

*Libro de Resúmenes*

# **XI Jornadas de las Ciencias de la Tierra Dr. Eduardo Musacchio**

**6 y 7 de junio de 2024, Comodoro Rivadavia,  
Chubut, Argentina**

**Editores:**

**Andrea De Sosa Tomas**

**Rodrigo Díaz**

**Lucía Farías Fuenzalida**

**Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Naturales  
y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia  
San Juan Bosco**



**EDUPA**  
Editorial Universitaria  
de la Patagonia



Universidad  
Nacional de la  
Patagonia  
San Juan Bosco



**XI JORNADAS DE LAS CIENCIAS DE LA  
TIERRA  
DR. EDUARDO MUSACCHIO**

**Libro de Resúmenes**

Editores:

Andrea De Sosa Tomas

Rodrigo Díaz

Lucía Farías Fuenzalida

Jornadas avaladas según Resolución DFCNyCS N° 215/24, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

XI Jornadas de las Ciencias de la Tierra Dr. Eduardo Musacchio / Néstor Acosta...  
[et al.]; Editado por Andrea De Sosa Tomas; Rodrigo Diaz; Lucía Farías Fuenzalida.  
- 1a ed - Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia - EDUPA, 2024.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-8352-54-1

1. Geología. I. Acosta, Néstor II. De Sosa Tomas, Andrea, ed. III. Diaz, Rodrigo, ed. IV. Farías Fuenzalida, Lucía, ed.  
CDD 550.71

**Los trabajos deben ser citados siguiendo el siguiente ejemplo:**

Cardozo, N., Casal, G.A., Ibiricu, L.M., Alvarez, B.N., Caglianone, J.L. y Luna, M. 2024. Biodiversidad y aproximación tafonómica en restos de vertebrados en “Cañadón Tomás” (Maastrichtiano), Formación Lago Colhué Huapi, Chubut, Argentina. En: Resúmenes XI Jornadas de las Ciencias de la Tierra “Dr. Eduardo Musacchio” (Eds. De Sosa Tomas, A., Díaz, R. y Farías Fuenzalida, L.), pp. 21–24, Comodoro Rivadavia, Argentina.

**La presente publicación compila artículos arbitrados sobre tópicos seleccionados vinculados a las Ciencias de la Tierra. Los compiladores no son responsables por el contenido de los artículos publicados en un idioma distinto al oficial de las Jornadas.**

Para ver las charlas grabadas durante estas jornadas ingresar al canal de YouTube del Departamento de Geología de la UNPSJB:



<https://www.youtube.com/@deptogeologiacr2914/videos>

## **Comité organizador XI JCTEM**

Andrea De Sosa Tomas  
Rodrigo Díaz  
Lucía Farías Fuenzalida

## **Colaboradores**

Ivana Barría  
Francisco Oporto  
Agustín Rodríguez  
Fernanda Vicente  
Pablo Vidal

## **Agradecimientos**

Colegio Profesional de Geólogos de Chubut  
Fundación YPF  
Secretaría de Extensión de la FCNyCS  
Dirección de audiovisuales UNPSJB  
Editorial Universitaria de la Patagonia (EDUPA)

## **CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS Y DISTRIBUCIÓN DE FLUORUROS EN AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA UTILIZADA PARA ABASTECIMIENTO HUMANO EN EL ÁMBITO DE LA MESETA DE SOMUNCURA**

ALVAREZ, M.P.<sup>1,2</sup>; CAROL, E.<sup>3</sup>; MASSAFERRO, G.<sup>2,4</sup>; SCIVETTI, N.<sup>2,4</sup> y BOSCO, T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IPEEC- CENPAT-CONICET. Puerto Madryn, Chubut, Argentina. E-mail: alvarez@cenpat-conicet.gob.ar

<sup>2</sup> FCNyCS-UNPSJB. Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

<sup>3</sup> CIG-CONICET-UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> IPGP-CENPAT-CONICET. Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

El fluoruro ( $F^-$ ) en el agua de bebida ha sido una gran preocupación en muchas partes del mundo, ya que en ocasiones disminuye la calidad de las únicas fuentes de agua disponibles. Su ingesta a largo plazo puede provocar fluorosis dental y fluorosis esquelética (Xiao et al., 2022). Debido a los efectos sobre la salud, la Organización Mundial de la Salud y el Código Alimentario Argentino (CAA, 2007) fijan para el agua de consumo humano un valor de referencia para el fluoruro ( $F^-$ ) de 1,5 mg/L para la exposición a largo plazo. Algunos estudios indican que las regiones que tienen contaminación por  $F^-$  en las aguas subterráneas se caracterizan por la presencia de rocas de basamento cristalinas o lechos rocosos volcánicos donde la disolución de minerales que contienen flúor es favorecida por condiciones climáticas áridas/semiáridas (Kim y Jeong, 2005; Macdonald et al., 2011). Cuando la interacción agua – roca produce la liberación en solución de altas concentraciones de  $F^-$ , se habla de contaminación geogénica, siendo ésta, una de las principales causas del deterioro de la calidad del agua por excesos de  $F^-$  en muchas regiones del mundo (Ali et al., 2016; Malago et al., 2017). El flúor es un elemento litófilo que se comporta como incompatible concentrándose en los residuos de la cristalización magmática y en fluidos hidrotermales. Las litologías que tienen mayor contenido de este elemento son los granitos/riolitas y sus variedades alcalinas, gneises y esquistos (Chowdhury et al., 2019). En estas rocas, el flúor se encuentra presente en minerales tales como fluorita, apatito, criolita y topacio. En las micas, anfíboles y algunas arcillas el  $F^-$  puede reemplazar al  $OH^-$  en la fórmula debido a la similitud en su radio iónico (Edmunds y Smedley, 2013). Otra fuente natural de  $F^-$  puede ser el vidrio volcánico (Matteoda y Blarasín 2016) y la lixiviación de suelos con alto contenido de flúor debido a su cercanía con zonas de mineralización. La Patagonia extrandina constituye una amplia región árida en donde dominan las rocas volcánicas y el agua superficial y subterránea suele tener elevadas concentraciones de contaminantes geogénicos traza tales como el  $F^-$ . La meseta de Somuncura, desarrollada en el centro sur de la provincia de Río Negro y centro norte de Chubut, dentro del ámbito de la Patagonia extraandina, (Fig. 1), es una extensa región que topográficamente se caracteriza por ser una superficie mayormente plana interrumpida en su sector sur por las Sierra de Apas y Sierra Negra de Telsen y en su margen centro oriental por la Alta Sierra de Somuncura. Desde estas serranías y desde el borde oriental y nororiental de la meseta drenan los arroyos Telsen, Cona Niyeu, Ventana, Los Berros, Corral Chico, Valcheta y Salado entre otros (Fig. 1). En el sector oriental de la meseta de Somuncura (cuencas de los arroyos Cona Niyeu, Verde, Ventana y Los Berros) la geología está dominada por las ignimbritas riolíticas de la Fm. Marifil, mientras que, para el sector norte (cuencas de los A° Valcheta y Salado) aflora, además, un basamento metamórfico constituido por pizarras y filitas de la Fm. Nahuel Niyeu y granitoides del Complejo Plutónico Navarrete. Esporádicamente se observan afloramientos de sedimentitas marinas de la Fm. Roca y continentales del Grupo Neuquén. La actividad hidrotermal asociada al vulcanismo jurásico (Fm. Marifil) dio origen a numerosas vetas de cuarzo y fluorita epitermales que afloran tanto en el área de meseta de Chubut como en Río Negro. Durante el jurásico, las rocas metamórficas, granitoides y piroclastitas de Marifil fueron afectadas por una tectónica extensional, lo que determinó el

desarrollo de bloques altos y bajos, de manera que estas unidades constituyen gran parte del basamento de las cuencas de drenaje (Franchi et al., 2001).

Los mencionados arroyos y sus vertientes asociadas son las principales fuentes de abastecimiento de agua de las localidades que rodean esta región. Bajo ese contexto el objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización hidroquímica y analizar la distribución de fluoruros tanto en el agua superficial como subterránea de la zona oriental y nor oriental de la meseta de Somuncura.

Para ello se realizó una campaña de relevamiento hidrogeológico (noviembre 2023) donde se muestrearon fuentes de agua y se identificó la litología asociada. Se relevaron un total de 33 sitios, donde se midieron *in situ* pH, temperatura y conductividad eléctrica del agua con un equipo multiparamétrico portátil y se tomaron muestras en botellas de polipropileno para su posterior procesamiento en laboratorio. Las muestras fueron conservadas refrigeradas a 4 °C y protegidas de luz solar directa. Las determinaciones químicas se efectuaron en el Laboratorio de Suelos de Ecosistemas Patagónicos (LASUEP-IPEEC-CONICET) siguiendo métodos estandarizados APHA (1998). Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) fueron determinados por titulación; sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ) por fotometría; sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) y nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) por espectroscopía UV-Visible. Las determinaciones de fluoruros ( $\text{F}^-$ ) se hicieron en el laboratorio de ALUAR Aluminio Argentino S.A.I.C. por el método de determinación basado en la norma ASTM D 3270. Para definir las facies químicas que caracterizan las aguas se utilizó el diagrama Piper de dominancia porcentual de iones mayoritarios realizado mediante el programa *Diagrams* (Simler, 2017). Por su parte, para analizar las variaciones espaciales en las características hidroquímicas la información fue volcada en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La salinidad del agua en los arroyos varía entre 252 mg/L y 7189 mg/L siendo la más dulce correspondiente a las nacientes del arroyo Cona Niyeu y la más salina la procedente del arroyo Los Berros. Por su parte, los arroyos Corral Chico (entre 1284 mg/L y 2387) y Ventana (1687 mg/L) también presentan salinidades mayores que los arroyos Salado (entre 370 mg/L y 524 mg/L) y Valcheta (410 mg/L). En el caso de las vertientes, estas resultaron dulces (entre 281 mg/L y 688 mg/L) en todos los casos, no así el agua proveniente de los pozos (entre 323 mg/L y 2534 mg/L) o de los mallines (entre 356 mg/L y 3311 mg/L) que varían entre dulces y salobres.

Respecto de los contenidos iónicos, dentro de las muestras procedentes de los arroyos se diferencian dos grupos. El primero de ellos corresponde a facies hidroquímicas bicarbonatadas sódicas donde se agrupan las muestras de los arroyos Verde, Valcheta, Salado y Cona Niyeu, siendo en general la proporción de aniones  $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$  y la de cationes  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} \geq \text{Ca}^{2+}$ . El otro grupo, corresponde a facies hidroquímicas cloruradas sódicas e incluye a las muestras procedentes de los arroyos Corral Chico, Los Berros y Ventana donde los aniones siempre son  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^-$  y los cationes  $\text{Na}^+ \gg \text{Mg}^{2+} \geq \text{Ca}^{2+}$ . En el caso de las vertientes son de tipo bicarbonatadas con anión  $\text{HCO}_3^- \gg \text{SO}_4^{2-} \sim \text{Cl}^-$  y en general sin catión dominante, sino que  $\text{Na}^+ \sim \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ . Por su parte, el agua procedente de las perforaciones y mallines muestra mayor variación en facies químicas (Fig. 2b).

En cuanto a la distribución del contenido de los fluoruros en el agua de vertientes, arroyos, mallines y pozos, se advierte que los valores medios y la mediana más baja corresponden al grupo de muestras proveniente de las vertientes, con contenidos  $< 1,5$  mg/L, excepto un valor notablemente más alto (6,625 mg/L) correspondiente a una vertiente localizada en el sector sur de la meseta (Fig. 1 y 2b). En el caso de las muestras provenientes de los arroyos, estas presentan mayor variabilidad en los contenidos de fluoruros, al igual que las de los mallines, presentando las de los arroyos un valor medio más bajo que las de los mallines (Fig. 2b). Se observa en general que el contenido de fluoruros en los arroyos y mallines aumenta en la dirección del escurrimiento superficial, encontrándose valores  $< 1,5$  mg/L cerca de las cabeceras y entre 1,5 mg/L y 3,3 mg/L aguas abajo en los arroyos Cona Niyeu,



Valcheta, Salado y Verde. En el caso de los arroyos Los Berros, Ventana y Corral Chico siempre sus valores son  $> 3,3$  mg/L. Por último, las muestras procedentes de perforaciones presentan siempre valores  $> 1,5$  mg/L que superan la normativa (Figs. 1 y 2b).

Los resultados obtenidos ponen en evidencia la fuerte problemática que afronta el área estudiada en relación a la disponibilidad de fuentes de agua dulce aptas para consumo humano. Si bien la salinidad y contenidos de iones mayoritarios no resulta ser una limitante, los elevados contenidos de fluoruros registrados en el agua superficial (principalmente de los arroyos Corral chico, Los Berros y Ventana), mallines y pozos de abastecimiento constituyen un problema para el abastecimiento local. El origen del  $F^-$  en todas las fuentes de agua analizadas estaría directamente relacionado a aportes geogénicos desde las formaciones ígneas y vetas hidrotermales en las que abundan los depósitos de fluorita, sin descartarse otras posibles fuentes, restando profundizar el estudio en relación al origen. Los datos presentados en el trabajo si bien son preliminares ponen en alerta sobre problemática de calidad de agua y abastecimiento que afecta a una amplia región.

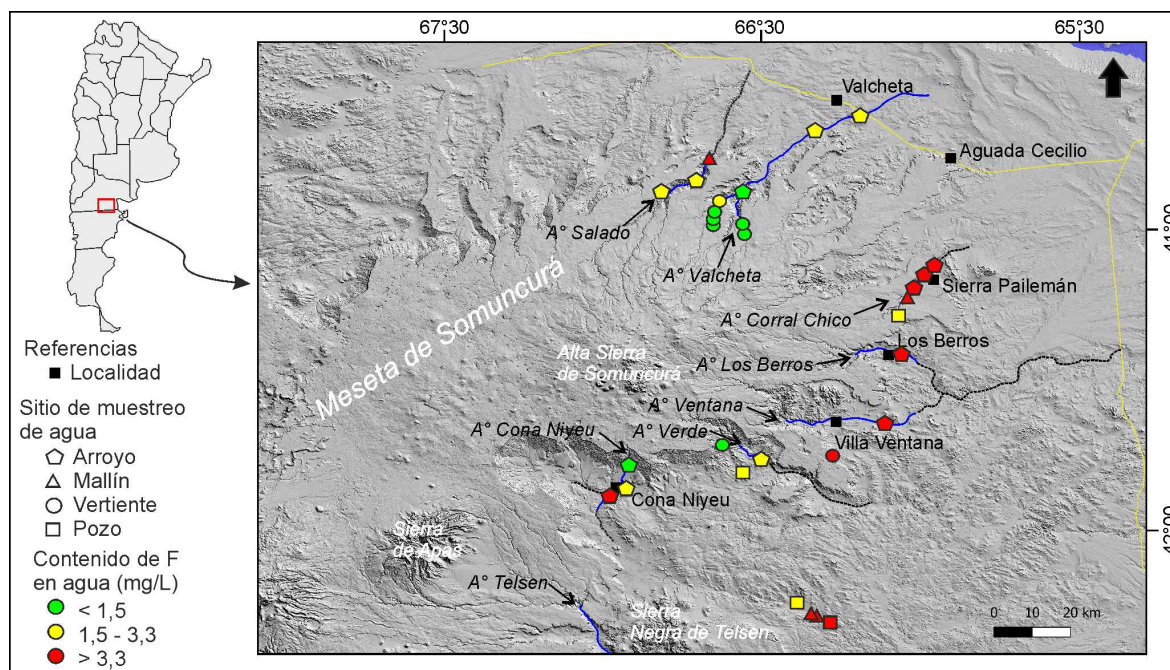


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio donde se indican los puntos de muestreo con sus contenidos de fluoruros en aguas



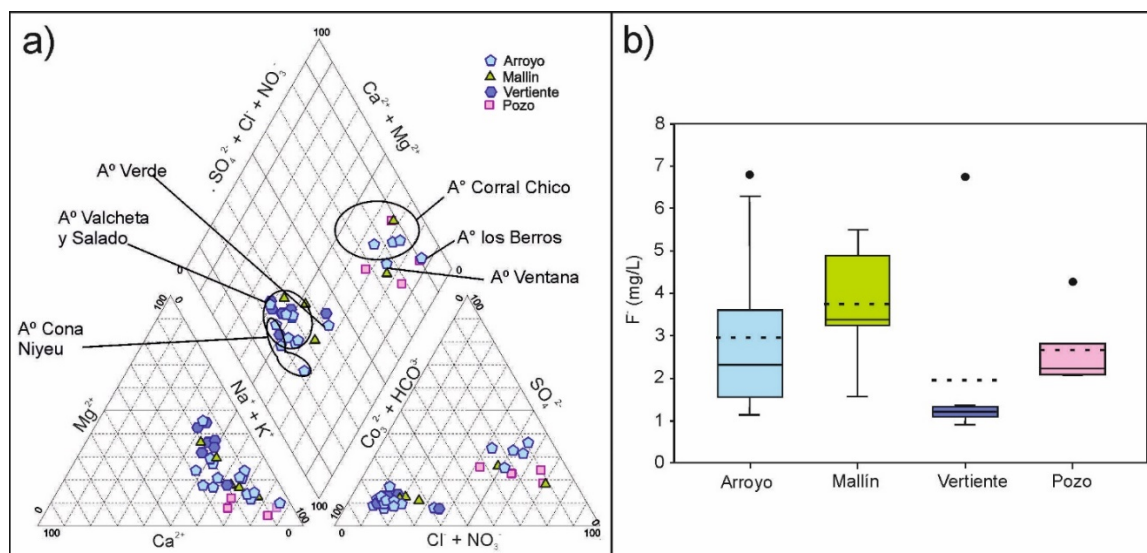


Figura 2. A) Diagrama Piper y b) gráfico de cajas y bigotes donde se muestran la clasificación iónica y las variaciones en los contenidos de fluoruros en agua respectivamente para los distintos sitios muestreados.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina por apoyar financieramente este estudio mediante los proyectos, PIP 11220200102386CO y PICT-2021-I-A-00417.

### Referencias bibliográficas

- Ali, S., Thakur, S.K., Sarkar, A. et al. 2016. Worldwide contamination of water by fluoride. *Environmental Chemistry Letters* 14, 291–315. <https://doi.org/10.1007/s10311-016-0563-5>
- APHA (American Public Health Association). 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, twentieth ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC.
- Código Alimentario Argentino. 2007. Capítulo XII. Art. N° 982. Resolución N°68/2007 y N°196/2007. Modificación 2012 (Resolución Conjunta SPREI N° 34/2012 y SAGyP N° 50/2012). Ministerio de Salud. Bs. As. Argentina
- Chowdhury, A., Adak, M., Mukherjee, A., Dhak, P., Khatun, J., y Dhak, D. 2019. A critical review on geochemical and geological aspects of fluoride belts, fluorosis and natural materials and other sources for alternatives to fluoride exposure. *Journal of Hydrology* 574, 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.033>.
- Edmunds, W. M. y Smedley, P. 2013. Fluoride in natural waters. En Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U. Smedley, P.L. (eds.) *Essentials of Medical Geology*, pp. 311–336. Springer
- Franchi, M., Ardolino, A. y Remesal, M., Dalponte, M. y Lizuain, A. 2001. Hoja Geológica 4166-III Cona Niyeu, provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 262, 87 p. Buenos Aires
- Kim, K. y Jeong, G.Y. 2005. Factors influencing natural occurrence of fluoride-rich groundwater: a case study in the southeastern part of the Korean Peninsula. *Chemosphere*, 58 (10), 1399–1408.
- Macdonald, R. Baginski, B. Leat, P.T. White, J.C. y Dzier-zanowski, P. 2011. Mineral stability in peralkaline silicic rocks: information from trachytes of the Menengai volcano, Kenya. *Lithos* 125, 553–568.
- Malago, J., Makoba, E., y Muzuka, A. N. 2017. Fluoride levels in surface and groundwater in Africa: a review. *American Journal of Water Science and Engineering*, 3(1), 1–17.
- Matteoda, E. y Blarasin, M. 2016. Elementos traza en aguas subterráneas. Córdoba. Argentina. *Revista Latino-Americana de Hidrogeología* 10 (1), 469–476.
- Simler, R. 2017. *Software Diagrammes v6.52*. Laboratoire d'Hydrologie d'Avignon, Université d'Avignon et pays du Vaucluse, France.
- Xiao, Y., Hao, Q.C., Zhang, Y.H., Zhu, Y.C., Yin, S.Y. Qin, L.M. y Li. X.H. 2022. Investigating sources, driving forces and potential health risks of nitrate and fluoride in groundwater of a typical alluvial fan plain *Sciences of the Total Environment*, 802, Article 149909.