

# Los mapas como herramienta de gestión territorial y para la democratización del uso de la información geoespacial

Beatriz Dillon, Daila Pombo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa. Coronel Gil 353, Santa Rosa, La Pampa, 6300. Tel. (2954-451664) dillonbeatriz@gmail.com – dailapombo@gmail.com

**Resumen:** La cartografía digital y su expresión abierta, accesible e interoperable, representan una valiosa herramienta orientada a la transformación territorial a partir de la gestión de políticas públicas aplicadas a los espacios geográficos.

El “Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa” permitió proponer actividades de integración social, institucional y territorial de diversas alternativas de solución técnica para la recomposición ambiental de la cuenca inferior del río Atuel, a partir de la meta interina de un caudal mínimo y permanente de 3,2 m<sup>3</sup>/s fijado por la Corte Suprema de Justicia de la Nación. Ante la necesidad de acordar una serie de acciones, estructurales y no estructurales, diferentes estudios técnicos establecieron la necesidad de realizar encauzamientos, perfilados y defensas en el cauce a partir de acuerdo comunitarios. El estudio permitió mapear el relevamiento social y las percepciones en las distintas secciones del río. El inicio de las acciones, con el acuerdo comunitario, da cuenta que la democratización de la información se convierte en una estrategia de gestión en pos de la recuperación ambiental en el oeste pampeano. El siguiente paso será adecuar la cartografía a efectos de ser visibilizada en el portal de la IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa (IDEIGUNLPam) en forma interoperable con la IDE La Pampa (IDELP).

**Palabras Clave:** Territorio, Políticas públicas, Recomposición ambiental, río Atuel, IDE.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mes de julio de 2020, la Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN) falló con respecto a la causa La Pampa, Provincia de c/ Mendoza, Provincia de s/ uso de aguas) referida a los reclamos realizados por la provincia de La Pampa respecto de un caudal permanente del río Atuel dentro de los límites territoriales. Específicamente, el fallo estableció fijar como meta interina un caudal mínimo y

permanente del río Atuel de 3,2 m<sup>3</sup>/s en el límite interprovincial entre La Pampa y Mendoza (art. 40, ley 25.675) y, entre otros puntos, ordenar a las provincias involucradas que, junto con el Estado Nacional, determinen en la órbita de la Comisión Interjurisdiccional del Atuel Inferior (CIAI), las acciones u obras de infraestructura necesarias para alcanzar dicho caudal. Esta, y otras decisiones, se fundamentaron en un largo, intenso e inacabado proceso de acción jurídica llevado adelante por La Pampa en el marco de los reclamos por el escurrimiento permanente y en régimen de sus ríos y la recomposición ambiental de los territorios que integran sus cuencas.

Luego de varias reuniones llevadas adelante por la CIAI, la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de La Pampa elaboró distintos informe técnicos, entre ellos “Recomposición del ecosistema en el Noroeste de la provincia de La Pampa –Informe a la finalización del plazo establecido por la CSJN. Actividades, avances y propuestas” (2020) y “Memoria Técnica Sintética. Limpieza y adecuación del cauce del río Atuel en el tramo pampeano”. Obras: Etapa 1. (2021), entre otros, a efectos de dar cumplimiento a lo establecido por la CSJN.

Seguidamente, a través de un Convenio entre el Gobierno de La Pampa y la Universidad Nacional de La Pampa se llevó adelante “Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa” cuyos objetivos generales fueron: a) desarrollar una integración social, institucional y territorial de las diversas alternativas de solución técnica (acciones estructurales y no estructurales), en relación con la problemática del río Atuel y la recomposición ambiental, y b) Generar una propuesta de esquema interno de gestión para la toma de decisiones, que se acuerden a nivel de cuenca, y que se manifieste a través de la acción conjunta sobre el recurso hídrico. Por su parte, los objetivos específicos tendieron a brindar herramientas para sustentar la construcción de escenarios futuros a partir de un caudal mínimo, inmediato e interino del río Atuel ingresando a La Pampa, de manera permanente, ajustado a la progresividad de la recuperación del ambiente según monitoreos posteriores específicos y proponer, a partir del escenario actual, un modelo integral y participativo de un esquema de acciones a implementar para la recomposición ambiental mediante una serie de acciones. El análisis, evaluación e instrumentación de obras estructurales permitirán construir los escenarios futuros posibles de la cuenca según nuevos usos, nuevos actores, adelantos tecnológicos y efectos del cambio climático.

Entre las diversas líneas de análisis, el estudio incluyó la elaboración de un somero corpus cartográfico sobre la base de la información disponible y la generación de nuevos mapas que dan cuenta de los resultados del estudio.

## **2. CONSIDERACIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA**

“La cartografía se constituye en una herramienta fundamental para el establecimiento de políticas de desarrollo nacional, regional y municipal” (Rey Martínez; 2007, p.45). Representa la base gráfica espacial más adecuada para comprender los procesos que ocurren en el territorio y en una plataforma ideal para centralizar y visualizar información relevante.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son herramientas de trabajo para la planificación y la gestión del territorio, ya que mejoran el conocimiento de la realidad, facilitan la organización y la normalización de la información para una mejor efectividad en la toma de decisiones.

La generación de información espacial en formato digital y la calidad de los datos procesados impactan directamente en el resultado final del estudio. Por ello, se definieron los objetivos, los procesos y la información a integrar en el modelado de la realidad. Los datos georreferenciados y procesados presentan calidad, integridad, precisión, actualidad y consistencia. El tratamiento digital permitió realizar operaciones complejas que garantizan una clasificación y distribución espacial del área de estudio en sus diversas componentes (hidrológica, biótica y sociocultural) y simplificar la determinación de cambios temporales (Chuvieco Salinero, 2008).

En este sentido, la finalidad de la producción cartográfica, satisface las demandas de las distintas componentes del estudio para alcanzar la correcta representación espacial de la información analizada, como así también facilita las consultas de información no espacial que pueda estar contenida en las bases de datos.

Se definieron dos escalas de representación: 1) mapas que grafican la información general de la cuenca y 2) mapas que contienen información referida a las zonas metodológicas definidas para este estudio. Los alcances finales de cada mapa temático fueron los definidos por cada componente (hidrológica, biótica y sociocultural), y aquellos trabajados de manera interdisciplinaria.

Los pasos metodológicos consistieron en la recopilación de información básica y temática antecedente y se elaboró la cartografía según las escalas mencionadas. La cartografía del área total de la cuenca se generó a escala 1:250.000, utilizándose como referencia la del Instituto Geográfico Militar (IGM). Para el área de detalle de la cuenca en la provincia de La Pampa, se utilizó una escala de 1:60.000 y más grande según las diferentes zonas representadas.

La información temática, se procesó o generó en formato vectorial (Figura 1) realizándose, en caso de haber sido requerido, el procesamiento digital de imágenes de satélite.

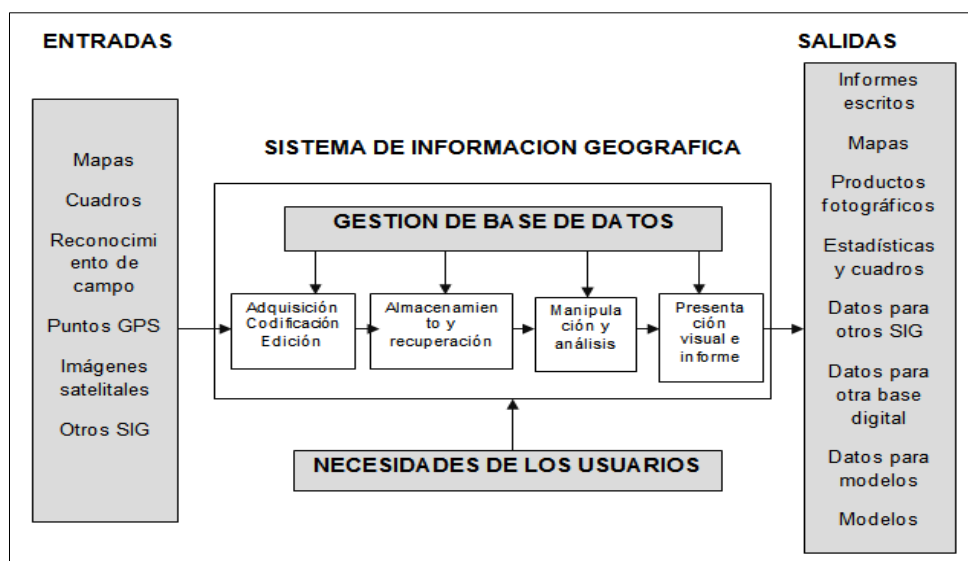


Figura 1. Esquema metodológico para el diseño de mapas temáticos en el entorno SIG.

Fuente: Elaboración propia.

En las campañas de campo, se registraron los diferentes elementos para poder integrar al SIG. En la primera campaña (viaje de reconocimiento, noviembre 2021), se recolectó información esencial y de base, como punto de partida para el tratamiento gráfico del estudio. En la segunda campaña (marzo 2022), se realizó el relevamiento de las zonas metodológicas N° 1 y N° 2 y, en la tercera campaña (abril 2022) se concluyó con el relevamiento de las zonas metodológicas ubicadas al sur de la cuenca, N° 3 y N° 4 (Figura 2 y 3).

Para la generación y procesamiento de la información, en formato vectorial, se utilizaron las licencias de los *softwares* ArcView 3.1 y ArcGIS 10.3., y se trabajó con QGIS (*software* libre). Para el procesamiento de imágenes de satélite se utilizaron *softwares* de distribución gratuita, principalmente QGIS y Spring del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Estos, permitieron procesar, manipular, derivar y exportar archivos *raster* en formatos digitales compatibles con ArcView, ArcGIS y con programas de consulta y visualización de uso abierto como ArcExplorer, ER Viewer y otros. La adquisición de imágenes de satélite (Landsat, Sentinel y CBERS) se realizó a través de las páginas web del INPE, de la Universidad de Maryland y del U.S. Geological Survey (USGS). Estos organismos ofrecen sus recursos en forma gratuita, cubren el área de interés y se obtienen a través de servidores ftp que reducen los tiempos de acceso. En todos los casos, los mapas base sirvieron de referencia para todos los mapas temáticos generados. Cuando fue necesario realizar georreferenciaciones y/o correcciones geométricas (imágenes de satélite, mapas antecedentes escaneados y otros

archivos vectoriales o raster), se utilizó como referencia el SIG 250 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). El sistema de referencia fue Posgar 94 (equivalente a WGS84) y las coordenadas geográficas *Gauss-Krüger* -Transversa Mercator- en faja 3.

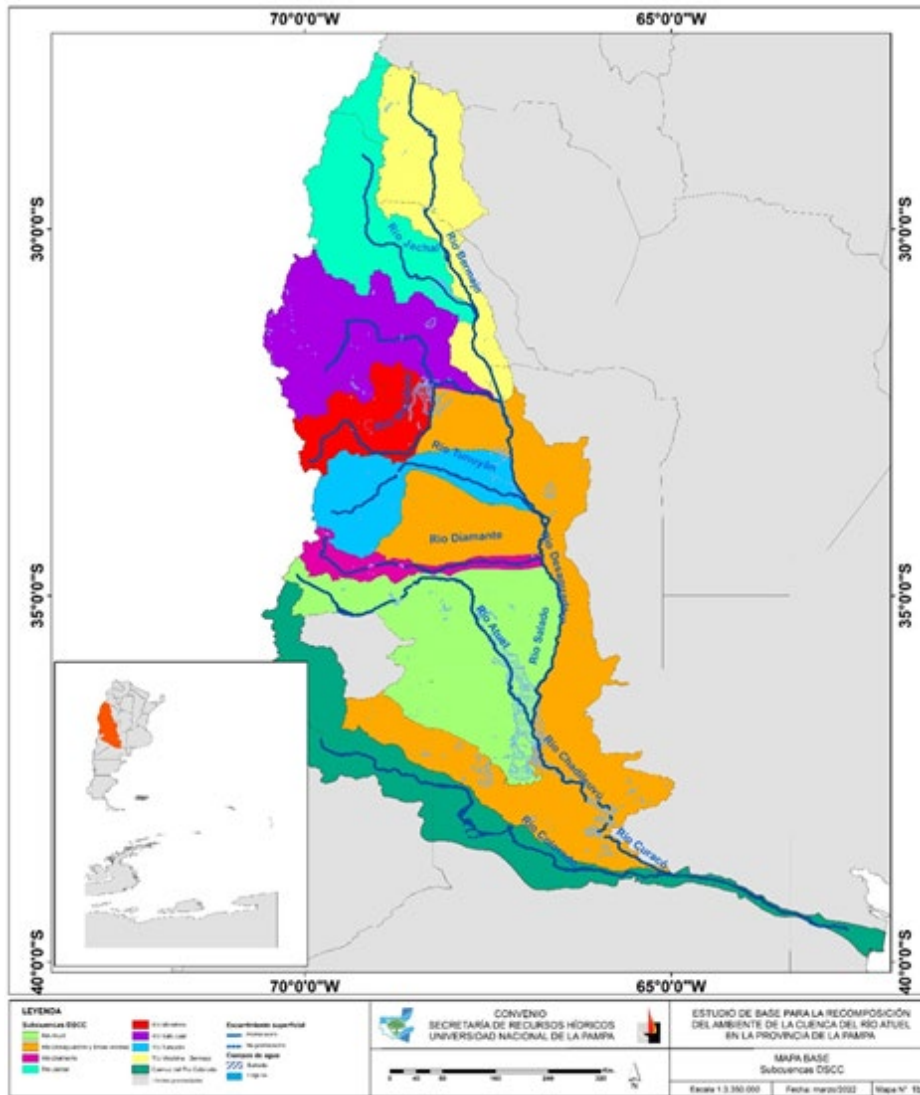


Figura 2. Localización de la cuenca y subcuencas del río Desaguadero-Salado-Chadileuvú Curacó y del río Colorado.

Fuente: Elaboración propia con datos de CONUNLPam, 2022.

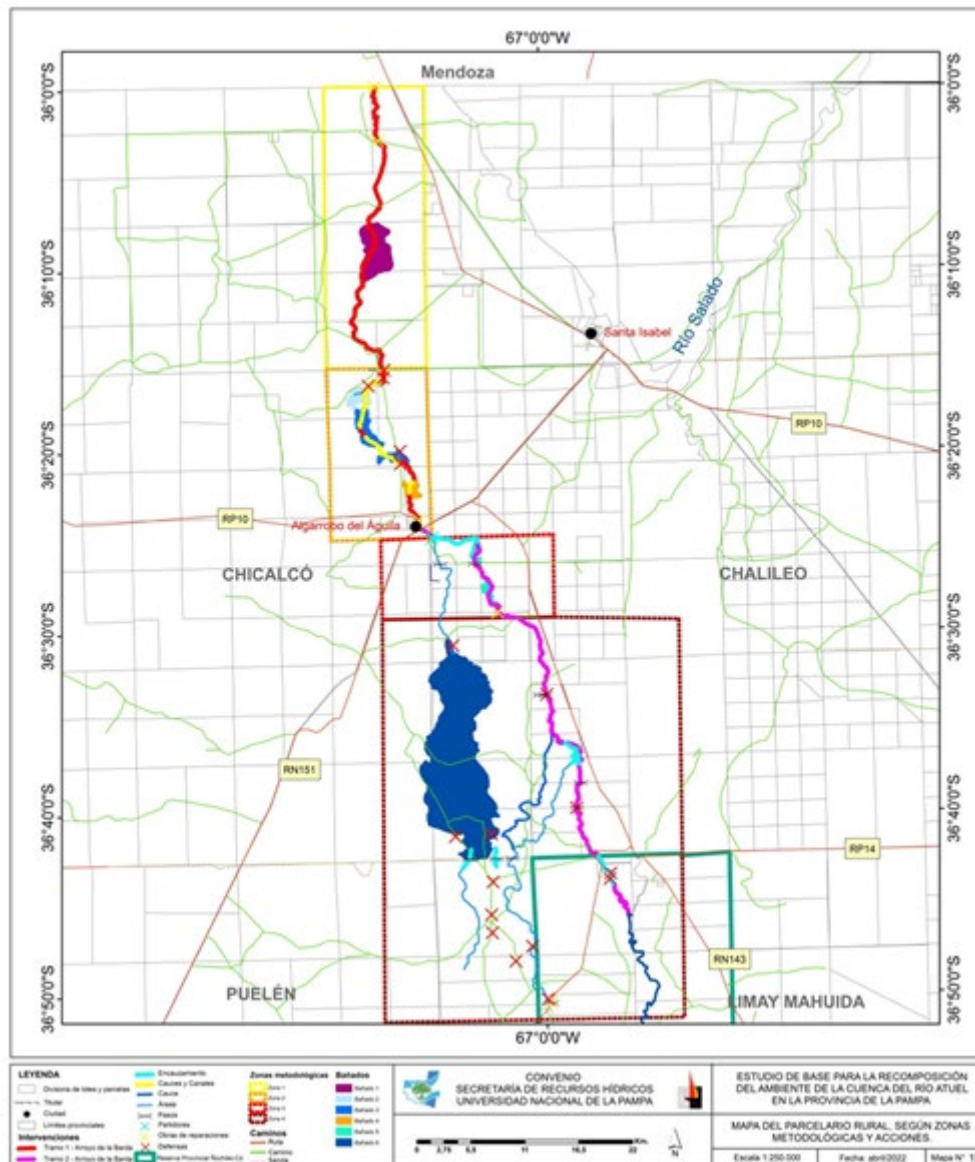


Figura 3. Zonas metodológicas, parcelario rural y acciones previstas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos, de la Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa y del informe CIAI-La Pampa, 2020.

Para la generación de información nueva, se utilizó tanto el formato raster como el vectorial. Para los ajustes se recurrió a *softwares* que permitieron la toma de puntos de control, evaluación de los errores medio cuadráticos y la generación del

archivo corregido mediante diferentes métodos de interpolación, aplicando el más apropiado para cada caso.

Para las campañas en campo, se definieron las pautas de trabajo relacionadas con el uso de navegadores GPS, sistemas de coordenadas y sistema de referencia y formatos de distribución e intercambio con el objeto de garantizar precisiones acordes con las escalas de representación final. Posteriormente a los registros, se crearon archivos de puntos y la representación espacial utilizando la graficación del sistema QGIS transformándolos posteriormente en un archivo vectorial. Esto permitió verificar y corroborar datos preexistentes (relevamientos 2005 y 2012) generándose nueva cartografía, según los objetivos del estudio. Para representar la condición de relevamiento de los puestos/explotaciones agropecuarias, se confeccionaron mapas metodológicos que indican en color verde los relevados; en amarillo aquellos con habitantes ausentes; en rojo los deshabitados/abandonado/taperas y en violeta los no relevados.

Luego de cada campaña de campo, fue necesario verificar coordenadas de algunos elementos o puntos identificables en las imágenes de satélite para su correcta georreferenciación o corrección geométrica. De acuerdo a los requerimientos de cada componente, se generó el tipo de representación espacial más conveniente y se verificaron y realizaron los ajustes o correcciones pertinentes.

A partir de la información espacial generada, se derivaron los archivos espaciales y de tablas, los que fueron controlados, corregidos y verificados para la generación de los archivos finales definitivos.

## **2.1. Secuencia de tareas**

1. Elaboración de Mapas Base: se utilizaron archivos vectoriales a dos escalas, conformados por el siguiente conjunto de capas: límites provinciales y departamentales, vías de comunicación, áreas urbanas, escurrimiento superficial, cuerpos de agua y obras de infraestructura.
2. Análisis de cartografía antecedente: necesaria para las actividades de cada componente y generación de archivos digitales.
3. Generación de material para las campañas de campo para cada una de las componentes: determinación de coordenadas de sitios de muestreo, accesos, impresión de mapas básicos o temáticos, procesamiento de imágenes de satélite, bases de datos y otros.
4. Incorporación de información de campo para generación de mapas temáticos específicos, verificaciones, correcciones y ajustes.
5. Generación de cartografía temática: archivos vectoriales de cartografía temática según diferentes metodologías y de acuerdo a las características particulares de cada componente.

6. Análisis espacial y derivación de mapas temáticos.
7. Generación de archivos vectoriales y *raster* en formatos de intercambio y registro en soporte digital.
8. Como resultado final de los trabajos, se entregaron los informes detallando las características de cada mapa temático y los procesos que se llevaron a cabo para obtenerlos.

## 2.2. Mapas del área de estudio

Los mapas se generaron a partir de capas (*shapefiles*), en su gran mayoría, preexistentes, al igual que los archivos vectoriales generados en estudios anteriores (CONUNLPam, 2012 y FCEyN-UNLPam, 2005). Se realizó una conversión de los archivos que corresponden a las acciones (estructurales y no estructurales) que se plantean desarrollar en el territorio pampeano. Estos archivos estaban en un formato .kmz, ya que se generaron para trabajar en *GoogleEarth*. De esta manera, se los convirtió a *shapefile* con el software ArcGIS. En la Tabla 1, se especifica el detalle de cada una de las capas generadas y sus características:

Tabla 1. Capas generadas y características

Capas	Características
<i>Mapas Base</i>	Se incorporaron los mapas y capas elaborados en estudios anteriores, a efectos de unificar información y criterios de localización de la cuenca del río DSCC y subcuenta del río Atuel.
<i>Ñochilei-Có</i>	El <i>shapefile</i> correspondiente al Área Protegida Ñochilei-Có, entregada por la Secretaría de Recursos Hídricos, tuvo que ser modificada ya que no poseía los límites que indica la Ley N° 2710 del 10 de mayo del 2013, donde se establecen los inmuebles considerados dentro del área protegida. Se ingresaron los inmuebles mencionados en la Ley: Sección 018 – Fracción D – Lote 22 – Parcela 5, 6, 7 y 8; Lote 23, las Parcelas 1, 15, 16, 17, 4, 5, 18, 19, 20,21, 12 y 3. Sección 019 – Fracción A – Lote 2 – Parcelas 2, 3, 4, 5, 6 y 7; y del Lote 3 las parcelas 1, 2 y 3.
<i>Parcelario rural</i>	La Subsecretaría de Estadísticas y Censos de la provincia de La Pampa dio acceso del <i>shapefile</i> de la capa parcelaria rural del área de estudio actualizada a septiembre 2021. Esta información se cruzó con información, en formato .pdf, de los propietarios registrales. Como ese organismo trabaja en faja 4, se realizó la reproyección a faja 3.
<i>Zonificación metodológica</i>	Se confeccionó una capa <i>shapefile</i> en la cual se representan las 4 (cuatro) zonas metodológicas acordadas para este estudio. Se generaron mapas temáticos con información relacionada (Ej. Zonificación metodológica sobre la capa de acciones estructurales y no estructurales y sobre la capa del registro parcelario con la indicación de las personas propietarias).
<i>Base de datos y tabla de atributos – REPAGRO</i>	En este caso, se generaron archivos vectoriales con sus correspondientes tablas de atributos de la información suministrada por el Registro Provincial Agropecuario (REPAGRO) del 2019, según ubicación catastral del área de estudio. Se confeccionaron mapas relacionales entre las variables: puestos,



	tenencia de la tierra y actividad productiva declarada para cada una de las zonas metodológicas determinadas (Figura 4).
<i>Cartografía integrada</i>	Contiene el análisis de las diferentes entrevistas/encuestas realizadas a propietarios/puesteros de las distintas zonas metodológicas. De esta manera, se definieron categorías para cartografiar las percepciones en torno a la presencia/ausencia del escurrimiento del río (positivas, con alteraciones a la vida cotidiana, negativas y sin datos) lo que permitió identificar conflictos a solucionar para proceder a las autorizaciones para la realización de las obras (Figuras 5 y 6).

Fuente: elaboración propia.

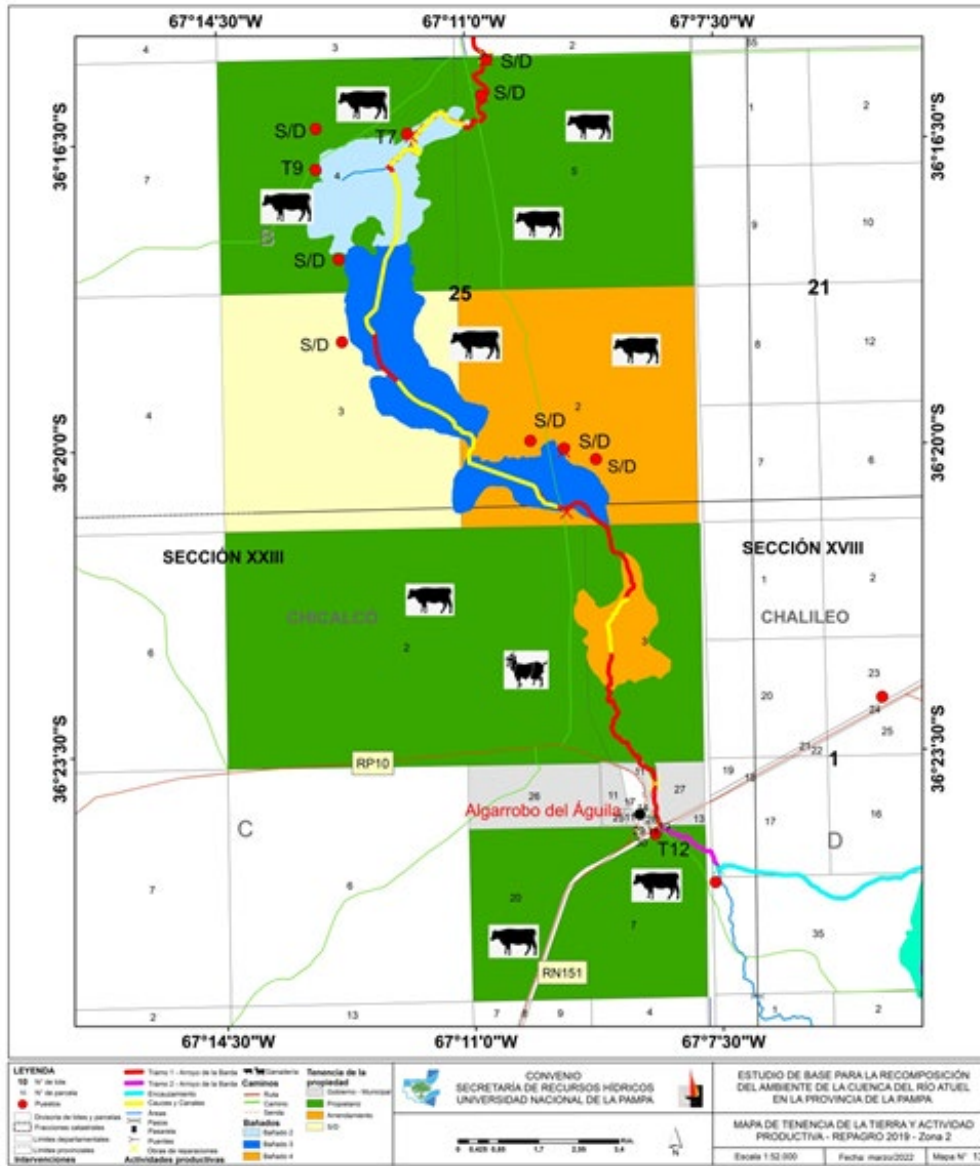


Figura 4. Tenencia de la tierra, actividad productiva predominante y puestos relevados y no relevados (S/D) en la Zona 2.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos y REPAGRO, 2019.

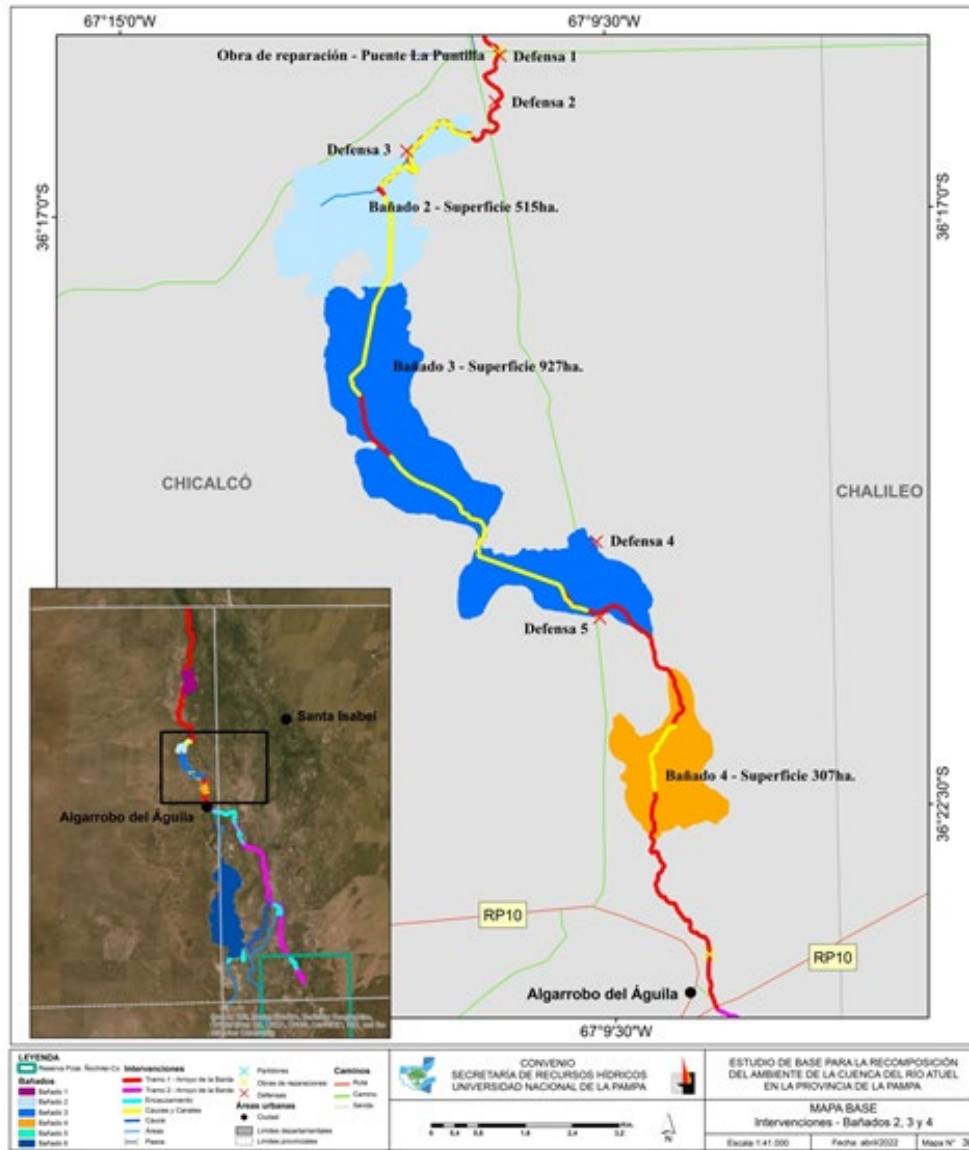


Figura 5. Localización de las intervenciones de la Zona 2.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos y de CIAI-La Pampa, informe diciembre 2021.

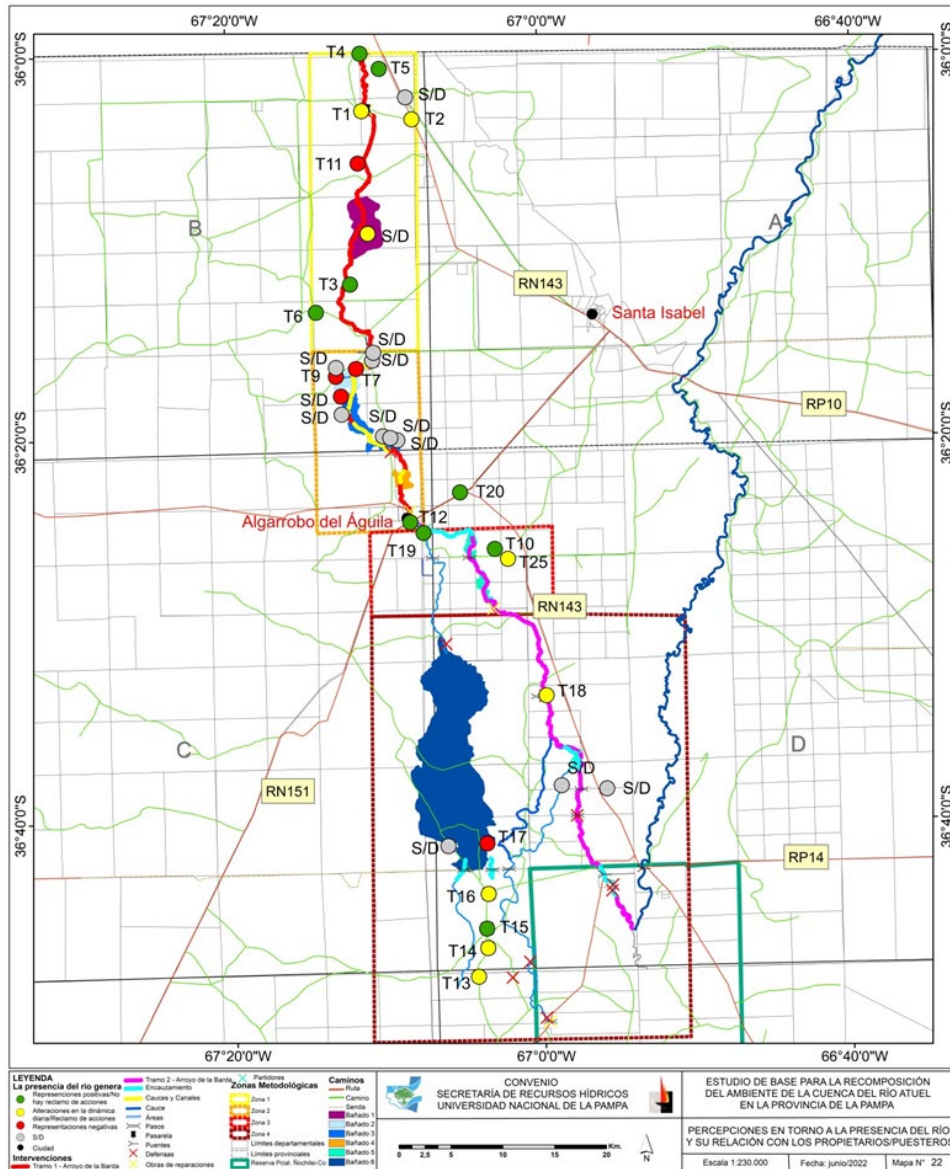


Figura 6. Percepciones de los propietarios/puesteros en torno a la presencia del río.

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en las campañas de campo; de la Secretaría de Recursos Hídricos de La Pampa y de la Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa.

### 3. DE LOS SIG A LAS IDE

En el contexto de los cambios tecnológicos a escala mundial, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen un amplio abanico de soluciones para la

gestión de datos geográficos cuya utilidad se manifiesta en herramientas que permiten visibilizar problemáticas territoriales, orientan la planificación estratégica; estimulan la realización de trabajos multisectoriales, multi y transdisciplinarios; ayudan a la solución de conflictos y pujas territoriales y fundamentan la toma de decisiones, entre otras.

Tal como expresa Antonio Rodríguez (2007), durante la década de los '90, si bien los SIG se habían difundido en algunos ámbitos académicos públicos y privados, persistían debilidades y dificultades que ensombrecían su aplicación práctica: datos costosos y de difícil utilización, fuentes de información desconocidas y a menudo inaccesibles, modelos y formatos físicos poco normalizados; aplicaciones complejas, aprendizajes dificultosos, entre otros. "Estas debilidades se vieron solucionadas o al menos atenuadas, por la aplicación de la filosofía de los sistemas abiertos a los SIG, impulsada por las especificaciones de interoperabilidad, públicas y accesibles en la web, definidas por el *Open GIS Consortium* (ahora *Open Geospatial Consortium*), fundado en 1994" (Rodríguez, 2007, p. 61).

Los cambios se hicieron evidentes a partir de la interoperatividad de los SIG ofrecidos como servicios estándar a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Las IDE representan un salto cualitativo, que no solo muestra la superación de los problemas tradicionales de los SIG, sino que permiten la democratización de la información a través del acceso libre y abierto. La accesibilidad mediante protocolos normalizados mediante formatos universales permite la socialización del conocimiento desde un simple navegador mediante interfaces sencillas.

Sin embargo aún persisten dificultades. Tanto en los ámbitos privados como públicos permanecen ideas tradicionales de la propiedad privada de la información generada por lo que se limita la socialización de la información, generando la duplicación de información ya disponible. Esto ocurre al interior de los distintos organismos de gobierno.

Específicamente, para el caso de la información generada para este estudio, se propondrá que la cartografía generada sea interoperativa entre la IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNLPam y la IDELP, a efectos de compartir la información que permita la toma de decisiones sectoriales y, a su vez, se convierta en una herramienta para la gestión local, la innovación, para la educación, entre otras.

#### **4. CONCLUSIONES**

La cartografía digital es una herramienta de incommensurable valor a la hora de tomar decisiones que involucren transformaciones territoriales mediante acuerdos colectivos y cuyos resultados otorguen beneficios integrales.

El cese del escurrimiento permanente del río Atuel en la provincia de La Pampa, disparó una serie de acciones que, acabadas las instancias de mediación interjurisdiccional fueron presentadas ante la CSJN, resultando en diversos fallos que reconocen la interprovincialidad del río, el carácter necesario y permanente de un caudal interino, mínimo y permanente a efectos de recomponer, en parte, los serios daños ambientales provocados en el oeste pampeano.

Las posturas pampeanas fueron sustentadas por robustos estudios realizados a partir de equipos interdisciplinarios que integran la Consultora de la Universidad Nacional de La Pampa mediante convenios con el Gobierno de La Pampa y sus distintas dependencias.

El "Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa" permitió proponer actividades de integración social, institucional y territorial de diversas alternativas de solución técnica para la recomposición ambiental. Este estudio, complementó los estudios técnicos ya que sus objetivos tendieron a realizar un relevamiento social de toda la cuenca pampeana y ofreció una serie de mapas digitales, tanto con información existente como generada vinculada con la receptividad social de una serie de acciones estructurales y no estructurales propuestas por el gobierno provincial en acuerdo con la Comisión Interjurisdiccional del Atuel Inferior.

La cartografía (de uso público y otra de uso restringido) permitió visibilizar las problemáticas sociales que manifestaron los propietarios y puesteros ribereños así como sus percepciones respecto de las obras a llevar a cabo a efectos de no causar daños a su infraestructura y equipamientos rurales ni alterar su vida cotidiana sobre todo en áreas de humedales donde el cauce ha perdido definición.

Las diversas acciones de integración permitieron el inicio de las acciones estructurales a inicios de 2023, con la anuencia de todos los propietarios y puesteros rurales de la cuenca.

Como se ha mencionado, aún resta coordinar las acciones para que la cartografía generada pueda integrar la IDELP de manera interoperativa con la IDEIGUNLPAM.

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento especial a la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de La Pampa por autorizar y avalar la presentación de esta contribución.

## **REFERENCIAS**

CHUVIECO SALINERO, E. (2008). Teledetección Ambiental. Barcelona: Ed. Ariel Ciencia.

- CONUNLPam (2012). *Estudio para la cuantificación monetaria del daño causado a la provincia de La Pampa por la carencia de un caudal fluvioecológico del río Atuel*. Informe final. Inédito.
- CONUNLPam (2022). *Determinación del Caudal Ambiental del Río Desaguadero-Salado-Chadileuvú- Curacó y del Daño Ambiental y socioeconómico causado por el cese de la escorrentía del sistema fluvial*. Segundo Informe de Final. Inédito.
- CONUNLPam (2022). *Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la Cuenca del Río Atuel en la provincia de La Pampa*. Informe Final. Inédito.
- IGN (2021). Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>.
- INPE (2021). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. [http://www.dgi.inpe.br/CDSR/first\\_ES.php](http://www.dgi.inpe.br/CDSR/first_ES.php).
- KENNETH, E. F. & HUEBNER, D. J. (1995). Error, Accuracy, and Precision. Department of Geography. University of Texas at Austin. [http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error\\_f.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error_f.html).
- LEY N° 2710 (2013). *Declarando "Área Protegida Ñochilei-Co"*. Honorable Cámara de Diputados de la provincia de La Pampa. [https://asesorialetradadegobierno.lapampa.gov.ar/images/stories/Archivos/AsesoriaLetrada/Leyes/2013/Ley\\_No\\_2710.pdf](https://asesorialetradadegobierno.lapampa.gov.ar/images/stories/Archivos/AsesoriaLetrada/Leyes/2013/Ley_No_2710.pdf)
- REPAGRO (2019). *Registro Provincial de producción Agropecuaria*. Ministerio de la Producción. Subsecretaría de Estadísticas y Censos, Dirección de Estadísticas Socioeconómicas. Gobierno de la provincia de La Pampa.
- REY MARTÍNEZ, D. I. (2007). *Informe de Gestión*. ICAG - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. República de Colombia.
- RODRÍGUEZ, A. (Dir). (2017). Las IDE como evolución natural de los SIG. En *Boletín*, N° 41, pp. 60-67. Recuperado de [https://www.astic.es/wp-content/uploads/2017/03/mono\\_5\\_8.pdf](https://www.astic.es/wp-content/uploads/2017/03/mono_5_8.pdf).
- UNLPAM- FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES (2005). *Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel*. Informe final. Inédito.
- USGS (2021). United States Geological Survey. <http://www.usgs.gov/>.