
Característiques físicoquímiques i bacteriològiques de les aigües superficials i subterrànies del Parc Natural del Montseny

M. Gallart, N. Jiménez, V. Montijano,
M. Olivé i A. Ros

*Llicenciatura en Ciències Ambientals.
Universitat Autònoma de Barcelona*

Resum

El Pla de seguiment i control dels paràmetres físicoquímics i bacteriològics de les aigües superficials i subterrànies del Parc Natural del Montseny (PSiC) recopila, des del 1996, mitjançant dues campanyes anuals, dades analítiques referents a les característiques i la qualitat de les aigües superficials i subterrànies del Parc Natural del

Montseny. L'anàlisi estadística i qualitativa d'aquestes dades ha permès obtenir una visió general de la qualitat de les aigües del massís. L'estudi global dels resultats del PSiC mostra que la qualitat físicoquímica de les aigües del parc natural és en general bona. No obstant això, s'ha observat una clara tendència d'empitjorament d'aquesta qualitat quan es passa de zones més internes del parc cap a zones limítrofes i/o més antropitzades. També s'ha vist que les aigües subterrànies mostren una qualitat físicoquímica superior a la de les aigües superficials. L'avaluació dels resultats de les aigües superficials ha constatat l'existència de diferències significatives entre el quimisme i el grau de mineralització de les diverses conques que constitueixen la xarxa hídrica superficial del parc natural.

Paraules clau

Montseny, aigua, subterrània, superficial, qualitat, control

Resumen

Características físicoquímicas y bacteriológicas de las aguas superficiales y subterráneas del Parque Natural del Montseny

El Plan de seguimiento y control de los parámetros físicoquímicos y bacteriológicos de las aguas superficiales y subterráneas de Parque Natural del Montseny (PSiC) recopila, des de 1996, mediante dos campañas anuales, datos analíticos sobre las características y calidad de las aguas superficiales y subterráneas del Parque Natural del Montseny. El análisis estadístico y cualitativo de estos datos ha permitido obtener una visión general de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas del macizo. El estudio global de los resultados muestra que la calidad de las aguas del parque natural es en general buena. No obstante, se ha observado una clara tendencia de empeoramiento de esta calidad cuando se pasa de zonas más internas del parque a zonas más limítrofes y/o más antropizadas. También se ha visto que las aguas subterráneas tienen una calidad físicoquímica superior. La evaluación de los resultados de las aguas superficiales ha constatado la existencia de diferencias significativas entre el quimismo y el grado de mineralización de las diversas cuencas que constituyen la red hídrica superficial del parque natural.

Palabras clave

Montseny, agua, subterránea, superficial, calidad, control

Abstract

Physico-chemical and bacteriological characteristics of surface and ground water in Montseny Nature Park

The physico-chemical and bacteriological parameter monitoring and control scheme for the surface and ground water of Montseny Nature Park has accumulated, in twice-yearly campaigns since 1996, analytical data on the characteristics and quality of the Park's surface and ground water. The statistical and qualitative analysis of these data has provided an overview of the quality of the water in the massif. A comprehensive view of the results of the scheme shows that the physico-chemical quality of the water of the Nature Park is, on the whole, good. Nevertheless, areas that are more peripheral and/or more affected by human habitation show a clearly negative trend in the quality in comparison with areas that are further inside the Park. It can also be seen the Park's ground water has a higher quality than its surface water. The results for surface water highlight the existence of significant differences as regards chemical characteristics and degree of mineralisation between the various drainage basins that make up the surface drainage network of the Nature Park.

Key words

Montseny, water, ground, surface, quality, control

Introducció

La qualitat, abundància i riquesa de les aigües del Montseny han condicionat, de forma decisiva, l'existència dels seus ecosistemes singulars. S'han fet nombrosos treballs que han contribuït a augmentar el coneixement de les característiques i la qualitat d'aquestes aigües. Entre aquests trobem, en l'àmbit de les aigües superficials, els estudis de CASAS (1972), GONZÁLEZ i altres (1978), ÀVILA (1984), PRAT (1995) i, centrats en les aigües subterrànies, destaquen els treballs realitzats per CARMONA i altres (1992, 1995). Alguns d'aquests són de caire parcial, ja que només fan referència a una àrea determinada del parc natural; en canvi, d'altres tenen com a zona d'estudi tot el massís.

La xarxa hídrica superficial del Montseny està constituïda per part de les conques de la Tordera, del Ter i del Besòs. El cabal de les rieres i torrents que formen part d'aquesta xarxa presenta una marcada irregularitat anual i estacional com a conseqüència del clima mediterrani. Pel que fa a les aigües subterrànies, es distingeixen diversos tipus d'aqüífers que es diferencien principalment per la seva composició litològica i la seva estructura.

El Pla de seguiment i control dels paràmetres fisicoquímics i bacteriològics de les aigües superficials i subterrànies del Parc Natural del Montseny (PSiC) forma part del primer programa (Seguiment de variables fisicoquímiques) del Pla de seguiment i control de paràmetres ecològics i socioculturals del Parc Natural del Montseny. Aquest Pla és desenvolupat pel Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona de manera coordinada amb els

altres parcs gestionats per aquesta mateixa entitat (parcs de Sant Llorenç del Munt i Serra de l'Obac, Garraf i Montnegre-Corredor) des de l'any 1991.

El PSiC es va posar en funcionament l'any 1996 i recopila sistemàticament, mitjançant dues campanyes anuals (primavera i tardor), dades de paràmetres fisicoquímics de fins a quaranta-una estacions de control d'aigües superficials distribuïdes per tot el parc (figura 1). També obté dades de paràmetres fisicoquímics i bacteriològics d'aigües subterrànies, procedents d'onze fonts emplaçades, bàsicament, als termes municipals de Montseny i Fogars de Montclús i amb una altitud compresa entre els 370 i els 1.220 m (figura 1 i taula 3).

Les anàlisis fisicoquímiques i bacteriològiques de les mostres recollides pel PSiC són realitzades pel Laboratori del Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona seguint els mètodes estàndard.

Objectius

L'objectiu d'aquest treball és estudiar les característiques i la qualitat de les aigües superficials i subterrànies del Parc Natural del Montseny, mitjançant l'anàlisi de les dades recopilades pel PSiC, des del 1996 fins al 2002.

Material i mètodes

Les dades d'aigües superficials i aigües subterrànies han estat estudiades separatament.

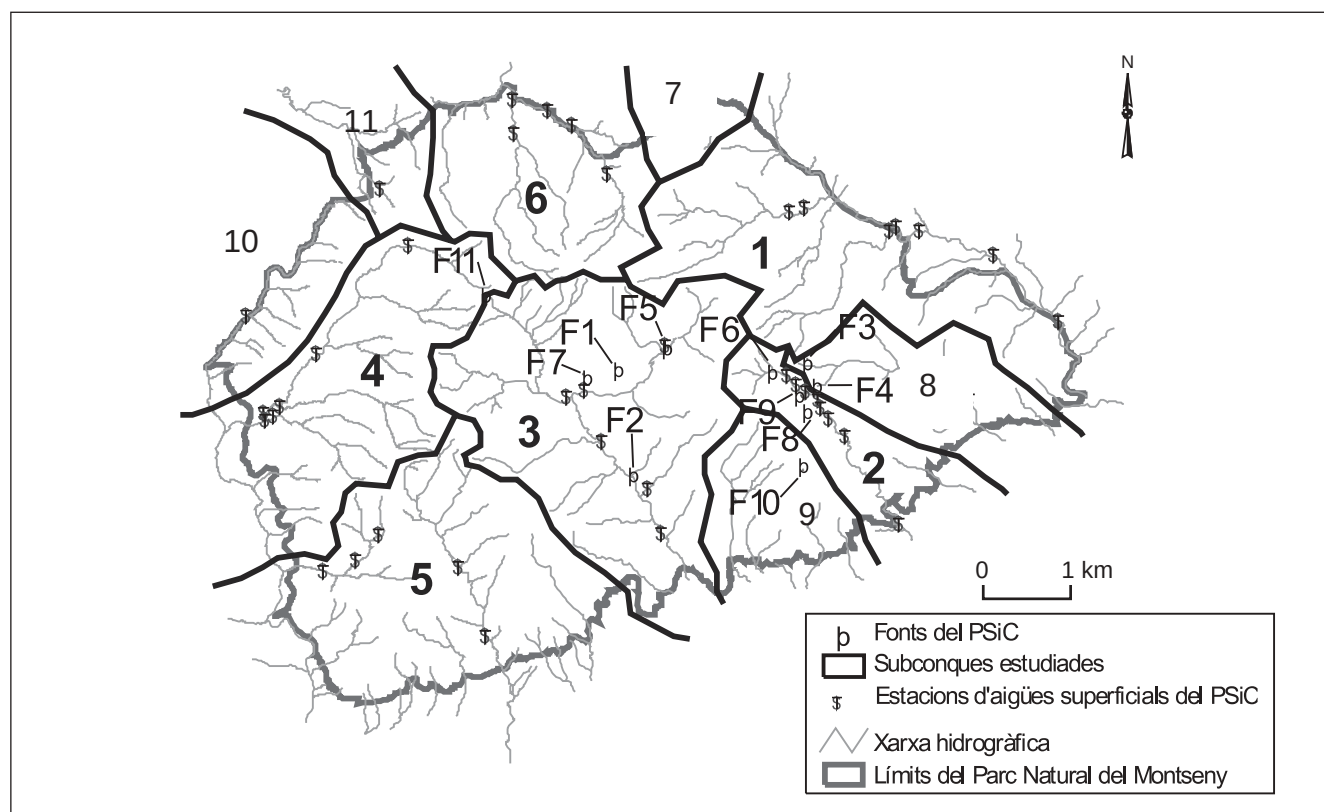


Figura 1. Estacions de mostreig d'aigües superficials i subconques (SC) en les quals s'ha dividit la xarxa hídrica superficial del Parc Natural del Montseny: SC1, Arbúcies; SC2, Gualba; SC3, Tordera; SC4, Aiguafreda; SC5, Figaró i Cànoves; SC6, Viladrau; SC7, Espinelves; SC8, Breda; SC9, Campins; SC10, Martinet; SC11, Seva.

a) Aigües superficials

El primer pas per estudiar els resultats del PSiC de les aigües superficials del Montseny ha estat agrupar les diferents estacions de mostreig en subconques (figura 1). Cal destacar que el terme *subconca* és utilitzat en moltes ocasions com a sinònim de riera; però, de fet, una mateixa subconca pot incloure més d'una riera.

Per estudiar les possibles diferències entre subconques, campanyes de mostreig (primavera i tardor) i anys, dels paràmetres fisicoquímics pH, conductivitat elèctrica, residu sec, alcalinitat i concentracions de calci, clorurs i sulfats, s'ha realitzat un test ANOVA (*Analysis of Variance*) de mesures repetides. Per establir les diferències entre subconques s'ha fet una separació de mitjanes amb el test SNK (*Student-Newman-Keuls*). Tots aquests tractaments estadístics s'han realitzat amb el procediment *MLG Mesures repetides* del paquet estadístic SPSS 10.

El PSiC no mostra totes les rieres amb el mateix grau d'intensitat. Aquesta limitació ha fet que en el tractament estadístic només s'hagin tingut en compte les sis primeres subconques (vegeu la figura 1). A més, només s'han considerat les mesures preses des de l'any 1999 fins a l'actualitat, ja que en els anys inicials del Pla hi havia un menor nombre d'estacions de mostreig. Aquestes dades no considerades s'han valorat qualitativament. També s'ha estudiat la variabilitat de resultats dins de cada subconca i s'han relacionat dades de pluviometria amb els resultats dels paràmetres fisicoquímics.

b) Aigües subterrànies

Els paràmetres fisicoquímics considerats en aigües subterrànies han estat el pH, el residu sec, la conductivitat elèctrica i les concentracions de calci, magnesi, sodi, potassi, bicarbonat, clorurs, sulfats, nitrats, nitrits, amoni, fosfats i manganès. D'altra banda, els paràmetres microbiològics estudiats han estat els gèrmens totals a 22 °C i 37 °C, els coliformes totals i fecals, els estreptococs fecals i els clostridis sulfitoreductors.

Aquestes dades, però, presentaven blancs puntuals d'informació en diferents paràmetres i/o campanyes de mostreig, sense cap tipus de generalització, que han limitat en gran manera el tractament estadístic aplicable.

Amb aquestes dades, s'ha fet una anàlisi estadística descriptiva de les característiques fisicoquímiques, primerament de forma individual per a cada font, i després agrupant-les segons la litologia drenada. A més, s'ha intentat determinar l'existència de possibles tendències en aquests paràmetres fisicoquímics a cada font mitjançant el càlcul de mitjanes mòbils (prèvia anàlisi ANOVA de mesures re-

petides per tal de confirmar que el temps és un factor significatiu, $p < 0,05$) en els diferents paràmetres, i tot considerant totes les fonts de manera conjunta. També s'han calculat els coeficients de correlació entre diferents paràmetres i l'alçada. Per últim, s'han classificat les aigües de les fonts del PSiC mitjançant l'elaboració de diagrames de Piper i s'han estudiat els paràmetres bacteriològics i els potencialment contaminants (fòsfor, nitrats, nitrits i amoni) mitjançant l'estudi de la freqüència en què les diferents fonts han sobrepassat els nivells guia i els límits de potabilitats establerts pel Reial decret 1138/1990.

Resultats i discussió

Els resultats i la discussió dels resultats s'estructuren en dos blocs. En primer lloc, es comenten els que fan referència al control de les aigües superficials, i després el de les aigües subterrànies.

a) Aigües superficials

Els resultats obtinguts en el test ANOVA de mesures repetides es resumeixen a la taula 1.

Estudi de les subconques

Les dades del PSiC mostren que, per a tots els paràmetres fisicoquímics avaluats, hi ha diferències estadísticament significatives entre subconques. La corresponent separació de mitjanes per aquest factor es presenta a la taula 2.

Els paràmetres conductivitat elèctrica, residu sec, alcalinitat i concentració de calci segueixen la mateixa tendència. Els valors mitjans de la riera de Gualba (SC2) i de la subconca de la Tordera (SC3) són significativament més petits que el de la resta de rieres avaluades. En el cas del clor, les diferències no són tan destacables. Pel que fa al pH, només es detecten diferències estadísticament significatives entre la riera de Gualba (SC2) i la resta (vegeu la taula 2).

En la concentració mitjana de sulfats és on s'han detectat un nombre més alt de diferències significatives entre les rieres del Montseny. A la riera de Gualba (SC2) s'observa el valor més baix (3,43 ppm), i a la subconca de Figaró i Cànoves (SC4), el més elevat (26,19 ppm). Cal destacar que en aquesta última subconca se sobrepassa lleugerament el nivell guia establert pel RD 1138/1990 (25 ppm).

Les diferències significatives entre subconques poden entendre's bàsicament tenint en compte la gran heterogeneïtat litològica del massís. En molts treballs, com en els de CASAS (1972) i CARMONA i altres (1992), es mostra

Taula 1. Nivell de significació dels efectes principals i d'interaccions dels factors subconca, època i temps, dels resultats de pH, conductivitat elèctrica (CE), residu sec (RS), alcalinitat (Alc.) i concentracions de calci (Ca^{2+}), sulfats (SO_4^{2-}) i clorurs (Cl^-) de les estacions de mostreig d'aigües superficials del PSiC (la negreta indica $p < 0,05$).

	Subconca	Època	Subconca-època	Temps	Temps-subconca	Temps-època
pH	< 0,0001	0,990	0,820	0,189	< 0,0001	0,004
CE	< 0,0001	0,323	0,988	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
RS	< 0,0001	0,249	0,992	< 0,0001	< 0,0001	0,001
Alc.	< 0,0001	0,594	0,997	< 0,0001	< 0,0001	0,339
Ca	< 0,0001	0,529	0,550	< 0,0001	< 0,0001	0,007
SO_4^{2-}	< 0,0001	0,225	0,879	0,142	0,120	0,655
Cl^-	0,023	0,269	0,960	< 0,0001	0,185	< 0,0001

Taula 2. Mitjanes i separació de mitjanes dels resultats de pH, conductivitat elèctrica (CE), residu sec (RS), alcalinitat (Alc.) i concentracions de calci (Ca^{2+}), sulfats (SO_4^{2-}) i clorurs (Cl^-) de les aigües de les subconques (SC) del PSiC (les diverses lletres indiquen diferències en el test Student-Newman-Keuls amb un nivell de significació del 95%)

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6
pH	8,07 B	7,57 A	7,87 B	7,94 B	7,95 B	7,97 B
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	243,30 B	69,79 A	101,45 A	247,11 B	266,28 B	209,19 B
RS (ppm)	165,67 B	56,96 A	77,75 A	177,12 B	184,62 B	156,92 B
Alc. (ppm HCO_3^-)	114,40 B	30,82 A	46,90 A	120,21 B	152,44 B	98,12 B
Ca^{2+} (ppm)	30,57 B	4,17 A	5,85 A	36,17 B	37,57 B	25,26 B
SO_4^{2-} (ppm)	14,87 B C	3,43 A	7,27 A B	26,19 D	17,50 B C	12,81 C
Cl^- (ppm)	12,27 B	6,39 A B	6,20 A	7,78 A B	8,34 A B	10,58 A B

aquesta estreta relació entre la litologia i la composició química de les aigües. No obstant això, altres factors com ara les diferents característiques morfològiques de les subconques (orientació, pendent, etc.) i la diferent pressió antròpica de determinades zones poden influir decisivament en aquestes diferències. Les dades de què es disposa no permeten donar arguments prou justificats per distingir l'origen natural o antròpic de les diferències detectades.

Anàlisi de les campanyes i anys de mostratge

No es detecten diferències destacables entre les mesures preses en les campanyes de primavera i de tardor. Aquest fet es pot comprendre considerant que les dues campanyes de mostratge es realitzen en èpoques, en principi, sense dèficit d'aigua.

Els resultats obtinguts en els diversos anys són significativament diferents per a tots els paràmetres, excepte per al pH i per als sulfats. Aquestes diferències en funció del temps poden explicar-se, en part, per la diferent pluviometria dels diversos anys. No obstant això, caldria un nombre de mostres anuals més elevat per poder reforçar aquesta hipòtesi de dilució.

També s'ha detectat que les diferències entre subconques varien notòriament amb el temps, per a totes les variables considerades excepte per als sulfats i els clorurs. Una part d'aquest efecte interacció temps-subconca es pot entendre tenint en compte la variabilitat climàtica dins del mateix territori del Montseny, constatada per l'anàlisi de les dades de les diverses estacions meteorològiques de què disposa el parc. No obstant això, altres factors, com ara la diferent pressió humana en funció de la zona i de l'any, han d'influenciar de manera rellevant en aquestes variacions, ja que, si no, no es pot comprendre que no s'hagi detectat aquesta classe de diferències en el cas dels clorurs.

No s'han detectat diferències en els resultats en funció de l'estació de l'any en la qual es realitza el mostratge, però sí que hi ha variacions estadísticament significatives en les diferències entre campanyes en funció del temps, per a tots els paràmetres fisicoquímics avaluats, excepte per als bicarbonats i els sulfats.

Variabilitat de valors dins de les subconques.

Detecció de punts conflictius

La dispersió de resultats dins de cada subconca depèn del paràmetre, però en general és molt gran (coeficients de variació normalment del 30 al 50%), excepte en el cas del pH (coeficients de variació de l'1,5 al 3,5%). Aquesta versatilitat de valors dins de les subconques pot tenir bàsicament

dues raons. La primera és que les estacions de control situades a les parts més baixes del massís contenen una concentració superior d'ions, ja que el recorregut i el contacte amb els materials de la superfície han estat més grans. La segona fa referència a la diferent pressió humana en funció del tram de riera estudiat. Normalment, els trams situats en zones urbanitzades, relacionades amb activitats ramaderes i/o agrícoles, properes a algun equipament o planta embottelladora, o a zones molt freqüentades, pateixen un impacte més gran.

En l'estudi dels valors dins de cada subconca, s'ha observat que hi ha una clara tendència d'empitjorament de la qualitat de les aigües quan es passa de zones més internes del Montseny cap a zones limítrofes. Aquest és el cas per exemple de les estacions de mostratge del PSiC situades al Pícnic del Pol (SC1), a zones properes al nucli d'Arbúcies (SC1), a la zona del RACC (SC2), i a can Xicola (SC4). Per exemple, per als valors de conductivitat elèctrica i residu sec s'han arribat a observar increments de més del 50%.

Cal esmentar les altes concentracions de clorurs enregistrades en determinats moments al nucli d'Arbúcies i al Pícnic del Pol (SC1), a la zona del RACC (SC2) i al punt de control del rec de Palautordera i de Sant Roc (SC3). En aquests últims tres casos, malgrat que mai no se superen els nivells guia de la legislació (25 ppm), s'observa un augment destacable del valor (fins a un 25%) en comparació de la resta de la subconca.

En el cas dels sulfats, destaca l'elevada concentració en determinats moments de la subconca d'Aiguafreda (SC4), dins de la qual cal destacar la riera del Purgatori (on s'ha enregistrat un valor de fins a 58 ppm). També s'observen com a zones conflictives la subconca de Figaró i Cànoves (SC5) i el punt de control del nucli d'Arbúcies (SC1). En més del 25% dels mostres realitzats a la SC5 i en més del 60% dels realitzats al nucli d'Arbúcies, es presenten concentracions superiors a les del nivell guia marcat per la legislació (25 ppm). En moments puntuals s'ha arribat a superar aquest valor en un 50%.

L'estudi qualitatiu dels resultats de les subconques que no s'han tingut en compte en el tractament estadístic ha permès detectar problemes destacables amb les concentracions de sulfats a la riera d'Espinelves (valors mitjans de 60 ppm) i a la del Martinet (valors mitjans de 130 ppm). En aquests dos casos, se sobrepassen regularment els nivells guia de potabilitat establerts per la legislació. També destaquen les concentracions de calci de la riera de Martinet (> 100 ppm), que supera també el llimitar guia fixat pel Reial decret 1138/1990.

b) Aigües subterrànies

El pH

S'observa que globalment el pH està entorn de la neutralitat tot donant un rang de variació d'entre 6,1 i 8,2, amb una gran variabilitat de dades. Les fonts que solen tenir un pH més alcalí són les F5 i F7, i les F3, F4 i F6 acostumen a tenir un pH més àcid. No s'observa, però, cap tendència rellevant en cap font.

El pH de les aigües subterrànies del Montseny està determinat principalment per causes naturals, com són el diòxid de carboni dissolt a l'aigua de pluja, la naturalesa àcida o calcària de la litologia drenada, i els àcids orgànics arrossegats durant la infiltració de l'aigua pel sòl.

Paràmetres relacionats amb el grau de mineralització i quimisme de les aigües subterrànies

El residu sec i la conductivitat elèctrica de les fonts del PSiC presenten valors molt variables dins de cada punt, tot oscil·lant entre valors mitjans de 30 a 75 mg/l de residu sec i de 35 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Destaquen els grans valors observats a la font F2 per a aquests dos paràmetres en comparació de la resta de fonts. S'ha observat a les fonts F2, F5, F6, F7, F9, F10 i F11 una tendència cap a l'augment del residu sec amb força consistència estadística, però aquest fet no es reflecteix a les dades de conductivitat elèctrica.

Els valors de les concentracions dels cations i dels anions majoritaris de les aigües subterrànies del Montseny segueixen aproximadament el mateix comportament que el residu sec i la conductivitat elèctrica, amb una gran variabilitat de resultats dins de cada font i uns valors màxims enregistrats a la font F2.

La F2 és situada a una altitud de 370 m, la qual és marcadament inferior a la de la resta de fonts del PSiC. Aquest fet és indicatiu que la distància de recorregut de les seves aigües i el temps de contacte amb el material litològic que constitueix l'aqüífer pel qual drenen són més grans que a la resta de fonts. Aquesta font és la que té un grau de mineralització i una concentració per a cada ió individual més grans. Per això, a les consideracions següents d'aquest apartat no es tindran en compte els valors mitjans calculats per a la font F2.

El calci i el magnesi són dos cations d'origen principalment litològic. A la majoria de fonts s'observa una concentració mitjana de calci d'entre 2 i 7 ppm. En el cas del magnesi, aquest sol presentar uns valors normals d'entre 0,8 i 4,2 ppm. Sense tenir en compte les dades relatives a la campanya de mostratge del 1996, en què totes les fonts tenen uns valors de calci i magnesi anormalment alts comparats amb la resta de campanyes, aquests dos paràmetres semblen presentar una lleugera tendència de manera conjunta cap a l'augment en algunes fonts. Aquestes fonts són la F1, la F6 i la F11.

El sodi, que prové de l'aigua de pluja, presenta concentracions mitjanes d'entre 4 i 9 ppm, sense mostrar cap tendència clara. El potassi, per la seva banda, mostra valors molt més petits, i tampoc no se li observa cap evolució a cap font.

Amb relació als anions, el bicarbonat és el majoritari a totes les fonts, ja que presenta valors mitjans d'entre 20 i 69 ppm, sense cap tendència especial. Aquest anió és d'origen litològic. Pel que fa als sulfats i els clorurs, les seves concentracions mitjanes varien bàsicament entre les 1,3 i les 8 ppm o entre les 3 i les 6,5 ppm, respectivament, sen-

se presentar tampoc cap tendència a cap font. Els clorurs tenen el seu origen natural a l'aigua de pluja, la qual intercanvia aquest anió amb el mar, però un increment esporàdic d'aquest pot ser també indicatiu de contaminació per orins d'home i animals, o d'abocaments industrials. El sulfat, però, depèn principalment de les característiques litològiques drenades.

Correlacions entre la conductivitat elèctrica i els diferents paràmetres

La conductivitat elèctrica està molt correlacionada amb el calci, el magnesi, el sodi i el clor. D'altra banda, la correlació entre el calci, el magnesi i el sodi supera valors de 0,75. El sodi i el clor presenten el major coeficient de correlació detectat entre tots els paràmetres considerats, amb un valor de 0,94. Aquest coeficient de correlació indica l'origen i/o el mecanisme de regulació de la seva presència al medi comuns dels diferents grups d'ions esmentats. L'elevada correlació detectada entre la conductivitat elèctrica i l'altitud corrobora la relació positiva existent entre la distància de recorregut de les aigües subterrànies per les unitats aquífères i el seu grau de mineralització.

Influència de la litologia en les característiques químiques de les aigües subterrànies

Les fonts analitzades pel PSiC drenen en dos tipus de litologia: granits i esquistos del Cambrià-Ordovicià. Sense considerar les dades de la font F2, s'ha vist que la conductivitat elèctrica mitjana de les fonts que drenen sobre granits és força més petita (65 $\mu\text{S}/\text{cm}$) que la de les que sorgeixen sobre esquistos (105 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Aquest mateix patró és seguit per les concentracions mitjanes dels cations i els anions majoritaris.

Pel que fa a les proporcions relatives de cadascun dels ions, s'observa que en el cas dels granits el catió que es troba amb proporció més alta és el sodi (38,8%), seguit del calci (34,3%) i el magnesi (23,9%). En canvi, en els esquistos, sembla ser que el catió dominant és el magnesi (34,8%), seguit pel calci (34%) i pel sodi (29,8%). En els dos casos, la proporció de potassi és molt més baixa (inferior al 3%). Per contra, als dos tipus de litologia l'anió majoritari és el bicarbonat, seguit dels clorurs i dels sulfats.

Aquests resultats són funció de la litologia on sorgeix la font, de la composició química de la pluja, del grau de desenvolupament del sòl a la zona de recarregament i de la variabilitat dels materials drenats al llarg de la unitat aquífèra, entre els factors més destacables.

Classificació de les aigües subterrànies

Segons l'elaboració dels diagrames de Piper per les diferents fonts, les aigües del PSiC es classifiquen segons indica la taula 3. Totes les fonts drenen aigües bicarbonatades, que poden ser de les classes sòdica, càlcica, sodicomagnèsica, sodicocàlcica, magnèsicosòdica o calcicomagnèsica. En el diagrama de Piper no s'observa una relació clara entre la composició de les aigües de les fonts i el tipus de litologia sobre la qual drenen.

Determinació de les fonts del PSiC amb més freqüència de problemes de potabilitat

Les fonts on s'ha detectat una freqüència més alta de contaminació pels diferents paràmetres microbiològics estan assenyalades a la taula 4.

Taula 3. Fonts mostrejades pel PSiC, per a les quals s'indica l'identificatiu utilitzat (Id.), l'altitud en què es troben, la litologia sobre la qual drenen i la classificació de les seves aigües segons el diagrama de Piper

<i>Id.</i>	<i>Font</i>	<i>Altitud (m)</i>	<i>Litologia drenada</i>	<i>Classificació d'aigües</i>
F1	Font de Cal Pagès	815	Esquistos	Bicarbonatada magnesiosòdica
F2	Font de Can Felip	370	Esquistos	Bicarbonatada sodicomagnèsica
F3	Font de la Roureda	1.170	Granits	Bicarbonatada sodicocàlcica
F4	Font de la Teula	1.120	Granits	Bicarbonatada sodicocàlcica
F5	Font de les Nàïades	780	Granits	Bicarbonatada càlcica
F6	Font de Passavets	1.220	Granits	Bicarbonatada sòdica
F7	Font de Sant Martí	635	Esquistos	Bicarbonatada calcicomagnèsica
F8	Font del Cirerer	1.150	Granits	Bicarbonatada magnesiosòdica
F9	Font del Frare	1.135	Granits	Bicarbonatada sodicocàlcica
F10	Font del Profit	1.145	Esquistos	Bicarbonatada magnesiosòdica
F11	Font del Pujol	1.135	Esquistos	Bicarbonatada calcicomagnèsica

Taula 4. Fonts del PSiC amb més freqüència de contaminació en els diferents paràmetres microbiològics (les caselles marcades indiquen per a cada font els paràmetres on la freqüència de contaminació és considerablement més alta respecte al total de fonts)

	<i>Gèrmens totals a 22°C</i>	<i>Gèrmens totals a 37°C</i>	<i>Coliformes totals</i>	<i>Coliformes fecals</i>	<i>Estreptococs fecals</i>	<i>Clostridis sulfatoredutors</i>
F1						
F2						
F7						
F9						
F10						
F11						

Aquests paràmetres fan referència, d'una banda, a la càrrega bacteriana de les aigües (gèrmens totals a 22 i 37 °C) i, de l'altra, a la possible existència de microorganismes patògens provinents de la contaminació fecal humana o animal (coliformes totals, coliformes fecals, estreptococs fecals i clostridis sulfatoredutors).

Quant als paràmetres contaminants potencials, s'han detectat esporàdics episodis de contaminació que superen el nivell guia d'amoni a totes les fonts excepte a les fonts F5, F8 i F11, juntament amb un episodi de contaminació per manganès a la font F10.

Conclusions

– Les dades del PSiC han permès obtenir una visió de caire general de la qualitat de les aigües superficials i subterrànies del Montseny.

– L'anàlisi global dels resultats del PSiC mostra que la qualitat fisicoquímica de les aigües superficials i subterrànies del parc natural és en general bona respecte al Reial decret 1138/1990, norma que estableix els límits de potabilitat de les aigües. S'ha observat que les aigües subterrànies mostren una qualitat fisicoquímica superior a la de les superficials. No obstant això, cal tenir present que les dades de fonts de què es disposa corresponen a surgències d'aigües subterrànies situades a les zones internes del parc i relativament properes entre si. En canvi, les estacions de mostratge de les aigües superficials es troben més o menys

distribuïdes per tot el territori del parc, per la qual cosa la variabilitat de situacions controlades és molt superior.

– L'avaluació dels resultats de les aigües superficials ha constatat l'existència de diferències significatives entre el quimisme i el grau de mineralització de les diverses conques que constitueixen la xarxa hídrica superficial del massís. Aquestes variacions s'expliquen bàsicament per l'heterogeneïtat litològica característica del Montseny, per les diferents característiques morfològiques de les subconques i per la diferent pressió antròpica d'algunes zones.

– S'ha observat una gran variabilitat de resultats dins de cada subconca. En general, hi ha una clara tendència d'empitjorament de la qualitat de les aigües quan es passa de zones més internes del parc cap a zones limítrofes i/o més antropitzades.

– Les fonts analitzades pel PSiC presenten una variabilitat temporal i espacial qualitativament considerable en els resultats de les analítiques per als diversos paràmetres fisicoquímics, microbiològics i relatius a substàncies contaminants potencials.

– L'existència d'una gran variabilitat espacial dels principals paràmetres fisicoquímics de les aigües subterrànies confirma l'heterogeneïtat litològica dels materials del parc i alhora reflecteix les diferències en la distància de recorregut de les aigües en els diversos aquífers des de la zona de recarregament fins al punt de sorgiment superficial.

– Segons la legislació vigent i els paràmetres estudiats, les aigües de les fonts analitzades pel PSiC presenten característiques esporàdiques de no-potabilitat, en el pH

(55% de les fonts), en la concentració d'amoní (73%), en la concentració de manganès (només en el cas de la font del Profit) i, sobretot, en els diversos paràmetres microbiològics (100%), cadascuna en diferents graus i moments.

Bibliografia

ÀVILA, A. (1984). «Composición química de los arroyos del Montseny» A: *Deu anys de recerca als ecosistemes del Montseny*. Vol. II, pàg. 449-456.

CASAS, A. (1972). *Características geoquímicas de las aguas superficiales del macizo del Montseny*. Universitat de Barcelona, Departament de Prospecció Geològica i Geofísica [tesi de llicenciatura].

CARMONA, J.M.; VILADEVALL, M.; FONT, X. (2002). «Relació entre les característiques químiques de les aigües subterrànies del Montseny i el seu context geològic» A: *V Trobada d'Estudiosos del Montseny*, pàg. 105-108. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals.

CARMONA, J.M.; FONT, X.; BISBAL, E. (1995). «Informe sobre l'estat i evolució de la qualitat hidroquímica de les aigües subterrànies en el Parc Natural del Montseny» Dins: *El Montseny i el futur. Estat i evolució dels sistemes naturals al Parc Natural del Montseny. (Ecoauditoria, 1977-1995)*, pàg. 173-189. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals.

CARMONA, J.M.; FONT, X.; BISBAL, E.; CASAS, A. (1999). «Característiques hidrogeoquímiques de les aigües subterrànies i superficials del Montseny». A: *III Trobada d'Estudiosos del Montseny*, pàg. 99-106. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals.

GONZÁLEZ, J.M.; MARTÍNEZ, J.; FERRÉS, L.; SERRANO, J.M. (1978). «Les aigües superficials dels Montseny: Paràmetres químics de significació en ecologia aplicada». Unitat d'Ecologia Aplicada. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals. (Estudis i Monografies, 2). 107 pàg.

PRAT, N. (1995). «Informe sobre l'estat i evolució de la qualitat biològica de les aigües del Parc Natural del Montseny» A: *El Montseny i el futur. Estat i evolució dels sistemes naturals al Parc Natural del Montseny. (Ecoauditoria, 1977-1995)*, pàg. 155-171. Diputació de Barcelona. Servei de Parcs Naturals.