



# Comportamiento fisicoquímico desigual de las fuentes de agua en el norte, oeste y este del Montseny

Se realiza un muestreo del agua de las 75 fuentes principales del este del macizo del Montseny, en la comarca de La Selva (Girona), para realizar el análisis de parámetros fisicoquímicos y elementos como el caudal, pH, conductividad, bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, dureza, calcio, magnesio, sodio y potasio. La metodología utilizada para la determinación de cada uno de los parámetros se ha hecho según los métodos estándar, se ha llevado a cabo un control de calidad externo y se ha realizado el balance iónico para ver el porcentaje de error en el análisis. Con los resultados encontrados se ha caracterizado cada una de las aguas, concluyendo que las aguas del levante del Montseny son de mineralización débil, mayoritariamente bicarbonatado-cálcicas, y contenidos puntuales superiores a 50 mg/L de nitratos en alguna fuente de los municipios de Breda y Sant Feliu de Buixalleu. Se comparan dichos datos fisicoquímicos con los encontrados en años anteriores en las zonas norte y oeste, siguiendo los mismos tipos de análisis.

### Palabras clave

Agua, fuente, mineralización, nitrato, Montseny este.

### UNEQUAL PHYSICAL-CHEMICAL BEHAVIOR OF WATER SOURCES IN THE NORTH, WEST AND EAST OF MONTSENY (BARCELONA-GIRONA, SPAIN)

*A sampling of the water of the 75 main sources of the east of the Montseny massif, in the region of La Selva (Girona, Spain), is carried out to perform the analysis of physicochemical parameters and elements such as flow, pH, conductivity, bicarbonates, sulfates, chlorides, nitrates, hardness, calcium, magnesium, sodium and potassium. The methodology used for the determination of each of the parameters has been made according to standard methods, an external quality control has been carried out and the ionic balance has been made to see the percentage of error in the analysis. With the results found, each of the waters has been characterized, concluding that the waters of the east Montseny are of weak mineralization, mostly bicarbonated-calcic, and punctual contents higher than 50 mg/L of nitrates in some source of the municipalities of Breda and Sant Feliu de Buixalleu. These physicochemical data are compared with those found in previous years in the north and west zones, following the same types of analysis.*

### Keywords

Water, source, mineralization, nitrate, east Montseny.

### Fortià Prat

licenciado en Farmacia por la Universitat de Barcelona, máster en Ciencia y Tecnología del Agua por la Universitat de Girona, investigador de la evolución de la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas, profesor colaborador UVic-UCC, Laboratori Clínic Prat S.L.

### Òscar Farrerons Vidal

arquitecto, doctor en Ingeniería Multimedia, profesor de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), subdirector departamento EGE-UPC, investigador de las fuentes del Montseny, miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería de Proyectos, Agua y Sostenibilidad, y del Grupo de Expertos en Hidrogeología del Montseny



## 1. INTRODUCCIÓN: MONTSENY ESTE

El levante del Montseny drena al Mediterráneo a través de la riera de Arbúcies, que es alimentada por una sucesión de torrentes y otros pequeños afluentes entre los que destacan las rieras de la Pineda, la Xica y de les Truites. En el límite sur del término municipal de Sant Feliu de Buixalleu, la riera de Arbúcies desagua en la Tordera. Otros afluentes directos de la Tordera son la riera de Repiaix y la riera de Breda o de Riells.

La zona de estudio, este del Montseny, suma un total de 180 km<sup>2</sup> que cubre los términos de Arbúcies, Sant Feliu de Buixalleu, Breda y Riells i Viabrea. Estos municipios forman parte de la comarca de La Selva, que debe su nombre a ser una zona históricamente rica en vegetación. Es un ámbito relativamente poco poblado (solo 14.900 habitantes) y, además, con una distribución muy desigual, que se concentra en los núcleos urbanos de Breda y Arbúcies. En la zona plana del Tordera existe una ocupación urbana extensiva, de baja densidad, esparcida en urbanizaciones, principalmente en Viabrea.

En este perímetro se han llegado a identificar casi dos centenares de fuentes (Farrerons-Coreolla, 2018), de las cuales se han visitado 110, y finalmente se ha podido recoger muestras de agua de 75 fuentes. Se han seleccionado muestras de fuentes boscanas, pero también de alguna urbana; de gran altitud (fuente de Sant Joan, 1.215 m), pero también de zona bajas (fuente Sot de la Coma, 117 m). La altura media de las fuentes analizadas se sitúa en 460 m. Existe una gran concentración de fuentes en el municipio de Arbúcies, un total de 59 de las fuentes analizadas, lo que representa un

79% de todas las fuentes donde se ha encontrado agua.

El clima de la zona de estudio es Mediterráneo Continental, cálido y templado en el valle de Arbúcies y la zona aluvial, y más frío al subir hasta las cotas más elevadas (les Agudes, 1.700 m). La pluviometría es abundosa y repartida durante todo el año de manera bastante homogénea, siendo en Arbúcies la precipitación media de 824 mm y en Breda de 756 mm al año (climate-data.org, 2018).

El ámbito de estudio presenta diversidad de altitudes y constitución. La geología va del Carbonífero Pérmico con granodioritas y granitos alcalinos en la zona de Arbúcies y Sant Feliu de Buixalleu, al Cámbrico con gneis y al Mioceno inferior con conglomerados, gres y lutitas rojas en la zona de Breda, también pizarras micacíticas y pizarras arenosas. Del Cuaternario abunda la terraza fluvial con gravas, arenas y lutitas. (ver **Figura 1**).

Existe una gran zona predominante de alcornoques y encinas, pero

destaca la variedad del bosque con robledales, hayedos y castaños. En las zonas culminantes reinan los enebros y matorrales, mientras que en las zonas planas y más al sur predominan pinares.

## 2. OBJETIVOS

En los últimos años se está investigando sobre la calidad mineral de las aguas que manan de las fuentes del Montseny. Este artículo analiza mineralógicamente 75 fuentes del Montseny este para detectar la relación que se produce entre las composiciones minerales de las aguas, su altitud y su situación geográfica, establecer correlaciones entre los parámetros analizados, y poder comparar sus resultados con aquellos encontrados en años anteriores en las zonas norte y oeste, siguiendo los mismos tipos de análisis fisicoquímicos.

## 3. METODOLOGÍA

Se ha procurado cubrir la mayor parte de la comarca de estudio.

**FIGURA 1.** Geología del Montseny este.

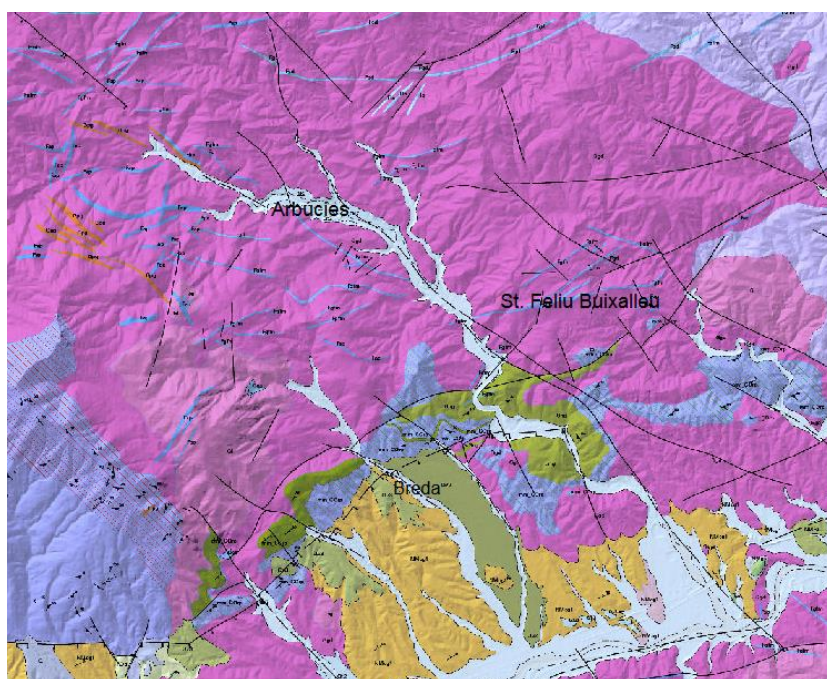


TABLA 1

**PARÁMETROS, MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZADOS Y Z-SCORE EN LOS EJERCICIOS DE INTERCOMPARACIÓN DE RESULTADOS.**

Parámetro	Método	Standard Methods	Z-score
pH	Electrometría	SM 4550 H <sup>+</sup> B	+0,25
Conductividad a 20 °C	Electrometría	SM 2510 B	-0,28
Alcalinidad	Volumetría. Ácido-base	SM 2320 B	+0,25
Cloruros	Volumetría. Argentometría	SM 4500-Cl <sup>-</sup> B	-0,70
Sulfatos	Turbidimetría	SM 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E	-0,51
Nitratos	Espectrofotometría UV	SM 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B	-0,21
Dureza total	Volumetría. Complejometría	SM 2340C	-0,11
Calcio	Volumetría. Complejometría	SM 3500-CaD.	+0,75
Magnesio	Cálculo	SM 3500-Mg E	-0,98
Sodio	Fotometría de llama	SM 3500-Na D	-0,90
Potasio	Fotometría de llama	SM 3500-K D	-1,20
Fluoruro	Espectrofotometría Vis	SM 4500-F <sup>-</sup> D	-0,09

En el plano googlemaps titulado 'Anàlisi mineralògica Fonts Montseny Est', consultable en internet, se puede apreciar todas las fuentes visitadas para realizar el estudio, diferenciando entre las que ha sido viable tomar la muestra de agua (color azul), y aquellas en que esto ha sido imposible por estar la fuente seca (color rojo) en el momento de las visitas durante el periodo del trabajo de campo (entre el 1/11/18 y el 13/01/19). En dicho plano puede consultarse el municipio, las coordenadas, la altitud, la fecha de toma de muestra, el caudal y los valores resultados del análisis farmacéutico de cada fuente, numeradas del 1 al 110 correspondiente a la lista original de los manantiales visitados.

Para tomar las muestras de agua de las fuentes se han utilizado botellines de 50 cL de agua mineral. A pesar de que las botellas no eran estériles, se enjuagaron por lo menos

tres veces con el agua de la fuente antes de tomar la muestra. Cada fuente con su nombre y el número de referencia se transportó el mismo día a Laboratori Clínic Prat, el laboratorio encargado de la analítica, autorizado por la Dirección General de Salud Pública con el número LSAA-104-97.

La determinación de pH, conductividad, alcalinidad y nitratos se hizo dentro de las 24 horas y el resto de los parámetros, en 4 días máximo. Dado que el estudio es una referencia para los minerales, esta metodología garantiza resultados correctos de las muestras. Para asegurar la calidad de los análisis, se participa en Ejercicios de Intercomparación de Resultados, organizados por entidades acreditadas por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) como laboratorio de ensayo.

Todos los resultados analíticos tuvieron un Z-score <2, satisfactorio (Norma ISO 13528:2005). Los

métodos analíticos utilizados y el Z-score, en fecha noviembre de 2018, se muestran en la **Tabla 1**.

La calificación de las aguas se ha hecho usando el diagrama de Piper y el balance iónico se ha realizado para evaluar que el análisis se ha realizado correctamente. La interpretación de los resultados, dependiendo de la geología, se ha hecho con mapas del Instituto Cartográfico y Geológico de Catalunya (ICGC).

#### 4. RESULTADOS

En la composición química de las aguas subterráneas, el factor decisivo es su capacidad para interactuar con la roca. La propiedad de disolver materiales se debe a su prolongado contacto con las formaciones geológicas a través de las cuales se desplaza, a la presencia de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>) disueltos en el agua, y a la lenta velocidad con que se mueven. Por esta razón es tan importante no solo la litología de los materiales excavados por las aguas subterráneas, sino también el grado de desarrollo y usos del suelo en la zona de carga y su interacción con la infiltración de agua. Otro factor muy importante en el grado de mineralización de las aguas es, a la vez, el tiempo que ha estado en contacto con una particular formación geológica o, lo que es usualmente equivalente, la distancia de la zona donde el agua se ha infiltrado en el campo de la fuente o la zona de recarga y hasta el área de descarga.

El grado de mineralización del agua viene determinado por la concentración total de iones disueltos indicado, básicamente, por la conductividad eléctrica a 20 °C y de forma individual por las concentraciones de los principales iones: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sub>2</sub><sup>+</sup>, Mg<sub>2</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>.



TABLA 2

## VALORES MÍNIMOS, MÁXIMOS Y PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS Y ALTITUD DE LA FUENTE.

Parámetro	V <sub>mín</sub>	Altitud fuente (m)	V <sub>máx</sub>	Altitud fuente (m)	Promedio
pH (unidad pH)	6,35	351 Ferro	9,12	484 La Rectoria	7,28
Conductividad (microS/cm)	47	566 Corralet Pelegrí	1487	117 Sot de la Coma	273
Bicarbonatos (mg/L)	21,3	566 Corralet Pelegrí	442,3	117 Sot de la Coma	123,3
Cloruros (mg/L)	3,0	1.022 Coll de Té	314,2	117 Sot de la Coma	20,0
Sulfatos (mg/L)	1,2	1.020 En Pistola	98,6	117 Sot de la Coma	20,3
Nitratos (mg/L)	0,0	117 Sot de la Coma	77,0	183 En Ratica	8,4
Dureza total (°TH)	1,1	566 Corralet Pelegrí	63,5	117 Sot de la Coma	11,3
Calcio (mg/L)	4,0	566 Corralet Pelegrí	184,4	117 Sot de la Coma	34,3
Magnesio (mg/L)	0,3	566 Corralet Pelegrí	42,0	117 Sot de la Coma	6,7
Sodio (mg/L)	4,0	587 Nogueta	99,0	117 Sot de la Coma	17,8
Potasio (mg/L)	0,4	566 Corralet Pelegrí	5,0	279 Bon Humor	1,5

En la **Tabla 2** se exponen los valores máximos, mínimos y promedio de los parámetros analizados, y la altitud de la fuente de los valores encontrados.

#### 4.1. CAUDAL

El caudal medio de las 45 fuentes en que se ha podido medir (por no ser controladas por grifos u otros elementos) ha sido de 6,5 L/min. Este dato medio parece poco explicativo

puesto que la disparidad de valores es muy manifiesta, ya que hay fuentes con caudales centesimales (0,01 L/min en 46-Pont Cremat y 0,02 L/min en 15-Canaleta y 75-Moli) en que la fuente apenas goteaba, con otras fuentes muy abundosas. El máximo caudal corresponde a la fuente 35-Marianegra (54,5 L/min), seguidas de 55-Salt del Boc (35,3 L/min) y 47-Prat (28,6 L/min). En general las fuentes con más caudal se

concentran en torno a la cota 900-1.000 del ámbito noroeste del municipio de Arbúcies. Aun así, no se aprecia relación lineal entre caudal y altitud de forma global, si bien su medida servirá de referencia para medidas posteriores.

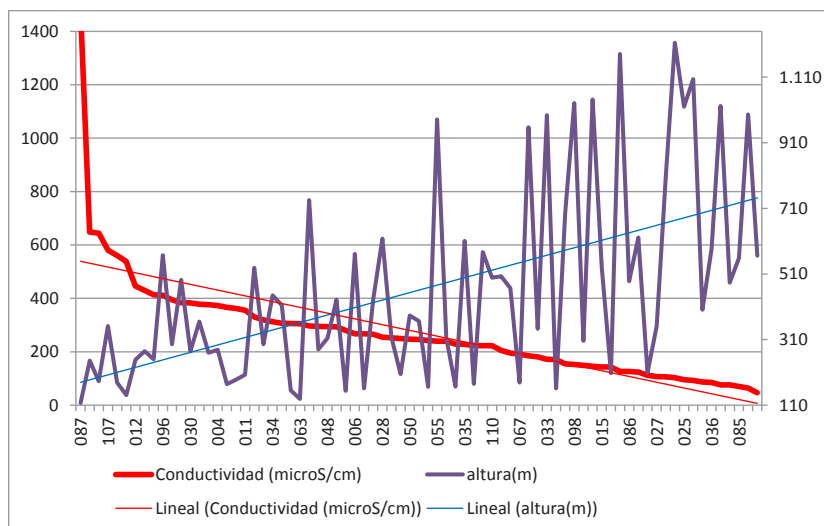
#### 4.2. CONDUCTIVIDAD A 20 °C. MINERALIZACIÓN GLOBAL

El promedio de todas las fuentes es de 273 microS/cm. Las aguas que tienen un valor más alto en conductividad son 87-Sot de la Coma (1.487 microS/cm), 92-Ermita Sant Llop (648 microS/cm) y 73-En Ratica (644 microS/cm), y en general se muestra una relación lineal entre conductividad y la altitud de las fuentes, a altitudes más bajas más conductividad, como puede verse en la **Figura 2** para el conjunto de fuentes.

#### 4.3. DUREZA TOTAL

La dureza es el parámetro determinado que está relacionado con el contenido en disolución de cationes metálicos no alcalinos, básicamente alcalinotérreos, cationes calcio y

**FIGURA 2.** Relación entre conductividad y altitud para las 75 fuentes analizadas.

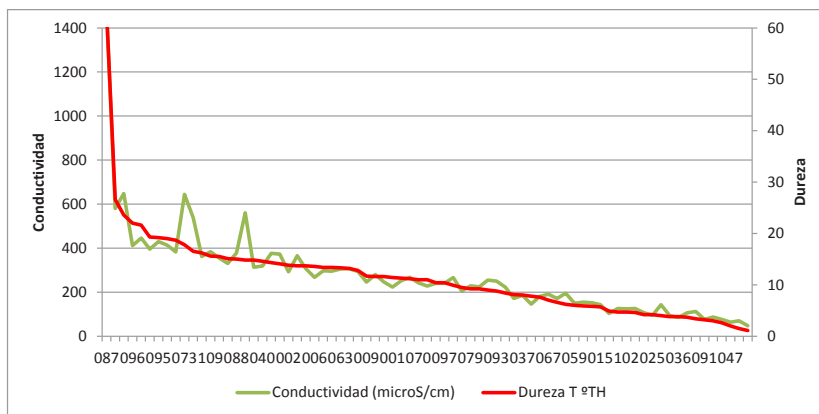


magnesio. El valor promedio de la dureza del agua de las 75 fuentes analizadas es de 4,2 °TH. Las fuentes naturales que tienen el agua con mayor dureza son 87-Sot de la Coma (63,5 °TH), 107-Can Mas (26,6 °TH) y 92-Ermita Sant Llop (23,6 °TH). Se puede observar que existe una relación lineal entre las fuentes con aguas más duras y las que tienen mayor conductividad, como se muestra en la **Figura 3** de todas las fuentes analizadas. Las fuentes con menor dureza absoluta de sus aguas son 84-Corralet d'En Pelagri (1,1 °TH), 85-Fogueres (1,5 °TH) y 47-Prat (2,0 °TH).

#### 4.4. NITRATOS

Los nitratos presentes en las aguas de las fuentes tienen su origen en la oxidación bacteriana de la mate-

**FIGURA 3.** Relación entre conductividad y dureza para las 75 fuentes analizadas.



ria orgánica vegetal que existe en el suelo. Se considera que hasta 10 mg/L los nitratos pueden ser de origen natural. A partir de 10-15 mg/L se consideran de origen antrópico. Según el RD 140/2003 cuando el valor es mayor de 50 mg/L el agua no es apta para consumo humano. Este

extremo se produce en las fuentes 73-En Ratica (77,0 mg/L), 109-Can Pons (73,5 mg/L) y 72-Duran (67,6 mg/L), todas ellas cercanas a suelos de cultivos. En el caso de la primera fuente existe un gran problema de comunicación y percepción, porque muchos ciudadanos se aprovisionan de su agua con la firme creencia (equivocada) que es un agua de buena calidad. En la **Figura 4** se muestra la situación de la fuente d'en Ratica y los campos de cultivo (flechas amarillas) en la línea de circulación del agua hacia la fuente y hacia el torrente de Repiaix. Ello indica que el uso excesivo de fertilizantes, ya sea orgánicos o inorgánicos, usados en agricultura son la causa del alto valor de nitratos.

**FIGURA 4.** Situación de la Font d'en Ratica, en zona agrícola y dirección de la pendiente hacia la Riera de Repiaix.



Por el contrario existen gran cantidad de fuentes con valores prácticamente 0,00 de con nitratos, localizadas todas ellas en zonas forestales o protegidas, con nula práctica agrícola o ganadera.

Las fuentes con mayor concentración de nitratos se aprecian en la **Figura 5**, localizadas en Breda y en Sant Feliu de Buixalleu.

#### 4.5. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS. DIAGRAMAS DE PIPER

Los diagramas de Piper del agua de las fuentes del Montseny este



FIGURA 5. Fuentes con mayores valores absolutos de nitratos.

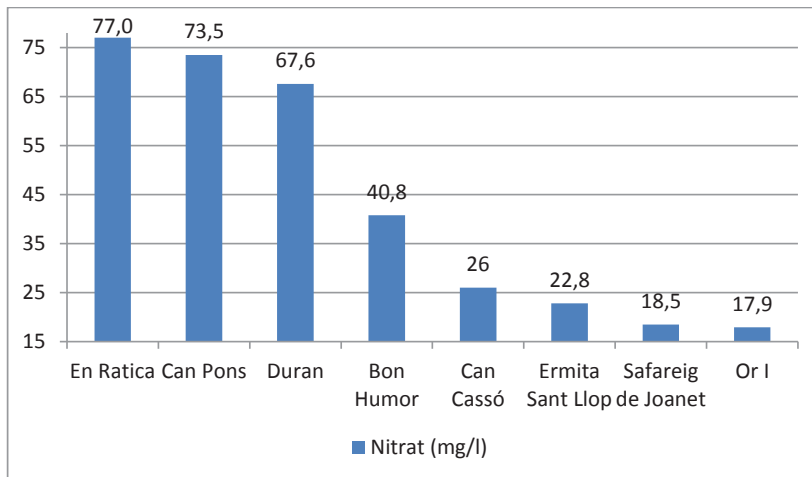
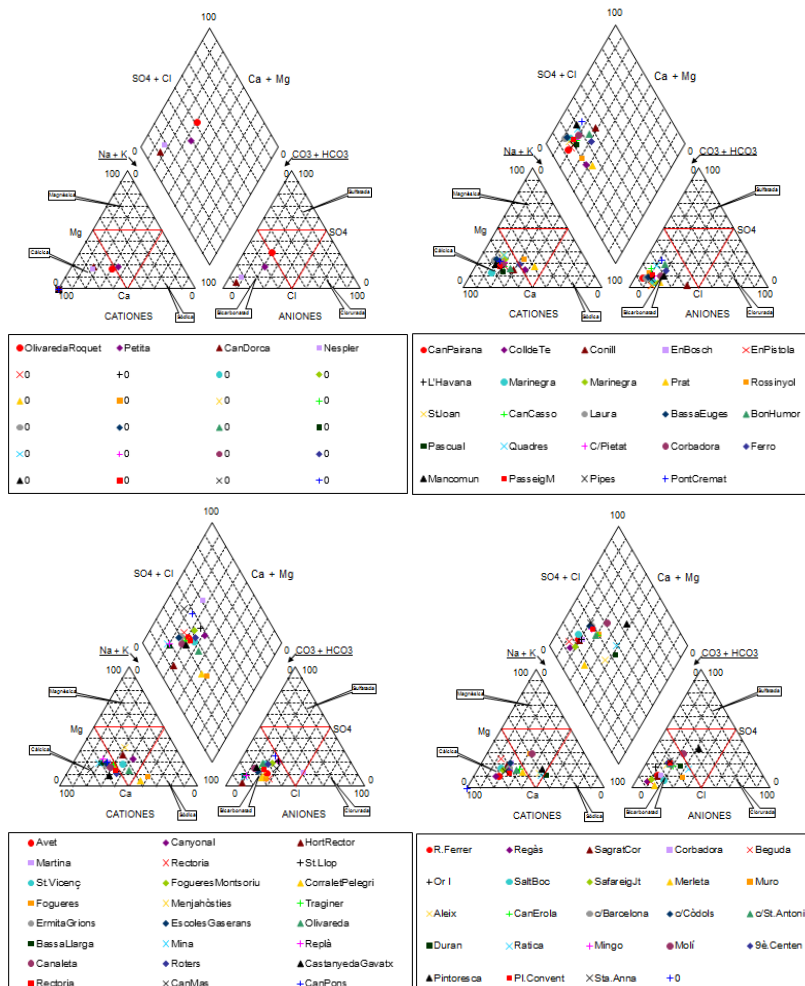


FIGURA 6. Diagramas de Piper del agua de las fuentes del Montseny este.



(Figura 6) definen que son mayoritariamente de composición mineral bicarbonatado-cálcicas, excepto las fuentes de Duran, d'en Ratica, de l'Aleix, la Pintoresca, del Molí, de Muro, de Fogueres, d'el Corralet Pelegrí, que son bicarbonatado-sódicas, y la Martina, que es clorurada.

#### 4.6. CORRELACIONES

Una vez realizados todos los análisis y su estudio, se puede considerar que existe una cierta correlación manifiesta entre altura, mineralización del agua y parámetros analizados. Las correlaciones más significativas entre los parámetros y que confirman la composición mineral de las aguas del Montseny este son: la conductividad con la dureza, el bicarbonato, el calcio y el magnesio (Figura 7).

### 5. COMPARATIVA DE RESULTADOS CON OTRAS ZONAS DEL MONTSENY

Si se comparan los resultados obtenidos con aquellos analizados hace dos años en la zona norte del Montseny y hace un año en la zona oeste, se observa que, a pesar que en general las aguas de las fuentes del macizo pueden considerarse de mineralización débil, el hecho de su ubicación puede indicar su grado y contenido mineral.

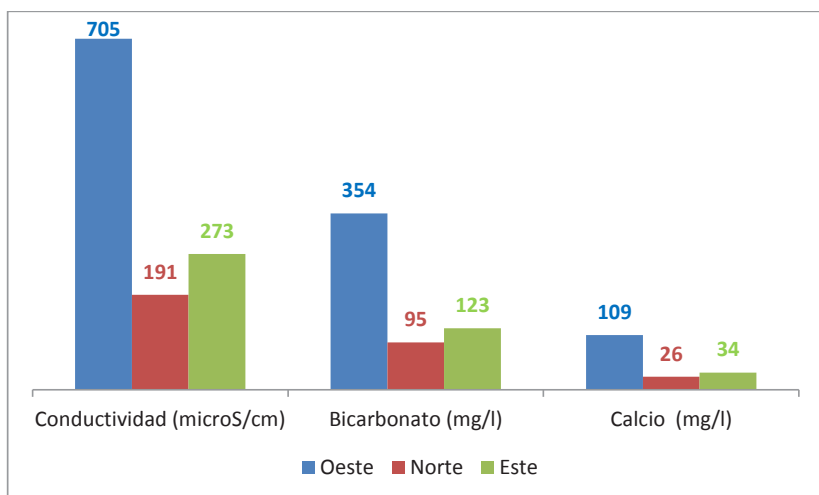
Así pues, referente a conductividad, bicarbonato y calcio, y si se comparan las medias obtenidas en las aguas de las 100 fuentes del norte del Montseny, las 48 del oeste y las 75 del este, se obtiene la Figura 8.

» Las correlaciones más significativas entre los parámetros analizados, y que confirman la composición mineral de las aguas del Montseny este, son la conductividad con la dureza, el bicarbonato, el calcio y el magnesio

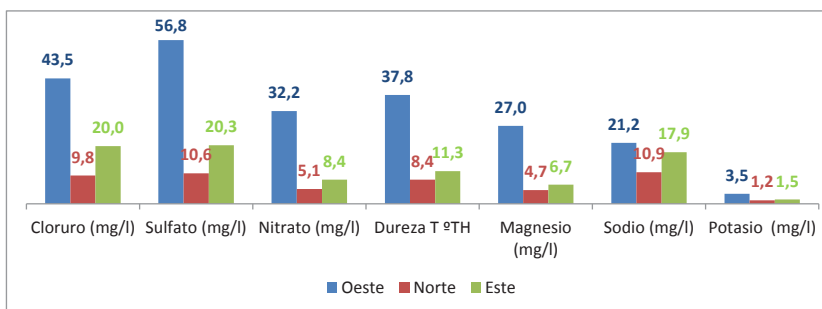
**FIGURA 7.** Factores de correlación entre la altura y los parámetros analizados y entre ellos mismos (n=75).

	Altura	pH	Conduc	Bicarbonato	Cloruro	Sulfato	Nitrato	Dureza	Calcio	Magnesio	Sodio	Potasio
Altura		-0,1762	-0,4578	-0,4614	-0,2605	-0,5775	-0,2144	-0,4131	-0,4143	-0,3793	-0,4376	-0,2433
pH	-0,1762		0,0558	0,2058	-0,0559	-0,0431	-0,1492	0,1370	0,1496	0,0962	-0,1122	0,3412
Cond	-0,4578	0,0558		0,9040	0,8710	0,8782	0,3457	0,9674	0,9621	0,9145	0,8578	0,3069
Bicarb	-0,4614	0,2058	0,9040		0,6426	0,7238	0,1868	0,9316	0,9258	0,8841	0,6787	0,3775
Cloruro	-0,2605	-0,0559	0,8710	0,6426		0,7224	0,1329	0,8355	0,8195	0,8183	0,7682	0,0843
Sulfato	-0,5775	-0,0431	0,8782	0,7238	0,7224		0,4245	0,8060	0,8076	0,7456	0,8274	0,3358
Nitrato	-0,2144	-0,1492	0,3457	0,1868	0,1329	0,4245		0,1981	0,2155	0,1385	0,5232	0,1873
Dureza	-0,4131	0,137	0,9674	0,9316	0,8355	0,8060	0,1981		0,9931	0,9499	0,7055	0,3732
Calcio	-0,4143	0,1496	0,9621	0,9258	0,8195	0,8076	0,2155	0,9931		0,9070	0,6971	0,3929
Magnesio	-0,3793	0,0962	0,9145	0,8841	0,8183	0,7456	0,1385	0,9499	0,9070		0,6767	0,2956
Sodio	-0,4376	-0,1122	0,8578	0,6787	0,7682	0,8274	0,5232	0,7055	0,6971	0,6767		0,0602
Potasio	-0,2433	0,3142	0,3069	0,3775	0,0843	0,3358	0,1873	0,3732	0,3929	0,2953	0,0602	

**FIGURA 8.** Comparación conductividad-bicarbonato-calcio entre ámbitos del Montseny.



**FIGURA 9.** Comparación de valores entre el oeste, norte y este del Montseny.



Las aguas bicarbonatadas y cálcicas, y con mayor conductividad, o mineralización media, se encuentran en el oeste del Montseny. Las zonas norte y este, a pesar que esta última tiene valores superiores, se comportan de manera relativamente similar.

Similares resultados se encuentran al comparar los valores medios de cloruro, sulfato, nitrato, dureza, magnesio, sodio y potasio de las diferentes zonas geográficas del Montseny, como se aprecia en la **Figura 9**.

De ello se deduce que las aguas más mineralizadas corresponden a

las fuentes del Montseny oeste, que las del este suponen menos de la mitad de la mineralización de estas primeras, y que las del norte aún mucho menos, alrededor de solo una cuarta parte. La **Figura 10** compara los valores en cuanto a porcentaje de mineralización global y suma de aniones y cationes de las zonas norte, este y oeste.

La altitud de la fuente suele ser un factor que influye de manera significativa en la mineralogía de las aguas, pero condiciona más en las zonas norte y este que no en el poniente del Montseny. Así se puede observar en la **Figura 10**, que compara el porcentaje que representa cada zona en el total de altura y la mineralización, valorado en conductividad y suma de aniones y cationes en meq/L, del conjunto de aguas de fuentes de cada una de las zonas estudiadas.

En ella se aprecia que, aunque las fuentes del Montseny Oeste tienen mayor porcentaje de altura que las del Montseny Este, tienen una mineralogía claramente superior, como se ha visto anteriormente, cuando tendría que ser al revés si se siguiera la proporcionalidad inversa del Montseny Norte.

Si se hace el balance iónico valorado en meq/L de cada una de las diferentes zonas, se obtiene la **Figura 11**, donde se observa la imagen for-



mada que nos indica su composición mayoritaria, bicarbonatado cálcica, en todos los casos, y ligeramente magnésicas en el oeste. En la **Figura 12** se observa que los iones bicarbonato, calcio y magnesio son los que realmente aumentan la mineralización de las aguas del oeste, seguramente por su circulación por formaciones geológicas carbonatadas.

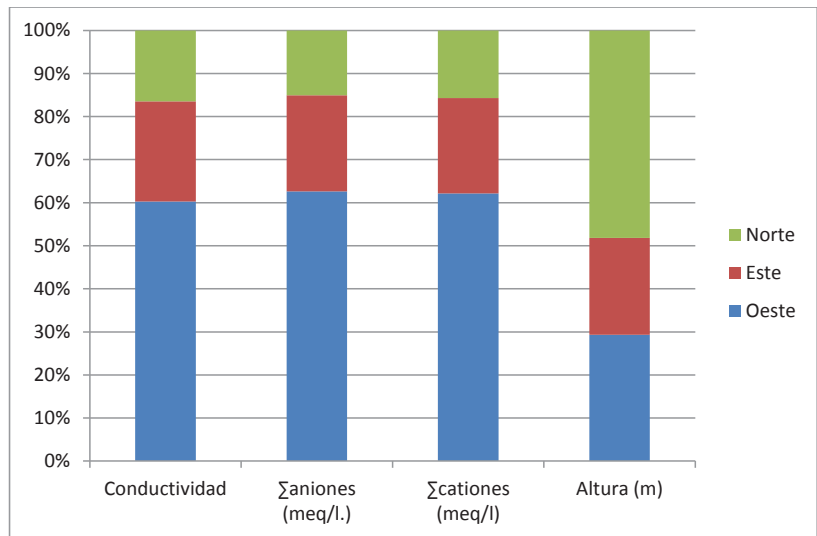
## 6. CONCLUSIONES

Existe una clara polarización mineralógica en las aguas de las fuentes del Montseny en cuanto a los tres ámbitos geográficos estudiados. De manera general, se puede afirmar que la altitud de la fuente tiene una relación inversamente proporcional con la mineralización de su agua, en ámbitos norte y este. No ocurre lo mismo en la zona oeste, donde la correlación negativa, parámetros fisicoquímicos estudiados respecto a la altitud donde se encuentran las fuentes, es mucho menor.

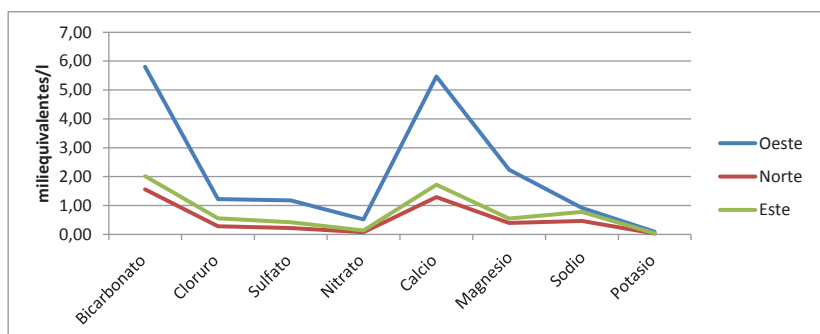
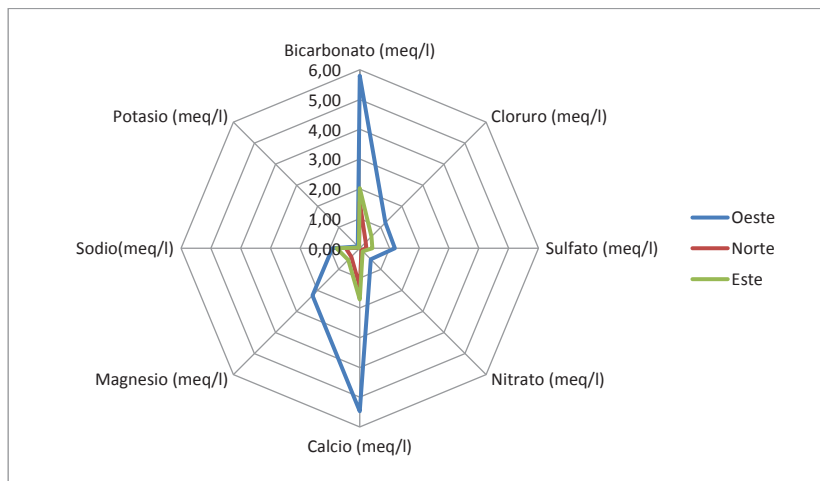
Las aguas del Montseny este tienen un grado de mineralización ligeramente superior a las aguas del Montseny norte, con idéntica composición mayoritaria, bicarbonatado cálcica. La misma que en todas las zonas, pero ligeramente magnésicas en el oeste. Estos dos iones mayoritarios son los responsables del aumento de mineralización de las aguas del oeste, seguramente por su circulación por facies carbonatadas.

Las fuentes libres de nitratos se encuentran en el norte del Montseny principalmente y en el este, por el

**FIGURA 10.** Mineralización y altitudes en porcentaje de cada zona geográfica.



**FIGURAS 11 Y 12.** Balance de aniones y cationes de las diferentes zonas del Montseny.



» En el macizo del Montseny las fuentes analizadas que tienen un alto valor de nitratos se encuentran puntualmente en el este y en más de una tercera parte de las aguas de las fuentes del oeste, sobre todo en la parte baja, lo que indica que para facilitar su recuperación se debería limitar el uso excesivo de fertilizantes, ya sean orgánicos o inorgánicos, en la agricultura local




contrario, las aguas de la zona oeste presentan afecciones de nitratos considerables en más de una tercera parte de sus fuentes, sobre todo en la parte baja. Esta consideración no es tenida en cuenta ni conocida por la población local, que se provisiona de agua de sus fuentes particulares, con la firme certeza de la bondad de ellas. Ocurre lo mismo en alguna fuente del Montseny este, en los municipios de Breda y Sant Feliu de Buixalleu. Su localización y foco contaminante puntual, con un control exhaustivo de la fertilización de los cultivos y con perímetros de protección, facilitarían la recuperación de la calidad del agua de la fuente.

Podría ser interesante en el futuro completar este estudio de las aguas de las fuentes naturales de la Reserva de la Biosfera del Montseny en el ámbito sur, zona de la comarca del Vallès Oriental, de temperatura

más benigna, con menor número de fuentes inventariadas y con una presión demográfica, agrícola e industrial superior.

#### Bibliografía

- [1] Barberà, M.; Palau, J. (2000). Història geològica del massís del Montseny-Guilleries. Font d'Or. L'aigua per naturalesa: Columna Edicions, Barcelona, pàgs. 28-29.
- [2] Batlle, J. (2001). Avaluació dels recursos hídrics subterranis de la conca de la riera d'Arbúcies. Barcelona: Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, 133 p.
- [3] Carmona, J.M.; Font, X.; Bisbal, E.; Casas, A. (1999). Característiques hidrogeològiques de les aigües subterranies i superficials del Montseny. Monografies 27, Diputació de Barcelona. 1999. <http://parcs.diba.cat/documents/155678/7a8419e8-2648-45ec-be1b-5e13009d2c2a>.
- [4] Climate Data (2019). <https://es.climate-data.org/europe/espana/cataluna>.
- [5] Farrerons Vidal, O. (2018). Recuperando a cultura das fontes e a água no Montseny. X Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua: 20 años de continuidad de una nueva cultura del agua. Coimbra (Portugal), <http://hdl.handle.net/2117/122684>.
- [6] Farrerons Vidal, O. (2019). Racons del Montseny amb aigua. Sant Vicenç de Castellet: editorial Farell.
- [7] Farrerons Vidal, O.; Prat, F. (2018). Plano googlemaps: Anàlisi mineralògica fonts Montseny Est. Viladrau: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1mRhV4kijzmOMgA5wx6uXzLUA3LLpdjhE&ll=41.791921179107355%2C2.366031593408252&z=12>.
- [8] Farrerons Vidal, O.; Prat, F. (2017). Plano googlemaps: Anàlisi mineralògica de les fonts del Montseny Oest (Osona), Viladrau: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1TyPB0pHAeaN3YgddaqvMbuCLpG8&ll=41.78366626718336%2C2.258210616302449&z=13>.
- [9] Farrerons Vidal, O.; Prat, F. (2017). Anàlisi mineralògica de les fonts del Montseny nord. AUSA, vol. 27; núm. 128, pàgs. 693-719. <http://www.raco.cat/index.php/Ausa/issue/view/25082/showToc>.
- [10] Farrerons Vidal, O.; Prat, F. (2019) Com és l'aigua de les fonts del Montseny nord? I l'aigua de les fonts del Montseny oest?. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/126590>
- [11] Gallart, M.; Jiménez, N.; Montijano, V.; Olivé, M.; Ros, A. (2003). Diagnosi ambiental i historicocultural de les fonts més representatives del Parc Natural del Montseny. Monografies 30, Diputació de Barcelona. [http://81.47.175.201/montseny/attachments/article/30/diagnosi\\_ambiental\\_fonts.pdf](http://81.47.175.201/montseny/attachments/article/30/diagnosi_ambiental_fonts.pdf).
- [12] López-Geta, J.A.; Fornes Azcoiti, J.M.; Ramos González, G.; Villarroya Gil, F. (2009). Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo. IGME.
- [13] Ministerio de Presidencia, Gobierno de España. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Madrid, 2003. <http://www.boe.es/boe/dias/2003/02/21/pdfs/A07228-07245.pdf>.
- [14] Prat, F.; Farrerons Vidal, O. (2017). Anàlisi de paràmetres fisicoquímics de aigües de 100 fonts naturals del Montseny nord. Tecnoaqua, núm. 25, pàgs. 36-45.
- [15] Prat, F.; Farrerons Vidal, O. (2018). Paràmetres fisicoquímics de les aigües de 48 fonts naturals del Montseny oest-alto Congost y su comparación con las aguas del Montseny norte. Tecnoaqua, núm. 31; pàgs. 52-59. 

# Normas de publicación para autores

Estimado Colaborador:

Para facilitar la publicación de los artículos técnicos (o procesos y sistemas) en nuestra revista TECNOAQUA se han elaborado unas breves normas de forma y contenidos para sus autores.

## RECOMENDACIONES A LOS AUTORES DE ARTÍCULOS

- Los artículos deben ser inéditos, nuestra política editorial requiere exclusividad para publicarlos. No obstante, si tuviera interés en publicarlos en otro medio a posteriori, dicho medio deberá pedirnos autorización.
- Deberán figurar el nombre y dos apellidos del autor o autores, su titulación y/o cargo en la entidad a la que pertenezcan, dirección completa, teléfono de contacto, fax, e-mail y web.
- El título no debe sobrepasar las 20 palabras, con su traducción al inglés. (La traducción no es necesaria en caso de procesos y sistemas).
- Se debe incluir un breve resumen del artículo de unas 100 palabras, junto a 5-8 palabras clave, y la traducción de todo ello al inglés (Todo este punto debe obviarse en el caso de procesos y sistemas).
- El texto seguirá una línea de explicación coherente y progresiva, contando de partes con títulos y subtítulos numerados, que habitualmente empiezan con una introducción al tema (número 1), para pasar a su estudio de planteamientos, resultados, discusión.....- número 2, 3, 4, 4.1, 4.2...), terminando con las conclusiones y, si los hubiera, los agradecimientos (punto final). Por último, se añade la bibliografía (numerada dentro de corchetes [1], [2]...).
- El artículo se redactará evitando el lenguaje académico o excesivamente denso, sin por ello dejar de mantener un rigor conceptual, explicando cuando convenga aquellos términos o conceptos de uso poco habitual.
- Preferentemente se utilizarán frases y párrafos cortos. Debe evitarse la inclusión de notas a pie de página, incorporándolas dentro del texto.

- Se cuidará la correcta expresión de las unidades, símbolos y abreviaciones.
- El texto tendrá una extensión de unas 5-8 hojas, formato DIN A4 a espacio simple. Tipo de letra preferente: Times New Roman, 12.
- Se incluirán gráficos, esquemas o fotografías en color para facilitar la comprensión del texto, todos ellos bajo el epígrafe de Figura, indicándose su ubicación en el texto escrito. Cada figura llevará su número y pie explicativo. Todas las figuras deben tener la suficiente calidad gráfica para su reproducción (300 píxeles por pulgada) y deben enviarse por separado. (Es aconsejable añadir las en el texto escrito en baja calidad para, al menos, conocer su ubicación).
- Las fotografías y dibujos deben tener un mínimo de 300 píxeles de resolución, tamaño 13x8 cm (mínimo), y en formato jpg, tiff o bmp, preferentemente.
- El artículo se dirigirá al coordinador editorial de la revista TECNOAQUA, vía e-mail a: [tecnoaqua@infoedita.net](mailto:tecnoaqua@infoedita.net)
- Una vez recibido el artículo, la dirección de la revista estudiará su contenido. En caso de aceptación se indicará la fecha aproximada de publicación, que depende del tema del artículo y su relación con el contenido de cada número de la revista, así como del orden de artículos recibidos con anterioridad.
- Una vez publicado el artículo, la revista envía un ejemplar de cortesía a cada autor firmante. A solicitud del interesado se puede enviar una carta o fax donde se especifique la aceptación del mismo antes de su publicación.