

Evaluación de cambios en la cobertura del suelo en la Cuenca del Río Senguerr (Chubut, Argentina) mediante imágenes Landsat y Google Earth Engine (2000–2023)

Waldemar Spinelli^{1*}

¹ Unidad Académica Escuela Normal Superior N° 1 Mary O. Graham, La Plata.

* E-mail: spinelliwaldemar@gmail.com

Recibido: 20/08/2025; Aceptado: 03/11/2025; Publicado: 15/12/2025

Resumen

Este trabajo analiza los cambios en la cobertura del suelo en la Cuenca del Río Senguerr, ubicada en la provincia de Chubut, Argentina, entre 2000 y 2023. A partir del procesamiento de imágenes satelitales de la misión Landsat, mediante la plataforma Google Earth Engine (GEE) y el software QGIS, se identificaron y cuantificaron las transformaciones del paisaje en seis clases de cobertura: vegetación forestal, vegetación arbustiva cerrada, vegetación arbustiva abierta, suelo desnudo, acumulación de nieve y cuerpos de agua. La clasificación supervisada fue realizada con el algoritmo SMILE CART y se desarrolló un Índice de Cambio Neto (ICN) para evaluar las modificaciones netas en cada clase. Los resultados evidencian una disminución sostenida en la vegetación arbustiva cerrada y en la acumulación nival, junto con un aumento de las superficies cubiertas por vegetación arbustiva abierta y suelo desnudo. Estos cambios podrían tener implicancias relevantes para la dinámica hídrica y la planificación ambiental de la región, lo que destaca la importancia de implementar un monitoreo continuo y estrategias de gestión adaptativa de los recursos naturales.

Palabras clave: Cambio de cobertura, teledetección, índice de cambio neto, Google Earth Engine Patagonia.

Multitemporal Monitoring of Land Cover Change in the Senguerr River Basin (Chubut, Argentina), 2000–2023

Abstract

This study analyzes land cover changes in the Senguerr River Basin, located in the province of Chubut, Argentina, between 2000 and 2023. Using Landsat satellite imagery processed through Google Earth Engine (GEE) and QGIS, six land cover classes were identified and quantified: forest vegetation, closed shrubland, open shrubland, bare soil, snow accumulation, and water bodies. A supervised classification was performed using the SMILE CART algorithm, and a Net Change Index (NCI) was developed to assess net modifications for each class. The results show a sustained decrease in closed shrubland and snow accumulation, along with an increase in open shrubland and bare soil. These changes may have significant implications for the region's hydrological dynamics and environmental planning, underscoring the need for continuous monitoring and adaptive management strategies for natural resources.

Keywords: Land cover change, remote sensing, net change index, Google Earth Engine, Patagonia.

1. Introducción

Los cambios en la cobertura del suelo pueden entenderse como una manifestación espacial del metabolismo socioambiental de los territorios, en tanto reflejan flujos de energía y materiales asociados a prácticas sociales y económicas (Martínez-Alier, 2004). En regiones áridas y semiáridas, la pérdida de cobertura vegetal estructural ha sido asociada con procesos de degradación, aridización y alteraciones del ciclo hidrológico superficial (Lambin & Geist, 2006).

Diversos estudios en Patagonia central y sur han documentado la retracción de coberturas vegetales densas —como pastizales y estepas graminosas— y la expansión de formaciones ralas dominadas por arbustos y superficies desnudas, en un contexto de sobrepastoreo histórico, manejo extensivo ovino y creciente variabilidad climática. Entre ellos, Chartier y Rostagno (2006) demostraron la existencia de umbrales ecológicos a partir de los cuales la pérdida de cobertura vegetal conduce a estados de degradación difíciles de revertir. De manera similar, Cesa y Paruelo (2011) registraron cambios estructurales significativos en la vegetación bajo pastoreo prolongado, con disminución de la biomasa herbácea y avance de matas arbustivas. A pesar de los avances, aún son escasos los trabajos multitemporales de largo plazo que integren imágenes satelitales y análisis hidroecológicos a escala de cuenca, particularmente en regiones áridas de Argentina.

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo principal analizar los cambios en la cobertura del suelo en la cuenca del río Senguerr entre 2000 y 2023, a partir del procesamiento de imágenes satelitales Landsat mediante Google Earth Engine, el monitoreo multitemporal mediante sensores remotos se ha consolidado como una herramienta clave para analizar estos procesos en grandes extensiones y con continuidad temporal. La serie Landsat, en particular, ofrece más de cuatro décadas de registros con resolución espacial intermedia (30 m), adecuada para detectar cambios en la cobertura vegetal, cuerpos de agua y usos del suelo. Estos cambios, además, tienen implicancias directas sobre la dinámica hidrológica de la cuenca, ya que las transformaciones en la cobertura del suelo modifican la infiltración, el escurrimiento y la recarga de acuíferos, aspectos centrales para la planificación y gestión del recurso hídrico. Asimismo, se propone evaluar las posibles implicancias de estas transformaciones sobre la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca, con el fin de contribuir al diseño de políticas públicas y estrategias de adaptación frente a los cambios ambientales en curso.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La Cuenca del Río Senguerr (Fig. Nro.1) se localiza en la Patagonia argentina, y se reparte entre el suroeste de la provincia de Chubut y el noroeste de la de Santa Cruz, y forma parte del sistema endorreico de los lagos Musters y Colhué Huapi. El área de análisis abarca aproximadamente 4.550.000 hectáreas e incluye ambientes de meseta, piedemonte andino y zonas de transición eco-regional entre la estepa patagónica y los sistemas montañosos del oeste (Paruelo et al., 1998).

Se trata de una región con marcada heterogeneidad ambiental, en la que confluyen factores geomorfológicos, climáticos y biogeográficos que condicionan tanto la disponibilidad hídrica como la distribución de la vegetación. El río Senguer presenta un régimen nivo-pluvial, con máximos de caudal durante la primavera (Bruniard, 1992). En el sector del Codo del Senguer, luego de recibir los aportes de sus principales tributarios, el caudal medio alcanza aproximadamente los 51,6 m³/s (SSRH, 2014). Desde los Andes hasta la región extraandina —donde se localizan los lagos Musters y Colhué Huapí— existe un marcado gradiente de precipitación que varía entre 1200 mm anuales en el oeste y 150 mm en el este, debido a que las máximas alturas cordilleranas retienen la humedad de los vientos del oeste. Las precipitaciones se concentran principalmente durante el invierno, con una temperatura media anual cercana a los 8 °C. Mientras que en la región cordillerana las amplitudes térmicas son

moderadas por la humedad relativa, en el sector extraandino se registran mayores variaciones térmicas. Los vientos predominantes del oeste-sudoeste, con velocidades promedio de 30 km/h y ráfagas que pueden alcanzar los 100 km/h, representan un factor meteorológico de gran influencia (Valladares, 2004). La evaporación real en el área del Bajo de Sarmiento asciende a 1800 mm anuales (SSRH, 2014).

Esta diversidad de ambientes y su relevancia como unidad hidrográfica justifican la necesidad de estudiar los cambios en la cobertura del suelo desde una perspectiva multitemporal (Scordo, Piccolo & Perillo, 2018).

Figura 1. Área de estudio en el contexto de la Patagonia y de Argentina.



Fuente: elaboración propia (2025).

2.2. Selección y procesamiento de imágenes satelitales

Para el análisis se utilizaron imágenes de las misiones Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI, seleccionadas por su continuidad histórica, resolución espacial de 30 metros y cobertura temporal adecuada para estudios de largo plazo. Las imágenes corresponden al producto *Surface Reflectance* (SR), que incorpora correcciones atmosféricas previas aplicadas por USGS.

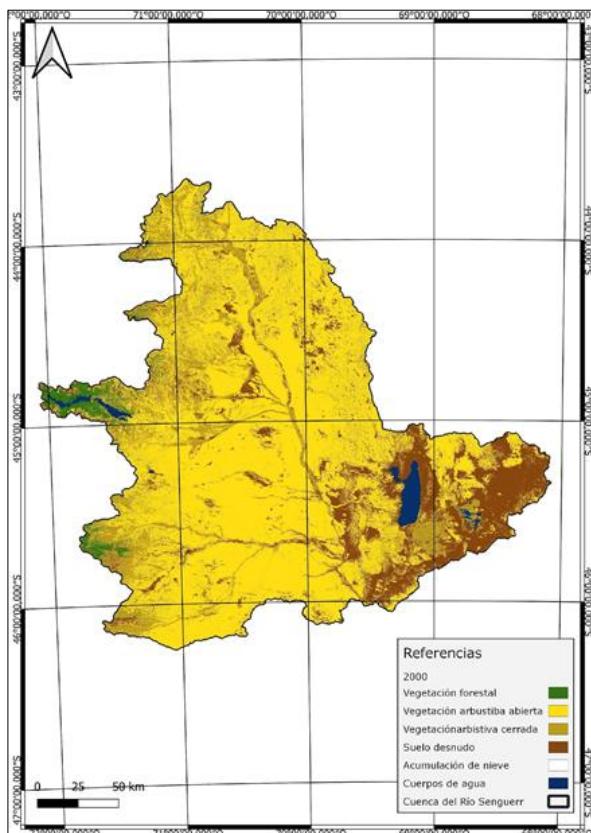
Se seleccionaron siete fechas de referencia: 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 y 2023. En todos los casos, se priorizó la temporada estival para maximizar la visibilidad de la cobertura vegetal. Los mosaicos se construyeron en Google Earth Engine (GEE) mediante combinación y filtrado de múltiples escenas por nubosidad inferior al 30 % y cobertura espacial completa.

Adicionalmente, se calcularon los índices NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y NDSI (Normalized Difference Snow Index), a fin de mejorar la discriminación entre coberturas activas, áreas con nieve persistente y superficies desnudas.

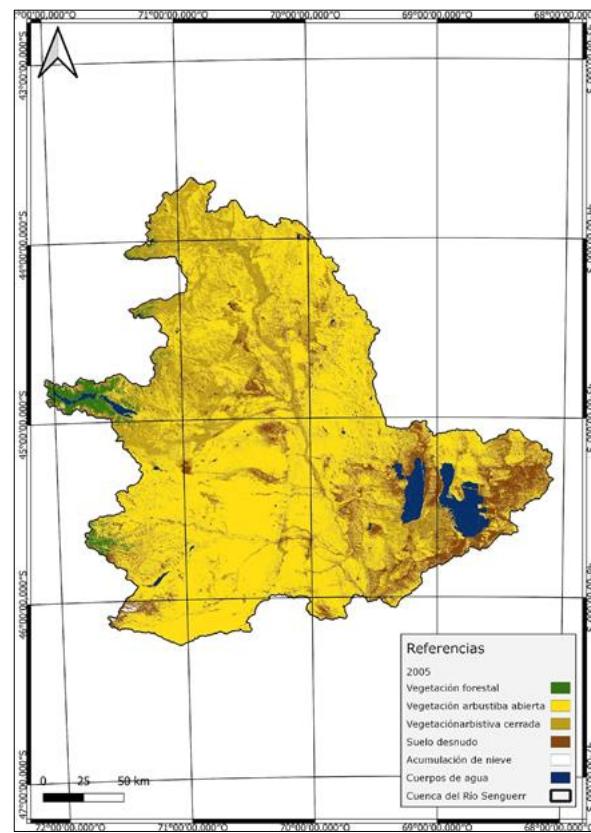
El procesamiento incluyó el recorte por máscara de cuenca y composición de bandas, así como la generación de índices espectrales para mejorar la discriminación entre clases. Todo el análisis espacial complementario (cálculo de superficies, generación de mapas, gráficos e indicadores) se realizó posteriormente en el software QGIS, utilizando el sistema de referencia POSGAR 2007 / Argentina 2

Las imágenes multitemporales representadas en la Figura 2 ilustran de forma visual la retracción progresiva de las coberturas densas y la expansión del suelo desnudo entre 2000 y 2023.

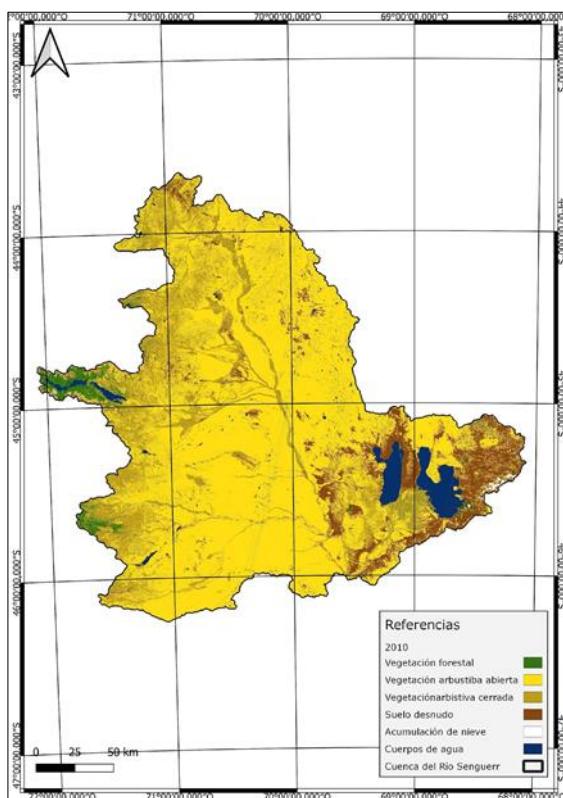
Figura 2. Cobertura de suelo 2000-2023.



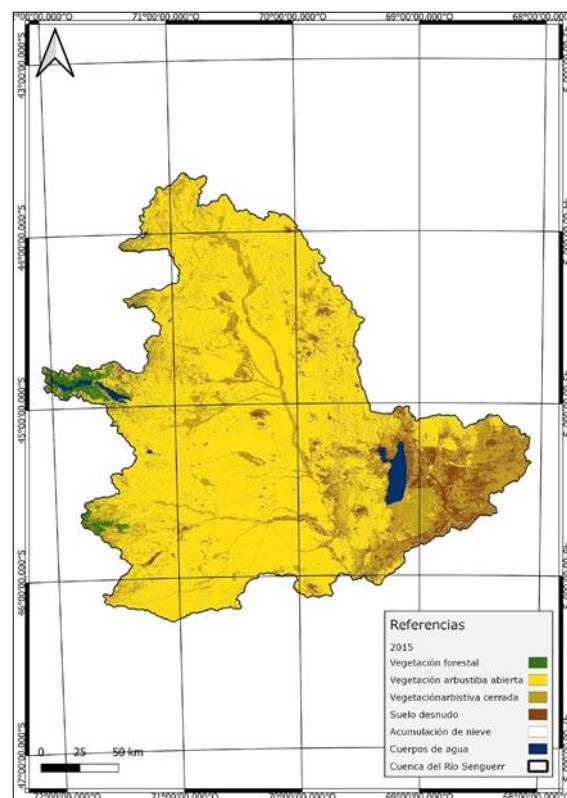
Verano año 2000 en base a imágenes de Landsat 7.



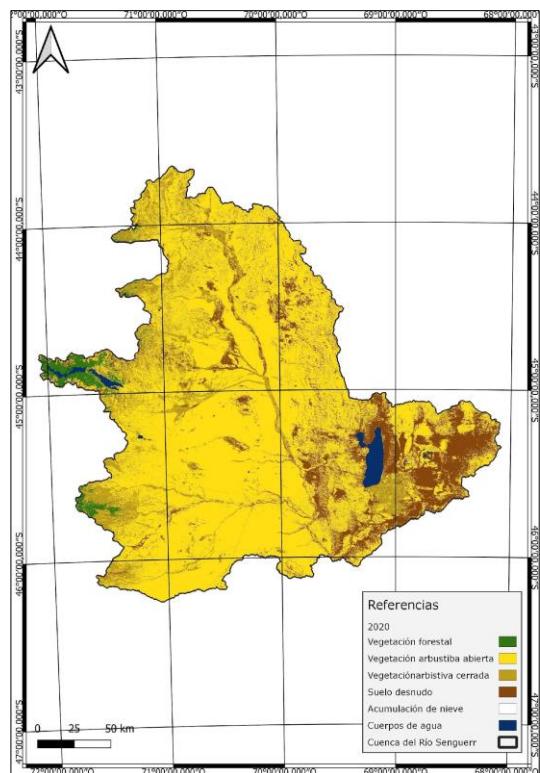
Verano año 2005 en base a imágenes de Landsat 7.



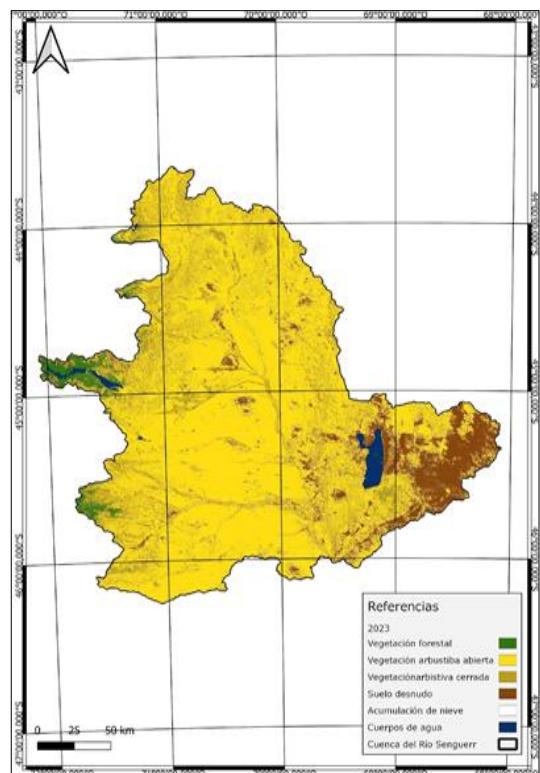
Verano año 2010 en base a imágenes de Landsat 5.



Verano año 2015 en base a imágenes de Landsat 7.



Verano año 2020 en base a imágenes de Landsat 8.



Verano año 2023 en base a imágenes de Landsat 8.

Fuente: elaboración propia con Google Earth Engine (2023).

2.3. Clasificación de la cobertura del suelo

Se realizó una clasificación supervisada utilizando el algoritmo SMILE CART (Classification and Regression Trees) en la plataforma GEE. Este algoritmo, basado en árboles de decisión, permite entrenamientos incrementales eficientes para grandes volúmenes de datos (Gorelick et al., 2017). Se definieron más de 70 áreas de entrenamiento por clase y por año, seleccionadas visualmente a partir de conocimiento experto del territorio e inspección cruzada con imágenes de alta resolución (Congalton & Green, 2019). Las clases de cobertura consideradas fueron seis:

- Vegetación forestal (bosques y masas arbóreas densas)
- Vegetación arbustiva cerrada (matorral denso y continuo)
- Vegetación arbustiva abierta (matorral ralo o de baja cobertura)
- Suelo desnudo (sin vegetación o cobertura muy escasa)
- Acumulación de nieve (persistente en superficie)
- Cuerpos de agua (permanentes o temporales)

Estas clases fueron seleccionadas en función de su relevancia ecológica, su visibilidad espectral en las imágenes Landsat y su representatividad en la cuenca del Senguerr.

La verificación de las clasificaciones se realizó mediante inspección visual cruzada entre los mapas generados y fuentes de alta resolución (Google Earth y Sentinel-2), complementada con un análisis de coherencia multitemporal entre fechas consecutivas. Esta técnica consistió en comprobar visualmente la correspondencia espacial de las clases asignadas, su continuidad geométrica y su estabilidad espectral relativa en el tiempo, detectando posibles inconsistencias o errores evidentes de clasificación. No obstante, reconocemos que este procedimiento cualitativo no reemplaza una validación cuantitativa basada en matriz de confusión, ni permite estimar la precisión global ni la precisión por clases. Por ello, los resultados deben interpretarse como una aproximación razonable a las tendencias de cambio, pero no como valores absolutos validados estadísticamente. Se recomienda que futuros estudios incorporen muestras independientes de validación y el cálculo de métricas de exactitud (precisión del productor, del usuario y precisión global) a fin de otorgar mayor robustez a los resultados.

Con los mapas generados para cada año se realizó un análisis multitemporal de superficie por clase, calculado en hectáreas y porcentajes, mediante QGIS 3.28, bajo el sistema de referencia POSGAR 2007 / Argentina 2. Para sintetizar las transformaciones se aplicó el Índice de Cambio Neto (ICN), calculado como:

$$\text{ICN} = \text{Superficie ganada} - \text{Superficie perdida}$$

Este valor, expresado en hectáreas y luego convertido a porcentaje, permite identificar la dirección del cambio para cada clase (expansión o retracción) y su magnitud acumulada entre 2000 y 2023. Las clases con valores positivos reflejan expansión neta, mientras que las negativas indican pérdida persistente.

3. Resultados

El análisis multitemporal evidenció transformaciones significativas en la distribución y superficie de las distintas clases de cobertura del suelo en la cuenca del río Senguerr entre 2000 y 2023. La dinámica general se caracteriza por un proceso de apertura del paisaje, con disminución de coberturas vegetales densas y expansión de formaciones arbustivas abiertas y superficies desnudas, tal como se observa en la Tabla 1, que presenta la evolución interanual del Índice de Cambio Neto (ICN) para cada clase de cobertura desde 2000. Los valores del ICN reflejan la variación de superficie (en hectáreas) entre el inicio y el final de cada periodo analizado: los valores positivos indican ganancias de superficie y los negativos representan pérdidas. Por ejemplo, entre 2000 y 2005 la vegetación

arbustiva abierta perdió 171.405,2 ha, mientras que entre 2015 y 2020 el suelo desnudo disminuyó 101.105 ha.

Tabla 1. Evolución interanual del Índice de Cambio Neto (ICN) por clase de cobertura (hectáreas).

Cobertura	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2023	2000-2023
Vegetación forestal	-4001	33015,8	-53342,2	10602,8	9491,2	-3088,4
Vegetación arbustiva abierta	-171405,2	235387,1	178814,7	-58450,7	196483,5	555457,7
Vegetación arbustiva cerrada	324934,8	-198828,3	63635,7	-272322,1	-111813,4	-487830,1
Suelo desnudo	-247962,1	-57532,8	-101105	320865,5	-92342,077	213756,723
Acumulación de nieve	5701,493	2827,97	-5010,97	-2389,9	2042,9	-187018
Cuerpos de agua	92731,9	-14869,6	-82992,2	1694,2	-3862	-91278

Fuente: elaboración propia (2023).

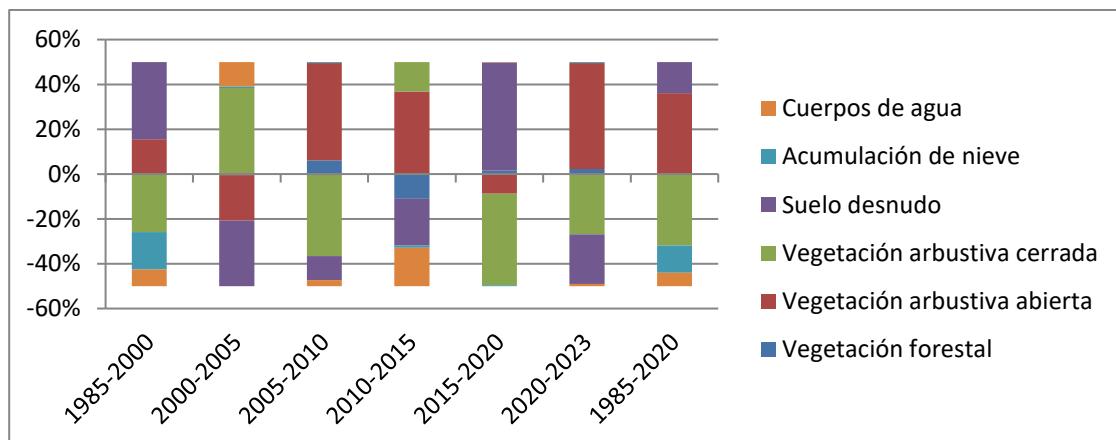
La vegetación arbustiva abierta mostró un crecimiento sostenido a lo largo del periodo, pasando de 2.888.786 ha en 2000 a 3.269.615 ha en 2023, consolidándose como la cobertura dominante de la cuenca. En contraste, la vegetación arbustiva cerrada evidenció una disminución persistente, reduciéndose de 766.244 ha en 2000 a 571.851 ha en 2023.

La vegetación forestal presentó un comportamiento más irregular e inestable, alcanzando un máximo de 120.847 ha en 2010 y un mínimo de 67.504 ha en 2015. Estas fluctuaciones pueden vincularse a condiciones climáticas interanuales, diferencias fenológicas y posibles errores de clasificación espectral.

El suelo desnudo registró valores elevados al inicio del período, con 737.021 ha en 2000, disminuyó hacia 2015 (330.421 ha) y volvió a incrementarse parcialmente hasta alcanzar 558.944 ha en 2023. Esta dinámica refleja una alternancia entre procesos de degradación y estabilización superficial.

La acumulación de nieve mostró una tendencia marcada a la reducción, pasando de 5.701 ha en 2000 a 3.741 ha en 2023, con valores mínimos cercanos a cero en ciertos años. Esta disminución podría estar asociada al ascenso de la isoterma cero y al aumento de las temperaturas medias regionales.

Finalmente, los cuerpos de agua presentaron una dinámica fluctuante, con un máximo en 2005 (158.678 ha) y retracciones posteriores hasta alcanzar 58.649 ha en 2023. Estas variaciones reflejan los cambios hidrológicos registrados en los lagos Musters y Colhué Huapi, fuertemente condicionados por la disponibilidad hídrica y la evapotranspiración regional.

Figura 3. Índice de Cambio Neto para los períodos analizados. Valores porcentuales.

Fuente: elaboración propia (2023).

El Índice de Cambio Neto (ICN) permite sintetizar la magnitud de las transformaciones observadas entre 2000 y 2023. Como se muestra en la Tabla 2, la vegetación arbustiva abierta es la cobertura que más superficie ganó en términos absolutos (+380.829 ha), mientras que la vegetación arbustiva cerrada presentó la mayor pérdida (-194.393 ha). La Figura 3 presenta estos cambios expresados en valores porcentuales, lo cual permite dimensionar la intensidad relativa de cada transformación.

Tabla 2. Resumen del cambio neto acumulado por clase (2000–2023).

Tipo de cobertura	ICN (ha)	Variación (%)
Vegetación forestal	-4.233,4	-4,6 %
Vegetación arbustiva abierta	+380.829,4	+13,2 %
Vegetación arbustiva cerrada	-194.393,3	-25,4 %
Suelo desnudo	-178.076,5	-24,1 %
Acumulación de nieve	+3.171,5	+556,4 %
Cuerpos de agua	-7.297,7	-11,1 %

Fuente: elaboración propia (2023).

3.1. Discusión de los Resultados

Los resultados indican una tendencia sostenida hacia la pérdida de coberturas vegetales estructuradas y la expansión de formaciones abiertas y degradadas. Este patrón es consistente con procesos de aridización y deterioro ecosistémico en regiones semiáridas como la Patagonia sur.

La disminución de la vegetación arbustiva cerrada y la casi desaparición de la acumulación nival constituyen cambios clave en el balance hídrico regional. La reducción de estas coberturas afecta directamente la capacidad de almacenamiento de agua, la infiltración y la regulación del

escorrimiento superficial, generando escenarios de mayor fragilidad ecológica (Aramayo, Nosetto y Cremona, 2004).

La expansión del suelo desnudo y de la vegetación arbustiva abierta sugiere una pérdida de funcionalidad ecosistémica, con implicancias sobre la evapotranspiración, la erosión y la recarga de acuíferos. Estas transformaciones podrían estar vinculadas a factores antrópicos —como el sobrepastoreo o el manejo extensivo del territorio— y a una progresiva intensificación de los cambios climáticos regionales. Procesos similares de degradación fueron señalados para otros sectores de la estepa patagónica, donde el uso ganadero ha favorecido la sustitución de pastizales por matorrales y el aumento de la erosión (Cesa y Paruelo, 2011).

Los cuerpos de agua, especialmente los lagos Musters y Colhué Huapi, mostraron variaciones marcadas en su extensión superficial, lo cual exige un monitoreo hidrológico detallado para comprender los vínculos entre cobertura del suelo, disponibilidad de agua y vulnerabilidad socioambiental. Investigaciones previas en la cuenca del río Senguer atribuyen estas fluctuaciones tanto a variaciones climáticas como al uso antrópico de los caudales destinados al abastecimiento urbano e industrial (Scordo, Piccolo y Perillo, 2018).

Esta dinámica muestra una tendencia general hacia paisajes más abiertos y áridos, con menor cobertura vegetal estructural. Tales transformaciones podrían tener consecuencias significativas sobre la evapotranspiración, la capacidad de retención hídrica y el funcionamiento ecosistémico de la cuenca.

Si bien los resultados obtenidos permiten identificar tendencias consistentes en los cambios de cobertura del suelo, es necesario reconocer las limitaciones inherentes a la clasificación digital realizada. El uso de imágenes Landsat implica trabajar con una resolución espacial de 30 m, lo cual dificulta la discriminación de coberturas heterogéneas o de mosaicos mixtos de vegetación, especialmente en zonas de transición entre arbustales y suelos desnudos. A ello se suma que, al no haberse realizado una matriz de confusión ni calculado métricas de precisión (precisión global, del productor o del usuario), no es posible cuantificar el grado de error asociado a cada clase. En consecuencia, las superficies reportadas deben interpretarse como aproximaciones y no como valores absolutos verificados estadísticamente. Estas limitaciones no invalidan las tendencias observadas, pero sí condicionan la robustez de las conclusiones y refuerzan la necesidad de incorporar en futuros trabajos evaluaciones de exactitud mediante muestras independientes y matrices de error. En este marco, el uso del Índice de Cambio Neto (ICN) se revela como una herramienta eficaz para sintetizar dinámicas territoriales complejas, al permitir cuantificar las ganancias y pérdidas netas de cada clase de cobertura de forma acumulada y multitemporal. Este indicador puede ser especialmente útil para la planificación ambiental y la toma de decisiones en materia de gestión de cuencas hídricas.

3.2 Implicancias para la Gestión Hídrica

El análisis realizado tiene implicancias directas en la gestión hídrica de la Cuenca del Río Senguer, especialmente en lo que respecta al monitoreo y la planificación adaptativa. La expansión del suelo desnudo y la vegetación rala plantea desafíos significativos para la gestión de las aguas superficiales y subterráneas, dado que estas coberturas no retienen agua de la misma manera que las zonas de vegetación densa. Esto puede generar un mayor riesgo de escorrimiento superficial, erosión y pérdida de la calidad del agua (Nosetto et al., 2012).

Respecto a la gestión hídrica se recomienda implementar estrategias de reforestación y manejo de vegetación nativa para recuperar las coberturas perdidas y mejorar la retención de agua, promover estrategias de conservación del suelo, con énfasis en la estabilización de suelos desnudos y la protección de las áreas de acumulación de nieve y desarrollar modelos predictivos que integren los datos de cambios en la cobertura del suelo con la modelización hidroclimática, a fin de prever los posibles efectos de estos cambios sobre los caudales y la disponibilidad de agua en los próximos años.

El uso de plataformas como Google Earth Engine (GEE) permite la actualización constante de los datos y facilita el seguimiento continuo de la cuenca. La implementación de un sistema de monitoreo automático para medir cambios en tiempo real podría proporcionar información valiosa para tomar decisiones rápidas y fundamentadas en la gestión de recursos hídricos.

4. Conclusiones

El análisis multitemporal de la cobertura del suelo en la Cuenca del Río Senguerr entre 2000 y 2023 revela transformaciones territoriales significativas, con una tendencia sostenida hacia la pérdida de coberturas vegetales densas —especialmente la vegetación arbustiva cerrada— y la expansión de superficies con vegetación rala y suelo desnudo. Esta dinámica sugiere un proceso de apertura del paisaje compatible con fenómenos de aridización y degradación ambiental, ya registrados en otras regiones semiáridas del centro-sur patagónico.

La marcada retracción de áreas con acumulación nival y la reducción de cuerpos de agua, en paralelo con la expansión de coberturas menos estructuradas, plantea interrogantes relevantes respecto del funcionamiento hidrológico de la cuenca. Las variaciones observadas podrían afectar la disponibilidad de agua, la recarga de acuíferos, la calidad del recurso hídrico y la regulación del escurrimiento superficial, especialmente en un contexto de creciente presión antrópica y climática.

Estos resultados refuerzan la necesidad de implementar sistemas de monitoreo continuo del territorio, integrando herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica en escalas subregionales. Plataformas como Google Earth Engine ofrecen oportunidades accesibles para realizar seguimientos sistemáticos, reproducibles y de bajo costo, incluso para organismos públicos y equipos técnicos con recursos limitados.

Finalmente, se destaca la utilidad del Índice de Cambio Neto (ICN) como métrica sintética para evaluar transformaciones espaciales. Su capacidad para identificar, cuantificar y comparar cambios netos en múltiples clases de cobertura constituye un aporte valioso para el diseño de políticas de manejo adaptativo de los recursos naturales. Recomendamos que futuros estudios incorporen variables climáticas, actividades productivas y modelados hidrológicos para profundizar la comprensión de estos procesos y su articulación con estrategias de sostenibilidad en zonas áridas.

Referencias bibliográficas

- Aramayo, V., Nasetto, M., & Cremona, M. V. (2024). Análisis de la susceptibilidad a la erosión hídrica en una cuenca de la Patagonia árida bajo distintos escenarios. *Investigaciones Geográficas*, (81), 181–199. <https://doi.org/10.14198/INGEO.25246>
- Bruniard, E. D. (1992). *Geografía física de la Argentina*. Buenos Aires: Plus Ultra.
- Cesa, A., & Paruelo, J. M. (2011). Changes in vegetation structure induced by domestic grazing in Patagonia (Southern Argentina). *Journal of Arid Environments*, 75(12), 1129–1135.
- Chartier, M. P., & Rostagno, C. M. (2006). Soil erosion thresholds and alternative states in northeastern Patagonian rangelands. *Rangeland Ecology & Management*, 59(6), 616–624.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2019). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429052729>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

Lambin, E. F., & Geist, H. J. (2006). Land-use and land-cover change: Local processes and global impacts. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-32202-7>

Martínez-Alier, J. (2004). *El ecologismo de los pobres: conflictos ecológico-distributivos y lenguajes de valoración.* Icaria.

https://www.researchgate.net/publication/337224098_Ecologismo_de_los_pobres_conflictos_ambientales_yJusticia_ambiental

Nosetto, M. D., Jobbág, E. G., Brizuela, A. B., & Jackson, R. B. (2012). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 154, 2–11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880911000090>

Paruelo, J. M., Beltrán, A., Jobbág, E. G., Sala, O. E., & Golluscio, R. A. (1998). The climate of Patagonia: general patterns and controls on biotic processes. *Ecología Austral*, 11(1), 85–101. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/ecologiaustral/ecologiaustral_v008_n02_p085.pdf

Scordo, F., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2018, agosto 7-8). *Dinámica integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Senguer.* En XVII Congreso Geológico Argentino. San Salvador de Jujuy, Argentina.

Secretaría de Infraestructura y Política Hídrica (SSRH). (2014). *Inventario de recursos hídricos subterráneos de la cuenca del río Senguer.* Buenos Aires: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

Valladares, A. (2004). *Características climáticas del sudoeste del Chubut.* Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.



Esta obra se encuentra bajo Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0. Internacional. Reconocimiento - Permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando reconozca y cite al autor original. No Comercial – Esta obra no puede ser utilizada con fines comerciales, a menos que se obtenga el permiso.