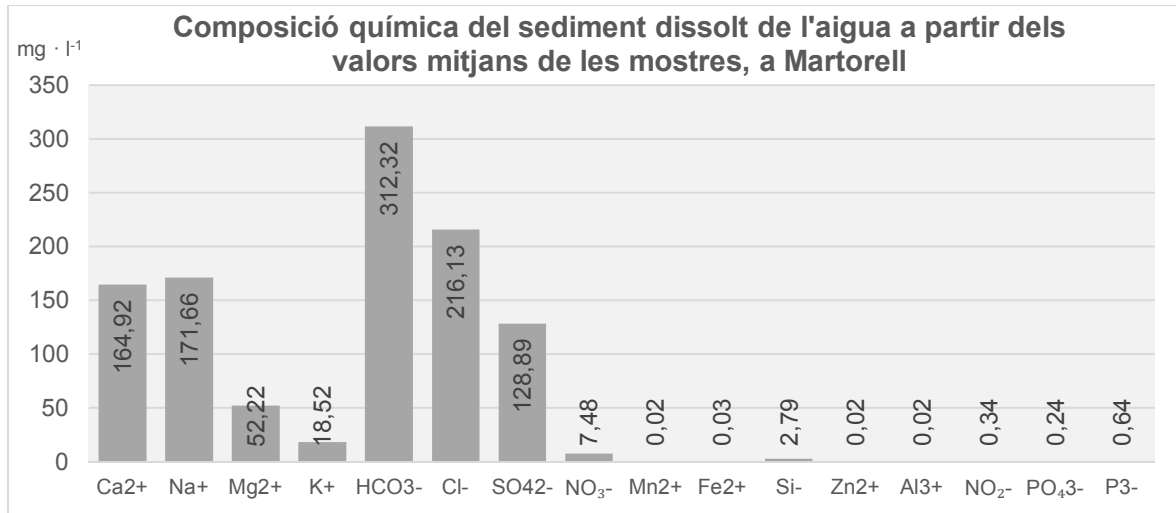


Figura 4.6. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Martorell, els anys hidrològics 2011-13.

Martorell		
	Mitjana	Percentatge
HCO ₃ ⁻	312,32	29,02 %
Cl ⁻	216,13	20,08 %
Na ⁺	171,66	15,95 %
Ca ²⁺	164,92	15,32 %
SO ₄ ²⁻	128,90	11,98 %
Mg ²⁺	52,22	4,86 %
K ⁺	18,52	1,72 %
NO ₃ ⁻	7,48	0,70 %
Si ⁻	2,79	0,26 %
P ³⁻	0,64	0,06 %
NO ₂ ⁻	0,34	0,03 %
PO ₄ ³⁻	0,24	0,02 %
Fe ²⁺	0,03	0,00 %
Al ³⁺	0,02	0,00 %
Mn ²⁺	0,02	0,00 %
Zn ²⁺	0,02	0,00 %
TSD	1076,24	100 %

Taula 4.6. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l⁻¹) de les mostres de Martorell.

La composició química de les mostres de Martorell presenta un ordre de les proporcions dels ions majoritaris que s'assembla molt al del centre de la conca (taula 4.6), a excepció que la concentració de sodi (Na^+) està tan sols unes dècimes per sobre que la del calci (Ca^{2+}). Destaca, però, l'increment absolut i proporcional de la concentració de potassi (K^+).

El diagrama de Piper (figura 4.7) demostra que la composició iònica de les mostres de la desembocadura ha estat més variable al llarg dels anys hidrològics 2011-13 que no pas a SSD. Tant el triangle dels cations com el dels anions concentren una majoria de punts sense ions dominants, però en ambdós casos hi ha mostres que se separen cap a dues bandes oposades. El cabal del moment de mostreig torna a ser un fenomen decisiu en la hidroquímica: els dies de cabal més alt, majors són les concentracions de calci, magnesi i clorurs, mentre que els dies de menor aportació han incrementat les sals i els sulfats.

Amb l'excepció d'aquests dies puntuals, les mostres de Martorell han resultat en general clorurades i dures, essent més alcalines (carbonatades) en períodes humits i sulfatades en temps de sequera.

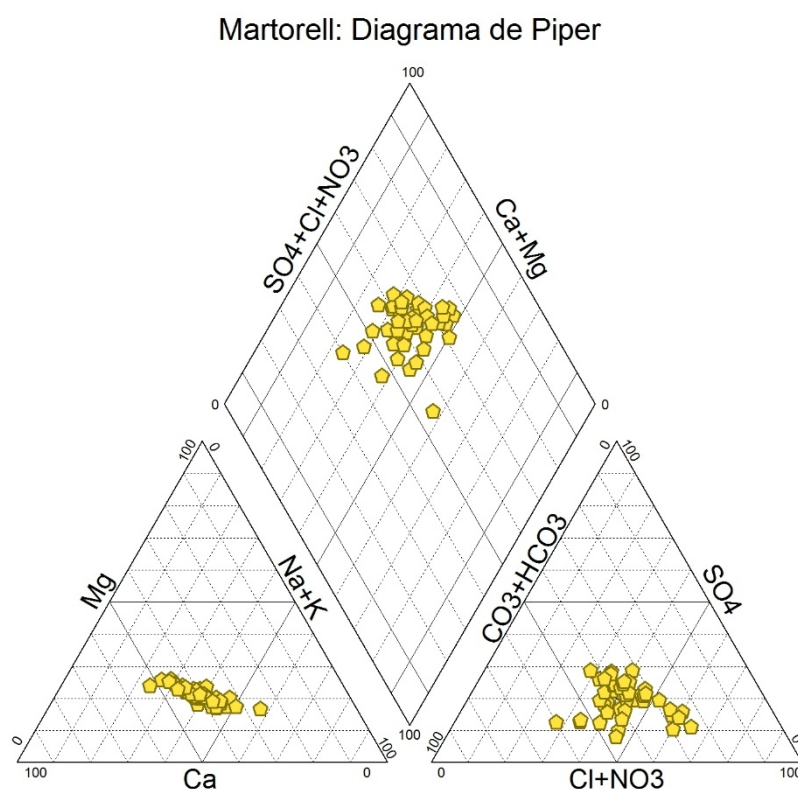


Figura 4.7. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Martorell.

4.1.4. Hidroquímica de la riera del Carme

Les aigües de la riera del Carme provenen d'un aquífer que abasteix d'aigua tot l'any, i malgrat que el punt de mostreig de la riera roman a més de 10 km de la surgència de la riera, la conductivitat elèctrica i el total de sediment dissolt són molt inferiors en aquest punt que al canal principal del riu Anoia. A la taula 4.7 es presenten els valors mitjans, màxims, mínims i la desviació estàndard dels paràmetres analitzats a les mostres d'aquest indret.

AFLUENT 1 - RIERA DEL CARME

Paràmetre	Unitats	Mitjana	Màxim	Mínim	Desv. Est.
Nivell riu	m	0,20	0,56	0,07	0,10
Qi	m ³ · s ⁻¹	0,24	1,10	0,04	0,19
Escolament	mm	76,71	346,90	12,61	61,49
T	°C	13,6	21,0	5,7	4,3
pH		7,93	8,21	7,29	0,19
CE	μS · cm ⁻¹	1136	1339	827	125
NaCl	mg · l ⁻¹	562	660	403	62
SS	mg · l ⁻¹	14,88	230,00	0,00	33,66
Ca ²⁺	mg · l ⁻¹	207,45	309,90	134,48	44,00
Na ⁺	mg · l ⁻¹	15,02	149,49	7,07	20,33
Mg ²⁺	mg · l ⁻¹	47,66	99,82	34,24	11,13
K ⁺	mg · l ⁻¹	2,58	9,72	0,62	1,60
HCO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	257,01	331,84	126,88	43,64
Cl ⁻	mg · l ⁻¹	27,60	42,54	14,18	7,21
SO ₄ ²⁻	mg · l ⁻¹	128,44	249,18	82,92	34,84
NO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	4,02	10,00	1,00	1,98
Mn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,03	0,00	0,01
Fe ²⁺	mg · l ⁻¹	0,02	0,13	0,00	0,02
Si ⁻	mg · l ⁻¹	3,86	6,76	1,38	1,13
Zn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,06	0,00	0,01
Al ³⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,11	0,00	0,03
NO ₂ ⁻	mg · l ⁻¹	0,05	0,25	0,00	0,06
PO ₄ ³⁻	mg · l ⁻¹	0,11	0,50	0,00	0,13
P ³⁻	mg · l ⁻¹	0,49	1,45	0,00	0,33
TSD	mg · l ⁻¹	694,33	1139,64	426,01	128,26

Taula 4.7. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de Carme, els anys hidrològics 2011-13.

La figura 4.8 mostra un gràfic que representa la composició química de l'aigua per ions. A continuació, es presenten els percentatges de les concentracions iòniques (taula 4.8), posant-se de manifest que els bicarbonats i el calci (amb un 37,1% i un 29,9% del total, respectivament) són els elements més abundants. Les mostres de CRM mostren una alternança anió-catió, i hi destaca la menor proporció de potassi en el global dels ions majoritaris, per sota dels nitrats, i també del minoritari silici.

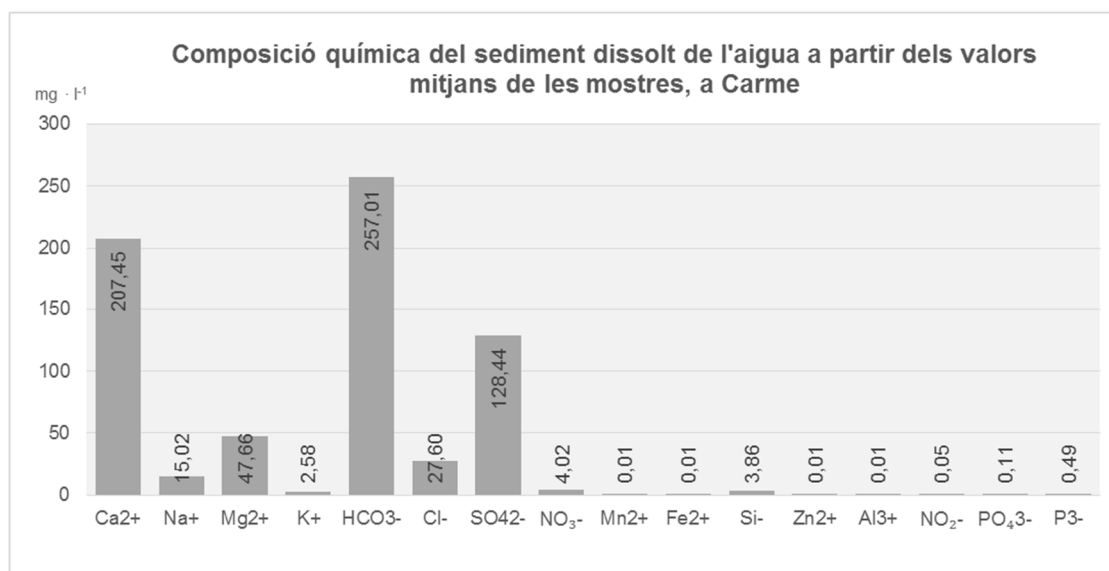


Figura 4.8. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de Carme, els anys hidrològics 2011-13.

Carme		
	Mitjana	Percentatge
HCO ₃ ⁻	257,01	37,02 %
Ca ²⁺	207,45	29,88 %
SO ₄ ²⁻	128,44	18,50 %
Mg ²⁺	47,66	6,86 %
Cl ⁻	27,60	3,98 %
Na ⁺	15,02	2,16 %
NO ₃ ⁻	4,02	0,58 %
Si ⁻	3,86	0,56 %
K ⁺	2,58	0,37 %
P ³⁻	0,49	0,07 %
PO ₄ ³⁻	0,11	0,02 %
NO ₂ ⁻	0,05	0,01 %
Fe ²⁺	0,02	0,00 %
Al ³⁺	0,01	0,00 %
Zn ²⁺	0,01	0,00 %
Mn ²⁺	0,01	0,00 %
TSD	694,33	100 %

Taula 4.8. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l⁻¹) de les mostres de Carme.

El diagrama de Piper (figura 4.9) mostra que les aigües de Carne són les més dures (Ca^{2+} i Mg^{2+}) i alcalines (HCO_3^-) analitzades fins el moment. En contra del que cabria esperar, la mostra que se separa principalment de la resta no correspon a la crescuda del 4 de novembre del 2011, sinó al dia 23 del mateix mes i any. Una segona mostra que també se separa, encara que de forma subtil, de les agrupacions, correspon a un dia de cabal alt després d'unes pluges, a l'abril de 2013.

Al triangle dels cations, les mostres s'agrupen molt en unes mateixes característiques. En canvi, al triangle dels anions, hi ha una certa dispersió entre mostres. La major o menor presència de bicarbonats, sulfats i clorurs no depèn del cabal, perquè s'han trobat mostres que no coincideixen amb aquesta hipòtesi. Així, les característiques de l'aigua de la riera del Carne, analitzades al llarg d'aquests dos anys, ens permeten arribar a la conclusió preliminar: la hidroquímica d'aquest punt de la conca no depèn tant del cabal ni de la pluja com de l'aportació de l'aqüífer, alhora que la resposta del TSD als episodis de crescuda, vistes les mostres més separades, és tardana.

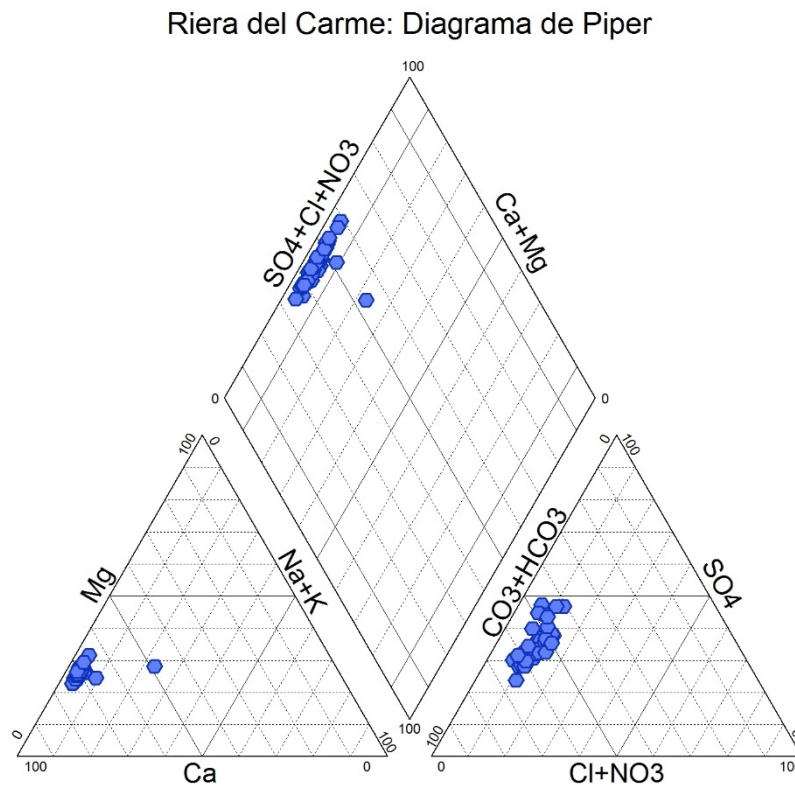


Figura 4.9. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de Carne.

4.1.5. Hidroquímica de la riera de Mediona

Aquí es presenten els valors mitjans, màxims, mínims i la desviació estàndard dels paràmetres analitzats a la riera de Mediona, així com un gràfic que mostra la concentració mitjana dels ions de les mostres (taula 4.9 i figura 4.10).

AFLUENT 2 - RIERA DE MEDIONA

Paràmetre	Unitats	Mitjana	Màxim	Mínim	Desv. Est.
Nivell riu	m	0,08	0,65	0,03	0,12
Qi	m ³ · s ⁻¹	0,10	0,84	0,01	0,14
Escolament	mm	56,37	407,54	11,16	72,29
T	°C	16,4	22,0	5,7	3,5
pH		7,90	8,33	7,52	0,18
CE	μS · cm ⁻¹	1228	1274	772	74
NaCl	mg · l ⁻¹	605	628	384	36
SS	mg · l ⁻¹	7,19	25,00	0,00	7,13
Ca ²⁺	mg · l ⁻¹	209,94	279,00	122,12	26,88
Na ⁺	mg · l ⁻¹	13,35	36,76	9,82	3,65
Mg ²⁺	mg · l ⁻¹	56,45	75,32	29,16	7,00
K ⁺	mg · l ⁻¹	2,63	7,57	1,92	0,98
HCO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	229,87	317,20	165,92	30,35
Cl ⁻	mg · l ⁻¹	30,43	56,72	11,94	7,59
SO ₄ ²⁻	mg · l ⁻¹	151,18	215,83	56,30	25,60
NO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	2,25	5,00	1,00	1,21
Mn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,00	0,03	0,00	0,01
Fe ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,09	0,00	0,01
Si ⁻	mg · l ⁻¹	4,57	5,66	3,54	0,50
Zn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,04	0,00	0,01
Al ³⁺	mg · l ⁻¹	0,01	0,09	0,00	0,02
NO ₂ ⁻	mg · l ⁻¹	0,00	0,05	0,00	0,01
PO ₄ ³⁻	mg · l ⁻¹	0,08	0,50	0,00	0,12
P ³⁻	mg · l ⁻¹	0,40	1,05	0,00	0,27
TSD	mg · l ⁻¹	701,19	887,02	493,73	62,70

Taula 4.9. Estadística descriptiva dels paràmetres analitzats de les 48 mostres de SQM, els anys hidrològics 2011-13.

Aquesta riera també s'alimenta de les aigües de l'aqüífer, motiu pel qual la seva hidroquímica s'assembla molt a la del Carme. De totes maneres, es tracta de dues subconques separades, i presenten algunes diferències entre sí. A SQM, els bicarbonats i el calci, amb un 32,783% i un 29,94% del total, respectivament, són els ions més abundants (taula 4.10). Els nitrats són l'ió majoritari de menys presència, després del potassi i del silici.

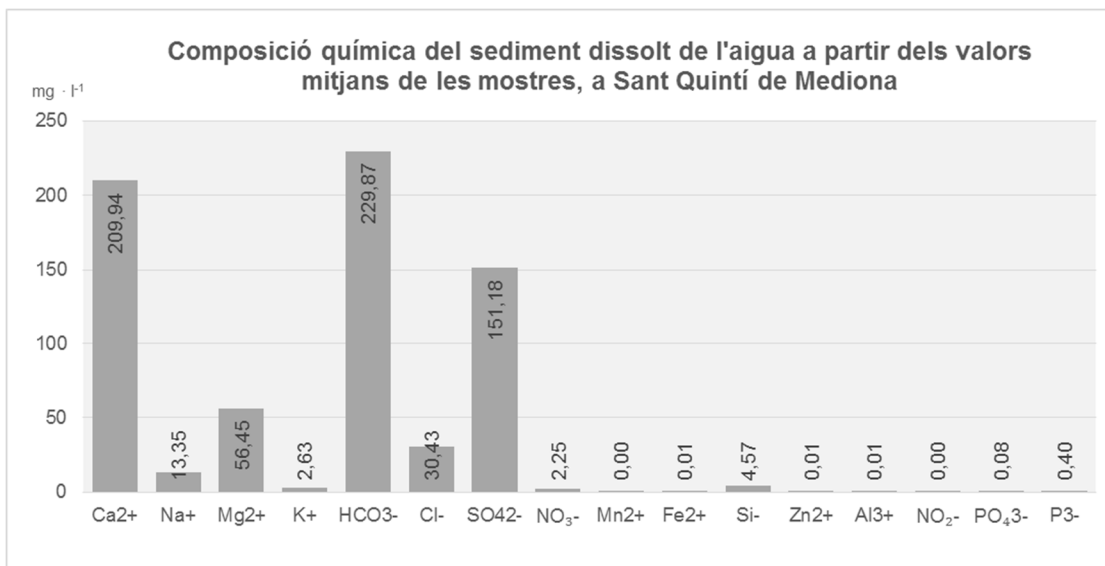


Figura 4.10. Composició iònica mitjana de les 48 mostres analitzades de SQM, els anys hidrològics 2011-13.

Sant Quintí de Mediona

	Mitjana	Percentatge
HCO ₃ ⁻	229,87	32,78 %
Ca ²⁺	209,94	29,94 %
SO ₄ ²⁻	151,18	21,56 %
Mg ²⁺	56,45	8,05 %
Cl ⁻	30,43	4,34 %
Na ⁺	13,35	1,90 %
Si ⁻	4,57	0,65 %
K ⁺	2,63	0,38 %
NO ₃ ⁻	2,25	0,32 %
P ³⁻	0,40	0,06 %
PO ₄ ³⁻	0,08	0,01 %
Zn ²⁺	0,01	0,00 %
Fe ²⁺	0,01	0,00 %
Al ³⁺	0,01	0,00 %
Mn ²⁺	0,00	0,00 %
NO ₂ ⁻	0,00	0,00 %
TSD	701,19	100 %

Taula 4.10. Percentatges de les concentracions iòniques mitjanes (en mg·l⁻¹) de les mostres de SQM.

Al diagrama de Piper (figura 4.11), els cations apareixen agrupats sense dispersió palpable, mentre que els anions estan més repartits entre major presència de clorurs o de sulfats, però tots ells amb major proporció de bicarbonats. En conjunt, les aigües de SQM són una mica més dures per la seva proporció en Ca^+ , però també menys bicarbonatades (alcalines) que les de la riera del Carme. En aquest punt de mostreig, la mostra que se separa clarament de l'agrupació torna a correspondre amb la crescuda del 4 de novembre de 2011.

Les mostres que se situen als extrems de les agrupacions coincideixen amb els cabals més alts i baixos registrats. Així, a major cabal, majors són les concentracions de clorurs, i a menor aportació, major presència de sulfats. Aquesta dada ens permet treure dues conclusions preliminars sobre la hidroquímica de SQM: l'aigua del riu és sempre dura i alcalina, producte del seu origen (aquífer), i el cabal intervé sensiblement en la composició dels anions majoritaris. Cal destacar que SQM és el punt de mostreig on la proporció de nitrits ha resultat la més baixa de totes.

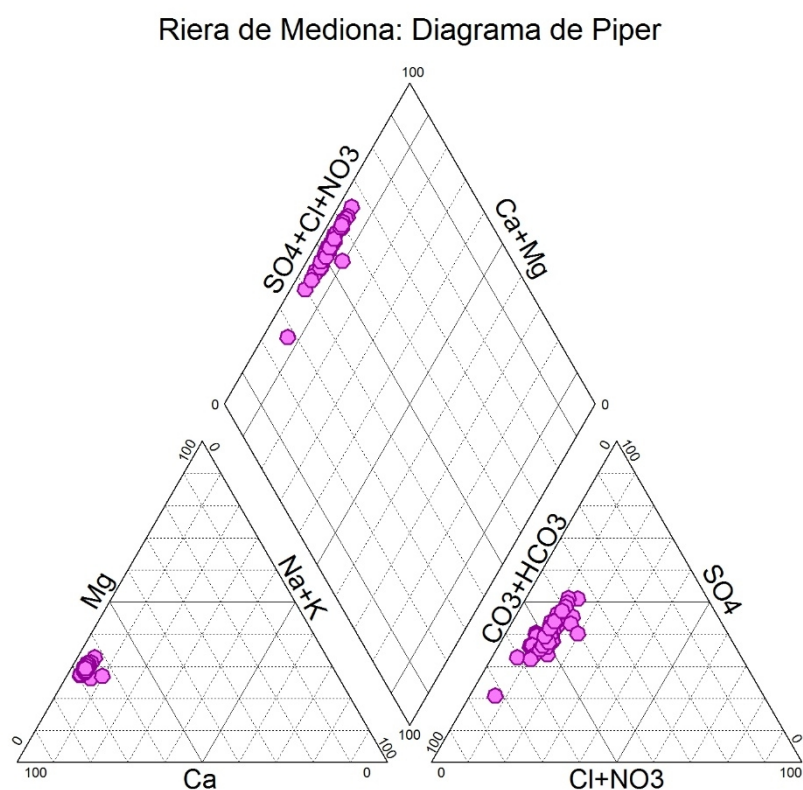


Figura 4.11. Diagrama de Piper: composició dels ions majoritaris de les mostres de St. Quintí.

4.2. Anàlisi estadística i interpretació de les dades

Les anàlisis estadístiques són imprescindibles per a fer una correcta interpretació dels resultats, especialment quan es disposa d'un paquet molt gran de dades. En aquest capítol s'han recollit 23 paràmetres (s'han exclòs el nivell del riu i l'escolament de la conca), i s'han correlacionat entre ells. Es persegueix trobar perfectes correlacions entre alguns elements que puguin explicar la presència, increment o disminució dels uns en funció dels altres. Alhora, les pitjors correlacions també poden estar explicant que, independentment de la presència o absència de determinats factors, hi ha elements que sempre estan presents en les mostres.

Als següents subapartats es recullen les taules i gràfics que representen aquestes connexions per cada punt de mostreig. En primer lloc, s'ha elaborat una matriu amb les correlacions de Pearson i els graus de significació entre paràmetres (prova T). Posteriorment s'han elaborat els gràfics més representatius per a cada cas i s'interpreten els resultats.

4.2.1. Correlacions i interpretació de les dades de Jorba

A la matriu (taula 4.11) es mostren les correlacions de Pearson entre els 23 paràmetres analitzats de les 48 mostres preses a Jorba durant els anys hidrològics 2011-13 i el seu nivell de significació estadística (prova T).

El coeficient R de correlació de Pearson ens mostra la dependència lineal d'un factor respecte d'un altre i, segons el seu valor, es poden estimar els graus de llibertat entre els elements. S'han considerat com a molt bones aquelles correlacions amb un valor $R > \pm 0,9$, és a dir, els més propers al valor ± 1 , marcats en negreta a la taula. Els pitjors lligams són els que més s'apropen al valor 0.

S'han buscat els nivells de significació amb una confiança superior al 95%, marcats en gris a la taula, perquè indiquen que tampoc no existeix llibertat entre paràmetres. La hipòtesi nul·la per a aquesta prova T seria que una determinada concentració d'un paràmetre no es veu afectada per la presència d'un altre.

Jorba: correlacions de Pearson i intervals de confiança

	Ql	Temp	pH	CE	NaCl	SS	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mn ²⁺	Si ⁻	Fe ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻	TSD	
Ql	1																							
Temp	-.047	1																						
pH	,139	-.357	1																					
CE	-.737**	,142	-.223	1																				
NaCl	-.749**	,129	-.218	,997**	1																			
SS	,550**	,177	-.150	-.501**	-.504**	1																		
Ca ²⁺	-.288*	-.387**	,077	,382**	,386**	-.496**	1																	
Na ⁺	-.403**	-.290*	-.063	,496**	,500**	-.418**	,930**	1																
Mg ²⁺	-.262	-.372**	,075	,307**	,314*	-.472**	,977**	,932**	1															
K ⁺	-.047	-.143	,090	-.097	-.093	-.149	,523**	,562**	,587**	1														
HCO ₃ ⁻	-.123	-.125	,119	,291*	,286*	-.106	-.041	-.102	-.120	-.188	1													
Cl ⁻	-.641**	,282	-.344*	,649**	,660**	-.180	-.131	-.004	-.172	-.183	,219	1												
SO ₄ ²⁻	-.282	-.313	-.022	,418**	,423**	-.430**	,971**	,922**	,961**	,450**	-.110	-.095	1											
NO ₃ ⁻	,077	-.042	-.012	-.013	-.014	-.110	,120	,122	,103	,167	-.394**	-.072	,116	1										
Mn ²⁺	-.350*	,061	-.271	,321**	,316*	-.134	,413**	,513**	,427**	,331*	,029	,182	,452**	-.166	1									
Si ⁻	-.102	-.281	,027	,133	,142	-.355*	,879**	,834**	,922**	,643**	-.237	-.307*	,880**	,256	,354*	1								
Fe ²⁺	-.101	-.129	,269	,052	,044	-.185	,345*	,338*	,338*	,678**	,299*	,000	,229	-.112	,231	,245	1							
Zn ²⁺	-.087	-.097	,173	-.112	-.112	-.192	,219	,194	,200	,353**	,175	-.086	,093	-.221	,150	,096	,524**	1						
Al ³⁺	,015	-.140	-.070	,089	,082	-.098	,160	,153	,124	,113	,126	-.123	,154	,290*	-.232	,188	,185	-.067	1					
NO ₂ ⁻	,038	,098	-.059	,086	,090	-.109	,017	,027	-.024	,056	-.020	,163	-.026	,344*	,127	-.038	,160	,063	-.012	1				
PO ₄ ³⁻	-.002	,007	,023	-.015	-.010	,066	,015	,010	-.004	-.063	,023	-.167	,008	,019	,048	,095	-.239	-.132	-.112	-.188	1			
P ³⁻	-.209	-.574**	,269	,141	,158	-.234	,606**	,624**	,606**	,668**	,156	-.033	,530**	,056	,339*	,514**	,630**	,302*	,078	,049	-.115	1		
TSD	-.512**	-.269	-.075	,637**	,644**	-.518**	,926**	,928**	,896**	,443**	,099	,229	,924**	,054	,507**	,755**	,344*	,165	,133	,049	-.037	,596**	1	

** . La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
* . La correlació és significativ al nivell 0,05 (bilateral).

Taula 4.11. Matriu de correlacions entre paràmetres. Es mostra el valor R de Pearson i la significació de les relacions.

En el cas de les mostres de Jorba, malgrat que no s'arriba a tenir un 30% de relacions significatives entre paràmetres, tots els elements/factors tenen almenys un lligam amb algun altre, a excepció dels fosfats. També cal destacar la poca probabilitat que es trobin concentracions d'alumini i de nitrats en funció de cap altre paràmetre, lligats només als nitrats. El pH també presenta correlacions molt baixes amb la resta de paràmetres, i tan sols està lligat amb els clorurs.

Els coeficients R més alts corresponen als sulfats (SO₄²⁻) en front del calci, sodi i magnesi (Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺); del magnesi (Mg²⁺) en front del calci i el sodi (Ca²⁺, Na⁺); del total de sòlids dissolts (TSD) en front del calci, el sodi i els sulfats (Ca²⁺, Na⁺, SO₄²⁻); del silici (Si) en front del magnesi (Mg²⁺); i del contingut en sals (NaCl) en front de la conductivitat (CE). El nombre de relacions molt baixes, no obstant, és superior, podent-se destacar en general la majoria dels elements traça, així com els nitrats (NO₃⁻) i el potassi (K⁺). A la figura 4.12. es presenta una matriu de gràfics de relacions entre els ions majoritaris de Jorba.

Les bones correlacions són les que presenten un apropament dels punts (mostres) a una línia recta, mentre que a major dispersió, pitjors són els enllaços. Les millors de JRB expliquen que, a major concentració de Ca²⁺, major són les concentracions de Na⁺ i Mg²⁺. El mateix passa amb SO₄²⁻ i els cations esmentats.

Els nitrats són, amb diferència, els ions que presenten més autonomia. També ho fan els bicarbonats (HCO₃⁻), que, malgrat d'ésser el quart element més abundant de les mostres de Jorba, presenta una dispersió important.

S'han seleccionat les millors relacions i s'han elaborat gràfics específics que mostren l'evident increment dels tres cations majoritaris amb els sulfats, i el del calci i el sodi respecte del magnesi (figura 4.13). Les elevades concentracions de calci li confereixen duresa a l'aigua, alhora que aquesta també es relaciona amb el magnesi. Aquestes dades posen en evidència que aquests elements a les mostres de Jorba estan presents en les mateixes proporcions la major part del temps.

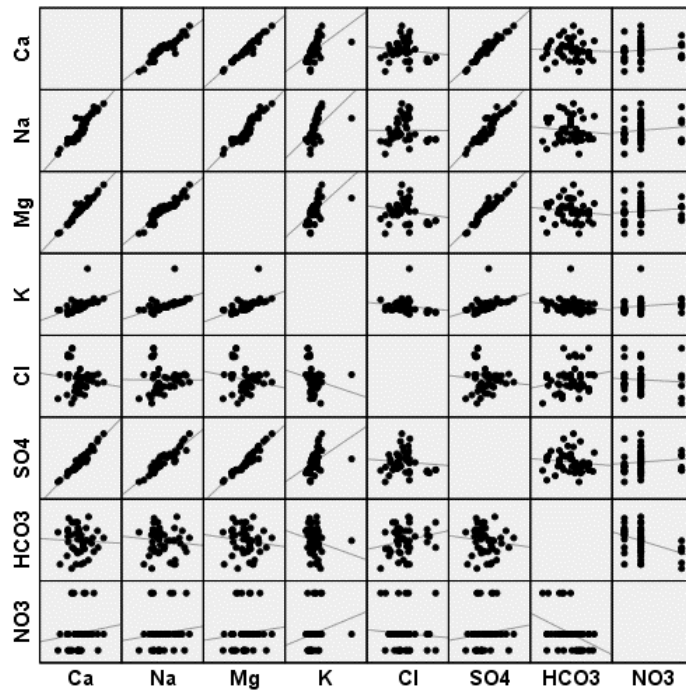


Figura 4.12. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de Jorba.

A diferència del sediment el suspensió, el sediment dissolt tendeix a disminuir quan el cabal del riu creix. La correlació de la hidroquímica amb el cabal del riu és fonamental per a poder estimar la producció total de SD, com es veurà al capítol 4.3, o inclús per a poder predir la concentració iònica en funció del règim hidrològic del moment. La correlació dels elements químics amb el cabal ha de ser, no obstant, potencial en lloc de lineal, i presumiblement negativa, com s'ha exposat a l'estat de la qüestió (capítol 1.2).

Jorba: representació dels cations principals en front dels sulfats i del calci i sodi en front del magnesi

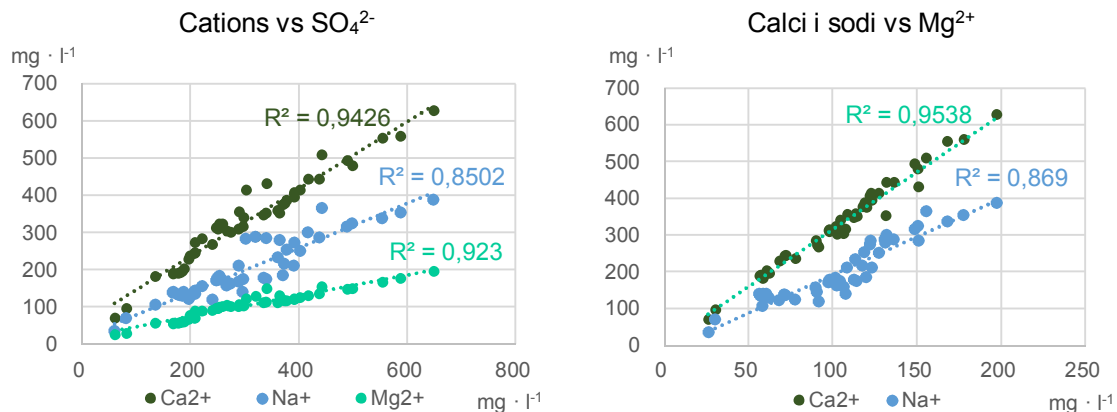


Figura 4.13. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris de Jorba.

Com hem vist al capítol anterior, els ions més abundants de les aigües de Jorba són el Ca²⁺ i el Cl⁻. Als gràfics que segueixen es presenta la seva variabilitat en els anys de mostreig i la seva correlació amb el cabal (figures 4.14 i 4.15), de forma potencial, com es proposà en el manual de Gregory i Walling (1973).

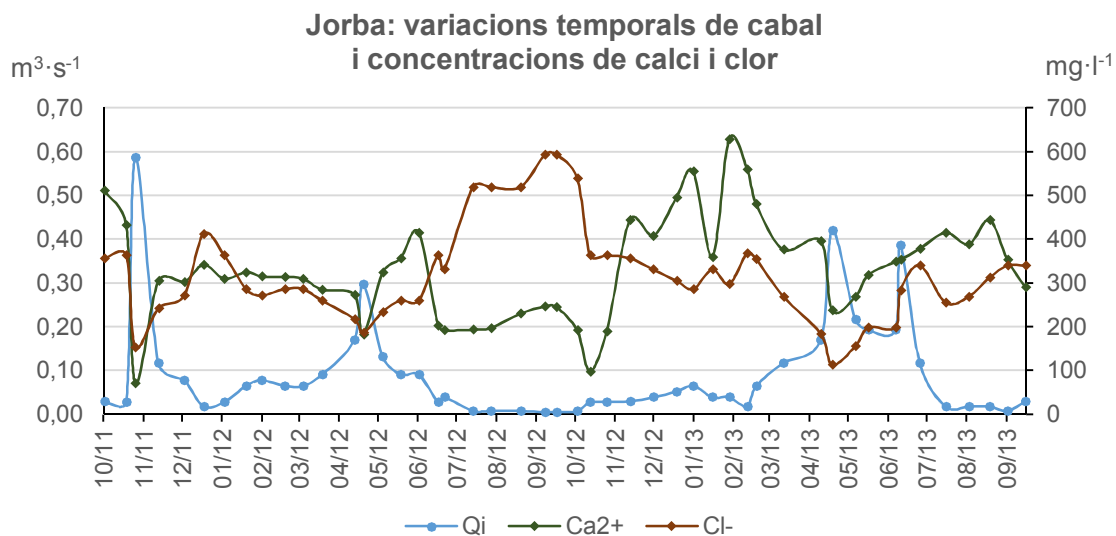


Figura 4.14. Variacions temporals de cabal i concentracions de Ca²⁺ i Cl⁻ a Jorba, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.

La concentració de clor a les mostres de Jorba sol ser inversament proporcional a la quantitat de cabal instantani, pel qual es pot afirmar que la presència d'aquest anió és previsible en funció de l'aportació. A la figura 4.15 es mostra aquesta relació entre els paràmetres, amb una R²=0,777, que és molt superior a la mitjana global dels rius (R²=0,3, segons Walling i Webb, 1983).

La concentració de calci, no obstant, té una relació amb el cabal molt fluixa ($R^2=0,0019$), fet que podria indicar que la presència d'aquest catió és independent del Q_i , malgrat que en alguns punts es pugui observar alguna coincidència. El substrat altament calcari i la franja de guixos de la capçalera de l'Anoia podria ser el principal responsable de la presència d'aquest element a les aigües d'escolament.

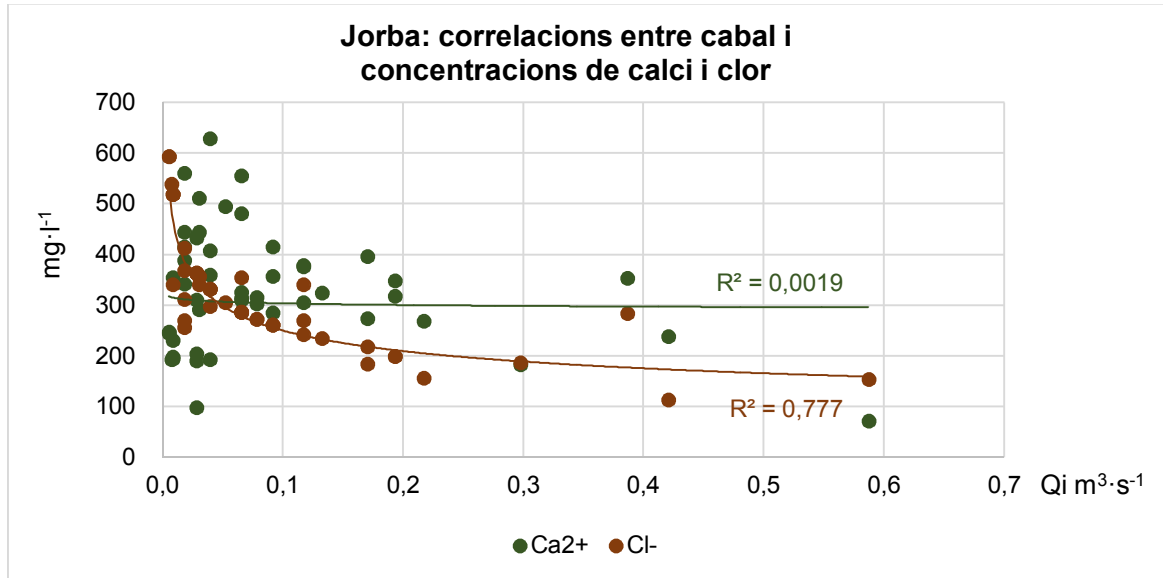


Figura 4.15. Correlacions entre Ca^{2+} , Cl^- i Q_i de Jorba.

A l'apartat 3.3 s'ha explicat que el concepte de TSD sol confondre's amb la mesura de la conductivitat elèctrica, i a la figura 4.16 es proposa un exemple: la CE correlaciona perfectament ($P \leq 0,05$) amb el contingut en sals, però no amb el total de càrrega dissolta. Aquesta relació entre paràmetres a Jorba podria significar que hi ha presència de molts més elements que no tan sols les simples sals.

Jorba: representació de la conductivitat elèctrica en front de la càrrega dissolta analitzada amb diversos mètodes (gràfic 1) i el contingut en sals mesurat amb conductímetre (gràfic 2)

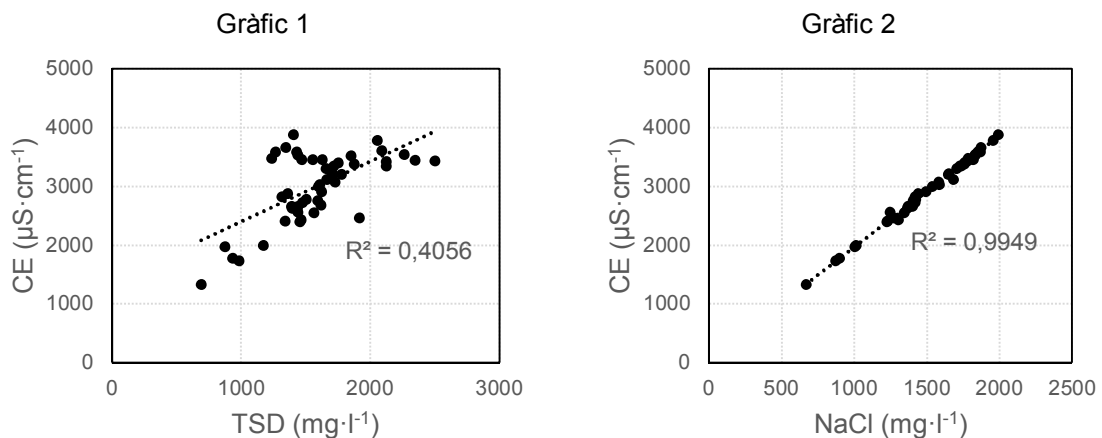


Figura 4.16. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de Jorba.

4.2.2. Correlacions i interpretació de les dades de Sant Sadurní d'Anoia

Els 23 paràmetres de les mostres d'aigua de Sant Sadurní d'Anoia inclosos a l'anàlisi estadística presenten altre cop molta diversitat de relacions. Tan sols existeixen sis enllaços amb un coeficient R superior a $\pm 0,9$, i no s'assoleix el 50% de relacions significatives entre paràmetres, encara que en general els valors són millors que els de la capçalera.

A la matriu (taula 4.12) s'han marcat en negreta els millors coeficients i assenyalat amb el fons gris les correlacions amb nivells de confiança superiors al 95%. A la primera columna es pot apreciar la significació de tots els ions majoritaris respecte del cabal, amb excepció dels nitrats (NO_3^-), que presenten nivells d'autonomia respecte de la majoria de paràmetres. Entre els ions majoritaris també existeixen relacions significatives, excepte entre els bicarbonats (HCO_3^-) i potassi (K^+). En cap cas no hi ha un paràmetre que no tingui com a mínim una correlació significativa amb almenys un altre.

Els paràmetres que més bones correlacions tenen amb la resta són la CE, el TSD, el NaCl i el fòsfor (P^3). Aquest element traça resulta tenir menys graus de llibertat que la resta d'elements minoritaris analitzats, seguit del zinc (Zn^{2+}) i el ferro (Fe^{2+}). Així, aquest resultat suggereix que la dinàmica d'aquests elements podria ser previsible en funció dels altres.

Les pitjors significacions, amb igual o menys de tres emparellaments, corresponen als nitrits (NO_2^-), els fosfats (PO_4^{2-}), l'alumini (Al^{2+}), el manganès (Mn^{2+}), el pH, i, com bé s'ha dit línies amunt, als nitrats. Aquest resultat, que atribueix elevats graus d'autonomia als paràmetres especificats, podria indicar que la dinàmica dels mateixos o bé no depèn de la resta, o bé que depèn d'altres factors que no s'han considerat en aquest estudi. Si considerem que aquests paràmetres, els uns relacionats a l'activitat biològica a l'aigua, per una banda; i els altres a les activitats humanes, de l'altra, els trobem a les mostres preses al centre de la conca, en un indret força afectat per l'agricultura, la indústria i la urbanització, es pot concloure que els seus valors no depenen de la dinàmica hidrològica o natural pròpia de la conca.

Sant Sadurn d'Anoia: correlacions de Pearson i intervals de confiança

	Ql	Temp	pH	CE	NaCl	SS	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mn ²⁺	Si ⁺	Fe ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻	TSD						
Ql	1																												
Temp	-.191	1																											
pH	-.227	.205	1																										
CE	-.658**	-.039	.157	1																									
NaCl	-.650**	-.037	.141	.997**	1																								
SS	.779**	.034	-.098	-.460**	-.451**	1																							
Ca ²⁺	-.424**	-.295*	-.063	.628**	.624**	-.446**	1																						
Na ⁺	-.484**	-.120	-.003	.872**	.872**	-.285*	.593**	1																					
Mg ²⁺	-.377**	-.307**	-.058	.507**	.499**	-.449**	.920**	.483**	1																				
K ⁺	-.305*	.056	-.155	.640**	.644**	-.236	.573**	.872**	.435**	1																			
HCO ₃ ⁻	-.379**	-.364*	.347*	.665**	.658**	-.388**	.487**	.434**	.433**	.281	1																		
Cl ⁻	-.573**	.073	.041	.793**	.801**	-.396**	.501**	.773**	.357*	.633**	.495**	1																	
SO ₄ ²⁻	-.430**	-.194	-.152	.613**	.606**	-.437**	.921**	.638**	.925**	.623**	.370**	.475**	1																
NO ₃ ⁻	-.157	-.335**	-.146	.101	.094	-.167	.165	-.051	.093	.087	.174	-.039	.202	1															
Mn ²⁺	-.058	-.202	-.080	.233	.236	-.021	.071	.300*	-.070	.342	.177	.250	.100	.059	1														
Si ⁺	.008	-.204	-.516**	-.036	-.020	-.010	.344**	.068	.221	.272	-.178	.092	.287*	.093	.255	1													
Fe ²⁺	-.092	-.274	.126	.386**	.362*	-.096	.362*	.398**	.193	.402**	.354*	.295*	.256	.047	.285*	-.056	1												
Zn ²⁺	-.147	-.393**	-.079	.467**	.472**	-.070	.369**	.499**	.343*	.411**	.371**	.426**	.345*	-.070	.255	-.041	.493**	1											
Al ³⁺	.092	-.251	.042	-.011	-.014	.031	.084	-.130	.044	-.060	.222	-.140	.062	.543**	-.196	-.046	.014	-.094	1										
NO ₂ ⁻	-.017	-.188	-.090	.106	.095	.048	-.125	-.013	-.139	-.002	.071	.004	-.047	.587**	.158	-.102	.146	.070	.208	1									
PO ₄ ³⁻	.121	-.176	-.378**	-.034	-.027	.012	.032	-.041	-.111	.127	-.057	-.109	-.042	.206	.084	.397**	.078	-.086	.076	.087	1								
P ³⁻	-.203	-.472**	-.121	.338*	.337*	-.220	.472**	.366*	.395**	.502**	.360	.346*	.442**	.350*	.288*	.248	.471**	.565**	.007	.199	.115	1							
TSD	-.575**	-.142	.052	.903**	.901**	-.474**	.823**	.874**	.721**	.754**	.700**	.834**	.801**	.113	.241	.128	.415**	.507**	.017	-.002	-.055	.491**	1						

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
* La correlació és significativament al nivell 0,05 (bilateral).

Taula 4.12. Matriu de correlacions entre paràmetres. Es mostra el valor R de Pearson i la significació de les relacions.

S'han seleccionat els ions majoritaris de les mostres de St. Sadurní i s'han representat gràficament les seves correlacions (figura 4.17). Resulta evident que els sulfats estan ben vinculats als cations sodi, potassi i magnesi, però que no depenen en tanta mesura de la resta d'elements. El potassi presenta una tendència a dependre de la resta de cations, però no està tan condicionat amb els anions. Bicarbonats i clorurs prenen la mateixa direcció que els demés paràmetres, però amb pitjor coeficient R. Els nitrats són els anions que tenen pitjors correlacions, presentant inclús un sentit oposat respecte al sodi i als clorurs.

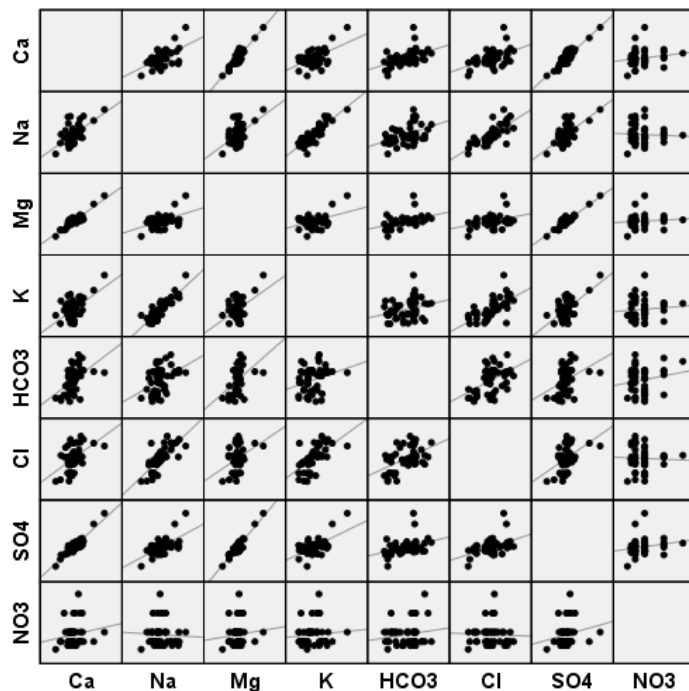


Figura 4.17. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de SSD.

A l'apartat 4.1.2 hem vist que els ions més abundants de les aigües de St. Sadurní són els bicarbonats i els clorurs. Aquests elements no presenten graus de llibertat entre ells segons la prova T, però s'ha comprovat que les interrelacions lineals no són satisfactòries. En canvi, com es mostra al gràfic de la figura 4.18, el calci i el magnesi en front dels sulfats, sí que tenen un valor $R^2 > 0,85$ que implica que, en funció del valor d'un dels elements, és factible esperar unes concentracions concretes dels altres, independentment de l'aportació del riu.

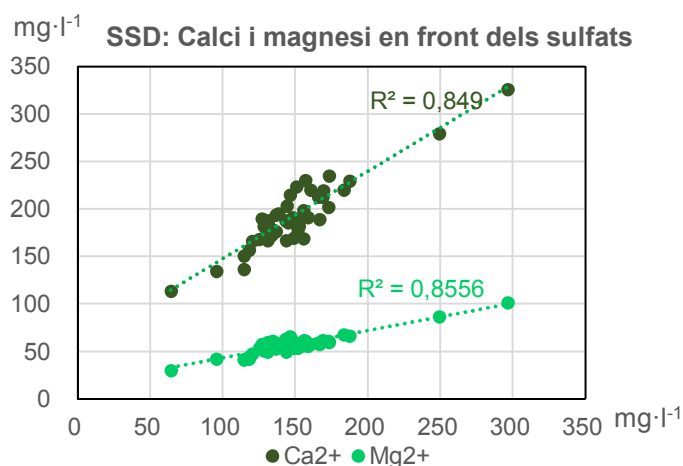


Figura 4.18. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris de St. Sadurní.

Al gràfic de la figura 4.19 s'ha representat la variabilitat en el temps del cabal mesurat i dels dos principals elements químics de les aigües de St. Sadurní, dels 48 dies de mostreig, amb l'objectiu de mostrar la seva tendència a diluir-se quan l'aportació augmenta, fet que s'observa especialment els episodis de creixuda, però no és tan notori la resta del temps.

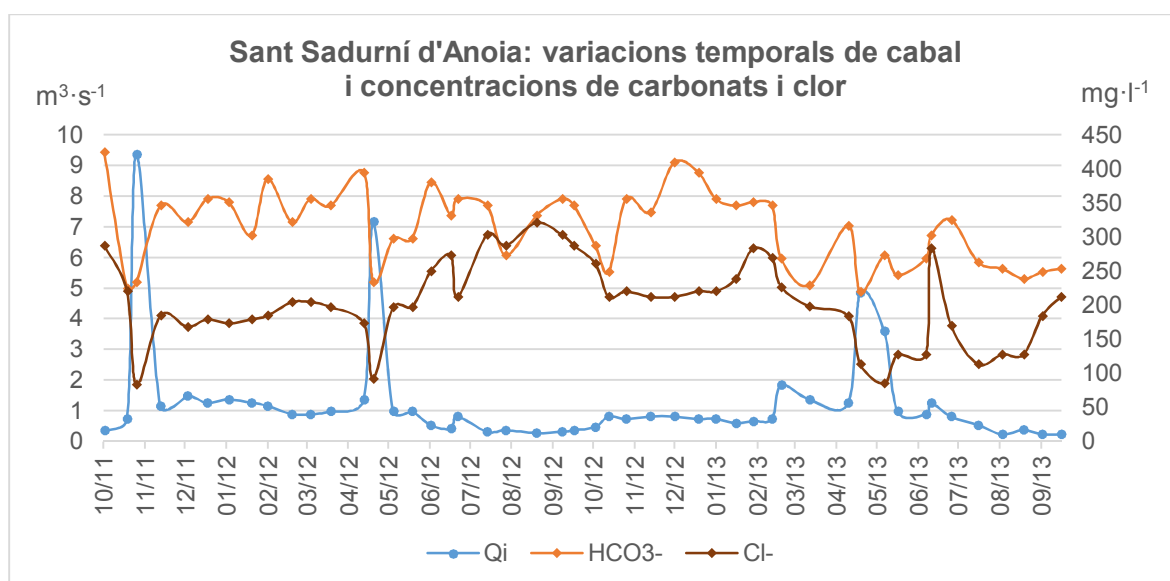


Figura 4.19. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO_3^- i Cl^- a St. Sadurní, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.

Com ja s'ha introduït a l'apartat 4.1.2, les concentracions d' HCO_3^- a Sant Sadurní d'Anoia no depenen tant del cabal com les de Cl^- , que sí tendeix a diluir-se quan el cabal creix, i a l'inrevés. Això no vol dir que els bicarbonats no es vegin afectats pel cabal instantani, perquè sí que hi ha hagut casos en què les oscil·lacions han estat lligades a l'aportació, però també s'han detectat augments i disminucions d'aquest element en moments de cabal molt similar, fet que podria indicar que la presència d' HCO_3^- a l'aigua no depèn del cicle hidrològic, sinó més aviat del substrat. A la figura 4.20 es mostra aquesta relació inversa entre el Q_i i les concentracions de bicarbonats i clor, que presenten una dispersió força elevada.

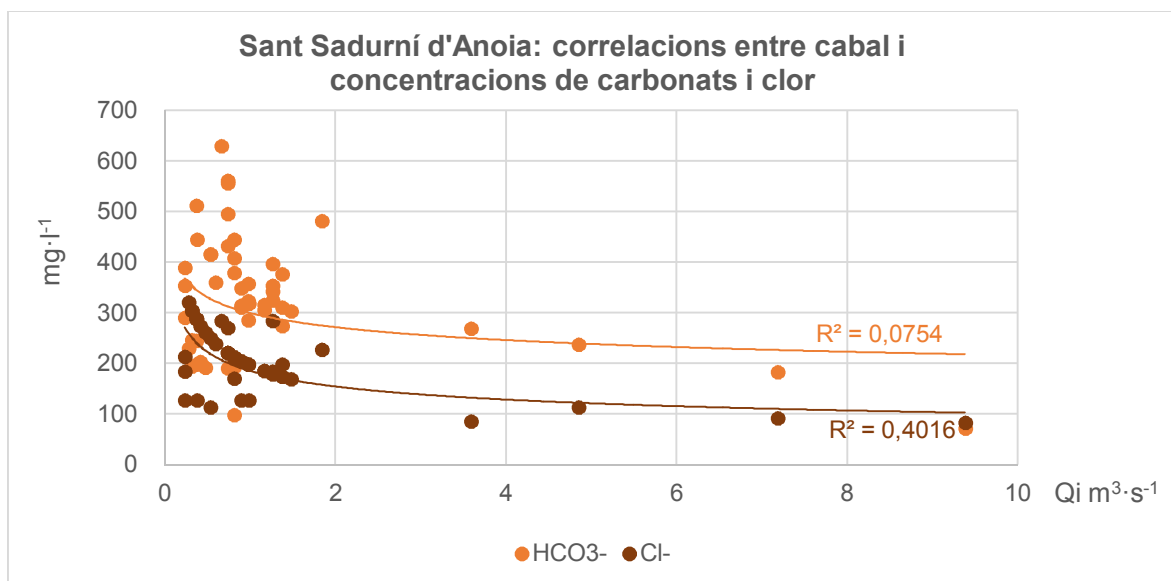


Figura 4.20. Correlacions entre HCO_3^- , Cl^- i Q_i a St. Sadurní.

La figura 4.21 mostra les relacions de la conductivitat elèctrica en front del total de sòlids dissolts (gràfic 1) i del total de contingut en sals (gràfic 2). La dispersió del primer cas, comparada amb la recta quasi perfecta del segon, es pot explicar per la presència d'altres elements a més de NaCl , malgrat que en quantitats poc significatives en el còmput total de càrrega dissolta.

Sant Sadurní d'Anoia: representació de la conductivitat elèctrica en front de la càrrega dissolta analitzada (gràfic 1) i el contingut en sals mesurat amb conductímetre (gràfic 2)

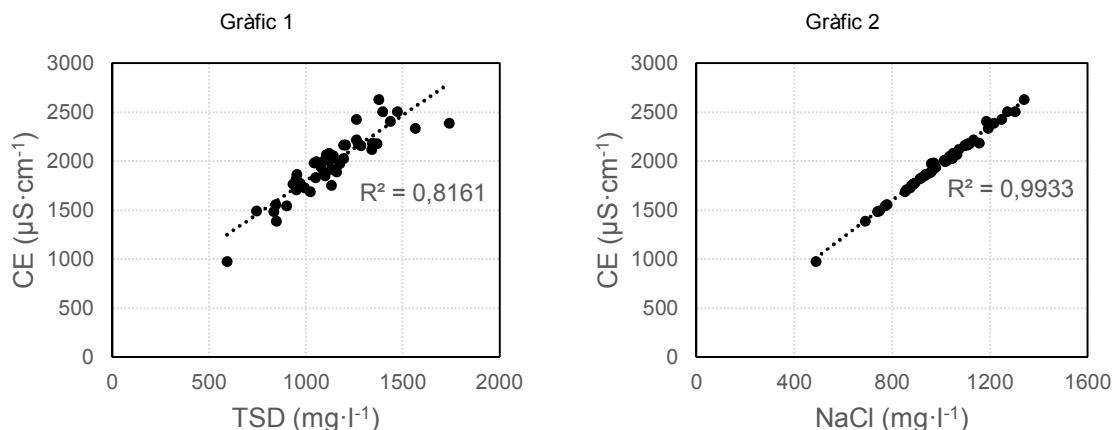


Figura 4.21. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de St. Sadurní d'Anoia.

4.2.3. Correlacions i interpretació de les dades de Martorell

La matriu de la taula 4.13 mostra les relacions entre els 23 paràmetres analitzats de les 48 mostres d'aigua preses a Martorell. S'han marcat en negreta aquelles relacions amb una $R > \pm 0,9$, i senyalat amb fons gris les que tenen nivells de confiança estadística superiors al 95%. Prop del 50% de les relacions entre paràmetres són significatives, mentre que la resta presenten elevats graus de llibertat. En aquest cas, com s'ha esmentat en els punts de mostreig anteriors, la falta de significació estadística entre paràmetres comporta que els valors d'uns no depenen dels altres.

En una primera anàlisi s'han pres els ions majoritaris i s'han correlacionat entre ells. El potassi ha resultat l'únic paràmetre sense relacions significatives, i la presència de nitrats tan sols està lligada al calci, al magnesi i als bicarbonats. A la figura 4.22 es presenta una matriu de gràfics de relacions entre aquests elements i es poden apreciar les anomalies dels ions de K^+ , NO_3^- i de HCO_3^- , en menor mesura.

Martorell: correlacions de Pearson i intervals de confiança

	Ql	Temp	pH	CE	NaCl	SS	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mn ²⁺	Si ⁻	Fe ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ⁵⁻	TSD	
Ql	1																							
Temp	-.264	1																						
pH	-.310	.252	1																					
CE	-.749**	.006	.307*	1																				
NaCl	-.747**	-.017	.318*	.996**	1																			
SS	.652**	-.065	-.185	-.648**	-.648**	1																		
Ca ²⁺	-.548**	-.126	.189	.751**	.758**	-.529**	1																	
Na ⁺	-.667**	.218	.189	.811**	.808**	-.425**	.756**	1																
Mg ²⁺	-.532**	-.089	.271	.740**	.745**	-.536**	.967**	.729**	1															
K ⁺	.015	.078	.031	.057	.055	.118	-.131	.138	-.065	1														
HCO ₃ ⁻	-.399**	-.148	.430**	.604**	.605**	-.281	.373	.389**	.348**	.089	1													
Cl ⁻	-.594**	.273	.204	.656**	.632**	-.277	.416**	.747**	.351**	.018	.491**	1												
SO ₄ ²⁻	-.577**	-.043	.206	.768**	.770**	-.542**	.960**	.787**	.956**	-.059	.314**	.432**	1											
NO ₃ ⁻	-.182	-.206	.245	.281	.289	-.251	.354**	.132	.309**	-.103	.308**	.072	.338**	1										
Mn ²⁺	.445**	-.207	-.308**	-.310**	-.311**	.563**	-.294**	-.156	-.315**	.167	-.293**	-.077	-.280	-.134	1									
Si ⁻	.165	-.160	-.449**	-.103	-.108	.026	.210	-.009	.091	-.046	-.238	-.157	.158	-.050	.085	1								
Fe ²⁺	.276	-.118	-.290**	-.131	-.127	.251	-.155	.033	-.199	.133	-.217	.072	-.154	-.090	.813**	.010	1							
Zn ²⁺	-.261	-.219	.229	.444**	.457**	-.116	.402**	.336**	.418**	-.045	.538**	.215	.348**	.196	-.174	-.328**	-.128	1						
Al ³⁺	-.050	-.106	.167	.107	.105	-.092	.160	.044	.201	-.098	.192	.011	.133	.279	-.099	-.268	-.080	.270	1					
NO ₂ ⁻	-.196	.018	.297**	.373**	.394**	-.171	.327**	.380**	.276	.074	.341**	.349**	.316	.558**	-.071	-.001	.047	.184	.215	1				
PO ₄ ³⁻	.181	-.367**	-.544**	-.052	-.047	.115	.042	.033	-.017	.116	-.221	-.052	.039	-.093	.569**	.213	.530**	-.035	-.045	-.122	1			
P ⁵⁻	-.144	-.507**	-.191	.364	.381**	-.223	.456**	.345**	.390**	.011	.061	.223	.419**	.218	.257	.038	.373**	.224	.171	.175	.567**	1		
TSD	-.694**	.102	.295**	.877**	.868**	-.471**	.796**	.925**	.756**	.086	.630**	.841**	.801**	.262	-.227	-.047	-.058	.418**	.109	.437**	-.036	.356**	1	

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
* La correlació és significat al nivell 0,05 (bilateral).

Taula 4.13. Matriu de correlacions entre paràmetres. Es mostra el valor R de Pearson i la significació de les relacions.

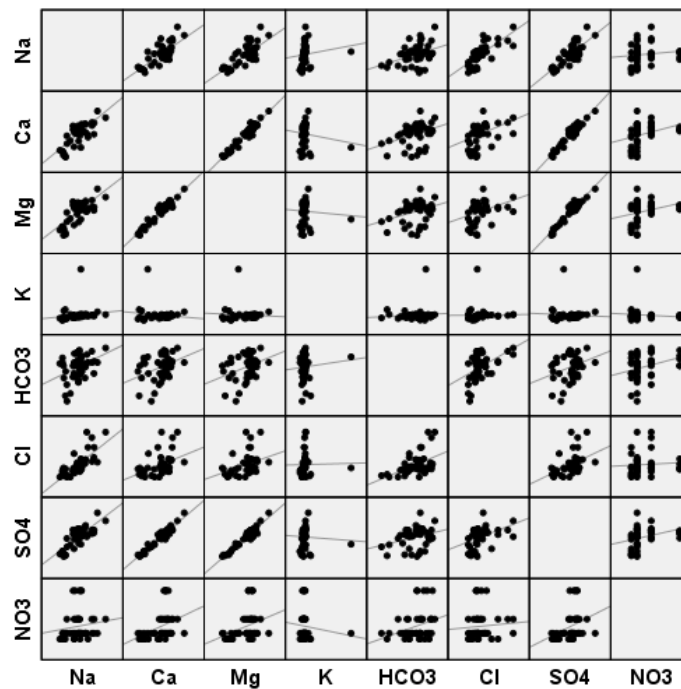


Figura 4.22. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de MTLL.

A continuació es mostra un gràfic amb les millors relacions detectades, que corresponen als cations de calci i de magnesi, en front dels sulfats (figura 4.23). Ambdues correlacions lineals presenten una $R^2 > 0,91$, un valor destacable que permet afirmar que la presència dels tres elements està estretament vinculada. Com s'ha vist a l'apartat 3.2.1, aquests tres ions tenen el seu origen principalment en el tipus de substrat per on transcorre el riu. El Ca^{2+} i el Mg^{2+} són els responsables de la duresa de l'aigua, que, com s'ha exposat al capítol 4.1.3, és una de les característiques de les aigües del riu Anoia a Martorell, que augmenta

amb els cabals alts. Els SO_4^{2-} , en canvi, tendeixen a augmentar amb els cabals alts, a causa de la meteorització del substrat a la conca.

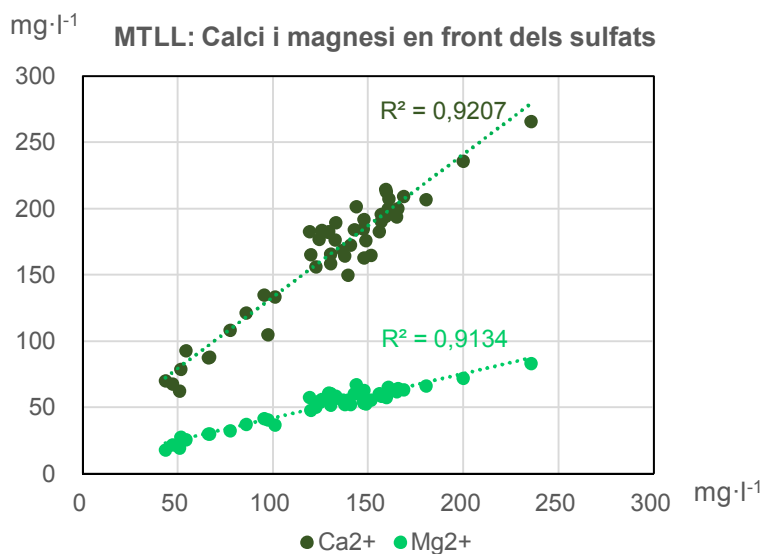


Figura 4.23. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a Martorell.

Els elements més abundants de mitjana a les mostres de Martorell són, no obstant, els bicarbonats i els clorurs, igual que a St. Sadurní. Es presenta la seva relació (valors en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) amb el cabal mesurat els dies de mostreig a la figura 4.24. Ambdues sèries de dades mostren davallades en front de les principals crescudes, però és el perfil que dibuixen les concentracions de clor el que més bé mostra la relació inversa entre paràmetres. Els bicarbonats, per la seva banda, presenten més graus de dispersió, com es pot veure a la figura 4.25. La relació potencial i negativa entre Cl^- i Q_i és, de fet, millor que la relació del TSD amb el mateix paràmetre, resultant una $R^2=0,8$. Això implica que els bicarbonats, sempre presents, no depenen tant de l'aportació com els clorurs, que es dilueixen molt amb les crescudes.

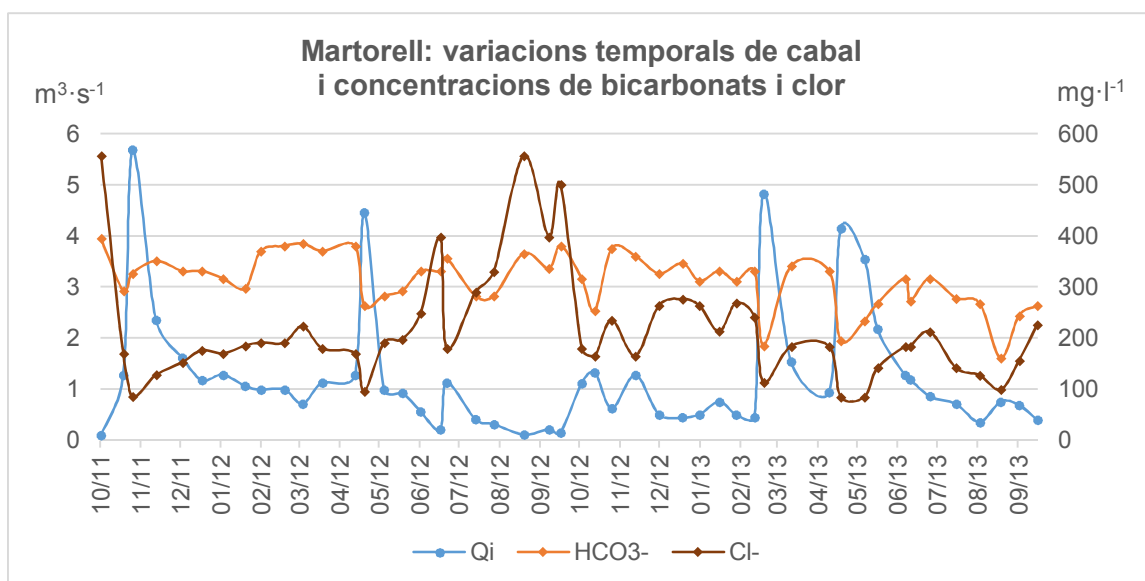


Figura 4.24. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO₃⁻ i Cl⁻ a MTLL, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.

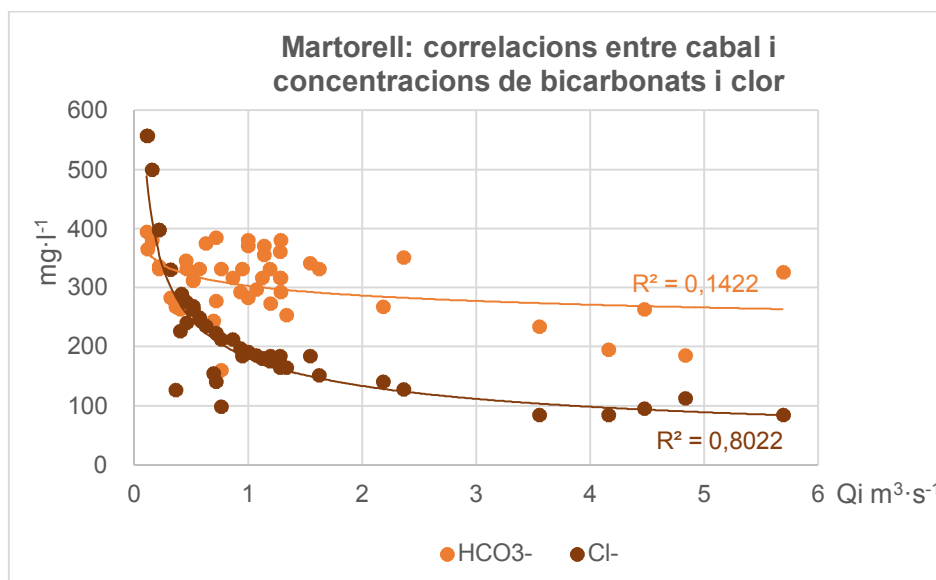


Figura 4.25. Correlacions entre HCO₃⁻, Cl⁻ i Qi a MTLL.

Al gràfics que segueixen (figura 4.26) s'han representat els valors mesurats de conductivitat elèctrica en front del total de sòlids dissolts (gràfic 1) i del contingut en sals (gràfic 2). La segona relació lineal és gairebé perfecta, amb un valor de $R^2=0,99$, però no és menyspreable la correlació lineal amb valor $R^2=0,78$ entre la CE i el TSD. Com s'ha vist als dos apartats anteriors, el valor de la conductivitat es correspon molt bé amb el de NaCl, fet que implica que, coneixent el valor d'un paràmetre, es pot preveure el de l'altre. Pel que fa al total de la càrrega dissolta, resulta evident que els elements dissolts a l'aigua que no es presenten en forma de sals són menys predictibles en funció de la conductivitat, encara que les sèries de dades tenen nivells de confiança superiors al 99%.

Martorell: representació de la conductivitat elèctrica en front de la càrrega dissolta analitzada (gràfic 1) i el contingut en sals mesurat amb conductímetre (gràfic 2)

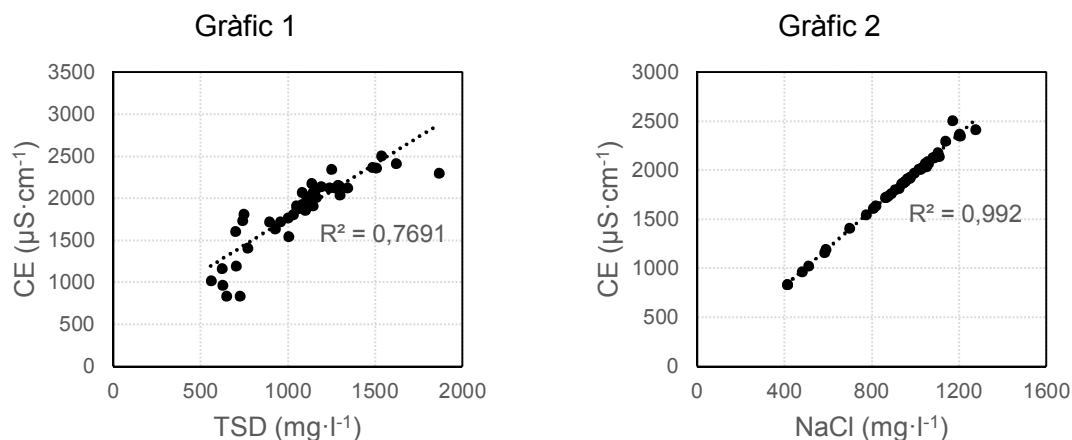


Figura 4.26. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de MTLL.

4.2.4. Correlacions i interpretació de les dades de Carne

La matriu de la taula 4.14 mostra les relacions entre els 23 paràmetres analitzats de les 48 mostres d'aigua preses a la riera del Carne. S'han marcat en negreta aquelles relacions amb una $R > \pm 0,9$, i senyalat amb fons gris les que tenen nivells de confiança estadística superiors al 95%. En aquest punt el percentatge de les relacions significatives entre paràmetres no assoleix el 30% del total, mentre que la resta presenten elevats graus de llibertat. Ens trobem davant d'un punt de la conca en què la majoria dels paràmetres fisicoquímics analitzats de l'aigua no depenen de la presència o dels valors dels altres.

Carme: correlacions de Pearson i intervals de confiança

	Qi	Temp	pH	CE	NaCl	SS	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mn ²⁺	Si ⁻	Fe ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻	TSD			
Qi	1																									
Temp	-.128	1																								
pH	.060	-.212	1																							
CE	-.368*	-.218	.319*	1																						
NaCl	-.379**	-.229	.337*	.998**	1																					
SS	.628**	.101	-.037	-.259	-.282	1																				
Ca ²⁺	-.376**	.000	.185	.766**	.760**	-.225	1																			
Na ⁺	.110	-.061	.073	.131	.137	-.027	.397**	1																		
Mg ²⁺	-.155	-.152	.134	.530**	.530**	-.159	.825**	.781**	1																	
K ⁺	.347**	-.032	.123	.150	.148	.362*	.353*	.746**	.595**	1																
HCO ₃ ⁻	-.157	-.185	.430**	.629**	.640**	.015	.472**	.225	.364*	.289*	1															
Cl ⁻	-.616**	.163	.097	.587**	.591**	-.264	.540**	-.071	.248	-.118	.447**	1														
SO ₄ ²⁻	-.237	-.157	.029	.645**	.637**	-.142	.863**	.610**	.921**	.490**	.327*	.401**	1													
NO ₃ ⁻	.031	-.070	-.087	-.164	-.170	-.099	-.007	-.074	-.047	-.081	-.200	-.160	-.065	1												
Mn ²⁺	.078	-.212	.116	.239	.239	-.056	.227	.132	.234	.400**	.009	-.065	.242	-.009	1											
Si ⁻	-.252	-.044	-.193	.092	.082	-.003	.167	-.069	.158	.049	-.177	.132	.276	-.043	.402**	1										
Fe ²⁺	-.008	.563**	-.084	-.091	-.090	.146	.277	.419**	.260	.475**	.180	.136	.178	.111	-.091	-.087	1									
Zn ²⁺	-.177	.121	.103	.246	.257	-.020	.227	.067	.140	.280	.234	.215	.111	-.083	.475**	.460**	.116	1								
Al ³⁺	-.212	.197	.158	.388**	.399**	.001	.411**	.145	.292*	.352*	.351*	.289*	.253	-.009	.444**	.404**	.227	.852**	1							
NO ₂ ⁻	-.035	-.207	.052	.044	.058	-.131	-.066	-.062	-.073	-.005	.136	-.025	-.089	.104	.248	.078	-.195	.509**	.390**	.071	1					
PO ₄ ³⁻	-.008	.210	-.128	-.171	-.187	.290*	-.200	-.133	-.243	.042	-.195	-.142	-.295*	.016	.047	.099	.019	.086	.071	-.161	1					
P ³⁻	-.251	-.205	.246	.399**	.413**	.006	.548**	.443**	.586**	.402**	.517**	.369**	.547**	.073	-.011	-.009	.244	.060	.313*	.047	-.211	1				
TSD	-.273	-.116	.246	.752**	.752**	-.139	.911**	.613**	.892**	.532*	.687**	.511**	.886**	-.097	.189	.082	.318*	.227	.401**	-.018	-.264	.665**	1			

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
* La correlació és significativament al nivell 0,05 (bilateral).

Taula 4.14. Matriu de correlacions entre paràmetres. Es mostra el valor R de Pearson i la significació de les relacions.

Els ions majoritaris de les aigües d'aquesta riera presenten unes correlacions força complexes (figura 4.27). Els bicarbonats i els nitrats són els anions que més dispersió presenten. Tan sols el calci i el magnesi tenen un valor $R^2 > 0,7$ en front dels sulfats, com es pot veure a la figura 4.28.

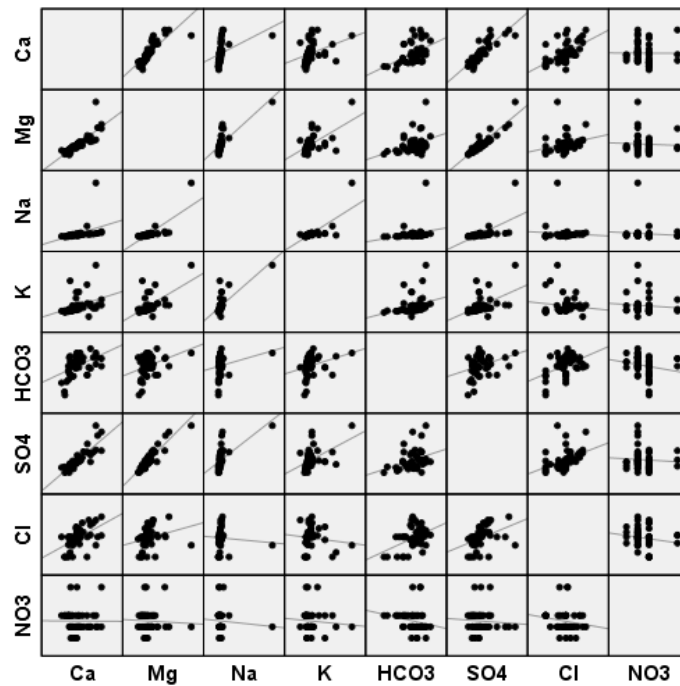


Figura 4.27. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de CRM.

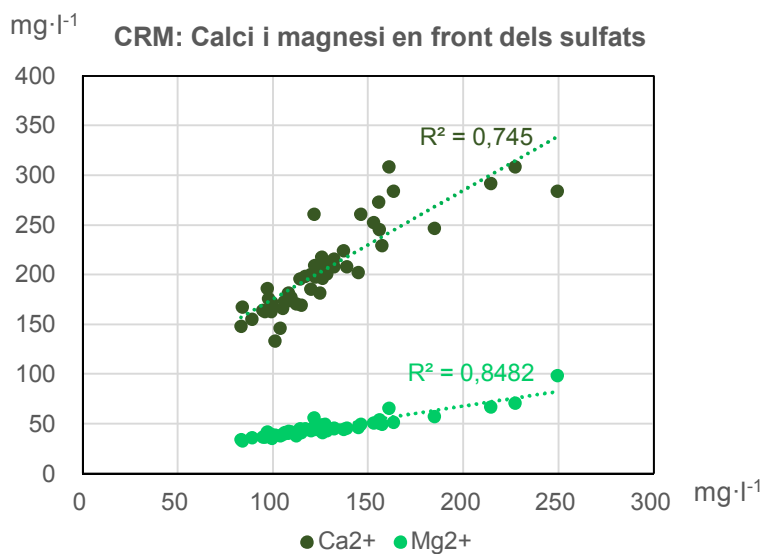


Figura 4.28. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a Carne.

De la mateixa manera que s’ha fet amb els tres punts de mostreig ja presentats, aquí s’han seleccionat els paràmetres més abundants de les mostres de la riera del Carme i s’han representat en front del cabal instantani, a les figures 4.29 i 4.30. La primera mostra la variabilitat en el temps dels dies de mostreig, on es pot apreciar la davallada de les concentracions de Ca^{2+} i de HCO_3^- per l’efecte de les crescudes. Ara bé, la següent figura mostra que la relació d’aquests paràmetres amb el Qi és molt dispersa.

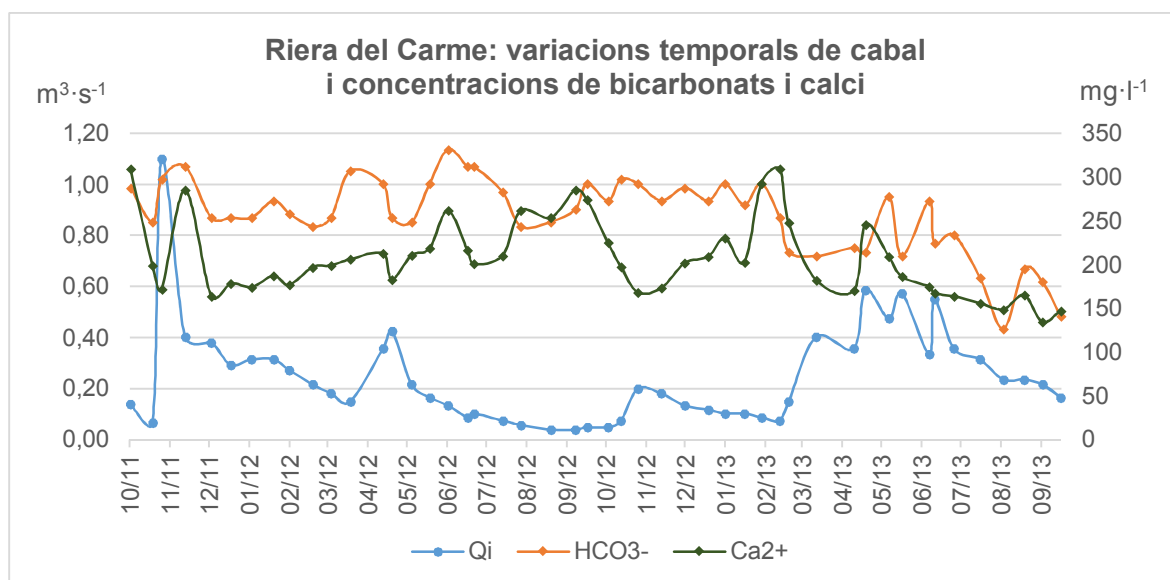


Figura 4.29. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO_3^- i Ca^{2+} a Carne, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.

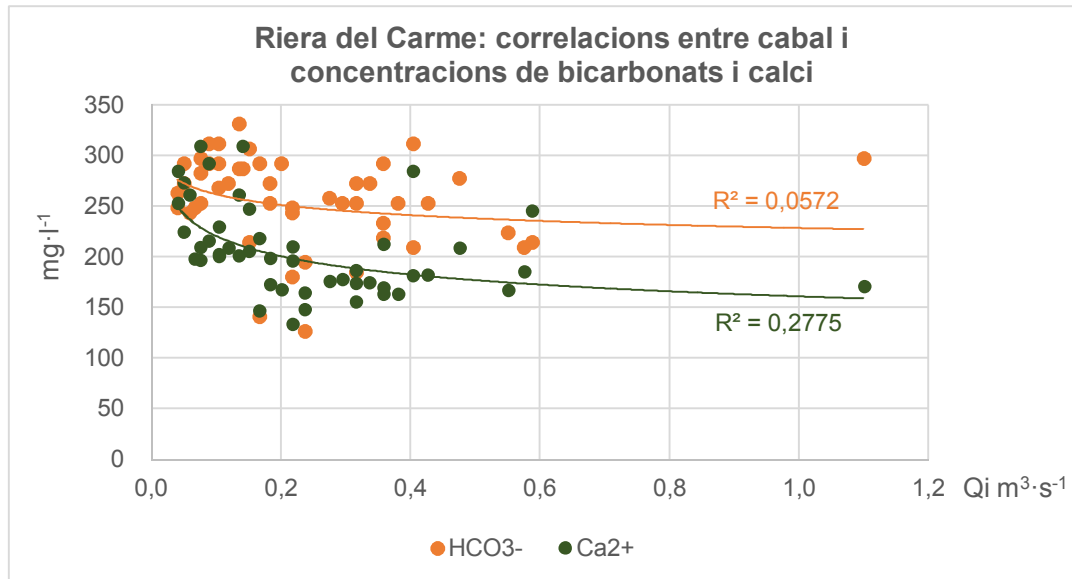


Figura 4.30. Correlacions entre HCO_3^- , Ca^{2+} i Q_i a Carme.

Els gràfics de la figura 4.31 mostren les diferències entre les relacions lineals de la conductivitat elèctrica mesurada en front del total de sòlids dissolts (gràfic 1) i del contingut en sals (gràfic 2). En el primer cas, malgrat tenir una confiança estadística superior 99%, la relació dista de ser perfecta, amb un valor $R^2=0,6$, essent una correlació poc significativa estadísticament. Aquí cal destacar una dada interessant sobre la riera del Carme: essent de mitjana el punt de la conca que menys càrrega dissolta conté a les seves aigües, ha esdevingut l'estació d'aforament que presenta més graus de llibertat entre paràmetres.

Riera del Carme: representació de la conductivitat elèctrica en front de la càrrega dissolta analitzada (gràfic 1) i el contingut en sals mesurat amb conductímetre (gràfic 2)

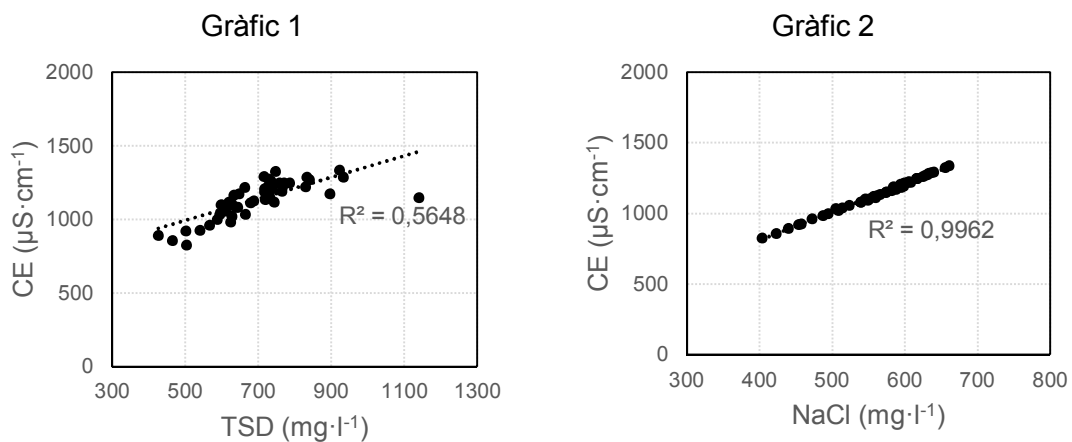


Figura 4.31. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de Carme.

4.2.5. Correlacions i interpretació de les dades de Sant Quintí de Mediona

La matriu de la taula 4.15 mostra les relacions entre els 23 paràmetres analitzats de les 48 mostres d'aigua preses a la riera de Mediona. S'han marcat en negreta aquelles relacions amb una $R > \pm 0,9$, i senyalat amb fons gris les que tenen nivells de confiança estadística superiors al 95%. En aquest punt el percentatge de les relacions significatives entre paràmetres tampoc no assoleix el 30% del total, mentre que la resta presenten elevats graus de llibertat. Queda palès, així, que les aigües provinents de l'aqüífer de Carme-Capellades contenen uns elements químics la presència dels quals no depèn dels valors dels altres.

De la mateixa manera que s'ha observat a la riera del Carme, les mostres de St. Quintí presenten grans dispersions en les concentracions de bicarbonats i de nitrats. Aquests paràmetres són, precisament, els més abundants i els menys freqüents de mitjana, respectivament.

Sant Quintí de Mediona: correlacions de Pearson i intervals de confiança																							
	Qi	Temp	pH	CE	NaCl	SS	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mn ²⁺	Si ⁻	Fe ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻	TSD
Qi	1																						
Temp	-.130	1																					
pH	.503**	-.320*	1																				
CE	-.716**	.027	-.346*	1																			
NaCl	-.720**	.018	-.335*	.998**	1																		
SS	.462**	.074	.108	-.419**	-.413**	1																	
Ca ²⁺	-.528**	.077	-.286*	.584**	.580**	-.333*	1																
Na ⁺	-.165	.022	-.118	.167	.158	-.086	.350*	1															
Mg ²⁺	-.552**	-.003	-.367*	.637**	.627**	-.404**	.905**	.313*	1														
K ⁺	.569**	.018	.220	-.730**	-.733**	.402*	-.312*	.447**	-.383**	1													
HCO ₃ ⁻	.153	-.279	.273	-.005	-.002	.125	-.135	-.067	-.220	.035	1												
Cl ⁻	-.553**	.317	-.310*	.350*	.354*	-.315*	.528**	.056	.462**	-.320*	-.257	1											
SO ₄ ²⁻	-.547**	.141	-.464**	.642**	.634**	-.395**	.862**	.275	.922**	-.359*	-.350*	.537**	1										
NO ₃ ⁻	.160	-.017	-.050	-.080	-.080	.283	.046	-.111	.042	.091	.197	-.113	.083	1									
Mn ²⁺	-.098	-.011	-.152	-.040	-.038	-.104	.063	-.155	.114	-.030	-.434**	.334*	.210	.023	1								
Si ⁻	-.201	.311*	-.429**	.207	.197	-.103	.706**	.438**	.663**	.176	-.308*	.337*	.754**	.221	.130	1							
Fe ²⁺	-.125	.153	.072	.076	.081	-.151	.366*	-.022	.155	-.136	.154	.159	.082	-.114	-.166	.087	1						
Zn ²⁺	-.078	.145	.140	.023	.021	-.281	.064	.016	.025	-.040	.309*	-.065	-.095	-.100	-.083	-.075	.354*	1					
Al ³⁺	-.126	-.158	-.038	.131	.141	-.203	.046	-.031	.010	-.087	.267	.105	.043	-.056	-.300*	-.096	.074	.012	1				
NO ₂ ⁻	.398**	.125	-.099	-.483**	-.488**	.310*	-.187	-.056	-.333*	.438**	.135	-.139	-.297*	.018	-.024	.051	.053	.029	-.121	1			
PO ₄ ³⁻	-.124	.037	-.214	.172	.165	-.091	.068	.433**	.039	.116	-.143	-.044	.108	-.004	.029	.184	-.028	-.287*	-.016	-.162	1		
P ³⁻	.128	-.398**	.349*	.059	.058	-.228	.152	-.048	.203	.044	.371**	-.217	.141	.180	-.042	.074	.125	.335*	.116	.070	-.223	1	
TSD	-.503**	-.004	-.265	.623**	.618**	-.322*	.903**	.339*	.844**	-.300*	.227	.491**	.795**	.156	-.052	.617**	.297*	.132	.176	-.185	.033	.305*	1

** La correlació és significativa al nivell 0,01 (bilateral).
* La correlació és significativ al nivell 0,05 (bilateral).

Taula 4.15. Matriu de correlacions entre paràmetres. Es mostra el valor R de Pearson i la significació de les relacions.

Els ions majoritaris de les aigües de St. Quintí de Mediona presenten unes correlacions força diferents entre ells (figura 4.32). Les millors corresponen al calci i als sulfats en front del magnesi, amb un valor $R^2 > 0,8$, com es pot veure a la figura 4.33.

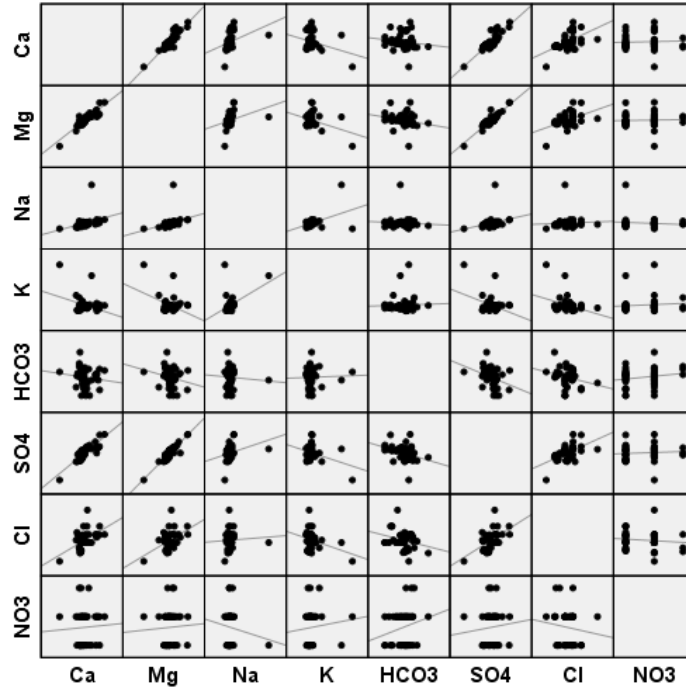


Figura 4.32. Correlacions de Pearson entre ions majoritaris de SQM.

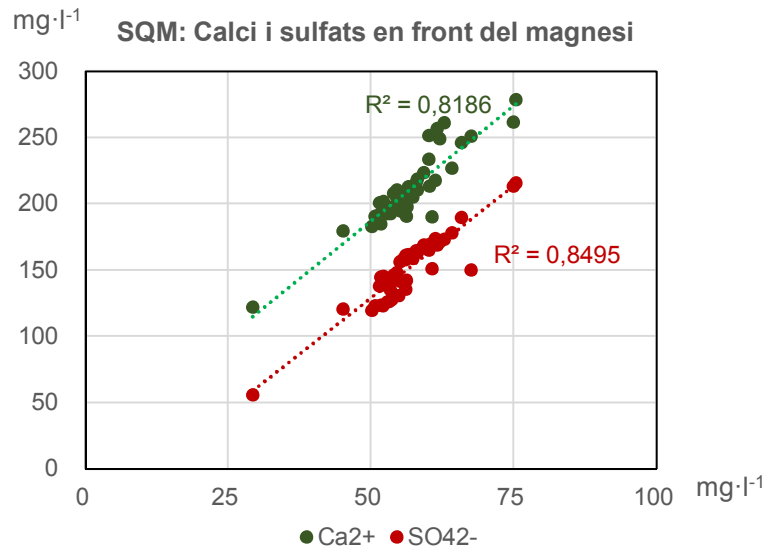


Figura 4.33. Bones correlacions de Pearson entre ions majoritaris a St. Quintí.

Els paràmetres més abundants de la hidroquímica de les mostres de St. Quintí també són els bicarbonats i el calci. De nou, s'ha representat la seva variabilitat en el temps i comparat les mesures amb els cabals dels dies de mostreig (figura 4.34). Malgrat que són fàcils de detectar les variacions en les concentracions d'aquests paràmetres, tan sols és evident la seva davallada en front de l'aportació el dia de la crescuda del 5 de novembre de 2011. La poca relació directa amb el cabal es posa de manifest en representar gràficament les relacions entre paràmetres (figura 4.35). Malgrat ésser potencial i negativa, la relació entre HCO_3^- , Ca^{2+} i Q_i és molt disgregada.

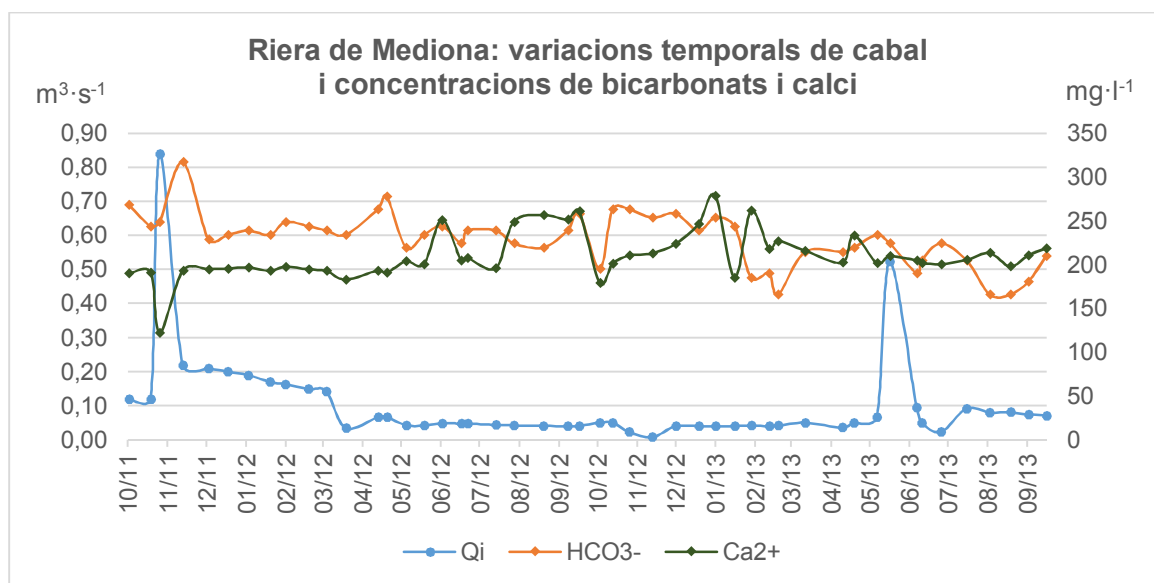


Figura 4.34. Variacions temporals de cabal i concentracions de HCO_3^- i Ca^{2+} a St. Quintí, anys 2011-13. Els punts de les sèries corresponen al dia de mostreig.

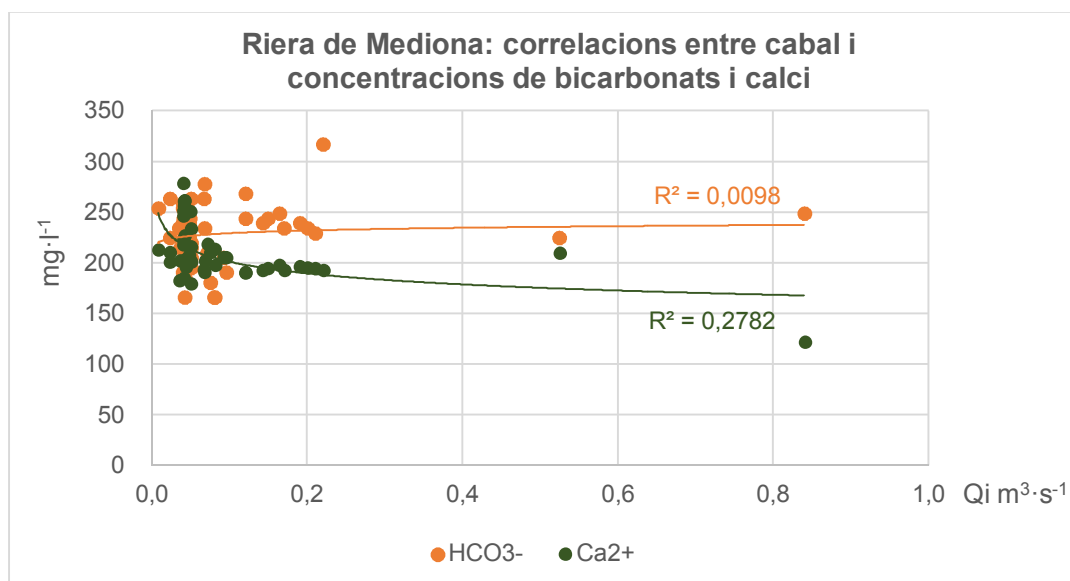


Figura 4.35. Correlacions entre HCO_3^- , Ca^{2+} i Q_i a St. Quintí de Mediona.

Els gràfics de la figura 4.36 mostren les diferències entre les relacions lineals de la conductivitat elèctrica mesurada en front del total de sòlids dissolts (gràfic 1) i del contingut en sals (gràfic 2). En el primer cas, malgrat tenir una confiança estadística superior 99%, la relació dista de ser perfecta, amb un valor $R^2=0,4$, essent la pitjor correlació entre aquests paràmetres de tota la conca. En el segon cas, per contra, pràcticament és una relació lineal perfecta.

Riera de Mediona: representació de la conductivitat elèctrica en front de la càrrega dissolta analitzada (gràfic 1) i el contingut en sals mesurat amb conductímetre (gràfic 2)

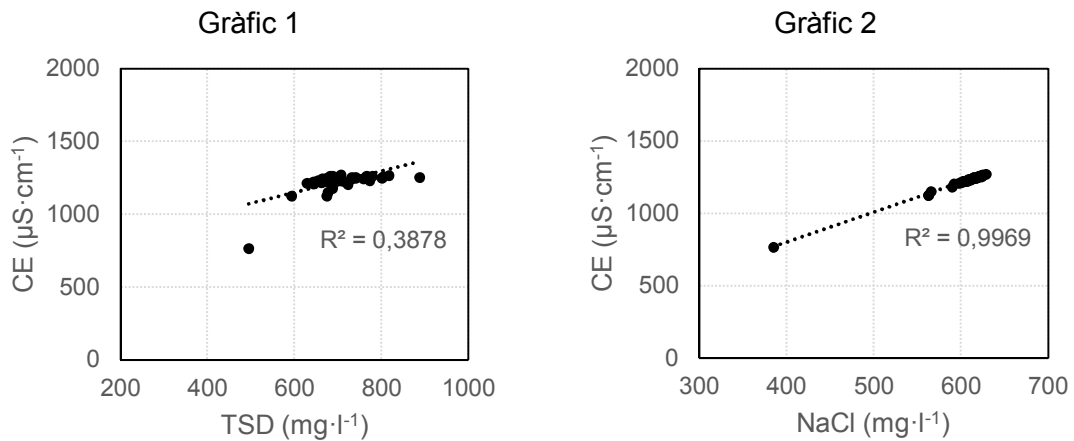


Figura 4.36. Comparació de les correlacions de la CE amb el TSD i els NaCl de St. Quintí.

4.3. Càrrega i producció de sediment dissolt a les aigües superficials

Un dels objectius d'aquesta tesi consisteix a fer una estimació de la càrrega dissolta de la conca de l'Anoia, en cinc punts de mostreig, durant els anys hidrològics 2011-13. Com hem vist al capítol anterior, disposem de suficient informació per a poder fer una estimació de les concentracions de soluts en funció del cabal.

Les dades que tenim ens limiten a l'hora de realitzar un possible càlcul del total de sediment en suspensió transportat pel riu, que requereix d'una altra metodologia d'anàlisi, per la seva resposta específica al substrat, al cabal i al temps. Aquest paràmetre pren protagonisme durant els episodis de crescuda, en què l'aigua del riu té prou força per a arrossegat materials molt més grans i insolubles, motiu pel qual, especialment en rius mediterranis, aquest tipus de sediment a final d'any representa els màxims valors de massa transportada. Farguell (2005) va calcular que per a l'estació de Jorba, en tan sols un episodi de tres dies de pluja, el riu va transportar més tones de material en suspensió que les que portà tot el 2011-12 en dissolució (Rallo *et al.*, 2014).

La càrrega dissolta de l'aigua representa la massa que ha transcorregut per un punt específic de la conca, per exemple, les estacions d'aforament, en un període de temps concret. La quantitat de SD es pot computar en intervals de temps instantanis, diaris, mensuals o anuals (Lambing i Cleasby, 2006). De totes formes, els càlculs de la càrrega dissolta de períodes llargs de temps són més informatius que les mesures instantànies perquè permeten fer comparacions del transport sostingut entre punts de mostreig.

En aquest capítol es presenta en primer lloc el càlcul del TSD per dies de mostreig i posteriorment l'estimació del total anual, per estacions d'aforament, i la mitjana de producció dels dos anys hidrològics que va durar la campanya de camp.

El còmput del total de sediment dissolt és el resultat de la suma dels ions analitzats, multiplicat pel cabal mitjà del dia de mostreig (dades cedides per l'Agència Catalana de l'Aigua), pels segons del dia, convertint els mg a kg. S'ha utilitzat el cabal mitjà i no l'instantani en el moment del mostreig, perquè el valor resultant podria ser lleugerament diferent si al llarg del dia es donen variacions, fet especialment probable en els dies d'episodis de crescuda o de sequera extrema.

Segons Meybeck (2009), per a la correcta avaluació del pes del sediment dissolt transportat en aigües corrents, és suficient realitzar la suma dels ions majoritaris i del silici en solució i

fer la consegüent extrapolació al cabal conegut, a partir de l'equació resultant de la correlació potencial. El resultat final s'expressa en les unitats de mesura que millor s'ajustin als objectius del treball.

La major o menor aproximació als valors exactes de TSD dependrà en gran mesura de tres factors: significació estadística de les dades, nivells de correlació i accés a les dades diàries de cabal, apart de l'ocurrència de qualsevol factor extern que no estiguem en disposició d'analitzar, com per exemple, abocaments puntuals de residus urbans o industrials, la intrusió de materials provinents de pluja amb pols, canvis en la biota de les lleres, etc. Com hem vist a l'apartat anterior, en general hi ha bona significació entre paràmetres, però a cada punt de mostreig s'ha trobat algun ió que no correlaciona significativament amb la resta. També ens hem trobat buits puntuals de dades dels cabals mitjans diaris en tres estacions d'aforament, que s'han completat estadísticament per a resoldre els càlculs finals, com s'explicarà en cada cas.

4.3.1. Total de sediment dissolt a Jorba

En aquest apartat s'ha fet una estimació del total del pes del sediment dissolt transportat pel riu a la capçalera. Els valors de les dades del TSD són lleugerament inferiors als presentats als capítols anteriors, que resulten de la suma de tots els ions analitzats de les mostres. Per a aquest estudi en concret tan sols s'han utilitzat els ions majoritaris i el silici, que són els elements més pesants de la composició química de l'aigua, seguint el model de Meybeck (2009).

En primer lloc, es presenten els resultats del pes del SD transportat els dies de mostreig. S'ha representat gràficament la seva variabilitat en el temps per a explicar que, tot i que les concentracions de soluts en mil·ligrams per litre calculades de cada mostra es correlacionen negativament amb el cabal, a l'hora de multiplicar aquestes dades pel Q mitjà diari la corba resultant pren la mateixa direcció. Als gràfics que segueixen, es pot observar clarament els pics de crecuda del riu en front de les davallades en les concentracions de soluts (figura 4.37). Ara bé, el pes del TSD dibuixa un perfil similar al del riu, perquè l'augment del cabal també implica un increment de la producció de sediment (figura 4.38).

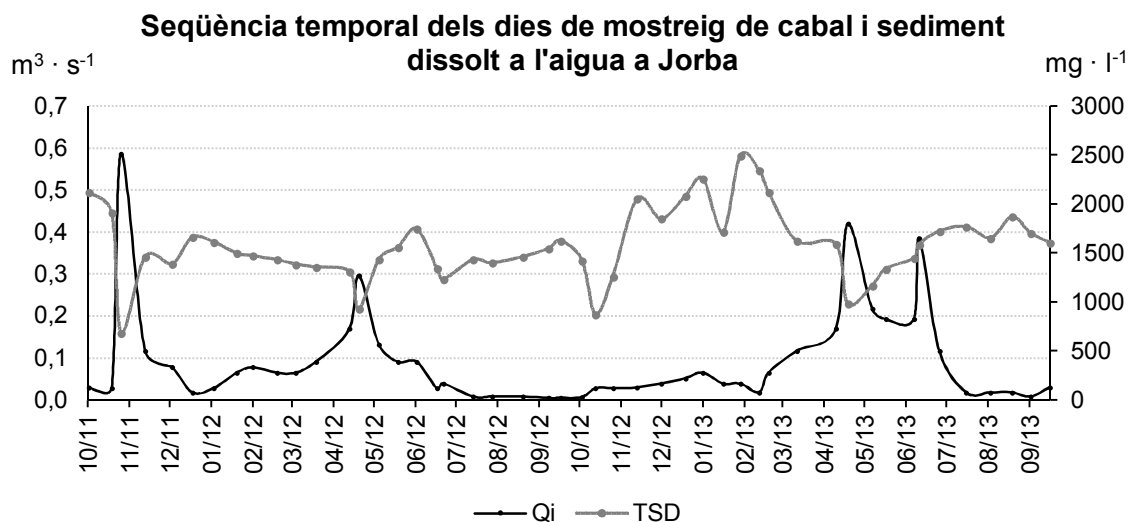


Figura 4.37. Evolució temporal del Qi i el TSD per litre. Relació oposada.

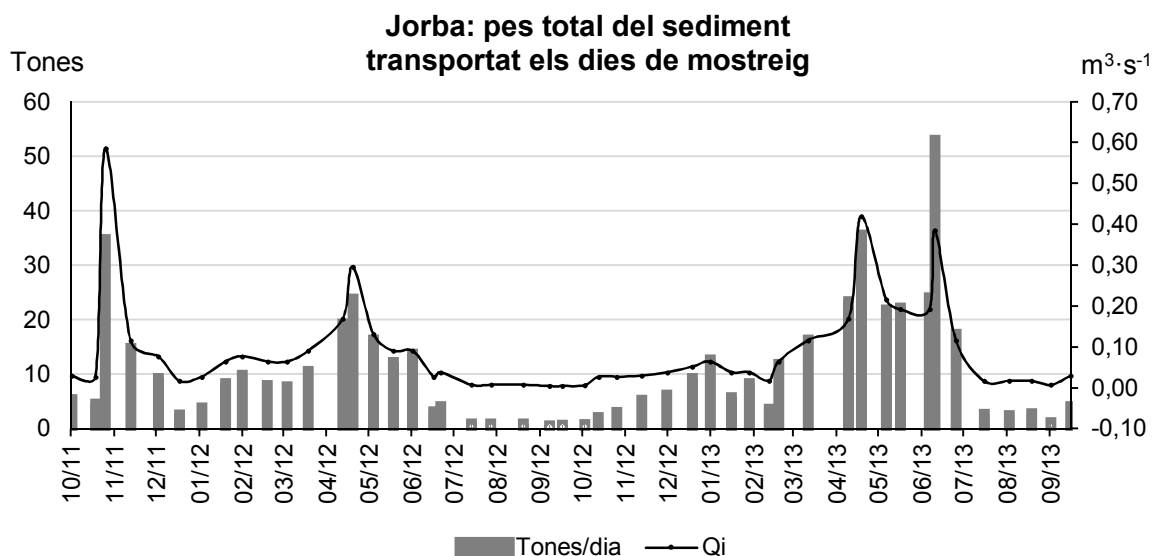


Figura 4.38. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de Jorba, per dies. El TSD diari pren la mateixa direcció que el cabal mitjà diari.

El dia de la campanya de camp que més sediment dissolt va passar per l'EA de Jorba va ser el 21 de juny de 2013, un dia després d'una tempesta d'estiu, amb un pes total de gairebé 53 tones. El segueix un dia del mes d'abril del mateix any, amb una càrrega de 35,6 tones, i, finalment, el dia després de la crescuda del 4 de novembre de 2011, que el riu transportà un total de 34,8 tones de SD.

D'altra banda, els dies amb menys càrrega corresponen a l'estiu del 2012, que fou molt sec, amb valors d'entre 700 i 870 kg per dia. Aquests resultats posen de manifest la variabilitat temporal del transport del SD, estretament lligada al temps meteorològic del moment i al clima mediterrani, en general.

Un cop analitzades les dades puntuals, el següent pas ha estat realitzar els càlculs per a estimar el TSD transportat els anys hidrològics 2011-13. Per a això s'ha analitzat la relació potencial i negativa entre el cabal i el TSD que s'ha anat plantejant al llarg del capítol i a l'apartat de l'estat de la qüestió, i s'ha representat gràficament a la figura 4.39, segons el model proposat per Gregory i Walling (1983). La correlació entre les 48 dades d'ambdós paràmetres analitzats de Jorba dona una variabilitat explicada de 14,5% i una equació ($y=1205,9 \cdot x^{-0,079}$) que significa que, en funció d'un valor determinat de Qi, se li pot atribuir un de TSD. En aquest punt es comprova de nou la tendència a la dilució del SD amb l'augment del Qi, com hem vist a la figura 4.37, però la dispersió entre paràmetres és molt gran, fet que planteja noves preguntes, com per exemple, si hi pot haver altres factors externs que condicionin les concentracions de TSD al riu.

La fórmula, adaptada a l'estudi, ($TSD=1205,9 \cdot Q^{-0,079}$) s'ha aplicat a les dades diàries de cabal cedides per l'ACA per a calcular el total del pes del sediment dissolt transportat durant aquests dos anys. Ens hem qüestionat si, amb coeficient R tan baix entre Qi i TSD, el resultat final no serà més que una aproximació, malgrat conèixer que seria pràcticament impossible una correlació perfecta donada la naturalesa de les dades. De totes maneres, la significació estadística entre paràmetres ha estat demostrada (valor de confiança >99%) mitjançant una anàlisi *t-test* calculada amb el programa estadístic SPSS, podent-se descartar, doncs, la hipòtesi que les dades no són vàlides per als objectius que es persegueixen (taula 4.16).

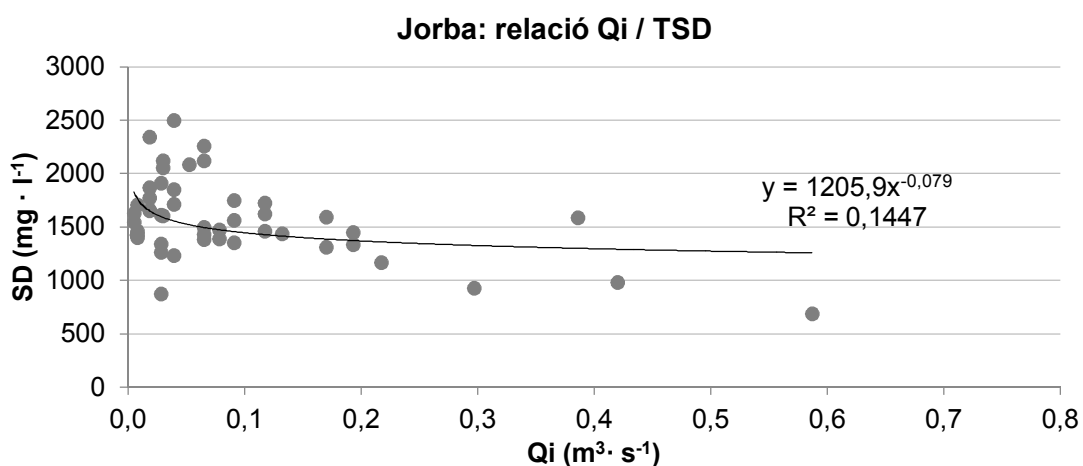


Figura 4.39. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a JRB. Correlació de tendència negativa.

Correlacions per a mostres emparellades				
		N	Correlació	Sig. (%)
Emparellament	Qi i TSD	48	-,512	,000
	CE i TSD	48	,637	,000

Taula 4.16. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a JRB.

A l'hora de realitzar els càlculs ens hem trobat amb dos problemes:

1. Com s'ha vist a l'apartat 4.2.1, la majoria de correlacions entre els ions majoritaris i el silici són significatives, però els bicarbonats, els clorurs i els nitrats presenten graus d'autonomia entre ells. Aquest fet es pot atribuir a l'elevada erosivitat del substrat de Jorba, que afavoreix la presència constant d'aquests paràmetres independentment del cabal o de la resta dels ions, motiu pel qual aquests elements s'han inclòs a l'anàlisi sense que es pugui considerar que modifiquen substancialment el resultat final.
2. L'altre problema que ens hem trobat a l'hora d'extrapolar la fórmula al cabal mitjà diari dels dos anys de mostreig és que vam deixar d'obtenir dades automàtiques de l'EA a mitja campanya. Aquest buit en la sèrie de dades es va completar realitzant una correlació entre la precipitació mitjana diària (de l'EMA més propera, la de la Panadella) i el cabal mitjà diari dels darrers deu anys, dades obtingudes del SMC i de l'ACA, respectivament. Així, coneixent la precipitació diària ocorreguda durant el període de temps estudiat, s'atribuí als dies sense dades el cabal que estadísticament i per li pertocaria al punt de mostreig, i es comprovà que els resultats fossin el més acurats possibles contrastant-los amb les dades obtingudes els dies de treball de camp.

Finalment, s'ha pogut avaluar la càrrega del TSD a Jorba: durant l'any hidrològic 2011-12 van passar per l'EA 3.106,18 tones de sediment en dissolució, i l'any següent, van augmentar a 3.836,52 tones (taula 4.17). La mitjana dels dos anys resulta de 3.461,35 tones. Al capítol 2.3.1 s'ha explicat les diferències pluviomètriques entre ambdós anys hidrològics, que es tornen a posar de manifest en aquest apartat: el primer més sec que el segon, una mica més humit, amb el conseqüent increment de cabal i, per tant, de producció de sediment dissolt.

La producció de sediment (*sediment yield*, en anglès) és un concepte que deriva de la divisió del TSD per la superfície de la conca sobre del punt de mostreig. És una manera de determinar la força erosiva dels canals fluvials, que s'expressa en unitats de massa per unitats de superfície. La producció anual mitjana de càrrega dissolta a Jorba, que té una conca de 217 km², fou de 15,997 tones/km². Com es veurà al capítol 5.1.2, els valors de TSD intraconca poden variar molt si s'expressen en valors absoluts o si es mostra la producció per punts.

L'estació de l'any que més càrrega de SD va suposar correspon a la primavera, amb una mitjana de 1.739,96 tones, i la més baixa l'estiu, amb 232,12 tones. La tardor del primer any, no obstant, produí més sediment dissolt que la tardor del 2012-13. Al gràfic de la figura 4.40 es poden veure clarament les diferències estacionals.

A l'EMA de la Panadella, l'any 2011-12 es va registrar una precipitació acumulada de 356,4 mm, i l'any 2012-13, un total de 532,2 mm. El cabal mitjà de l'EA de Jorba fou pel primer període de $0,07 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, mentre que el segon va ser de $0,09 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Les diferències no foren tan sols entre anys, sinó que també ho foren entre les seves estacions. Així, mentre que el 2011-12 fou més sec que la mitjana, la repartició hídrica resultà més d'acord al clima mediterrani, essent major a la primavera, seguida de la tardor, l'hivern i finalment l'estiu. El 2012-13, no obstant, resultà més humit a l'hivern que a la tardor. El transport de sediment dissolt, estretament lligat al règim hidrològic, resultà igualment repartit en els períodes de temps estudiats.

Les diferències de TSD transportat entre un any hidrològic i altre són notòries, si bé es contempla que el cabal, que alhora depèn de la meteorologia, és el principal responsable del total de càrrega dissolta que duu el riu. A Jorba, malgrat tenir una aportació mitjana anual molt petita ($0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), el pes del material solut en l'aigua és molt elevat.

Període	Càrrega dissolta transportada, en tones						
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12	938,63	748,84	1248,46	170,25	3106,18	3836,52	3471,35
2012-13	525,26	785,80	2231,46	294,00			
Període	Producció de sediment, en tones/Km²						
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12	4,33	3,45	5,75	0,78	14,31	17,68	16,00
2012-13	2,42	3,62	10,28	1,35			

Taula 4.17. Valors estimats del TSD transportat i produït a Jorba.

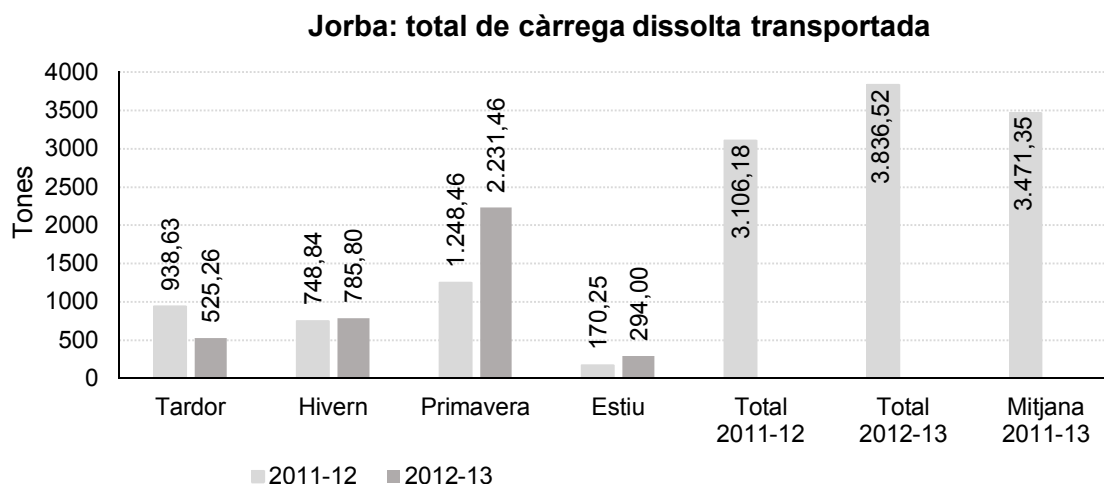


Figura 4.40. TSD transportat a Jorba, per anys i per estacions, i mitjana total anual.

4.3.2. Total de sediment dissolt a Sant Sadurní d'Anoia

L'estimació del pes del total de sediment dissolt transportat a la secció de St. Sadurní s'ha realitzat, com ja s'ha vist a la introducció del capítol, a partir de l'extrapolació del TSD mesurat a les mostres amb el cabal mesurat instantani, en primer lloc. Als gràfics que segueixen es pot veure com la càrrega dissolta a l'aigua de St. Sadurní tendeix a diluir-se quan el cabal incrementa (figura 4.41), fet especialment destacable en les crescudes del riu, però aquesta reducció de les concentracions minerals no implica un descens absolut en el pes del SD durant les crescudes, sinó ben al contrari: malgrat la dilució de l'aigua, en augmentar l'aportació també creix el total de sediment transportat en el moment (figura 4.42).

Segons les dades obtingudes de les anàlisis i mesures, la crescuda de primers de novembre de 2011 i de finals d'abril de 2012 foren els dies de mostreig que més SD passà per l'estació d'aforament, essent de gairebé 500 tones i 475 tones, respectivament. Ara bé, aquestes dades puntuals han servit per a calcular l'equació i la relació potencial negativa entre Qi i TSD, però per als càlculs diaris s'han utilitzat els valors de Qm diaris.

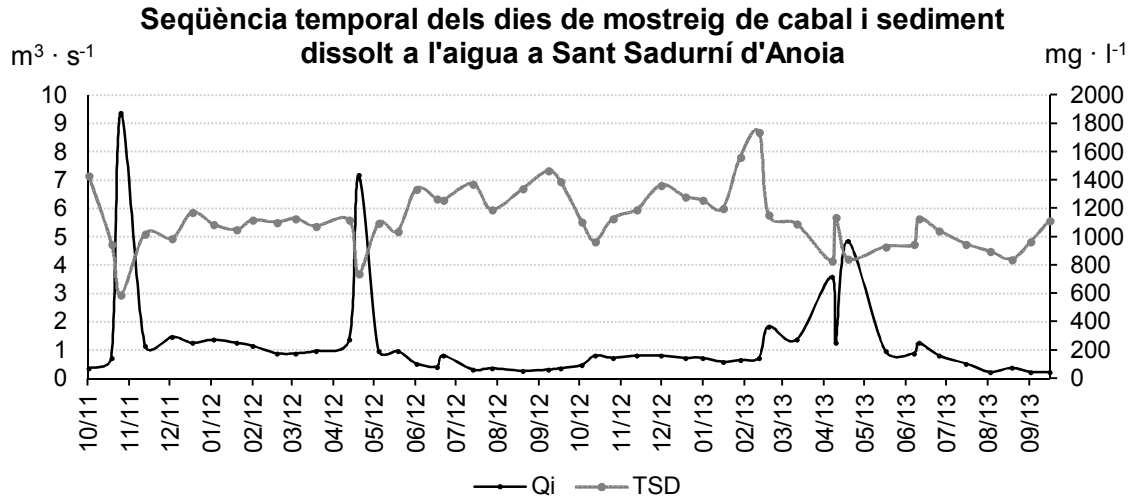


Figura 4.41. Evolució temporal del cabal i el TSD els anys 2011-13 a St. Sadurní.

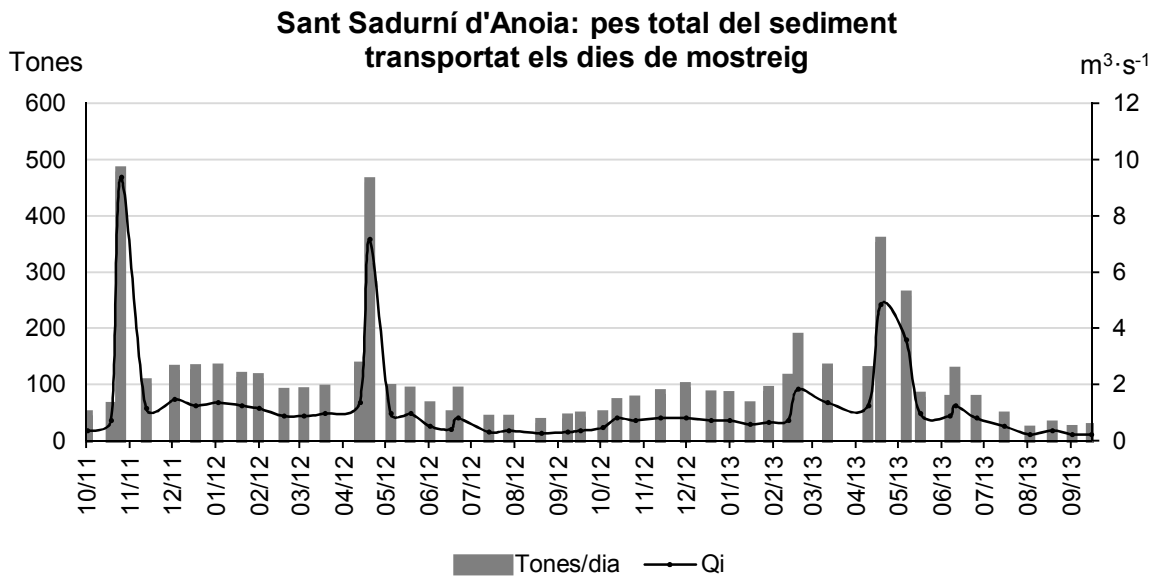


Figura 4.42. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de St. Sadurní, els dies de mostreig.

L'equació resultant de la relació del Qi en front del TSD dóna que a un determinat cabal, multiplicat per un valor, se li atribueix una càrrega en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ($\text{TSD} = 1079,6\cdot\text{Q}^{-0,137}$), com es pot veure a la figura 4.43. Malgrat la R^2 resultat de la correlació dista molt de ser perfecta, es correspon amb la mitjana global dels rius proposada per Walling i Webb (1983), i la significació estadística de la correlació lineal entre mostres és fiable, com s'explica a la taula 4.18.

Aquesta equació s'ha aplicat, doncs, als registres de cabals mitjans diaris cedits per l'ACA dels dos anys hidrològics 2011-12 i 2012-13, a fi de tenir l'estimació del total del pes del sediment transportat pel riu en aquest punt. Les sèries de dades han estat completes, pel qual no ha estat necessari recórrer a l'estudi hidrològic del punt de mostreig per a omplir els buits de dades, com en el cas de Jorba.

L'any hidrològic 2011-12 passaren per St. Sadurní un total de 37008 tones de sediment dissolt, i l'any següent el riu transportà 32413 tones. A diferència del que hem vist a la capçalera, en aquest punt de la conca hi ha hagut més càrrega dissolta el primer any de mostreig que no pas el segon.

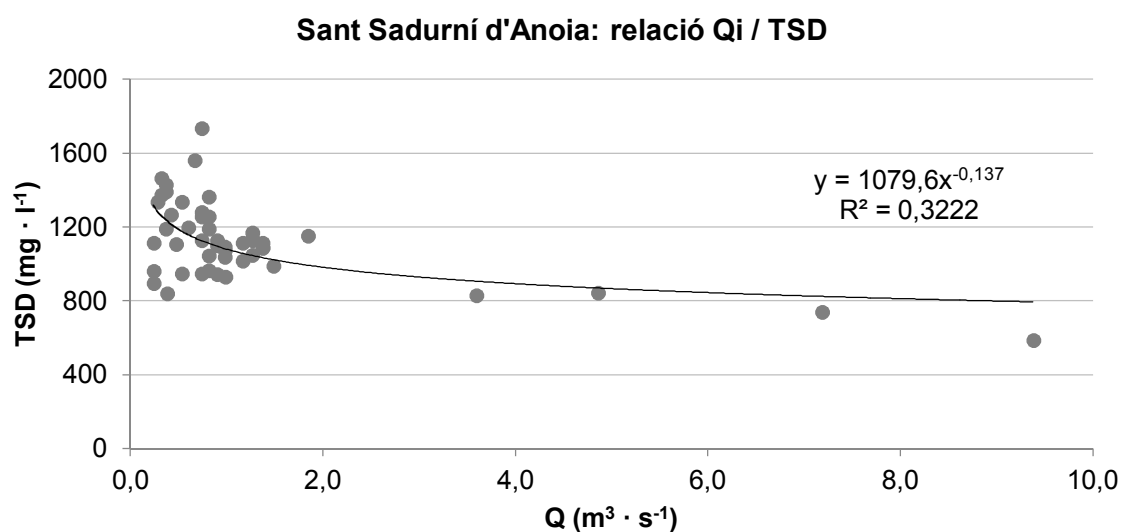


Figura 4.43. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a SSD. Correlació de tendència negativa.

Correlacions per a mostres emparellades				
		N	Correlació	Sig. (%)
Emparellament	Qi i TSD	48	-,575	,000
	CE i TSD	48	,903	,000

Taula 4.18. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a SSD.

A St. Sadurní, el primer any fou meteorològicament més sec que el segon (548 i 605 mm, respectivament, registrats per l'EMA del SMC de St. Sadurní d'Anoia), però el cabal mitjà fou major el primer any ($1,19 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) que el segon ($1,04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), i aquest fet ha tingut el seu impacte en el total de càrrega dissolta. A la taula 4.19 es presenten els resultats del pes del SD per estacions de l'any, per anys hidrològics estudiats, i la mitjana anual. Aquests valors obtinguts s'han representat gràficament a la figura 4.44, on es pot apreciar clarament l'efecte de l'estacionalitat climàtica en el TSD, malgrat la irregularitat de la primavera del període 2011-12, que resultà amb menys aportació que l'hivern del mateix període.

La taula 4.19 també mostra per estacions i anys la producció de sediment de Sant Sadurní d'Anoia.

Càrrega dissolta transportada, en tones							
Període	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total	Total	Mitjana
					2011-12	2012-13	2011-13
2011-12	12681,27	10283,67	8212,44	5831,39	37008,79	32413,23	34711,01
2012-13	7754,81	9233,46	12063,51	3361,45			
Producció de sediment, en tones/Km ²							
Període	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total	Total	Mitjana
					2011-12	2012-13	2011-13
2011-12	17,47	14,16	11,31	8,03	50,98	44,65	47,81
2012-13	10,68	12,72	16,62	4,63			

Taula 4.19. Valors estimats del TSD transportat i produït a Sant Sadurní d'Anoia.

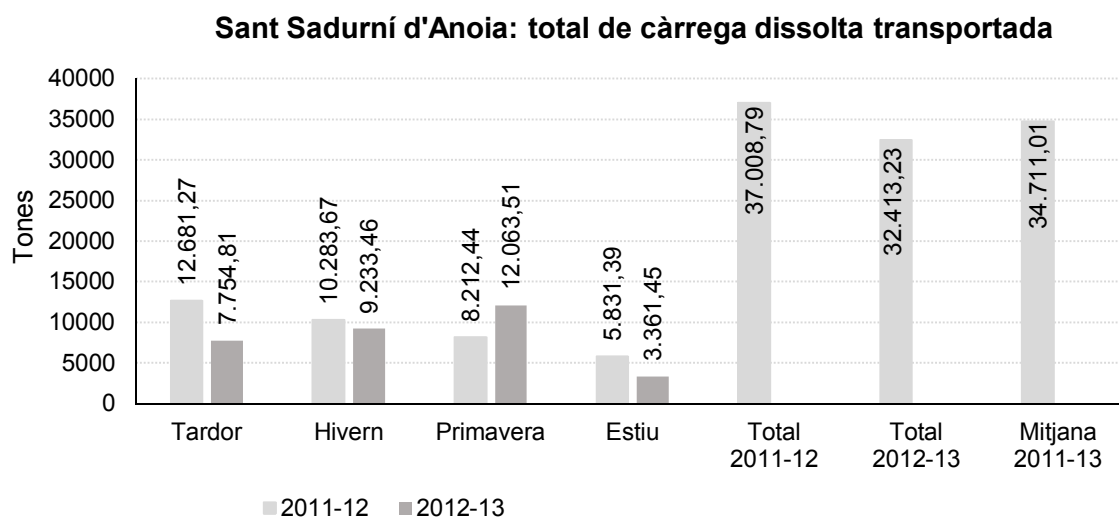


Figura 4.44. Gràfic resum del TSD transportat a SSD, per anys i per estacions, mitjana total anual.

4.3.3. Total de sediment dissolt a Martorell

En aquest apartat es presenta la relació potencial i inversa entre el cabal i el sediment dissolt en l'aigua de Martorell. En primer lloc, s'ha elaborat un gràfic temporal que mostra la tendència a la dissolució de les mostres en front de l'augment dels cabals mesurats al camp durant els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13 (figura 4.45). Al gràfic que segueix es mostra que, no obstant la reducció de la dissolució amb l'augment de l'aportació, el volum total del sediment dissolt multiplicat pels litres del moment li confereixen al SD un increment total absolut.

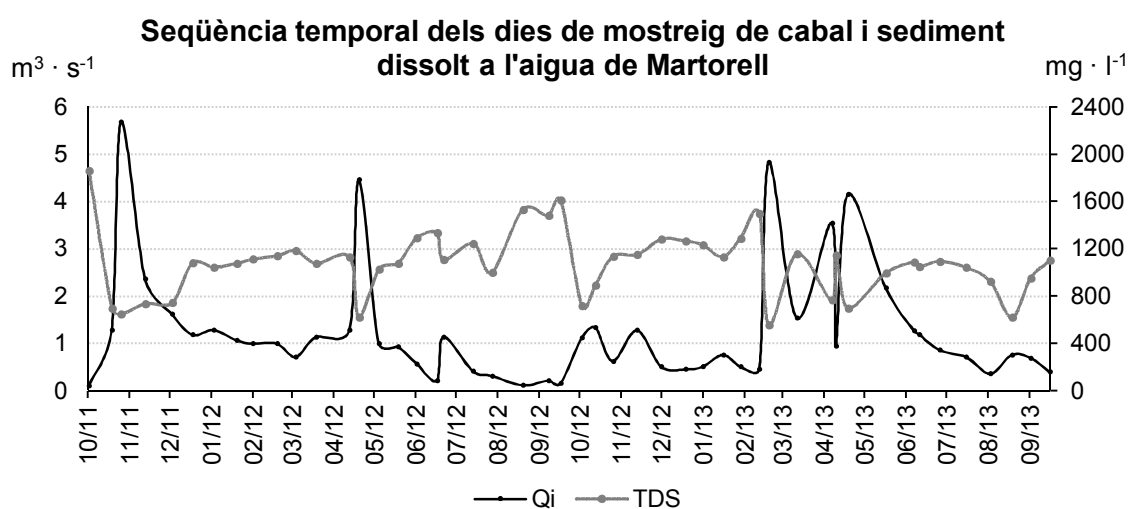


Figura 4.45. Evolució temporal del cabal i el TSD a Martorell els anys 2011-13.

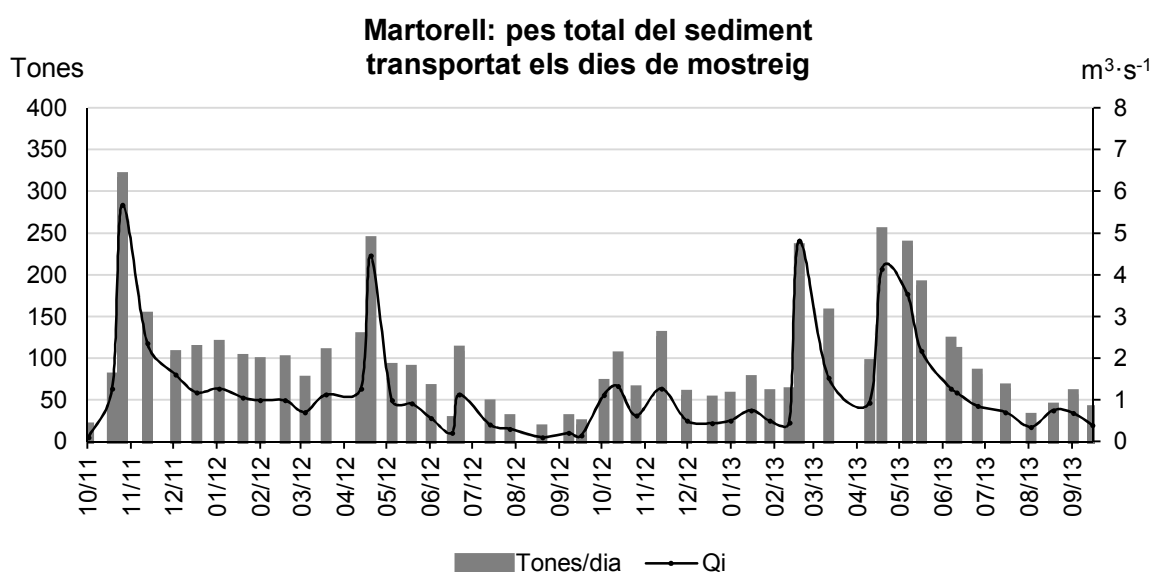


Figura 4.46. Avaluació del pes del sediment transportat a l'estació d'aforament de Martorell, els dies de mostreig.

A Martorell s'ha trobat la millor relació del cabal instantani en front de la càrrega dissolta ($R^2=0,63$), i estadísticament s'ha demostrat que ambdues sèries de dades no són independents entre sí, com es mostra a la taula 4.20.

L'equació que s'ha aplicat per a calcular el total del pes del sediment dissolt en aquest punt, presentada a la figura 4.47, resulta així: $TSD (mg \cdot l^{-1}) = 1003 \cdot Q^{-0,233}$. Les sèries diàries de cabals cedides per l'ACA han permès extrapolar les nostres dades de SD de les 48 mostres a tots els dies dels anys 2011-12 i 2012-13.

Com ja s'ha explicat a l'apartat 2.3.2 de la tesi, l'estació meteorològica automàtica més pròxima a aquesta secció és la dels Hostalets de Pierola. Aquí, ambdós anys hidrològics es registrà una precipitació molt similar, poc per sobre dels 550mm. Ara bé, el cabal del riu fou força superior el segon any, resultant també un increment absolut del total de sediment dissolt. Així, es podria dir que en aquest punt, el cabal i la seva càrrega dissolta no depenen directament de la meteorologia.

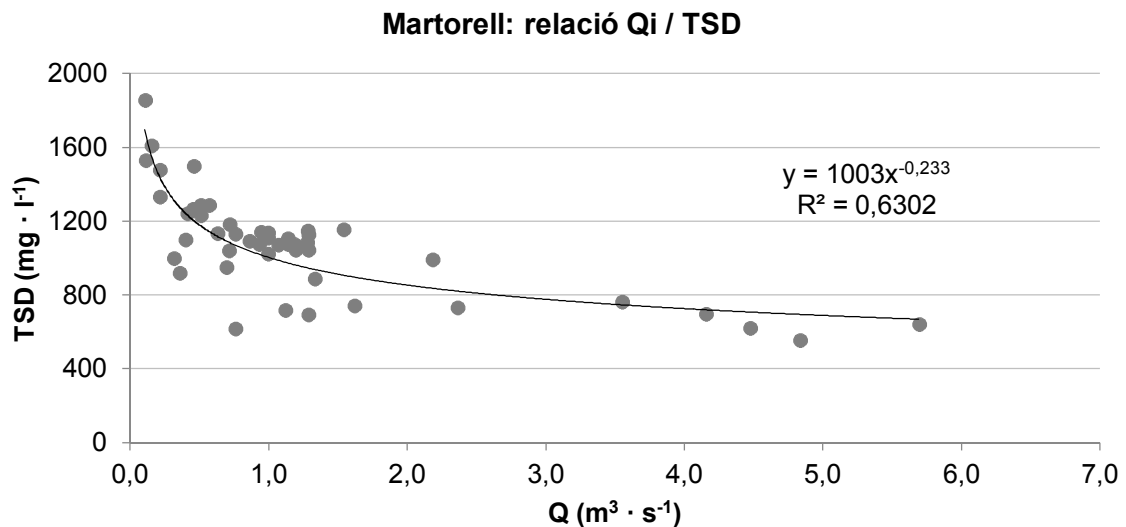


Figura 4.47. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a MTLL. Correlació de tendència negativa.

Correlacions per a mostres emparellades				
		N	Correlació	Sig. (%)
Emparellament	Qi i TSD	48	-,694	,000
	CE i TSD	48	,877	,000

Taula 4.20. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a MTLL.

El primer any hidrològic el riu Anoia transportà 28950 tones de sediment dissolt (una xifra molt inferior a la de St. Sadurní pel mateix període) per l'estació d'aforament de Martorell. L'any següent, la xifra augmentà a 37526 tones. De mitjana, resultaren 33238 tones per any. A la taula 4.21 es presenten els resultats per anys i estacions, així com la producció de sediment. Cal destacar que els valors són en general força inferiors als de St. Sadurní, aigües amunt. Aquest fet, que ja s'ha anat explicant als apartats anteriors (capítols 2.5 i 4.1.3), és degut a la captació d'aigües per als diversos usos, que disminueixen l'aportació de la secció, i repercuteix directament en el total de SD que arriba finalment al riu Llobregat.

A la figura 4.48 s'ha representat gràficament el pes del total de sediment dissolt, que permet identificar d'una ullada la primavera com l'estació de l'any que més produeix, seguida repartidament entre la tardor i l'hivern.

Càrrega dissolta transportada, en tones							
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12	8055,67	8880,27	5147,06	6867,48	28950,48	37525,69	33238,08
2012-13	9247,48	10016,75	12303,35	5958,10			
Producció de sediment, en tones/Km ²							
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12	8,70	9,59	5,56	7,42	31,26	40,52	35,89
2012-13	9,99	10,82	13,29	6,43			

Taula 4.21. Valors estimats del TSD transportat i produït a Martorell.

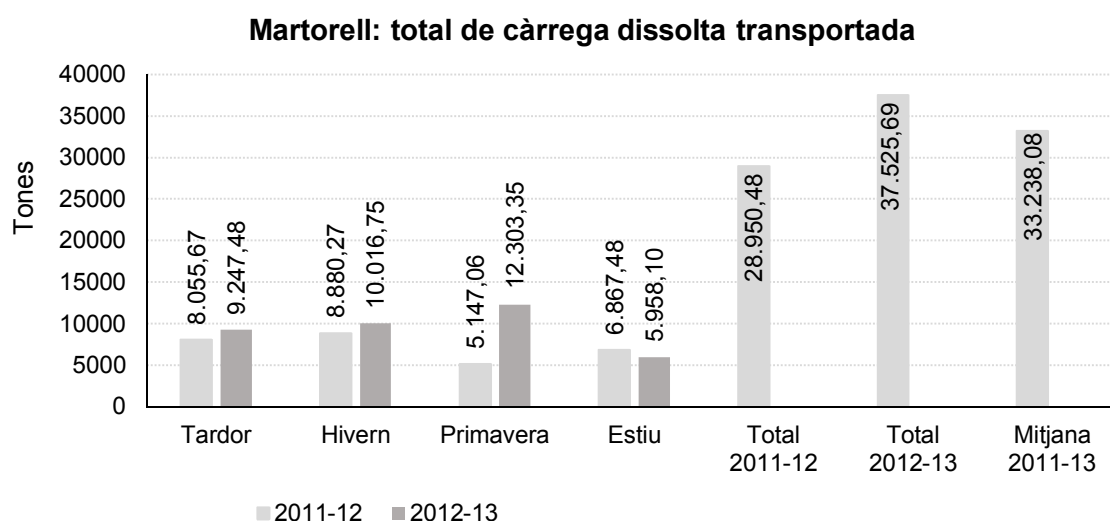


Figura 4.48. Gràfic resum del TSD transportat a Martorell, per anys i per estacions, i mitjana total anual.

4.3.4. Total de sediment dissolt a Carme

El càlcul del pes del total del sediment dissolt transportat pel riu Anoia a la riera del Carme, al seu pas per la Pobla de Claramunt, es presenta en aquest apartat. En primer lloc, s'han elaborat dos gràfics que mostren l'evolució temporal en els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13, del cabal instantani mesurat al camp i de la càrrega dissolta per litre (figura 4.49), i del Qi amb el total de sediment dissolt transportat pel mateix en el moment de la mesura (figura 4.50). En aquest punt es pot apreciar clarament que el volum de TSD augmenta amb el cabal, però la dilució de l'aigua, a excepció d'alguns pics aïllats, es manté força constant tot el període.

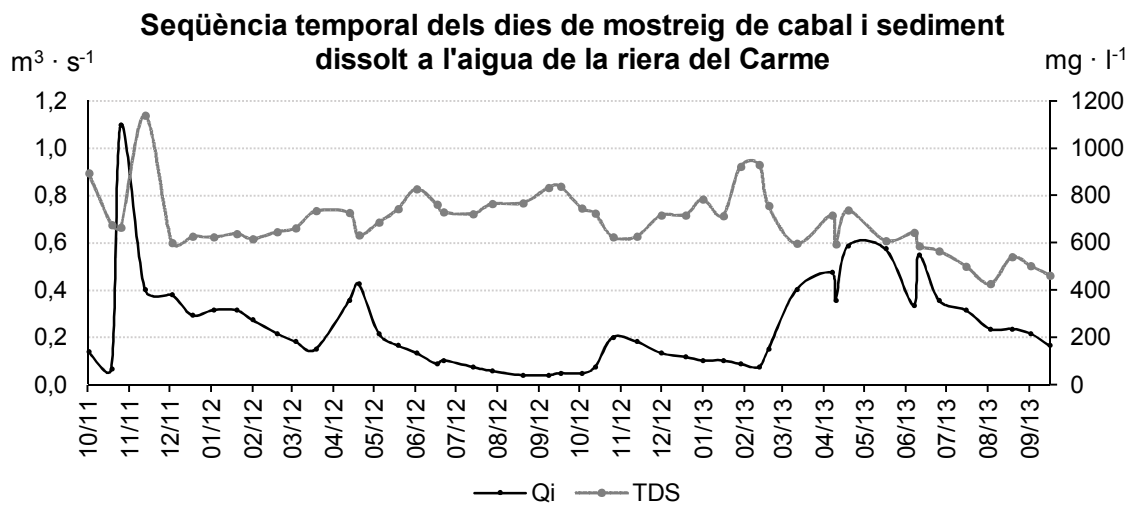


Figura 4.49. Evolució temporal del cabal i el TSD a Carme els anys 2011-13.

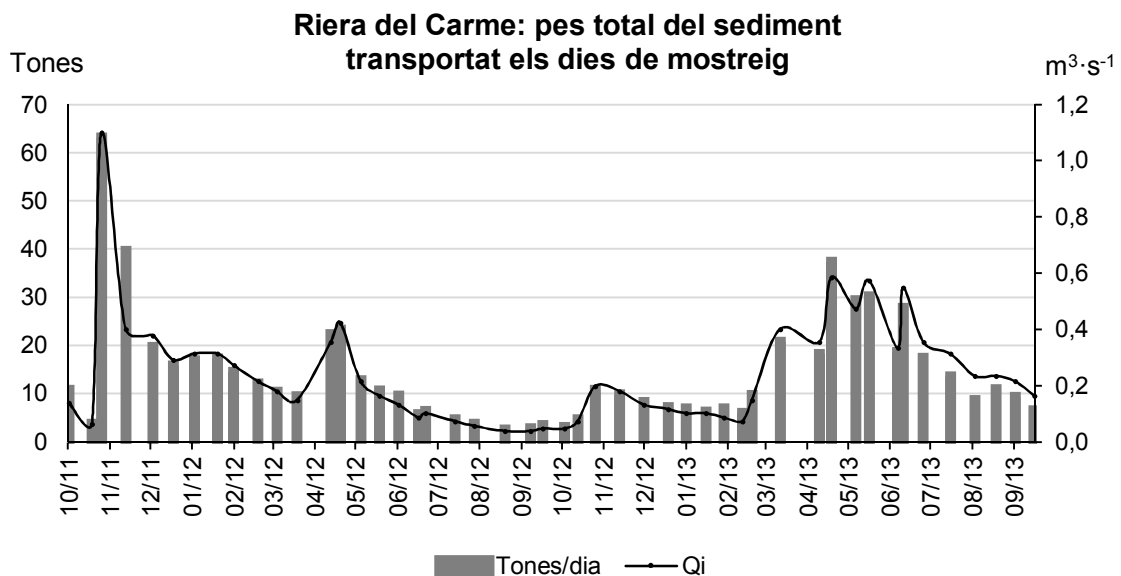


Figura 4.50. Avaluació del pes de la càrrega de sediment dissolt transportada a l'estació d'aforament de Carme, els dies de mostreig.

La correlació entre el cabal instantani i la càrrega dissolta per litres és potencial i negativa, com s'ha vist amb les estacions d'aforament anteriors, però el valor R^2 és el segon més baix de tots. La fórmula per a calcular la càrrega dissolta d'un cabal determinat (s'ha explicat el mètode als apartats 4.1 i 4.1.1) resulta així: $TSD (mg \cdot l^{-1}) = 578,17 \cdot Q^{-0,098}$, com es pot veure a la figura 4.51. De totes maneres, la significació estadística d'aquestes sèries de dades no ha resultat bona, en no arribar a un nivell de confiança del 95%, com es mostra a la taula 4.22.

La relació estadísticament significativa existent entre CE i TSD que es mostra a la taula, sumat al fet que el Qi i la CE sí que tenen confiança estadística (s'ha vist a l'apartat 4.2.4), ens ha conduït a fer de totes formes l'estimació del total del pes del sediment dissolt transportat en aquest punt. Al capítol 6 es debat la validesa d'aquest mètode.

Al problema de la manca de significació estadística se li suma un blanc en les sèries de dades diàries de la riera del Carme, de les quals, disponibles només n'hem tingut el primer any i mig. De la mateixa manera que s'ha fet amb Jorba, per a reconstruir els cabals mitjans que faltaven, es correlacionà la precipitació i l'aportació dels cinc anys anteriors, amb les dades de l'ACA i del SMC, per a l'estació meteorològica automàtica d'Òdena.

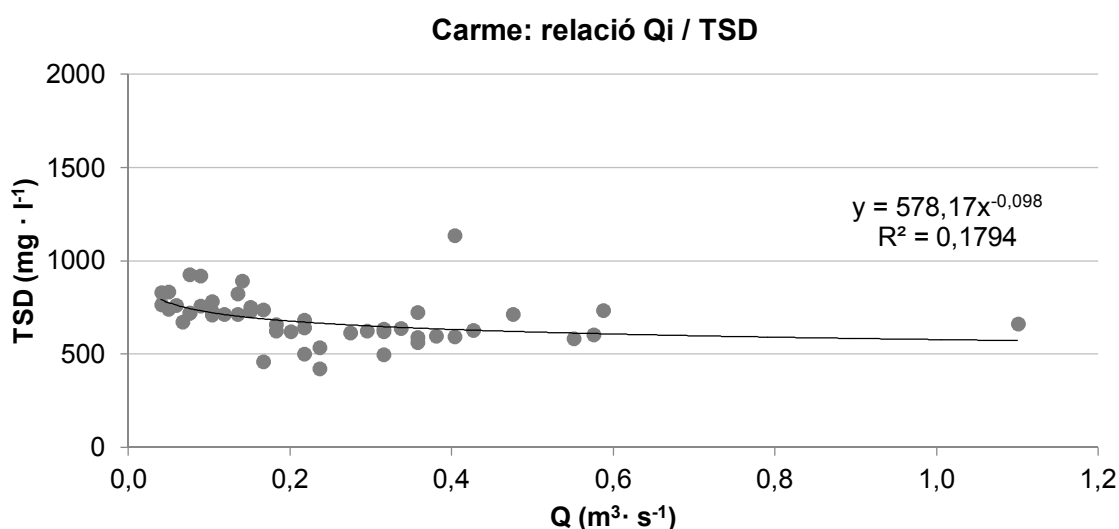


Figura 4.51. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a CRM. Correlació de tendència negativa.

Correlacions per a mostres emparellades				
		N	Correlació	Sig. (%)
Emparellament	Qi i TSD	48	-,273	,060
	CE i TSD	48	,752	,000

Taula 4.22. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a CRM.

Dels càlculs realitzats ha resultat que el primer any passaren 5462 tones de material dissolt per la secció mostrejada de Carme, i el segon passaren 6595 tones. Són valors més elevats que els de la secció de Jorba, però molt inferiors als de St. Sadurní i Martorell. Ara bé, la producció de sediment, amb una mitjana de 59 tones per km² i any, seria la major de la conca.

Al gràfic de la figura 4.52 es posa de manifest un cop més la marcada estacionalitat mediterrània, que té el seu impacte en el TSD: la primavera i la tardor són les estacions que més sediment produeixen, seguides primer de l'hivern, i finalment l'estiu.

Càrrega dissolta transportada, en tones							
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total	Total	Mitjana
					2011-12	2012-13	2011-13
2011-12	2242,74	1474,40	1128,83	616,68	5462,65	6595,00	6028,82
2012-13	1139,73	1203,68	2839,78	1411,82			
Producció de sediment, en tones/Km²							
	Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total	Total	Mitjana
					2011-12	2012-13	2011-13
2011-12	21,99	14,45	11,07	6,05	53,56	64,66	59,11
2012-13	11,17	11,80	27,84	13,84			

Taula 4.23. Valors estimats del TSD transportat i produït a la riera del Carme.

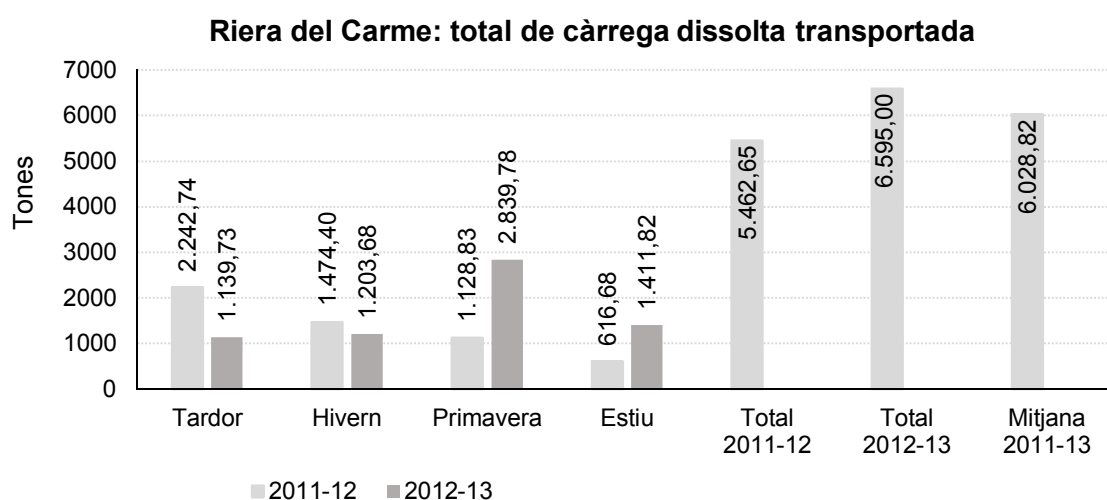


Figura 4.52. Gràfic resum del TSD transportat a la riera del Carme, per anys i per estacions, i mitjana total anual.

4.3.5. Total de sediment dissolt a Sant Quintí de Mediona

El total del pes del sediment dissolt que transportà la riera de Mediona els dies de mostreig i el total dels anys hidrològics 2011-12 i 2012-13 s'ha calculat i es presenta en aquest apartat. En primer lloc, s'han extrapolat les quantitats de SD per litre de les mostres al cabal mesurat. Posteriorment, s'ha fet una correlació entre el Qi i el TSD, i finalment s'ha aplicat la fórmula resultant a les dades de cabals mitjans diaris del període.

A les figures 4.53 i 4.54 es mostren els gràfics temporals dels dies de mostreig. El primer presenta la relació del Qi amb la càrrega dissolta per litre, i el segon mostra el total del sediment que passà el dia de la mesura en relació amb l'aportació instantània. Malgrat la marcada dilució de les concentracions de soluts amb les crescudes, el TSD a St. Quintí s'ha mantingut força estable al llarg d'aquests dos anys.

El cabal base de la riera de Mediona, com la de Carme, també depèn en gran mesura de l'aqüífer de Carme-Capellades. En aquest indret, no obstant, l'episodi de pluges del 3-4 de novembre de 2011 tingué més impacte en el TSD d'aquest riu que no pas en l'altre afluent. El dia 5/11/2011 i el 27/5/2013 foren els dies de mostreig que es registraren cabals més alts, però la dissolució de l'aigua fou molt més evident en el primer episodi. Aquests dies, es calculà que passaren 37 tones i 33 tones de SD per la secció, respectivament.

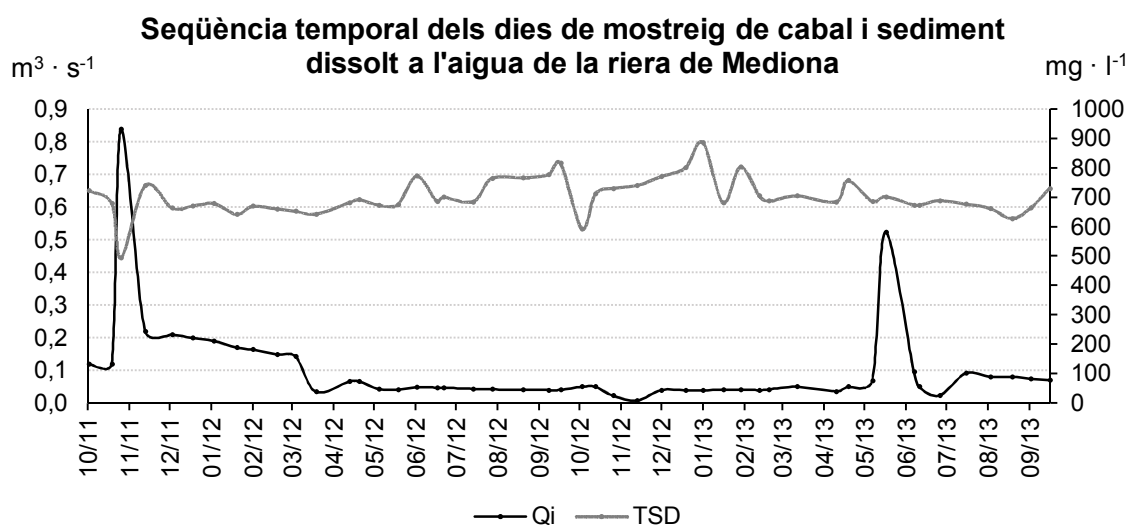


Figura 4.53. Evolució temporal del cabal instantani i el TSD els anys 2011-13 a SQM.

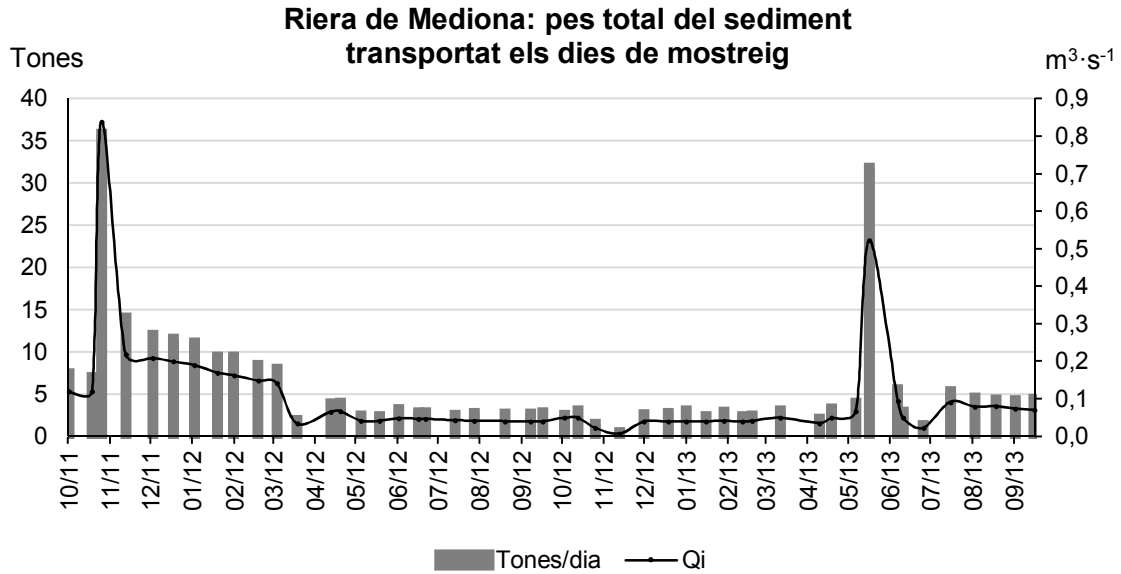


Figura 4.54. Avaluació del pes de la càrrega dissolta transportada a l'estació d'aforament de Mediona, els dies de mostreig.

La relació potencial i negativa entre cabal i total de sediment dissolt a les mostres de la riera de Mediona s'ha fet palesa, malgrat tenir una $R^2 = 0,26$ (figura 4.55). Per a calcular el total de sediment transportat pel riu, es prengueren les dades de cabals mitjans diaris dels dos anys cedides per l'ACA, aplicant la fórmula resultant de la correlació de les nostres 48 mostres: $TSD (mg \cdot l^{-1}) = 599,54 \cdot Q^{-0,956}$. La correlació dista de ser perfecta, però altre cop trobem bons valors de confiança estadística entre Qi i TSD (taula 4.24).

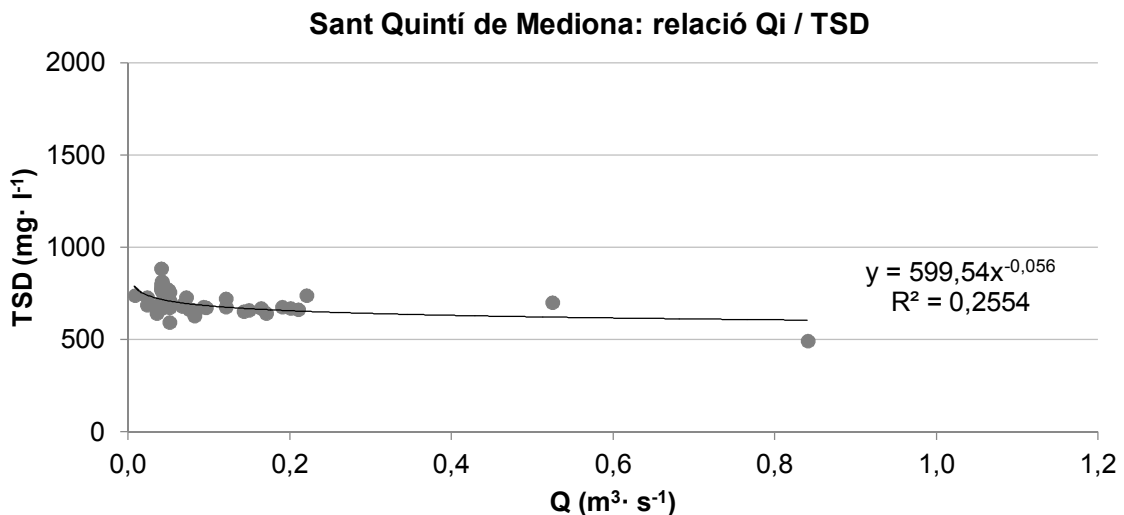


Figura 4.55. La relació entre el total de sediment dissolt i el cabal instantani a SQM. Correlació de tendència negativa.

Correlacions per a mostres emparellades				
		N	Correlació	Sig. (%)
Emparellament	Qi i TSD	48	-,503	,000
	EC i TSD	48	,623	,000

Taula 4.24. Correlació i significació del Qi i el TSD, i de la CE i el TSD a SQM.

El resultat dels càlculs ha donat un total de 2.603 tones de càrrega dissolta transportada per la secció de St. Quintí el primer any, i un total de 1.678 tones el segon, essent la mitjana del període de 2.141 tones. El transport de SD per estacions de l'any ha presentat moltes variacions. La tardor del 2011-12 fou el període de màxim transport de SD, mentre que el següent període ho fou la primavera, amb uns valors molt inferiors, com es pot veure a la taula 4.25.

S'han consultat les dades de precipitació diària acumulada del període de l'estació meteorològica automàtica de Canaletes, del SMC, la més propera a l'estació d'aforament. L'any 2011-12 fou més sec que el següent (532 mm en front dels 628 mm de l'any hidrològic 2012-13); el cabal, en canvi, va ser de mitjana força superior el primer període, amb $Q_m = 0,13 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en front del $Q_m = 0,08 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ del segon. Aquestes dades ens permeten concloure que l'aportació de la riera no depèn directament de la precipitació atmosfèrica, amb l'excepció de les crescudes puntuals.

Per contra del què cabria esperar, el cabal de la riera de Mediona no ha respost en aquest període al règim pluviomètric propi del clima mediterrani litoral, que en aquesta regió ordenaria les estacions de més a menys segons la seva pluviometria així: tardor, primavera, hivern i estiu (Roselló *et al.*, 2002). L'ordre estacional de producció de sediment dissolt en aquest punt fou: tardor, hivern, primavera i estiu l'any hidrològic 2011-12, i primavera, hivern, estiu i tardor l'any hidrològic 2011-13. L'hivern ha resultat ser, en aquest punt, la segona estació de l'any de més transport de sediment dissolt (figura 4.56).

		Càrrega dissolta transportada, en tones						
		Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12		1681,80	388,69	288,02	244,62	2603,13	1677,91	2140,52
2012-13		260,61	466,94	483,71	466,65			
		Producció de sediment, en tones/Km²						
		Tardor	Hivern	Primavera	Estiu	Total 2011-12	Total 2012-13	Mitjana 2011-13
2011-12		25,87	5,98	4,43	3,76	40,05	25,81	32,93
2012-13		4,01	7,18	7,44	7,18			

Taula 4.25. Valors estimats del TSD transportat i produït a la riera de Mediona.

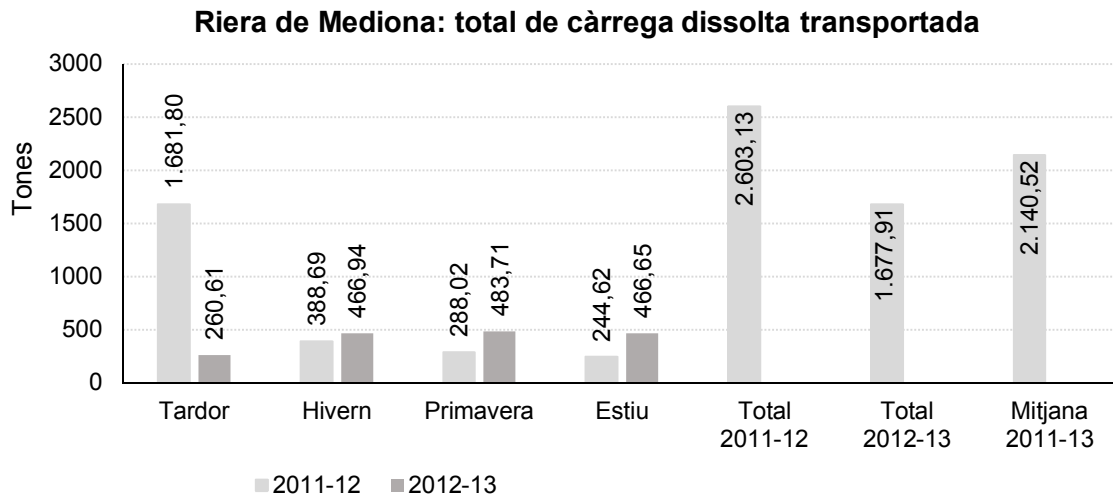


Figura 4.56. Gràfic resum del TSD transportat a la riera de Mediona, per anys i per estacions, i mitjana total anual.

4.4. Naturalesa de l'aigua mitjançant l'anàlisi dels components principals

Amb l'objecte de detectar possibles patrons de comportament, s'han utilitzat 22 dels paràmetres estudiats per a l'anàlisi dels components principals, primer per estacions d'aforament i, com es presentarà més endavant, per a la conca sencera.

L'anàlisi dels components principals (ACP, *PCA* en anglès, de *principal component analysis*) és una eina estadística multivariant que s'utilitza per a la reducció de dades, quan es disposa de molta informació. Aquesta anàlisi es fonamenta en la relació existent entre la variància de cada paràmetre i entre paràmetres (és a dir, la covariància), donant per resultat una matriu de relacions entre les dimensions analitzades. Posteriorment, es pot determinar un nombre reduït de grups, ordenats jeràrquicament segons la seva significació (Jolliffe, 2002). Es persegueix trobar si un determinat grup de paràmetres explica un percentatge de variància major que la resta, i així es poden establir relacions entre paràmetres.

Des de l'inici del s. XXI, molts autors arreu del món han publicat articles sobre la qualitat de l'aigua bastant-se en aquest tipus d'anàlisi, realitzada sobre dades de naturalesa molt similar a les que s'han treballat aquí. Per aquest motiu no podem deixar d'incloure l'ACP del riu Anoia. Els paràmetres objecte d'aquest capítol són els analitzats al camp i als laboratoris, a més del cabal instantani del moment de mostreig i la suma del total de sòlids dissolts. S'han descartat les sals (NaCl) per la seva semblança amb la conductivitat elèctrica i el contingut total de soluts. Mitjançant el programari d'IBM SPSS s'ha pogut realitzar l'anàlisi automàticament: en realitat, hi ha tants components com paràmetres analitzats, o sigui, 22, però el programa agrupa en un número més reduït aquells que tenen majors relacions entre ells mateixos.

Per a comprendre els resultats de l'ACP, s'han associat els paràmetres a uns grups determinats (taula 4.26), als quals també se'ls ha assignat un color de cara a la futura representació gràfica. Això no tan sols facilitarà la interpretació dels valors presentats a les taules, sinó que, a més, permetrà explicar l'origen de la composició química de les aigües.

Elements associats a:	Paràmetres seleccionats:	Naturalesa:
Clima / meteorologia	Qi, Temp	Precipitació i temperatura ambiental, factors externs
Substrat / erosivitat del terreny	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	Ions majoritaris, a excepció dels nitrats, comuns a l'àrea d'estudi
Nutrients, naturals o agrícoles	pH, NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , PO ₄ ⁻ , P ³⁻	Paràmetres inherents a l'activitat biològica
Impacte antròpic	Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Zn ²⁺ , Al ³⁺ , Si	Metalls de transició, alumini i silici, comuns en determinades proporcions
Producció de sediment en general	CE, SS, TSD	Transport de sediment

Taula 4.26. Agrupacions de paràmetres per a la interpretació de l'anàlisi dels components principals.

4.4.1. Anàlisi de Components Principals de Jorba

S'han detectat sis components principals a les dades de les mostres de Jorba. A la taula 4.27 es mostra el percentatge de la variància respecte del total que representa cada un dels sis components principals, i a la taula 4.28 s'exposen els resultats de l'ACP. És a dir, el component 1, que té el major valor propi (segons el mètode de Kaiser, tan sols els superiors a 1 són seleccionats com a CP), explica el 34,437% de les relacions entre paràmetres. El segon, un 13,834%, i així fins arribar al sisè i últim, que tan sols representa el 4,972% del total. Els sis components, no obstant, expliquen el 77,773% de les relacions, a partir de les covariàncies dels elements.

El gràfic de la figura 4.57 representa la dispersió dels factors de regressió assignats a cada element, dels components principals 1, 2 i 3. Els factors tenen un valor comprès entre 0 i ± 1 , i permeten situar al gràfic de tres eixos els paràmetres introduïts en l'ACP. Com ja s'ha explicat a l'apartat 4.2.1, la majoria de correlacions entre dades no són bones, i al gràfic es pot observar que les relacions entre covariàncies tampoc no ha donat homogeneïtat al conjunt. Ara bé, els càlculs han permès representar gràficament els paràmetres analitzats com si d'un mapa es tractés, podent-se apreciar, principalment, les agrupacions que ja hem vist com a bones correlacions entre Ca²⁺, Na⁺, SO₄²⁻ i TSD, i l'oposició dels valors de Qi i CE.

Els valors resultants de l'ACP també són xifres compreses entre 0 i ± 1 . Cada un dels paràmetres té un valor assignat diferent segons el component on s'hi inclou, i per tant, té una relació o altra amb la resta d'elements segons el grup al què pertany. Per a simplificar l'explicació de la naturalesa de les mostres, s'han seleccionat els valors més elevats de cada grup i es marquen en negreta, en color vermell els de valor negatiu.

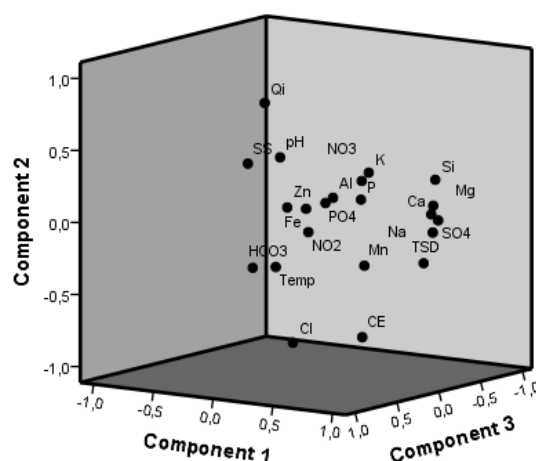
ACP per Jorba

Matriu de components

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Qi	-0,422	,723	-0,109	,070	,097	,157
Temp	-0,365	-0,417	-0,160	,312	,403	,118
pH	,052	,464	,383	-0,223	-0,350	-0,470
CE	,453	-0,802	-0,026	-0,047	-0,213	,026
SS	-0,541	,295	-0,078	,019	,389	,359
Ca ²⁺	,958	,087	-0,128	-0,101	-0,035	-0,007
Na ⁺	,955	-0,044	-0,152	-0,022	,068	,053
Mg ²⁺	,954	,142	-0,157	-0,096	,036	-0,012
K ⁺	,641	,386	,166	,331	,283	,080
HCO ₃ ⁻	,001	-0,271	,638	-0,284	-0,262	,275
Cl ⁻	,005	-0,859	,164	,193	-0,032	-0,034
SO ₄ ²⁻	,925	,022	-0,258	-0,122	,013	,052
NO ₃ ⁻	,115	,179	-0,502	,551	-0,377	-0,191
Mn ²⁺	,514	-0,291	,036	,018	,590	-0,009
Fe ²⁺	,853	,288	-0,327	-0,023	,069	,048
Si ⁻	,477	,193	,680	,310	,067	,155
Zn ²⁺	,272	,172	,613	,097	,230	-0,096
Al ³⁺	,167	,127	-0,084	,224	-0,585	,646
NO ₂ ⁻	,050	-0,104	,044	,705	-0,057	-0,325
PO ₄ ³⁻	-0,037	,042	-0,285	-0,488	,121	-0,129
P ³⁻	,724	,238	,377	,048	-0,037	-0,029
TSD	,947	-0,243	-0,053	-0,060	-0,029	,050

JRB: Variància total explicada

Component	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	7,576	34,437	34,437
2	3,043	13,834	48,271
3	2,216	10,075	58,346
4	1,618	7,353	65,698
5	1,562	7,102	72,800
6	1,094	4,972	77,773



Taula 4.28 i figura 4.57. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1, 2 i 3 de JRB.

D'aquesta manera, el CP 1 de Jorba agrupa 9 dels 22 paràmetres introduïts: el sediment en suspensió (valor negatiu), els cations majoritaris, els sulfats, el ferro, el fòsfor i el total de sòlids dissolts. El CP 2 en recull 4: cabal instantani, temperatura, conductivitat elèctrica i clor, aquests darrers tres, amb valor negatiu. El CP 3 correspon als bicarbonats, al silici i al zinc, tots ells positius. El CP 4 és per als nitrats (positiu) i els fosfats (negatiu). Al CP 5

tan sols domina el manganès. Per últim, el CP 6 recull negativament el pH i els nitrats i positivament l'alumini.

L'observació directa de les columnes dels CP permet fer-se una idea inicial de les relacions entre paràmetres. Així, al CP 1 de Jorba es fa palesa una relació inversa entre el SS i els paràmetres mencionats a dalt amb relació positiva. Si, a més, ho combinem amb les principals relacions del CP 2, es troben patrons de comportament que no s'havien plantejat fins el moment (figura 4.58.). En aquest cas, la temperatura de l'aigua en el moment del mostreig tendeix a disminuir, conjuntament amb la conductivitat elèctrica, quan hi ha un increment del cabal instantani. L'interrogant sorgeix en veure directament relacionat el sediment en suspensió amb la CE.

La representació gràfica d'aquests dos components permet concloure, basant-nos en les associacions mostrades a la taula 4.21, que la química de l'aigua de Jorba té una naturalesa principalment sedimentària amb certa presència de nutrients i metalls associats a l'activitat humana, i que tant el sediment en suspensió com la temperatura i la CE depenen inversament de la quantitat de cabal. Aquesta informació ja resulta prou significativa i, a més, la resta de CP presenten unes variàncies molt reduïdes, motiu pel qual no s'ha considerat necessari representar gràficament les relacions entre els quatre restants.

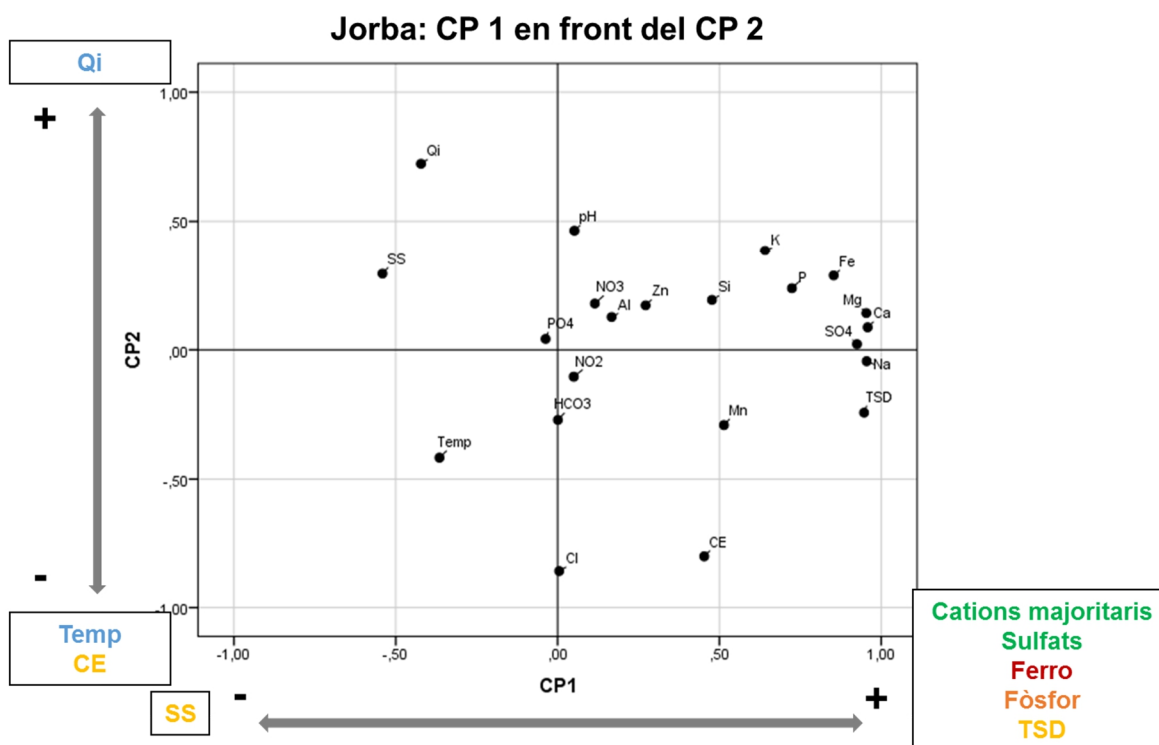


Figura 4.58. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Jorba. Es mostren els increments i les disminucions en les relacions dels paràmetres seleccionats per l'ACP i es marquen amb color les associacions de la naturalesa dels mateixos.

4.4.2. Anàlisi de Components Principals de Sant Sadurní d'Anoia

S'han detectat sis components principals a les dades de les mostres de Sant Sadurní d'Anoia. A la taula 4.30 s'exposen els resultats de l'ACP i a la taula 4.29 es mostra el percentatge de la variància respecte del total que representa cada un dels sis CP. El component 1 de SSD explica el 35,568% de les relacions entre paràmetres. El segon component es redueix al 12,309%. L'últim representa tan sols el 4,826%, però en total els sis components sumen el 78,010% de les covariàncies dels elements.

Al gràfic de la figura 4.59 es representa la dispersió dels factors de regressió assignats a cada element, dels components principals 1, 2 i 3 de SSD. La disposició dels paràmetres al gràfic mostra una tendència a l'agrupació dels cations majoritaris i el total de càrrega dissolta. Tampoc no estan molt allunyats els anions sulfats i clor i la conductivitat elèctrica. En canvi, en posicions gairebé oposades trobem el cabal instantani i la temperatura, i la mateixa CE, així com també contrasten els emplaçaments de fosfats i silici respecte del pH. També apareixen agrupats l'alumini, el sediment en suspensió i els nitrits.

Seguint els criteris de selecció de les millors relacions, el CP 1 de SSD agrupa 13 paràmetres: Qi (-), CE, SS (-), Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Zn^{2+} , P^{3-} i TSD. El segon component engloba Temp (-), pH (-), NO_3^- i PO_4^- . El CP 3 correspon al Fe^{2+} (-), Al^{3+} , NO_2^- . El CP 4 per als dos elements restants: Mn^{2+} i Si. Els CP 5 i 6 en aquest punt de mostreig no presenten cap element dominant.

ACP per Sant Sadurní d'Anoia

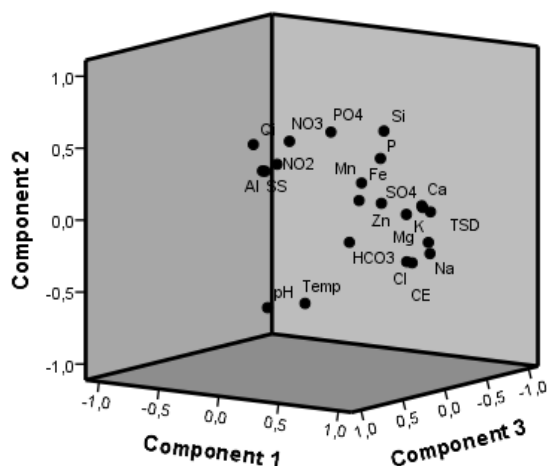
Matriu de components

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Qi	-,608	,391	-,171	,262	-,384	,339
Temp	-,228	-,685	-,245	-,064	,436	,296
pH	,007	-,578	,539	,129	-,159	-,077
CE	,877	-,231	,120	,101	,181	,085
SS	-,537	,213	-,179	,405	-,226	,514
Ca ²⁺	,850	,123	-,098	-,349	-,243	,047
Na ⁺	,847	-,224	-,201	,210	,165	,282
Mg ²⁺	,748	,059	-,060	-,461	-,381	,029
K ⁺	,767	,041	-,320	,171	,207	,300
HCO ₃ ⁻	,654	-,066	,485	,087	-,155	-,112
Cl ⁻	,775	-,279	-,090	,169	,226	,041
SO ₄ ²⁻	,831	,103	-,137	-,370	-,147	,138
NO ₃ ⁻	,175	,592	,517	-,224	,396	,082
Mn ²⁺	,289	,213	-,181	,537	,234	-,304
Fe ²⁺	,181	,502	-,602	-,253	,136	-,141
Si ⁻	,489	,158	,135	,498	-,187	-,003
Zn ²⁺	,576	,126	-,008	,478	-,349	-,034
Al ³⁺	,003	,373	,563	-,287	,011	,435
NO ₂ ⁻	,039	,412	,470	,243	,453	,104
PO ₄ ³⁻	-,012	,528	-,245	-,041	,326	-,090
P ³⁻	,606	,449	,047	,224	-,103	-,192
TSD	,976	-,104	,003	-,010	,008	,106

SSD: Variància total explicada

Compo -nent	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	7,825	35,568	35,568
2	2,708	12,309	47,877
3	2,125	9,660	57,536
4	1,915	8,705	66,241
5	1,527	6,943	73,184
6	1,062	4,826	78,010

Taula 4.29. Selecció dels CP segons variàncies de paràmetres a SSD.



Taula 4.30 i figura 4.59. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1,2 i 3 de SSD.

El primer CP de SSD presenta unes relacions entre paràmetres que confirmen la hipòtesi inicialment plantejada sobre la relació inversa entre cabal i sediment dissolt, fet que també s'ha vist a les correlacions estadístiques de l'apartat 4.3.2. El segon CP presenta una relació inversa entre temperatura i pH per una banda i dels nitrats i els fosfats de l'altra. Cal senyalar, així, que tots els ions majoritaris tenen la seva major càrrega factorial en aquests dos components principals. La combinació d'aquests dos CP permet concloure que, com més baixos són els valors de cabal, temperatura i pH, major és la presència dels ions majoritaris, el zinc, el fòsfor i els fosfats, així com el total de sòlids dissolts en l'aigua (figura 4.60).

Els resultats d'aquest ACP permeten arribar a unes conclusions sobre la naturalesa de l'aigua de Sant Sadurní d'Anoia: les concentracions de soluts depenen en gran mesura de la quantitat de cabal instantani, una relació que és negativa. Alhora, la majoria dels soluts corresponen al tipus de substrat, és a dir, provenen de l'erosió del terreny, però també hi ha altes concentracions de nutrients (l'origen del qual es desconeix) i de zinc, que també correlacionen positivament amb el TSD. A més, la temperatura i el pH de les aigües tendeixen a disminuir amb la major presència de nutrients, fet que també pot ser interpretat com que, a menys temperatura (mesos més freds), les concentracions dels nitrats i els fosfats mostren un increment, mentre que el pH baixa.

El tercer CP agrupa els nitrats amb l'alumini i els correlaciona negativament amb el ferro. Aquesta indica, així, que NO_2^- i Al^{3+} tendeixen a incrementar alhora, i la seva presència disminueix les concentracions de Fe^{2+} . El quart CP deixa el silici com a únic protagonista, podent-se interpretar que la seva presència no depèn de la resta de paràmetres. Malgrat que al Si se li ha associat una naturalesa antròpica, no es pot confirmar només amb aquest ACP que la seva presència a les aigües de SSD sigui deguda exclusivament a aquest factor.

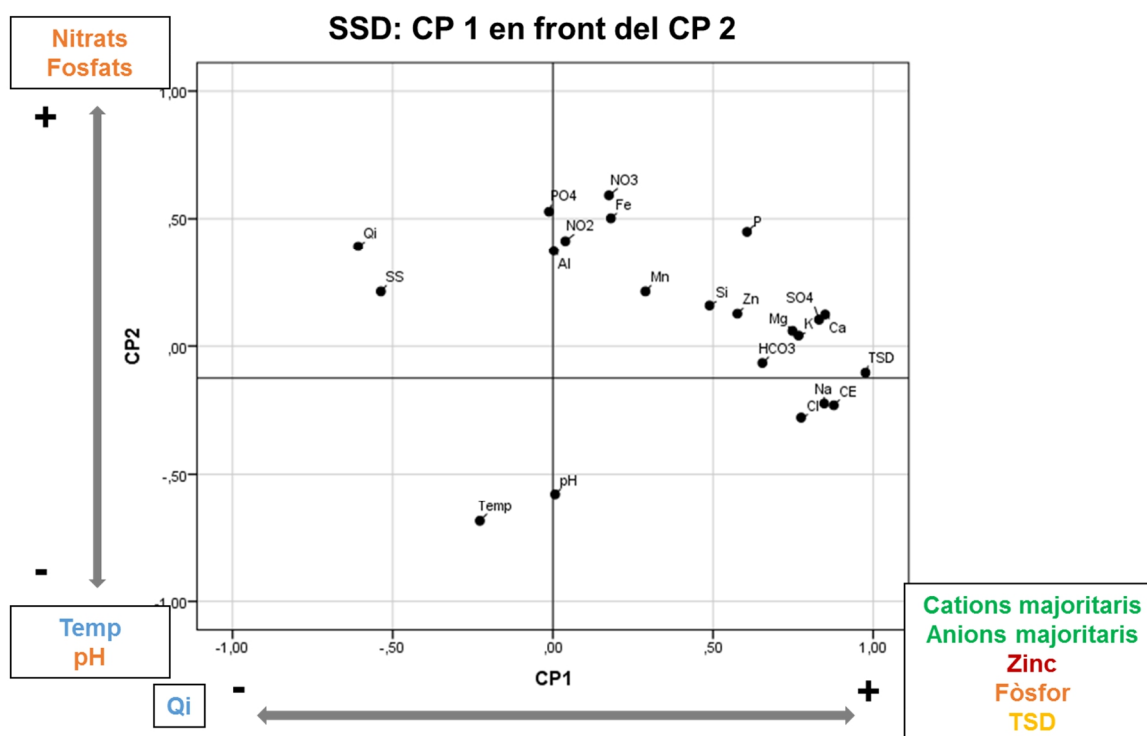


Figura 4.60. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Sant Sadurní d'Anoia. Es mostren els increments i les disminucions en les relacions dels paràmetres seleccionats per l'ACP i es marquen amb color les associacions de la naturalesa dels mateixos.

4.4.3. Anàlisi de Components Principals de Martorell

L'ACP de Martorell també ha seleccionat sis components principals a partir de les dades de les mostres. A la taula 4.32 s'exposen els resultats de l'ACP i a la taula 4.31 es mostra el percentatge de la variància respecte del total que representa cada un dels sis CP. El CP 1 explica el 35,337% de les relacions entre paràmetres. El segon, un 14,550%, i així fins arribar al sisè i últim, que tan sols representa el 4,645% del total. La suma dels sis components explica el 77,811% de les relacions. En comparació amb els dos ACP que hem vist i els que veurem per CRM i SQM, els dos primers CP de MTLL presenten les millors correlacions, essent així que ells dos sols expliquen gairebé el 50% de les mostres.

Al gràfic de la figura 4.61 s'ha representat la dispersió dels factors de regressió assignats a cada element, dels CP 1, 2 i 3. Són fàcilment identificables els emplaçaments oposats entre Qi i TSD, i entre PO_4^{3-} i pH. Del costat del Qi trobem associat, com cabia esperar, el SS, i altre cop tornem a trobar la temperatura de l'aigua prou relacionada amb el pH. A excepció del K^+ , independent al centre del gràfic, els cations majoritaris s'agrupen amb els anions SO_4^{2-} i Cl^- i amb la CE i el TSD. Destaquen també per la seva autonomia respecte a la resta de paràmetres: Al^{3+} , HCO_3^- , NO_3^- , Si^- , Zn^{2+} i NO_2^- . La resta d'elements traça queden relacionats amb els fosfats.

L'explicació de la taula dels CP, prèviament seleccionats els elements a partir del seu valor més elevat, resulta així: el CP 1 engloba 11 paràmetres en total, el CP 2 en recull 5, el CP 3 en relaciona tres, i els tres restants tan sols en destaquen un, respectivament.

ACP per Martorell

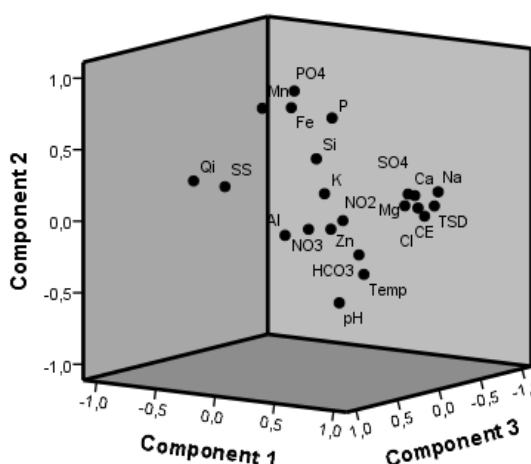
Matriu de components

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Qi	-0,767	,195	,274	,011	,139	,168
Temp	,042	-0,505	-0,621	,211	,187	-0,300
pH	,398	-0,552	,184	,342	,113	-0,006
CE	,922	,067	-0,095	,060	-0,098	,044
SS	-0,647	,138	,067	,338	,067	,234
Ca ²⁺	,874	,235	,035	-0,317	,047	,031
Na ⁺	,853	,192	-0,356	,134	,019	-0,007
Mg ²⁺	,859	,155	,053	-0,288	-0,015	,030
K ⁺	-0,020	,108	-0,235	,402	,062	,570
HCO ₃ ⁻	,619	-0,183	,263	,339	-0,135	,366
Cl ⁻	,667	,057	-0,380	,405	-0,003	-0,113
SO ₄ ²⁻	,873	,213	-0,047	-0,283	,063	,006
NO ₃ ⁻	,400	,016	,557	,005	,525	-0,069
Mn ²⁺	-0,421	,690	-0,058	,419	,101	-0,054
Fe ²⁺	-0,092	,344	-0,240	-0,610	,396	,317
Si ⁻	-0,228	,703	-0,133	,439	,105	-0,231
Zn ²⁺	,498	,008	,429	,215	-0,433	,197
Al ³⁺	,215	-0,042	,575	,135	-0,040	-0,377
NO ₂ ⁻	,466	,037	,237	,292	,664	,022
PO ₄ ³⁻	-0,135	,843	-0,035	-0,015	-0,171	-0,053
P ³⁻	,362	,742	,218	-0,017	-0,134	-0,152
TSD	,936	,125	-0,194	,174	,010	,068

MTLL: Variància total explicada

Component	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	7,774	35,337	35,337
2	3,201	14,550	49,887
3	1,956	8,890	58,777
4	1,923	8,741	67,518
5	1,243	5,648	73,166
6	1,022	4,645	77,811

Taula 4.31. Percentatges de la variància que expliquen els components principals de MTLL.



Taula 4.32 i figura 4.61. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1, 2 i 3 de MTLL.

És interessant representar gràficament la relació entre aquests dos primers components principals, perquè recullen molta informació, amb un total de 16 paràmetres (dels 22 introduïts). A la figura 4.62. s'observa clarament com el CP 1 confirma la hipòtesi que el cabal instantani i el sediment en suspensió creixen/decreixen en la mateixa direcció, mentre que la presència del total de sòlids dissolts augmenta quan aquests disminueixen. També resulta evident que la major part dels soluts es conforma pels ions majoritaris (a excepció del potassi i els nitrats), i que les concentracions de zinc augmenten amb el total de la càrrega dissolta.

D'altra banda, es descobreix que el pH disminueix quan es donen increments de nutrients (fòsfor i fosfats) i de metalls traça (manganès i silici). Sabent per endavant que es tracta

d'un punt de mostreig que rep un fort impacte antròpic, com s'ha explicat al capítol 2, no és d'estranyar que els nutrients i els metalls prenguin aquest protagonisme en la composició química de l'aigua de Martorell.

Una relació que s'ha descobert a partir de l'ACP a SSD torna a fer-se palesa en aquest punt. Els valors de la temperatura disminueixen amb el pH, com hem vist al gràfic 4.60. Malgrat la temperatura es presenta aquí al CP 3, separada del pH, si observem el seu valor al CP 2 es podrà apreciar que és molt semblant. A més, el CP 3 relaciona la disminució de la Temp amb un increment de nitrats i d'alumini. Els tres components principals restants no expliquen relacions entre elements, però senyalen una tendència negativa del ferro, i positives dels nitrats i del potassi. Les concentracions de K^+ a la desembocadura de l'Anoia són molt majors que a la resta de la conca, i l'ACP n'ha detectat un comportament autònom respecte de la resta de components.

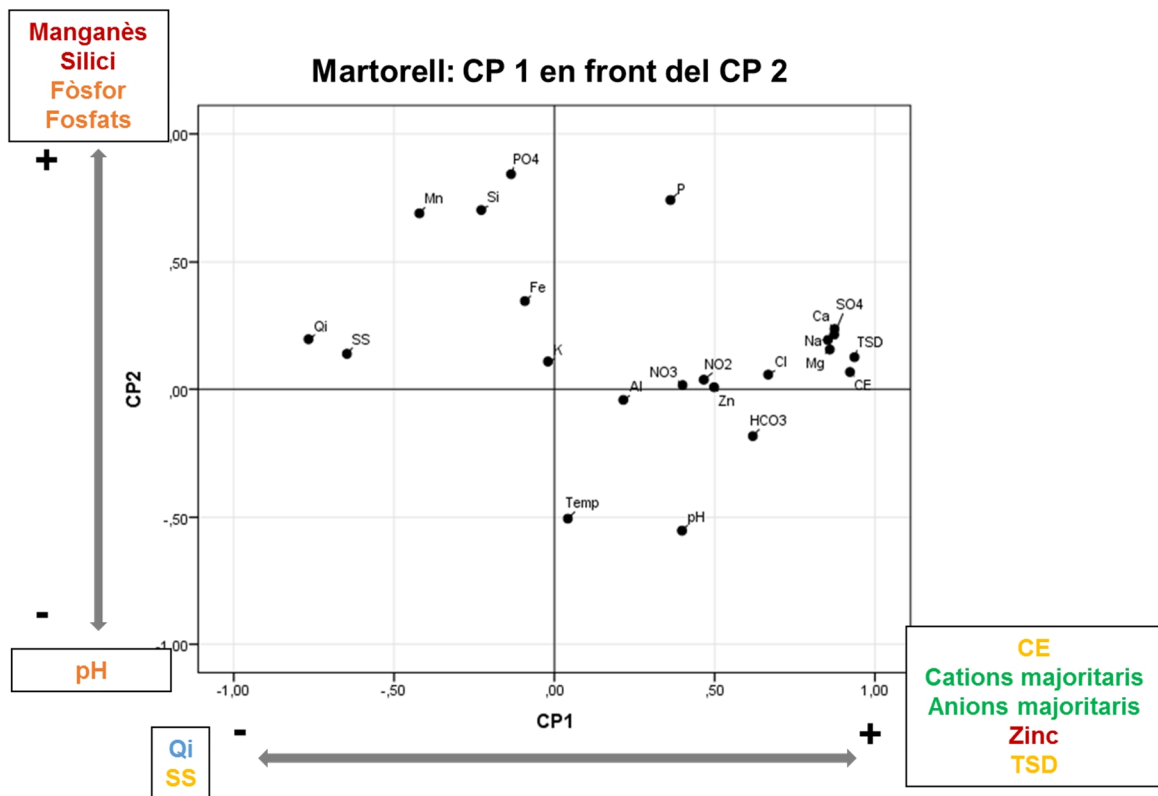


Figura 4.62. Representació del CP 1 en front del CP 2 a Martorell. Es mostren els increments i les disminucions en les relacions dels paràmetres seleccionats per l'ACP i es marquen amb color les associacions de la naturalesa dels mateixos.

4.4.4. Anàlisi de Components Principals de Carme

L'ACP de Carme ha seleccionat sis components principals a partir de les dades de les mostres. A la taula 4.34 s'exposen els resultats de l'ACP i a la taula 4.33 es mostra el percentatge de la variància respecte del total que representa cada un dels sis CP. El CP 1 explica el 30,374% de les relacions entre paràmetres. El segon, un 12,397%, i així fins arribar al sisè i últim, que representa el 5,892% del total. La suma dels sis components explica el 76,974% de les relacions.

En contra del que cabria esperar, l'ACP per a aquest tributari de l'Anoia no presenta correlacions oposades significatives entre el cabal instantani i el sediment dissolt en cap grup particular. De totes maneres, al gràfic de la figura 4.63, on es representa la dispersió dels factors de regressió assignats a cada element, dels CP 1, 2 i 3, sí s'observa un emplaçament força separat entre aquests paràmetres. Es tracta, doncs, d'uns resultats que requereixen una anàlisi interpretativa més complexa que no pas els que hem vist fins ara per a JRB, SSD o MTLL. Les úniques agrupacions destacables de la figura corresponen als nitrats i a la temperatura, al centre del gràfic, i al ferro, manganès i alumini, emplaçats més a baix. Malgrat que sí s'emplacen a prop el cabal instantani i el sediment en suspensió, per una banda, al gràfic no s'aprecia una agrupació entre el total de sediment dissolt, la conductivitat elèctrica i els ions majoritaris.

El CP 1 de Carme agrupa 9 paràmetres: CE, Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , P^{3-} i TSD. Tots ells tenen una tendència positiva, és a dir, creixen en la mateixa direcció.

ACP per Carme

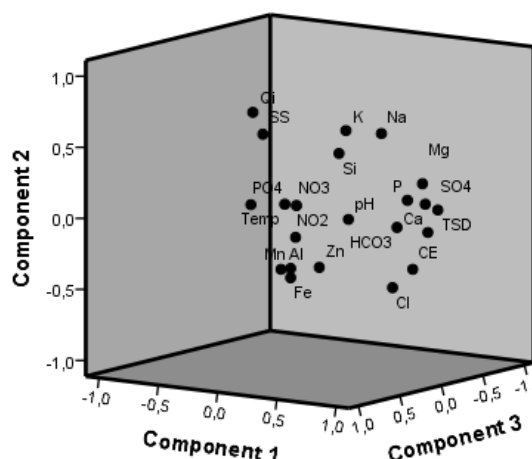
Matriu de components

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Qi	-,329	,696	,216	-,381	,143	-,072
Temp	-,109	,061	,144	,851	,196	,066
pH	,274	-,039	-,076	-,419	,530	-,026
CE	,759	-,352	-,157	-,152	,123	-,246
SS	-,179	,570	,308	,015	,339	-,346
Ca ²⁺	,899	-,077	-,140	,129	-,113	-,057
Na ⁺	,596	,607	-,012	-,017	-,193	,154
Mg ²⁺	,875	,268	-,109	-,036	-,298	-,004
K ⁺	,559	,678	,362	-,056	,026	-,023
HCO ₃ ⁻	,640	-,067	-,137	-,164	,599	-,015
Cl ⁻	,533	-,516	-,237	,346	,206	-,116
SO ₄ ²⁻	,870	,118	-,150	-,001	-,366	-,123
NO ₃ ⁻	-,105	,033	,011	-,003	-,248	,648
Mn ²⁺	,313	-,061	,617	-,317	-,266	-,131
Fe ²⁺	,199	-,306	,515	,110	-,479	-,287
Si ⁻	,304	,451	,082	,646	,179	,310
Zn ²⁺	,384	-,315	,779	,055	,154	,097
Al ³⁺	,550	-,241	,670	,138	,205	,122
NO ₂ ⁻	,075	-,334	,454	-,382	,127	,490
PO ₄ ³⁻	-,254	,072	,346	,314	,071	-,363
P ³⁻	,692	,121	-,189	-,052	,138	,194
TSD	,973	,086	-,154	,007	,019	-,028

CRM: Variància total explicada

Compo- nent	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	6,682	30,374	30,374
2	2,727	12,397	42,771
3	2,546	11,575	54,346
4	2,037	9,258	63,604
5	1,645	7,478	71,082
6	1,296	5,892	76,974

Taula 4.33. Percentatges de la variància que expliquen els components principals de CRM.



Taula 4.34 i figura 4.63. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1,2 i 3 de CRM.

El CP 2 correlaciona positivament el Qi, el SS i el K⁺. El CP 3 també posa en la mateixa direcció el Mn²⁺, el Zn²⁺ i l'Al³⁺. El CP 4 fa igual amb la temperatura i el Si⁻. El CP 5 és el primer que correlaciona oposadament dos paràmetres, que són el pH en front del Fe²⁺. I el darrer CP agrupa positivament els NO₃⁻ i els NO₂⁻ en front dels PO₄³⁻.

Al gràfic on es representa el CP 1 en front del CP 2 (figura 4.64) no es pot apreciar, com s'ha vist fins el moment, que hi hagi un determinat paràmetre que augmenti o disminueixi en funció dels altres. De totes formes, ens trobem davant el primer cas en què no s'ha atribuït un pes important als paràmetres relacionats amb l'activitat antròpica, i tan sols el fòsfor, com a nutrient, apareix com a paràmetre relacionat al total del sediment dissolt. En

resum, els dos primers components principals estan indicant que tant la càrrega dissolta, com el sediment en suspensió i el cabal, creixen en aquest punt en la mateixa direcció.

Dels resultats globals de l'ACP de Carme cal destacar que el potassi i els nitrats se separen significativament de la resta dels ions majoritaris, que els elements traça presenten tots ells una correlació positiva, a excepció del ferro, que disminueix en augmentar el pH, i que els nitrats i nitrits augmenten en disminuir els fosfats, tots ells, elements poc abundants a les aigües d'aquesta riera.

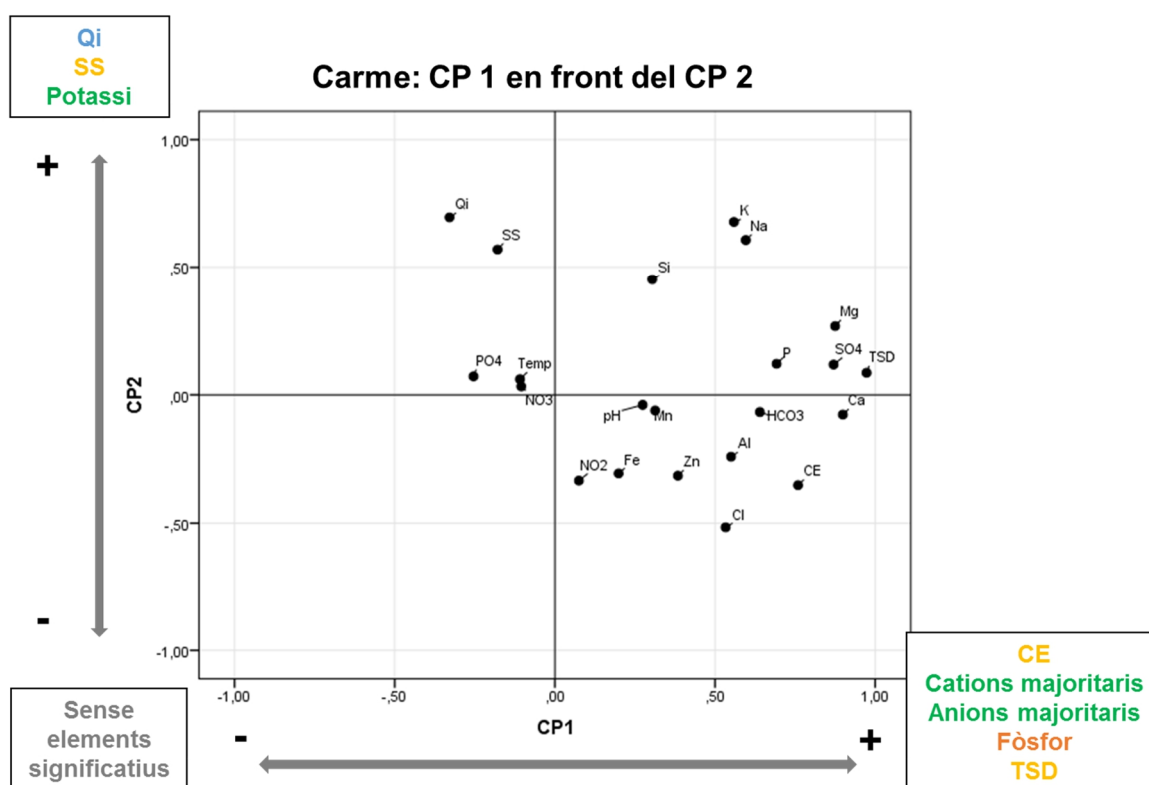


Figura 4.64. Representació del CP 1 en front del CP 2 a la riera del Carme. Es mostren els increments i les disminucions en les relacions dels paràmetres seleccionats per l'ACP i es marquen amb color les associacions de la naturalesa dels mateixos.

4.4.5. Anàlisi de Components Principals de Sant Quintí de Mediona

L'ACP de la riera de Mediona ha seleccionat sis components principals a partir de les dades de les mostres. A la taula 4.36 s'exposen els resultats de l'ACP i a la taula 4.35 es mostra el percentatge de la variància respecte del total que representa cada un dels sis CP. El CP 1 explica el 29,038% de les relacions entre paràmetres. El segon, un 12,398%, i així fins arribar al sisè i últim, que representa el 6,188% del total. La suma dels sis components explica el 72,983% de les relacions.

Al gràfic de la figura 4.65, on es representa la dispersió dels factors de regressió assignats a cada element, dels CP 1, 2 i 3, s'observa la disposició dels paràmetres respecte de la resta. Previsiblement, trobem emplaçats en punts gairebé oposats el cabal i la conductivitat. Prop del Qi també se situen el potassi, els nitrats i el sediment en suspensió; i en la mateixa direcció que la CE, trobem el TSD i quatre ions majoritaris. És de destacar la distància entre els bicarbonats i una agrupació de sodi, fosfats, manganès, silici i temperatura de l'aigua. Els nitrats, al centre del gràfic, es presenten com l'element més independent de la resta. El pH i demés elements traça també presenten certa autonomia.

Un cop seleccionats els valors més elevats de cada paràmetre, els resultats de l'ACP es distribueix així: el CP 1 de SQM agrupa 10 paràmetres, que són Qi, pH i SS amb tendència negativa, i CE, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , Fe^{2+} i TSD amb relació positiva.

ACP per Sant Quintí de Mediona

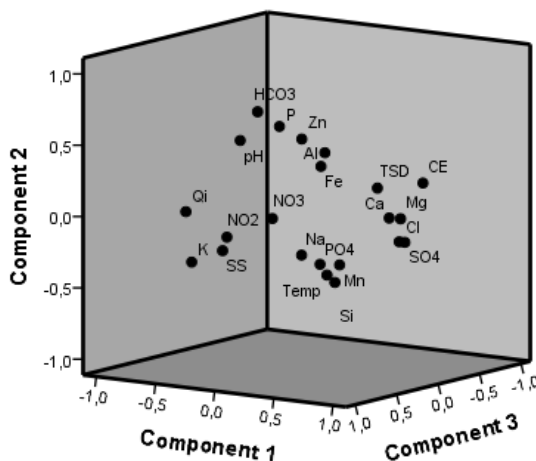
Matriu de components

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Qi	-,751	-,035	,385	,027	-,178	-,064
Temp	,159	-,445	-,018	,529	,398	,214
pH	-,495	,449	,095	-,065	-,134	-,369
CE	,774	,222	-,298	-,227	,045	,142
SS	-,514	-,299	,281	,011	-,099	,459
Ca ²⁺	,898	,073	,287	,082	-,029	-,016
Na ⁺	,310	-,215	,505	-,408	,439	-,301
Mg ²⁺	,916	,054	,175	-,036	-,179	-,066
K ⁺	-,496	-,320	,679	-,071	,157	-,232
HCO ₃ ⁻	-,235	,700	,256	-,082	,143	,354
Cl ⁻	,639	-,190	-,204	,321	,023	,027
SO ₄ ²⁻	,930	-,115	,143	-,017	-,203	-,010
NO ₃ ⁻	-,019	-,009	,387	-,065	-,474	,524
Mn ²⁺	,146	-,400	-,188	,227	-,530	-,374
Fe ²⁺	,642	-,362	,577	,085	-,059	,005
Si ⁻	,219	,345	,140	,444	,383	-,048
Zn ²⁺	,032	,513	,105	,480	,263	-,274
Al ³⁺	,099	,398	-,079	-,234	,263	,268
NO ₂ ⁻	-,374	-,169	,428	,427	,083	,128
PO ₄ ³⁻	,157	-,358	,063	-,572	,331	-,093
P ³⁻	,057	,648	,410	,006	-,370	-,245
TSD	,846	,288	,354	-,003	-,026	,144

SQM: Variància total explicada

Compo- nent	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	6,388	29,038	29,038
2	2,728	12,398	41,436
3	2,317	10,533	51,969
4	1,681	7,643	59,612
5	1,580	7,183	66,795
6	1,361	6,188	72,983

Taula 4.35. Percentatges de la variància que expliquen els components de SQM.



Taula 4.36 i figura 4.65. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1,2 i 3 de SQM.

El segon CP només mostra tendències positives entre HCO₃⁻, Zn²⁺, Al³⁺ i P³⁻. El CP 3 relaciona positivament el K⁺ i els NO₂⁻, el CP 4 posa la temperatura i el Si⁻ en front dels PO₄³⁻, el CP 5 mostra el Mn²⁺ amb tendència negativa i el CP 6 ho fa amb els NO₃⁻, positivament.

La representació gràfica del CP 1 en front del CP 2 (figura 4.66) permet interpretar la relació inversa entre cabal, sediment en suspensió i pH, tots tres disminuint en augmentar les concentracions de calci, magnesi, clorurs, sulfats, i la conductivitat i el total de sòlids dissolts en general. La segona lectura que es deriva del gràfic és que la presència de bicarbonats, zinc, alumini i fòsfor no depèn dels tres primers paràmetres.

Es confirma, un cop més, la hipòtesi de la relació inversa entre TSD i cabal. Ja hem vist a l'apartat 4.1.5 que les aigües de la riera de Mediona són molt dures, motiu que explicaria per què s'han descartat tres dels ions majoritaris en els dos primers CP. També s'ha pogut constatar que, malgrat que les aigües a Sant Quintí i a Carme provenen del mateix aquífer, la naturalesa de la seva composició química és notablement diferent. I mentre a CRM no hem vist elements traça com a protagonistes, a SQM es presenten tres elements, potencialment associables a l'activitat humana.

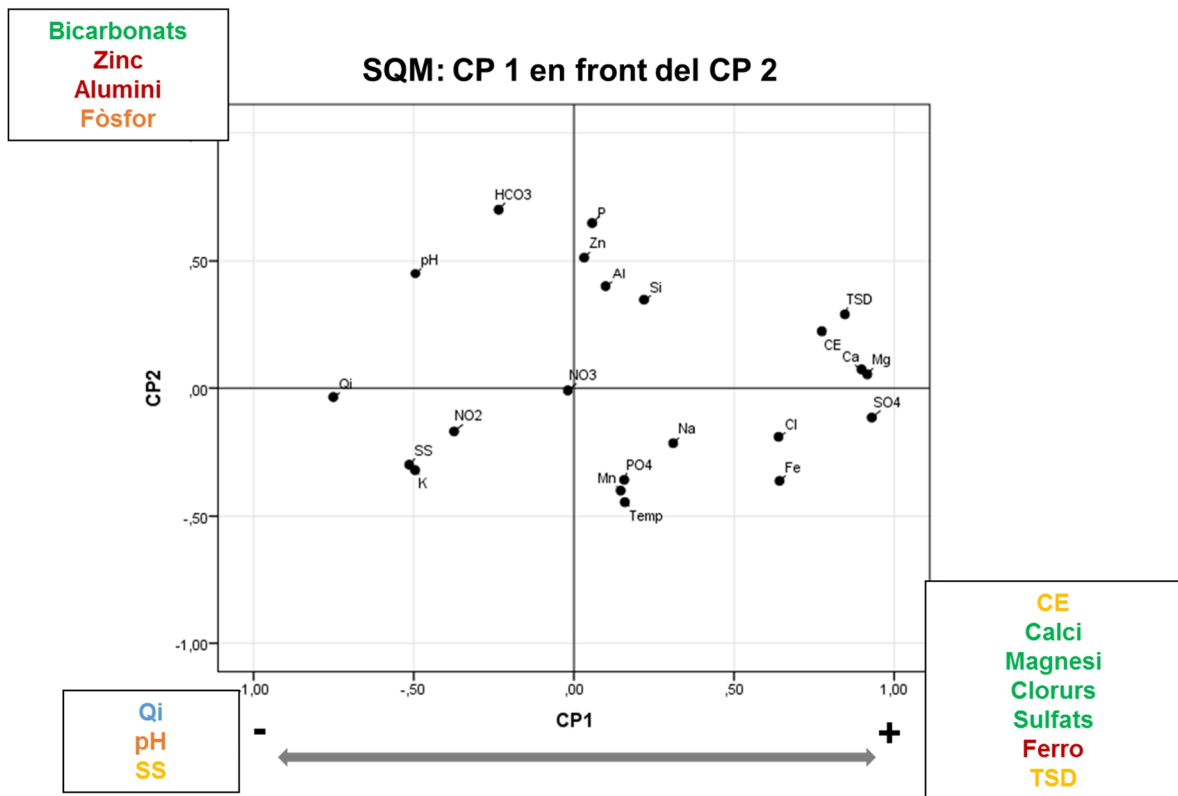


Figura 4.66. Representació del CP 1 en front del CP 2 a la riera de Mediona. Es mostren els increments i les disminucions en les relacions dels paràmetres seleccionats per l'ACP i es marquen amb color les associacions de la naturalesa dels mateixos.

4.5. Qualitat ecològica i potabilitat de l'aigua

En aquest apartat es presenten diversos valors de referència per a determinar la qualitat de l'aigua, tant des del punt de vista ecològic, com des de l'àmbit del consum humà. Es contrasten els valors mitjans dels paràmetres analitzats amb les dades recollides en dues taules que corresponen als llindars establerts per a cada element, una d'elles recull els paràmetres contemplats a la directiva marc de l'aigua (EC, 2003) per a la qualitat de les aigües fluvials, i l'altra presenta els valors màxims admissibles per a la potabilitat de l'aigua, segons la directiva europea de 1998 i el Reial Decret 140/2003.

A nivell ecològic, serien necessàries més anàlisis i observacions per a arribar a determinar un estat de salut del riu (Prat *et al.*, 2008), però no es pot menysprear la informació de les dades fisicoquímiques que s'han tractat aquí. Tampoc no podem basar-nos únicament en les dades que es presenten a continuació per a concloure si les aigües mostrejades són potables o no, perquè no s'han analitzat ni metalls pesants ni molts dels elements orgànics que són considerats tòxics per al consum humà. De totes formes, s'ha reunit prou material com per a poder descartar directament, sense necessitat de realitzar més anàlisis, aquelles mostres que presenten concentracions no desitjades de paràmetres concrets, com es resumeix d'entrada a la figura 4.67.

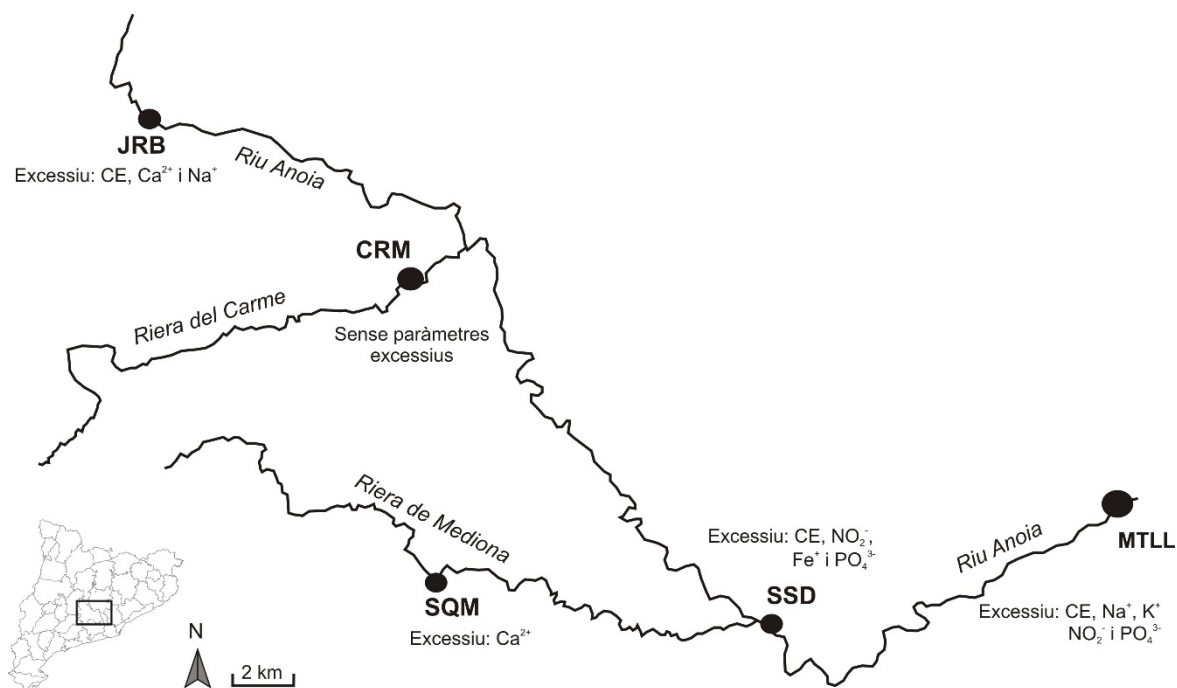


Figura 4.67. Paràmetres excessius en la qualitat ecològica de les aigües del riu Anoia.

A més dels líndars de salut ecològica i de potabilitat, també s'ha elaborat el diagrama de Wilcox (1955), emprat inicialment per a l'anàlisi de les aigües subterrànies per al reg, i posteriorment inclòs en molts estudis hidroquímics, que permet detectar la qualitat de les aigües a partir de la relació entre el percentatge de sodi respecte dels cations majoritaris i la conductivitat elèctrica, és a dir, es detecta el grau d'absorció de sals de les mostres. Alhora, el gràfic permet obtenir pistes sobre la naturalesa del substrat, perquè a majors concentracions de sodi, potencialment més solubles seran les roques per on flueix l'aigua.

4.5.1. Qualitat de les aigües de Jorba

La taula de la qualitat ecològica de les aigües a l'estació d'aforament de Jorba presenta les concentracions mitjanes dels paràmetres de les 48 mostres treballades (taula 4.37). Els líndars establerts per a determinar si els valors són normals o excessius són força restrictius, a excepció dels clorurs i dels sulfats, en què s'han marcat uns límits per a rius amb una salinitat natural elevada (Prat *et al.*, 2008). S'han marcat en negreta els paràmetres i valors que excedeixen els líndars desitjables. Així, s'esdevé que la salut del riu no és bona degut als elevadíssims volums de calci, sodi, i el total de conductivitat elèctrica. Tampoc no són prou bones les concentracions de magnesi, nitrats i fosfats. Mentre que els valors de CE i dels ions majoritaris són deguts a la pròpia naturalesa del substrat, pel qual no es pot atribuir la mala qualitat de l'aigua a una contaminació puntual o difusa, els paràmetres de NO_3^- i de PO_4^{2-} sí que poden vincular-se a un impacte d'origen antròpic.

La salinitat de les aigües a Jorba ha resultat ser la més elevada de la conca: en períodes de cabal baix, s'han mesurat conductivitats superiors als $3500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, essent el màxim registrat en els anys 2011-13 de $3880 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, el 7 d'agost de 2012, i el mínim de $1330 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, el 5 de novembre de 2011. Aquest valor més baix s'acosta al màxim admissible per la Comunitat Europea (EC, 2003), i tan sols es dona en episodis de crescuda. L'elevat grau de mineralització del riu en aquest punt de la conca permet, no obstant, la proliferació de la vida aquàtica, com s'ha pogut observar durant les campanyes de camp, per la presència de barbs (*Barbus barbus*), sabaters (*Gerris lacustris*) i de cranc europeu (*Austropotamobius pallipes lusitanicus*).

Qualitat ecològica de l'aigua a Jorba

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a JRB	Estat
Temperatura	°C	<25	25		12	Bo
pH		6,5-8,7	5,3-9,5		7,86	Bo
Conductivitat	µS · cm⁻¹	400	750	1500	2993	Dolent
Silici	mg · l ⁻¹	5	10 a 25		6,17	Bo
Calci	mg · l⁻¹	100	-	200	330,62	Dolent
Magnesi	mg · l ⁻¹	30	50	150	104,41	Deficient
Sodi	mg · l⁻¹	20	50 a 150		201,58	Dolent
Potassi	mg · l ⁻¹	10	12		8,86	Bo
Clorurs	mg · l ⁻¹	600	1000	2000	319,06	Bo
Sulfats	mg · l ⁻¹	300	600	800	301,69	Moderat
Nitrats	mg · l ⁻¹	25	100	50	5,08	Bo
Alumini	mg · l ⁻¹	0,005-0,238	0,2	2,5	0,01	Bo
Nitrits	mg · l ⁻¹	0	0,1		0,13	Deficient
Ferro	mg · l ⁻¹	<0,05	0,2		0,02	Bo
Manganès	mg · l ⁻¹	<0,01	0,05		0,01	Bo
Zinc	mg · l ⁻¹	<0,033	5	0,205	0,02	Bo
Fòsfor	mg · l ⁻¹	0,4	5		0,79	Moderat
Fosfats	mg · l ⁻¹	0		0,17	0,26	Deficient

Taula 4.37. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de JRB. Elaboració pròpia a partir de Prat *et al.*, 2008 i Úbeda *et al.*, 2002.

Els nivells guia de la taula 4.38 posen de manifest altre cop que la conductivitat elèctrica, el calci i el sodi, a més del magnesi i els nitrits, són paràmetres que presenten concentracions massa altes per al consum humà.

Un cop vist que les aigües de Jorba no són potables, i que ecològicament presenten alguns conflictes, se n'ha analitzat la qualitat per a la seva utilitat en el reg (figura 4.68). Al diagrama es recullen les 48 mostres preses en els anys hidrològics 2011-13 i la majoria d'elles presenten una relació d'absorció de sodi amb la conductivitat elèctrica tan elevada que ni tan sols servirien per al conreu. Les úniques mostres bones per a aquest fi corresponen als dies de cabal més elevat, fet que evidencia que l'entrada d'aigua de la pluja dilueix les elevades concentracions iòniques que es donen al llarg de l'any.

Qualitat de l'aigua per al consum humà a Jorba

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a JRB	Estat
Temperatura	°C	12	25		12	Bo
pH		6,5-8,5	9,5		7,86	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	-	1500	2993	Dolent
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	600	319,06	Deficient
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	400	301,69	Deficient
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		6,17	Moderat
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	330,62	Dolent
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	104,41	Dolent
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		201,58	Dolent
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		8,86	Bo
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	50	50	5,08	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,01	Moderat
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,13	Dolent
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,02	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,05	0,5	0,01	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,1	5	15	0,02	Bo
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,79	Moderat
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	-	0,17	0,26	Deficient

Taula 4.38. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de JRB. Elaboració pròpia a partir de Úbeda *et al.*, 2002.

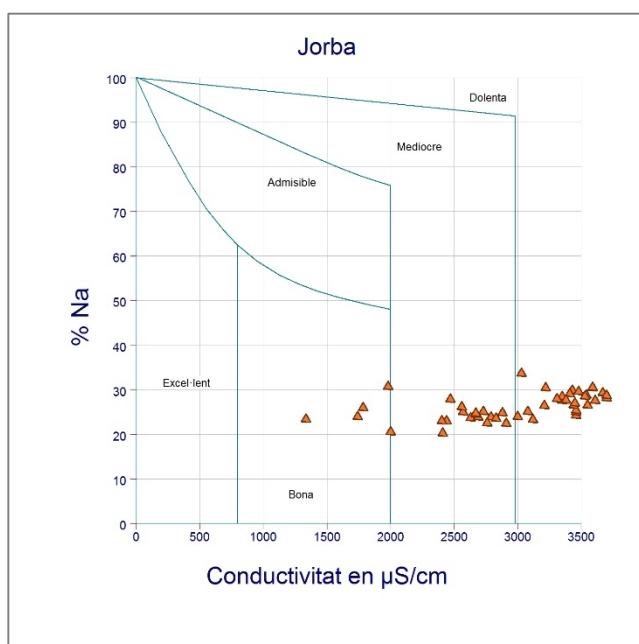


Figura 4.68. Diagrama de Wilcox de les mostres de JRB. La major part tenen una quantitat tan elevada de SD i una altíssima concentració de sodi, que no les fa aptes per al regadiu.

4.5.2. Qualitat de les aigües de Sant Sadurní d'Anoia

Els valors proposats per a rius amb salinitat natural elevada (Prat *et al.*, 2008) li confereixen un estat de salut ecològica entre bo i molt bo a les mostres de Sant Sadurní d'Anoia. A la taula 4.39. es pot veure com els anions majoritaris es mantenen en unes concentracions desitjables. En canvi, segons els límits més restrictius, els cations majoritaris presenten concentracions més elevades del que caldria segons l'EC (2003).

La conductivitat elèctrica torna a resultar excessiva. Com en el cas de Jorba, els màxims s'han registrat els períodes de cabal més baix, i el mínim absolut ($977 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) el dia de la crescuda de novembre de 2011. Els valors mitjans de nitrats, ferro i fosfats analitzats en aquest punt s'allunyen dels paràmetres establerts.

Ens tornem a trobar en un punt de la conca amb substrat altament erosionable, però l'increment de cabal aigües avall tendeix a diluir el total de soluts que provenien de la capçalera. Encara i així, les dades posen en evidència un notable grau de contaminació d'origen antròpic, perquè els elements seleccionats com a excessius no deuen estar ni relacionats amb el substrat, ni amb una activitat biològica natural (De Miguel-Fernández i Vázquez-Taset, 2006). L'activitat industrial paperera i d'adobament de pells per al tèxtil són històricament conegudes a la conca del riu Anoia (Casas *et al.*, 2001), així com els seus efectes contaminants en l'aigua. Com hem vist a al capítol 2, la presència de metalls i metalls pesants en aquest punt de la conca ha estat freqüent degut a aquest impacte.

La secció de l'aforament de St. Sadurní ha estat freqüentment coberta d'algues, que, a més de l'aportació puntual pels abocaments d'aigua, podrien ser les responsables de les concentracions més altes de nitrats. En aquest punt també s'ha observat vida al riu, a més de peixos de diverses mides, es va observar una tortuga (*Mauremys leprosa*) i un visó americà (*Mustela vison*).

Qualitat ecològica de l'aigua a St. Sadurní d'Anoia

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a SSD	Estat
Temperatura	°C	<25	25		16,1	Bo
pH		6,5-8,7	5,3-9,5		8,14	Bo
Conductivitat	µS · cm⁻¹	400	750	1500	1971	Dolent
Silici	mg · l ⁻¹	5	10 a 25		3,594	Bo
Calci	mg · l ⁻¹	100	-	200	192,47	Moderat
Magnesi	mg · l ⁻¹	30	50	150	57,71	Moderat
Sodi	mg · l ⁻¹	20	50 a 150		185,12	Deficient
Potassi	mg · l ⁻¹	10	12		11,43	Moderat
Clorurs	mg · l ⁻¹	600	1000	2000	204,23	Bo
Sulfats	mg · l ⁻¹	300	600	800	148,06	Bo
Nitrats	mg · l ⁻¹	25	100	50	8,69	Bo
Alumini	mg · l ⁻¹	0,005-0,238	0,2	2,5	0,02	Bo
Nitrits	mg · l⁻¹	0	0,1		0,31	Dolent
Ferro	mg · l⁻¹	<0,05	0,2		0,69	Dolent
Manganès	mg · l ⁻¹	<0,01	0,05		0,02	Moderat
Zinc	mg · l ⁻¹	<0,033	5	0,205	0,03	Bo
Fòsfor	mg · l ⁻¹	0,4	5		0,01	Bo
Fosfats	mg · l⁻¹	0		0,17	0,23	Dolent

Taula 4.39. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de SSD. Elaboració pròpia a partir de Prat *et al.*, 2008 i Úbeda *et al.*, 2002.

A la taula 4.40 es presenta la guia de la qualitat dels paràmetres de l'aigua de St. Sadurní per al consum humà. A més dels paràmetres que han esdevingut dolents per a la qualitat ecològica, que es repeteixen en aquest cas, s'hi afegeix una excessiva concentració de sodi. Aquest paràmetre no es relaciona directament amb la toxicitat de l'aigua, però sí que li confereix unes propietats organolèptiques inacceptables (Jofre *et al.*, 2003), i caldria anar amb cura si la consumeixen els grups de risc (infants, vells o malalts).

Si bé l'elevada mineralització de l'aigua de St. Sadurní no la fa apta per al consum humà, tampoc no ho fa la majoria de les vegades per al regadiu (figura 4.68). Al diagrama de Wilcox es pot veure que la meitat de les mostres tenen una relació d'absorció de sodi envers de la conductivitat massa elevada. Les mostres més aptes corresponen als cabals més alts.

Qualitat de l'aigua per al consum humà a St. Sadurní d'Anoia

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a SSD	Estat
Temperatura	°C	12	25		16,1	Moderat
pH		6,5-8,5	9,5		8,14	Bo
Conductivitat	µS · cm⁻¹	400	-	1500	1971	Dolent
Clorurs	mg · l ⁻¹	25	200	600	204,23	Deficient
Sulfats	mg · l ⁻¹	25	200	400	148,06	Moderat
Silici	mg · l ⁻¹	5	10 a 25		3,59	Bo
Calci	mg · l ⁻¹	100	-	200	192,47	Deficient
Magnesi	mg · l ⁻¹	30	50	150	57,71	Deficient
Sodi	mg · l⁻¹	20	50 a 150		185,12	Dolent
Potassi	mg · l ⁻¹	10	12		11,43	Deficient
Nitrats	mg · l ⁻¹	25	50	50	8,69	Bo
Alumini	mg · l ⁻¹	0,05	0,2		0,02	Bo
Nitrits	mg · l⁻¹	0	0,1		0,31	Dolent
Ferro	mg · l⁻¹	0,05	0,2		0,69	Dolent
Manganès	mg · l ⁻¹	0,02	0,05	0,5	0,02	Bo
Zinc	mg · l ⁻¹	0,1	5	15	0,03	Bo
Fòsfor	mg · l ⁻¹	0,4	5		0,01	Bo
Fosfats	mg · l⁻¹	0	-	0,17	0,23	Dolent

Taula 4.40. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de SSD. Elaboració pròpia a partir de Úbeda *et al.*, 2002.

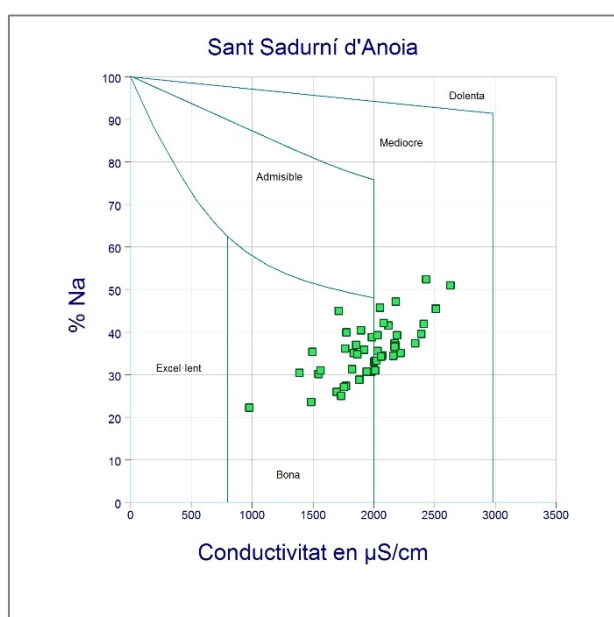


Figura 4.69. Diagrama de Wilcox de les mostres de SSD. La meitat no resulten aptes per al regadiu, i resulten dels cabals més baixos i amb més elevades concentracions de sediment dissolt.

4.5.3. Qualitat de les aigües de Martorell

La taula 4.41 mostra els líndars establerts per paràmetres per a determinar la qualitat ecològica de l'aigua de Martorell, i es presenten els valors mitjans registrats de les 48 mostres.

Els líndars més permissius per a rius amb salinitat elevada determinen que els anions majoritaris es troben dins del què es considera acceptable. Igual que a Jorba i a St. Sadurní, els paràmetres de temperatura i de pH també resulten bons per al riu. I les concentracions de silici, ferro i zinc també són correctes.

Ara bé, de nou, la conductivitat elèctrica de l'aigua torna a sortir excessiva, i com s'ha vist al centre de la conca, el contingut en sodi, nitrats i fosfats li confereixen una mala qualitat ecològica. A aquest punt de la conca se li afegeix el potassi, que, com ja s'ha vist a l'apartat 4.1.3, presenta a Martorell les màximes concentracions de tots els punts de mostreig, i que resulta molt elevat respecte al que és desitjable per l'EC (2003).

Sense resultar excessives, tampoc no són ideals les concentracions de calci i magnesi, alumini, manganès i fòsfor. A les taules que segueixen es presenten els valors mitjans dels paràmetres analitzats, però els màxims i mínims vistos solen correspondre amb els cabals més baixos i amb les crescudes, respectivament. Una dada que cal destacar és la de la conductivitat elèctrica, que, amb un valor semblant al de St. Sadurní, resulta menor en aquest punt. Al contrari del que es pot esperar de la geometria hidràulica del riu (Munro, 2010), a la desembocadura no trobem les majors concentracions de material dissolt, sinó a l'inrevés.

La mineralització de l'aigua de Martorell també fa possible la vida al riu, però degut als abocaments d'aigües residuals, els ecosistemes fluvials romanen lluny de ser molt bons, donant lloc a la proliferació d'espècies molt tolerants a la contaminació en detriment de les altres.

Qualitat ecològica de l'aigua a Martorell

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a MTLL	Estat
Temperatura	°C	<25	25		15,8	Bo
pH		6,5-8,7	5,3-9,5		8,02	Bo
Conductivitat	µS · cm⁻¹	400	750	1500	1866	Dolent
Silici	mg · l ⁻¹	5	10 a 25		2,79	Bo
Calci	mg · l ⁻¹	100	-	200	164,92	Deficient
Magnesi	mg · l ⁻¹	30	50	150	52,22	Deficient
Sodi	mg · l⁻¹	20	50 a 150		171,66	Dolent
Potassi	mg · l⁻¹	10	12		18,52	Dolent
Clorurs	mg · l ⁻¹	600	1000	2000	216,13	Bo
Sulfats	mg · l ⁻¹	300	600	800	128,89	Bo
Nitrats	mg · l ⁻¹	25	100	50	7,48	Bo
Alumini	mg · l ⁻¹	0,005-0,238	0,2	2,5	0,02	Moderat
Nitrits	mg · l⁻¹	0	0,1		0,34	Dolent
Ferro	mg · l ⁻¹	<0,05	0,2		0,03	Bo
Manganès	mg · l ⁻¹	<0,01	0,05		0,02	Moderat
Zinc	mg · l ⁻¹	<0,033	5	0,205	0,02	Bo
Fòsfor	mg · l ⁻¹	0,4	5		0,64	Moderat
Fosfats	mg · l⁻¹	0		0,17	0,24	Dolent

Taula 4.41. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de MTLL- Elaboració pròpia a partir de Prat *et al.*, 2008 i Úbeda *et al.*, 2002.

La qualitat de l'aigua mostrejada de Martorell per al consum humà es mostra a la taula 4.42. Els paràmetres seleccionats com a dolents coincideixen amb els de la qualitat ecològica, i destaquen com a deficients les elevades concentracions de clorurs, sulfats, calci i magnesi. Així, es fa palès que l'aigua d'aquest punt no és en cap cas apta per al consum humà, al marge de si conté elements tòxics, no analitzats aquí.

Per la seva relació d'absorció de sodi envers de la conductivitat elèctrica (figura 4.70), les mostres preses són en general les millors del canal principal del riu per al regadiu. Encara hi ha un grup, però, de mostres corresponents als cabals més baixos, que no són suficientment bones per a aquesta finalitat.

Qualitat de l'aigua per al consum humà a Martorell

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a MTLL	Estat
Temperatura	°C	12	25		15,8	Moderat
pH		6,5-8,5	9,5		8,02	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	-	1500	1866	Dolent
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	600	216,13	Deficient
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	400	128,90	Deficient
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		2,79	Bo
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	164,92	Deficient
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	52,22	Deficient
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		171,66	Dolent
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		18,52	Dolent
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	50	50	7,48	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,02	Bo
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,34	Dolent
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,03	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,05	0,5	0,02	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,1	5	15	0,02	Moderat
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,64	Moderat
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	-	0,17	0,24	Dolent

Taula 4.42. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de MTLL. Elaboració pròpia a partir de Úbeda *et al.*, 2002.

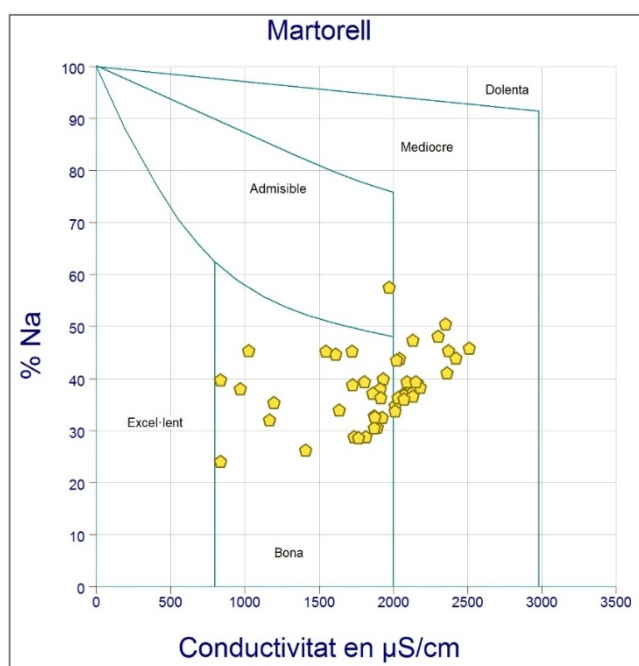


Figura 4.70 Diagrama de Wilcox de les mostres de MTLL. Les que resulten mediocres corresponen als cabals baixos.

4.5.4. Qualitat de les aigües de Carme

Les aigües de la riera del Carme al seu pas per la Pobla de Claramunt, han mantingut al llarg dels anys hidrològics 2011-12 i 2012-13 una composició química sense gaires alteracions. Com passa amb la riera de Mediona, la seva font és a l'aqüífer de Carme-Capellades i el seu cabal base depèn directament d'aquestes aigües subterrànies.

A la taula 4.43 es presenten els llindars establerts per a determinar la qualitat ecològica d'un riu, i es comparen amb els valors mitjans dels paràmetres analitzats de les 48 mostres. En general, l'estat de salut de la riera és bo, perquè no hi ha cap paràmetre que destaquï per excessiu. Ni tan sols la conductivitat elèctrica, que amb una mitjana de $1136 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ és força elevada, se surt del desitjable per la EC (2003). A Carme, la CE s'ha mantingut força constant, inclús en episodis de crescuda. El que cal destacar d'aquest punt és que els darrers sis dies de mostreig han estat els únics amb una CE registrada inferior a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (aquestes dades es poden consultar als annexes).

Les concentracions de calci tampoc no s'apropen a un estat desitjable de salut ecològica del riu. Ara bé, aquest fet no es pot relacionar amb un ecosistema contaminat, deguda la naturalesa sedimentària i erosionable del substrat d'on prové l'aigua.

La secció mostrejada de Carme, a l'estació d'aforament, es troba en un punt on dues fàbriques papereres realitzen les seves activitats diàriament. Aquest fet no sembla haver afectat la qualitat de les aigües, inclús en els moments en què s'han pogut observar vessaments puntuals de cel·lulosa, car convindria analitzar més paràmetres per a sortir de dubtes. Aquí s'han vist carpes (*Cyprinus carpio*), barbs (*Barbus barbus*) i cranc americà (*Procambarus clarkii*), especialment als mesos estivals, durant els dies de mostreig.

Qualitat ecològica de l'aigua de la riera del Carme

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a CRM	Estat
Temperatura	°C	<25	25		13,6	Bo
pH		6,5-8,7	5,3-9,5		7,93	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	750	1500	1136	Deficient
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		3,86	Bo
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	207,45	Deficient
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	47,66	Moderat
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		15,02	Bo
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		2,58	Bo
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	600	1000	2000	27,60	Bo
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	300	600	1000	128,44	Bo
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	100	50	4,02	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,005-0,238	0,2	2,5	0,01	Bo
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,05	Moderat
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,05	0,2		0,02	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,01	0,05		0,01	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,033	5	0,205	0,01	Bo
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,49	Moderat
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0		0,17	0,11	Moderat

Taula 4.43. Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de CRM. Elaboració pròpia a partir de Prat *et al.*, 2008 i Úbeda *et al.*, 2002.

Si bé les concentracions de calci a les aigües de Carme no són excessives per a la qualitat fluvial, sí que ho són per al consum humà. Aquest paràmetre és l'únic, no obstant, que resulta com a dolent segons els líndars establerts (taula 4.44). Les concentracions de fosfats i de sulfats també disten de ser les desitjables. Ens trobem, no obstant això, davant les mostres d'aigua que millor qualitat han demostrat dels cinc punts estudiats de la conca.

A la figura 4.71 es mostra el diagrama de Wilcox, on es pot apreciar que l'aigua de la riera del Carme és molt bona per al regadiu, degut el seu baix percentatge d'absorció de sodi envers de la conductivitat elèctrica.

Qualitat de l'aigua per al consum humà a la riera del Carme

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a CRM	Estat
Temperatura	°C	12	25		13,6	Deficient
pH		6,5-8,5	9,5		7,93	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	-	1500	1136	Deficient
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	600	27,60	Moderat
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	400	128,44	Deficient
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		3,86	Bo
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	207,45	Dolent
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	47,66	Moderat
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		15,02	Bo
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		2,58	Bo
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	50	50	4,02	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,01	Bo
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,05	Moderat
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,02	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,05	0,5	0,01	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,1	5	15	0,01	Moderat
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,49	Moderat
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	-	0,17	0,11	Deficient

Taula 4.44. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de CRM. Elaboració pròpia a partir de Úbeda *et al.*, 2002.

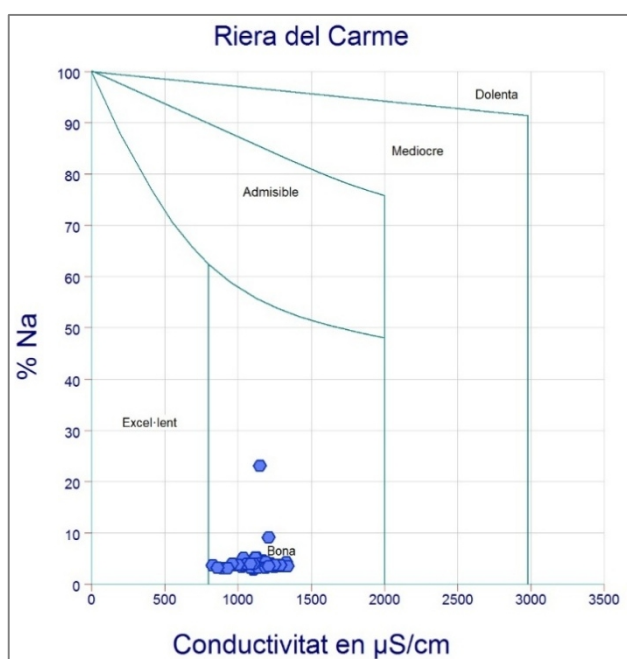


Figura 4.71 Diagrama de Wilcox de les mostres de CRM. Totes les mostres són bones per al regadiu. Els dos punts més separats del grup corresponen al 23/11/11, el més allunyat, i al 29/4/13, el més proper. Ambdós dies coincideixen amb cabals alts en recessió.

4.5.5. Qualitat de les aigües de Sant Quintí de Mediona

Les mostres d'aigua recollides durant les campanyes de camp a la riera de Mediona han mantingut els paràmetres fisicoquímics analitzats força invariables al llarg dels dos anys, amb l'única excepció notable de la crescuda del 3-5 de novembre de 2011.

La conductivitat elèctrica mitjana registrada és de $1228 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, i tots els dies ha resultat similar. L'únic dia en què baixà sobtadament es registrà en aquesta crescuda, essent de $772 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Malgrat tractar-se d'un valor força elevat, no arriba a ser excessiu per a la salut ecològica del riu. A la taula 4.45 es presenten els valors mitjans dels paràmetres analitzats a St. Quintí i es comparen amb els límits establerts de qualitat fluvial.

El calci resulta l'únic paràmetre excessiu en l'aigua d'aquesta riera, i cal fer un incís perquè en aquestes taules els valors per als cations majoritaris són força restrictius (recordem que es tracta d'una conca salina de forma natural). Així, es pot afirmar que la qualitat ecològica de l'aigua de la riera és bona, a falta d'analitzar altres elements orgànics i inorgànics que no s'han estudiat en aquesta tesi.

L'estació d'aforament de St. Quintí de Mediona es troba sobre un gorg, i al seu voltant tan sols hi trobem masies amb horts i una carretera. A primera vista, es podria dir que l'impacte antròpic en aquest punt ha de ser insignificant. Aigües amunt, no obstant això, hi ha les fonts que originen el canal. En aquest indret s'hi fan activitats de lleure els mesos estivals, en ser un punt d'interès per l'elevada temperatura de l'aigua a les surgències (en torn als 19°C , tot l'any).

Tant la salinitat natural força alta com les activitats humanes no semblen haver impedit el desenvolupament d'un hàbitat fluvial molt ric. A més de peixos i crancs autòctons, també s'hi ha trobat en diverses ocasions presència de perla d'aigua (*Perla madritensis*).

Qualitat ecològica de l'aigua de la riera de Mediona

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a SQM	Estat
Temperatura	°C	<25	25		16,4	Bo
pH		6,5-8,7	5,3-9,5		7,9	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	750	1500	1228	Deficient
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		4,57	Bo
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	209,94	Dolent
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	56,45	Moderat
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		13,35	Bo
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		2,63	Bo
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	600	1000	2000	30,43	Bo
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	300	600	1000	151,18	Bo
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	100	50	2,25	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,005-0,238	0,2	2,5	0,01	Bo
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,00	Bo
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,05	0,2		0,01	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,01	0,05		0,00	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	<0,033	5	0,205	0,01	Bo
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,40	Bo
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0		0,17	0,08	Moderat

Taula 4.45 Valors de referència per a la diagnosi de la qualitat ecològica de l'aigua del riu i valors mitjans dels paràmetres de SQM. Elaboració pròpia a partir de Prat *et al.*, 2008 i Úbeda *et al.*, 2002.

La taula 4.46 mostra els l·lindars establerts per a la potabilitat de l'aigua i els valors mitjans dels paràmetres de St. Quintí. Les concentracions mitjanes de calci són tan sols $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ més elevades que el màxim establert, amb tot, no es pot considerar potable pels valors d'aquest paràmetre, així com els del magnesi, situats per sobre del desitjable. Els grups de risc, per tant, no haurien de consumir aquesta aigua sense tractament previ.

El diagrama de Wilcox de la figura 4.72 mostra que les aigües de la riera de Mediona són molt bones per al reg. Les 48 mostres preses al llarg dels anys hidrològics 2011-13 presenten un percentatge d'absorció de sodi envers de la conductivitat elèctrica molt homogeni.

Qualitat de l'aigua per al consum humà a la riera de Mediona

Paràmetre	Unitats	Nivell guia	Màxim admissible	Excessiu	Valor mitjà a SQM	Estat
Temperatura	°C	12	25		16,4	Moderat
pH		6,5-8,5	9,5		7,9	Bo
Conductivitat	$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	400	-	1500	1228	Deficient
Clorurs	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	600	30,43	Moderat
Sulfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	200	400	151,18	Moderat
Silici	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	5	10 a 25		4,57	Bo
Calci	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	100	-	200	209,94	Dolent
Magnesi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	30	50	150	56,45	Deficient
Sodi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	20	50 a 150		13,35	Bo
Potassi	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	10	12		2,63	Bo
Nitrats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25	50	50	2,25	Bo
Alumini	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,01	Bo
Nitrits	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,1		0,00	Moderat
Ferro	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,05	0,2		0,01	Bo
Manganès	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,02	0,05	0,5	0,00	Bo
Zinc	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,1	5	15	0,01	Bo
Fòsfor	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,4	5		0,40	Bo
Fosfats	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	-	0,17	0,08	Moderat

Taula 4.46. Nivells guia de la qualitat de l'aigua per al consum humà, i valors mitjans de SQM. Elaboració pròpia a partir de Úbeda *et al.*, 2002.

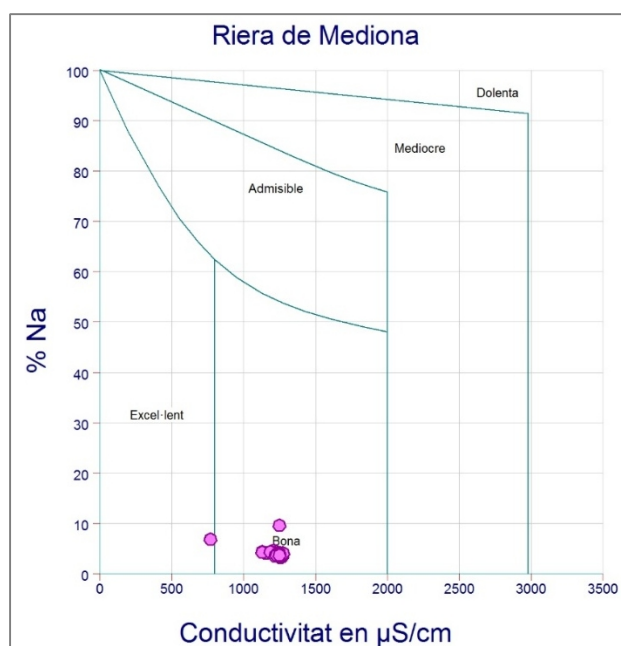


Figura 4.72 Diagrama de Wilcox de les mostres de SQM. La mostra que entra al quadre de qualitat excel·lent correspon al 5/11/11.



Figura 5.1. Estació d'aforament del riu Anoia a Martorell, els dies 29 d'octubre i 5 de novembre de 2011. Fotografies d'Elena Rallo.

5. VARIABILITAT ESPAI-TEMPORAL DEL SEDIMENT DISSOLT

5. Variabilitat espai-temporal del sediment dissolt

Al capítol anterior s'han presentat els resultats dels paràmetres analitzats de les mostres recollides a Jorba, St. Sadurní d'Anoia, Martorell, la riera del Carme i la riera de Mediona. A continuació es presenten els resultats en una visió de conjunt, amb l'objectiu de fer més entenedores les diferències entre cada punt de la conca i al llarg del temps, en el període estudiat, que correspon als anys hidrològics 2011-12 i 2012-13.

L'apartat 5.1 recull les dades que expliquen la variabilitat intraconca del sediment dissolt a les aigües superficials del riu Anoia, mostrant primer les dades de la hidroquímica analitzada, i posteriorment s'analitza el comportament de cada paràmetre per separat. A l'apartat 5.2 es presenta la variabilitat temporal dels elements estudiats en front del cabal.

5.1. La variabilitat espacial del sediment dissolt a la conca del riu Anoia

Les línies que segueixen tracten l'anàlisi hidroquímica de les mostres, el total de sediment dissolt transportat per seccions, i els paràmetres de conductivitat elèctrica, el pH, els cations i anions majoritaris, els elements traça i el sediment en suspensió.

En primer lloc s'han resumit les dades dels elements analitzats de les 240 mostres, i posteriorment es presenten els gràfics i mapes que mostren la variabilitat espacial i de valors dels diferents paràmetres. Totes les dades diàries es poden consultar als annexes.

El capítol es tanca amb una anàlisi dels components principals realitzada sobre els paràmetres fisicoquímics estudiats a totes les seccions a fi de trobar, si existeix, algun patró de comportament dels soluts a tota la conca.

5.1.1. Hidroquímica

Al capítol 4.1 s'han presentat els valors mitjans, màxims i mínims dels paràmetres investigats de les 48 mostres preses a les cinc estacions d'aforament i s'han analitzat en cada cas per separat. Ara es presenten els valors mitjans d'aquests en conjunt a la taula 5.1 i s'han subratllat els valors més elevats en cada cas.

El primer paràmetre de la taula, el nivell del riu, no és per si sol un factor determinant del cabal, perquè depèn de l'amplada de cada secció. En qualsevol cas, cal destacar que, essent la de Martorell la més gran, i malgrat no haver tingut el major cabal de mitjana, sí que ha estat el punt on el nivell de la làmina d'aigua ha estat més elevat de tots els punts de mostreig, amb 22cm de fondària.

El valor del cabal que es mostra és el corresponent a la mitjana de les mesures de cabal instantani, i en aquest cas el màxim correspon a l'EA de St. Sadurní, amb $1,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ d'aportació.

L'escolament, com s'ha explicat a l'apartat 2.3.2, resulta de dividir el cabal per la superfície de la conca sobre el punt de mostreig, resultant que la riera del Carme, amb gairebé 77mm, és la secció mostrejada que rep més aigua de l'entorn.

El valor més elevat de la temperatura de l'aigua al riu s'ha registrat a la riera de Mediona, amb 16°C de mitjana els dies de mostreig. Cal recordar que l'aigua d'aquest riu prové d'una surgència natural que manté la seva temperatura a uns 18°C tot l'any, pel qual el resultat obtingut en aquest indret no depèn directament de les condicions meteorològiques.

Les mesures del pH en tots els casos s'han mantingut dins de la normalitat en les xarxes fluvials, és a dir, valors d'entre 6,5 i 9 (Prat *et al.*, 2015), i en general totes han resultat molt properes a 8. Les mostres de St. Sadurní d'Anoia són les que han presentat el pH més elevat, amb 8,14 de mitjana. A l'apartat 5.1.4 s'analitzarà aquest paràmetre amb més detall.

Les aigües de la capçalera són les que més càrrega dissolta contenen ($1576 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), i aquest fet comporta que la conductivitat elèctrica també sigui la més elevada, amb un valor mitjà altíssim, de gairebé $3000 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Els cations majoritaris de calci, sodi i magnesi, així com els anions de clor i de sulfats, també han resultat els de valor més elevat de mitjana de tota la conca. A Jorba també s'han registrat els valors mitjans més alts de silici, fosfats i fòsfor total.

A St. Sadurní d'Anoia s'han trobat les màximes concentracions mitjanes de bicarbonats. Aquesta secció del riu també ha presentat els valors més alts de nitrats, manganès, ferro, zinc i alumini a les aigües superficials.

Finalment, a la desembocadura, s'han descobert les concentracions mitjanes més elevades de potassi, nitrats, i amb valor similar al del centre de la conca, també el manganès i l'alumini.

En resum, les aigües de la capçalera són les més mineralitzades, amb màximes concentracions de cinc dels vuit ions majoritaris. Els bicarbonats i els nitrats tenen el seu màxim al centre de la conca, i el potassi presenta els valors més elevats a la desembocadura. Les rieres no han demostrat màxims globals en els paràmetres químics de l'aigua.

Valors mitjans dels paràmetres fisicoquímics de les aigües del riu Anoia

Paràmetre	Unitats	JRB	SSD	MTLL	CRM	SQM
Nivell riu	m	0,15	0,21	<u>0,22</u>	0,20	0,08
Qi	m ³ · s ⁻¹	0,09	<u>1,26</u>	1,25	0,24	0,10
Escolament	mm	13,46	55,44	42,68	<u>76,71</u>	56,37
T	°C	12,0	16,1	15,8	13,6	<u>16,4</u>
pH		7,86	<u>8,14</u>	8,02	7,93	7,90
CE	µS · cm ⁻¹	<u>2993</u>	1971	1866	1136	1228
SS	mg · l ⁻¹	25,71	42,15	<u>213,85</u>	14,88	7,19
Ca ²⁺	mg · l ⁻¹	<u>330,62</u>	192,47	164,92	207,45	209,94
Na ⁺	mg · l ⁻¹	<u>201,58</u>	185,12	171,66	15,02	13,35
Mg ²⁺	mg · l ⁻¹	<u>104,41</u>	57,71	52,22	47,66	56,45
K ⁺	mg · l ⁻¹	8,86	11,43	<u>18,52</u>	2,58	2,63
HCO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	296,87	<u>313,82</u>	312,32	257,01	229,87
Cl ⁻	mg · l ⁻¹	<u>319,06</u>	204,23	216,13	27,60	30,43
SO ₄ ²⁻	mg · l ⁻¹	<u>301,69</u>	148,06	128,90	128,44	151,18
NO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	5,08	<u>8,69</u>	7,48	4,02	2,25
Mn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,01	<u>0,02</u>	<u>0,02</u>	0,01	0,00
Fe ²⁺	mg · l ⁻¹	0,02	<u>0,69</u>	0,03	0,02	0,01
Si ⁻	mg · l ⁻¹	<u>6,17</u>	3,59	2,79	3,86	4,57
Zn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,02	<u>0,03</u>	0,02	0,01	0,01
Al ³⁺	mg · l ⁻¹	0,01	<u>0,02</u>	<u>0,02</u>	0,01	0,01
NO ₂ ⁻	mg · l ⁻¹	0,13	0,31	<u>0,34</u>	0,05	0,00
PO ₄ ³⁻	mg · l ⁻¹	<u>0,26</u>	0,23	0,24	0,11	0,08
P ³⁻	mg · l ⁻¹	<u>0,79</u>	0,01	0,64	0,49	0,40
TSD	mg · l ⁻¹	<u>1575,57</u>	1126,43	1076,24	694,33	701,19

Taula 5.1. Valors mitjans dels paràmetres analitzats a les 48 mostres de les cinc estacions d'aforament els anys hidrològics 2011-13.

A la taula que segueix es mostren de nou els paràmetres per seccions mostrejades, però en aquest cas se senyalen els valors màxims i mínims registrats dels mateixos (taula 5.2). Hi ha determinats paràmetres que presenten valors repetits, especialment els menors.

El cabal màxim instantani mesurat es registrà a St. Sadurní d'Anoia, amb una aportació de $9,38 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, i els mínims a Jorba i St. Quintí, amb $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. En el primer cas fou després de la crescuda del 3 de novembre de 2011, i els cabals més baixos foren registrats a l'hivern i l'estiu del 2012, respectivament.

El valor més elevat de l'escolament a la conca es donà a la riera de Mediona, precisament en la mateixa crescuda que tant es va fer notar a tota la conca. Pel fet de tenir una superfície menor a la de la resta de seccions, aquest valor resultà molt alt. El mínim, per la seva banda, correspon a la capçalera, durant un període sec.

A Martorell es va registrar el valor més elevat de temperatura de l'aigua corrent, essent de més de 28°C , i el mínim a Jorba, amb 2°C . En canvi, a la desembocadura es trobà el pH més baix (7,27), mentre que el màxim correspon a St. Sadurní (8,58).

De sediment en suspensió, amb l'excepció de Jorba, on sempre se n'ha registrat, no se n'ha trobat en repetides ocasions a la resta de punts de mostreig. El màxim absolut es donà a Martorell, amb gairebé 4 kg de material per litre, durant la recessió de la crescuda del 3 de novembre de 2011.

Com era d'esperar, vistos els capítol 4.1 i la taula 5.1, a la capçalera s'han registrat els valors màxims de conductivitat elèctrica i de total de càrrega dissolta, així com dels cinc ions majoritaris i els elements traça vistos a la taula anterior. Els valors màxims de bicarbonats i nitrats també s'han donat a St. Sadurní, i els de potassi a Martorell.

Els elements minoritaris, així com el sediment en suspensió, en repetides mostres han aparegut en dosis mínimes o directament no se n'han trobat. De tots ells, les majors concentracions corresponen al silici i al fòsfor, a l'estació d'aforament de Jorba.

Per acabar aquesta anàlisi global, cal parar atenció al fet que, malgrat que la mínima mesura de conductivitat elèctrica es donà a la riera de Mediona ($772 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), la menor concentració total de sòlids dissolts correspon a la riera del Carme ($426 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$).

Valors màxims i mínims dels paràmetres fisicoquímics de les aigües del riu Anoia

Paràmetre	Unitats	JRB		SSD		MTLL		CRM		SQM	
		Màx	Mín	Màx	Mín	Màx	Mín	Màx	Mín	Màx	Mín
Nivell riu	m	0,34	0,07	0,62	0,10	0,67	0,04	0,56	0,07	0,65	0,03
Qi	m ³ · s ⁻¹	0,59	0,01	9,38	0,24	5,69	0,11	1,10	0,04	0,84	0,01
Escolament	mm	85,31	0,73	407,45	11,95	193,80	3,60	346,90	12,61	407,54	11,16
T	°C	22,5	2,1	27,0	5,5	28,5	4,7	21,0	5,7	22,0	5,7
pH		8,17	7,43	8,56	7,33	8,45	7,27	8,21	7,29	8,33	7,52
CE	µS · cm ⁻¹	3880	1335	2630	977	2510	836	1339	827	1274	772
SS	mg · l ⁻¹	321,00	1,00	611,00	0,00	3874,00	0,00	230,00	0,00	25,00	0,00
Ca ²⁺	mg · l ⁻¹	629,27	71,71	326,65	114,71	265,86	62,75	309,92	134,48	279,00	122,12
Na ⁺	mg · l ⁻¹	388,68	36,33	359,52	49,00	364,93	42,90	149,49	7,07	36,76	9,82
Mg ²⁺	mg · l ⁻¹	196,81	25,97	102,39	31,11	83,65	18,29	99,82	34,24	75,32	29,16
K ⁺	mg · l ⁻¹	28,40	4,48	20,40	7,68	131,24	5,88	9,72	0,62	7,57	1,92
HCO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	380,64	200,08	424,56	219,60	395,28	161,04	331,84	126,88	317,20	165,92
Cl ⁻	mg · l ⁻¹	593,44	113,44	321,03	83,07	558,11	85,08	42,54	14,18	56,72	11,94
SO ₄ ²⁻	mg · l ⁻¹	647,05	58,95	296,00	63,85	235,33	43,30	249,18	82,92	215,83	56,30
NO ₃ ⁻	mg · l ⁻¹	10,00	3,00	30,00	1,00	20,00	3,00	10,00	1,00	5,00	1,00
Mn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,03	0,00	0,09	0,00	0,30	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
Fe ²⁺	mg · l ⁻¹	0,09	0,00	1,34	0,07	0,38	0,01	0,13	0,00	0,09	0,00
Si ⁻	mg · l ⁻¹	10,94	2,54	6,27	0,05	4,96	0,06	6,76	1,38	5,66	3,54
Zn ²⁺	mg · l ⁻¹	0,08	0,01	0,20	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,04	0,00
Al ³⁺	mg · l ⁻¹	0,11	0,00	0,06	0,01	0,32	0,00	0,11	0,00	0,09	0,00
NO ₂ ⁻	mg · l ⁻¹	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,25	0,00	0,05	0,00
PO ₄ ³⁻	mg · l ⁻¹	0,70	0,00	0,70	0,00	0,70	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00
P ³⁻	mg · l ⁻¹	2,19	0,13	0,09	0,00	1,36	0,26	1,45	0,00	1,05	0,00
TSD	mg · l ⁻¹	2497,88	686,52	1738,75	591,12	1860,12	556,35	1139,64	426,01	887,02	493,73

Taula 5.2. Valors màxims i mínims dels paràmetres analitzats a les 48 mostres de les cinc estacions d'aforament els anys hidrològics 2011-13.

Aquesta anàlisi ha permès detectar l'àmplia variabilitat dels valors dels paràmetres, entre punts de mostreig i en els mateixos. Les partícules traça, però, amb l'excepció del silici i el fòsfor, presenten un rang de valors molt més petit. Ara bé, com s'ha pogut observar al capítol 4.5, la presència d'alguns d'ells, inclús en dosis mínimes, poden arribar a tenir un gran impacte sobre la qualitat de l'aigua (CENMA, 2010). Aquest fet implica que s'han d'analitzar amb cura els valors baixos en les concentracions d'aquests metalls.

Un cop vista la composició química mitjana de les mostres, s'ha elaborat un diagrama de Piper (1944) on es plasmen totes les mostres corresponents als punts de mostreig, a fi de determinar el tipus d'aigua de cada secció mostrejada en funció dels percentatges dels ions majoritaris.

Com s'ha vist a l'apartat 4.1, aquest diagrama presenta tres gràfics en una sola imatge: els triangles de la base corresponen als cations, a l'esquerra, i als anions, a la dreta. El rombe del mig engloba la composició mitjana d'ambdós grups. A les marges dels gràfics es marquen els elements que corresponen a cada cas. Així, com més a prop d'una banda i d'un angle es troba una determinada mostra, major percentatge d'aquests elements presenta respecte de la resta. Per contra, com més al centre dels gràfics es trobi, es podrà afirmar que la mostra no presenta concentracions iòniques dominants.

A la figura 5.2 es pot veure el resultat d'aquesta anàlisi, i d'una ullada es poden identificar les mostres corresponents a cada estació. Una primera lectura sobre la gràfica dels cations ens permet detectar clarament dos grups de mostres: les pertanyents a les aigües de les rieres, on dominen el calci i el magnesi per sobre del sodi i el potassi, i un grup de mostres arreglat al mig, corresponent a les mostres recollides al canal principal del riu Anoia. Aquest grup presenta una certa dispersió entre el magnesi, d'una banda, i el sodi i el potassi, de l'altra, però es manté proper al calci. Així, la major part de les mostres d'aquest grup no presenten un catió dominant per sobre de les altres, però als extrems trobem les mostres més dures, en front de les més salines.

La gràfica dels anions presenta més dispersió entre mostres, però s'hi poden identificar tres grans grups: el de les aigües corresponents a les rieres, el de la capçalera, a Jorba, i el de les estacions de St. Sadurní i Martorell. Les mostres de Carme i de St. Quintí es presenten com a molt bicarbonatades, malgrat el seu contingut absolut en bicarbonats sigui menor a les de la resta de punts de mostreig. Les aigües del centre i de la desembocadura presenten, per la seva banda, proporcions més elevades de clor, malgrat no ésser, tampoc, aquest l'element majoritari. A Jorba, les proporcions de sulfats resulten més elevades que a la resta de grups.

Al rombe del diagrama es perceben amb més claredat aquestes tres agrupacions. La gràfica situa les mostres dels afluent molt properes a l'eix dels sulfats; les de la capçalera al centre i a la part superior, entre els tipus sulfatats i durs; i les de St. Sadurní i Martorell, més properes al centre del gràfic, però encara a la part superior.

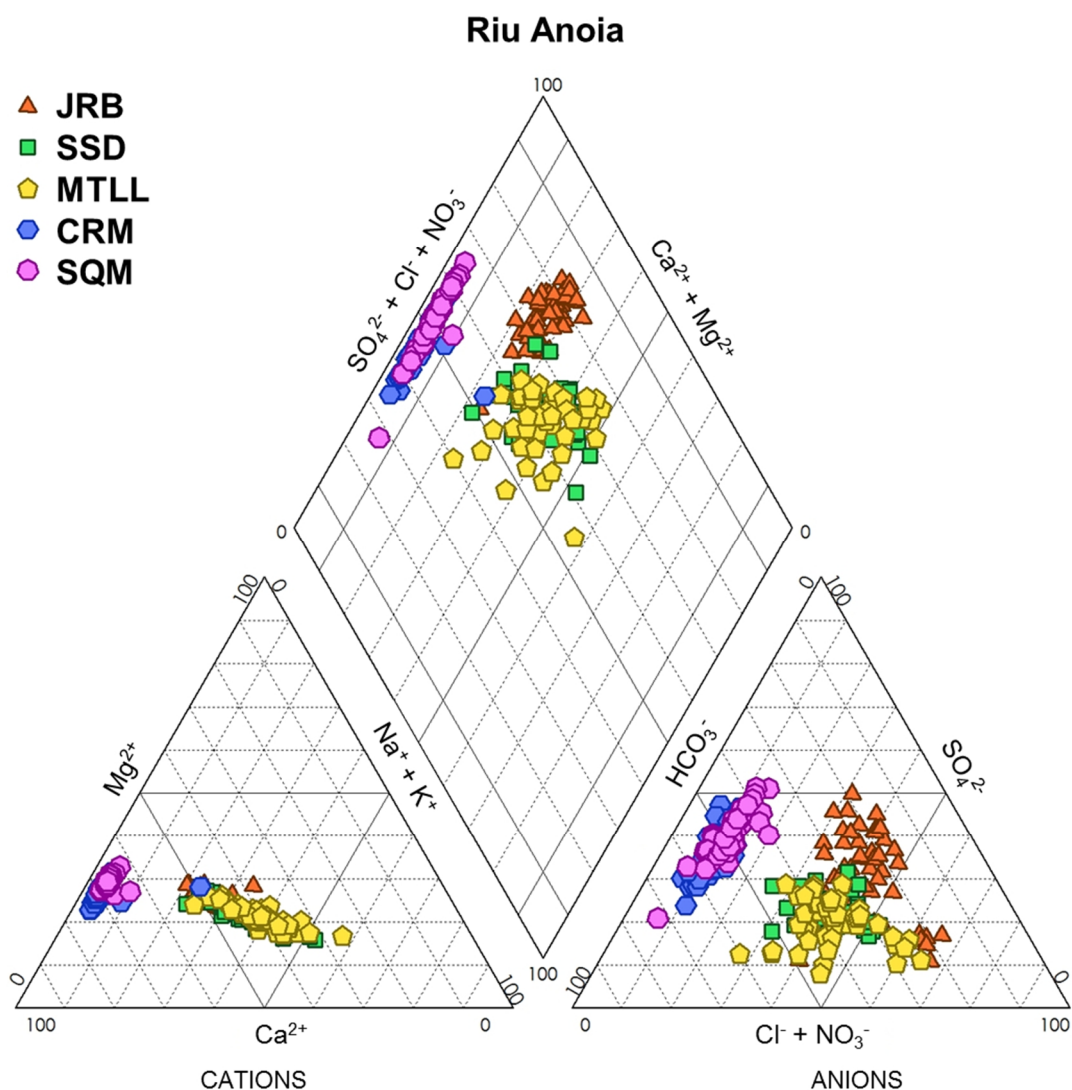


Figura 5.2. Diagrama de Piper de les cinc estacions d'aforament del riu Anoià. Mostres dels anys hidrològics 2011-13.

La determinació del tipus d'aigua a cada estació d'aforament s'ha desglossat a l'apartat 4.1, en què s'assenyala la influència del cabal en la composició química final de les aigües superficials. Aquí s'han representat les 240 mostres, a fi de trobar les grans diferències entre cada punt. Els valors absoluts de les concentracions de cada paràmetre, responsables de la duresa, la sulfatació o la carbonatació de l'aigua, no són representatius en aquesta anàlisi, que contempla amb més detall la dominància dels ions en la hidroquímica de cada anàlit. Resulta evident que les mostres de les rieres presenten composicions similars entre sí, i que són molt diferents de les del canal principal. Les mostres de la capçalera també presenten una composició particular, i les del centre i la desembocadura, són les més neutres, malgrat la seva elevada mineralització.

A l'apartat 4.5 s'ha fet un repàs a la qualitat de l'aigua de cada punt de mostreig en funció de les dades obtingudes, i s'ha analitzat la relació d'absorció de sodi en front de la conductivitat elèctrica. A la gràfica que segueix es presenta el diagrama de Wilcox (1955) que recull les 240 mostres preses (figura 5.3). Així com al diagrama de Piper ha estat possible identificar tres tipus d'aigües diferents, en aquest resulta encara més evident, malgrat la dispersió que ja s'ha explicat en cada cas. En definitiva, l'aigua de la capçalera és dolenta per al reg deguda la seva elevada mineralització en sodi; les aigües del canal principal al mig de la conca i a la desembocadura són bones la meitat del temps; i les de les rieres són bones.

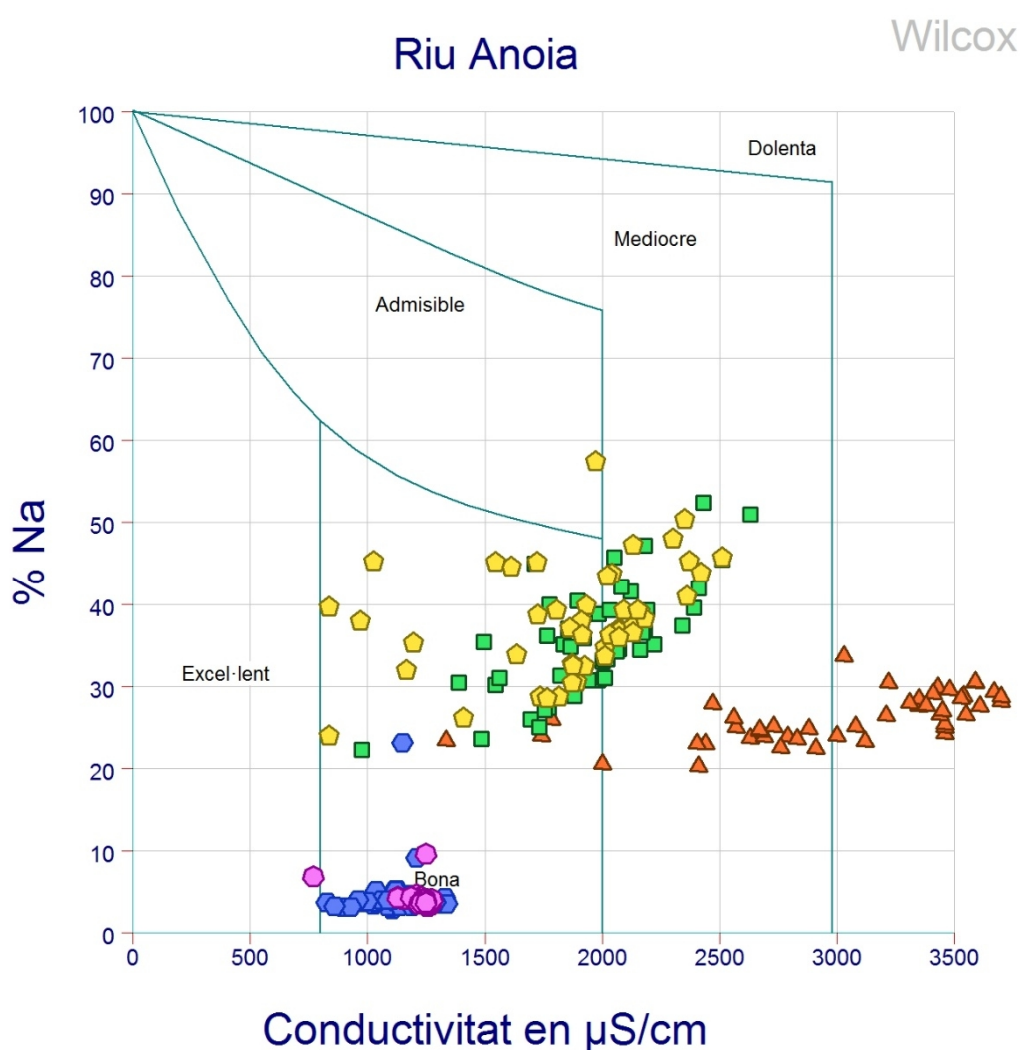


Figura 5.3. Diagrama de Wilcox de les cinc estacions d'aforament del riu Anoia. Mostres dels anys hidrològics 2011-13.

5.1.2. La càrrega dissolta i la producció de sediment dissolt

Com s'ha vist a l'apartat 4.3, el grau de contingut en minerals per litre d'aigua és un valor que, multiplicat per l'aportació del riu, ens dóna el total del pes de matèria dissolta transportada pel riu en un moment determinat. En una primera anàlisi s'han presentat els resultats d'aquest balanç de sediment en els dies de mostreig, i posteriorment s'han realitzat els càlculs pertinents per a l'estimació del total de sediment dissolt transportat cada any hidrològic a cada estació d'aforament.

En aquest apartat es comparen i analitzen els resultats obtinguts d'aquests càlculs a cada punt de la conca. El mapa de la figura 5.4 representa esquemàticament la xarxa del riu Anoia, i s'ha anotat a cada punt de mostreig els valors mitjans de càrrega i de producció de sediment, dels dos anys hidrològics mostrejats. La figura també inclou dues gràfiques, que mostren, primer, el total de sediment dissolt transportat a cada secció per anys, en tones, i d'altra banda, la producció de sediment, en tones per quilòmetre quadrat i any.

De mitjana, a l'estació d'aforament de St. Sadurní s'ha donat el màxim de càrrega dissolta, amb 34.711 tones anuals de material transportat. Els valors mínims corresponen a St. Quintí de Mediona, amb 2.141 tones anuals.

En termes de geometria hidràulica, cabria esperar que els valors mínims de càrrega dissolta es trobessin a la capçalera, com de fet, es pot confirmar vistes les dades de Jorba (sense contemplar els afluents), i que els màxims es registressin a la desembocadura (Charlton, 2008). A Martorell, però, tan sols l'any hidrològic 2012-13 resultà així, essent que el primer any el total del pes dels soluts fou força inferior al de St. Sadurní. Aquestes irregularitats entre les dues seccions, com s'ha explicat en els capítols 1.4 i 4, són degudes a les captacions d'aigua per als diferents usos urbans, industrials i especialment els agrícoles, que redueixen l'aportació a la desembocadura, amb la consegüent disminució del total de sediment dissolt transportat. En el cas que aquestes captacions no es produïssin, els valors absoluts més elevats correspondrien a Martorell, i finalment, el total de càrrega dissolta vessada al Llobregat seria molt major. De totes formes, amb una mitjana de 33238 tones anuals, el pes dels soluts transportats pel riu al seu terme és d'una magnitud considerable, producte de tots els processos naturals d'erosió de vessants i lleres, alhora que condicionat en gran mesura per les activitats humanes i pel règim hidrològic.

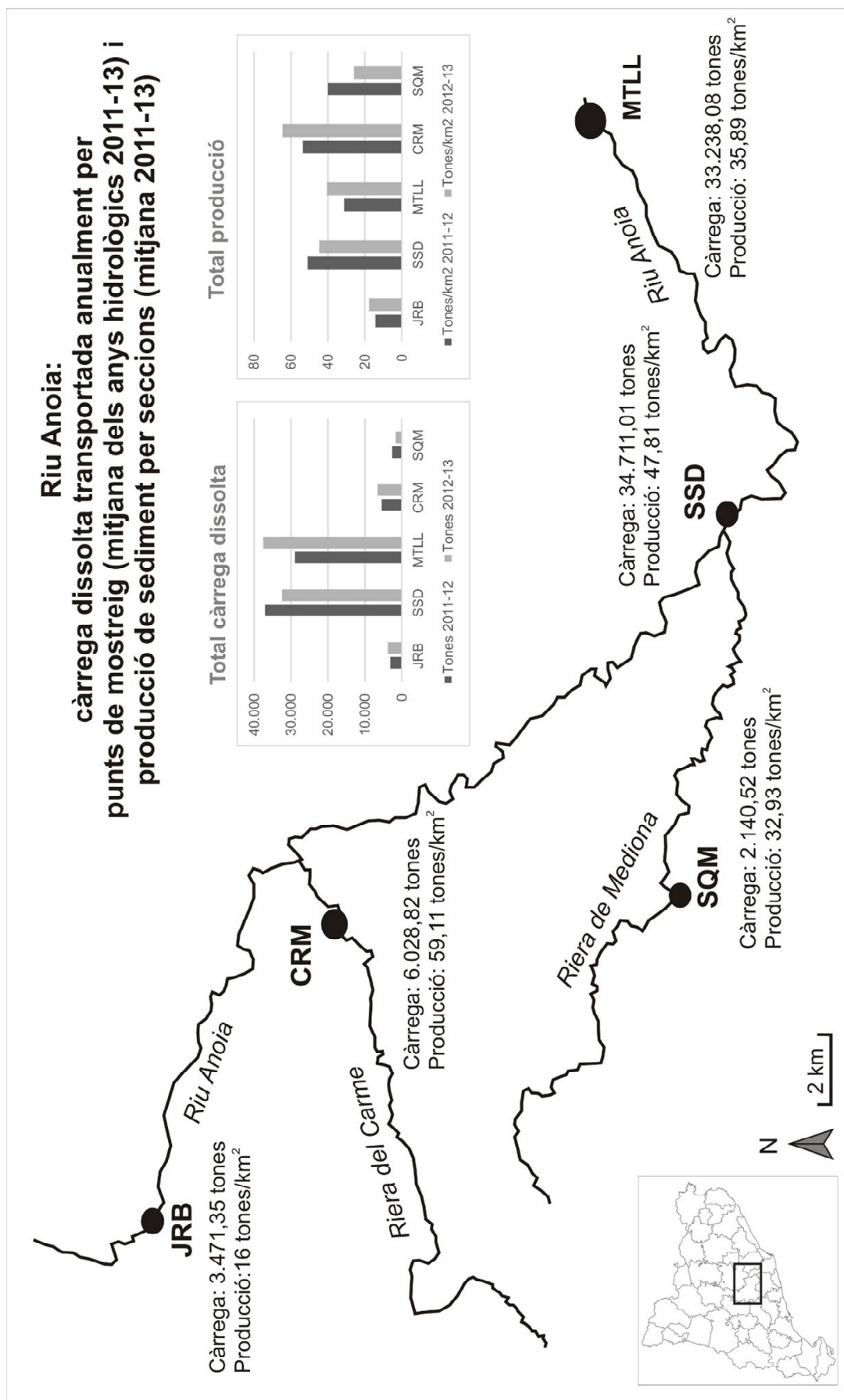


Figura 5.4. Mapa de la distribució de la càrrega i producció de sediment dissolt a la conca del riu Anoia, els anys hidrològics 2011-13.

El total de càrrega dissolta transportada a les rieres també depèn directament del cabal de cada una d'elles, i per això els valors són superiors a la del Carme, que ha presentat una aportació mitjana més elevada que la de Mediona tant en el període de mostreig, com històricament, com s'ha vist a l'apartat 2.3.2.

Vista la variabilitat espacial del total de càrrega dissolta transportada per punts, s'analitza la producció de sediment, és a dir, es divideixen els valors obtinguts per la superfície de la conca corresponent a cada punt de mostreig, a fi de conèixer els processos erosius que succeeixen a cada indret. A la taula 5.3 s'especifiquen aquestes dades i es presenten els resultats obtinguts: així, amb un valor estimat de 59 tones per quilòmetre quadrat i any, a la riera del Carme es dona la màxima producció de sediment de tota la conca, seguida de St. Sadurní, amb gairebé 48 tones per quilòmetre quadrat i any.

A la desembocadura trobem la tercera secció en producció de sediment dissolt, amb 36 tones per quilòmetre quadrat anuals, seguida de la riera de Mediona, amb $33 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{any}$. La menor producció correspon a la capçalera, que, malgrat tenir les aigües més mineralitzades de tota la conca, encara no té prou cabal per tanta superfície com per arribar a valors més elevats, i en resulten $16 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{any}$ de mitjana.

Cal destacar, doncs, la gran variabilitat existent entre la hidroquímica, el transport de càrrega dissolta i la producció de sediment existent entre tots els punts mostrejats de la conca del riu Anoia.

	Total càrrega dissolta transportada				Producció de sediment		
	Àrea conca	2011-12	2012-13	Mitjana 2011-13	2011-12	2012-13	Mitjana 2011-13
	Km ²	Tones/any	Tones/any	Tones/any	Tones/km ²	Tones/km ²	Tones/km ²
JRB	217	3.106,18	3.836,52	3.471,35	14,31	17,68	16,00
SSD	726	37.008,79	32.413,23	34.711,01	50,98	44,65	47,81
MTLL	926	28.950,48	37.525,69	33.238,08	31,26	40,52	35,89
CRM	102	5.462,65	6.595,00	6.028,82	53,56	64,66	59,11
SQM	65	2.603,13	1.677,91	2.140,52	40,05	25,81	32,93

Taula 5.3. Total de càrrega dissolta transportada i produïda a la conca del riu Anoia.

5.1.3. La conductivitat elèctrica

A l'apartat 3.2.1 hem vist què representa la conductivitat elèctrica de l'aigua i al llarg del capítol 4 aquest paràmetre s'ha anat analitzant a cada punt de mostreig. Els resultats han mostrat uns valors mitjans ($2993 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) i màxims absoluts ($3880 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) molt elevats a la capçalera, i els més baixos a les rieres de Carne i Mediona, essent a la darrera on es registrà la mínima CE ($772 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

Els mapes de la figura 5.5 representen els valors mitjans, màxims i mínims enregistrats d'aquest paràmetre. Les zonificacions marcades corresponen a la superfície de la conca sobre els punts de mostreig, amb l'excepció de les estacions d'aforament de St. Sadurní i Martorell (a aquesta darrera li correspondria tota la limitació de la figura), que s'han dividit per donar importància als punts de mostreig d'aigües amunt. Als mapes queda visualment representada l'anomalia en la composició química de les aigües, que, presumiblement, haurien de presentar les conductivitats elèctriques més elevades a la desembocadura, i no pas al naixement del riu. No obstant això, els valors de CE a les rieres sí que corresponen a una dinàmica fluvial estàndard (Prat *et al.*, 2015).

Per a fer més entenedora la variabilitat entre punts de mostreig i en els mateixos, a la gràfica de la figura 5.6 es mostra el rang de valors resultants de les mesures de les 48 mostres recollides a cada secció. Els valors mitjans corresponen a la part inferior de les caixes, la mediana a la línia transversal negra, els valors més freqüents queden compresos a les caixes, i els extrems es marquen amb punts.

A l'estació d'aforament de Jorba s'han registrat les conductivitats més elevades i alhora el rang de valors entre mesures també és el més elevat.

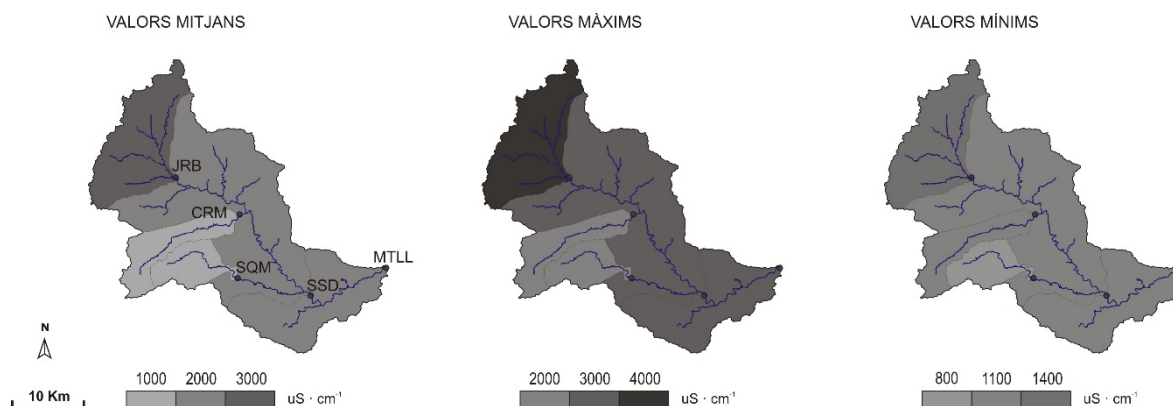


Figura 5.5. Mapa de la distribució dels valors de conductivitat elèctrica a la conca del riu Anoia. Anys hidrològics 2011-13.

Les mesures de conductivitat fetes a les mostres de Sant Sadurní d'Anoia i Martorell també presenten un ventall ampli, amb valors que oscil·len entre poc menys de 1000 a més de 2500 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

A les rieres del Carme i de Mediona, malgrat que les crescudes més grans han repercutit en la sèrie de dades obtinguda, els valors de la CE s'han mantingut constants tot el temps, amb valors poc per damunt dels 1100 $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

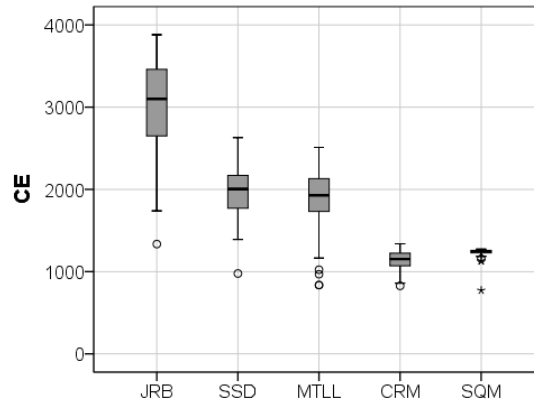


Figura 5.6. Intervals de CE en $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

5.1.4. El pH

Els valors del pH a tots els punts de mostreig s'ha mantingut sempre per damunt de 7 i per sota de 9, essent a St. Sadurní on s'han registrat els més elevats de mitjana i absoluts. Al gràfic de la figura 5.7 es mostra el rang dels valors mesurats a totes les mostres de cada secció. Un pH >8,5 implica un augment de l'amoníac en l'aigua, que pot ser fatal per als organismes vius (Massanés i Evers, 1999), i es registrà tan sols un cop a St. Sadurní.

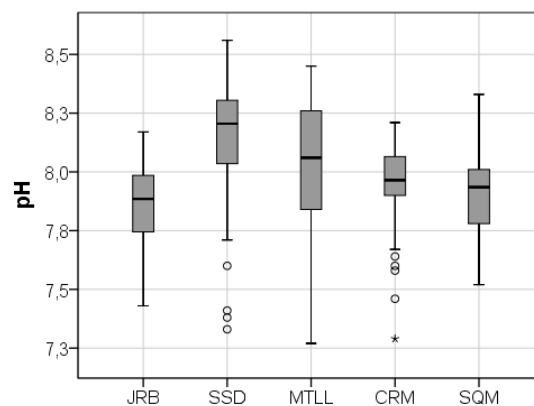


Figura 5.7. Intervals de valors de pH.

5.1.5. Els cations majoritaris

A l'apartat 5.1.1 s'ha vist la tipologia de les aigües mostrejades en funció de les proporcions dels seus ions majoritaris. A continuació, al marge del balanç iònic, es mostra una representació cartogràfica dels valors mitjans de cada catió majoritari per punts de mostreig (figura 5.8).

Les concentracions més elevades de calci, sodi i magnesi corresponen a la capçalera, deguda la naturalesa sedimentària del substrat, i es dilueixen aigües avall. El contingut en sodi i potassi és més baix a les rieres. La de Mediona, no obstant, conté tant de magnesi com el canal principal. Les màximes concentracions de potassi s'han trobat al tram mig i a la desembocadura, probablement deguts als abocaments d'aigües residuals. I cal destacar la major presència de calci als tributaris, per sobre de St. Sadurní i Martorell.

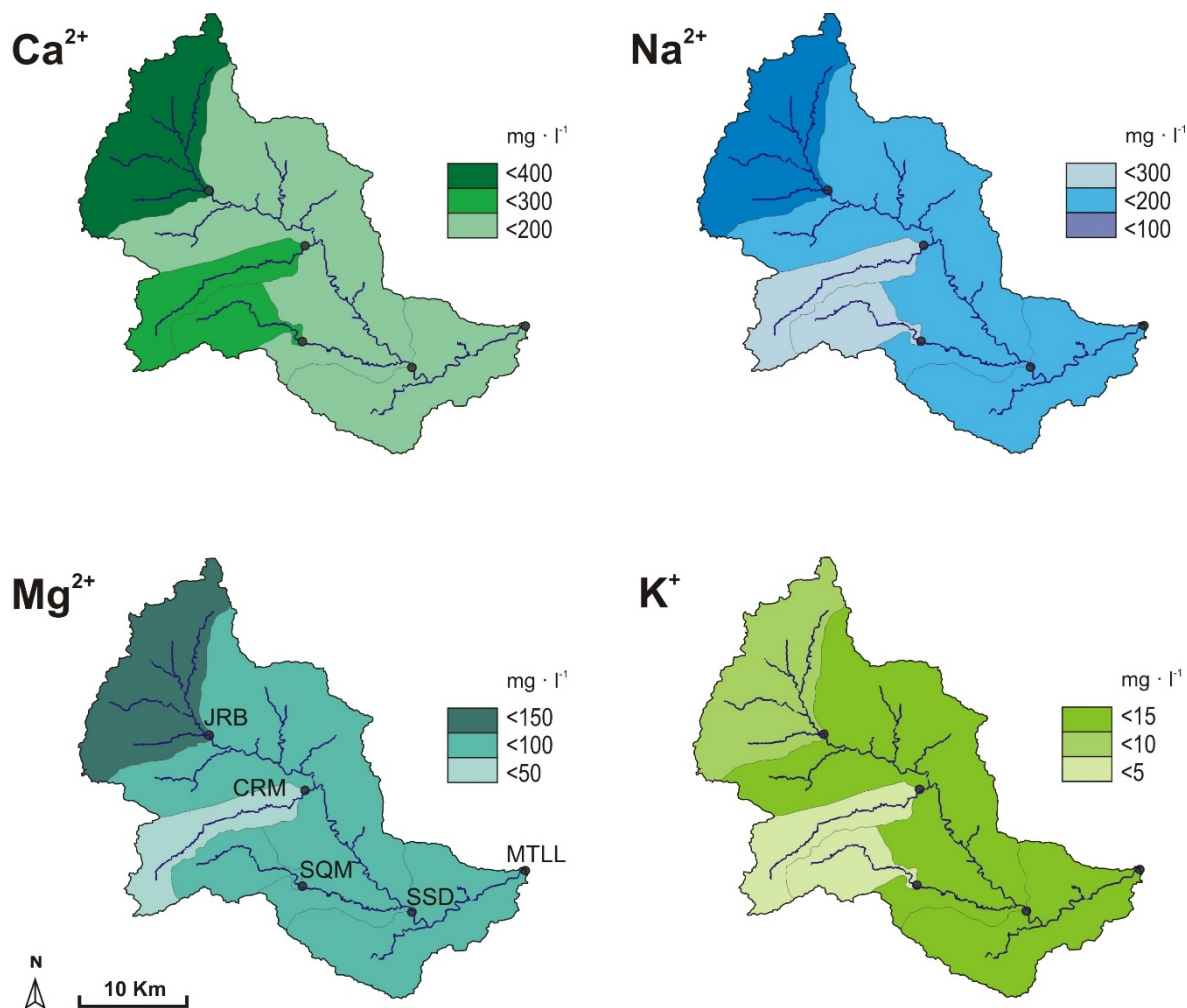


Figura 5.8. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels cations majoritaris a la conca del riu Anoia.

La figura 5.9 representa el rang dels valors enregistrats de cada paràmetre per seccions. El calci i el sodi han resultat els elements més abundants, en aquest ordre. Generalment, els cations majoritaris més representatius als rius són aquests dos paràmetres (Úbeda *et al.*, 2002). A Jorba es donen tant les màximes concentracions, com la major variabilitat entre mostres. Per contra, el contingut en sodi a les rieres és el més baix amb diferència, mantenint-se força constant, amb l'excepció de les crescudes, que en suposaren una aportació extra.

A la capçalera torna a destacar el ventall de valors registrats del magnesi. A la resta de seccions, aquest paràmetre es manté en un rang força similar. El potassi, catió majoritari de menys presència, té els seus màxims a St. Sadurní i a Martorell. Aquesta darrera secció presenta un valor molt allunyat de la resta de la sèrie, corresponent al 2/7/2012, després d'un ruixat d'estiu.

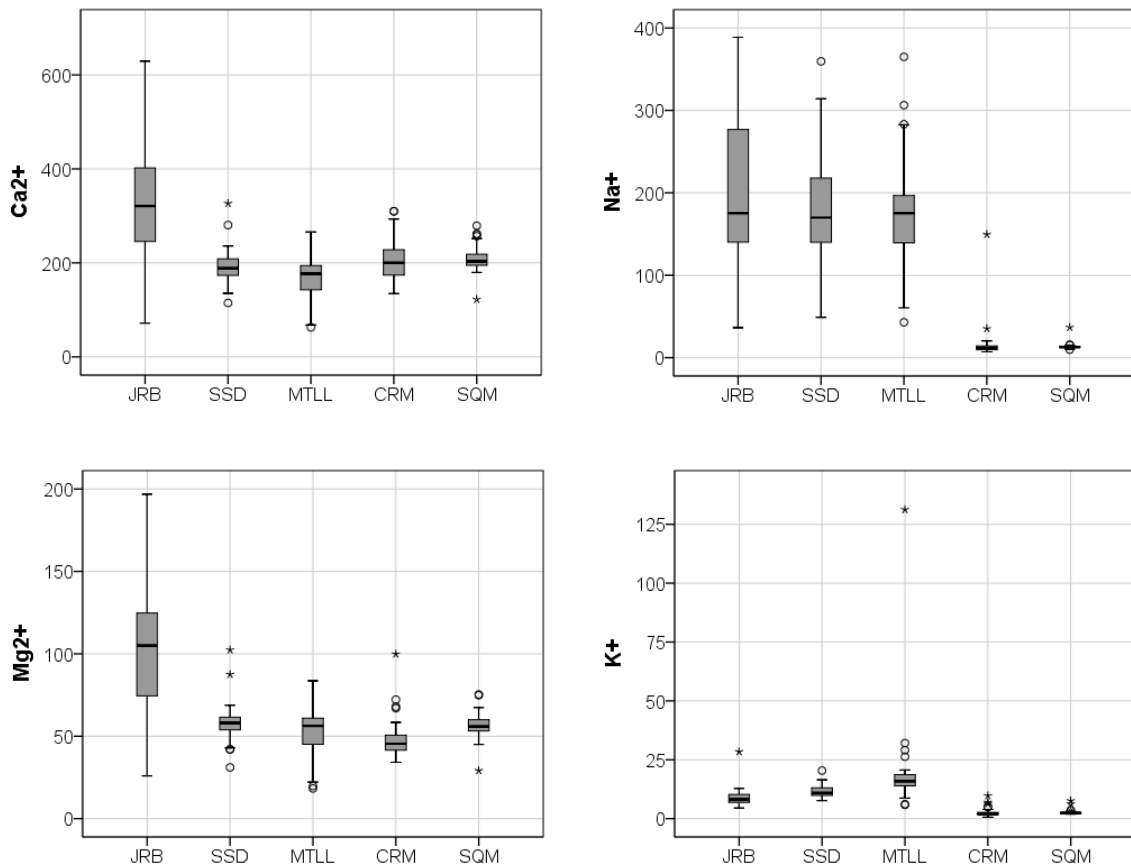


Figura 5.9. Intervalos de concentracions de calci, sodi, magnesi i potassi en mg · l⁻¹.

5.1.6. Els anions majoritaris

Els mapes de la figura 5.10 mostren la variabilitat intraconca de les concentracions mitjanes dels anions majoritaris a les aigües d'escolament. Els bicarbonats, el clor i els sulfats presenten unes concentracions molt més elevades que no pas els nitrats que, afortunadament, tenen una representació mínima.

Les aigües de Jorba tornen a presentar valors màxims, en aquest cas de clor i de sulfats. Els bicarbonats i els nitrats són més elevats a St. Sadurní i a Martorell que a la resta de la conca. En canvi, aquestes seccions presenten, conjuntament amb la riera del Carme, les menors concentracions de sulfats. St. Quintí de Mediona és la secció on s'han registrat els valors més baixos d'anions majoritaris, amb excepció dels sulfats, seguida de la riera del Carme, que destaca per les baixes concentracions minerals, però que ha destacat per la presència de bicarbonats i nitrats.

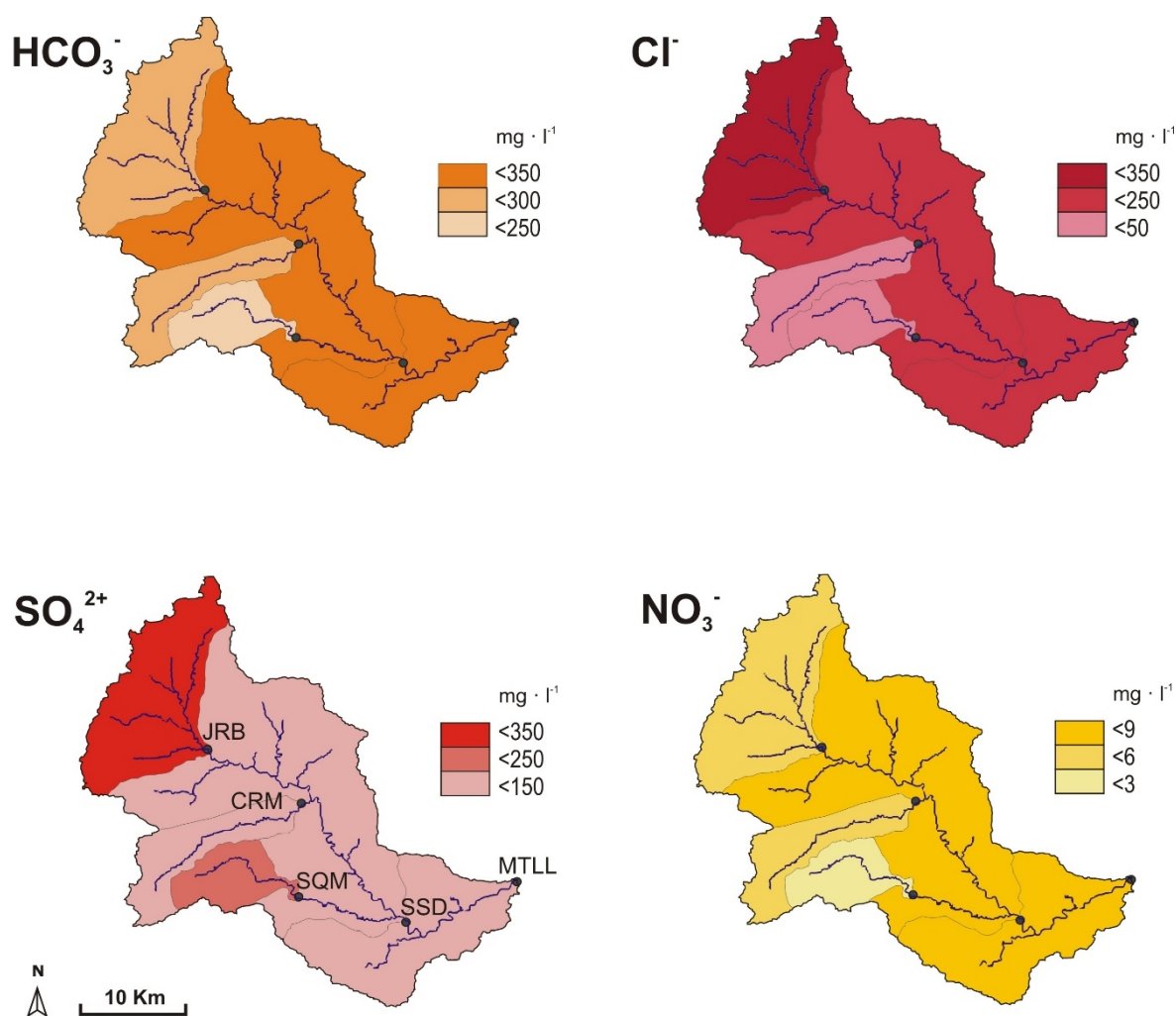


Figura 5.10. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels anions majoritaris a la conca del riu Anoia.

Les concentracions de clor al canal principal del riu Anoia són molt altes, alhora que probablement degudes a la salinitat natural elevada de la regió. Per contra, a les rieres provinents de l'aqüífer, el contingut en clor és molt menor. A les gràfiques que segueixen es poden veure els rangs de valors en les mesures de les mostres, per paràmetres i seccions (figura 5.11).

Els bicarbonats són el paràmetre més abundant en general a tota la conca, més present a St. Sadurní i a Martorell que a la resta, amb unes proporcions elevades, però no prou per a arribar a formar gas a l'aigua. Les rieres de Carme i Mediona, que han destacat per la seva baixa mineralització en comparació amb el riu principal, reuneixen malgrat tot elevades concentracions de bicarbonats, també amb una variabilitat notable entre mesures. Com s'ha vist a l'apartat 4.2, i es pot consultar a les taules dels annexes, els valors màxims i mínims d'aquest paràmetre no han guardat relació directa amb el cabal.

Els sulfats s'han mantingut en valors d'entre 20 i 200 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a tota la conca, amb petites excepcions, però a Jorba sobresurten notablement. Per la seva banda, la màxima concentració de nitrats es trobà a St. Sadurní un sol dia de mostreig (29/12/2012).

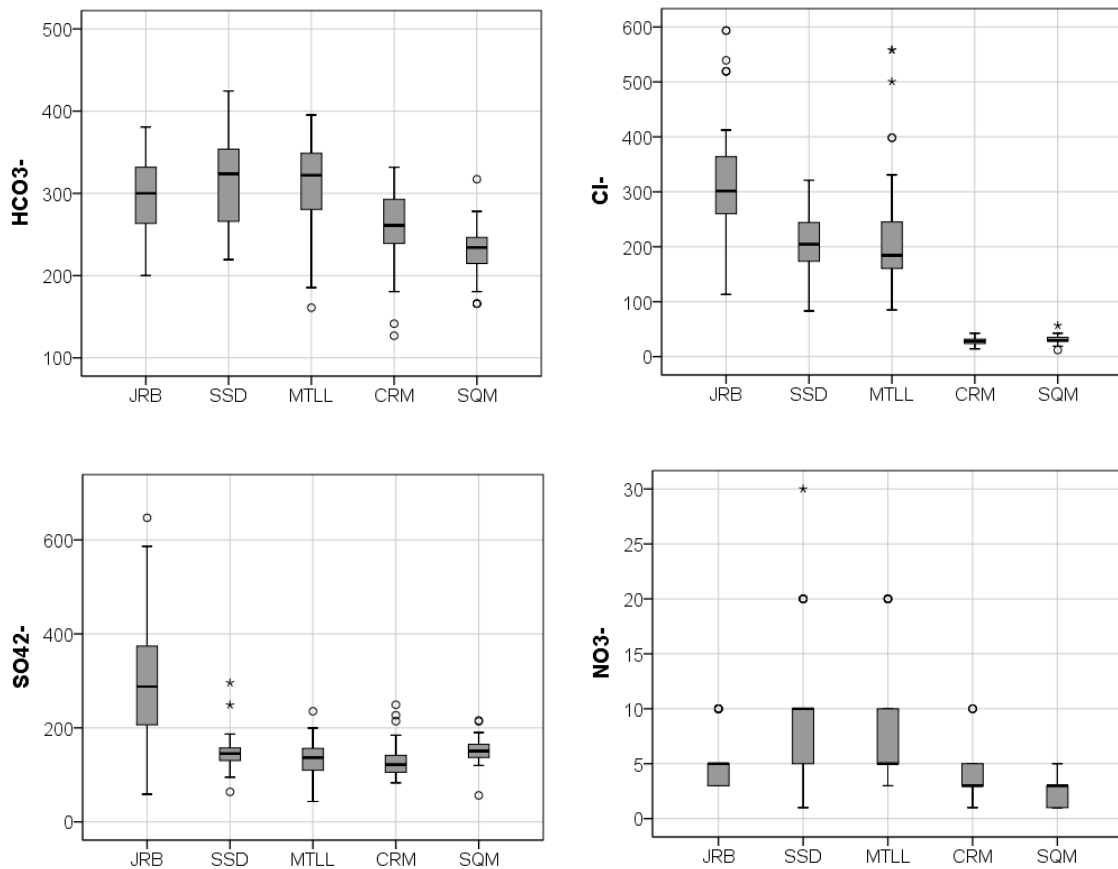


Figura 5.11. Intervalos de concentracions de bicarbonats, clor, sulfats i nitrats en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

5.1.7. Elements traça

Els elements minoritaris analitzats a les mostres d'aigua del riu Anoia es representen cartogràficament en aquest apartat. En primer lloc, es mostren els mapes de distribució dels metalls (manganès, ferro, zinc i alumini), les concentracions en mil·ligrams per litre dels quals és molt baixa, com s'ha vist als apartats i capítols anteriors.

El més abundant és el ferro, que ha presentat les màximes concentracions a les aigües de St. Sadurní d'Anoia. Dels quatre elements, és també el que més variabilitat intraconca presenta, amb valors d'entre 0 i 0,4 mg·l⁻¹. La resta de paràmetres no arriben a suposar més de 0,03 mg·l⁻¹. Els valors màxims de manganès s'han trobat a la desembocadura, així com els d'alumini. El zinc té la seva màxima expressió a St. Sadurní. A Jorba, malgrat el seu elevat grau de mineralització, aquests elements traça es troben en dosis molt petites, així com a les rieres. Aquests resultats posen de manifest que és al centre del riu i al seu terme, allà on les activitats humanes tenen més impacte, on les aigües d'escolament contenen més metalls.

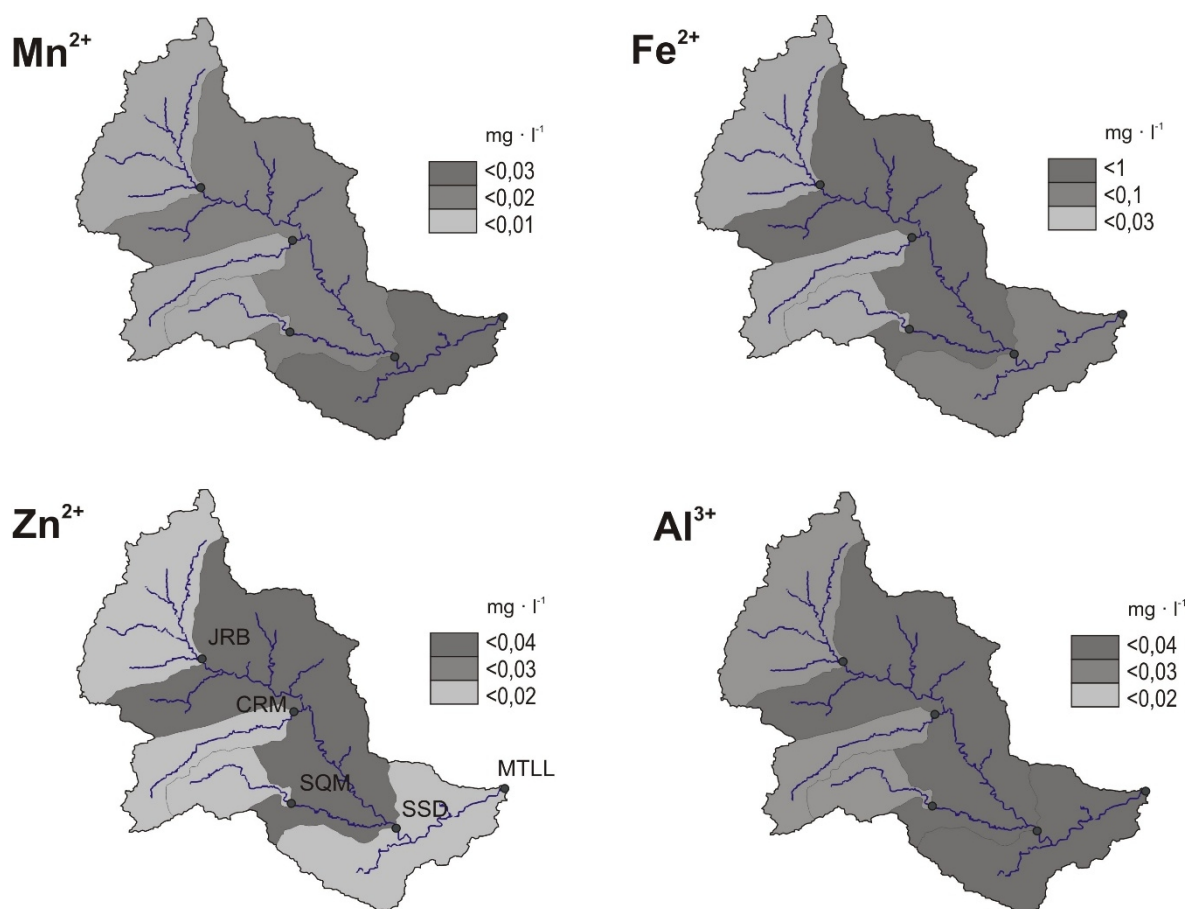


Figura 5.12. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels elements traça (metalls) a la conca del riu Anoia.

Les gràfiques de la figura 5.13 representen el rang de valors de les mesures d'aquests elements per seccions. El manganès és l'element que més constant s'ha mostrat, especialment a Jorba i als afluent, tot i que presenta alguna excepció a St. Sadurní, i a Martorell en sobresurten algunes mostres. En aquest darrer punt també hi ha gran variabilitat de registres de concentracions de ferro i d'alumini.

El zinc apareix com l'element amb més variabilitat de registres per punts, encara que els valors són molt propers entre ells. Si s'examinen les taules de dades de l'annex, es pot apreciar que els dies amb cabals més alts comportaren un increment en les concentracions de manganès a la desembocadura. Per contra, l'alumini tendeix a diluir-se quan augmenta l'aportació.

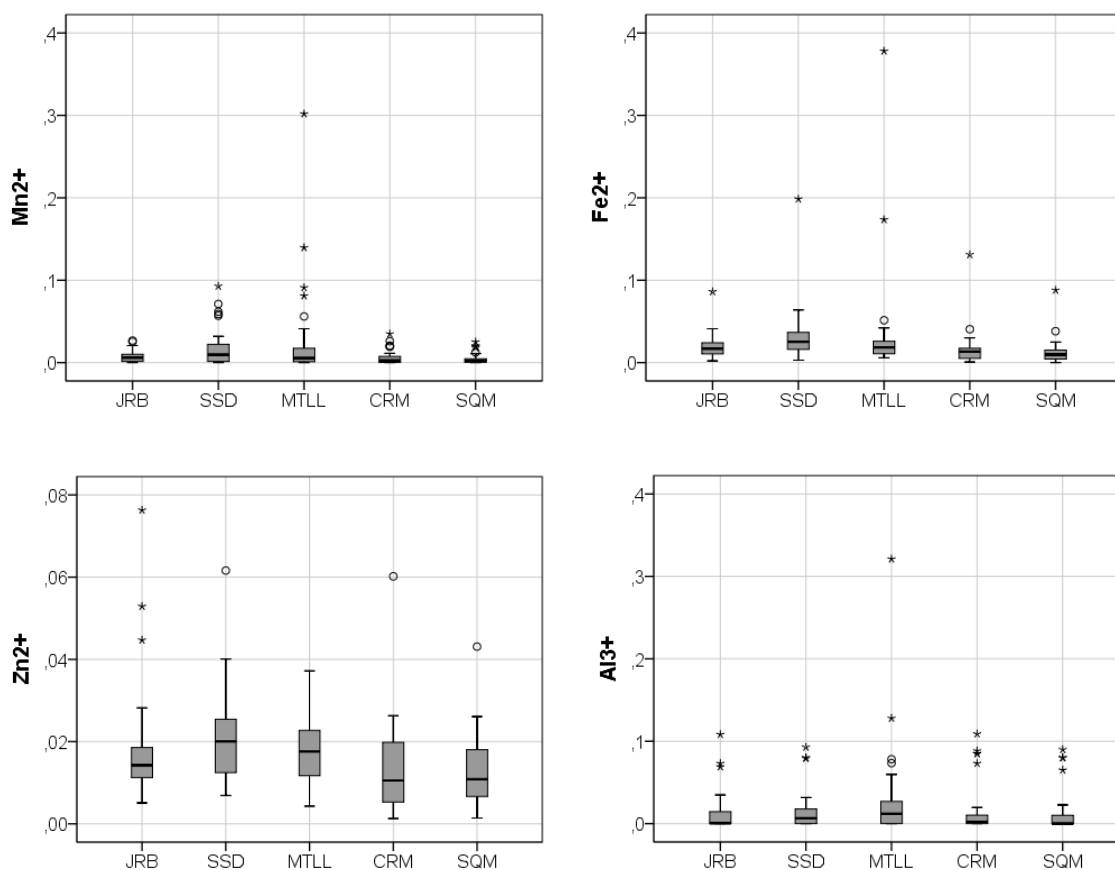


Figura 5.13. Interval de concentracions dels elements traça en $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Als mapes de la figura 5.14 es representa la variabilitat espacial de les concentracions de silici, nitrats, fòsfor i fosfats a les aigües superficials del riu Anoia.

Com s'ha vist a l'apartat 3.2.1, el silici és l'element més abundant de l'escorça terrestre, i també és habitual trobar-lo dissolt a l'aigua, sovint en forma de silicats. A les mostres recollides durant els anys de mostreig, les concentracions més altes han estat a Jorba, i s'han anat diluint aigües avall. De nitrats, en canvi, seria desitjable no trobar-ne: malgrat s'han registrat volums molt petits, a St. Sadurní i a Martorell la seva presència ha estat més constant. El mateix passa amb els fosfats, que s'estenen al llarg de tot el riu principal, inclosa la secció de Jorba. El fòsfor total, per la seva banda, presenta majors concentracions a la capçalera i a la desembocadura. Amb l'excepció del silici, els paràmetres analitzats aquí deuen la seva presència a les alteracions produïdes per les activitats humanes, especialment pel vessament d'aigües residuals i per l'ús de productes per a l'agricultura (Associació Hàbitats, 2014).

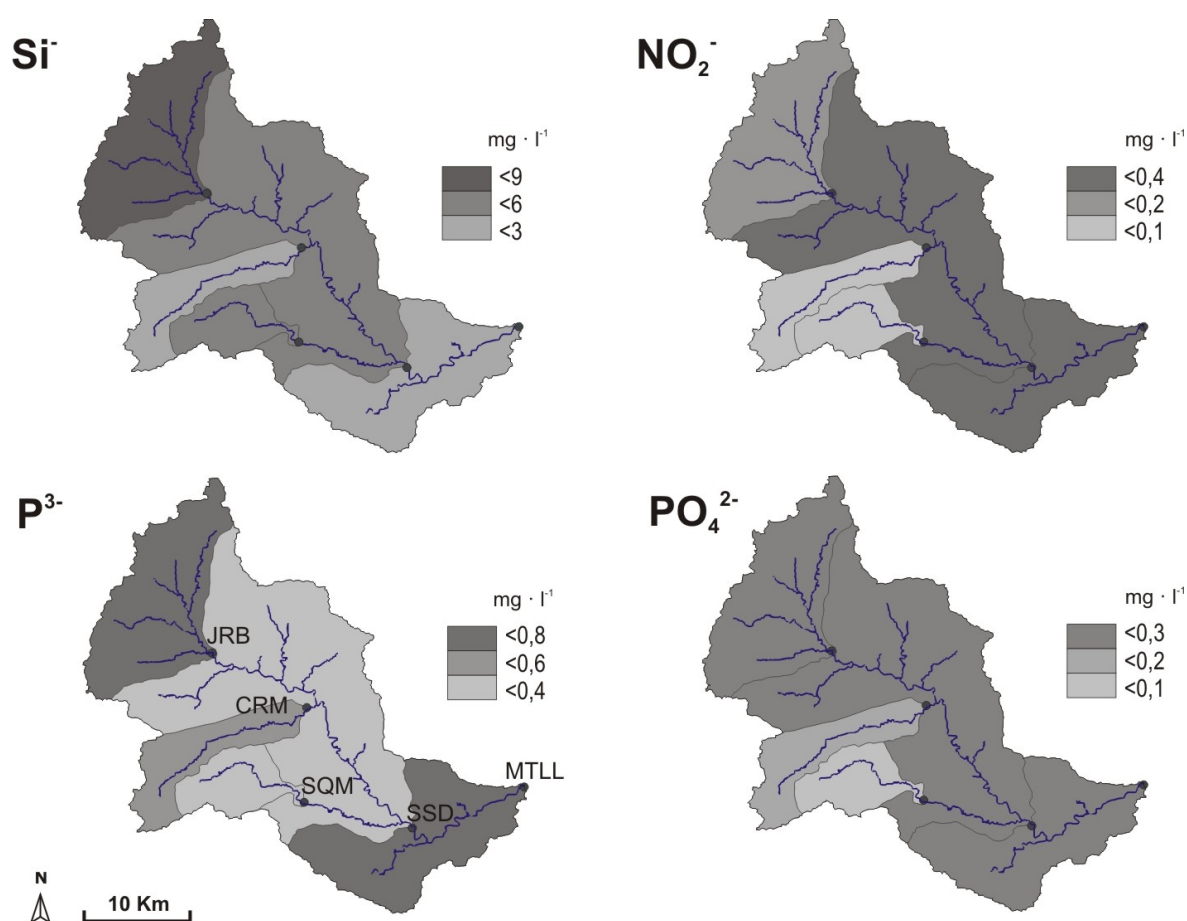


Figura 5.14. Mapes de distribució de les concentracions mitjanes dels elements traça (silici i no metalls) a la conca del riu Anoia.

Les gràfiques de caixes de la figura 5.15 posen de manifest un cop més la variabilitat entre mostres i entre punts de mostreig. Les concentracions de silici són les que més variabilitat presenten entre seccions, amb un rang de valors comprès entre 0 i 5 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a Martorell, l'estació amb menor presència d'aquest element, i entre 2 i 12 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a Jorba, la major.

La presència dels nitrats a les aigües fluvials també ha estat molt variable. Les rieres apareixen com les menys contaminades per aquest paràmetre, però al canal principal, amb quantitats variables al llarg del període mostrejat, se n'han registrat molts més. A St. Sadurní, trobem els punts més afectats de la conca.

El fòsfor total també presenta un rang força ampli en les concentracions a cada punt de mostreig. Per la seva banda, els fosfats queden idènticament distribuïts a les tres seccions del riu, que, amb una mitjana superior als 2 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, han arribat a superar els 6 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. A les rieres la variabilitat ha estat considerable, però la mitjana queda molt propera a zero, essent les aigües que presenten millor qualitat ecològica vistos aquests paràmetres.

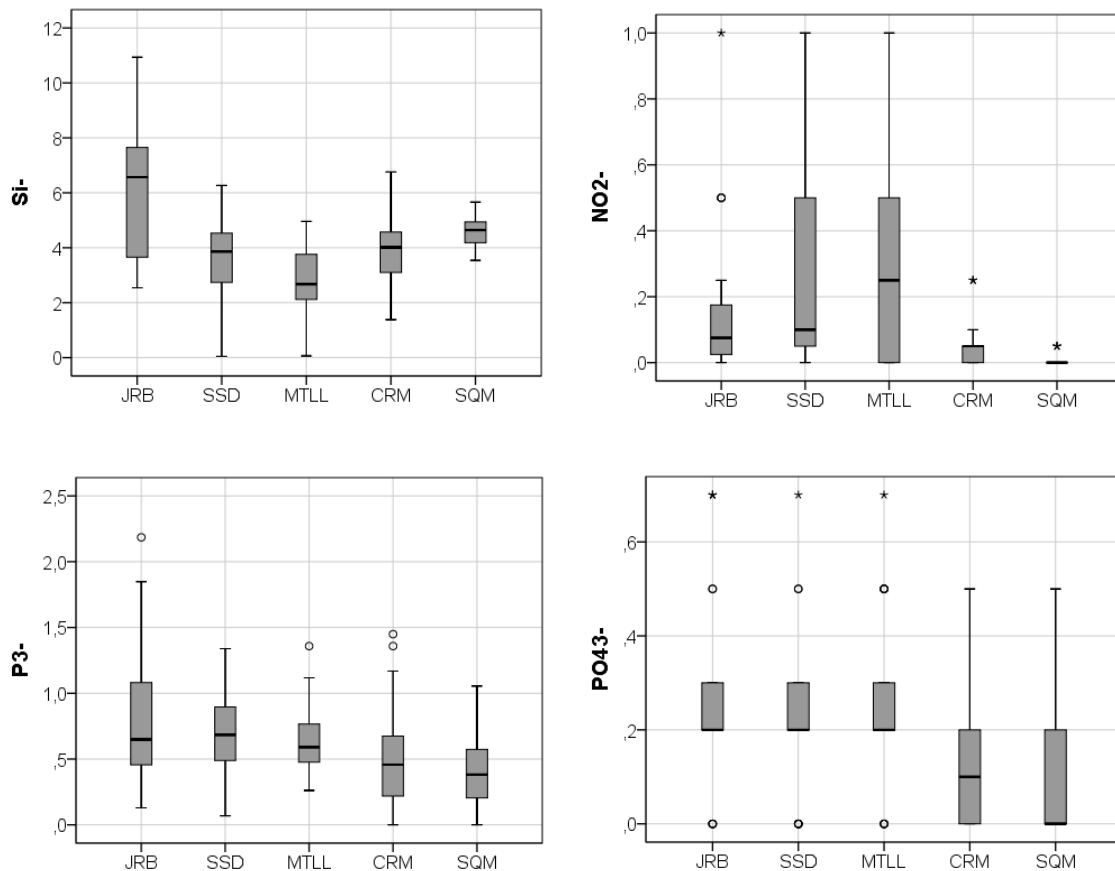


Figura 5.15. Interval de concentracions dels elements traça en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

5.1.8. El sediment en suspensió

S'ha analitzat el pes del sediment en suspensió per litre de totes les mostres, però no té sentit donar-li una representació espacial i temporal en aquesta tesi, donada l'extrema variabilitat natural del paràmetre. Com s'ha esmentat a l'estat de la qüestió i a la metodologia, aquestes partícules transportades pel riu presenten els seus màxims durant els episodis de crescuda, i els mínims en períodes sense pluja, la major part del temps. La seva presència al riu, no obstant això, pot ser deguda a molts factors, doncs qualsevol abocament repercuteix directament en el volum registrat d'aquest paràmetre. Efectivament, les mostres més tèrboles es recolliren durant els dies de cabals més alts.

Els resultats de les anàlisis mostren, de totes formes, que el transport de sediment en suspensió al riu Anoia es dona segons els paràmetres de geometria hidràulica establerts (Charlton, 2008), essent menor a la capçalera, i augmentant a la desembocadura. Farguell (2005) ja estudià aquest paràmetre i confirmà aquest fet entre les estacions d'aforament de Jorba i de St. Sadurní. A les mostres analitzades aquí, el valor màxim es registrà a Martorell, amb $3874 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, com s'ha vist a l'apartat 5.1.1. Aquesta dada es registrà el 5 de novembre de 2011, i a St. Sadurní, el mateix dia, passaren $611 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ de partícules en suspensió. A la gràfica de caixes de la figura 5.16 es pot veure la gran variabilitat de valors a totes les estacions, amb l'excepció de St. Quintí, les quantitats de sediment suspès de la qual no superà en cap cas els $25 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Una mostra de l'extrema variabilitat d'aquest paràmetre la trobem en el fet que, durant un episodi de crescuda, a St. Sadurní es van arribar a mesurar més de $15000 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ de càrrega suspesa (Farguell i Sala, 2005). Per tant, es tracta d'un factor que implicaria un mostreig continu i sistemàtic, especialment durant els episodis de crescuda, en què la freqüència hauria de ser major. Els costos derivats d'aquesta recerca podrien ser molt elevats.

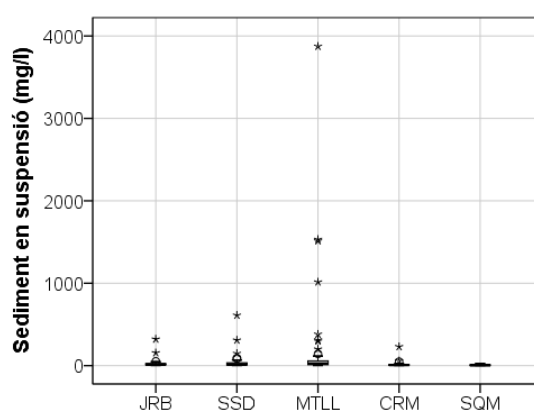


Figura 5.16. Intervals de concentracions de SS en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

5.1.9. Anàlisi dels components principals dels cinc punts de mostreig del riu Anoia

A l'apartat 4.4 s'han presentat els resultats de l'anàlisi dels components principals de cada secció mostrejada. Aquesta eina s'ha aplicat, a continuació, als 22 paràmetres fisicoquímics més representatius de les 240 mostres preses a les aigües superficials de l'Anoia.

La taula 5.4 recull els cinc components principals detectats, els quals expliquen el 70% de la variància entre els paràmetres. La taula 5.5 mostra els valors compresos entre -1 i 1 resultants de l'anàlisi, i s'ha marcat el valor més elevat corresponent a cada paràmetre, en negreta els positius, i en negreta i vermell els negatius.

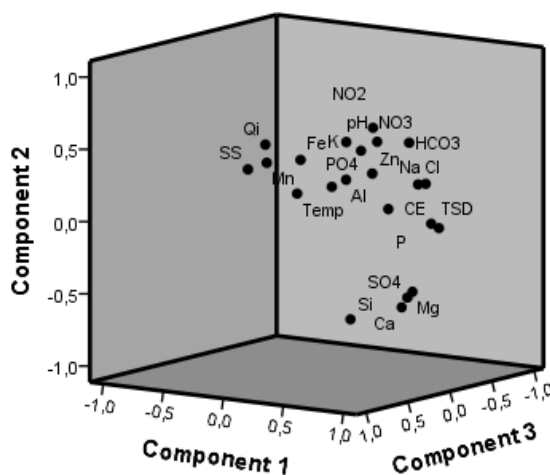
ACP de les 240 mostres del riu Anoia

	Component				
	1	2	3	4	5
Qi	-,164	,522	,376	,057	-,220
Temp	-,300	,087	-,197	-,660	,197
pH	,012	,370	-,511	,126	,369
CE	,888	,013	-,094	-,276	-,038
SS	-,150	,385	,604	-,055	,020
Ca ²⁺	,769	-,551	,087	,154	,036
Na ⁺	,868	,293	-,058	-,215	,027
Mg ²⁺	,858	-,435	,085	,058	,000
K ⁺	,322	,550	,108	-,239	,067
HCO ₃ ⁻	,518	,498	-,361	,088	,173
Cl ⁻	,763	,269	-,116	-,394	,004
SO ₄ ²⁻	,835	-,473	,113	,028	-,034
NO ₃ ⁻	,309	,495	-,280	,194	-,517
Mn ²⁺	,083	,470	,713	,047	,134
Fe ²⁺	,208	,471	,489	,186	,313
Si ⁻	,513	-,624	,331	,049	-,112
Zn ²⁺	,383	,307	-,115	,309	,464
Al ³⁺	,072	,213	-,247	,452	-,311
NO ₂ ⁻	,288	,593	-,259	,049	-,323
PO ₄ ³⁻	,366	,279	,343	-,224	-,358
P ³⁻	,659	,118	,089	,448	,152
TSD	,981	-,002	-,054	-,136	,028

Riu Anoia: Variància total explicada

Compo- nent	Sumes de les saturacions al quadrat de l'extracció		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	6,834	31,062	31,062
2	3,653	16,603	47,665
3	2,205	10,024	57,690
4	1,477	6,713	64,402
5	1,226	5,572	69,974

Taula 5.4. Selecció dels CP segons variàncies entre paràmetres.



Taula 5.5 i figura 5.17. Resultats de l'ACP i gràfic de dispersió dels factors dels components 1, 2 i 3 del riu Anoia.

La figura 5.17 (pàgina anterior) mostra una gràfica tridimensional que agrupa els paràmetres segons els tres components principals, que permet veure semblances i diferències entre els mateixos, segons la seva posició en els eixos.

D'una banda, el sediment en suspensió i el cabal es troben molt propers, a l'extrem oposat de la conductivitat i el TSD, pel qual es pot considerar que l'anàlisi confirma un cop més aquestes interrelacions inverses. Ara bé, la dispersió entre la resta de paràmetres és més evident que en l'estudi de les seccions en particular. Els elements de sodi i clor apareixen molt junts, d'una banda, i els ions de sulfats, magnesi i calci ho fan per altra. El silici apareix oposat al pH i als nitrats, i allunyat dels paràmetres esmentats.

Com s'ha fet en cada punt de mostreig, aquí també s'han representat els valors del CP 1 i del CP 2 per a determinar les relacions més significatives. Pel global de les mostres del riu Anoia, trobem una disminució del silici i dels ions de sulfats, calci i magnesi en davant l'augment de cabal, sediment suspès, pH i manganès, per una banda; i de l'increment de total de càrrega dissolta, conductivitat elèctrica i els ions salins, per una altra.

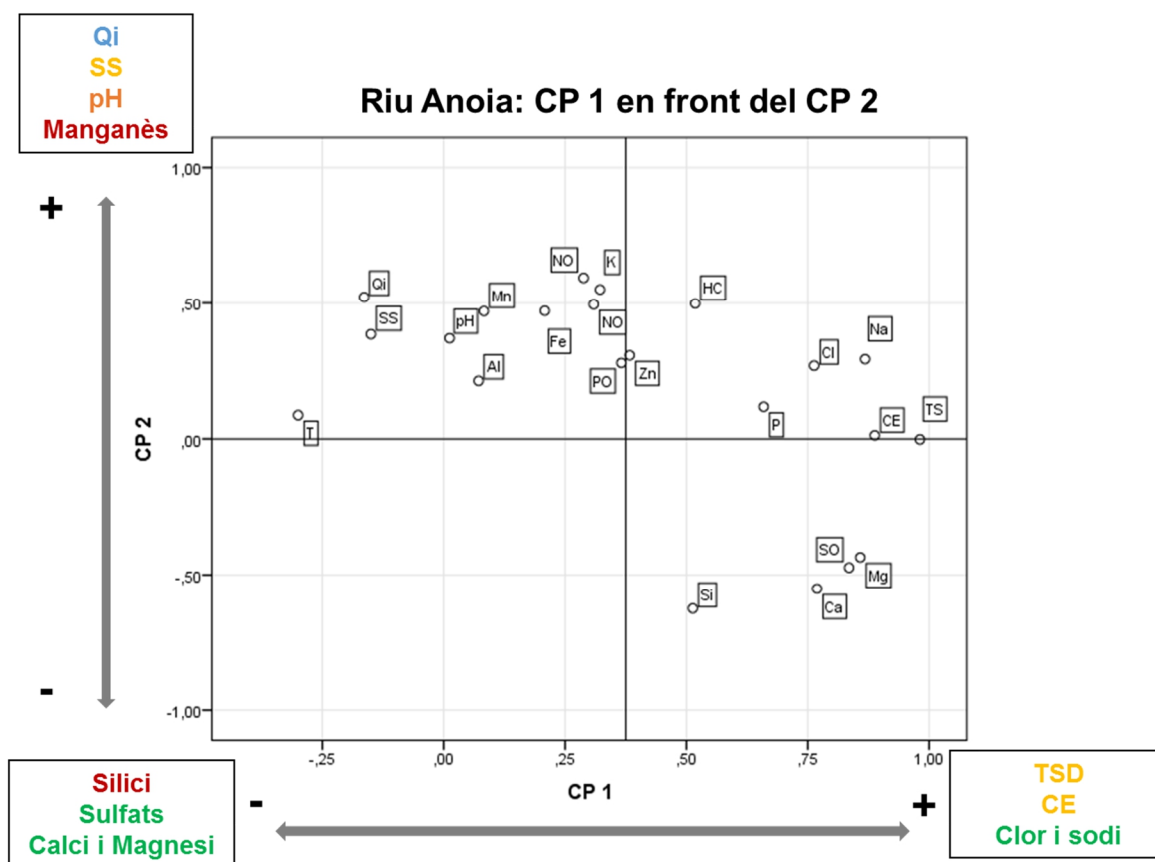


Figura 5.18. Representació del CP1 en front del CP2 de les 240 mostres d'aigua del riu Anoia.

5.2. L'evolució temporal del TSD a la conca del riu Anoia, els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13

El capítol 5 es tanca en el present apartat amb les representacions gràfiques de les variacions temporals dels paràmetres químics analitzats. Aquí es mostren els valors de les mesures en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, del cabal instantani del moment de mostreig. Es tracta, doncs, de representacions puntuals en el temps d'aquestes concentracions, i es comparen amb el cabal mitjà diari registrat a Sant Sadurní d'Anoia els dies de treball de camp.

5.2.1. Relació temporal entre el cabal i el total de sediment dissolt

La gràfica de la figura 5.19 mostra el total de sediment dissolt mesurat a les mostres de cada secció al llarg del període estudiat, en front del cabal mitjà diari de St. Sadurní. A l'apartat 4.3 hem vist la relació inversa entre paràmetres a totes les estacions d'aforament per separat, i ara s'han representat conjuntament per a facilitar la comprensió de les diferències en el grau de mineralització de les aigües, alhora que s'aprecien els diferents pics i caigudes en les concentracions. En general, es pot veure com augmenten o disminueixen simultàniament, llevat d'alguna excepció, com el cas de l'agost de 2013, en què el TSD augmentà a Jorba i Carme, però caigué a les tres altres seccions.

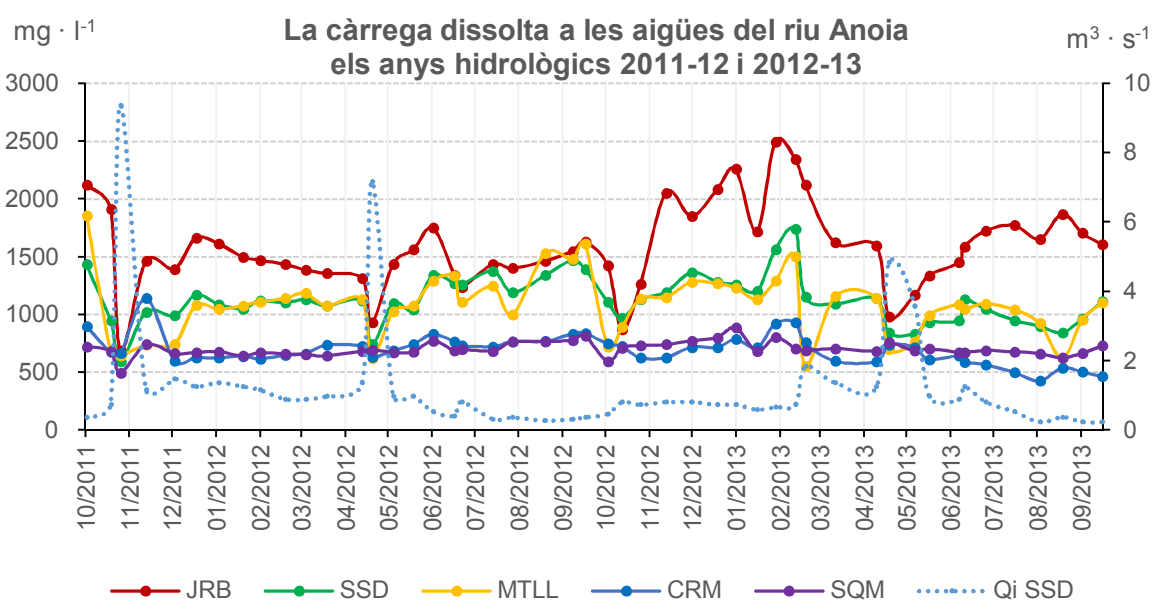


Figura 5.19. Evolució del total de càrrega dissolta per punts de mostreig i del cabal mitjà diari de St. Sadurní els anys hidrològics 2011-12 i 2012-13.

5.2.2. Alteracions temporals en les concentracions iòniques

A la pàgina que segueix es presenten les gràfiques de l'evolució temporal de les concentracions dels cations majoritaris, representada en front del cabal mitjà diari de St. Sadurní els dies de treball de camp (figura 5.20).

El contingut en calci de les mostres a cada punt de mostreig s'ha explicat als apartats 4.1, 4.2 i 4.3, ara bé, resulta interessant veure l'evolució d'aquest paràmetre en conjunt perquè es posa de manifest la duresa de les aigües a tots els punts, especialment a la capçalera. També en aquesta secció es pot apreciar com els períodes més secs comporten un increment d'aquest ió molt més pronunciat que a la resta de la conca.

El contingut en sodi presenta més variacions en el temps a més de les degudes a causa de les crescudes, essent notablement major al riu principal que als afluent. A la riera del Carme s'observa un increment de sodi durant una crescuda del maig de 2013, mentre que a la resta de la conca tendeix a disminuir.

Les concentracions de magnesi a l'aigua disminueixen força en comparació amb els dos primers cations majoritaris i, a més, es veu que la seva presència a totes les seccions té un volum similar, amb l'excepció de la capçalera, que com ja s'ha vist als apartats 5.1.1 i 5.1.5, conté els valors màxims registrats. Els episodis de crescuda del riu són els principals responsables de les variacions temporals d'aquest paràmetre.

Amb encara menor concentració, el potassi tanca el grup dels cations majoritaris. De fet, es tracta d'un element comú a les aigües d'escolament, però en proporcions més petites (Úbeda *et al.*, 2002). Les màximes s'han trobat a Martorell, que presentà un pic excepcional al juliol de 2012, després d'un ruixat d'estiu. En general, aquest paràmetre també s'ha mantingut estable, però al contrari dels ions esmentats, aquest tendeix a augmentar amb el cabal.

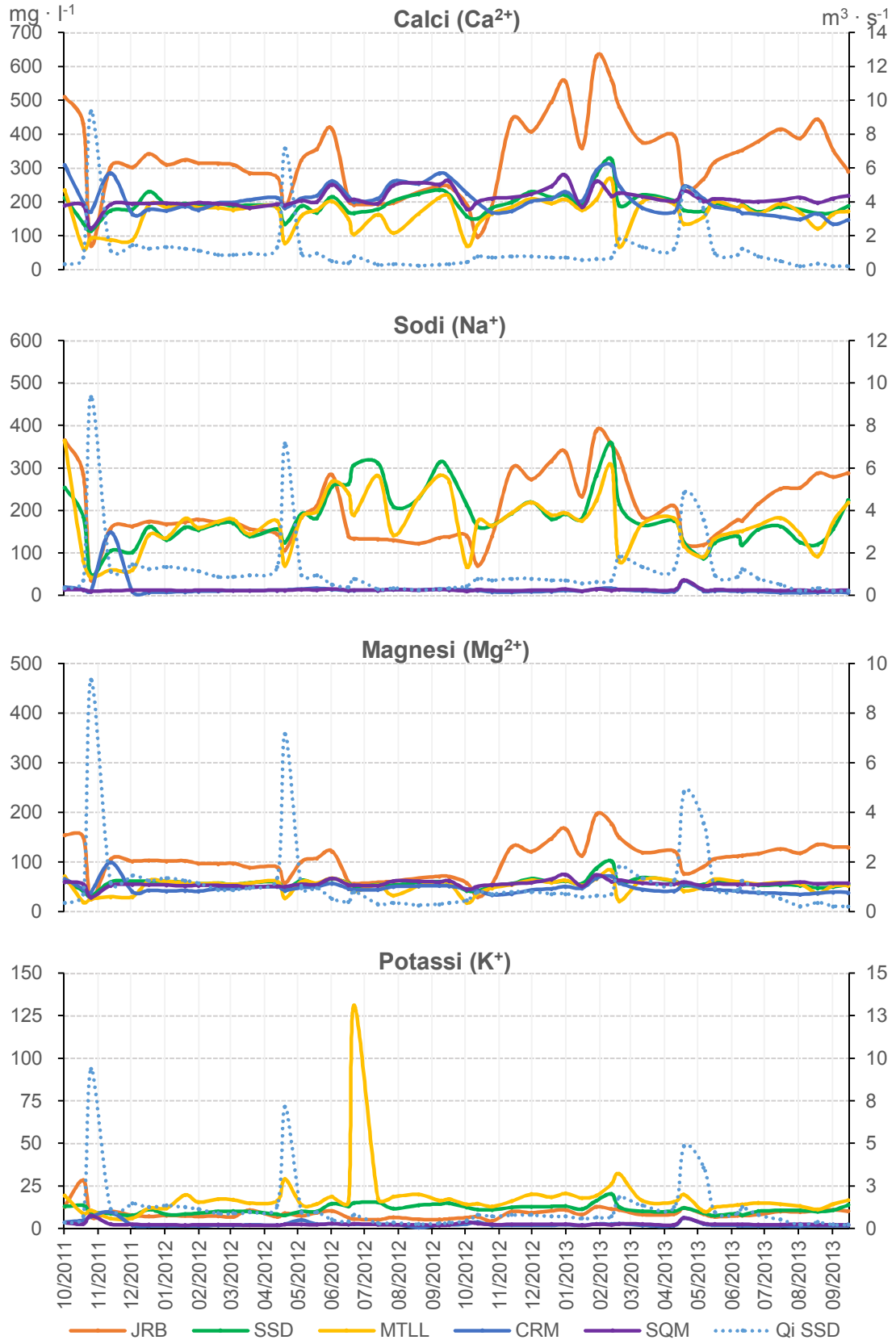


Figura 5.20. Canvis temporals en les concentracions dels cations majoritaris als cinc punts de mostreig del riu Anoia.

A continuació, es mostren les gràfiques de l'evolució temporal de les concentracions dels anions majoritaris, representada en front del cabal mitjà diari de St. Sadurní els dies de mostreig (figura 5.21).

Amb un rang de valors força reduït en comparació amb d'altres elements, els bicarbonats constitueixen l'anió majoritari més abundant a les aigües del riu Anoia. En aquest cas els valors màxims corresponen a St. Sadurní, i els mínims a la riera de Mediona. La variabilitat en el temps registrada dels bicarbonats és notable: malgrat s'aprecia un descens generalitzat de les concentracions durant les crescudes, es detecten alhora moltes pujades i baixades en períodes secs. De fet, a final de l'any hidrològic 2012-13, sembla que esdevé una disminució dels bicarbonats a tots els punts de la conca, alhora que el cabal és baix.

Les variacions intraconca en les concentracions de clor també s'han explicat als apartats 5.1.1 i 5.1.6. A Jorba li corresponen els màxims valors enregistrats, i els mínims són a les rieres. A aquestes seccions, així com a St. Sadurní, la variabilitat temporal no ha estat tan marcada com a la capçalera i a la desembocadura, on no tan sols el cabal ha estat el responsable directe de l'increment o la disminució, sinó que caldria considerar altres factors que hagin condicionat el contingut en clor. Al contrari del que s'ha vist amb els bicarbonats, a final del període de mostreig, aquestes concentracions tendeixen a augmentar.

Els sulfats també són ions abundants a les aigües de l'Anoia, incloses les rieres. Els valors registrats i la seva evolució en el temps no són tan irregulars com els anions ja comentats, però a Jorba destaquen per ser molt més elevats que a la resta.

Les concentracions de nitrats són molt inferiors a la de la resta d'ions majoritaris. Aquest paràmetre, a partir de valors de $15 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, pot provocar l'eutrofització de les aigües, per tant, i per fortuna, els valors enregistrats són baixos en general. Les aigües de St. Sadurní i de Martorell, en aquest ordre, són les que més nitrats contenen, amb força variacions al llarg del temps. El cabal no sembla haver condicionat la seva presència en gairebé cap cas.

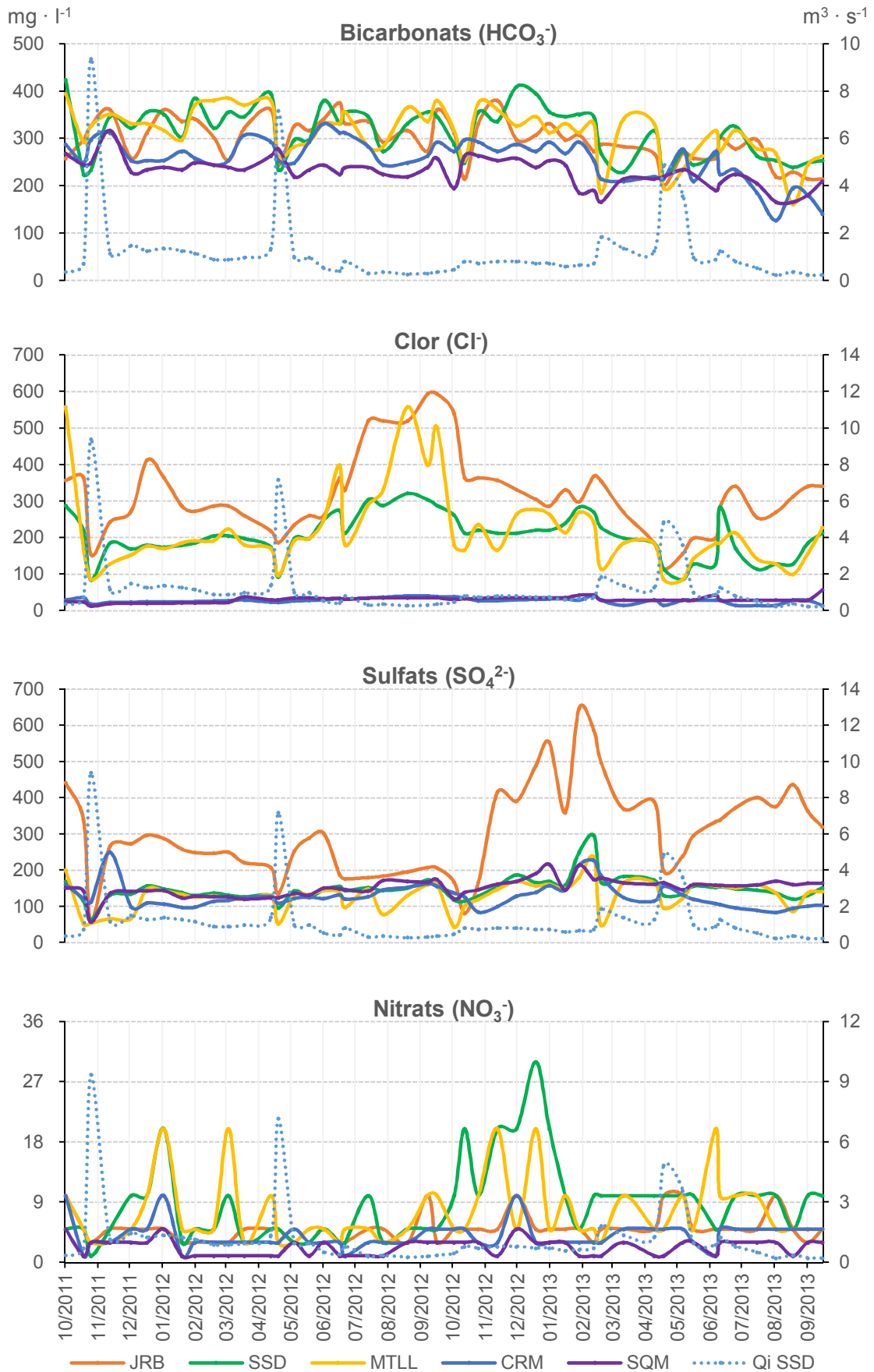


Figura 5.21. Canvis temporals en les concentracions dels anions majoritaris als cinc punts de mostreig del riu Anoia.

A la pàgina que segueix es presenten les gràfiques de l'evolució temporal de les concentracions de manganès, ferro, zinc i alumini, representades en front del cabal mitjà de St. Sadurní els dies de mostreig (figura 5.22). Es tracta d'elements traça, pel qual el rang de valors és molt inferior als vistos fins el moment.

Les variacions temporals en les concentracions de manganès semblen tenir una estreta relació amb les del cabal a les aigües de totes les seccions. De fet, aquest paràmetre tendeix a augmentar amb l'aportació, al contrari del què passa amb la majoria de soluts. Aquest factor pot indicar que la presència de manganès al riu depèn de l'arrossegament de partícules contingudes a les lleres, produït per l'efecte de la pluja.

El comportament del ferro en aigua al llarg dels dos anys hidrològics és més difícil d'explicar. Les elevades concentracions trobades a St. Sadurní en comparació amb la resta de seccions impossibilita veure amb major detall les variacions dels valors més baixos. A més, els pics i crescudes enregistrats al centre de la conca no sempre responen a un increment o disminució del cabal, pel qual la presència d'aquest element implica forçosament altres factors, amb tota probabilitat, antròpics.

També a St. Sadurní es troben les màximes concentracions de zinc. A Martorell i la riera de Mediona, aquest paràmetre s'ha mantingut constant la major part del temps. En canvi, a Jorba i a Carme, les variacions són més notables. En general, la presència de zinc tendeix a augmentar dies després d'una crescuda, però amb el temps torna a baixar.

L'alumini és el metall que més irregularitats ha presentat en el temps fins el moment. A la gràfica es pot veure un augment pronunciat a Martorell el desembre de 2011, i a les rieres també es registraren els valors més elevats a l'abril-maig i desembre de 2012. Les concentracions en l'aigua més estables en el temps d'aquest element s'han trobat a la capçalera. A St. Sadurní, resulta ser l'únic indret on es dilueix en augmentar l'aportació, fet que indicaria que la seva presència aquí és constant també al llarg del temps.

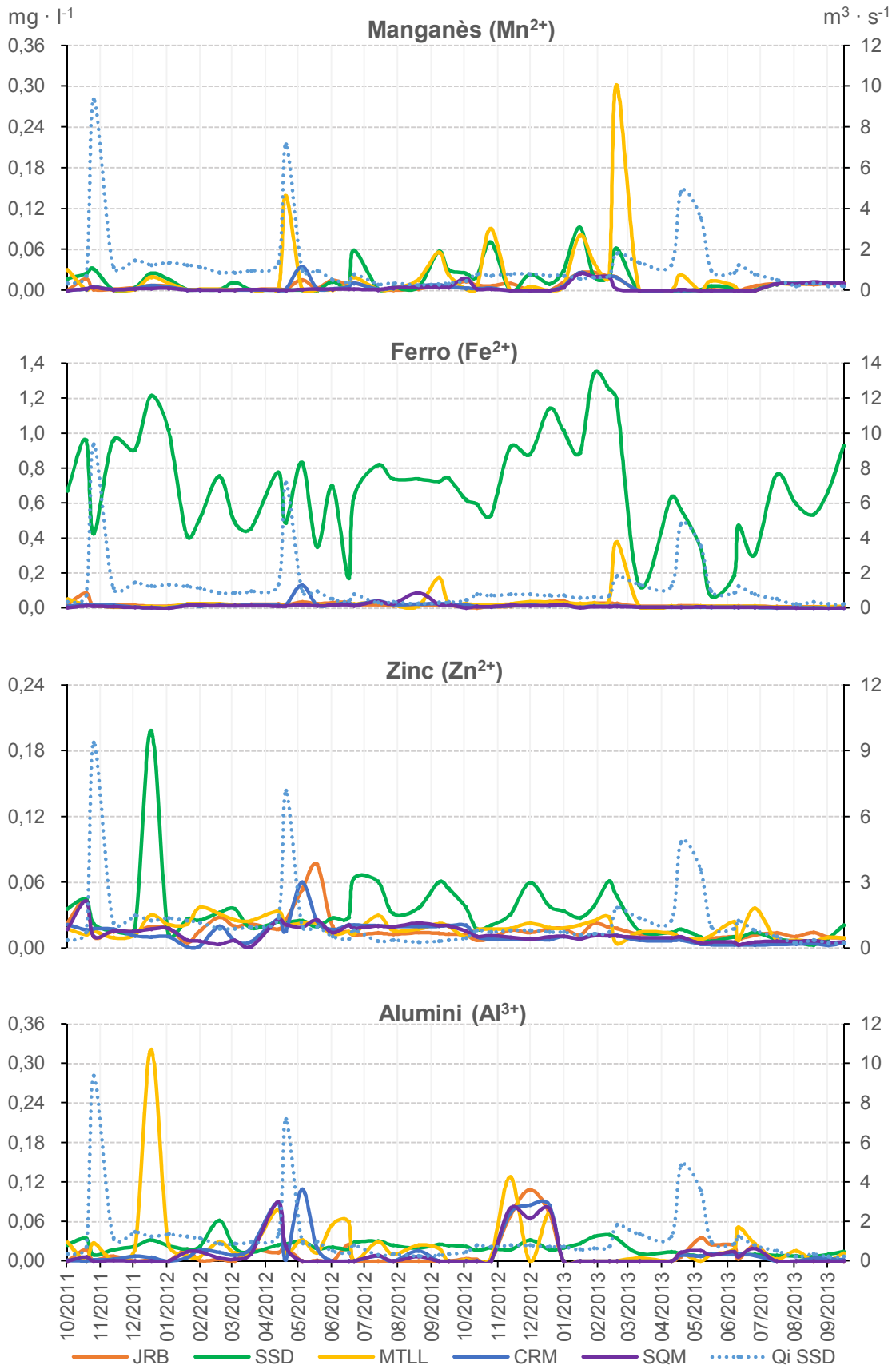


Figura 5.22. Canvis temporals en les concentracions dels metalls traça als cinc punts de mostreig del riu Anoia.

A continuació es mostren les gràfiques de l'evolució temporal de les concentracions de silici, nitrats, fòsfor i fosfats, representades en front del cabal mitjà diari de St. Sadurní els dies de treball de camp (figura 4.23).

El silici apareix com a element molt present a les aigües de totes les seccions. Ara bé, a les crescudes del primer any hidrològic, s'aprecia un descens en les concentracions a tot arreu. A partir del segon any, però augmenta notablement a la capçalera, i el cabal sembla tenir menys efecte sobre el seu comportament. A la riera de Mediona es trobà en quantitats similars la major part del temps. Malgrat les grans oscil·lacions presentades, es pot observar clarament com a St. Sadurní i a Martorell el comportament és similar.

Els nitrats han estat ions molt variables al llarg del període de mostreig a tota la conca, tant és així, que no se'ls pot atribuir cap comportament en particular. Especialment, al canal principal, des de la capçalera fins la desembocadura, les concentracions de nitrats han oscil·lat entre valors de 0 i 1 mg·l⁻¹ amb independència del cabal i de l'estació de l'any. A les rieres s'ha donat el mateix cas, però amb valors que no han superat els 0,3 mg·l⁻¹ a Carne, ni els 0,1 mg·l⁻¹ a St. Quintí.

El que més destaca de la gràfica temporal del fòsfor és la seva tendència a disminuir a final de cada any hidrològic, especialment el segon. No és un element absent de variacions temporals, però resulta evident que es dilueix amb els cabals elevats. També cal anotar que les concentracions d'aquest paràmetre són mínimes a St. Sadurní, on no presenta variacions notables.

Les variacions temporals dels fosfats tampoc no permeten establir un patró en funció del cabal ni de l'estació de l'any, com en el cas dels nitrats. Un fet que cal considerar és que és més probable que es trobin fosfats amb la presència de nitrats. Aquests dos paràmetres indiquen activitats microbianes perilloses per a l'ecosistema aquàtic; per tant, s'haurien d'estudiar conjuntament amb altres anàlisis biològiques.



Figura 5.23. Canvis temporals en les concentracions de silici i de no metalls traça als cinc punts de mostreig del riu Anoia.



Figura 6.1. Limnigraf en desús a l'estació d'aforament de Jorba, febrer de 2012. Fotografia d'Elena Rallo.

6. DISCUSSIÓ

6. Discussió

Als resultats presentats als capítols 4 i 5 s'expliquen la composició química i els paràmetres físics del sediment dissolt de les aigües superficials del riu Anoia, alhora que es detecten les seves diferències al llarg de la conca i les seves variacions al llarg de dos anys hidrològics. Abans de presentar les conclusions finals, cal discernir fins a quin punt s'han confirmat les hipòtesis i els propòsits de la tesi, debatre la metodologia emprada i valorar les aportacions de la mateixa.

6.1. Verificació de les hipòtesis inicials i dels objectius de la tesi

A continuació, es contrasten les hipòtesis de partida exposades a l'apartat 1.3 amb els resultats obtinguts.

Hipòtesi 1: La litologia és la principal responsable del total de sediment dissolt a l'aigua.

Verificació: No hi ha dubte que el tipus de substrat afecta directament al contingut total en minerals de les aigües d'escolament. Aquest fet s'ha comprovat tant en les diferents concentracions de soluts al llarg de la conca, com pel fet que, durant les crescudes, aquesta càrrega es dilueix, perquè l'aigua de la pluja conté molts menys minerals (Drever, 1997).

Hipòtesi 2: La càrrega dissolta a l'aigua es dilueix quan el cabal augmenta.

Verificació: Els estudis previs sobre les variacions de la càrrega dissolta a l'aigua en funció del cabal s'han demostrat un cop més. A cada punt de mostreig, aquesta relació negativa i potencial s'ha donat de forma diferent, essent la més evident a la desembocadura ($R^2 = 0,63$), i la pitjor relació, a la capçalera ($R^2 = 0,14$). Aquesta anàlisi s'ha estès una mica més enllà i a l'apartat 4.2 s'han trobat els components químics que millor responen al cabal, inclús millor que el total de la càrrega dissolta, i també s'han detectat els que no hi mantenen relació. Alguns dels paràmetres, a més, semblen tenir un comportament completament oposat: les concentracions en aigua augmenten amb el cabal, com ha estat el cas del potassi a les aigües de St. Sadurní i de Martorell.

Hipòtesi 3: Els usos del sòl també tenen el seu impacte en la composició química de les aigües.

Verificació: Aquest fet s'ha comprovat per la presència de determinats elements en la hidroquímica de les aigües, que apareixen en majors concentracions en els trams més antropitzats i, per contra, no apareixen o ho fan en dosis més petites als espais més naturals. Paràmetres com els nitrats, nitrits, i fosfats, i els metalls com el ferro, el zinc, el manganès, el silici i l'alumini, poden formar part de l'ecosistema d'una forma perfectament natural, ara bé, com s'ha vist a l'apartat 4.5, a partir de determinats llistats es considera que hi ha una alteració no natural del medi (CENMA, 2010).

Hipòtesi 4: Dos anys són suficients per a descriure la variabilitat espai-temporal del sediment dissolt.

Verificació: El paquet de dades obtingut de les anàlisis de les 240 mostres és molt gran i divers. Els resultats del mostreig quinzenal al llarg dels anys hidrològics 2011-12 i 2012-13 permeten trobar coherències a l'hora d'explicar els processos que s'estudien. Vist que hi ha patrons que no canvien, com el fet que a la capçalera les concentracions de soluts són majors que a la desembocadura, que les rieres del Carme i de Mediona tenen poques variacions temporals, o que a St. Sadurn d'Anoia s'han trobat les aigües de pitjor qualitat, entre d'altres conclusions, es podria afirmar que sí, dos anys de mostrejos sistemàtics permeten descriure alguns fets sobre el transport de sediment dissolt al riu. Ara bé, sabent a priori que el clima de la regió és molt variable, i sumat al fet que la càrrega dissolta es dilueix amb l'aportació, des d'un punt de vista estadístic o climàtic seria interessant reunir molts més anys de dades, especialment per arribar a predir comportaments específics (Godsey, 2009). Amb les limitacions econòmiques i de disponibilitat de temps, no ha estat possible donar-li continuïtat al projecte.

Hipòtesi 5: Els patrons detectats han de ser similars als de conques anàlogues.

Verificació: Aquesta premissa és la més difícil de comprovar, donades les característiques fisiogeogràfiques tan específiques de la conca de l'Anoia. Ara bé, vistos els treballs previs sobre l'estudi dels soluts en rius, tant mediterranis com més freds o humits, amb substrats diferents, amb més o menys superfície, o diferents usos del sòl, des d'un punt de vista estrictament geomorfològic, la tendència arreu és la

mateixa que s'explica a la verificació de la hipòtesi 1. La recerca duta a terme en aquesta tesi esdevé així una nova aportació al coneixement i l'estudi dels soluts.

A les línies que segueixen es reprenen els objectius específics de la recerca mencionats a l'apartat 1.4 i s'analitza si s'han assolit satisfactòriament.

Objectiu 1: Estimar la producció total anual dels sòlids dissolts.

Resultats: Els càlculs del total del pes de la càrrega dissolta transportada s'han realitzat per cada secció i a l'apartat 4.3 s'han explicat els processos i mostrat els resultats. Amb una bona significació estadística entre sèries de dades, s'ha aconseguit fer aquest balanç de sediment a quatre de les cinc seccions mostrejades. A la riera del Carme aquests resultats són meres aproximacions, donat el grau de llibertat estadística de les dades. Aquesta tasca no hauria estat possible sense l'accés als registres de cabals mitjans diaris de les estacions d'aforament cedits per l'Agència Catalana de l'Aigua.

Objectiu 2: Comparar la dinàmica del sediment dissolt amb la del sediment en suspensió.

Resultats: Tant a l'estat de la qüestió, com a l'apartat 3.2.1 i a l'apartat 5.1.8 s'ha explicat que el sediment en suspensió és un paràmetre altament variable, especialment en àmbits mediterranis. Malgrat s'ha analitzat el contingut en càrrega suspesa de cada mostra, les dades obtingudes no són suficients per a poder definir un comportament en particular. Els resultats obtinguts mostren el pes d'aquestes partícules en el moment puntual de mostreig, i en general una major càrrega suspesa s'ha correspost amb els augments de cabal, alhora que a la desembocadura s'han registrat els valors més alts, fet que sol esdevenir així en rius arreu del món (Charlton, 2008; Munro, 2010). No obstant això, l'anàlisi d'aquest paràmetre requereix d'una metodologia diferent a la que s'ha emprat aquí.

Objectiu 3: Explicar i representar la variabilitat espacial en el transport dels soluts.

Resultats: Aquest és el propòsit inicial que més feina ha portat de la tesi, a més de la variabilitat temporal. En primer lloc s'han analitzat totes les dades obtingudes a cada secció mostrejada, i al capítol 5 s'han presentat els resultats en conjunt. S'han presentat taules, gràfiques i mapes que posen de manifest les grans diferències, així com les similituds, existents entre el total de sediment dissolt transportat per punts, i

entre els paràmetres fisicoquímics analitzats. No tan sols s'ha demostrat la gran variabilitat intraconca, sinó que també s'han vist i representat les variacions en els propis llocs de mostreig.

Objectiu 4: Detectar el comportament estacional dels soluts.

Resultats: Els canvis ocorreguts en el transport del sediment dissolt al llarg dels dos anys hidrològics s'han posat de manifest tot el temps. A l'apartat 4.3, alhora que s'ha computat el total de la càrrega dissolta transportada, s'han presentat gràfics i taules que mostren el total del pes i la producció de sediment dissolt per estacions de l'any. Ens hem trobat amb el fet que els dos anys hidrològics han estat força diferents en l'aspecte meteorològic, essent més sec el primer que el segon, i que la precipitació acumulada als diferents punts de la conca també ha variat segons el lloc en particular, afectant directament a la producció total de sediment en dissolució. En general, la primavera i la tardor han estat les estacions de l'any en què més sediment dissolt ha transportat l'aigua, amb les excepcions de Martorell i St. Quintí, on l'hivern destaca com a segona estació de l'any en producció total mitjana.

A l'apartat 5.2 s'han representat gràficament les variacions registrades en les diferents concentracions de sòlids dissolts i de cada paràmetre químic analitzat en concret, per estacions d'aforament, al llarg del període de mostreig. A falta de més anys de mostres, és difícil determinar un comportament estacional per cada paràmetre, més enllà del fet que depenen de l'aportació del moment i de les fonts d'origen.

Objectiu 5: Identificar la influència dels factors hidrometeorològics, fisiogràfics i antròpics sobre el total de sediment dissolt.

Resultats: Els tres factors s'han detectat en diferent mesura. Com ja s'ha vist, la precipitació atmosfèrica, amb el conseqüent augment del cabal, és responsable directa de la càrrega dissolta transportada, fet que s'ha comprovat a cada secció mostrejada. Els elements fisiogràfics i antròpics s'han detectat mitjançant l'anàlisi dels components principals i l'estudi dels llinars per a determinar la qualitat de l'aigua (apartats 4.4. i 4.5). La influència del tipus de substrat en la hidroquímica de les mostres s'ha fet palesa i s'ha mostrat prou constant al llarg del període treballat. D'altra banda, l'impacte dels diferents usos del sòl en el sediment dissolt s'ha trobat principalment al canal principal del riu, essent major al tram mig i a la desembocadura. Les anàlisis realitzades en aquesta tesi no són suficients, no obstant, per a detectar

elements tòxics a les aigües d'escolament ni per a determinar-ne un origen concret, com es veurà en el següent apartat. Ara bé, els resultats obtinguts mostren l'estreta relació entre una pitjor qualitat de l'aigua i un punt de mostreig envoltat d'activitats humanes, així com a l'inrevés.

Objectiu 6: Trobar coincidències entre els resultats obtinguts i d'altres treballs afins.

Resultats: Com s'ha vingut explicant a l'inici del capítol, no hi ha treballs similars al que s'ha realitzat a la conca de l'Anoia durant aquests dos anys. Amb tot, s'han consultat les dades dels treballs puntuals sobre la qualitat del riu i s'han trobat similituds i diferències en les mesures de conductivitat elèctrica en alguns dels punts de mostreig:

- Rovira (2008) mesurà la conductivitat a Martorell, resultant de $3020 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. El màxim registrat en les nostres campanyes de camp fou per aquesta estació d'aforament de $2510 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, i la mitjana de les mesures és de $1866 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (taula 4.5). Aquesta dada contrasta amb la seva estimació de l'aportació de clorurs al Llobregat, resultant de 30970 Kg/dia. El total de la càrrega dissolta per dia resultant dels càlculs realitzats en aquesta tesi és per aquest punt de més de 90000 kg/dia de mitjana, si bé és cert que aquestes concentracions també contenen bicarbonats i sulfats en quantitats equiparables als clorurs.
- Els treballs de Prat i Munné (1995) i Munné i Prat (1999) passaren per l'estació d'aforament de Sant Sadurní d'Anoia, i aleshores registraren uns valors de conductivitat elèctrica similars als que s'han registrat aquí, però per damunt dels $2000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (la mitjana de les mostres de la tesi és de $1971 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, com es pot veure a la taula 4.4).
- Dades inèdites de les mesures de Farguell (2005) revelaren unes conductivitats de fins més de $4000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ l'estiu del 2003 a Jorba, mesura a la que s'hi ha aproximat una de les nostres mostres, també a l'estiu (2012).

Feta la dissecció de les hipòtesis i dels objectius, es pot afirmar en general que els resultats són satisfactoris. Totes les premisses inicials s'han comprovat, i els objectius s'han assolit resoludament, amb l'excepció de l'estudi del sediment en suspensió que, com s'ha explicat, requereix d'uns mètodes d'anàlisi específics.

Finalment, han sorgit més resultats dels propòsits inicials, alhora que també s'ha plantejat la necessitat d'ampliar l'estudi presentat incrementant el nombre de paràmetres químics analitzats, així com donar-li continuïtat en el temps. A les línies que segueixen es qüestiona aquesta possibilitat.

6.2. Punts forts i limitacions de la metodologia emprada

Punts forts:

- La selecció dels cinc punts de mostreig repartits al llarg de la conca permet fer una aproximació al comportament general de la mateixa.
- L'ampli ventall de mostres recollides permet fer una valoració dels paràmetres fisicoquímics de l'aigua que no deixa lloc a dubte sobre la seva qualitat mitjana.
- El rigorós control en la recollida de mostres, i en les anàlisis al laboratori de Geografia Física i als Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona, confereixen validesa als resultats obtinguts.
- Les anàlisis estadístiques simples i multivariants han permès no només confirmar les hipòtesis inicials, sinó que a més han servit per a comprendre els processos i obrir nous interrogants.
- No existeixen treballs sobre la composició química de l'aigua al riu Anoia realitzats amb aquesta freqüència de mostreig.

Limitacions:

- La poca disponibilitat de temps i la manca de finançament han impossibilitat la continuïtat del projecte en anys posteriors.
- També per falta de recursos, no s'han inclòs a les anàlisis els metalls pesants i elements orgànics que seria convenient conèixer per a determinar el grau de contaminació del riu.
- Per a considerar tots els factors que tenen el seu efecte en la composició química del sediment dissolt, hi ha eines com el *fingerprinting*, que no s'han utilitzat aquí. Aquesta tècnica ha estat llargament emprada en conques petites i mitjanes arreu del món, i és d'avantguarda aprofundir en el coneixement dels processos de

meteorització que es donen a les lleres dels rius a fi de trobar l'origen i les causes de la hidroquímica, tant en aigües superficials com subterrànies. La figura 6.2 mostra un esquema teòric de l'àmbit d'aplicació del *fingerprinting*. El desplegament de recursos necessaris per a realitzar aquestes tasques ha estat la raó limitant.

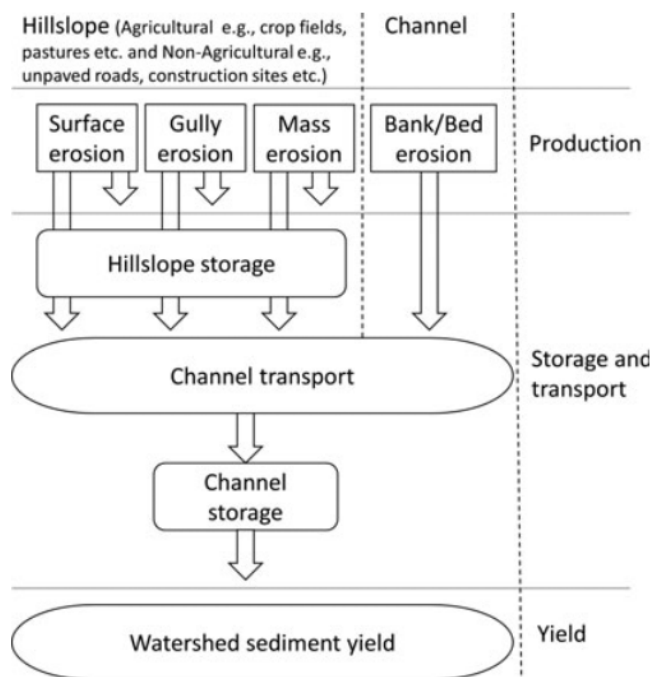


Figura 6.2. Elements a tenir en compte en el *fingerprinting*. Extret de Mukundan *et al.*, 2012.

6.3. Les aportacions de la tesi respecte a d'altres treballs afins

El que ha suposat un gran repte en aquesta tesi ha estat la realització de campanyes de camp periòdiques en una conca d'escala mitjana i gairebé gran. Gregory i Walling (1973) consideraren que a partir de 1000 km² de superfície, l'àrea de captació d'aigües d'un riu ja es considera extensa, i a l'Anoia, amb els seus 926 km², poc li falta per assolir aquesta magnitud.

Existeixen treballs de recerca afins molt complets que incorporen mostrejos periòdics i sistemàtics amb freqüències i sèries temporals més llargues que els aquí tractats, ara bé, aquests projectes es realitzen tan sols en conques petites i experimentals (Ávila, 1989). La major facilitat d'accés als punts de mostreig i el posterior control dels processos que es donen a l'àrea estudiada propicia els treballs continuats en àrees més reduïdes. Alguns exemples de treballs continuats en conques petites els trobem en els de Perona *et al.*

(1999), a Madrid; Müller *et al.* (2003), a Alemanya; Germer *et al.* (2009), a Brasil; o Andrade *et al.* (2012), a Galícia.

El més freqüent en l'estudi dels sediments dissolts en aigües d'escolament és trobar campanyes de camp puntuals: sovint se selecciona un gran nombre de seccions de mostreig, però tan sols es recullen mostres una vegada, o de vegades més, si es busquen les variacions estacionals, en què tan sols es treballa amb dos o quatre mostres anuals.

Per acabar, les aportacions de la tesi no es limiten només a l'estudi del transport del sediment dissolt al riu Anoia. Al capítol 2 s'hi ha afegit un estudi detallat del règim hidrològic de cada estació d'aforament que tampoc no s'havia fet públic. A més, la constant referència a les característiques fisiogràfiques de la conca i dels usos del sòl li confereixen a la tesi un aspecte de monografia, i el lector adquireix un coneixement més profund de l'àrea d'estudi, que tampoc no ha estat gaire objecte de publicacions.



Figura 7.1. Aigües avall de l'estació d'aforament de Sant Sadurní d'Anoia, març de 2013. Fotografia d'Elena Rallo.

7. CONCLUSIONS FINALS

7a. Conclusions finals

Les campanyes de mostreig manual d'aigües superficials en cinc punts repartits a la conca del riu Anoia, realitzades amb una periodicitat de quinze dies durant dos anys hidrològics, 2011-12 i 2012-13, han servit per a recollir 240 mostres que s'han analitzat per a conèixer el seu contingut en sediment dissolt, la composició química del mateix i altres paràmetres físics.

Els resultats han permès confirmar totes les hipòtesis de partida i assolir la majoria dels objectius inicials de la tesi. Així, s'ha pogut determinar la gran variabilitat existent entre els diferents punts de mostreig, tant en el grau de mineralització com en la hidroquímica de les aigües. Els canvis estacionals s'han posat de manifest, però es disposa de sèries temporals de dades massa curtes per arribar a determinar un patró de comportament en aquest sentit.

Al llarg del capítol 4 s'ha fet una dissecció de cada punt de mostreig, descrivint la composició química de les aigües, analitzant estadísticament les sèries de dades i buscant correlacions entre factors, realitzant els càlculs per a l'estimació del total anual de càrrega dissolta transportada i la producció de soluts, realitzant una anàlisi dels components principals a fi de trobar més relacions, i finalment comparant els líndars establerts pels diferents organismes per a determinar la qualitat de l'aigua.

La representació de la variabilitat espai-temporal de la càrrega dissolta i dels paràmetres fisicoquímics analitzats s'ha fet al capítol 5, on es mostren els mapes, gràfics de caixes i gràfiques temporals per a una millor comprensió dels processos que es donen al llarg de la conca.

A mesura que s'han anat interpretant els resultats, s'han anat assolint els objectius i arribat a conclusions particulars. Les línies que segueixen recullen en nou afirmacions les conclusions finals i s'expliquen en cada cas:

1. **L'Anoia és un riu amb una salinitat natural elevada.** Les majors concentracions de soluts a l'aigua superficial es troben a la capçalera, amb valors mitjans de 1576 mg·l⁻¹, i al llarg del curs es van diluint (a Martorell la quantitat de càrrega dissolta és de 1076 mg·l⁻¹ de mitjana). L'entrada d'aigua dels tributaris, molt menys mineralitzats, i el canvi en el tipus de substrat passada la serralada Prelitoral confereixen valors més baixos de SD a Sant Sadurní d'Anoia i a la desembocadura.

Els resultats obtinguts posen en qüestió la utilitat de l'aplicació de mesures de recuperació de rius i lleres, perquè l'elevada salinitat natural del riu Anoia no es pot reduir.

2. **La càrrega dissolta a les aigües del riu Anoia disminueix en augmentar el cabal.** A cada estació d'aforament s'han donat correlacions diferents, però la tònica és la mateixa. A l'estació d'aforament de Martorell s'han donat les millors relacions Q_i/SD , i a la capçalera les pitjors. La bona significació estadística entre les sèries de dades permet concloure que el cabal és un factor determinant en els processos de dilució, però s'ha comprovat que no és l'únic. Els constants processos de meteorització del substrat a la capçalera són la principal causa de la dispersió entre els paràmetres esmentats.
3. **El total del pes del sediment dissolt s'ha estimat a partir de les correlacions entre SD i Q_i ,** segons el mètode proposat per Meybeck (1987). De mitjana, cada any passen 3471 tones de càrrega dissolta a Jorba, 34711 a St. Sadurní, 33238 a Martorell, 6029 a la riera del Carme i 2141 a la riera de Mediona. Les diferències entre el tram mig i la desembocadura ens condueixen a la següent conclusió.
4. **El cabal mitjà de Martorell ha resultat de mitjana inferior al de St. Sadurní,** aigües amunt. Aquest fet ha repercutit en el total de sediment dissolt transportat pel riu, que és inferior a la desembocadura. L'aprofitament de les aigües per als diferents usos urbans, industrials i agrícoles és la causa d'aquesta disminució.
5. **El total de càrrega dissolta transportada pel riu Anoia es podria predir en funció del cabal** si es realitzés un mostreig freqüent i sistemàtic de les aigües superficials, seguint el mètode emprat en aquesta tesi. Els resultats per anys donen un comportament estacional diferent entre ells, si bé la mitjana dels dos anys ens confirma les característiques del clima mediterrani: així, la tardor i la primavera són les estacions de l'any en què el riu transporta més sediment dissolt.
6. **Les anàlisis estadístiques simples i multivariants han servit per a detectar patrons de comportament entre paràmetres a cada estació d'aforament.** L'anàlisi dels components principals ha resultat útil per a determinar la naturalesa de la hidroquímica de les mostres, confirmant hipòtesis en la majoria dels casos. L'únic cas on no s'ha trobat correlacions significatives entre cabal i paràmetres químics és a la riera del Carme.

7. **La composició de les aigües de les rieres de Mediona i Carme ha presentat poques variacions en el temps.** El cabal base d'aquests afluents prové de l'aqüífer de Carme-Capellades, que confereix a la hidroquímica unes característiques particulars ben diferenciades de la resta de punts de mostreig. A tota la conca, els bicarbonats lideren el balanç iònic, amb excepció de Jorba, que també en presenta concentracions moderades. Als afluents, però, les aigües contenen molta més proporció de calci, en front del clor, el segon ió més present al tram final del riu.
8. **L'impacte antròpic s'ha detectat a partir de les variables fisicoquímiques analitzades,** permetent tipificar la conca en tres grans àrees, com es mostra a la figura 7.2a. Les majors concentracions de nutrients associats a l'agricultura (nitrats, fosfats i fòsfor total) s'han trobat a la capçalera, mentre que al tram final s'han registrat els valors més elevats dels metalls i dels nitrits.

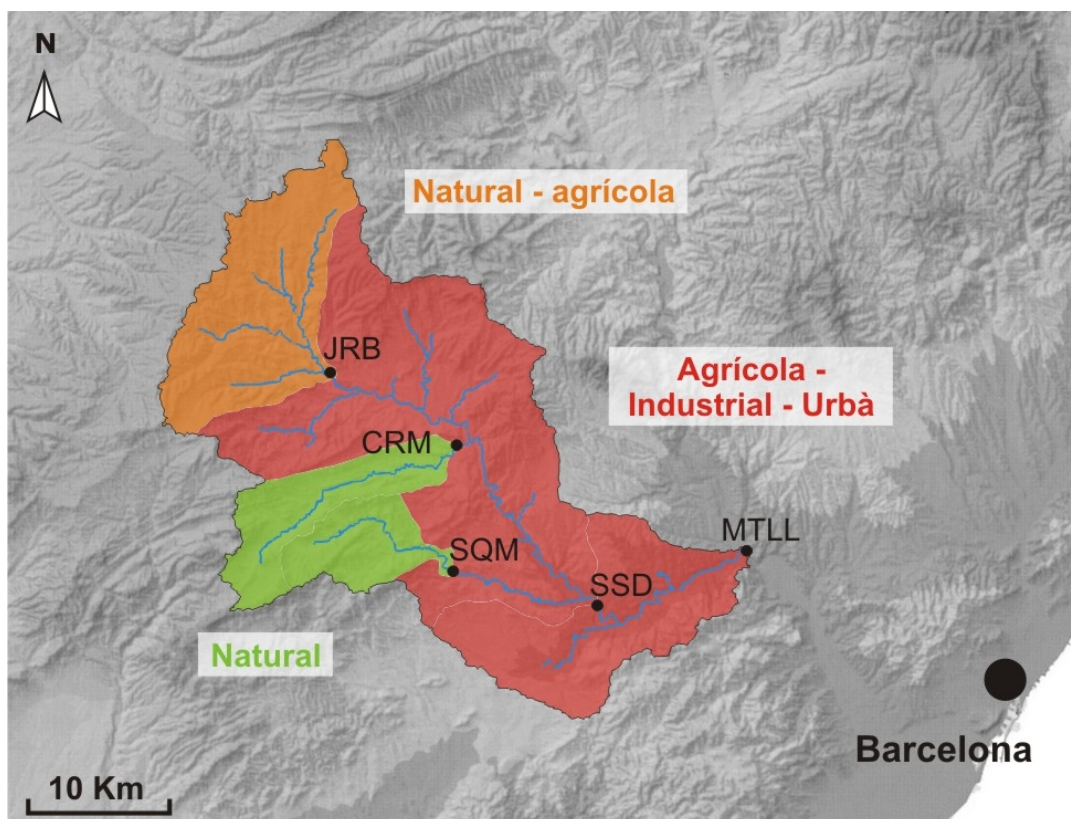


Figura 7.2a. Tipificació de la conca en tres àrees: natural i agrícola a la capçalera, natural a les rieres i antropitzada al canal principal fins la desembocadura.

9. **L'aigua del riu Anoia no és apta per al consum humà en cap cas.** Només és bona per al reg la que prové de l'aqüífer, i en general els paràmetres denoten una mala qualitat ecològica, a excepció de la riera del Carme, que entra dins el desitjable. Val a dir que les anàlisis realitzades no són suficients per a determinar

certs nivells de toxicitat del riu, i que en la majoria dels casos els resultats han sortit negatius en relació amb les propietats organolèptiques produïdes per les elevades concentracions de calci, sodi, potassi i sulfats (Jofre *et al.*, 2003).

7b. Final conclusions

Manual sampling campaigns of surface water in five points distributed in the Anoia river basin, held once every fortnight for two hydrological years, 2011-12 and 2012-13, have been useful to collect 240 samples that have been analyzed to know their content in dissolved loads, its chemical composition and other physical parameters.

The results have allowed us to confirm all the hypotheses and to reach most of the initial objectives of this thesis. The great variability between different sampling points has been determined in both the degree of mineralization of water as the hydrochemistry of the samples. Seasonal changes are highlighted, but there is a lack of temporal data series to reach to determine a pattern of behavior in this issue.

During the fourth chapter it has been done a dissection of each sampling point, describing the chemical composition of water, analyzing statistical data series and looking for correlations between factors, making the calculations for estimating the total weight of annual dissolved loads and sediment yield, performing a principal component analysis in order to find new relationships, and finally comparing the thresholds established by various agencies to determine the water quality.

The representation of the spatial-temporal variability of dissolved loads and the physicochemical parameters has been done in Chapter 5, showing maps, boxplots, and temporary graphs for a better understanding of the processes that occur throughout the basin.

As the results have been being interpreted and the goals have been achieved, there have been reached many particular conclusions. The lines that follow resume the final conclusions in nine allegations, explained in each case:

1. **The Anoia river has a high natural salinity.** Highest concentrations of solutes in surface water are found at the top, with average values of $1576 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, and throughout the main channel it gets diluted (in Martorell, the amount of charge is $1076 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ in average). The entry of water from tributaries, much less mineralized, and the change in the type of substrate after the Prelitoral mountains, give lower values of dissolved loads in Sant Sadurní and into the outlet. The results call into

question the usefulness of measures of recovery of rivers and channels, because high natural salinity of the Anoia river can not be reduced.

2. **Dissolved loads of the Anoia river stream water decrease with an increasing discharge.** At every gauging station the correlations between parameters have been different, but the trend is the same. At the sampling point in Martorell it has been found the best relation Q_i/DS , and the worst correlations have been found in Jorba. Good statistical significance between sets of data allows to conclude that the instant discharge is a key factor in the process of dilution, but it has been proven that it is not the only one. The constant weathering processes at the substrate of the headwaters are the main cause of the spread between these parameters.
3. **The total weight of dissolved solids has been estimated based on correlations between DS and Q_i ,** according to the method proposed by Meybeck (1987). On average, each year there is a production up to 3471 tons in Jorba, 34711 in St. Sadurní, 33238 in Martorell, 6029 in the stream of Carme and 2141 in the Mediona stream. The differences between the middle of the catchment and the outlet leads us to the following conclusion.
4. **Meanflow in Martorell has been on average lower than in St. Sadurní** section, upstream. This fact has affected the total dissolved solids transported by the river, which is smaller at the outlet. The use of stream water for different urban, industrial and agricultural purposes is the cause of this decrease.
5. **Total weight of dissolved loads carried by the Anoia river could be predicted** based on the discharge if frequent and systematic sampling of stream water were done, following the method used in this thesis. Results by years show different seasonal patterns between each other, although the average of the hydrological years 2011-13 confirms the characteristics of the Mediterranean climate: thus, autumn and spring are both the seasons when the river carries more dissolved loads.
6. **Simple and multivariate statistical analytics were used to detect patterns of behavior between parameters for each gauging station.** The principal component analysis has been helpful in determining the nature of hydrochemistry of samples, confirming hypotheses in most cases. The only case where it was not found significant correlations between flow and chemical parameters has occurred in Carme stream.

7. **The water chemistry from Carme and Mediona streams has presented few variations over time.** Base flow of these tributaries comes from the Carme-Capellades aquifer, which gives hydrochemistry some particular characteristics distinct from the rest of sampling points. Bicarbonates lead the ionic balance throughout the whole basin, excepting Jorba, which still keeps high concentrations. However, in these streams there is more proportion of calcium, in front of the chloride, the most significant ion at the end of the course.
8. **The anthropic impact has been detected from the analyzed physicochemical variables,** allowing to typify the basin into three main areas, as it is shown in Figure 7.2b. The highest concentrations of nutrients associated with agriculture (nitrates, phosphates and total phosphorus) were found in the headwaters, while the final section have registered the highest levels of metals and nitrites.

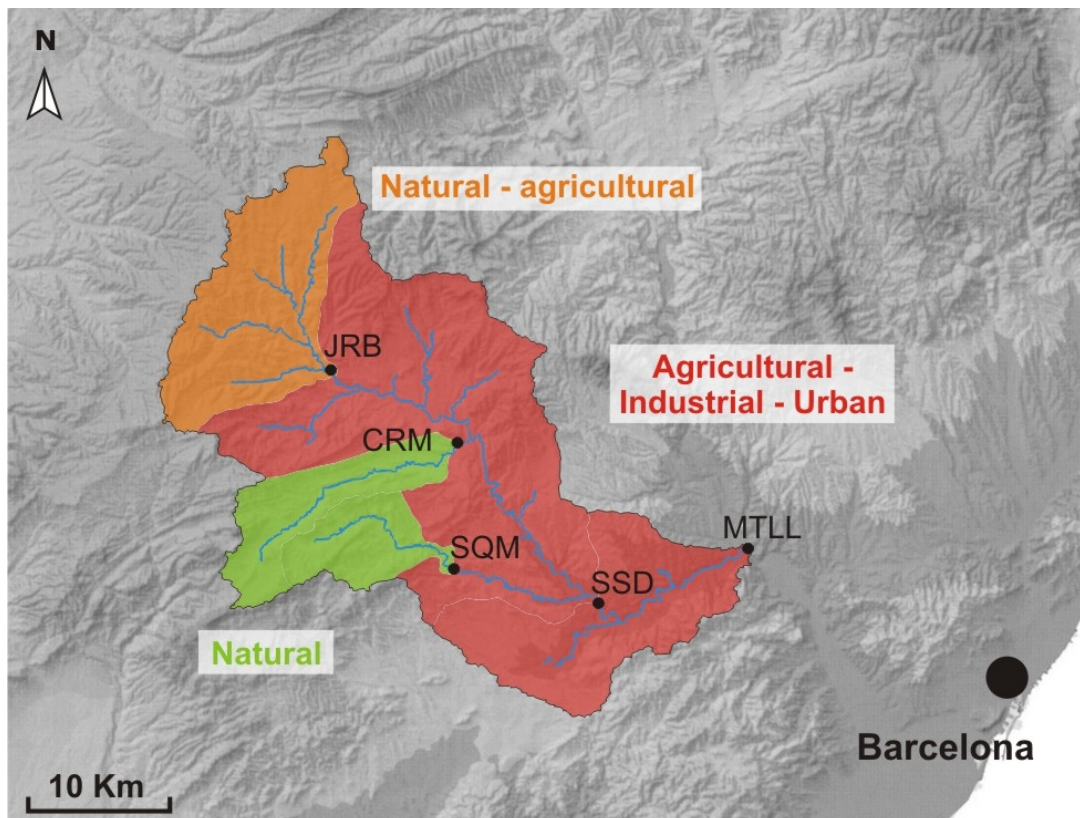


Figure 7.2b. Typification of the Anoia river basin into three main areas: natural-agricultural at headwaters, natural at the tributaries, and anthropised from the middle to the outlet of the catchment.

9. **The Anoia river stream water is not suitable for human consumption under any circumstances at any gauging stations.** Water coming from the aquifer is the only appropriated for irrigation of the whole basin, and in general parameters denote a bad ecological quality, with the exception of the Carme stream, which

hydrochemistry matches within the desirable. It is worth mentioning that the analytics done are not sufficient to determine certain levels of toxicity of the river. In most cases results are bad in relation to organoleptic properties, due to high concentrations of calcium, sodium, potassium and sulfates (Jofre *et al.*, 2003).



Figura 8. Anotant mesures al quadern de camp a Martorell, febrer de 2013. Fotografia de Jordi Rallo.

8. REFERÈNCIES

REFERÈNCIES

Agència Catalana de l'Aigua (2004). *Caracterització de masses d'aigua i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) a Catalunya (conques intra i intercomunitàries). Document de síntesi*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. 83 p.

Agència Catalana de l'Aigua (2004). *Planificació de l'espai fluvial de les conques del Baix Llobregat i l'Anoia. Estudi geomorfològic i morfodinàmic*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. 144 p.

Agència Catalana de l'Aigua (2004). Fitxa de caracterització, anàlisi de pressions, impactes i anàlisi del risc d'incompliment. Gaià-Anoia, 19. Dins el document *IMPRESS, 2004: Masses d'Aigua Subterrània de Catalunya*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. 24 p.

American Society for Testing and Materials (2000). Standard Test Method for Silica in Water. *A Annual book of Standards*, vol. 16. ASTM International. EUA. 5 p.

American Society of Civil Engineers (1975). *Sedimentation Engineering*. A *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice* No. 54. ASCE, Nova York, USA. 424 p. ISBN 9780784408230.

Andrade, J., Albuquerque, E., Taboada, M. T., Taboada, M. M. i Drude, L. (2012). Hydrogeochemistry approach to the identification of flow components under the descending limb conditions of a hydrograph (Corbeira stream, Spain). *A Applied Geochemistry*, 27. Elsevier, p. 753-759.

Associació Hàbitats (2014). *Informe anual de l'Estat dels rius i rieres de Catalunya*. <https://custodiafluvial.files.wordpress.com/2015/07/informe-riuscat-2014.pdf>

Ávila, A. (1989). Balanç d'aigua i nutrients en una conca d'alzinar al Montseny. *Estudis i Monografies* 13, Diputació de Barcelona. 219 p.

Àvila, A. i Rodà, F. (1988). Export of dissolved elements in an evergreen-oak forested watershed in the Montseny mountains (NE Spain). A *Catena Supplement 12*. Sala, M. i Imeson, A. C. (eds.), 1988. *Geomorphic Processes In Environments With Strong Seasonal Contrasts, Vol. 1: Hillslope Processes*, p. 1-11.

Àvila, A., Piñol, P, Rodà, F. i Neal, C. (1992). Storm solute behaviour in a montane Mediterranean forested catchment. A *Journal of Hydrology*, 140, Amsterdam, p.143-161.

Baker, B. (1880). The river Nile. A *Proceedings - Institution of Civil Engineers*, 60, p. 367-379.

Casas, J. M., Rosas, H. i Lao, C. (2001). Salinitat i contaminació en la conca del Llobregat: Rius Llobregat, Cardener i Anoia. A *Dovella*, p. 27-32.

Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) (2010). *Análisis de la composición físico química de los sedimentos fluviales y su relación con la disponibilidad de metales en agua*. Gobierno de Chile. 69 p.

Charlton, R. (2008). *Fundamentals of fluvial geomorphology*. Routledge, Nova York. 275 p. ISBN 0203371089.

Davis, J. S. i Keller, H. M. (1983). Dissolved loads in streams and rivers – discharge and seasonally related variations. A *Dissolved Loads of Rivers and Surface Quantity/Quality Relationships* (Proceedings of the Hamburg Symposium, August, 1983). IAHS Publ. No. 141, p. 79-89.

De Miguel-Fernández, C. i Vázquez-Taset, Y. M. (2006). Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas. A *Minería y Geología*, 22, 3, 9 p. ISSN 02585979.

Departament de Medi Ambient i Habitatge. *Decret 31/2009 de 24 de febrer, pel qual es delimita l'àmbit territorial del Districte de Conca Hidrogràfica o Fluvial de Catalunya i es modifica el Reglament de la planificació hidrològica*, aprovat pel Decret 380/2006, de 10 d'octubre (DOGC núm. 5328, 27.2.2009, p. 16079-16083).

Drever, J. I. (1997). *The Geochemistry of Natural Waters: Surface and Groundwater Environments*. Prentice Hall, California. 436 p. ISBN: 9780132727907.

Dunne, T. i Leopold, Luna B. (1978). *Water in Environmental Planning*. W. H. Freeman and Company, San Francisco. ISBN 0716700794.

Durum, W. H., Heidel, S. G. i Tison, L. J. (1960). World-wide runoff of dissolved solids. *A General Assembly of Helsinki, 25-7/6-8-1960. Commission of Surface Waters*. IAHS Publ. No. 51, p. 618-628.

Elosegi, A. i Sabater, S. (eds.) (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA, 2009, Bilbao. 448 p. ISBN 97896515871.

Espanya. *Reial Decret 140/2003 del 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà*. (BOE, núm. 45, p. 7228-7245).

European Commission (EC) (2003). *Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*. Working Group ECOSTAT. Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential.

Farguell, J. (2005). *Dinàmica i producció de sediment en suspensió a la conca mediterrània del riu Anoia sota diferents usos del sòl*. Tesi doctoral. Direcció: Maria Sala i Sanjaume. Universitat de Barcelona. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. 240 p.

Farguell, J. i Sala, M. (2005). Seasonal suspended sediment concentrations and their relationships with discharge in the Anoia River basin, NE Spain. *A Geomorphological Processes and Human Impacts in iver Basins* (Proceedings of the International Conference held at Solsona, Catalonia, Spain, May 2005). IAHS Publ. 299, p. 111-116.

Fernández-Turiel, J. L., Gimeno, D., Rodríguez, J. J., Carnicero, M. i Valero, F. (2003). Spatial and seasonal variations of water quality in a Mediterranean catchment: the Llobregat river (NE Spain). *A Environmental Geochemistry and Health*, 25, p. 453-474. Kluwer Academic Publishers, Països Baixos.

Germer, S., Neill, C., Vetter, T., Chaves, J., Krusche, A. V. i Elsenbeer, H. (2009). Implications of long-term land-use change for the hydrology and solute budgets of small catchments in Amazonia. *A Journal of Hydrology*, 364. Elsevier, p. 349-363.

Godsey, S. E. (2009). *Understanding Water and Solute Fluxes in Diverse Catchments*. Tesi doctoral. Director: Dr. James W. Kirchner. Dept. of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley (United States), 135 p.

Gordon, N. D., McMahon, T. A. i Finlayson, B. L. (1992). *Stream hydrology*. John Wiley & Sons, Londres. 446 p. ISBN 0470843578.

Govern de les Illes Balears (2016). *Salut ambiental. Preguntes i respostes sobre els Nitrats a l'aigua de Consum. Conselleria de salut*. Document en xarxa: <http://salutambiental.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M1011100850266368098&lang=CA&cont=26197>. Darrera consulta: 26/8/2016.

Gregory, K. J. i Walling, D. E. (1973). *Drainage Basin Form and Process. A Geomorphological Approach*. Edward Arnold, London, 456 p. ISBN 0713157070.

Hannah, D. M., Smith, B. P. G., Gurnell, A. M. i McGregor, G. R. (2003). An approach to hydrograph classification. *A Hydrological Processes*, 14, p. 317-338.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2010). *Mapa hipsomètric de Catalunya*. Generalitat de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2011). *Mapa cartogràfic de Catalunya. E 1: 5 000*. Generalitat de Catalunya.

Institut Cartogràfic de Catalunya (2013). *Mapa dels usos del sòl de Catalunya (interactiu)*. Generalitat de Catalunya.

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (2015). *Atles Nacional de Catalunya (interactiu)*. Generalitat de Catalunya.

Jofre, J., Lucena, F., Matia, L. i Ribas, F. (2003). *La Qualitat de l'aigua de consum humà a Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans. Secció de Ciències Biològiques. 65 p. ISBN: 8472837076.

Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics*. Segona edició. Springer-Verlag: Nova York, 213 p.

Lambing, J. H. i Cleasby, T. E. (2006). Water-quality characteristics of Montana streams in a statewide monitoring network, 1999-2003. A *U. S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5046*, 149 p.

Lenntech BV (2016). *Cinc y agua: mecanismos de reacción, impacto ambiental y efectos en la salud*. Document en xarxa: <http://www.lenntech.es/cinc-y-agua.htm>. Darrera consulta: 26/8/2016.

Llorens, P., Queralt, I., Plana, F. i Gallart, F. (1998). Studying solute and particulate sediment transfer in a small Mediterranean mountainous catchment subject to land abandonment. A *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 22, No. 11 (Nov., 1997), p. 1027–1035.

Massanés, R. i Evers, A. (1999). *Corredors blaus i verds. Manual de restauració de riberes fluvials*. Documents Tercer Mil·lenni, 3. 156 p. ISBN: 8487064248.

Meybeck, M. (1976). Total dissolved transport by world major rivers. A *Hydrological Sciences*, 21, p. 265-284.

Meybeck, M. (1979). Concentration des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans - *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 21, 3, p. 215-246. A: Laronne, J. B. i Mosley, M. P. (eds.), 1982. *Benchmark Papers in Geology 63, Erosion and Sediment Yield*, Hutschinson ROSS.

Meybeck, M. (1980). Pathways of major elements from land to ocean through rivers. A *Proceedings of the Review and Workshop on River Inputs to Ocean Systems*. Food and Agriculture Organization, Rome, p.18-30.

Meybeck, M. (1987). Global chemical weathering of surficial rocks estimated from river dissolved loads. A *American Journal of Science*, vol. 287, pp. 401-408.

Meybeck, M. (2009). Fluvial export. A Likens, G. E. (Ed.): *Biogeochemistry of Inland Waters*. Elsevier, San Diego, pp 668-680.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2015). *Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico. Año 2014*. Secretaría General Técnica. Madrid. Govern d'Espanya. 394 p.

Mukundan, R., Walling, D. E., Gellis, A. C., Slattery, C. i Radcliffe, D. E. (2012). Sediment source fingerprinting transforming from a research tool to a management tool. *A Journal of the American Water Resources Association*, 48-6, p. 1241-1257.

Müller, K., Deurer, M., Hartmann, H., Bach, M., Spiteller, M. i Frede, H. G. (2003). Hydrological characterisation of pesticide loads using hydrograph separation at different scales in a German catchment. *A Journal of Hydrology*, 273. Elsevier, p. 1-17.

Munné, A. i Prat, N. (1999). *Cabals i qualitat biològica del riu Anoia*. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, 5. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. 76 p. ISBN 8477946086.

Munro, S. E. (2010). *El río y la forma. Introducción a la geomorfología fluvial*. RIL Editores. Xile. 324 p. ISBN: 9789562847100.

Outeiro, L., Úbeda, X. i Farguell, J. (2010). The impact of agriculture on solute and suspended sediment load on a Mediterranean watershed after intense rainstorms. *A Earth Surface and Processes Landforms* 35, p. 549-560.

Pacheco, E. E. (2013). *Dinámica hidrológica y sedimentológica en una cuenca representativa mediterránea. Riera de Vernegà (1993-2012)*. Tesi doctoral. Directors: Dr. Xavier Úbeda i Dr. Joaquim Farguell. Universitat de Barcelona. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. 214 p.

Panareda i Clopés, Josep Maria (1996). *Resum de geografia física de Catalunya*. EUMO, Vic. ISBN 8476027567.

Perona, E., Bonilla, I. i Mateo, P. (1999). Spatial and temporal changer in water quality in a Spanish river. *A The Science of the Total Environment*, 241. Elsevier, p. 75-90.

Piper, A. M. (1944). A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis. *A Ground water notes*, núm. 12, 14 p. Washington D.C.: United States Geological Survey

Popp, O. (1875). Ueber das Nilwasser. *A Liebig's Annalen*, 155, p. 334-348.

Prat, N. i Munné, A. (1995). *El Riu Anoia al seu pas per Igualada: Diagnosi i control de la qualitat de les aigües*. Estudis i monografies, 18. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. 126 p. ISBN: 8477943796.

Prat, N., Fortuño, P., Rieradevall, M., Acosta R., Bonada, N., Castro, D., Cañedo-Argüelles, M., Cid, N., Múrria, C., Rodríguez-Lozano, Sánchez, N. i Tarrats, P. (2015). *Efectes del Canvi Ambiental en les comunitats d'organismes dels Rius Mediterranis (CARIMED). Informe 2015*. Diputació de Barcelona. Àrea d'Espais Naturals (Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius 25). 86 p. / página web:

<http://www.ub.edu/barcelonarius/web/index.php/informe-2015>.

Prat, N., Puértolas, L. i Rieradevall, M. (2008). *Els espais fluvials: Manual de diagnosi ambiental*. Diputació de Barcelona. Àrea d'Espais Naturals. 117 p. ISBN 9788498032895.

Rallo, E. (2014). Classificació d'hidrogrames a partir d'anàlisis cluster per a la reducció de dispersió de dades: El cas dels soluts a una conca mediterrània. A Simeonova, V., Santasusagna, A., Losada, J., Yañez, S. *EJIG Conference Proceedings*. Barcelona, 28–30 de maig de 2014, p. 63-68.

Rallo, E., Farguell, J. i Úbeda, X. (2014). Dinámica y producción del sedimento disuelto en una cuenca mediterránea (Río Anoia, NE p. Ibérica). A *Avances de la Geomorfología en España 2012-2014*, XIII Reunión Nacional de Geomorfología, Cáceres, p.139-142. ISBN: 9788461711239.

Richards, K. (1982). *Rivers, form and process in alluvial channels*. Methuen, London, 361 p. ISBN 0416749100.

Rodà, F., Bellot, J., Escarré, A., Ávila, A., Piñol, J. i Terradas, J. (1993). Saharan dust and the atmospheric inputs of elements to Mediterranean ecosystems. A *Water, Air, and Soil pollution*, 66, Netherlands, p. 277-288.

Rosas, H. (2005). Contaminación de sedimentos del río Anoia por metales pesados. A *Investigación y desarrollo*, 5, p. 75-89. Universidad Privada Boliviana. ISSN 18146333.

Roselló, V. M., Panareda, J. M. i Pérez, A. (2002). *Manual de geografía física* (2a ed). Servei de publicacions de la Universitat de València. 459 p. ISBN: 9788437034669.

Rovira, M. (2008). *La conca salina del Bages i la qualitat de l'aigua del Llobregat*. Tesi doctoral. Direcció: Dr. J. M. Casas i Dr. A. Soler. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals. 235 p.

Sabater, F., Armengol, J. i Sabater, S. (1991). Physico-Chemical Disturbances Associated with Spatial and Temporal Variation in a Mediterranean River. *A Journal of the North American Benthological Society*, Vol. 10, No. 1 (Mar., 1991), p. 2-13.

Sabater, F., Sabater, S. i Armengol, J. (2003). Chemical characteristics of a mediterranean river as influenced by land uses in the watershed. *A Water Research*, Volume 24, Issue 2 (February 1990), p. 143–155.

Servei Meteorològic de Catalunya (2013). *Xarxa d'Estacions Meteorològiques Automàtiques*. Generalitat de Catalunya.

Simeonov, V., Stratis, J. A., Samara, C., Zachariadis, G., Voutsas, D., Antemidis, A., Sofoniou, M. i Kouimtzi, Th. (2003). Assessment of the surface water quality in Northern Greece. *A Water Research*, 37, p. 4119-4124.

Strahler, A. N. i Strahler, A. H. (1989). *Geografía Física* (3a ed.). Omega, Barcelona. 636 p. ISBN: 9788428208475.

Úbeda, X., Sala, M., Rovira, A. i Batalla, R. J. (2002). *Guia pràctica per a l'estudi de l'aigua*. Textos docents de la Universitat de Barcelona. 80 p. ISBN 8483383195.

Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. i Debán, L. (1998). Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. *A Water Research*, 12, p. 3581-3592. Elsevier, Gran Bretanya.

Walling, D. E. i Webb, B. W. (1979). The spatial dimension in the interpretation of stream solute behaviour. *A Journal of Hydrology*, 47, p. 129-149.

Walling, D. E. i Webb, B. W. (1983). The dissolved loads of rivers: a global overview. *A Dissolved Loads of Rivers and Surface Quantity/Quality Relationships* (Proceedings of the Hamburg Symposium, August, 1983). IAHS Publ. No. 141, p. 3-19.

Webb, B. W. i Walling, D. E. (1982). The magnitude and frequency characteristics of fluvial transport in a Devon drainage basin and some geomorphological implications. *A Catena*, Vol. 9, p. 9-23.

Webb, B. W. i Walling, D. E. (1983). Stream solute behaviour in the River Exe basin, Devon, UK. *A Dissolved Loads of Rivers and Surface Quantity/Quality Relationships* (Proceedings of the Hamburg Symposium, August, 1983). IAHS Publ. No. 141, p. 153-169.

Wilcox, L.V. (1955). *Classification and use of irrigation waters*. US Department of Agriculture, Arc 969, Washington DC.

Wolman, M.G., i Miller, J. P. (1960). Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. *A Journal of Geology* 68(1), p. 54-74.

Wunderlin, D. A., Díaz, M. P., Amé, M. V., Pesce, S. F., Hued, A. C. i Bistoni, M. A. (2001). Pattern recognition techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality. A case study: Suquia river basin (Córdoba-Argentina). *A Water Research*, vol. 35, núm. 12. Elsevier, p. 2881-2894.



Figura 9. Les Déus de Mediona, aflorament de l'aquífer on neix la riera de Mediona. L'aigua en aquest indret manté una temperatura en torn als 18°C tot l'any. Febrer de 2013. Fotografia d'Elena Rallo.

Taula 1 de resultats a Jorba: dades hidrològiques, temperatura, pH, conductivitat elèctrica i sediment en suspensió

Lloc	Data	Hora	Nivell riu	Qi	Escolament	T	pH	CE	SS
	dd/mm/aaaa	hh:mm	m	m ³ · s ⁻¹	mm	°C		µS · cm ⁻¹	mg · l ⁻¹
JRB	12/10/2011	11:00	0,11	0,03	4,36	14,7	8,07	3430	10
JRB	29/10/2011	10:50	0,11	0,03	4,07	14,5	7,98	2470	3
JRB	05/11/2011	10:50	0,34	0,59	85,31	12,5	7,88	1335	321
JRB	23/11/2011	10:10	0,18	0,12	17,00	10,0	8,07	2440	15
JRB	13/12/2011	10:00	0,15	0,08	11,34	5,5	8,17	2630	5
JRB	28/12/2011	10:00	0,10	0,02	2,62	5,5	7,90	3120	3
JRB	13/01/2012	09:30	0,11	0,03	4,07	5,0	7,95	2690	11
JRB	30/01/2012	10:00	0,14	0,07	9,45	3,5	8,00	2790	15
JRB	11/02/2012	11:00	0,15	0,08	11,34	2,1	8,05	2730	8
JRB	29/02/2012	10:30	0,14	0,07	9,45	6,5	8,05	2670	15
JRB	14/03/2012	10:10	0,14	0,07	9,45	6,8	8,08	2670	12
JRB	29/03/2012	11:30	0,16	0,09	13,22	7,5	8,08	2880	14
JRB	23/04/2012	12:35	0,21	0,17	24,71	11,0	7,93	2830	5
JRB	30/04/2012	11:00	0,26	0,30	43,16	10,9	7,99	1784	52
JRB	15/05/2012	10:05	0,19	0,13	19,18	12,7	7,87	2570	12
JRB	29/05/2012	10:30	0,16	0,09	13,22	13,4	7,85	2560	4
JRB	12/06/2012	10:40	0,16	0,09	13,22	13,5	7,78	3410	17
JRB	27/06/2012	16:55	0,11	0,03	4,07	22,5	8,04	3670	34
JRB	02/07/2012	10:25	0,12	0,04	5,67	16,3	7,90	3480	12
JRB	24/07/2012	10:35	0,09	0,01	1,16	18,2	7,79	3540	26
JRB	07/08/2012	10:55	0,09	0,01	1,16	20,0	7,65	3880	29
JRB	30/08/2012	10:15	0,09	0,01	1,16	20,4	7,70	3460	15
JRB	18/09/2012	16:05	0,07	0,01	0,73	18,5	7,92	3460	30
JRB	27/09/2012	10:55	0,07	0,01	0,73	14,0	7,68	3460	17
JRB	13/10/2012	11:00	0,08	0,01	1,02	14,7	7,67	3590	5
JRB	23/10/2012	10:25	0,11	0,03	4,07	14,5	7,43	1979	155
JRB	05/11/2012	12:00	0,11	0,03	4,07	12,5	7,75	3590	17
JRB	23/11/2012	11:25	0,11	0,03	4,36	10,0	7,56	3790	10
JRB	11/12/2012	10:20	0,11	0,04	5,67	5,5	7,74	3530	5
JRB	29/12/2012	12:55	0,13	0,05	7,56	7,0	7,95	3610	9
JRB	11/01/2013	12:10	0,14	0,07	9,45	6,7	7,90	3550	13
JRB	26/01/2013	09:45	0,12	0,04	5,67	6,5	7,87	3350	11
JRB	08/02/2013	10:25	0,12	0,04	5,67	5,9	7,71	3440	2
JRB	22/02/2013	11:05	0,10	0,02	2,62	9,0	7,80	3450	1
JRB	01/03/2013	11:05	0,14	0,07	9,45	7,3	7,78	3350	2
JRB	22/03/2013	10:35	0,18	0,12	17,00	8,5	7,78	2910	16
JRB	20/04/2013	12:45	0,21	0,17	24,71	10,5	7,91	3000	5
JRB	29/04/2013	10:40	0,30	0,42	61,04	10,4	7,73	1739	22
JRB	17/05/2013	10:50	0,23	0,22	31,54	11,2	7,93	2000	22
JRB	27/05/2013	15:00	0,22	0,19	28,05	14,0	8,07	2410	23
JRB	17/06/2013	11:00	0,22	0,19	28,05	17,0	7,82	2405	22
JRB	21/06/2013	10:50	0,29	0,39	56,10	14,0	7,93	2760	24
JRB	06/07/2013	13:20	0,18	0,12	17,00	17,5	7,44	3080	12
JRB	26/07/2013	11:10	0,10	0,02	2,62	17,7	7,81	3210	35
JRB	13/08/2013	15:15	0,10	0,02	2,62	21,0	7,89	3310	27
JRB	29/08/2013	12:40	0,10	0,02	2,62	18,0	8,02	3380	26
JRB	12/09/2013	12:10	0,09	0,01	1,16	14,3	7,68	3220	37
JRB	26/09/2013	08:20	0,11	0,03	4,36	16,3	7,62	3030	48

Taula 2 de resultats a Jorba: total de sediment dissolt i els ions majoritaris

Lloc	Data	TSD	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
JRB	12/10/2011	2122,7430	511,0665	366,0358	154,9102	12,8393	258,64	356,76	441,2312	10
JRB	29/10/2011	1914,8926	432,4243	285,7610	150,4286	28,4005	297,68	363,82	339,0059	5
JRB	05/11/2011	686,5199	71,7058	36,3320	25,9657	6,8148	326,96	153,32	58,9536	3
JRB	23/11/2011	1463,5941	305,0077	158,9136	106,0911	10,1816	361,12	242,39	265,8173	5
JRB	13/12/2011	1392,5549	302,6546	163,3422	102,0069	7,8136	258,64	271,97	272,9052	5
JRB	28/12/2011	1661,4223	342,2632	174,5968	103,9854	7,1596	312,32	412,46	296,3214	5
JRB	13/01/2012	1613,9006	310,3599	168,3886	102,4545	7,6709	361,12	363,82	287,2928	5
JRB	30/01/2012	1499,1654	324,8211	173,3517	102,8341	7,4134	336,72	286,43	257,6650	3
JRB	11/02/2012	1472,1545	315,3192	179,3066	97,7037	7,1596	341,60	271,97	248,6584	3
JRB	29/02/2012	1434,7495	313,8600	172,6009	97,0572	7,3188	302,56	286,43	246,4644	3
JRB	14/03/2012	1386,0512	310,4039	173,4055	97,5262	6,8160	253,76	286,43	249,6026	3
JRB	29/03/2012	1356,0240	285,1814	157,2361	89,4401	10,8564	322,08	260,32	220,3729	5
JRB	23/04/2012	1312,2823	273,7521	145,0287	90,3308	6,8728	361,12	217,99	207,3384	5
JRB	30/04/2012	929,8397	182,3810	106,9447	57,9648	9,0558	244,00	186,05	134,0604	5
JRB	15/05/2012	1438,3718	323,7567	183,6752	101,3269	7,5111	326,96	234,23	251,9400	3
JRB	29/05/2012	1562,5501	356,7493	212,0136	108,1470	9,2584	317,20	260,32	288,2115	3
JRB	12/06/2012	1749,8150	415,6308	284,6925	122,2030	10,3526	341,60	260,32	301,2607	5
JRB	27/06/2012	1344,3898	203,5366	140,5177	60,1652	6,3447	375,76	363,82	186,6999	3
JRB	02/07/2012	1235,6229	192,3170	134,3887	56,7927	5,5907	331,84	331,15	175,9889	3
JRB	24/07/2012	1435,2683	193,5557	132,8651	59,3752	5,2370	336,72	519,28	179,3387	5
JRB	07/08/2012	1400,7879	197,5465	130,4029	61,6920	6,5968	292,80	519,28	183,6790	5
JRB	30/08/2012	1464,8295	229,9951	122,5270	67,8885	5,4399	317,20	519,28	195,3452	3
JRB	18/09/2012	1548,6216	246,4451	136,2996	71,5625	5,3491	273,28	593,44	207,0592	10
JRB	27/09/2012	1627,7654	244,8763	138,6869	70,9003	5,7128	361,12	593,44	205,6917	3
JRB	13/10/2012	1425,3153	192,1652	140,6659	58,1778	6,4594	312,32	539,35	166,9710	5
JRB	23/10/2012	872,1490	97,5355	70,6080	29,8629	6,8573	214,72	363,82	80,2625	5
JRB	05/11/2012	1262,2793	190,0337	139,7918	56,0119	4,4789	331,84	363,82	166,6947	5
JRB	23/11/2012	2054,1022	444,7360	300,4765	131,3573	10,0313	380,64	356,76	415,5289	5
JRB	11/12/2012	1850,9546	407,8655	274,0589	121,5580	9,2638	297,68	331,15	390,4805	10
JRB	29/12/2012	2086,1332	494,9056	316,9482	148,0605	10,4612	307,44	305,17	487,8260	5
JRB	11/01/2013	2259,8639	555,8262	338,2558	167,5834	10,8934	331,84	286,43	552,6370	5
JRB	26/01/2013	1716,9558	359,9672	234,2295	113,0125	8,2035	297,68	331,15	359,3277	5
JRB	08/02/2013	2497,8774	629,2679	388,6812	196,8126	12,8281	307,44	297,78	647,0481	5
JRB	22/02/2013	2345,9218	560,6350	354,3741	177,2651	11,3657	273,28	368,68	586,4625	3
JRB	01/03/2013	2121,3590	481,3161	324,9479	150,1287	11,0293	287,92	354,50	497,1497	5
JRB	22/03/2013	1622,4977	376,2900	185,0439	119,5621	8,1621	283,04	269,42	369,0772	5
JRB	20/04/2013	1594,9390	396,4885	211,4107	122,7959	8,4314	268,40	184,34	389,6958	5
JRB	29/04/2013	981,3815	237,5728	125,3435	77,3677	12,1437	200,08	113,44	196,9714	10
JRB	17/05/2013	1169,4885	268,6371	119,6358	91,2067	8,4736	268,40	155,98	239,1712	10
JRB	27/05/2013	1337,6679	318,2057	140,5487	107,0746	6,9210	258,64	198,52	295,1682	5
JRB	17/06/2013	1450,3303	348,5201	178,4151	112,1246	7,5900	258,64	198,52	333,6245	5
JRB	21/06/2013	1588,3349	352,8683	176,0480	113,8244	7,5981	302,56	283,60	338,5464	5
JRB	06/07/2013	1724,5626	378,8345	216,2815	117,1747	8,2591	278,16	340,32	372,0807	5
JRB	26/07/2013	1772,3042	415,1971	251,7298	126,7893	10,0675	297,68	255,24	400,7920	5
JRB	13/08/2013	1654,4828	388,5394	254,3760	118,3057	9,7031	219,60	269,42	375,9353	10
JRB	29/08/2013	1871,2345	444,4025	288,1267	135,8734	10,8585	229,36	311,96	436,4834	5
JRB	12/09/2013	1705,7150	353,9307	279,6733	130,8802	10,9846	214,72	340,32	363,1614	3
JRB	26/09/2013	1607,6961	290,6279	288,9452	130,2577	10,2377	214,72	340,32	318,8930	5

Taula 3 de resultats a Jorba: elements minoritaris analitzats

Lloc	Data	NaCl	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Si ⁻	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
JRB	12/10/2011	1763	0,0000	0,0219	9,1141	0,0232	0,0000	0,05	0,2	1,8477
JRB	29/10/2011	1267	0,0171	0,0861	9,5689	0,0447	0,0176	0,25	0,2	2,1854
JRB	05/11/2011	661	0,0018	0,0163	2,5433	0,0105	0,0016	0,05	0,3	0,5480
JRB	23/11/2011	1297	0,0020	0,0172	7,1731	0,0151	0,0075	0,05	0,2	1,6062
JRB	13/12/2011	1360	0,0042	0,0167	6,5260	0,0152	0,0000	0,10	0,2	1,3562
JRB	28/12/2011	1678	0,0074	0,0101	6,0142	0,0195	0,0021	0,10	0,3	0,8595
JRB	13/01/2012	1384	0,0064	0,0122	6,4323	0,0181	0,0000	0,10	0,3	0,9224
JRB	30/01/2012	1418	0,0014	0,0193	5,9505	0,0051	0,0180	0,00	0,2	0,7381
JRB	11/02/2012	1413	0,0014	0,0226	5,6275	0,0157	0,0009	0,00	0,7	1,0647
JRB	29/02/2012	1365	0,0016	0,0240	4,2796	0,0282	0,0026	0,05	0,2	0,8745
JRB	14/03/2012	1394	0,0008	0,0184	3,9643	0,0200	0,0000	0,25	0,2	0,6558
JRB	29/03/2012	1436	0,0013	0,0215	4,4621	0,0221	0,0163	0,00	0,2	0,8096
JRB	23/04/2012	1411	0,0022	0,0241	3,6387	0,0172	0,0129	0,10	0,2	0,8552
JRB	30/04/2012	894	0,0017	0,0176	3,4516	0,0251	0,0225	0,05	0,2	0,6188
JRB	15/05/2012	1241	0,0154	0,0354	5,2704	0,0529	0,0000	0,00	0,2	0,3994
JRB	29/05/2012	1337	0,0036	0,0246	6,3289	0,0763	0,0011	0,25	0,2	0,7614
JRB	12/06/2012	1751	0,0152	0,0320	6,7861	0,0205	0,0000	0,50	0,3	1,0973
JRB	27/06/2012	1866	0,0079	0,0342	3,6533	0,0147	0,0252	0,10	0,2	0,5079
JRB	02/07/2012	1779	0,0112	0,0210	3,5672	0,0119	0,0000	0,25	0,2	0,4972
JRB	24/07/2012	1826	0,0023	0,0206	3,1504	0,0137	0,0000	0,05	0,2	0,4557
JRB	07/08/2012	1984	0,0007	0,0133	3,2173	0,0128	0,0000	0,05	0,0	0,4928
JRB	30/08/2012	1811	0,0023	0,0196	3,4358	0,0142	0,0000	0,00	0,2	0,4780
JRB	18/09/2012	1780	0,0070	0,0165	3,5617	0,0136	0,0000	1,00	0,2	0,3897
JRB	27/09/2012	1777	0,0066	0,0174	3,4287	0,0128	0,0000	0,05	0,3	0,5245
JRB	13/10/2012	1842	0,0135	0,0061	3,4345	0,0120	0,0033	0,05	0,3	0,3817
JRB	23/10/2012	998	0,0079	0,0022	2,7761	0,0072	0,0024	0,00	0,3	0,3844
JRB	05/11/2012	1862	0,0066	0,0091	3,6569	0,0088	0,0000	0,25	0,3	0,3742
JRB	23/11/2012	1948	0,0104	0,0105	7,9275	0,0164	0,0689	0,25	0,3	0,9855
JRB	11/12/2012	1822	0,0000	0,0305	7,2854	0,0143	0,1082	0,10	0,2	1,1630
JRB	29/12/2012	1857	0,0000	0,0370	8,6000	0,0176	0,0731	0,10	0,2	1,2971
JRB	11/01/2013	1828	0,0120	0,0411	9,3432	0,0179	0,0000	0,25	0,2	1,5361
JRB	26/01/2013	1721	0,0254	0,0093	6,6105	0,0121	0,0000	0,10	0,5	1,1316
JRB	08/02/2013	1775	0,0267	0,0289	10,9357	0,0228	0,0000	0,00	0,3	1,7053
JRB	22/02/2013	1775	0,0207	0,0280	8,9825	0,0190	0,0000	0,05	0,0	1,7594
JRB	01/03/2013	1728	0,0195	0,0259	7,5320	0,0181	0,0000	0,50	0,0	1,2718
JRB	22/03/2013	1485	0,0000	0,0109	6,5198	0,0130	0,0000	0,00	0,0	0,3588
JRB	20/04/2013	1529	0,0000	0,0117	6,9382	0,0140	0,0002	0,05	0,7	0,6627
JRB	29/04/2013	867	0,0002	0,0134	6,8719	0,0091	0,0067	0,50	0,2	0,8611
JRB	17/05/2013	1005	0,0000	0,0126	7,4558	0,0070	0,0348	0,10	0,2	0,1741
JRB	27/05/2013	1224	0,0048	0,0100	7,1116	0,0090	0,0250	0,10	0,2	0,1293
JRB	17/06/2013	1220	0,0056	0,0109	7,4040	0,0104	0,0240	0,10	0,2	0,1409
JRB	21/06/2013	1399	0,0000	0,0118	7,5995	0,0082	0,0033	0,10	0,3	0,2671
JRB	06/07/2013	1574	0,0064	0,0119	7,6964	0,0119	0,0230	0,25	0,3	0,1525
JRB	26/07/2013	1643	0,0099	0,0089	8,6193	0,0138	0,0000	0,00	0,7	0,4565
JRB	13/08/2013	1698	0,0098	0,0074	7,5641	0,0106	0,0000	0,00	0,5	0,5114
JRB	29/08/2013	1751	0,0091	0,0085	8,2677	0,0143	0,0018	0,00	0,3	0,5685
JRB	12/09/2013	1644	0,0096	0,0093	8,1734	0,0099	0,0000	0,00	0,2	0,6426
JRB	26/09/2013	1579	0,0117	0,0062	7,8511	0,0092	0,0000	0,05	0,3	0,4664

Taula 1 de resultats a Sant Sadurní d'Anoia: dades hidrològiques, temperatura, pH, conductivitat elèctrica i sediment en suspensió

Lloc	Data	Hora	Nivell riu	Qi	Escolament	T	pH	CE	SS
	dd/mm/aaaa	hh:mm	m	m ³ · s ⁻¹	mm	°C		μS · cm ⁻¹	mg · l ⁻¹
SSD	12/10/2011	13:20	0,12	0,37	15,85	18,0	8,50	2410	0
SSD	29/10/2011	13:40	0,18	0,73	31,88	18,0	8,16	1711	16
SSD	05/11/2011	13:40	0,62	9,38	407,45	14,7	8,10	977	309
SSD	23/11/2011	13:05	0,32	1,16	50,39	13,5	8,14	1693	15
SSD	13/12/2011	12:45	0,26	1,48	64,29	7,8	8,44	1732	10
SSD	28/12/2011	12:40	0,24	1,26	54,73	7,5	8,47	1980	4
SSD	13/01/2012	12:15	0,25	1,37	59,51	6,0	8,44	1881	5
SSD	30/01/2012	12:45	0,24	1,26	54,73	6,9	8,18	2000	0
SSD	11/02/2012	13:40	0,23	1,16	50,39	5,5	8,03	2010	15
SSD	29/02/2012	13:10	0,20	0,89	38,75	12,0	8,05	2070	14
SSD	14/03/2012	12:23	0,20	0,89	38,75	12,7	8,41	2030	17
SSD	29/03/2012	14:10	0,21	0,98	42,48	15,5	8,24	1939	19
SSD	23/04/2012	09:50	0,25	1,37	59,51	13,2	8,19	2020	7
SSD	30/04/2012	12:40	0,55	7,18	311,88	14,9	8,14	1497	611
SSD	15/05/2012	12:10	0,21	0,98	42,48	18,8	8,30	1855	3
SSD	29/05/2012	12:30	0,21	0,98	42,48	20,3	8,34	1986	4
SSD	12/06/2012	12:50	0,15	0,53	23,07	17,0	8,31	2120	19
SSD	27/06/2012	19:20	0,13	0,42	18,07	26,0	8,25	2180	20
SSD	02/07/2012	12:20	0,19	0,81	35,23	21,5	8,20	2430	42
SSD	24/07/2012	12:40	0,11	0,32	13,81	23,9	8,39	2630	15
SSD	07/08/2012	13:20	0,12	0,37	15,85	25,0	7,81	2030	90
SSD	30/08/2012	12:10	0,10	0,28	11,95	24,0	8,26	2190	14
SSD	18/09/2012	17:55	0,11	0,32	13,81	20,5	8,34	2510	27
SSD	27/09/2012	13:05	0,12	0,37	15,85	16,5	8,30	2510	6
SSD	13/10/2012	13:20	0,14	0,47	20,46	18,0	8,16	2050	148
SSD	23/10/2012	12:25	0,19	0,81	35,23	18,0	7,41	1773	59
SSD	05/11/2012	14:55	0,18	0,73	31,88	14,7	8,15	1918	46
SSD	23/11/2012	13:40	0,19	0,81	35,23	13,5	7,81	2170	5
SSD	11/12/2012	12:15	0,19	0,81	35,23	7,8	8,21	2180	8
SSD	29/12/2012	15:05	0,18	0,73	31,88	9,5	8,20	2160	12
SSD	11/01/2013	13:35	0,18	0,73	31,88	8,6	8,27	2220	10
SSD	26/01/2013	11:30	0,16	0,59	25,80	8,0	8,04	2170	9
SSD	08/02/2013	13:20	0,17	0,66	28,76	8,5	7,93	2340	1
SSD	22/02/2013	13:00	0,18	0,73	31,88	11,0	7,71	2390	1
SSD	01/03/2013	13:10	0,29	1,84	79,93	9,8	7,38	1895	34
SSD	22/03/2013	13:15	0,25	1,37	59,51	14,8	7,93	2010	20
SSD	20/04/2013	14:50	0,24	1,26	54,73	18,0	7,60	2060	16
SSD	29/04/2013	12:30	0,46	4,85	210,67	13,0	7,33	1391	67
SSD	17/04/2013	12:40	0,40	3,59	155,94	15,8	7,97	1487	87
SSD	27/05/2013	17:10	0,28	0,98	42,54	21,0	8,21	1770	39
SSD	17/06/2013	13:00	0,20	0,89	38,75	22,0	8,24	1820	35
SSD	21/06/2013	12:50	0,24	1,26	54,73	20,3	8,25	1756	8
SSD	06/07/2013	15:25	0,19	0,81	35,23	27,0	8,56	1837	15
SSD	26/07/2013	12:50	0,15	0,53	23,07	24,7	8,36	1865	31
SSD	13/08/2013	17:55	0,10	0,24	11,95	27,0	8,47	1545	10
SSD	29/08/2013	14:15	0,13	0,38	18,07	22,0	8,24	1560	57
SSD	12/09/2013	14:20	0,16	0,24	25,80	20,5	7,99	1767	16
SSD	26/09/2013	09:55	0,17	0,24	28,76	19,2	8,21	2080	7

Taula 2 de resultats a Sant Sadurn d'Anoia: total de sediment dissolt i els ions majoritaris

Lloc	Data	TSD	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
SSD	12/10/2011	1433,6424	213,1465	255,0278	62,1790	13,0624	424,56	288,04	168,4233	5
SSD	29/10/2011	949,3981	137,4787	186,3941	41,9867	13,6366	224,48	220,42	113,9756	5
SSD	05/11/2011	591,1157	114,7078	49,0044	31,1111	9,8734	234,24	83,07	63,8528	1
SSD	23/11/2011	1021,2771	174,2714	105,4839	60,1811	8,7923	346,48	184,98	130,5427	5
SSD	13/12/2011	990,4731	179,3473	102,5954	61,4814	7,8020	322,08	168,50	133,9127	10
SSD	28/12/2011	1172,8480	230,8564	162,3548	61,8542	11,2356	356,24	179,21	156,2541	10
SSD	13/01/2012	1089,4889	191,7322	131,1457	61,5758	8,2521	351,36	173,56	147,8041	20
SSD	30/01/2012	1050,6166	195,7410	161,0620	59,0521	8,4946	302,56	179,21	137,8107	3
SSD	11/02/2012	1118,4978	188,5354	155,2040	56,1753	9,0904	385,52	184,98	129,7650	5
SSD	29/02/2012	1103,9846	194,8151	169,6150	57,7514	10,0885	322,08	204,56	136,2520	5
SSD	14/03/2012	1129,7156	188,6453	170,2818	54,8869	10,2372	356,24	204,56	130,7622	10
SSD	29/03/2012	1075,9717	190,3195	139,5915	58,5308	9,9039	346,48	197,48	126,3049	3
SSD	23/04/2012	1118,3207	184,5509	156,7400	59,8022	8,4076	395,28	173,56	130,3508	5
SSD	30/04/2012	741,4539	135,3035	125,4081	42,8618	7,7179	234,24	92,03	94,9052	5
SSD	15/05/2012	1097,6864	188,4284	192,4359	63,8917	10,0675	297,68	197,48	142,9051	3
SSD	29/05/2012	1040,9790	169,1851	182,7387	54,4776	10,0133	297,68	197,48	124,5681	3
SSD	12/06/2012	1339,2936	215,3567	256,5870	66,5716	14,6596	380,64	249,52	146,0077	5
SSD	27/06/2012	1268,0802	169,6889	263,1107	57,4736	13,0710	331,84	273,97	155,1877	3
SSD	02/07/2012	1259,9657	167,8151	307,8565	50,2654	15,0855	356,24	212,16	143,1136	3
SSD	24/07/2012	1375,4014	178,7285	311,6601	54,5776	15,3763	346,48	303,66	151,2901	10
SSD	07/08/2012	1192,6866	203,9804	209,7604	53,6819	11,7082	273,28	288,04	143,7133	3
SSD	30/08/2012	1340,2864	224,0637	229,5592	58,8038	13,7250	331,84	321,03	150,4845	5
SSD	18/09/2012	1468,8517	235,9045	314,1835	60,5618	14,4261	356,24	303,66	172,8421	5
SSD	27/09/2012	1393,4344	221,0770	294,0568	58,3551	14,8564	346,48	288,04	160,1937	5
SSD	13/10/2012	1108,4877	157,5611	213,1535	42,9261	12,4911	287,92	261,24	117,7176	10
SSD	23/10/2012	968,4781	151,3619	162,5251	42,0846	11,1815	248,88	212,16	114,1122	20
SSD	05/11/2012	1130,8981	182,4957	164,8775	51,6862	11,0147	356,24	220,42	127,9226	10
SSD	23/11/2012	1193,4748	199,5452	193,9819	56,7713	12,4111	336,72	212,16	155,2304	20
SSD	11/12/2012	1365,2434	230,5917	220,3210	66,9979	12,8505	409,92	212,16	186,8601	20
SSD	29/12/2012	1283,3956	213,6877	180,3670	59,8819	12,9887	395,28	220,42	165,0724	30
SSD	11/01/2013	1258,9989	220,4424	192,3522	61,8996	13,1934	356,24	220,42	168,7436	20
SSD	26/01/2013	1201,4977	191,8010	181,9317	56,6593	11,4148	346,48	239,03	158,3303	10
SSD	08/02/2013	1562,8491	280,4620	282,5844	87,4914	16,4614	351,36	283,60	248,7861	5
SSD	22/02/2013	1738,7480	326,6503	359,5218	102,3857	20,3971	346,48	269,42	296,0009	10
SSD	01/03/2013	1155,0927	190,1282	215,4615	58,6262	12,5635	268,40	226,88	166,1962	10
SSD	22/03/2013	1091,7657	221,1389	166,2627	68,8109	10,1954	229,36	198,52	182,7325	10
SSD	20/04/2013	1140,4405	202,8169	176,7740	61,9360	10,1719	317,20	184,34	172,3794	10
SSD	29/04/2013	845,2271	176,0086	125,1654	52,7337	12,1295	219,60	113,44	129,9054	10
SSD	17/04/2013	832,9839	172,7481	88,1745	55,3015	9,0720	273,28	85,08	133,0038	10
SSD	27/05/2013	932,7744	194,8245	124,4599	62,7102	7,6791	244,00	127,62	155,4288	10
SSD	17/06/2013	946,5605	182,7134	140,2331	58,4241	8,9486	268,40	127,62	151,8937	5
SSD	21/06/2013	1129,3162	192,2525	118,8641	59,0249	7,8536	302,56	283,60	154,9833	5
SSD	06/07/2013	1045,8066	170,6022	156,0062	54,1380	10,2182	325,67	170,16	148,3587	10
SSD	26/07/2013	950,9499	186,1434	163,2199	54,4401	10,6103	263,52	113,44	144,6301	10
SSD	13/08/2013	897,8423	177,3683	125,3466	53,4495	10,7193	253,76	127,62	136,2076	10
SSD	29/08/2013	842,2691	166,7739	120,4857	47,9954	9,9491	239,12	127,62	119,6061	5
SSD	12/09/2013	965,2348	167,8563	156,5401	50,4445	10,8227	248,88	184,34	130,3053	10
SSD	26/09/2013	1116,5962	188,7077	225,2316	55,2265	13,8179	253,76	212,70	151,1815	10

Taula 3 de resultats a Sant Sadurní d'Anoia: elements minoritaris analitzats

Lloc	Data	NaCl	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Si	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
SSD	12/10/2011	1180	0,0173	0,6706	2,7407	0,0361	0,0246	0,50	0,2	0,0129
SSD	29/10/2011	854	0,0246	0,9607	4,2540	0,0449	0,0345	0,50	0,2	0,0076
SSD	05/11/2011	485	0,0320	0,4244	3,4960	0,0224	0,0095	0,05	0,2	0,0189
SSD	23/11/2011	848	0,0014	0,9588	4,5424	0,0161	0,0172	0,00	0,0	0,0097
SSD	13/12/2011	870	0,0038	0,9048	3,1007	0,0186	0,0225	0,50	0,2	0,0028
SSD	28/12/2011	957	0,0252	1,2140	2,5633	0,1985	0,0321	0,50	0,3	0,0063
SSD	13/01/2012	947	0,0165	1,0221	2,2798	0,0126	0,0233	0,50	0,2	0,0049
SSD	30/01/2012	1013	0,0015	0,4158	3,1890	0,0265	0,0181	0,00	0,0	0,0318
SSD	11/02/2012	1017	0,0014	0,5102	3,1572	0,0255	0,0222	0,00	0,5	0,0109
SSD	29/02/2012	1061	0,0015	0,7547	2,7122	0,0325	0,0616	0,05	0,2	0,0091
SSD	14/03/2012	1033	0,0117	0,4918	2,7180	0,0359	0,0203	0,50	0,3	0,0234
SSD	29/03/2012	975	0,0015	0,4555	3,5703	0,0185	0,0131	0,00	0,3	0,0068
SSD	23/04/2012	1027	0,0004	0,7775	3,1028	0,0241	0,0246	0,50	0,2	0,0000
SSD	30/04/2012	744	0,0008	0,4873	2,7298	0,0229	0,0257	0,50	0,2	0,0236
SSD	15/05/2012	929	0,0006	0,8330	0,8134	0,0251	0,0302	0,10	0,0	0,0000
SSD	29/05/2012	966	0,0001	0,3505	1,3515	0,0197	0,0191	0,10	0,0	0,0000
SSD	12/06/2012	1068	0,0126	0,6976	3,8703	0,0275	0,0211	0,10	0,2	0,0242
SSD	27/06/2012	1112	0,0060	0,1712	0,4671	0,0281	0,0178	0,05	0,0	0,0000
SSD	02/07/2012	1245	0,0590	0,6334	3,0980	0,0639	0,0283	0,25	0,3	0,0000
SSD	24/07/2012	1335	0,0027	0,8184	1,4181	0,0609	0,0303	1,00	0,3	0,0015
SSD	07/08/2012	1042	0,0044	0,7393	4,5219	0,0315	0,0242	0,00	0,2	0,0000
SSD	30/08/2012	1152	0,0043	0,7384	4,5797	0,0362	0,0197	0,10	0,3	0,0000
SSD	18/09/2012	1268	0,0570	0,7249	4,9196	0,0603	0,0252	0,05	0,2	0,0000
SSD	27/09/2012	1298	0,0307	0,7443	4,2211	0,0544	0,0238	0,10	0,2	0,0000
SSD	13/10/2012	1029	0,0252	0,6201	4,0700	0,0373	0,0221	0,50	0,2	0,0000
SSD	23/10/2012	888	0,0194	0,5956	4,3266	0,0176	0,0163	1,00	0,2	0,0000
SSD	05/11/2012	962	0,0712	0,5296	5,0498	0,0208	0,0200	0,25	0,3	0,0000
SSD	23/11/2012	1097	0,0000	0,9211	4,1084	0,0308	0,0173	1,00	0,5	0,0801
SSD	11/12/2012	1104	0,0237	0,8785	4,2082	0,0599	0,0319	0,05	0,2	0,0928
SSD	29/12/2012	1091	0,0099	1,1416	3,2116	0,0382	0,0175	1,00	0,2	0,0791
SSD	11/01/2013	1129	0,0293	1,0156	3,3997	0,0339	0,0201	1,00	0,2	0,0090
SSD	26/01/2013	1105	0,0928	0,8882	4,0152	0,0277	0,0267	0,50	0,3	0,0000
SSD	08/02/2013	1190	0,0208	1,3394	5,4183	0,0382	0,0371	0,05	0,2	0,0000
SSD	22/02/2013	1212	0,0195	1,2525	6,2689	0,0612	0,0401	0,05	0,2	0,0000
SSD	01/03/2013	956	0,0618	1,1953	4,2977	0,0478	0,0344	1,00	0,2	0,0000
SSD	22/03/2013	1009	0,0000	0,1267	4,3654	0,0160	0,0114	0,00	0,2	0,0258
SSD	20/04/2013	1037	0,0000	0,6306	3,8136	0,0143	0,0139	0,05	0,3	0,0000
SSD	29/04/2013	687	0,0000	0,5635	4,8882	0,0172	0,0118	0,05	0,7	0,0138
SSD	17/05/2013	736	0,0010	0,3505	5,2437	0,0104	0,0076	0,50	0,2	0,0109
SSD	27/05/2013	883	0,0067	0,0690	4,7428	0,0064	0,0100	1,00	0,2	0,0170
SSD	17/06/2013	910	0,0037	0,1867	2,3944	0,0103	0,0101	0,50	0,2	0,0225
SSD	21/06/2013	876	0,0000	0,4725	4,4187	0,0085	0,0092	0,05	0,2	0,0187
SSD	06/07/2013	918	0,0008	0,3043	0,0459	0,0142	0,0102	0,25	0,0	0,0280
SSD	26/07/2013	933	0,0093	0,7604	3,8521	0,0083	0,0087	0,00	0,3	0,0074
SSD	13/08/2013	767	0,0104	0,5975	2,5350	0,0061	0,0077	0,00	0,2	0,0144
SSD	29/08/2013	776	0,0111	0,5345	4,8631	0,0029	0,0069	0,00	0,3	0,0003
SSD	12/09/2013	882	0,0116	0,6698	4,9953	0,0090	0,0103	0,05	0,3	0,0000
SSD	26/09/2013	1045	0,0110	0,9272	4,5977	0,0208	0,0144	0,10	0,3	0,0000

Taula 1 de resultats a Martorell: dades hidrològiques, temperatura, pH, conductivitat elèctrica i sediment en suspensió

Lloc	Data	Hora	Nivell riu	Qi	Escolament	T	pH	CE	SS
	dd/mm/aaaa	hh:mm	m	m ³ · s ⁻¹	mm	°C		μS · cm ⁻¹	mg · l ⁻¹
MTLL	12/10/2011	14:20	0,04	0,106	3,60	18,6	8,35	2300	32
MTLL	29/10/2011	14:20	0,24	1,282	43,66	19,7	8,06	1611	5
MTLL	05/11/2011	14:20	0,67	5,691	193,80	14,5	8,08	836	1513
MTLL	23/11/2011	14:00	0,36	2,361	80,39	13,5	8,02	1737	35
MTLL	13/12/2011	13:30	0,28	1,614	54,98	5,5	8,39	1814	12
MTLL	28/12/2011	13:30	0,23	1,182	40,25	7,0	8,23	1888	7
MTLL	13/01/2012	13:00	0,24	1,282	43,66	6,5	8,36	1872	8
MTLL	30/01/2012	13:50	0,21	1,063	36,22	6,4	7,58	2070	0
MTLL	11/02/2012	14:20	0,20	0,994	33,85	4,7	7,86	2010	15
MTLL	29/02/2012	14:00	0,20	0,994	33,85	11,5	7,88	2070	21
MTLL	14/03/2012	13:04	0,16	0,714	24,31	13,1	8,36	2140	22
MTLL	29/03/2012	15:00	0,22	1,135	38,65	15,0	8,26	1924	74
MTLL	23/04/2012	13:40	0,24	1,282	43,66	16,5	8,30	2030	7
MTLL	30/04/2012	13:20	0,55	4,470	152,22	13,2	8,01	968	3874
MTLL	15/05/2012	12:50	0,20	0,994	33,85	20,7	8,24	1805	4
MTLL	29/05/2012	13:10	0,19	0,925	31,51	22,0	8,12	1932	4
MTLL	12/06/2012	13:50	0,14	0,565	19,25	19,5	8,23	2040	28
MTLL	27/06/2012	20:00	0,07	0,212	7,21	28,5	8,45	2130	20
MTLL	02/07/2012	13:05	0,22	1,135	38,65	21,8	8,32	1972	200
MTLL	24/07/2012	13:25	0,11	0,411	14,00	25,6	8,28	2350	19
MTLL	07/08/2012	14:30	0,09	0,313	10,65	26,0	7,56	1547	298
MTLL	30/08/2012	13:00	0,04	0,111	3,79	25,4	7,87	2510	40
MTLL	18/09/2012	18:40	0,07	0,212	7,21	23,8	8,24	2370	46
MTLL	27/09/2012	14:00	0,05	0,152	5,16	18,0	8,19	2420	3
MTLL	13/10/2012	14:20	0,22	1,117	38,04	18,6	7,82	836	1014
MTLL	23/10/2012	13:10	0,25	1,331	45,34	19,7	7,39	1722	312
MTLL	05/11/2012	16:45	0,15	0,624	21,26	14,5	8,10	1912	58
MTLL	23/11/2012	14:25	0,25	1,276	43,47	13,5	7,66	2090	7
MTLL	11/12/2012	09:25	0,13	0,507	17,28	5,5	8,03	2160	35
MTLL	29/12/2012	11:45	0,12	0,449	15,29	7,5	8,06	2130	20
MTLL	11/01/2013	11:30	0,13	0,507	17,28	5,7	8,15	2130	19
MTLL	26/01/2013	09:00	0,17	0,757	25,79	6,0	8,04	2180	16
MTLL	08/02/2013	09:20	0,13	0,507	17,28	6,2	7,53	2150	3
MTLL	22/02/2013	10:00	0,12	0,455	15,48	11,0	7,81	2360	10
MTLL	01/03/2013	09:45	0,55	4,830	164,50	7,9	7,27	1023	1531
MTLL	22/03/2013	09:30	0,27	1,539	52,40	11,7	7,79	2010	25
MTLL	20/04/2013	11:40	0,19	0,942	32,09	15,5	7,89	2070	15
MTLL	29/04/2013	09:45	0,52	4,153	141,43	11,6	7,31	1196	143
MTLL	17/05/2013	09:45	0,47	3,548	120,82	14,0	7,97	1409	116
MTLL	27/05/2013	13:50	0,34	2,181	74,26	19,5	8,26	1766	46
MTLL	17/06/2013	10:00	0,24	1,274	43,40	14,7	8,36	1872	8
MTLL	21/06/2013	09:50	0,23	1,191	40,57	19,5	7,77	1874	30
MTLL	06/07/2013	12:10	0,18	0,859	29,26	26,0	8,29	1861	19
MTLL	26/07/2013	10:00	0,16	0,710	24,18	23,9	8,23	1913	44
MTLL	13/08/2013	14:30	0,10	0,356	12,12	27,0	8,34	1637	19
MTLL	29/08/2013	11:30	0,17	0,757	25,79	21,0	7,95	1165	381
MTLL	12/09/2013	11:30	0,16	0,691	23,53	18,6	7,76	1726	49
MTLL	26/09/2013	07:20	0,11	0,397	13,51	20,7	8,02	2020	58

Taula 2 de resultats a Martorell: total de sediment dissolt i els ions majoritaris

Lloc	Data	TSD	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
MTLL	12/10/2011	1860,12	236,1332	364,9285	72,1980	19,3467	395,28	558,11	199,7369	10
MTLL	29/10/2011	695,41	62,7454	82,8085	19,7479	8,7406	292,80	169,93	50,5311	5
MTLL	05/11/2011	645,64	93,0588	42,9026	25,8533	10,6804	326,96	85,35	53,8944	3
MTLL	23/11/2011	735,75	87,9940	60,4686	30,4211	5,8782	351,36	127,98	65,6166	3
MTLL	13/12/2011	743,96	88,5327	60,7046	30,5792	6,1343	331,84	152,64	66,4817	5
MTLL	28/12/2011	1079,67	192,3256	142,9584	63,2589	12,0326	331,84	176,51	147,4857	10
MTLL	13/01/2012	1045,78	184,4755	136,1815	60,9445	11,9364	317,20	169,93	142,3604	20
MTLL	30/01/2012	1075,37	189,9900	181,7974	59,0985	19,7856	297,68	185,43	132,6774	5
MTLL	11/02/2012	1111,76	183,9489	159,6522	56,6032	15,4992	370,88	191,39	125,2002	5
MTLL	29/02/2012	1140,08	182,7469	174,7164	57,2755	17,3268	380,64	191,39	128,7904	5
MTLL	14/03/2012	1185,54	177,1011	179,8575	55,1211	16,8912	385,52	223,54	124,0982	20
MTLL	29/03/2012	1077,66	183,0187	144,5601	58,0539	14,9854	370,88	179,87	118,8891	3
MTLL	23/04/2012	1131,17	182,9127	176,1261	61,3842	16,2235	380,64	169,93	129,0711	10
MTLL	30/04/2012	623,28	78,9235	70,7082	27,7878	29,1193	263,52	95,35	51,3002	3
MTLL	15/05/2012	1026,74	158,8816	184,4998	60,8895	14,0327	283,04	191,39	129,8477	3
MTLL	29/05/2012	1078,24	176,5931	198,4023	58,1078	14,4680	292,80	197,90	132,3808	5
MTLL	12/06/2012	1291,22	201,8901	268,6610	67,7776	18,7549	331,84	249,51	143,4891	5
MTLL	27/06/2012	1336,16	150,2233	240,7368	55,9027	15,6464	331,84	398,52	139,1698	3
MTLL	02/07/2012	1109,67	105,2705	190,5682	41,0424	131,2352	356,24	179,87	97,0616	5
MTLL	24/07/2012	1246,06	163,3064	282,6174	53,5453	17,5628	283,04	290,37	147,4112	5
MTLL	07/08/2012	1000,20	108,4595	142,4492	32,9366	18,6918	283,04	330,92	77,3055	3
MTLL	30/08/2012	1531,98	166,1253	231,2151	51,8739	20,0089	366,00	558,11	130,0343	5
MTLL	18/09/2012	1481,48	213,0558	283,2288	58,0623	16,4900	336,72	398,52	159,2160	10
MTLL	27/09/2012	1613,67	214,9167	267,8822	58,2819	17,2790	380,64	500,69	159,0307	10
MTLL	13/10/2012	719,68	70,6916	67,9435	18,2908	14,1365	317,20	179,87	43,2960	5
MTLL	23/10/2012	890,71	133,6089	175,7312	37,1412	14,5606	253,76	165,33	100,7420	5
MTLL	05/11/2012	1138,27	165,4120	164,8239	48,1654	12,9595	375,76	235,76	119,4604	10
MTLL	23/11/2012	1150,39	185,1661	195,2297	54,9668	16,1371	361,12	165,33	147,1911	20
MTLL	11/12/2012	1282,33	209,6954	219,6748	63,6502	20,1900	326,96	263,63	168,2713	5
MTLL	29/12/2012	1267,49	195,8353	189,6294	59,1024	18,4726	346,48	276,62	156,4407	20
MTLL	11/01/2013	1233,04	207,8175	194,7945	63,4379	20,6438	312,32	263,63	160,5257	5
MTLL	26/01/2013	1133,09	176,1811	176,9338	53,2285	17,9684	331,84	213,30	148,4935	10
MTLL	08/02/2013	1289,34	207,2245	223,4503	66,6961	19,3636	312,32	269,4	180,1005	5
MTLL	22/02/2013	1501,46	265,8608	306,3572	83,6495	26,2787	331,84	241,1	235,3264	5
MTLL	01/03/2013	556,35	67,8446	80,5375	22,2026	32,1017	185,44	113,4	46,7463	3
MTLL	22/03/2013	1156,39	200,5607	168,8712	64,4862	16,4107	341,60	184,3	165,3420	10
MTLL	20/04/2013	1144,35	194,0125	182,4721	62,0150	15,6078	331,84	184,34	164,7971	5
MTLL	29/04/2013	699,73	135,4001	116,4667	42,0306	19,9224	195,20	85,08	94,8633	5
MTLL	17/04/2013	766,19	156,3257	91,6777	50,5369	10,1360	234,24	85,08	122,3278	10
MTLL	27/05/2013	994,22	200,2803	134,3850	65,7951	12,5206	268,40	141,80	160,1605	5
MTLL	17/06/2013	1088,08	182,7959	150,0825	60,7695	13,8242	317,20	184,3	155,6363	20
MTLL	21/06/2013	1047,11	190,6431	152,3460	60,0329	14,0959	273,28	184,3	156,4519	10
MTLL	06/07/2013	1094,58	165,3114	165,7800	55,7438	15,1279	317,32	212,7	151,1121	10
MTLL	26/07/2013	1044,16	194,7360	183,1246	59,1531	14,2831	278,16	141,8	158,8200	10
MTLL	13/08/2013	923,53	169,1074	145,2764	55,8702	13,1954	268,40	127,6	136,2934	5
MTLL	29/08/2013	618,98	121,7854	92,5870	37,6047	11,2572	161,04	99,26	85,7478	5
MTLL	12/09/2013	952,59	164,5280	173,3988	52,4982	14,3081	244,00	156	137,2519	5
MTLL	26/09/2013	1100,94	172,7923	219,5843	52,7775	16,6902	263,52	226,9	140,4818	5

Taula 3 de resultats a Martorell: elements minoritaris analitzats

Lloc	Data	NaCl	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Si ⁻	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	p ³⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
MTLL	12/10/2011	1133	0,0305	0,0515	2,3770	0,0178	0,0285	1,00	0,2	0,6764
MTLL	29/10/2011	803	0,0015	0,0186	1,9572	0,0123	0,0000	0,50	0,2	0,4160
MTLL	05/11/2011	409	0,0055	0,0170	3,2096	0,0157	0,0272	0,05	0,2	0,4179
MTLL	23/11/2011	870	0,0007	0,0068	2,3134	0,0095	0,0020	0,00	0,2	0,4990
MTLL	13/12/2011	920	0,0014	0,0084	1,3021	0,0118	0,0173	0,25	0,0	0,4583
MTLL	28/12/2011	950	0,0198	0,0102	1,3801	0,0301	0,3210	0,25	0,3	0,9523
MTLL	13/01/2012	940	0,0106	0,0091	1,3709	0,0215	0,0258	0,25	0,2	0,8611
MTLL	30/01/2012	1054	0,0014	0,0237	2,3916	0,0217	0,0080	0,00	0,5	0,9564
MTLL	11/02/2012	1019	0,0017	0,0257	2,5379	0,0372	0,0066	0,00	0,3	0,6774
MTLL	29/02/2012	1047	0,0017	0,0254	1,2850	0,0315	0,0295	0,00	0,2	0,6172
MTLL	14/03/2012	1105	0,0011	0,0196	1,4850	0,0258	0,0123	1,00	0,2	0,6661
MTLL	29/03/2012	970	0,0011	0,0179	3,5672	0,0250	0,0143	0,00	0,2	0,5763
MTLL	23/04/2012	1027	0,0005	0,0163	3,0401	0,0336	0,0782	1,00	0,2	0,5125
MTLL	30/04/2012	477	0,1395	0,0153	2,6422	0,0219	0,0129	0,25	0,2	0,2921
MTLL	15/05/2012	902	0,0030	0,0185	0,4664	0,0225	0,0324	0,05	0,0	0,5632
MTLL	29/05/2012	974	0,0009	0,0193	1,6951	0,0228	0,0129	0,50	0,0	0,3312
MTLL	12/06/2012	1045	0,0010	0,0229	2,9201	0,0125	0,0553	0,50	0,2	0,5882
MTLL	27/06/2012	1080	0,0077	0,0308	0,0622	0,0150	0,0598	0,25	0,2	0,4918
MTLL	02/07/2012	990	0,0196	0,0237	2,1532	0,0129	0,0012	0,50	0,2	0,4666
MTLL	24/07/2012	1201	0,0016	0,0354	1,7618	0,0297	0,0294	0,50	0,2	0,6571
MTLL	07/08/2012	769	0,0025	0,0185	2,7360	0,0162	0,0102	0,00	0,2	0,4198
MTLL	30/08/2012	1166	0,0155	0,0107	2,7507	0,0174	0,0239	0,00	0,2	0,5863
MTLL	18/09/2012	1198	0,0561	0,1735	3,8744	0,0224	0,0196	1,00	0,3	0,7372
MTLL	27/09/2012	1273	0,0237	0,0329	2,7019	0,0201	0,0000	1,00	0,2	0,9684
MTLL	13/10/2012	409	0,0022	0,0257	2,6481	0,0101	0,0022	0,10	0,2	0,2611
MTLL	23/10/2012	859	0,0025	0,0197	4,0066	0,0169	0,0000	0,00	0,2	0,5923
MTLL	05/11/2012	961	0,0910	0,0165	4,6243	0,0174	0,0045	0,25	0,2	0,7174
MTLL	23/11/2012	1051	0,0000	0,0244	3,0865	0,0179	0,1279	1,00	0,2	0,7948
MTLL	11/12/2012	1098	0,0057	0,0365	3,9005	0,0227	0,0000	0,25	0,2	0,8462
MTLL	29/12/2012	1076	0,0000	0,0351	2,6138	0,0187	0,0734	1,00	0,2	0,9647
MTLL	11/01/2013	1079	0,0063	0,0314	2,6532	0,0183	0,0000	0,50	0,3	1,3586
MTLL	26/01/2013	1098	0,0810	0,0263	3,4435	0,0212	0,0000	0,50	0,5	0,5747
MTLL	08/02/2013	1097	0,0412	0,0296	3,6424	0,0249	0,0000	0,50	0,5	1,0267
MTLL	22/02/2013	1195	0,0195	0,0421	4,6757	0,0283	0,0000	0,10	0,3	0,9219
MTLL	01/03/2013	505	0,3018	0,3780	2,5366	0,0043	0,0000	0,00	0,7	1,1177
MTLL	22/03/2013	1011	0,0000	0,0109	4,1737	0,0145	0,0047	0,00	0,2	0,3723
MTLL	20/04/2013	1041	0,0000	0,0117	3,3728	0,0137	0,0000	0,00	0,3	0,5626
MTLL	29/04/2013	586	0,0232	0,0072	4,1475	0,0097	0,0118	0,25	0,5	0,8177
MTLL	17/05/2013	695	0,0000	0,0113	4,9607	0,0080	0,0000	0,50	0	0,3832
MTLL	27/05/2013	886	0,0141	0,0098	4,5700	0,0116	0,0099	0,50	0,2	0,5634
MTLL	17/06/2013	940	0,0071	0,0111	2,3287	0,0240	0,0183	0,25	0,2	0,5943
MTLL	21/06/2013	940	0,0003	0,0087	4,1850	0,0068	0,0513	1,00	0,2	0,4650
MTLL	06/07/2013	931	0,0001	0,0125	0,0875	0,0364	0,0267	0,50	0,2	0,6252
MTLL	26/07/2013	958	0,0094	0,0064	3,0497	0,0082	0,0029	0,00	0,3	0,7115
MTLL	13/08/2013	814	0,0092	0,0059	2,0831	0,0074	0,0155	0,00	0,2	0,4496
MTLL	29/08/2013	580	0,0103	0,0060	3,9831	0,0062	0,0000	0,00	0,2	0,4875
MTLL	12/09/2013	862	0,0100	0,0096	4,6158	0,0099	0,0000	0,05	0,3	0,6326
MTLL	26/09/2013	1019	0,0119	0,0117	2,4418	0,0091	0,0121	0,00	0,2	0,5293

Taula 1 de resultats a Carne: dades hidrològiques, temperatura, pH, conductivitat elèctrica i sediment en suspensió

Lloc	Data	Hora	Nivell riu	Qi	Escolament	T	pH	CE	SS
	dd/mm/aaaa	hh:mm	m	m ³ · s ⁻¹	mm	°C		μS · cm ⁻¹	mg · l ⁻¹
CRM	12/10/2011	12:10	0,16	0,14	44,15	16,5	8,10	1178	0
CRM	29/10/2011	11:45	0,10	0,07	20,81	16,5	8,12	1114	1
CRM	05/11/2011	11:45	0,56	1,10	346,90	13,5	8,08	1037	230
CRM	23/11/2011	11:15	0,29	0,40	127,09	11,5	8,00	1151	15
CRM	13/12/2011	11:00	0,28	0,38	119,84	7,3	8,20	1096	0
CRM	28/12/2011	11:00	0,24	0,29	92,72	9,0	8,10	1105	1
CRM	13/01/2012	10:30	0,25	0,32	99,34	8,0	8,12	1098	2
CRM	30/01/2012	10:41	0,25	0,32	99,34	7,2	8,03	1083	11
CRM	11/02/2012	11:50	0,23	0,27	86,41	5,7	8,18	1121	8
CRM	29/02/2012	11:47	0,20	0,22	68,43	10,0	8,21	1175	6
CRM	14/03/2012	10:53	0,18	0,18	57,40	10,0	8,15	1219	15
CRM	29/03/2012	12:25	0,16	0,15	47,30	11,5	8,12	1265	14
CRM	23/04/2012	11:25	0,27	0,36	112,58	13,0	8,06	1278	3
CRM	30/04/2012	11:40	0,30	0,43	134,34	12,4	7,96	1166	23
CRM	15/05/2012	11:15	0,20	0,22	68,43	14,5	7,90	1127	6
CRM	29/05/2012	11:30	0,17	0,17	52,35	14,8	7,96	1121	1
CRM	12/06/2012	11:25	0,15	0,13	42,26	15,2	7,97	1226	23
CRM	27/06/2012	18:00	0,12	0,09	27,75	21,0	8,07	1195	22
CRM	02/07/2012	11:10	0,13	0,10	32,48	17,6	7,97	1155	11
CRM	24/07/2012	11:20	0,11	0,08	23,65	18,7	7,96	1221	16
CRM	07/08/2012	11:45	0,09	0,06	18,29	20,0	7,58	1222	10
CRM	30/08/2012	11:00	0,07	0,04	12,61	20,9	7,94	1250	8
CRM	18/09/2012	16:45	0,07	0,04	12,61	20,3	8,07	1288	14
CRM	27/09/2012	11:45	0,08	0,05	15,45	14,9	7,94	1272	2
CRM	13/10/2012	11:55	0,08	0,05	15,45	16,5	7,91	1329	1
CRM	23/10/2012	11:10	0,11	0,08	23,65	16,5	7,73	1191	19
CRM	05/11/2012	13:25	0,19	0,20	63,07	13,5	8,01	986	9
CRM	23/11/2012	12:15	0,18	0,18	57,40	11,5	7,76	1025	2
CRM	11/12/2012	11:05	0,15	0,13	42,26	7,3	7,92	1138	0
CRM	29/12/2012	13:45	0,14	0,12	37,21	8,5	8,00	1188	6
CRM	11/01/2013	12:45	0,13	0,10	32,48	8,3	7,97	1252	7
CRM	26/01/2013	10:30	0,13	0,10	32,48	8,0	7,64	1294	3
CRM	08/02/2013	11:10	0,12	0,09	27,75	7,9	7,91	1339	0
CRM	22/02/2013	11:55	0,11	0,08	23,65	10,0	7,94	1289	0
CRM	01/03/2013	11:45	0,16	0,15	47,30	9,0	7,90	1251	2
CRM	22/03/2013	12:15	0,29	0,40	127,09	11,6	7,75	1103	15
CRM	20/04/2013	13:40	0,27	0,36	112,58	13,0	7,46	1039	6
CRM	29/04/2013	11:20	0,34	0,59	185,12	12,2	7,91	1210	6
CRM	17/05/2013	11:30	0,32	0,48	149,80	12,30	8,06	1209	12
CRM	27/05/2013	15:50	0,36	0,58	181,33	16,00	7,90	1059	19
CRM	17/06/2013	11:40	0,26	0,34	105,96	20,00	8,03	1083	11
CRM	21/06/2013	11:35	0,35	0,55	173,45	15,30	7,67	1001	10
CRM	06/07/2013	14:00	0,27	0,36	112,58	18,00	7,78	962	2
CRM	26/07/2013	11:45	0,25	0,32	99,34	18,00	7,84	923	21
CRM	13/08/2013	16:50	0,21	0,24	74,42	20,00	7,99	895	13
CRM	29/08/2013	13:20	0,21	0,24	74,42	18,00	8,06	930	3
CRM	12/09/2013	13:00	0,20	0,22	68,43	15,80	7,60	827	58
CRM	26/09/2013	08:50	0,17	0,17	52,35	16,30	7,29	860	47

Taula 2 de resultats a Carne: total de sediment dissolt i els ions majoritaris

Lloc	Data	TSD	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
CRM	12/10/2011	895,95	309,8956	20,2931	66,9669	3,6338	287,92	29,36	160,6007	10
CRM	29/10/2011	677,44	198,9480	14,6468	45,8526	4,9605	248,88	35,49	121,9951	1
CRM	05/11/2011	664,79	171,8984	10,7383	39,3728	6,9417	297,68	17,47	111,9645	3
CRM	23/11/2011	1139,64	285,3189	149,4867	99,8248	9,7154	312,32	22,49	249,1848	3
CRM	13/12/2011	600,43	164,3406	9,5357	40,5070	1,8868	253,76	22,83	98,6597	5
CRM	28/12/2011	627,69	178,5689	7,6894	43,2514	1,5869	253,76	24,35	109,2315	5
CRM	13/01/2012	624,01	174,5616	8,1723	42,0462	1,6407	253,76	23,94	105,8940	10
CRM	30/01/2012	639,71	187,4371	9,1621	42,7990	1,7614	273,28	23,94	96,6795	1
CRM	11/02/2012	617,70	176,9699	10,1577	41,6093	1,6111	258,64	24,79	97,5195	3
CRM	29/02/2012	646,39	197,2391	10,9851	46,3907	1,8167	244,00	26,29	113,8585	3
CRM	14/03/2012	662,46	199,2364	11,8885	46,3862	1,8070	253,76	27,48	116,5423	3
CRM	29/03/2012	734,90	206,4283	12,0222	48,7797	2,1627	307,44	28,86	124,1658	3
CRM	23/04/2012	727,09	213,0694	12,4447	50,6745	1,9632	292,80	23,19	126,9960	3
CRM	30/04/2012	632,14	183,0199	13,0501	43,4177	2,5896	253,76	22,18	107,9352	3
CRM	15/05/2012	687,27	210,6912	15,8402	49,0809	4,9791	248,88	26,29	121,5136	5
CRM	29/05/2012	743,14	218,8633	17,2463	50,0891	2,5834	292,80	28,13	125,4258	3
CRM	12/06/2012	829,14	262,0708	14,6433	57,3396	2,9137	331,84	29,69	121,3962	3
CRM	27/06/2012	764,04	216,6460	12,0497	46,8931	2,4623	312,32	33,01	131,8176	3
CRM	02/07/2012	731,12	201,1475	12,3394	44,4528	2,5713	312,32	31,72	119,5665	1
CRM	24/07/2012	723,04	210,4526	12,5089	44,9664	2,4673	283,04	34,36	126,5558	3
CRM	07/08/2012	765,19	261,8274	14,5517	50,6224	2,5143	244,00	36,66	145,6904	3
CRM	30/08/2012	769,08	253,7687	13,1833	52,0801	0,6188	248,88	40,26	152,3860	3
CRM	18/09/2012	833,19	285,3827	15,3616	52,9180	2,1180	263,52	40,26	162,8366	5
CRM	27/09/2012	838,85	274,2155	13,9959	51,6932	2,1244	292,80	38,25	155,1877	5
CRM	13/10/2012	746,34	225,3036	13,9757	45,8327	2,6988	273,28	38,25	136,5598	5
CRM	23/10/2012	724,24	197,8250	11,8979	42,5351	3,8977	297,68	34,36	125,7794	5
CRM	05/11/2012	624,46	168,4801	8,7649	34,2374	1,9215	292,80	26,84	83,6994	3
CRM	23/11/2012	627,69	173,3743	8,2242	36,8270	1,9418	273,28	27,48	99,1035	3
CRM	11/12/2012	717,65	201,8760	9,5001	44,0824	1,9328	287,92	29,69	127,9375	10
CRM	29/12/2012	717,37	209,2782	10,1036	46,5446	1,9970	273,28	30,65	138,3101	3
CRM	11/01/2013	784,90	230,3271	12,3786	50,9749	2,2400	292,80	31,72	156,9250	3
CRM	26/01/2013	715,04	203,1439	10,7670	47,6339	1,9399	268,40	31,72	144,5490	3
CRM	08/02/2013	922,08	293,1596	15,8635	67,9524	2,6724	292,80	28,36	214,2151	3
CRM	22/02/2013	931,61	309,8427	17,4413	72,1913	2,6558	253,76	42,54	226,9955	3
CRM	01/03/2013	757,04	248,0338	14,3604	58,3824	2,9515	214,72	28,36	184,3413	3
CRM	22/03/2013	596,80	182,7069	11,2704	45,0221	1,8729	209,84	14,18	124,3049	5
CRM	20/04/2013	594,70	170,5480	9,7880	42,0507	1,7159	219,60	28,36	114,4077	5
CRM	29/04/2013	737,85	246,3263	35,2483	55,1802	6,2859	214,72	14,18	155,4372	5
CRM	17/04/2013	717,26	209,4706	10,7113	46,2984	2,6957	278,16	28,36	131,6883	5
CRM	27/05/2013	609,68	186,4758	11,3422	44,8252	1,9777	209,84	28,36	119,4365	3
CRM	17/06/2013	643,29	175,2070	10,6258	41,4907	1,7535	273,28	28,36	107,4444	1
CRM	21/06/2013	586,24	167,6045	9,7415	40,6195	1,6435	224,48	28,36	104,7033	5
CRM	06/07/2013	566,29	163,9383	9,9094	38,1562	1,5292	234,24	14,18	95,4523	5
CRM	26/07/2013	500,33	156,2514	7,2059	37,2495	1,5518	185,44	14,18	88,6142	5
CRM	13/08/2013	426,01	148,9705	7,0742	35,1700	1,3780	126,88	14,18	82,9236	5
CRM	29/08/2013	539,71	165,3858	7,5041	37,7461	1,6955	195,20	28,36	94,3994	5
CRM	12/09/2013	503,37	134,4790	7,9931	39,7905	1,6227	180,56	28,36	100,8103	5
CRM	26/09/2013	463,64	147,5292	7,0893	38,8292	1,6737	141,52	14,18	103,3459	5

Taula 3 de resultats a Carme: elements minoritaris analitzats

Lloc	Data	NaCl	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Si	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
CRM	12/10/2011	584	0,0000	0,0100	5,8397	0,0215	0,0011	0,05	0,0	1,3587
CRM	29/10/2011	559	0,0020	0,0202	4,4142	0,0168	0,0000	0,05	0,2	0,9679
CRM	05/11/2011	504	0,0056	0,0165	4,5741	0,0177	0,0016	0,05	0,3	0,7611
CRM	23/11/2011	573	0,0014	0,0175	6,7608	0,0174	0,0028	0,05	0,0	1,4495
CRM	13/12/2011	548	0,0026	0,0057	3,0675	0,0113	0,0074	0,10	0,0	0,7161
CRM	28/12/2011	550	0,0072	0,0032	3,5211	0,0102	0,0055	0,05	0,0	0,6523
CRM	13/01/2012	548	0,0051	0,0012	3,1304	0,0106	0,0000	0,05	0,2	0,6059
CRM	30/01/2012	539	0,0011	0,0162	3,2688	0,0013	0,0054	0,00	0,0	0,3663
CRM	11/02/2012	558	0,0008	0,0122	2,8256	0,0020	0,0167	0,05	0,2	0,2913
CRM	29/02/2012	587	0,0009	0,0160	2,1023	0,0198	0,0134	0,05	0,2	0,4056
CRM	14/03/2012	599	0,0006	0,0144	1,8295	0,0070	0,0089	0,00	0,2	0,2959
CRM	29/03/2012	624	0,0009	0,0172	1,3846	0,0059	0,0191	0,10	0,3	0,2168
CRM	23/04/2012	630	0,0004	0,0162	2,0924	0,0263	0,0884	0,05	0,0	0,6718
CRM	30/04/2012	581	0,0014	0,0164	2,8122	0,0155	0,0015	0,05	0,0	0,2848
CRM	15/05/2012	561	0,0349	0,1310	3,9817	0,0602	0,1089	0,25	0,2	0,2214
CRM	29/05/2012	556	0,0028	0,0179	4,1274	0,0246	0,0196	0,05	0,2	0,5581
CRM	12/06/2012	605	0,0024	0,0209	5,1878	0,0169	0,0000	0,05	0,3	0,6726
CRM	27/06/2012	598	0,0053	0,0300	5,1164	0,0212	0,0000	0,05	0,0	0,6266
CRM	02/07/2012	574	0,0108	0,0181	5,4857	0,0211	0,0000	0,05	0,0	0,4168
CRM	24/07/2012	604	0,0019	0,0405	4,9487	0,0204	0,0076	0,05	0,2	0,4161
CRM	07/08/2012	607	0,0034	0,0206	5,4301	0,0198	0,0000	0,00	0,2	0,6437
CRM	30/08/2012	616	0,0069	0,0230	4,0129	0,0198	0,0155	0,00	0,2	0,6188
CRM	18/09/2012	632	0,0081	0,0273	4,9906	0,0200	0,0000	0,05	0,0	0,6976
CRM	27/09/2012	628	0,0054	0,0212	4,8444	0,0206	0,0000	0,05	0,2	0,4418
CRM	13/10/2012	655	0,0035	0,0174	4,5454	0,0208	0,0000	0,05	0,2	0,5954
CRM	23/10/2012	584	0,0027	0,0105	4,5665	0,0105	0,0000	0,00	0,2	0,4729
CRM	05/11/2012	487	0,0032	0,0077	4,0530	0,0084	0,0000	0,05	0,2	0,3998
CRM	23/11/2012	508	0,0000	0,0134	3,6119	0,0085	0,0731	0,05	0,0	0,7020
CRM	11/12/2012	565	0,0000	0,0161	3,7528	0,0087	0,0849	0,00	0,0	0,8475
CRM	29/12/2012	594	0,0000	0,0133	3,3424	0,0078	0,0852	0,05	0,0	0,6985
CRM	11/01/2013	616	0,0065	0,0160	3,3346	0,0107	0,0000	0,00	0,0	1,1682
CRM	26/01/2013	639	0,0261	0,0042	2,9186	0,0089	0,0000	0,05	0,2	0,6756
CRM	08/02/2013	660	0,0199	0,0121	3,3455	0,0127	0,0000	0,05	0,0	0,6169
CRM	22/02/2013	636	0,0205	0,0107	2,4086	0,0112	0,0000	0,05	0,0	0,6849
CRM	01/03/2013	615	0,0193	0,0135	2,0069	0,0117	0,0000	0,25	0,0	0,5863
CRM	22/03/2013	545	0,0000	0,0062	2,4040	0,0073	0,0000	0,00	0,0	0,1824
CRM	20/04/2013	513	0,0000	0,0061	2,5315	0,0069	0,0000	0,05	0,2	0,4323
CRM	29/04/2013	593	0,0000	0,0056	4,9996	0,0075	0,0090	0,25	0,2	0,0000
CRM	17/05/2013	596	0,0000	0,0060	4,8598	0,0038	0,0074	0,00	0,0	0,0000
CRM	27/05/2013	523	0,0000	0,0048	4,0801	0,0032	0,0114	0,05	0,0	0,2688
CRM	17/06/2013	539	0,0001	0,0046	3,9739	0,0030	0,0100	0,00	0,0	0,1344
CRM	21/06/2013	494	0,0000	0,0046	4,0652	0,0028	0,0106	0,00	0,0	0,0000
CRM	06/07/2013	472	0,0001	0,0045	3,8677	0,0028	0,0086	0,00	0,0	0,0000
CRM	26/07/2013	453	0,0095	0,0011	4,1201	0,0035	0,0000	0,00	0,5	0,1997
CRM	13/08/2013	439	0,0102	0,0025	4,0166	0,0037	0,0000	0,00	0,3	0,0982
CRM	29/08/2013	457	0,0108	0,0021	4,2126	0,0043	0,0038	0,00	0,0	0,1890
CRM	12/09/2013	403	0,0113	0,0008	4,2858	0,0027	0,0040	0,05	0,2	0,2016
CRM	26/09/2013	422	0,0106	0,0010	4,1328	0,0047	0,0019	0,00	0,2	0,1259

Taula 1 de resultats a Sant Quintí de Mediona: dades hidrològiques, temperatura, pH, conductivitat elèctrica i sediment en suspensió

Lloc	Data	Hora	Nivell riu	Qi	Escolament	T	pH	CE	SS
	dd/mm/aaaa	hh:mm	m	m ³ · s ⁻¹	mm	°C		μS · cm ⁻¹	mg · l ⁻¹
SQM	12/10/2011	12:40	0,03	0,12	58,22	17,5	7,64	1210	11
SQM	29/10/2011	13:10	0,05	0,12	58,22	17,7	8,02	1225	0
SQM	05/11/2011	13:10	-	0,84	407,54	15,5	8,33	772	25
SQM	23/11/2011	12:10	-	0,22	106,74	15,5	8,08	1255	7
SQM	13/12/2011	11:45	0,06	0,21	101,89	13,5	8,16	1249	4
SQM	28/12/2011	11:45	0,55	0,20	97,03	12,0	8,10	1250	3
SQM	13/01/2012	11:15	0,06	0,19	92,18	10,5	8,06	1256	2
SQM	30/01/2012	11:21	0,07	0,17	82,48	7,2	7,79	1228	11
SQM	11/02/2012	12:30	0,06	0,16	79,37	5,7	8,14	1232	8
SQM	29/02/2012	12:35	0,06	0,15	72,22	14,0	8,15	1225	6
SQM	14/03/2012	11:27	0,06	0,14	68,97	14,8	8,13	1237	12
SQM	29/03/2012	13:05	0,05	0,03	16,82	15,0	8,07	1213	10
SQM	23/04/2012	10:45	-	0,07	32,17	15,5	7,94	1268	1
SQM	30/04/2012	12:10	-	0,07	32,61	16,0	8,05	1226	3
SQM	15/05/2012	11:45	0,04	0,04	20,66	17,4	7,80	1129	6
SQM	29/05/2012	11:55	0,04	0,04	20,22	18,0	7,95	1157	1
SQM	12/06/2012	12:05	-	0,05	23,59	15,2	7,91	1238	16
SQM	27/06/2012	18:50	0,03	0,05	23,04	22,0	7,94	1265	15
SQM	02/07/2012	11:45	0,04	0,05	23,04	19,5	7,99	1257	0
SQM	24/07/2012	12:00	0,04	0,04	21,16	20,5	7,89	1254	7
SQM	07/08/2012	12:35	0,03	0,04	20,49	21,0	7,58	1268	1
SQM	30/08/2012	11:35	0,05	0,04	19,93	20,5	7,92	1263	0
SQM	18/09/2012	17:20	0,04	0,04	19,41	19,5	7,99	1268	9
SQM	27/09/2012	12:30	0,05	0,04	19,67	16,8	7,93	1270	2
SQM	13/10/2012	12:30	0,07	0,05	24,26	17,5	7,95	1131	21
SQM	23/10/2012	11:45	0,65	0,05	24,26	17,7	7,60	1231	21
SQM	05/11/2012	14:20	0,05	0,02	11,16	15,5	7,91	1259	12
SQM	23/11/2012	12:50	0,03	0,01	19,27	15,5	7,71	1258	0
SQM	11/12/2012	11:35	0,05	0,04	19,35	13,5	7,85	1249	2
SQM	29/12/2012	14:30	0,05	0,04	19,30	14,0	7,94	1253	6
SQM	11/01/2013	13:10	0,05	0,04	19,30	13,3	7,94	1258	7
SQM	26/01/2013	11:00	0,06	0,04	19,72	12,5	7,76	1259	4
SQM	08/02/2013	12:25	0,06	0,04	20,30	13,0	7,69	1261	0
SQM	22/02/2013	12:30	0,05	0,04	19,30	15,0	7,92	1235	0
SQM	01/03/2013	12:30	0,06	0,04	20,30	13,7	7,96	1222	1
SQM	22/03/2013	12:45	0,07	0,05	82,48	16,2	7,95	1274	12
SQM	20/04/2013	14:15	0,06	0,04	20,30	17,0	7,52	1249	4
SQM	29/04/2013	12:00	0,07	0,05	254,37	15,8	7,88	1250	5
SQM	17/05/2013	12:00	0,08	0,07	32,83	16,4	8,01	1185	18
SQM	27/05/2013	16:30	0,09	0,52	254,37	20,0	8,01	1238	24
SQM	17/06/2013	12:20	0,06	0,10	46,25	21,2	7,92	1235	0
SQM	21/06/2013	12:00	0,07	0,05	45,61	18,5	7,56	1250	14
SQM	06/07/2013	14:40	0,06	0,02	41,80	21,5	7,68	1242	3
SQM	26/07/2013	12:15	0,07	0,09	44,64	20,6	7,73	1251	21
SQM	13/08/2013	17:20	0,08	0,08	38,81	21,0	7,77	1233	7
SQM	29/08/2013	13:45	0,07	0,08	39,29	20,0	7,81	1219	2
SQM	12/09/2013	13:35	0,06	0,07	36,17	17,8	7,71	1228	0
SQM	26/09/2013	09:25	0,06	0,07	34,43	18,4	8,00	1250	1

Taula 2 de resultats a Sant Quintí de Mediona: total de sediment dissolt i els ions majoritaris

Lloc	Data	TSD	Ca	Na	Mg	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
SQM	12/10/2011	723,01	190,4381	14,5677	60,6029	3,5417	268,40	23,75	151,0195	5
SQM	29/10/2011	679,50	190,6864	13,3696	56,1560	2,6373	244,00	23,86	142,4981	1
SQM	05/11/2011	493,73	122,1223	9,8200	29,1612	7,5735	248,88	11,94	56,2963	3
SQM	23/11/2011	740,43	192,9736	11,6755	53,3602	2,5860	317,20	19,15	135,5186	3
SQM	13/12/2011	663,46	194,9508	12,4580	55,1351	2,4248	229,36	19,55	141,4569	3
SQM	28/12/2011	670,12	195,6525	12,5126	54,8659	2,2874	234,24	19,93	142,5896	3
SQM	13/01/2012	679,01	196,7507	12,5927	54,2097	2,1653	239,12	20,37	143,5684	5
SQM	30/01/2012	642,26	193,1214	11,6423	51,9771	2,0513	234,24	20,98	123,1931	1
SQM	11/02/2012	670,19	197,7507	12,5926	53,5077	2,1688	248,88	21,40	127,8886	1
SQM	29/02/2012	660,54	194,8166	12,4706	53,0358	2,2758	244,00	22,13	126,5122	1
SQM	14/03/2012	652,44	192,8371	11,6456	52,7006	2,1745	239,12	22,50	126,0352	1
SQM	29/03/2012	643,11	182,9406	11,8064	50,1048	2,0128	234,24	37,18	119,8967	1
SQM	23/04/2012	681,74	193,5234	12,5537	51,6809	1,9747	263,52	29,52	123,5716	1
SQM	30/04/2012	692,47	190,8359	12,3688	50,5981	2,3823	278,16	29,38	123,4540	1
SQM	15/05/2012	673,63	203,9064	14,1086	55,9588	2,4211	219,60	34,56	135,8885	3
SQM	29/05/2012	676,08	200,8093	13,0344	54,7196	2,3577	234,24	34,91	131,0978	1
SQM	12/06/2012	772,46	251,2868	15,4009	67,4672	2,8672	244,00	32,88	150,4555	3
SQM	27/06/2012	686,71	204,8389	12,7898	54,4460	2,4194	224,48	33,24	148,4108	1
SQM	02/07/2012	700,51	208,0537	12,9670	53,9087	2,7674	239,12	31,14	146,3742	1
SQM	24/07/2012	684,91	195,9678	12,7730	52,5560	2,3491	239,12	34,27	142,0938	1
SQM	07/08/2012	764,76	249,0897	14,2384	61,9391	2,2797	224,48	34,67	171,4081	1
SQM	30/08/2012	766,23	256,8350	13,2799	61,5056	2,1382	219,60	35,00	169,0108	3
SQM	18/09/2012	777,55	251,8322	14,1383	60,0348	1,9188	239,12	35,34	166,6652	3
SQM	27/09/2012	816,16	261,2415	13,5025	62,7524	2,2156	258,64	35,15	173,6240	3
SQM	13/10/2012	593,00	179,5335	10,7276	45,0221	3,8257	195,20	30,46	120,7588	3
SQM	23/10/2012	711,51	200,9659	13,6596	51,4256	2,9852	263,52	32,53	138,3475	3
SQM	05/11/2012	730,57	210,5931	12,3374	54,4512	2,3968	263,52	33,42	145,8104	3
SQM	23/11/2012	740,62	213,0992	11,4837	56,4234	2,4055	253,76	35,44	161,6911	1
SQM	11/12/2012	771,44	223,6423	12,6481	59,1176	2,4043	258,64	35,37	169,0307	5
SQM	29/12/2012	800,84	246,6237	12,5845	65,7281	2,5740	239,12	35,40	190,0391	3
SQM	11/01/2013	887,02	278,9969	15,4535	75,3153	2,5757	253,76	35,40	215,8278	3
SQM	26/01/2013	680,97	185,0643	10,5450	51,5814	1,9439	244,00	35,15	145,1837	3
SQM	08/02/2013	803,42	261,6384	15,2484	74,8657	2,6683	185,44	42,54	213,7876	1
SQM	22/02/2013	705,90	217,9219	12,1777	61,2110	2,2079	190,32	42,54	173,7279	1
SQM	01/03/2013	687,41	227,0577	14,2166	64,1235	2,6783	165,92	28,36	178,4401	1
SQM	22/03/2013	705,96	216,1354	13,9570	57,7931	2,6272	214,72	28,36	164,8310	3
SQM	20/04/2013	684,75	202,5457	13,3143	55,9828	2,2161	214,72	28,36	161,2851	1
SQM	29/04/2013	757,07	233,7619	36,7565	60,0096	6,2377	219,60	28,36	165,0689	1
SQM	17/04/2013	686,59	202,0295	13,2959	52,0332	3,1187	234,24	28,36	145,4989	3
SQM	27/05/2013	702,35	209,6477	13,5355	56,0074	2,5609	224,48	28,36	159,9824	3
SQM	17/06/2013	673,45	205,2405	13,3154	55,5135	2,4585	190,32	42,54	158,2676	1
SQM	21/06/2013	672,98	202,0045	13,3497	55,8724	2,4552	204,96	28,36	158,0198	3
SQM	06/07/2013	688,81	200,8333	13,0952	55,0197	2,3560	224,48	28,36	156,5528	3
SQM	26/07/2013	677,31	205,5494	11,8235	57,2472	2,3267	204,96	28,36	158,8542	3
SQM	13/08/2013	661,98	213,4278	13,2501	60,1023	2,5854	165,92	28,36	169,6994	3
SQM	29/08/2013	627,71	197,9760	10,9095	56,2225	2,2453	165,92	28,36	160,0165	1
SQM	12/09/2013	664,00	210,6869	12,2283	57,9961	2,2865	180,56	28,36	163,6785	3
SQM	26/09/2013	730,43	218,8565	12,5361	58,0423	2,2882	209,84	56,72	163,7552	3

Taula 3 de resultats a Sant Quintí de Mediona: elements minoritaris analitzats

Lloc	Data	NaCl	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Si	Zn ²⁺	Al ³⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	P ³⁻
	dd/mm/aaaa	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹	mg · l ⁻¹
SQM	12/10/2011	591	0,0000	0,0030	5,0094	0,0172	0,0000	0,00	0,0	0,6666
SQM	29/10/2011	603	0,0025	0,0134	4,4597	0,0431	0,0064	0,00	0,0	0,7685
SQM	05/11/2011	384	0,0048	0,0116	4,2794	0,0109	0,0000	0,05	0,0	0,5805
SQM	23/11/2011	618	0,0013	0,0086	4,1740	0,0154	0,0008	0,00	0,0	0,7684
SQM	13/12/2011	615	0,0025	0,0043	4,1863	0,0152	0,0000	0,00	0,0	0,9153
SQM	28/12/2011	617	0,0031	0,0035	4,2005	0,0174	0,0002	0,00	0,0	0,8251
SQM	13/01/2012	619	0,0035	0,0000	4,2978	0,0180	0,0000	0,00	0,2	0,7078
SQM	30/01/2012	607	0,0009	0,0145	4,0186	0,0076	0,0140	0,00	0,0	0,0000
SQM	11/02/2012	607	0,0009	0,0159	4,0268	0,0064	0,0142	0,00	0,2	0,7335
SQM	29/02/2012	602	0,0005	0,0144	3,8786	0,0035	0,0046	0,00	0,2	0,1908
SQM	14/03/2012	610	0,0008	0,0151	3,7567	0,0070	0,0030	0,00	0,2	0,4447
SQM	29/03/2012	597	0,0012	0,0142	3,5397	0,0014	0,0109	0,00	0,0	0,3621
SQM	23/04/2012	624	0,0006	0,0122	3,8511	0,0261	0,0899	0,00	0,0	0,4163
SQM	30/04/2012	604	0,0002	0,0121	3,9050	0,0216	0,0227	0,00	0,0	0,3292
SQM	15/05/2012	562	0,0016	0,0193	4,1222	0,0192	0,0000	0,00	0,0	0,0261
SQM	29/05/2012	565	0,0023	0,0137	3,8424	0,0257	0,0000	0,00	0,0	0,0283
SQM	12/06/2012	610	0,0018	0,0180	4,8321	0,0141	0,0000	0,00	0,0	0,2433
SQM	27/06/2012	624	0,0022	0,0186	4,5514	0,0209	0,0000	0,00	0,0	0,4857
SQM	02/07/2012	620	0,0020	0,0131	4,6494	0,0181	0,0000	0,00	0,0	0,4995
SQM	24/07/2012	618	0,0012	0,0382	4,2946	0,0202	0,0085	0,00	0,0	0,4110
SQM	07/08/2012	623	0,0040	0,0249	5,1165	0,0195	0,0000	0,05	0,0	0,4366
SQM	30/08/2012	622	0,0046	0,0879	5,0854	0,0230	0,0068	0,00	0,2	0,4509
SQM	18/09/2012	623	0,0050	0,0220	5,0107	0,0207	0,0000	0,00	0,0	0,4384
SQM	27/09/2012	624	0,0050	0,0204	5,2588	0,0203	0,0000	0,00	0,2	0,5264
SQM	13/10/2012	562	0,0181	0,0018	4,1807	0,0156	0,0000	0,00	0,0	0,2498
SQM	23/10/2012	606	0,0021	0,0085	4,6100	0,0107	0,0000	0,05	0,0	0,3981
SQM	05/11/2012	620	0,0021	0,0080	4,6663	0,0115	0,0000	0,00	0,0	0,3555
SQM	23/11/2012	623	0,0000	0,0168	4,4483	0,0098	0,0803	0,00	0,2	0,5658
SQM	11/12/2012	615	0,0000	0,0135	4,6719	0,0085	0,0650	0,00	0,0	0,8292
SQM	29/12/2012	617	0,0000	0,0154	5,0650	0,0103	0,0797	0,00	0,0	0,5991
SQM	11/01/2013	619	0,0047	0,0202	5,6001	0,0108	0,0000	0,00	0,0	1,0549
SQM	26/01/2013	620	0,0251	0,0034	3,8968	0,0086	0,0000	0,00	0,2	0,3661
SQM	08/02/2013	620	0,0202	0,0091	5,6631	0,0115	0,0000	0,00	0,0	0,5244
SQM	22/02/2013	608	0,0198	0,0085	4,4208	0,0112	0,0000	0,00	0,0	0,3296
SQM	01/03/2013	600	0,0021	0,0104	4,8011	0,0113	0,0000	0,00	0,0	0,7910
SQM	22/03/2013	628	0,0000	0,0063	4,3125	0,0095	0,0000	0,00	0,0	0,2068
SQM	20/04/2013	613	0,0000	0,0060	4,8493	0,0095	0,0000	0,00	0,3	0,1613
SQM	29/04/2013	614	0,0010	0,0042	5,4940	0,0102	0,0131	0,00	0,5	0,2547
SQM	17/05/2013	589	0,0000	0,0077	4,9852	0,0046	0,0161	0,00	0,0	0,0000
SQM	27/05/2013	608	0,0000	0,0060	4,6356	0,0055	0,0093	0,00	0,0	0,1188
SQM	17/06/2013	608	0,0000	0,0056	4,7094	0,0055	0,0144	0,00	0,0	0,0594
SQM	21/06/2013	613	0,0000	0,0045	4,7364	0,0031	0,0064	0,00	0,2	0,0048
SQM	06/07/2013	611	0,0000	0,0052	4,7833	0,0056	0,0195	0,00	0,3	0,0000
SQM	26/07/2013	614	0,0096	0,0035	4,7289	0,0064	0,0000	0,00	0,3	0,1409
SQM	13/08/2013	606	0,0095	0,0017	5,1070	0,0061	0,0000	0,00	0,3	0,2062
SQM	29/08/2013	600	0,0125	0,0002	4,8317	0,0069	0,0000	0,00	0,0	0,2046
SQM	12/09/2013	603	0,0106	0,0009	4,9408	0,0054	0,0000	0,00	0,0	0,2430
SQM	26/09/2013	617	0,0109	0,0023	4,9427	0,0056	0,0000	0,00	0,2	0,2277

FITXA DE CAMP: JORBA

Superfície conca del riu:	929 km²
Superfície conca de l'estació:	217 km²
Altitud de l'estació:	340m
Coordenades UTM:	X= 380,35; Y= 4.604,81

Estació d'aforament	Data	Hora	Nivell riu (cm)	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) corbes	Escolament (mm)	Temp. aigua	CE	pH
EA011	12/10/2011	11:00	11	0,030	4,36	-	-	-
EA011	29/10/2011	10:50	11	0,028	4,07	-	-	-
EA011	05/11/2011	10:50	34	0,587	85,31	-	-	-
EA011	23/11/2011	10:10	17,5	0,117	17,00	-	-	-
EA011	13/12/2011	10:00	15	0,078	11,34	-	-	-
EA011	28/12/2011	10:00	10	0,002	0,26	6	-	-
EA011	13/01/2012	09:30	11	0,028	4,07	5	-	-
EA011	30/01/2012	10:00	14,5	0,065	9,45	3,5	-	-
EA011	11/02/2012	11:00	14,5	0,078	11,34	2,1	-	-
EA011	29/02/2012	10:30	13,5	0,065	9,45	6,5	-	-
EA011	14/03/2012	10:10	14	0,065	9,45	6,8	-	-
EA011	29/03/2012	11:30	16	0,091	13,22	7,5	-	-
EA011	23/04/2012	12:35	21	0,170	24,71	11	-	-
EA011	30/04/2012	11:00	25,5	0,297	43,16	10,9	-	-
EA011	15/05/2012	10:05	19	0,132	19,18	12,7	-	-
EA011	29/05/2012	10:30	16	0,091	13,22	13,4	-	-
EA011	12/06/2012	10:30	16	0,091	13,22	13,5	-	-
EA011	27/06/2012	16:55	11	0,028	4,07	22,5	-	-
EA011	02/07/2012	10:25	12	0,039	5,67	16,3	-	-
EA011	24/07/2012	10:35	9	0,008	1,16	18,2	-	-
EA011	07/08/2012	10:55	9	0,008	1,16	20	-	-
EA011	30/08/2012	10:15	9	0,008	1,16	20,4	-	-
EA011	18/09/2012	16:05	7	0,005	0,73	18,5	-	-
EA011	27/09/2012	10:55	7	0,005	0,73	14	-	-
EA011	13/10/2012	11:00	8	0,007	1,02	14,7	-	-
EA011	23/10/2012	10:25	11	0,028	4,07	14,5	-	-
EA011	05/11/2012	12:00	11	0,028	4,07	12,5	-	-
EA011	23/11/2012	11:25	11	0,039	5,67	10	-	-
EA011	11/12/2012	10:20	11	0,039	5,67	5,5	-	-
EA011	29/12/2012	12:55	13	0,052	7,56	7	-	-
EA011	11/01/2013	12:10	14	0,065	9,45	6,7	-	-
EA011	26/01/2013	09:45	12	0,039	5,67	6,5	-	-
EA011	08/02/2013	10:25	12	0,039	5,67	5,9	3230	7,63
EA011	22/02/2013	11:05	10	0,018	2,62	9	-	-
EA011	01/03/2013	11:05	14	0,065	9,45	7,3	-	-
EA011	22/03/2013	10:35	18	0,117	17,00	8,5	-	-
EA011	20/04/2013	12:45	21	0,170	24,71	10,5	-	-
EA011	29/04/2013	10:40	30	0,420	61,04	10,4	-	-
EA011	17/05/2013	10:50	23	0,217	31,54	11,2	-	-
EA011	27/05/2013	15:00	22	0,193	28,05	14	-	-
EA011	17/06/2013	11:00	22	0,193	28,05	17	-	-
EA011	21/06/2013	10:50	29	0,386	56,10	14	-	-
EA011	06/07/2013	13:20	18	0,117	17,00	17,5	-	-
EA011	26/07/2013	11:10	10	0,018	2,62	17,7	-	-
EA011	13/08/2013	15:15	10	0,018	2,62	21	-	-
EA011	29/08/2013	12:40	10	0,018	2,62	18	-	-
EA011	12/09/2013	12:10	9	0,008	1,16	14,3	-	-
EA011	26/09/2013	08:20	11	0,030	4,36	16,3	-	-

FITXA DE CAMP: SANT SADURNÍ D'ANOIA

Superfície conca del riu:	929 km ²
Superfície conca de l'estació:	726 km ²
Altitud de l'estació:	121 m
Coordenades UTM:	X= 398,85; Y= 4.588,9

Estació d'aforament	Data	Hora	Nivell riu (cm)	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) dades ACA	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) corbes	Escolament (mm)	Temp. aigua	CE	pH
EA004	12/10/2011	13:20	12	0,3900	0,365	15,85	18	-	-
EA004	29/10/2011	13:40	18	0,8400	0,734	31,88	18	-	-
EA004	05/11/2011	13:40	62	15,5500	9,380	407,45	14,7	-	-
EA004	23/11/2011	13:05	23	0,8300	1,160	50,39	13,5	-	-
EA004	13/12/2011	12:45	25,5	0,8900	1,480	64,29	7,8	-	-
EA004	28/12/2011	12:40	24	1,2600	1,557	67,64	7,5	-	-
EA004	13/01/2012	12:15	25	1,7000	1,370	59,51	6	-	-
EA004	30/01/2012	12:45	23,5	1,5200	1,260	54,73	6,9	-	-
EA004	11/02/2012	13:40	23	1,3070	1,160	50,39	5,5	-	-
EA004	29/02/2012	13:10	20	0,8749	0,892	38,75	12	-	-
EA004	14/03/2012	12:23	20	0,7262	0,892	38,75	12,7	-	-
EA004	29/03/2012	14:10	21	0,6219	0,978	42,48	15,5	-	-
EA004	23/04/2012	09:50	25	0,8640	1,370	59,51	13,2	-	-
EA004	30/04/2012	12:40	54,5	3,0113	7,180	311,88	14,9	-	-
EA004	15/05/2012	12:10	21	0,5415	0,978	42,48	18,8	-	-
EA004	29/05/2012	12:30	20,5	0,7452	0,978	42,48	20,3	-	-
EA004	12/06/2012	12:50	15	0,8186	0,531	23,07	17	-	-
EA004	27/06/2012	19:20	13	0,7604	0,416	18,07	26	-	-
EA004	02/07/2012	12:20	19	0,7424	0,811	35,23	21,5	-	-
EA004	24/07/2012	12:40	10,5	0,5413	0,318	13,81	23,9	-	-
EA004	07/08/2012	13:20	12	0,6498	0,365	15,85	25	-	-
EA004	30/08/2012	12:10	10	0,6423	0,275	11,95	24	-	-
EA004	18/09/2012	17:55	11	0,6912	0,318	13,81	20,5	-	-
EA004	27/09/2012	13:05	12	0,2350	0,365	15,85	16,5	-	-
EA004	13/10/2012	13:20	14	0,6307	0,471	20,46	18	-	-
EA004	23/10/2012	12:25	19	0,6934	0,811	35,23	18	-	-
EA004	05/11/2012	14:55	18	0,5733	0,734	31,88	14,7	-	-
EA004	23/11/2012	13:40	19	0,9577	0,811	35,23	13,5	-	-
EA004	11/12/2012	12:15	19	1,2474	0,811	35,23	7,8	-	-
EA004	29/12/2012	15:05	18	1,1230	0,734	31,88	9,5	-	-
EA004	11/01/2013	13:35	18	0,8071	0,734	31,88	8,6	-	-
EA004	26/01/2013	11:30	16	1,0009	0,594	25,80	8	-	-
EA004	08/02/2013	13:20	17	-	0,662	28,76	8,5	2250	7,68
EA004	22/02/2013	13:00	18	-	0,734	31,88	11	-	-
EA004	01/03/2013	13:10	29	-	1,840	79,93	9,8	-	-
EA004	22/03/2013	13:15	25	-	1,370	59,51	14,8	-	-
EA004	20/04/2013	14:50	24	1,1209	1,260	54,73	18	-	-
EA004	29/04/2013	12:30	46	5,2215	4,850	210,67	13	-	-
EA004	17/05/2013	12:40	40	3,6510	3,590	155,94	15,8	-	-
EA004	27/05/2013	17:10	28	1,7200	0,979	42,54	21	-	-
EA004	17/06/2013	13:00	20	0,6226	0,892	38,75	22	-	-
EA004	21/06/2013	12:50	24	1,2044	1,260	54,73	20,3	-	-
EA004	06/07/2013	15:25	19	0,5700	0,811	35,23	27	-	-
EA004	26/07/2013	12:50	15	0,3600	0,531	23,07	24,7	-	-
EA004	13/08/2013	17:55	10	0,2350	0,275	11,95	27	-	-
EA004	29/08/2013	14:15	13	0,3759	0,416	18,07	22	-	-
EA004	12/09/2013	14:20	15,5	0,2350	0,594	25,80	20,5	-	-
EA004	26/09/2013	09:55	17	0,2350	0,662	28,76	19,2	-	-

FITXA DE CAMP: MARTORELL

Superfície conca del riu:	929 km ²
Superfície conca de l'estació:	926 km ²
Altitud de l'estació:	
Coordenades UTM:	

Estació d'aforament	Data	Hora	Nivell riu (cm)	Nivell peixos (cm)	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) corbes	Escolament (mm)	Temp. aigua	CE	pH
EA074	12/10/2011	14:20	3,5	33	0,106	3,60	18,6	-	-
EA074	29/10/2011	14:20	23,5	52	1,282	43,66	19,7	-	-
EA074	05/11/2011	14:20	67	67	5,691	193,80	14,5	-	-
EA074	23/11/2011	14:00	35,5	58	2,361	80,39	13,5	-	-
EA074	13/12/2011	13:30	28	54	1,614	54,98	5,5	-	-
EA074	28/12/2011	13:30	23	51	1,182	40,25	7	-	-
EA074	13/01/2012	13:00	24	52	1,282	43,66	6,5	-	-
EA074	30/01/2012	13:50	20,5	50	1,063	36,22	6,4	-	-
EA074	11/02/2012	14:20	20	49	0,994	33,85	4,7	-	-
EA074	29/02/2012	14:00	20	49	0,994	33,85	11,5	-	-
EA074	14/03/2012	13:04	16	46	0,714	24,31	13,1	-	-
EA074	29/03/2012	15:00	22	50	1,135	38,65	15	-	-
EA074	23/04/2012	13:40	24	52	1,282	43,66	16,5	-	-
EA074	30/04/2012	13:20	55	64	4,470	152,22	13,2	-	-
EA074	15/05/2012	12:50	20	49	0,994	33,85	20,7	-	-
EA074	29/05/2012	13:10	18,8	49	0,925	31,51	22	-	-
EA074	12/06/2012	13:50	14	44	0,565	19,25	?	-	-
EA074	27/06/2012	20:00	7	37	0,212	7,21	28,5	-	-
EA074	02/07/2012	13:05	22	50	1,135	38,65	21,8	-	-
EA074	24/07/2012	13:25	10,5	42	0,411	14,00	25,6	-	-
EA074	07/08/2012	14:30	9	40	0,313	10,65	26	-	-
EA074	30/08/2012	13:00	4	34	0,111	3,79	25,4	-	-
EA074	18/09/2012	18:40	7	37	0,212	7,21	23,8	-	-
EA074	27/09/2012	14:00	5	38	0,152	5,16	18	-	-
EA074	13/10/2012	14:20	22	49	1,117	38,04	18,6	-	-
EA074	23/10/2012	13:10	24,5	50	1,331	45,34	19,7	-	-
EA074	05/11/2012	16:45	15	44	0,624	21,26	14,5	-	-
EA074	23/11/2012	14:25	24,5	45	1,276	43,47	13,5	-	-
EA074	11/12/2012	09:25	13	44	0,507	17,28	5,5	-	-
EA074	29/12/2012	11:45	12	42	0,449	15,29	7,5	-	-
EA074	11/01/2013	11:30	13	44	0,507	17,28	5,7	-	-
EA074	26/01/2013	09:00	16,5	44	0,757	25,79	6	-	-
EA074	08/02/2013	09:20	12,5	44	0,507	17,28	6,2	2370	7,77
EA074	22/02/2013	10:00	12	43	0,455	15,48	11	-	-
EA074	01/03/2013	09:45	55	75	4,830	164,50	7,9	-	-
EA074	22/03/2013	09:30	27	54	1,539	52,40	11,7	-	-
EA074	20/04/2013	11:40	19	50	0,942	32,09	15,5	-	-
EA074	29/04/2013	09:45	52	66	4,153	141,43	11,6	-	-
EA074	17/05/2013	09:45	47	64	3,548	120,82	14	-	-
EA074	27/05/2013	13:50	34	57	2,181	74,26	19,5	-	-
EA074	17/06/2013	10:00	24	51	1,274	43,40	18	-	-
EA074	21/06/2013	09:50	23	50	1,191	40,57	19,5	-	-
EA074	06/07/2013	12:10	18	48	0,859	29,26	26	-	-
EA074	26/07/2013	10:00	16	46	0,710	24,18	23,9	-	-
EA074	13/08/2013	14:30	10	40	0,356	12,12	27	-	-
EA074	29/08/2013	11:30	17	44	0,757	25,79	21	-	-
EA074	12/09/2013	11:30	16	44	0,691	23,53	18,6	-	-
EA074	26/09/2013	07:20	11	40	0,397	13,51	20,7	-	-

FITXA DE CAMP: CARME

Superfície conca del riu:	104 km²
Superfície conca de l'estació:	100 km²
Altitud de l'estació:	285 m
Coordenades UTM:	X= 398,53; Y= 4.600,20

Estació d'afora-ment	Data	Hora	Nivell riu (cm)	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) corbes	Escola-ment (mm)	Temp. aigua	CE	pH
EA065	12/10/2011	12:10	16	0,140	44,15	16,5	-	-
EA065	29/10/2011	11:45	10,5	0,066	20,81	16,5	-	-
EA065	05/11/2011	11:45	56	1,100	346,90	13,5	-	-
EA065	23/11/2011	11:15	29,5	0,403	127,09	11,5	-	-
EA065	13/12/2011	11:00	28,5	0,380	119,84	7,3	-	-
EA065	28/12/2011	11:00	24	0,294	92,72	9	-	-
EA065	13/01/2012	10:30	25,5	0,315	99,34	8	-	-
EA065	30/01/2012	10:41	25	0,315	99,34	7,2	-	-
EA065	11/02/2012	11:50	22,5	0,274	86,41	5,7	-	-
EA065	29/02/2012	11:47	19,5	0,217	68,43	10	-	-
EA065	14/03/2012	10:53	17,5	0,182	57,40	10	-	-
EA065	29/03/2012	12:25	16	0,150	47,30	11,5	-	-
EA065	23/04/2012	11:25	27	0,357	112,58	13	-	-
EA065	30/04/2012	11:40	29,5	0,426	134,34	12,4	-	-
EA065	15/05/2012	11:15	20	0,217	68,43	14,5	-	-
EA065	29/05/2012	11:30	16,5	0,166	52,35	14,8	-	-
EA065	12/06/2012	11:25	15	0,134	42,26	15,2	-	-
EA065	27/06/2012	18:00	12	0,088	27,75	21	-	-
EA065	02/07/2012	11:10	13	0,103	32,48	17,6	-	-
EA065	24/07/2012	11:20	11	0,075	23,65	18,7	-	-
EA065	07/08/2012	11:45	9	0,058	18,29	20	-	-
EA065	30/08/2012	11:00	7	0,040	12,61	20,9	-	-
EA065	18/09/2012	16:45	7	0,040	12,61	20,3	-	-
EA065	27/09/2012	11:45	7,5	0,049	15,45	14,9	-	-
EA065	13/10/2012	11:55	8	0,049	15,45	16,5	-	-
EA065	23/10/2012	11:10	11	0,075	23,65	16,5	-	-
EA065	05/11/2012	13:25	18,5	0,200	63,07	13,5	-	-
EA065	23/11/2012	12:15	17,5	0,182	57,40	11,5	-	-
EA065	11/12/2012	11:05	14,5	0,134	42,26	7,3	-	-
EA065	29/12/2012	13:45	14	0,118	37,21	8,5	-	-
EA065	11/01/2013	12:45	13	0,103	32,48	8,3	-	-
EA065	26/01/2013	10:30	12,5	0,103	32,48	8	-	-
EA065	08/02/2013	11:10	12	0,088	27,75	7,9	1160	7,4
EA065	22/02/2013	11:55	11	0,075	23,65	10	-	-
EA065	01/03/2013	11:45	16	0,150	47,30	9	-	-
EA065	22/03/2013	12:15	29	0,403	127,09	11,6	-	-
EA065	20/04/2013	13:40	27	0,357	112,58	13	-	-
EA065	29/04/2013	11:20	34	0,587	185,12	12,2	-	-
EA065	17/05/2013	11:30	32	0,475	149,80	12,3	-	-
EA065	27/05/2013	15:50	36	0,575	181,33	16	-	-
EA065	17/06/2013	11:40	26	0,336	105,96	20	-	-
EA065	21/06/2013	11:35	35	0,550	173,45	15,3	-	-
EA065	06/07/2013	14:00	27	0,357	112,58	18	-	-
EA065	26/07/2013	11:45	25	0,315	99,34	18	-	-
EA065	13/08/2013	16:50	21	0,236	74,42	20	-	-
EA065	29/08/2013	13:20	21	0,236	74,42	18	-	-
EA065	12/09/2013	13:00	20	0,217	68,43	15,8	-	-
EA065	26/09/2013	08:50	17	0,166	52,35	16,3	-	-

FITXA DE CAMP: SANT QUINTÍ DE MEDIONA

Superfície conca del riu:	92 km ²
Superfície conca de l'estació:	65 km ²
Altitud de l'estació:	375 m
Coordenades UTM:	X= 388,68; Y= 4.590,75

Estació d'aforament	Data	Hora	Nivell riu (cm)	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) dades ACA	Cabal (m ³ ·s ⁻¹) corbes	Escolament (mm)	Temp. aigua	CE	pH
EA039	12/10/2011	12:40	3	0,1200	0,008	58,22	-	-	-
EA039	29/10/2011	13:10	5	0,1200	0,023	58,22	-	-	-
EA039	05/11/2011	13:10	-	0,8400	-	407,54	-	-	-
EA039	23/11/2011	12:10	-	0,2200	-	106,74	-	-	-
EA039	13/12/2011	11:45	6	0,2100	0,036	101,89	-	-	-
EA039	28/12/2011	11:45	5,5	0,2000	0,200	97,03	12	-	-
EA039	13/01/2012	11:15	6	0,1900	0,158	92,18	10,5	-	-
EA039	30/01/2012	11:21	7	0,1700	0,050	82,48	12,3	-	-
EA039	11/02/2012	12:30	6	0,1636	0,036	79,37	5,7	-	-
EA039	29/02/2012	12:35	6	0,1489	0,036	72,22	14	-	-
EA039	14/03/2012	11:27	6	0,1422	0,036	68,97	14,8	-	-
EA039	29/03/2012	13:05	5	0,0347	0,023	16,82	15	-	-
EA039	23/04/2012	10:45	-	0,0663	-	32,17	15,5	-	-
EA039	30/04/2012	12:10	-	0,0672	-	32,61	16	-	-
EA039	15/05/2012	11:45	4	0,0426	0,014	20,66	17,4	-	-
EA039	29/05/2012	11:55	4	0,0417	0,014	20,22	18	-	-
EA039	12/06/2012	12:05	-	0,0486	-	23,59	15,2	-	-
EA039	27/06/2012	18:50	3	0,0475	0,008	23,04	22	-	-
EA039	02/07/2012	11:45	4	0,0475	0,014	23,04	19,5	-	-
EA039	24/07/2012	12:00	4	0,0436	0,020	21,16	20,5	-	-
EA039	07/08/2012	12:35	3	0,0422	0,015	20,49	21	-	-
EA039	30/08/2012	11:35	5	0,0411	0,026	19,93	20,5	-	-
EA039	18/09/2012	17:20	4	0,0400	0,020	19,41	19,5	-	-
EA039	27/09/2012	12:30	5	0,0406	0,026	19,67	16,8	-	-
EA039	13/10/2012	12:30	7	0,0500	0,050	24,26	17,5	-	-
EA039	23/10/2012	11:45	6,5	0,0500	0,050	24,26	17,7	-	-
EA039	05/11/2012	14:20	5	0,0230	0,023	11,16	15,5	-	-
EA039	23/11/2012	12:50	3	0,0397	0,008	19,27	15,5	-	-
EA039	11/12/2012	11:35	5	0,0399	0,023	19,35	13,5	-	-
EA039	29/12/2012	14:30	5	0,0398	0,023	19,30	14	-	-
EA039	11/01/2013	13:10	5	0,0398	0,023	19,30	13,3	-	-
EA039	26/01/2013	11:00	6	0,0406	0,036	19,72	12,5	-	-
EA039	08/02/2013	12:25	6	0,0418	0,036	20,30	13	1060	7,6
EA039	22/02/2013	12:30	5	0,0398	0,023	19,30	15	-	-
EA039	01/03/2013	12:30	6	0,0418	0,036	20,30	13,7	-	-
EA039	22/03/2013	12:45	7	0,1700	0,050	82,48	16,2	-	-
EA039	20/04/2013	14:15	6	0,0418	0,036	20,30	17	-	-
EA039	29/04/2013	12:00	7	0,5243	0,050	254,37	15,8	-	-
EA039	17/05/2013	12:00	8	0,0677	0,065	32,83	16,4	-	-
EA039	27/05/2013	16:30	9	0,5243	0,081	254,37	20	-	-
EA039	17/06/2013	12:20	6	0,0953	0,036	46,25	21,2	-	-
EA039	21/06/2013	12:00	7	0,0940	0,050	45,61	18,5	-	-
EA039	06/07/2013	14:40	6	0,0861	0,036	41,80	21,5	-	-
EA039	26/07/2013	12:15	7	0,0920	0,050	44,64	20,6	-	-
EA039	13/08/2013	17:20	8	0,0800	0,065	38,81	21	-	-
EA039	29/08/2013	13:45	7	0,0810	0,050	39,29	20	-	-
EA039	12/09/2013	13:35	6	0,0746	0,036	36,17	17,8	-	-
EA039	26/09/2013	09:25	5,5	0,0710	0,030	34,43	18,4	-	-



Universitat de Barcelona