
Relació entre les característiques químiques de les aigües subterrànies del Montseny i el seu context geològic

Josep Maria Carmona, Manuel Viladevall
i Xavier Font

*Departament de Geoquímica, Petrologia
i Prospecció Geològica
Universitat de Barcelona*

Resum

Es presenten alguns dels resultats d'un estudi dut a terme sobre les característiques químiques de les aigües subterrànies situades al sud de Collformic. L'objectiu és determinar la influència que sobre el caràcter químic de les aigües tenen factors com ara la composició del substrat geològic, l'orientació del vessant on se situen les fonts que s'han estudiat i l'altura de la zona de recàrrega de cada font.

L'orientació del vessant només és important en els casos en què per aquesta causa hi ha un grau diferent d'humitat, un altre tipus de vegetació i d'usos del sòl. Això és especialment aplicable a les aigües que es troben a prop de la seva zona de recàrrega. El substrat litològic és cada cop més important a mesura que augmenta la distància recorreguda.

Paraules clau
Aquífer fracturat, fonts, clorurs, cabals

Resumen

Relación entre las características químicas de las aguas subterráneas del Montseny y su contexto geológico

Se presentan algunos de los resultados de un estudio realizado sobre las características químicas de las aguas subterráneas situadas al sur de Collformic. El objetivo es determinar el tipo de flujo a través de las diferentes litologías presentes y la influencia que sobre el carácter químico de las aguas tienen factores como la composición del substrato geológico, la orientación de la vertiente en la que se sitúan las fuentes que se han estudiado y la altura de la zona de recarga de cada fuente.

La vertiente sólo es importante en los casos en que por esta causa hay un grado de humedad diferente, otro tipo de vegetación y de usos del suelo. Ello es especialmente aplicable a las aguas que se hallan cerca de su zona de recarga. El substrato litológico es cada vez más importante a medida que aumenta la distancia recorrida.

Palabras clave
Acuífero fracturado, fuentes, cloruros, interacción agua-roca

Abstract

Chemical relations between the Montseny ground waters and their geological context

The results of a study on hydrochemical characteristics of groundwater located to the South of Collformic are presented.

Our study was undertaken to determine the type of flow through the substrate and to assess the influence of lithogeochemistry, orientation of the watershed and the recharge zones on the chemical nature of spring ground water.

The orientation was only significant when soil moisture varied and vegetation and land use were different. This especially concerned water located near its recharge zone. The lithological substrate increased in importance for water that covered longer distances.

Keywords
Fractured aquifer, springs, chlorides, rock-water interaction

Introducció

Les aigües subterrànies estudiades són les que, dintre del Parc Natural del Montseny, drenen les fonts situades al sud de la carretera que uneix les poblacions del Brull i Santa Maria de Palautordera. Les seves aigües han travessat tot un seguit de materials que van, per una banda, des de filites i esquistes del Paleozoic inferior fins a calcàries, pissarres, lidites i conglomerats del Paleozoic mitjà i superior. Per altra banda hi ha també fonts que drenen materials detrítics del Triàsic inferior (Buntsandstein) i materials calcaris, detrítics i evaporítics (guixos) del Triàsic mitjà (Muschelkalk).

Objectius

- Aquest treball té com a principals objectius els següents:
- Establir si hi ha una relació entre el caràcter químic de les aigües i l’orientació del vessant on es recarrega i descarrega la font.
 - Establir el model de flux de les aigües subterrànies al Montseny a partir de les característiques hidroquímiques de les fonts existents.
 - Estudiar la relació existent entre el quimisme de les aigües i les litologies presents.

Caracterització hidroquímica de les fonts estudiades
Per tal de caracteritzar aquestes aigües, s’han construït els diagrames hidroquímics de Piper, Schoeller i Stiff. Aquests diagrames han permès observar l’existència de diferències en el quimisme de les aigües. Així, les principals fàcies hidroquímiques (fig. 1) que presenten són:

- Aigües bicarbonatades càlciques.

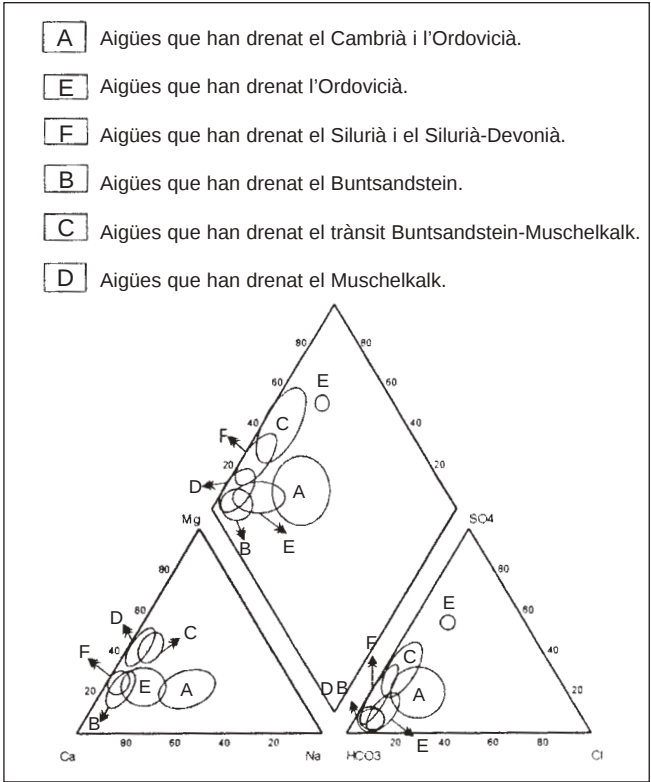


Figura 1. Fàcies hidroquímiques en funció de les litologies drenades.

- Aigües bicarbonatades calcicomagnèsiques.
- Aigües bicarbonatades calcicosòdiques.
- Aigües bicarbonatades-sulfatades calcicomagnèsiques.
- Aigües sulfatades calcicomagnèsiques.
- Aigües sulfatades càlciques.

Factors que condicionen el caràcter químic de les aigües
Per tal d’establir els factors que condicionen el quimisme d’aquestes aigües s’ha estudiat la relació existent entre:

El quimisme i l’orientació del vessant on es localitza la zona de descàrrega. En general aquest factor té poca incidència en el caràcter químic de les aigües, excepte en aquells casos en què, amb poc recorregut de les aigües, l’orientació del vessant provoca diferents usos del sòl i dóna lloc a diferents tipus de vegetació.

La hidroquímica de les aigües i la distància recorreguda. Aquesta distància s’ha estimat a partir de l’altura de drenatge de la font i la seva altura de recàrrega (vegeu en aquest sentit la comunicació presentada en aquestes Jornades per aquests mateixos autors). S’observa que el grau de mineralització varia en funció de la distància relativa entre la zona de recàrrega i la zona de descàrrega.

El grau de mineralització i el caràcter químic d’una aigua i les litologies per les quals ha circulat. A nivell individual, pel que fa a cadascuna de les litologies diferenciades, es poden remarcar les característiques següents:

L’estudi ha permès constatar que les aigües més mineralitzades són aquelles que han drenat les dolomies del Muschelkalk. Aquestes aigües presenten elevades concentracions d’ions Ca, Mg i HCO₃ així com també un pH força constant.

Les aigües que han circulat per les calcàries del Silurià també contenen elevades concentracions de Ca i HCO₃, encara que presenten valors menors en Mg que les anteriors.

Pel que fa a les que han circulat pels materials triàsics del Buntsandstein, en aquestes el grau de mineralització és menor que en les anteriors, tot i que presenten majors concentracions de Na i SO₄, sent important la presència de Ba com a conseqüència de la interacció amb el filons de bari-tina que es troben en el si d’aquests materials. També és important la concentració de SiO₂ com a conseqüència de la naturalesa dels materials (fonamentalment gresos i conglomerats rics en quars).

Per altra banda, les aigües que han circulat per pissarres negres del Silurià i de l’Ordovicià presenten una menor mineralització. Tot i així, es caracteritzen per presentar elevats continguts de SO₄, Fe, Mn, Cu, Zn i Ni com a conseqüència de l’oxidació dels nivells de sulfurs que existeixen en aquests materials.

Per últim, les aigües que han drenat el Cambrià i l’Ordovicià es caracteritzen per presentar en general un baix grau de mineralització, excepte les que, a part de drenar aquesta litologia, han circulat també per altres materials. En línies generals el seu quimisme és força homogeni, la qual cosa reflecteix el caràcter homogeni d’aquesta litologia.

A nivell global, i per al conjunt de litologies estudiades, també es poden indicar característiques comunes a totes. Així, per exemple, la concentració en nitrats de les aigües en general es troba per sota del límit permès (15 mg/l). Hi ha excepcions però: font d’en Llanes, font Coveta, font Acàcies i font de Can Perera. La situació d’aquestes fonts

fa pensar que la presència d'aquest element no és d'origen natural.

També cal destacar que, en general, les aigües estudiades presenten una disminució de la concentració de Fe i Mn en incrementar el temps de residència. Això es podria relacionar amb el fet que el caràcter agressiu de les aigües meteòriques facilitaria la lixiviació d'aquests elements. En incrementar la interacció aigua-roca i augmentar l'alcalinitat de l'aigua es facilita la precipitació d'aquests ions en forma oxidada.

Evolució del quimisme al llarg del temps i l'espai.

Models de flux

L'estudi acurat de la hidroquímica de les aigües ha permès establir el model de flux dominant a través dels materials presents a la zona d'estudi.

Així, el flux al llarg dels materials cambrians i ordovicians té lloc a través de fractures individuals i independents entre si, tal i com es veu a partir de l'estudi de l'evolució de la concentració de Cl en funció del temps de residència i de l'altura de la zona de recàrrega. S'ha pogut constatar que les fonts recarregades a menor altura topogràfica estan més concentrades en Cl que les recarregades a major altura topogràfica. Aquest fet s'explica perquè les aigües meteòriques van descarregant Cl a mesura que incrementa l'altura topogràfica.

També s'ha observat que les aigües que s'han recarregat a la mateixa altura topogràfica presenten un lleuger increment de la concentració de Cl en incrementar el temps de residència, de manera que en un gràfic que relaciona el Cl amb la distància recorreguda (estimada a partir de la diferència entre altura de recàrrega i cota de drenatge), aquestes fonts configuren una sèrie de línies paral·leles en el gràfic citat (fig. 2).

Per tal d'explicar el model de flux al llarg de la resta de litologies, s'han analitzat les dades proporcionades pel seguiment temporal de cabals i de quimisme de fonts situades en aquestes altres litologies.

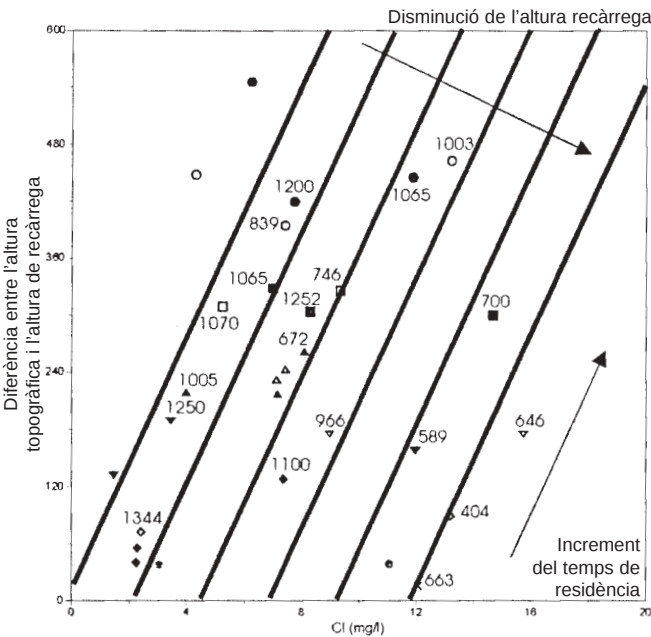


Figura 2. Model de flux per a les aigües que han circulat per materials del Cambià i l'Ordovicià establert a partir de l'evolució de la concentració de Cl.

Així, pel que fa a les calcàries i pissarres del Silurià es pot concloure que existeixen dos tipus principals de circulació:

–Un a través de fractures profundes i carstificades: la concentració de Cl (fig. 3) disminueix progressivament des que s'enregistren les primeres pluges fins que la concentració assoleix el nivell mínim. Això es produeix perquè les aigües meteòriques es barregen amb les aigües emmagatzemades a l'aquífer i es produeix una dilució progressiva. Aquest fet també es reflecteix en el comportament dels ions Mg, HCO₃ i SO₄ que presenten un increment de la concentració al principi del període plujós.

Evolució de la font de Ca l'Andreu

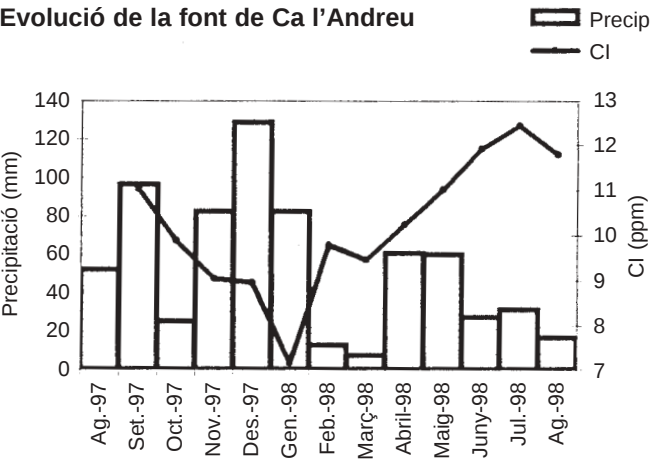


Figura 3. Model de flux a través de fractures profundes carstificades per a les aigües que circulen pels materials calcaris del Silurià, establert a partir de l'evolució de Cl.

—Un altre a través de microfractures que, en conjunt, presenten una major superfície d'interacció aigua-roca, la qual cosa explica que el grau de mineralització d'aquestes aigües sigui superior al de les aigües que han circulat per les fractures profundes característiques de l'anterior model de flux.

Consegüentment la circulació a través d'aquesta litologia implica l'existència d'una doble porositat característica dels sistemes càrstics.

Pel que fa al flux a través dels materials del Buntsandstein, l'estudi d'una font situada en aquests materials ha permès constatar que la circulació té lloc a través de fractures. Existeix una resposta immediata de l'aquífer a la precipitació, tal i com queda reflectit en l'evolució dels cabals i de la concentració de Cl (fig. 4), Mg, Ca, SO₄.

Al principi de l'època de pluges es detecta que existeix una resposta immediata de l'aquífer a conseqüència de la qual es produeix un increment dels cabals. Aquest increment, però, és menor del que caldria esperar a conseqüència de l'existència d'un sòl ben desenvolupat que reté gran part de l'aigua de pluja (fig. 5). Tot i això, s'observa que durant els mesos de febrer i març quan s'enregistren els valors menors de precipitació, el cabal s'incrementa, per mantenir-se posteriorment constant amb valors relativament importants. Aquest efecte podria explicar-se pel fet que tot i que el sòl es troba saturat, es produeix una infiltració progressiva.

Respecte a les aigües que han drenat materials del Muschelkalk, l'estudi ha permès observar que la circulació es produeix a través de fractures que presenten un flux

Evolució de la font de la Coveta

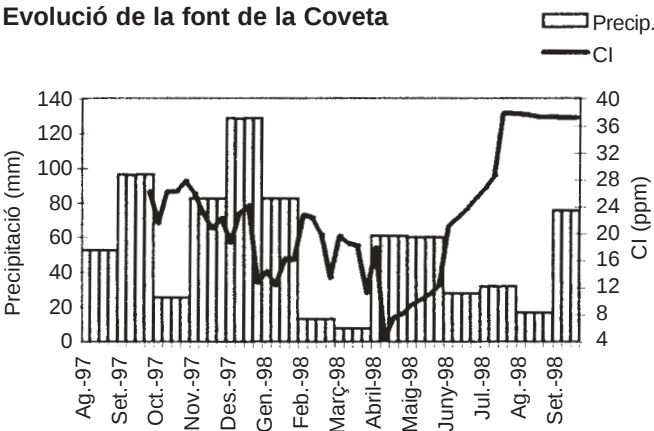


Figura 4. Model de flux per a les aigües que han drenat materials del Buntsandstein a partir de l'evolució de la concentració de Cl.

de tipus pistó. L'evolució de la concentració de clorurs (fig. 6) està marcada al principi per un increment sobtat com a conseqüència del desplaçament d'aigua emmagatzemada durant l'època d'estiatge i amb major temps d'interacció amb la roca. En un breu període de temps s'observa una disminució de la concentració de Cl acompanyat d'un augment del cabal (fig. 7), la qual cosa indica que no existeixen volums importants d'aigua emmagatzemada.

Finalment, pel que fa a l'evolució del nitrat i potassi, es pot fer una valoració global independentment de la litolo-

Evolució de la font dels Bauixos

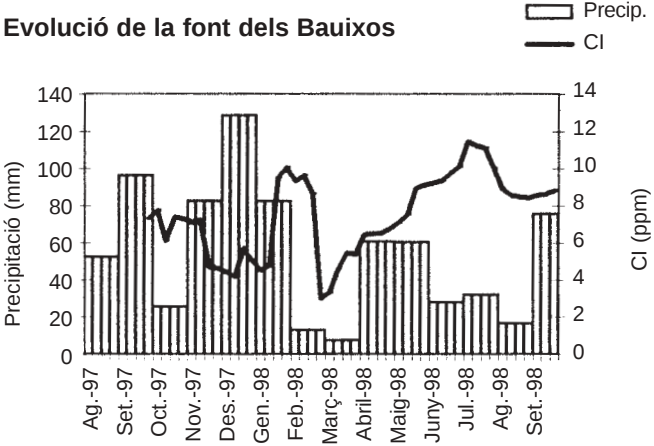


Figura 6. Model de flux per a les aigües que han drenat materials calcaris del Muschelkalk a partir de l'evolució de la concentració de Cl.

Evolució de la font de la Coveta

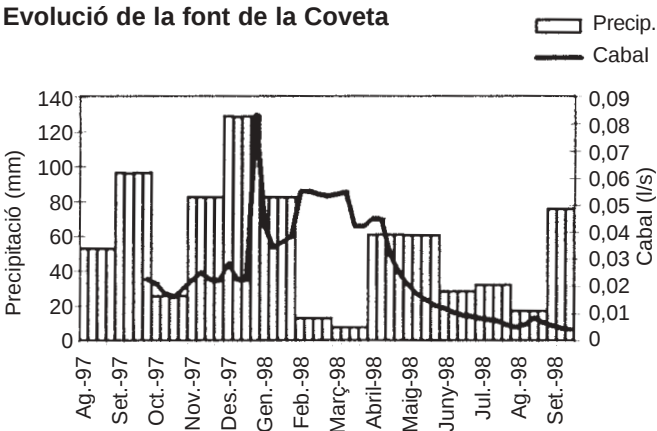


Figura 5. Evolució del cabal a la font situada en els materials del Buntsandstein al llarg de l'any hidrològic.

gia drenada. Així, el seguiment temporal permet observar que en general el NO_3 i el K tenen un comportament força similar a les diferents fonts. A més l'evolució d'aquests ions és molt paral·lela a l'evolució de les pluges. L'explicació podria ser una possible relació entre aquests ions i algun tipus de focus de contaminació difusa.

Per altra banda, l'evolució també sembla indicar que és més important la lixiviació del potassi present en el sòl i procedent d'adobs que no la lixiviació de potassi procedent de la pròpia roca encaixant.

Evolució de la font dels Bauixos

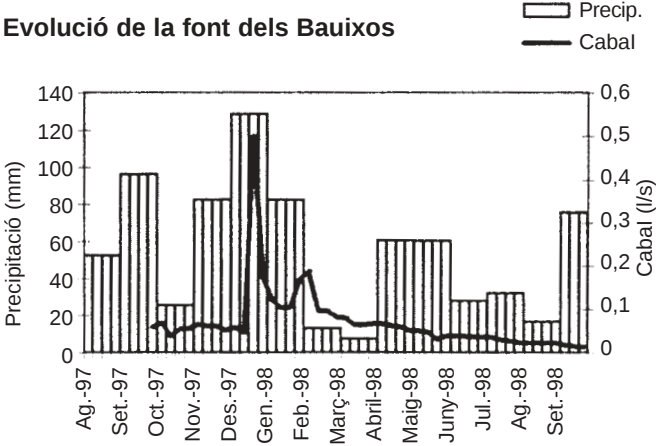


Figura 7. Evolució del cabal a la font situada en els materials del Muschelkalk al llarg de l'any hidrològic.