

XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Desafíos de Sur a Norte:
Compromiso entre conservar y producir

LIBRO DE ACTAS

Bariloche - Patagonia 2026

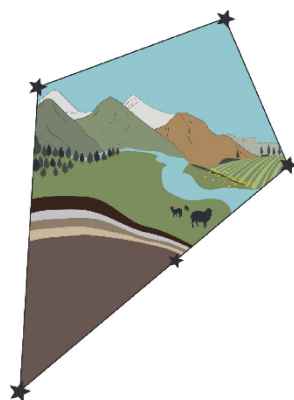


UNRN

Universidad Nacional
de Río Negro



Utilice su escáner de
código qr para acceder
a la versión digital



XXX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Bariloche, Patagonia 2026

RESÚMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

14 al 17 de abril de 2026
Bariloche, Patagonia - Argentina

ORGANIZADO POR



AACS
ASOCIACION ARGENTINA
CIENCIA DEL SUELO



UNCo
BARILOCHE

UNRN
Universidad Nacional
de Río Negro



Coorganizado con





DIAGNÓSTICO RÁPIDO Y MANEJO AGROECOLÓGICO PARA LA REHABILITACIÓN DE SUELOS EN TRANSICIÓN

Gonzalez, A.^{1*}, Roca, J. C.¹, Serventi, M. N.¹, Orrego, L. M.¹, Pueblos, L.¹, Merino, C.¹, Nobile, N.¹

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue, *Ruta 151- km 12,5, Cinco Saltos, Río Negro, CP 8303, Argentina, diego.gonzalez@faca.uncoma.edu.ar

RESUMEN: La región del Alto Valle de Río Negro enfrenta el abandono de tierras frutícolas, lo que conlleva la degradación de suelos y la reducción de su capacidad de secuestro de carbono. Frente a esto, se implementó un modelo integral de diagnóstico y manejo en el Cuadro 10 Sur de la FACA-UNCo. Se aplicó una "Guía de Campo para Diagnóstico Expeditivo" desarrollada por el equipo, permitiendo una evaluación rápida de parámetros clave: pH (7.5–8), conductividad eléctrica (0.3–1.22 dS/m), texturas medias (franco limoso a franco arcilloso) y niveles bajos de N y P, pero alto en K. La caracterización edafológica detallada clasificó al suelo como Aridisol, Haplocalcides, con profundidad efectiva >1 m y sin limitantes físicas o salino-sódicas. Estos resultados fundamentaron un plan de transición agroecológica que incluyó aumento de biodiversidad frutal, poda de rejuvenecimiento, uso de bioinsumos y mantenimiento de cobertura vegetal. La discusión integra estos hallazgos con estudios regionales previos, que evidencian un balance positivo de carbono en sistemas frutícolas bajo riego con cobertura verde (+0.05 a +0.1 kg CO₂ eq/kg fruto). Se concluye que la combinación de herramientas de diagnóstico accesibles con prácticas de manejo sostenible constituye una estrategia efectiva y replicable para la rehabilitación productiva y ambiental de suelos en la región, contribuyendo a la mitigación climática y a la seguridad alimentaria local.

1009

PALABRAS CLAVE: uso de suelo, transición agroecológica, extensión universitaria.

INTRODUCCIÓN

El territorio del Alto Valle de Río Negro y Neuquén es el resultado de tensiones históricas en el uso de la tierra, donde la retracción de la actividad frutícola ha dado paso a un avance de usos industriales y urbanos. Esta transición ha generado impactos ambientales negativos, destacándose la reducción de la capacidad de secuestro de carbono de los suelos agrícolas y el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por las nuevas actividades. Paralelamente, el abandono de chacras ha provocado una degradación de la calidad edáfica, afectando indicadores clave como la materia orgánica, la salinidad y la estructura del suelo. En este contexto, la rehabilitación de tierras bajo riego emerge como una necesidad urgente, entendida como la restauración de estos indicadores para recuperar la capacidad productiva y los servicios ecosistémicos, entre ellos, el secuestro de carbono. La adopción de prácticas agroecológicas se presenta como un enfoque crucial, ya que promueve sistemas diversificados y resilientes, mejora la salud del suelo y favorece el control biológico de plagas. Desde la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCo), y a través de proyectos de extensión consecutivos, se ha trabajado en el desarrollo y validación de herramientas de diagnóstico rápido y estrategias de manejo adaptativo. El Cuadro 10 Sur del campo experimental se ha establecido como un sitio demostrativo de transición agroecológica, donde convergen la investigación, la extensión y la docencia. Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de un diagnóstico expeditivo de suelos aplicado en dicho cuadro, caracterizar su perfil edafológico, exponer las prácticas de manejo agroecológico derivadas y analizar su contribución potencial al balance regional de carbono, integrando conocimiento previo generado por el equipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Cuadro 10 Sur (0.56 ha), un monte frutal diversificado (peral, manzano, ciruelo) de la FACA-UNCo, en proceso de rediseño agroecológico desde 2023. La metodología combinó:

Diagnóstico rápido de calidad y fertilidad de suelos: Se realizó en una jornada de extensión (septiembre 2023) aplicando la "Guía de Campo para Diagnóstico Expeditivo" (Gonzalez *et al.*, 2023). Se incluyó: descripción de calicatas, muestreo con barreno (0-30 cm), determinación de textura al tacto (FAO, 2009), medición *in situ* de pH y conductividad eléctrica (CE) en suspensión 1:5 que fueron ajustados por una ecuación local, tests cualitativos de materia orgánica (H₂O₂ 3%) y carbonatos (HCl 1/10), y evaluación de nitrógeno (N-NO₃), fósforo (P) y potasio (K) disponible mediante kits colorimétricos portátiles (Lamotte).

Análisis de laboratorio de suelo: Para validar y precisar los resultados del diagnóstico preliminar, en noviembre de 2025 se realizó un muestreo de suelo superficial (0-15 cm de profundidad) en cuatro puntos distribuidos en diagonal a lo largo del Cuadro 10 Sur (ver Mapa 1). La napa freática se encontraba a 1.10 m de profundidad, medida en un freatómetro instalado en el cuadro. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Agua (LASYA) de la FACA-UNCo, determinándose: pH en pasta, conductividad eléctrica del extracto (CEe), materia orgánica (MO) por el método de Walkley & Black, nitrógeno total (NT) por Kjeldahl, fósforo disponible (P) por Olsen y potasio intercambiable (K) por fotometría de llama (Laboratorio LASYA, 2025).

Caracterización edafológica detallada (Contrera y Cuello, 2025): Se describió morfológicamente un perfil representativo (horizontes A, C1, C2, C3), determinando color, textura, estructura, consistencia, humedad, presencia de raíces y límites. Se realizaron ensayos de infiltración y determinación de profundidad efectiva. La clasificación taxonómica se realizó según Soil Taxonomy.

Implementación de manejo agroecológico: Con base en los diagnósticos, se diseñó e implementó un plan que incluyó: aumento de biodiversidad frutal (implantación de duraznero, almendro, cerezo, durazno, damasco y manzano Granny Smith que representa un 20% más de especies en el cuadro 10 S), poda de rejuvenecimiento (invierno 2025), establecimiento y mantenimiento de cobertura vegetal permanente en el interfilar, y aplicaciones de bioinsumos.

Contextualización con estudios de balance de carbono: Los resultados se analizaron en conjunto con datos de investigaciones previas del equipo sobre balance de carbono edáfico en frutales del Alto Valle (Mendía *et al.*, 2017, 2019), utilizando algoritmos de secuestro (nivel TIER 2 del IPCC) y factores de emisión locales para estimar la huella de carbono del sistema.



Figura 1. Mapa de localización de Cuadro 10 Sur, resaltando los 4 puntos de muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico expeditivo y caracterización del suelo:

La aplicación de la Guía de Campo permitió obtener un diagnóstico rápido y consistente. Los resultados (Tabla 1) indican un suelo sin limitantes graves para la producción frutícola. La textura varió de franco limosa a franco arcillosa, con una profundidad efectiva superior a 105 cm, lo que asegura una buena exploración radical y reserva hídrica. Los valores de pH (7.5-8.0) lo ubican en el rango de ligeramente alcalino, mientras que la conductividad eléctrica (0.30-1.22 dS/m) indica una salinidad de ligera a moderada, muy por debajo del umbral de estrés para frutales (4 dS/m). Los tests rápidos de fertilidad mostraron un patrón esperable en suelos no fertilizados: niveles bajos de N-NO₃ y P, y alto en K, atribuible a la mineralogía local rica en minerales potásicos. Este patrón fue confirmado y cuantificado con mayor precisión por el análisis de laboratorio, el cual evidenció contenidos de nitrógeno total y fósforo disponibles en el rango de bajo a medio, mientras que el potasio intercambiable se confirmó como alto (>230 mg/kg en todas las muestras). Los valores de pH medidos en laboratorio (6.3-7.2) fueron ligeramente inferiores a los estimados en campo con electrodos portátiles (7.5-8.0), lo que subraya la utilidad del análisis de laboratorio para ajustar enmiendas que requieren un pH específico. La resistencia a la penetración fue baja (0.3-0.6 MPa), confirmando la ausencia de compactación.

Tabla 1. Resultados del diagnóstico expeditivo de suelo en el Cuadro 10 Sur.

Parámetro	Rango/Valor	Clasificación	Método
pH (1:5) (*)	7.5 - 8.0	Ligeramente alcalino	Electrodos portátiles
CE (1:5) dS/m (*)	0.3 - 1.22	Ligero-Moderado	Electrodos portátiles
Textura	Franco Limoso a Franco Arcilloso	Media	Textura al tacto
N disponible	Bajo	< 15 ppm	Kit colorimétrico
P disponible	Bajo	< 10 ppm	Kit colorimétrico
K disponible	Alto	> 150 ppm	Kit turbidimétrico
Resistencia penetración	0.3 - 0.6 MPa	Baja	Penetrómetro de impacto
Profundidad efectiva	> 105 cm	Sin limitante	Calicata

(*) Valores ajustados por ecuación local.

Validación mediante análisis de laboratorio:

Los resultados del análisis de laboratorio (Tabla 2) permiten afinar el diagnóstico inicial. Se confirma un suelo sin salinidad limitante (CE entre 0.89 y 1.17 dS/m), con valores de pH ligeramente ácidos a neutros (6.3 – 7.2), menores a los estimados en campo. Los contenidos de materia orgánica (2.20 – 3.41 %) y nitrógeno total (0.157 – 0.210 %) se sitúan en rangos de medios a moderadamente bajos, coherentes con el historial del sitio. El fósforo disponible muestra mayor variabilidad (18.82 – 38.72 mg/kg), confirmando niveles de bajos a medios, mientras que el potasio intercambiable (234.60 – 391.00 mg/kg) ratifica su alto contenido, respaldando la observación inicial sobre la riqueza en minerales potásicos del suelo de la región.

Tabla 2. Resultados del análisis de laboratorio de suelo (0-15 cm) en el Cuadro 10 Sur (LASYA, 2025).

Muestra	pH (pasta)	CE (dS/m)	M.O. (%)	N Total (%)	P Olsen (mg/kg)	K (mg/kg)
C10-1	7.2	1.11	2.20	0.157	20.06	254.15
C10-2	6.3	0.89	2.92	0.193	38.72	234.60
C10-3	6.8	1.17	3.41	0.210	18.82	293.25
C10-4	6.7	1.03	2.70	0.191	25.64	391.00

La caracterización detallada del perfil permitió su clasificación como Aridisol, suborden Calcides, gran grupo Haplocalcides. Esta clasificación refleja las condiciones de aridez y la acumulación de carbonatos típicas de la región, y es coherente con las condiciones de buen drenaje y ausencia de salinidad/sodicidad encontradas, lo que confirma su aptitud agrícola.

Transición agroecológica como estrategia de rehabilitación:

El diagnóstico sirvió como línea base para un manejo adaptativo. La baja fertilidad nitrogenada y fosfatada justificó el plan de enmiendas orgánicas, donde en 2025 se aplicó bokashi hecho dentro de la misma Facultad, con perspectiva a continuar con las aplicaciones. La buena profundidad efectiva y estructura validaron el rediseño con mayor densidad y diversidad de especies. La poda de rejuvenecimiento ejecutada en 2025 sobre 400 árboles permitió recuperar la arquitectura productiva. Estas prácticas, en conjunto con el mantenimiento de una cobertura vegetal viva permanente, no solo buscan mejorar la productividad, sino también replicar las condiciones de los sistemas frutícolas que, según estudios previos (Mendía *et al.*, 2017), actúan como sumideros netos de carbono.

Integración con el balance regional de carbono y sustentabilidad:

Los estudios base del equipo en el Alto Valle demuestran que los sistemas frutícolas bajo riego con cobertura verde permanente pueden tener un balance positivo de carbono, secuestrando entre +0.05 y +0.1 kg de CO₂ equivalente por kg de fruto producido. La rehabilitación del Cuadro 10 Sur, al re instaurar un manejo activo que prioriza la cobertura vegetal y la materia orgánica, no solo revierte procesos de degradación, sino que potencialmente recupera y amplifica esta capacidad de secuestro. Esto adquiere relevancia territorial ante el avance de usos del suelo urbanos/industriales que son netamente emisores. Así, el modelo implementado —que vincula diagnóstico accesible, prácticas agroecológicas y evaluación de servicios ecosistémicos— se propone como una respuesta concreta a la "encrucijada de cambios" en el uso del suelo regional, contribuyendo a la soberanía alimentaria, la mitigación del cambio climático y a la formación de profesionales críticos.

CONCLUSIONES

La "Guía de Campo para Diagnóstico Expositivo" demostró ser una herramienta efectiva, de bajo costo y fácil transferencia, para generar una línea base confiable de la calidad del suelo, fundamental para planificar su rehabilitación.

El suelo del Cuadro 10 Sur, clasificado como Haplocalcides, presenta condiciones físicas favorables (profundidad efectiva >1 m, textura media, buen drenaje) y químicas adecuadas (ausencia de salinidad problemática, alto contenido de potasio) para la producción frutícola. Los análisis de laboratorio identificaron limitantes nutricionales específicas (nitrógeno total y fósforo disponible en rangos de bajos a medios) y un pH ligeramente ácido a neutro, lo que permite dirigir de manera más eficiente las enmiendas y prácticas del manejo agroecológico planificado.

El plan de transición agroecológica implementado (aumento de biodiversidad, poda, cobertura viva) es una estrategia de rehabilitación coherente con el diagnóstico inicial y tiene el potencial de mejorar el balance de carbono del sistema, alineándose con hallazgos previos en la región. Este caso evidencia el rol clave de la extensión universitaria interdisciplinaria para generar respuestas integrales a problemas territoriales complejos, combinando generación de conocimiento, desarrollo de herramientas prácticas y formación de actores para la construcción de sistemas agroalimentarios más sostenibles.

1013

BIBLIOGRAFÍA

- Contrera, S. y Cuello, S. (2025). Informe de caracterización edafológica – Perfil de suelo Cuadro 10 Sur. Trabajo práctico de la asignatura Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue.
- FAO. (2009). Guía para la descripción de suelos. Roma.
- Gonzalez, D. A., Mendía, J. M., Roca, J. C., Serventi, M. y Davies, C. A. (2023). Guía de Campo para ejecución de Diagnóstico Expositivo de Calidad y Fertilidad de Suelos. Proyecto de Extensión UNCo. Cinco Saltos.
- IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- Mendía, J. M., Jockers, E., Gonzalez, D. A., Percaz, Z., Forquera, J. y Sheridan, M. (2017). Balance del carbono en chacras regadas del Valle de Río Negro, Argentina. Primera Aproximación. III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental.
- Mendía, J. M. y Gonzalez, D. A. (2019). Contribución al conocimiento del balance regional del carbono edáfico en la fruticultura del Alto Valle del Río Negro. Quinto Congreso del Foro de Universidades Nacionales de la Agricultura Familiar.
- Soil Survey Staff. (2022). Keys to Soil Taxonomy. 13th ed. USDA-NRCS.



IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES DE LA EXPLOTACIÓN DE HIDROCARBUROS EN ÁREAS FRUTÍCOLAS DE RÍO NEGRO

Roca, J. C.^{1*}, Gonzalez, A.¹, Serventi, M. N.¹, Orrego, L. M.¹, Frabotta, A. M.¹, Díaz-Gómez, R.², Mautner, M.², Forni, L.²

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue.* Ruta Nac. 151 km 12.5, Cinco Saltos (8303), Río Negro, Argentina. juancarlosroca0608@gmail.com; ² SEI: Us Water Group, Stockholm Environment Institute, Davis, CA 95616, USA.

RESUMEN: La expansión del fracking en Vaca Muerta incrementa los riesgos sobre los recursos de los valles irrigados de Río Negro. Este estudio evaluó el impacto en suelos agrícolas y agua freática en Allen y Campo Grande, combinando análisis geoespacial con muestreos en campo cerca de plataformas multipozo (explotación no convencional) y en una locación (explotación convencional) donde hubo un incidente grave de derrame de petróleo. Se hicieron determinaciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) y metales pesados (mercurio, arsénico, cadmio y cromo). Los resultados se compararon con la legislación provincial, nacional e internacional, revelando discrepancias significativas en los límites permitidos. Aunque los niveles de contaminación encontrados no superaron los límites vigentes, el estudio subraya la necesidad de monitorear la actividad petrolera y sus impactos. También se evaluó la calidad de los suelos para la actividad agrícola, su capacidad para retener Carbono y el efecto sumidero en función de la disminución de gases de efecto invernadero. Se evaluó la pérdida de área productiva como resultado de la construcción de las locaciones para la extracción de hidrocarburos en detrimento de las plantaciones agrícolas. Se estimó en 150% el aumento pérdida de monte frutal a causa de la construcción de locaciones, la superficie ocupada en 2010 de 37.2 has. a 92.6 has a 2024, este crecimiento se produce a costa de la erradicación de cultivos, principalmente de monte frutal. En cuanto a la calidad de los suelos afectados por esta actividad se señala que han sido de 1° y 2° orden de acuerdo a la clasificación de suelos para riego del USBR. Este trabajo destaca la urgencia de implementar medidas de gestión ambiental más estrictas y de actualizar la legislación para proteger adecuadamente el medio ambiente, la producción agrícola y la salud pública.

1393

PALABRAS CLAVE: contaminación, aptitud agrícola, fracking.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Negro, formada por los ríos Limay y Neuquén, es el sustento hídrico de la principal región frutícola de la Patagonia, irrigando más de 150.000 hectáreas de cultivos. La explotación de hidrocarburos en los valles irrigados de Río Negro y Neuquén se inician hace 80 años y continúan hasta la actualidad. Existen sobre el Alto Valle del Río Negro yacimientos denominados como Estación Fernández Oro (EFO) y Río Neuquén en las que coexisten actividades de extracción de petróleo y gas con la producción agrícola bajo riego, principalmente fruticultura. Las localidades de Allen, Fernández Oro y Campo grande han sido las más impactadas por esta actividad. El cambio de tecnología para la explotación hidrocarburífera del sistema convencional al no convencional (fracking) ha intensificado la presión sobre el suelo agrícola generando conflictos con los productores y comunidades afectadas. La coexistencia del fracking y la actividad agrícola en el territorio trae interrogantes como cuál es el nivel de riesgo ambiental que existe.

El objetivo de los estudios fue caracterizar la aptitud agrícola de los suelos sobre los suelos afectados por las locaciones hidrocarburíferas y determinar la presencia de contaminantes provenientes de la explotación de hidrocarburos en el área productiva

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un muestreo de suelos y agua de la capa freática en dos áreas testigo agrícolas dentro del Valle irrigado diferentes y distanciadas 60 km aproximadamente. Totalizaron 35 muestras de suelos tanto de calicatas como sondeo con pala barreno y 16 de agua.

Área Allen – Fernández Oro

Muestreos: Se realizaron 14 calicatas y sondeos con pala barreno en sitios próximos a las locaciones en dos Etapas la primera en septiembre 2023 de Nivel exploratorio (Roca J.C. et al,2024) y la segunda en marzo 2024 con 14 puntos de muestreo ampliando el área a 1500 has dentro del cual hay 17 locaciones (PADs) con 100 pozos hidrocarburíferos aproximadamente. Se obtuvieron muestras de suelo y agua de la napa freática (Figura N°1)

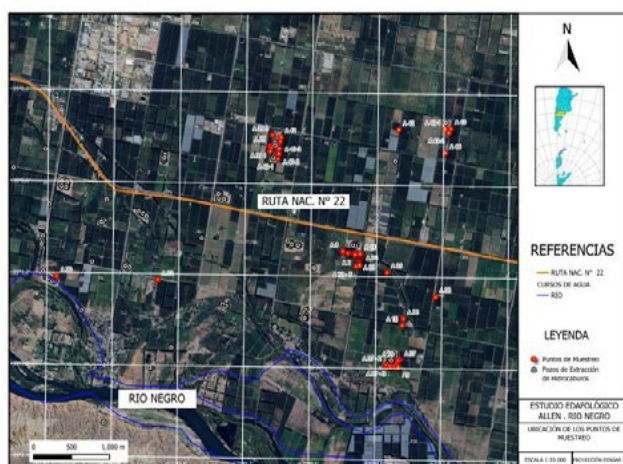


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo Allen- Fernández Oro (Río Negro)

Análisis de laboratorio: Se realizaron las siguientes determinaciones

1. Suelos: pH, Conductividad, RAS, textura (Bouyoucos), Materia Orgánica, NPK. Contaminantes: Hidrocarburos totales de petróleo (HTTP), metales pesados Cromo, Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico
2. Agua (capa freática): Hidrocarburos totales de petróleo (HTTP), metales pesados Cromo, Cadmio, Plomo, Mercurio y Arsénico.

Confección de Mapas: Para visualizar de manera espacial el territorio se elaboraron representaciones cartográficas basadas en los datos obtenidos durante la campaña de muestreo utilizando QGIS, bases oficiales (IGN, Secretaría de Energía, COPADE, Catastro provincial Río Negro, Subsecretaría de Hidrocarburos Río Negro).

Área Campo Grande

Instalación de freatímetros y muestreo de suelos se muestran en la Figura 2.

Muestreo de suelo: Se establecieron 7 sitios de muestreo de forma radial y dentro del área agrícola. Se utilizó una pala barreno para la extracción de muestras compuestas, abarcando desde la superficie hasta una profundidad de 60 cm.

Muestreo de agua: Se empleó un muestreador tipo bailer para la recolección de muestras de agua, las cuales fueron conservadas en refrigeración con ácido clorhídrico para su posterior análisis.

Análisis de Laboratorio.

1. Suelos: Hidrocarburos totales de petróleo (HTTP), metales pesados: Cromo, Cadmio, Plomo y Arsénico

2. Agua: Salinidad y pH, Hidrocarburos totales de petróleo (HTTP), metales pesados: Cromo, Cadmio, Plomo y Arsénico.

Pruebas de campo: Se aplicaron métodos rápidos en suelo para la detección de hidrocarburos.

Confección de mapas: Se elaboraron representaciones cartográficas basadas en los datos obtenidos durante la campaña de muestreo. Se utilizó el Sistema de Información Geográfica QGIS y fuentes oficiales de información mencionadas anteriormente.



Figura 2. Ubicación de Freatímetros y puntos de muestreo Campo Grande (Rio Negro)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados para cada área de trabajo:

Área Allen- Fernández Oro

1. Aptitud Agrícola

Tabla 1. Clasificación de Aptitud para Riego USBR (Mendía J.M., 2014)

PERFIL	CLASIFICACIÓN (USBR)	
A 30	1	MUY APTA
A 31	1	MUY APTA
A 32	1	MUY APTA
A 33	2s	APTA
A 34	6 s	MARGINALMENTE APTA
A 35	6s	MARGINALMENTE APTA
A 36	6 s	MARGINALMENTE APTA
A 37	1	MUY APTA
A 38	1	MUY APTA
A 39	1	MUY APTA
A 40	1	MUY APTA
A 41	2s	APTA
A 42	2s	APTA
A 43	1	MUY APTA
A 44	2s	APTA

2. Ocupación de Suelo Agrícola por la actividad de Hidrocarburífera
 Se relevó mediante imágenes satelitales utilizando la secuencia histórica de Google Earth entre el año 2010 previo a la incorporación masiva de la técnica de Fracking y la actualidad.
 Se observó un aumento del 150% de la superficie ocupada en 2010 de 37.2 has. a 92.6 has a 2024, este crecimiento se produce a costa de la erradicación de cultivos, principalmente de monte frutal.

3. Contaminantes

a. Muestreo en Capa Freática de Calicatas y Aguas superficiales

Tabla 2. Metales pesados en aguas superficiales y capa freática. En negrita los valores superiores al valor Guía (Ley 24.051, Dec. 831/ 93 Anexo II/Tabla 4) = Plomo 0,001 mg/l y Cromo total 0,002 mg/l para protección de vida acuática. agua dulce superficial

Puntos de Observación	Plomo mg/l	Cromo Total mg/l	Origen de la muestra
A33	0,015	0,004	Capa Freática
A35	0,007	< 0.002	Capa Freática
A34	0,004	< 0.002	Capa Freática
A36	0,01	0,003	Capa Freática
A39	0,004	< 0.002	Capa Freática
A40	0,012	0,003	Capa Freática
A41	0,003	< 0.0002	Capa Freática
A42	0,005	< 0.002	Capa Freática
A43	0,016	0,004	Capa Freática
A-19	0,001	< 0.002	Superficial
A-16	0,006	< 0.002	Superficial
A-20	0,001	< 0.002	Superficial
A-18	0,001	< 0.002	Superficial
A-15	0,01	0,006	Superficial

b. Muestreo Suelos en de Calicatas

Tabla 3. Metales pesados detectados en suelos. Valor Guía (Ley 24.051, Dec. 831/93 Anexo II/Tabla 4) = Cromo total 750 mg/kg para uso agrícola

Puntos de Observación	A30	A31	A32	A37	A39	A40	A41	A42	A43	A38
Cromo Total (mg/kg)	15,0	18,7	13,0	15,3	15,1	12,0	13,9	15,4	13,5	< 5.0

Área Campo Grande

Tabla 4: Valores de contaminantes en agua en freáticos Fecha 13/03/2025. En negrita valores que superan los valores Guía (Ley 24.051, Dec. 831/ 93 Anexo II/Tabla 4) = Plomo 1 microg/l, Cromo total 2 microg/l , Arsénico 50microg/l para protección de vida acuática. agua dulce superficial. Nd: no detectado, <LC: menor al límite de cuantificación.

Punto de observación	HHTP (mg/l)	Plomo (microg/l)	Cadmio (microg/l)	Cromo (microg/l)	Arsénico (microg/l)
Freatímetro 2	nd				
Laguna 4.1	nd	0.8	<LC	<LC	11
Laguna 5.1	nd	3.8	0.15	5.3	150

Tabla 5: Valores detectados en muestreo de suelo. Fecha 13/03/2025

Punto de observación	HTP ppm	Plomo (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo (mg/kg)	Arsénico (mg/kg)
N1 0-15	nd				
N1 15-60	<lc (50ppm)				
N2 0-15	nd				
N2 15-60	nd				
Sedimento1	nd				
Sedimento2	67	6.7	nd	12	6.6

Los valores de arsénico detectados en la freática de Campo Grande (150 µg/L) no superan el límite de la normativa provincial (CODEMA: 100 µg/L para riego), pero exceden en 15 veces el nivel guía propuesto por la AIC para la cuenca (10 µg/L) y en 30 veces el umbral de protección ecotoxicológica sugerido por Menone et al. (2022) para ecosistemas de agua dulce en Patagonia (5 µg/L). Esta disparidad no es una excepción, sino la regla en la regulación de pasivos ambientales asociados a hidrocarburos: cada jurisdicción define niveles en función de prioridades productivas o administrativas, no necesariamente del estado del conocimiento ecotoxicológico. En este contexto, el cumplimiento formal de la normativa local no debe interpretarse como ausencia de riesgo, sino como señal de obsolescencia de los criterios vigentes. La evidencia presentada subraya la necesidad de actualizar la legislación ambiental hacia estándares preventivos, armónicos con guías internacionales y con la capacidad de carga real de los ecosistemas regionales.

1397

La expansión de locaciones sobre suelos USBR Clase 1 no solo representa una pérdida de superficie productiva (150% de incremento entre 2010 y 2024), sino la eliminación permanente de servicios ecosistémicos que esos suelos brindaban: secuestro de carbono, regulación hídrica y provisión de hábitat. A diferencia de otros impactos ambientales susceptibles de remediación, la ocupación física por infraestructura hidrocarburífera directa o indirectamente la urbanización o servicios implica una transformación irreversible del recurso suelo. Este costo territorial no es contemplado por la normativa actual de evaluación de impacto ambiental, que carece de instrumentos específicos para valorar la pérdida de capacidad productiva de suelos de alta aptitud. La incorporación de indicadores edafológicos en las etapas de factibilidad y de criterios de compensación por pérdida de servicios ecosistémicos constituye una adecuación normativa impostergable para garantizar la coexistencia sustentable de actividades en el Alto Valle.

CONCLUSIONES

Se documenta una pérdida irreversible de suelos agrícolas de máximo valor. Las nuevas locaciones de extracción no convencional se han construido eliminando montes frutales, principalmente sobre suelos Clase 1 (muy aptos). Esto representa una pérdida directa de producción y de servicios ecosistémicos críticos, como el secuestro de carbono, en una región fértil y bajo riego.

Se identifica una presencia de contaminación en el agua subterránea. Si bien la mayoría de los metales pesados analizados se encuentran por debajo de los límites guía, se detectó arsénico en 150 µg/L en una muestra de agua freática. Este valor: Supera en un 50% el límite más permisivo para riego de la normativa local (CODEMA: 100 µg/L). Excede en 15 veces el nivel guía propuesto para la cuenca (AIC, 1996: 10 µg/L). Es 30 veces mayor que el nivel de protección para la biodiversidad recomendado por la literatura científica reciente (Menone et al., 2022: 5 µg/L).

Este hallazgo indica un riesgo potencial para la agricultura y los ecosistemas, y hace prioritario un estudio hidrogeoquímico urgente para determinar su origen y su extensión areal y real.

Los vacíos y disparidades normativas generan un riesgo latente. La legislación vigente para contaminantes en suelos agrícolas es poco precisa o inexistente, mientras que para el agua existe una gran disparidad entre normas locales, nacionales e internacionales. Nuestros resultados evidencian que, bajo estándares internacionales más protectores, los niveles encontrados justificarían acciones de monitoreo y remediación. Esto subraya la urgente necesidad de actualizar y armonizar la legislación ambiental con base científica robusta, para proteger adecuadamente el recurso suelo, la producción agrícola y la salud pública.

En síntesis, este estudio confirma que la expansión de la frontera hidrocarburífera no convencional en el Alto Valle de Río Negro conlleva: (1) la destrucción física de suelos fértiles irremplazables, y (2) la necesidad de actualizar la normativa ambiental para que contemple, de manera preventiva, los riesgos de contaminación asociados a esta actividad.

Se requieren políticas urgentes que prioricen la protección del capital suelo y aguas subterráneas como bases de la seguridad alimentaria regional.

1398

BIBLIOGRAFÍA

Canadian Council of Ministers of the Environment. (2002). Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Updated 2002. In Canadian environmental quality guidelines, 1999. Canadian Council of Ministers of the Environment . <https://ccme.ca/en/current-activities/canadian-environmental-quality-guidelines>.

Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas. (1996). Propuesta de niveles guía para la protección de la calidad de agua y sedimentos en los ríos y embalses de la región. AIC. <https://www.aic.gob.ar/sitio/archivos/201508/propuesta%20de%20niveles%20gu%C3%A1%201996.pdf>

Menone, M. L., Cazenave, J. y Juárez, A. B. (2022). Arsenic ecotoxicology in freshwater ecosystems of the Argentinean Patagonia. *Ecología Austral*, 32(2), 333–347. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1722/1115

Mendía, J. M. (2014) Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Comahue.

Roca, J. C., González, A., Serventi, M., Frabotta A. y Orrego L. (2024), “Relevamiento exploratorio de contaminantes residuales de actividad hidrocarburífera en suelos agrícolas de Allen, Río Negro” presentado en el XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo realizado en Catamarca en mayo 2024