GEOGRÁFICA DIGITAL
Revista del Instituto de Geografía de la UNNE
https://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo

Revista Geográfica Digital, 2026, Vol. 23, No 46, e019, E-ISSN: 1668-5180: DOI: https://doi.org/10.30972/geo.23469405

Agua subterránea, capital y Estado: las condiciones de la sobreexplotación del Acuífero Tulum (San Juan, Argentina)

Groundwater, capital and the State: drivers of the overexploitation of the Tulum Aquifer (San Juan, Argentina)

Juan Jesús, Hernández[1]

[1]Universidad Nacional de San Juan. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. San Juan - San Juan. Argentina

juanje.jjh@gmail.com

Margarita del Carmen, Moscheni Bustos[2]

[2]Universidad Nacional de San Juan. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas San Juan - San Juan. Argentina

margarita.moscheni@gmail.com

Recibido: 20/06/2026

Aceptado: 02/10/2026

Resumen

Este artículo analiza los factores estructurales que inciden en la sobreexplotación del agua subterránea en el Acuífero Tulum, principal reserva hídrica de San Juan, Argentina. Desde la ecología política, el agua subterránea se aborda como un bien político cuyo acceso diferencial expresa relaciones de poder, acumulación de capital y asimetrías territoriales inscriptas en el paisaje hídrico del oasis. Se propone el concepto de acumulación hídrica subterránea por capitalización tecnológica: el proceso por el cual los actores con mayor capital construyen un control diferencial sobre el recurso mediante perforaciones, en un contexto de gratuidad formalizada y débil regulación estatal. Se identifican seis condicionantes interdependientes: la sequía estructural, la ubicación respecto del río, el tipo de cultivo y la fracción económica del productor, las capacidades estatales, la dinámica demográfico-productiva y el deterioro de la calidad. Su articulación configura una crisis socioambiental, política y económica que torna la sobreexplotación un problema fundamentalmente político.

Palabras clave: agua subterránea; ecología política del agua; paisaje hídrico; hidromodernidad; San Juan.

Abstract

This article analyzes the structural factors driving the overexploitation of groundwater in the Tulum Aquifer, the main water reserve of San Juan Province, Argentina. From a political ecology perspective, groundwater is approached as a political good whose differential access reflects power relations, capital accumulation, and territorial asymmetries inscribed in the water landscape of the irrigated oasis. The article proposes the concept of groundwater accumulation through technological capitalization: the process by which actors with greater capital build differential control over the resource through investment in drilling, amid formalized free access and weak state regulation. Six interdependent drivers are identified: structural drought, the location of the production unit relative to the river, the type of crop and the producer's economic status, state capacities, the departments' demographic and productive

dynamics, and the deterioration of water quality. Their articulation configures a socio-environmental, political, and economic crisis that renders overexploitation a fundamentally political problem.

Keywords: groundwater; political ecology of water; hydrosocial landscape; hydromodernity; San Juan.

1. Introducción

El agua subterránea constituye una dimensión decisiva de la vida social en las regiones áridas y semiáridas, donde la disponibilidad de agua superficial es estructuralmente escasa. En la provincia de San Juan esta condición adquiere una densidad particular: los valles productivos se emplazan en uno de los territorios de mayor aridez del país, con precipitaciones medias anuales inferiores a 100 milímetros. Toda la actividad agropecuaria, industrial, minera y turística, así como el abastecimiento humano, dependen por tanto de bienes hídricos escasos y territorialmente concentrados.

En este marco, el Acuífero Tulum - ubicado en el Valle de Tulum, principal núcleo poblacional y productivo de la provincia - constituye la principal reserva hídrica subterránea de San Juan. El sistema provee actualmente alrededor del 50 % del agua potabilizada en todo el valle, representa la única fuente de agua para la mitad del área cultivada y es un complemento determinante para el 50 % restante de la superficie irrigada con riego superficial (Luna et al., 2026). No se trata, entonces, de un simple soporte natural, sino de un bien político de importancia estructural para la reproducción social y económica del oasis sanjuanino, cuyo acceso diferencial tiene consecuencias distributivas profundas.

Desde una perspectiva de ecología política, el agua no puede pensarse como un insumo neutro ni como un objeto meramente técnico. Por el contrario, se trata de un bien común y político, atravesado por relaciones de fuerza, decisiones estatales, desigualdades económicas y tecnologías que median su apropiación y circulación. En el caso sanjuanino, esta condición se expresa con claridad en la coexistencia de dos modalidades de acceso al agua para riego que producen efectos distributivos profundamente desiguales: el riego superficial, vinculado a derechos históricos y a la red de canales, y el riego subterráneo, dependiente de la capacidad económica para perforar, bombear y sostener los costos energéticos de extracción.

El sistema de riego organiza así un campo desigual de acceso al agua. El riego superficial, originado en el caudal del río San Juan, solo puede ser aprovechado por las propiedades que poseen derechos de agua superficial, cuyo padrón quedó cerrado en la década de 1970; el Código de Aguas (Ley Nº 4392 de 1978) y, más tarde, la Ley N° 6946 de 1999 declararon agotados los caudales de los ríos San Juan y Jáchal e improcedentes nuevas concesiones para uso agrícola. Las tierras que no cuentan con tales derechos, por no haberlos obtenido antes de esa clausura o por incorporarse posteriormente a la actividad, deben recurrir al riego subterráneo como única fuente de abastecimiento. A su vez, en los ciclos hidrológicos en que el derrame del río no alcanza para cubrir la demanda del sistema, una proporción creciente de regantes con derechos superficiales complementa su dotación con extracción de agua subterránea. De este modo, el acuífero se vuelve el lugar donde se condensan las tensiones entre escasez, infraestructura, desigualdad y expansión productiva.

Los estudios más recientes del Instituto Nacional del Agua - Centro Regional de Aguas Subterráneas [INA-CRAS] revelan un deterioro acelerado del acuífero. En 2024, el monitoreo detectó que el nivel del agua subterránea en el sector libre desciende a un ritmo de 2 metros por año, mientras que el sector confinado desciende 1,5 metros anuales; ambos registros superan los

niveles observados durante la anterior sequía que vivió la provincia en 1972. Simultáneamente, se documentan procesos de salinización, sodificación y contaminación por nitratos y metales pesados que comprometen la calidad del agua disponible (Luna et al., 2026).

Esta situación se inscribe en una trama más amplia, donde el descenso de la oferta hídrica superficial y la reorganización territorial del oasis han intensificado el valor estratégico del agua subterránea. La forma en que se emplazan las obras hidráulicas, se interrumpe la recarga natural, se expanden ciertos cultivos y se habilita el uso privado de tecnologías de extracción no solo expresan una crisis ambiental, sino también un modo específico de producción del espacio hídrico. El problema del acuífero es, por ello, inseparable de las relaciones entre agua, capital y poder que estructuran el territorio sanjuanino.

Frente a este escenario, el artículo se pregunta: ¿cuáles son los principales factores que inciden en la sobreexplotación del agua subterránea en el Acuífero Tulum? La hipótesis central sostiene que dicha sobreexplotación no responde a una causa única, sino a la articulación de seis factores interdependientes: la sequía estructural, la ubicación departamental respecto al río, el perfil del productor y el tipo de cultivo, las capacidades estatales, la dinámica demográfico-productiva de los departamentos y el deterioro de la calidad del agua, en un contexto en el que la infraestructura y la tecnología hídrica reorganizan de manera desigual el acceso al agua y profundizan asimetrías territoriales preexistentes.

Del interrogante y la hipótesis se desprenden los objetivos que guían el trabajo. El objetivo general del artículo es analizar la influencia de los distintos elementos del paisaje hídrico sanjuanino sobre el uso del agua subterránea y sus consecuencias en el Acuífero Tulum, identificando los mecanismos por los que cada variable incide en la presión extractiva. De manera específica, se busca reconstruir las desigualdades territoriales y sociales que organizan su acceso; examinar el papel de las capacidades estatales en la producción y reproducción de esas desigualdades; e interpretar la expansión del riego subterráneo como parte de una transformación del paisaje hídrico vinculada a procesos de acumulación y a formas contemporáneas de hidromodernidad.

El artículo se organiza en cinco apartados. El primero, que aquí concluye, presenta el problema, la pregunta de investigación, la hipótesis y los objetivos. El segundo reconstruye los antecedentes y el marco teórico desde el cual se aborda el agua subterránea como bien político. El tercero delimita el área de estudio, el oasis del Valle de Tulum y el acuífero homónimo, y expone la estrategia metodológica. El cuarto presenta los resultados: el lugar estratégico que ocupa el acuífero, la trayectoria histórica del recurso subterráneo en la provincia, las evidencias actuales de su vaciamiento y, finalmente, los seis factores que explican la sobreexplotación. El quinto retoma esos hallazgos a la luz del marco teórico asumido.

2. Antecedentes y Marco Teórico

Desde un enfoque crítico, este artículo se apoya en la ecología política para concebir el agua como un bien común y político que atraviesa múltiples dimensiones de la vida social. Tal como plantea Swyngedouw (2004), el agua posee una hibridez que impregna las relaciones sociales y opera como un lubricante para la acumulación de capital. El agua subterránea, lejos de ser un mero recurso natural, constituye un elemento central de las relaciones sociales, productivas y políticas del territorio.

La preocupación por el agua subterránea como objeto político, y no meramente técnico, ha dado lugar a una literatura creciente en la ecología política contemporánea. En el sur peruano,

Damonte (2019) mostró cómo las élites del agronegocio construyen poder hidrosocial sobre los acuíferos de Ica mediante una infraestructura de extracción costosa, en un arreglo institucional que privatiza de hecho un bien común, proceso afín al que aquí se analiza. Para el oeste argentino, Tromboni et al. (2014) modelaron el uso del agua subterránea en la cuenca del río Tunuyán (Mendoza) frente a la incertidumbre climática, advirtiendo sobre los límites de la recarga en ambientes áridos. Desde la economía ambiental, Bierkens et al. (2019) estimaron el precio del agua de riego en los principales países que agotan sus acuíferos y constataron que el precio efectivamente pagado por los usuarios no refleja la escasez del recurso. En una clave más teórica, Duarte-Abadía et al. (2023) analizaron los nuevos cercamientos de los bienes comunes bajo racionalidades neoliberales de mercantilización ambiental. Ramírez (2013) examinó el acceso al agua potable en el Chaco argentino mediante la construcción de un índice de criticidad, mostrando cómo las desigualdades territoriales se inscriben en la distribución del recurso.

El presente trabajo se inscribe en esa conversación, pero desplaza la mirada hacia el eje vertical (la profundidad del subsuelo) como dimensión específica de la desigualdad hídrica. Dialoga críticamente con la teoría de los comunes (Hardin, 1995), teoría que sostiene que, en ausencia de regulación externa, los usuarios tenderían a sobreexplotar inexorablemente un recurso compartido por racionalidad individual, hasta el colapso del sistema. Aplicado a nuestro caso, ello equivaldría a afirmar que, si todos extraemos cantidades crecientes de agua subterránea sin límites ni controles, la crisis será irreversible. La ecología política ha mostrado, sin embargo, que esa tragedia no es inherente a la condición de común, sino al modo en que se configuran históricamente los derechos de uso, las relaciones de poder y las capacidades de los sujetos para imponer reglas y apropiarse de los beneficios de la extracción. La presión sobre el acuífero no puede reducirse, por lo tanto, a un agregado de decisiones individuales libres: responde a un campo desigual donde algunos actores cuentan con la capacidad económica, tecnológica y política para intensificar el bombeo, mientras otros quedan estructuralmente limitados en su acceso.

La disponibilidad y el acceso al agua subterránea no son los mismos en todos los territorios, y ello depende no sólo de procesos naturales de acumulación generados durante milenios, sino también de las relaciones de poder vinculadas al agua en cada espacio territorial. Los seres humanos se apropian individualmente del ahorro generado por la naturaleza hasta el punto en que pueden hacerlo, es decir que les resulta económicamente viable en comparación con el producto que generan, medido en términos de mercado, y nadie los obliga a tener en cuenta a los otros que requieren el bien común al mismo tiempo, ni a las generaciones futuras. La apropiación individual puede adquirir una fuerza mayor que la recarga natural, hasta el punto de que el bien común escasea, ya que su explotación se vuelve económica, social y ambientalmente insustentable. De manera que la necesidad de cada vez mayor profundidad para conseguir agua expresa no sólo un aumento de los costos energéticos, sino también que la apropiación se vuelve posible sólo para quienes pueden afrontar esas mayores inversiones, y cada vez más imposible para quienes vivirán en los años siguientes. Las decisiones individuales de unos pocos años generan así un desahorro difícilmente reversible de lo que la naturaleza logró reservar durante milenios.

Dado que la configuración de cada territorio depende de las relaciones de poder que habitan su espacio, las características hídricas dependen, a su vez, de las relaciones de fuerza vinculadas al agua en ese espacio. El territorio es así una forma sociohistórica resultante de la producción social del espacio: no una mera extensión física, sino un entramado configurado

por prácticas, normas y representaciones, un ámbito producido, apropiado, regulado y permanentemente disputado, donde los actores - situados en relaciones asimétricas de poder - inscriben sentidos, ejercen control y despliegan modos diferenciales de habitar. Para Lefebvre (1978), el espacio moderno está diseñado para ser útil al capital; es el capitalismo el que transforma los territorios hídricos según un sistema articulado de intereses movilizados por las fracciones dominantes, políticas públicas que se concretan o se omiten y discursos hegemónicos que definen el sentido común. Ese conjunto de elementos configura dónde se ubica el agua, dónde se concentra la tecnología hídrica, quiénes resultan más vulnerables y qué territorios quedan al margen.

Esta lectura enlaza con la segunda contradicción del capitalismo planteada por O'Connor (1988), según la cual el propio desarrollo capitalista tiende a socavar las condiciones materiales y ecológicas que hacen posible la acumulación, produciendo crisis que ya no son solo de sobreproducción, sino de degradación de su base de recursos y de reproducción social. Aplicado al agua subterránea, el despliegue de infraestructuras de bombeo, la expansión de cultivos intensivos y la reorganización del oasis en función de la rentabilidad de corto plazo contribuyen a agotar y degradar el acuífero del que depende la reproducción misma de la agricultura y de la vida urbana. La hidromodernidad sanjuanina puede leerse así como un ejemplo de esa contradicción: el mismo dispositivo hídrico que sostiene la expansión productiva vacía y contamina el acuífero, erosionando las condiciones de posibilidad de la acumulación futura.

Esta dinámica de vaciamiento no opera de manera uniforme sobre todos los actores del territorio. Para dar cuenta de su carácter selectivo y desigual, el artículo propone, con alcance analítico, el concepto de acumulación hídrica subterránea por capitalización tecnológica, que refiere al proceso por el cual ciertos actores construyen un control efectivo y diferencial sobre el agua subterránea no mediante la obtención de nuevos derechos formales, sino a través de la inversión en infraestructura de perforación y bombeo, en un contexto de gratuidad formalizada del recurso y débil capacidad regulatoria estatal. La categoría se distingue del *water grabbing* o acaparamiento de agua (Mehta et al., 2012), que en su formulación clásica se asocia al despojo territorial explícito, la apropiación a gran escala y el desplazamiento de comunidades. Lo que ocurre en San Juan no requiere ninguna de esas operaciones: nadie es jurídicamente desposeído, ningún derecho formal es transferido por la fuerza. La exclusión se produce por otro mecanismo, más silencioso: la barrera de entrada que es el alto costo de perforación que opera como selector del acceso al recurso. Quien puede pagar acumula capacidad de extracción; quien no puede es excluido sin que ninguna norma lo prohíba explícitamente.

En San Juan, el riego superficial fue promovido por el Estado mediante canales, acequias, pozos comuneros, diques y demás infraestructura construida con fondos públicos; mientras el riego subterráneo se caracterizó por iniciativas individuales porque los costos de acceso al subsuelo son elevados y se parte de una concepción de derecho de propiedad que no es sólo sobre la tierra a nivel horizontal, sino que incluye su prolongación indefinida hacia abajo.

Este proceso se apoya en dos condiciones institucionales que el Estado sanjuanino produce activamente por omisión: la gratuidad formalizada del recurso y la ausencia de un sistema de monitoreo y control de la extracción. Ambas no son fallas técnicas accidentales, sino rasgos estructurales de un modo de regulación que externaliza el costo sistémico del vaciamiento sobre el conjunto de la sociedad mientras privatiza el beneficio en manos de quienes disponen de capital para apropiarse del subsuelo. En términos de Harvey (2004), podría

hablarse de una acumulación por desposesión diferida: no hay expropiación inmediata, pero el vaciamiento progresivo del acuífero despoja a las generaciones futuras y a los actores con menor capacidad de adaptación tecnológica de un bien que es, jurídicamente, público e inalienable.

La acumulación hídrica subterránea posee, además, una dimensión espacial específica, porque opera no solo en la superficie del territorio sino en su eje vertical. Cada metro adicional de profundidad de perforación representa, simultáneamente, mejor calidad de agua, mayor costo de acceso y mayor distancia respecto de las fuentes de contaminación superficial. El subsuelo del Valle de Tulum puede leerse, así, como una estratigrafía social del acuífero, en la que cada estrato geológico es también un estrato social: la profundidad alcanzada por una perforación expresa directamente la posición del actor en la jerarquía de acceso al recurso. Así se construye una dimensión de análisis vertical de la desigualdad hídrica. Conviene precisar, no obstante, que esa correspondencia entre profundidad y calidad expresa una tendencia dominante y no una regla: la contaminación cruzada entre niveles y el aporte geogénico de elementos como el boro o el arsénico pueden degradar también los estratos profundos.

La expresión más concreta de la relación entre agua, poder y capital se manifiesta en cada paisaje hídrico, entendido como "el conjunto de temas relacionados con los ámbitos, flujos y prácticas de agua en un contexto determinado" (Budds, 2011, p. 59). Según Budds e Hinojosa (2012), los paisajes hídricos reflejan los intereses de los actores en torno al agua, los patrones de acceso y exclusión, las obras hidráulicas, la regulación y los discursos.

En relación con la acción de los gobiernos, las capacidades estatales resultan claves para pensar la justicia hídrica. Siguiendo a Bertranou (2015), entendemos por capacidad estatal la aptitud de las agencias públicas para alcanzar los fines que les han sido asignados; una aptitud que no se evalúa en abstracto, sino en relación con objetivos concretos, y que depende de la dotación de recursos —humanos, financieros y tecnológicos—, de las competencias legales, de la legitimidad y la autonomía del organismo y de su capacidad para articular actores y coordinar acciones.

El agua subterránea involucra, en efecto, un mapa de actores que va desde las grandes empresas altamente capitalizadas hasta los regantes que quedan al margen del acceso por no reunir las condiciones económicas requeridas, pasando por productores medianos y pequeños que en épocas de bonanza pudieron adquirir equipos de perforación y riego, en algunos casos con ayudas públicas. En esa complejidad, el acceso y el uso del agua subterránea se tornan competitivos: en un contexto de restricción del agua superficial, todos los actores situados sobre la cuenca compiten por ese activo (Budds e Hinojosa, 2012).

En síntesis, adoptamos la mirada de Swyngedouw (2009) para definir el agua como una sustancia híbrida, con dimensiones ecológicas y sociales que configuran paisajes hídricos atravesados por relaciones de poder, estructuras de desigualdad y procesos de acumulación. El acceso al agua debe analizarse, en consecuencia, como un fenómeno político en el que convergen actores estatales, productivos y comunitarios, y donde se reproducen mecanismos de inclusión, exclusión y asimetría.

La extracción de agua para riego subterráneo forma parte de lo que se entiende como sistemas distribuidos - en oposición a los sistemas centralizados o integrales -, en los que el acceso se realiza mediante bombas que extraen el agua del acuífero y la distribución ocurre por aspersores, surcos, regaderas o líneas de goteo en la misma locación o en un sitio cercano (Burney et al., 2013). Al no depender de una compuerta, un dique o una organización común, estos sistemas suelen ser de propiedad privada y manejo individual: su instalación

depende del regante con capacidad económica para invertir, y las experiencias de cooperación o uso compartido son escasas. Estamos, entonces, ante una hidromodernidad - concepto que Swyngedouw (2015) desarrolla para mostrar cómo el agua y la tecnología que la gestiona se entrelazan con las relaciones de poder y las políticas estatales-. Al articular ecología política, comunes, producción del espacio e hidromodernidad, este marco ofrece herramientas para interpretar la crisis del acuífero como expresión histórica de la contradicción entre acumulación capitalista y reproducción socioecológica.

3. Área de estudio y metodología

3.1 El área de estudio

El área de estudio se circunscribe al sistema de la cuenca del río San Juan y, en particular, al oasis del Valle de Tulum, que aloja el acuífero homónimo (Figura 1). Quedan fuera del análisis los departamentos del norte y el este provincial (Jáchal e Iglesia, integrados a la cuenca independiente del río Jáchal, y Valle Fértil y Calingasta), cuya dinámica hídrica responde a sistemas hidrológicos distintos del que alimenta el Acuífero Tulum.

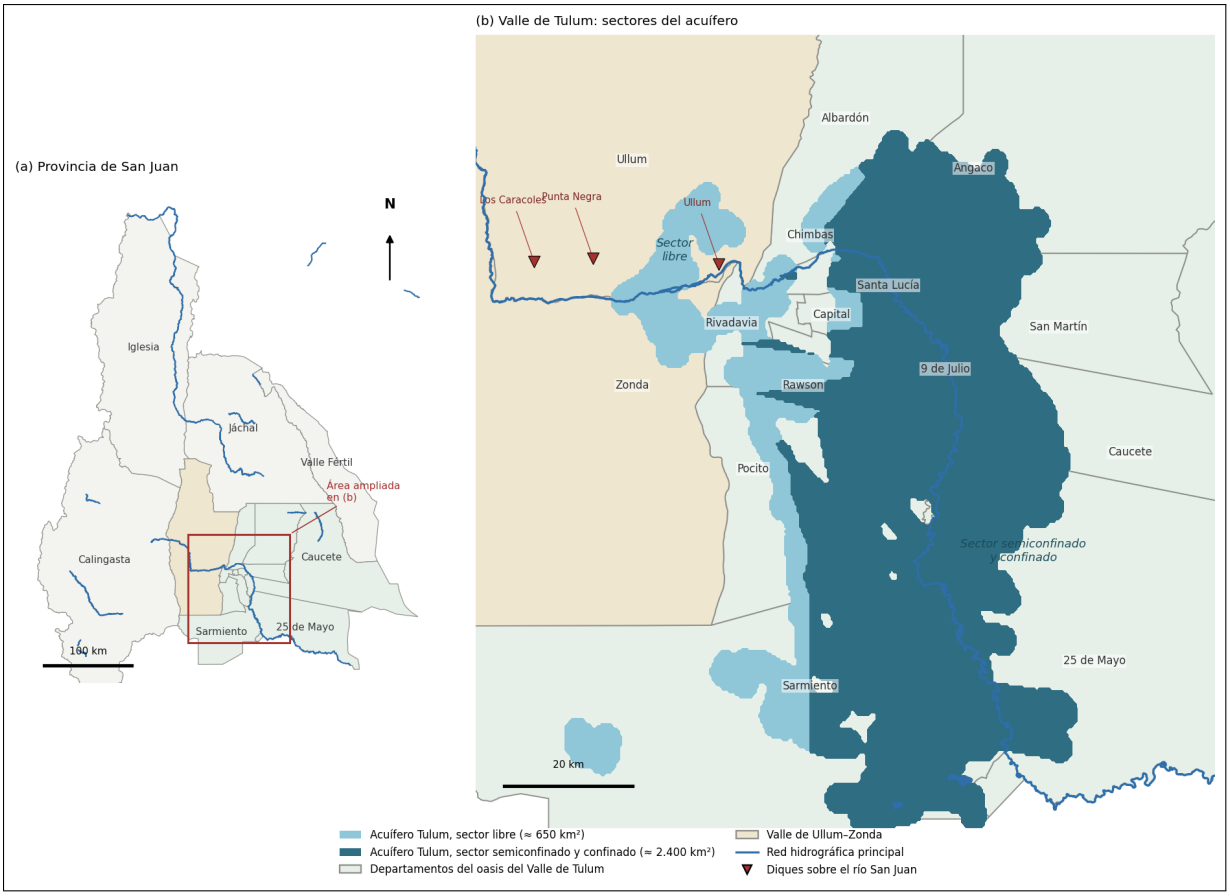


Figura 1. Provincia de San Juan y Valle de Tulum: división política, red hidrográfica, diques sobre el río San Juan y sectores del Acuífero Tulum.
Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Claude (Anthropic) para la generación del código de visualización, sobre las capas de límites departamentales e hidrografía del Instituto Geográfico Nacional[i].

El oasis bajo riego se delimitó a partir de la red de canales y acequias del mismo organismo; el límite entre el sector libre y el sector semiconfinado y confinado se reconstruyó por georreferenciación de la Figura 7 de Vera Calivar (2024). Las superficies sombreadas corresponden al oasis bajo riego que se apoya sobre cada sector, y no al total de la cuenca

subterránea, estimada en 3.700 km^2 (Rodríguez et al., 2018).

3.2 El sistema hídrico de San Juan: aridez estructural y dependencia del riego

La provincia de San Juan presenta un clima árido-desértico de tipo mesotermal, con grandes amplitudes térmicas y escasa humedad atmosférica. Las precipitaciones medias anuales en los valles son inferiores a 100 mm. Esta aridez extrema determina que toda la actividad productiva dependa del agua proveniente de la fusión nival en los Andes, cuyo escurrimiento origina los ríos San Juan y Jáchal, los dos sistemas hidrológicos activos de mayor envergadura de la provincia. El río San Juan, de régimen nival, concentra alrededor del 80 % del derrame provincial; sin embargo, la tendencia histórica muestra una reducción sostenida de los derrames desde comienzos del siglo XX, consistente con la retracción glaciar y la disminución de las precipitaciones níveas documentadas a mediano y largo plazo en los Andes Centrales (Battistella y Vita Serman, 2025).

El sistema de aprovechamiento superficial descansa en una cadena de obras hidráulicas: los aprovechamientos hidroeléctricos de Los Caracoles y Punta Negra, la presa de regulación Quebrada de Ullum y el azud derivador Ignacio de la Roza, desde donde se distribuyen las aguas a través de una amplia red de canales. Esta infraestructura no solo organiza técnicamente la circulación del agua, sino que materializa una forma histórica de ordenamiento territorial en la que ciertas áreas, actores y usos resultan priorizados. El agua superficial no circula como un flujo natural ni neutro, sino como un flujo socialmente conducido por obras que redistribuyen oportunidades y restricciones, confirmando la tesis lefebvriana (Lefebvre, 1978): el espacio hídrico del oasis no es un dato dado, sino algo producido, y su forma no es neutral. Esa misma infraestructura, además, ha terminado cortando el flujo del río aguas abajo de la presa de Ullum e impidiendo la recarga natural del Acuífero Tulum (Luna et al., 2026), lo que constituye una de las causas estructurales de su sobreexplotación.

Según el Censo Nacional Agropecuario 2018, la superficie efectivamente regada en la provincia ascendía a 57.018,5 ha, distribuidas en 3.253 explotaciones agropecuarias (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC], 2021); una magnitud sensiblemente menor que las más de 156.000 ha con derecho de riego —permanente y accidental— empadronadas en la provincia según el padrón del Departamento de Hidráulica de 2007 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, [FAO] y [PROSAP], 2014), brecha que revela la distancia entre el derecho formal al agua y su uso efectivo, demuestra la ineficiencia (se destina más agua superficial de la que efectivamente demandan los cultivos) y habilita a redistribuciones en el territorio, las EAPs suelen tomar ilegamente el agua de los terrenos vecinos que no la ocupan (Moscheni y Hernández, 2025). La mayor parte de esa superficie regada se concentra en los valles de Tulum y Ullum-Zonda, con predominio de la vid y el olivo, seguidos por las hortalizas y las forrajeras. Cabe aclarar que las denominaciones 'Valle de Tulum' y 'Valle de Ullum-Zonda' refieren aquí a unidades geomorfológicas —depresiones tectónicas rellenas de sedimentos cuaternarios y delimitadas por cordones serranos— y no a divisiones político-administrativas: sus límites solo coinciden parcialmente con los de los departamentos homónimos.

El Censo no discrimina, para San Juan, la superficie regada exclusivamente con agua subterránea. Se trata de un vacío estadístico coherente con la debilidad de los registros que se analiza más adelante, de modo que su magnitud solo puede aproximarse mediante indicadores indirectos, como el consumo de energía para riego y la detección de parcelas, como se trabajará

en un próximo apartado.

3.3 El Acuífero Tulum: caracterización hidrogeológica

Conviene precisar previamente algunas nociones hidrogeológicas que ordenan el análisis. Un acuífero es una formación geológica capaz de almacenar agua y de cederla en cantidades aprovechables. Se lo denomina libre cuando su límite superior es la propia superficie freática y el agua se encuentra a presión atmosférica: se recarga por infiltración directa desde la superficie y queda, por esa misma razón, expuesto a la contaminación que llega desde ella. Se lo denomina confinado cuando el agua está alojada entre dos capas impermeables y sometida a una presión mayor que la atmosférica, de modo que el nivel piezométrico asciende por encima del techo de la formación y, en ciertos sectores, el agua brota de manera surgente; su recarga es indirecta y distante, y su renovación, mucho más lenta. Entre ambas situaciones se ubican los acuíferos semiconfinados, separados de la superficie por capas de baja permeabilidad que permiten un intercambio vertical limitado. Sobre esta base puede definirse con precisión la sobreexplotación de un acuífero: el balance hídrico negativo del agua almacenada que resulta de que el volumen que egresa anualmente como extracción de origen antrópico, para todos los usos, supera al que ingresa como recarga natural por infiltración de agua superficial (Custodio, 2002; Núñez Guevara, 2025). Es esa condición hidrogeológica la que este trabajo aborda como problema político.

El Acuífero Tulum se desarrolla sobre un relleno sedimentario cuyo espesor alcanza los 1.000 metros en los departamentos Rawson, Pocito, 9 de Julio, Caucete, 25 de Mayo y Sarmiento. El movimiento predominante del agua subterránea se produce desde el noroeste hacia el sureste del valle. El sistema se divide en dos sectores hidrogeológicamente diferenciados: un acuífero libre, que abarca los departamentos Rivadavia, Capital y, parcialmente, Chimbas, Santa Lucía, Rawson y Pocito, con niveles freáticos que pueden alcanzar los 100 metros de profundidad; y un sector confinado, que comprende el área restante del valle, con niveles piezométricos máximos observados de 35 metros (Luna et al., 2026). Esta división binaria, adoptada por el monitoreo oficial, simplifica una estructura que la literatura hidrogeológica describe como tripartita: entre el sector libre y el confinado se interpone una franja semiconfinada que, como se verá, concentra la mayor vulnerabilidad a la contaminación.

En términos de extensión, la cuenca de agua subterránea del Valle de Tulum abarca unos 3.700 km^2 y se organiza en subcuencas separadas por barreras hidrogeológicas, entre las que se destacan las de Loma de Las Tapias, Tulum Superior y Villicum. El sector libre coincide con el abanico aluvial del río San Juan, una geoforma de más de 700 km^2 que se despliega de manera radial divergente desde la quebrada de Zonda hacia el este, el norte y el sur; allí la profundidad de explotación varía entre 30 y 170 metros y los caudales oscilan entre 100 y 200 m^3/h. Hacia el este, la presencia de acuícludos superior e inferior divide el sistema en acuíferos semiconfinados y confinados, cuya explotación alcanza los 400 metros de profundidad en la subcuenca Tulum Superior (Rodríguez et al., 2018). El espesor del relleno cuaternario acompaña esa transición: de unas pocas decenas de metros en la zona proximal del abanico pasa a superar los 700 metros —y a alcanzar los 1.000— en la zona distal, al este de la ciudad de San Juan. La caracterización más reciente del sector centro-sur de la cuenca confirma esa organización y sitúa las zonas saturadas entre los 26 y los 500 metros en el acuífero libre, entre los 165 y los 465 en el semiconfinado y entre los 191 y los 474 en el confinado (Núñez Guevara, 2025). Estas magnitudes no son un dato meramente técnico: la profundidad a la que se encuentra el agua aprovechable define el costo de acceso y, con él, quiénes pueden afrontarlo.

La fuente de alimentación natural más importante del acuífero es el río San Juan. La recarga principal ocurre cuando circula agua por el cauce, aunque también puede haber aportes indirectos por infiltración desde la red de canales de riego y por los excedentes de las áreas cultivadas (Figura 2 y Figura 3). Esa alimentación se encuentra hoy condicionada por la infraestructura de los diques Caracoles, Punta Negra y Ullum, que evitan la recarga natural del acuífero al retener el agua más arriba (Luna et al., 2026). La crisis del Acuífero Tulum no puede comprenderse, entonces, al margen de la forma en que el territorio hídrico ha sido producido: el agua que deja de recargar el subsuelo no desaparece, sino que es redirigida según prioridades técnicas, productivas y políticas que favorecen determinados usos sobre otros.



Figura 2. Oasis bajo riego del Valle de Tulum y de Ullum-Zonda: red de canales y acequias, río San Juan y diques reguladores.

Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Claude (Anthropic) para la generación del código de visualización, sobre las capas de hidrografía, red de canales y acequias y límites departamentales del Instituto Geográfico Nacional.

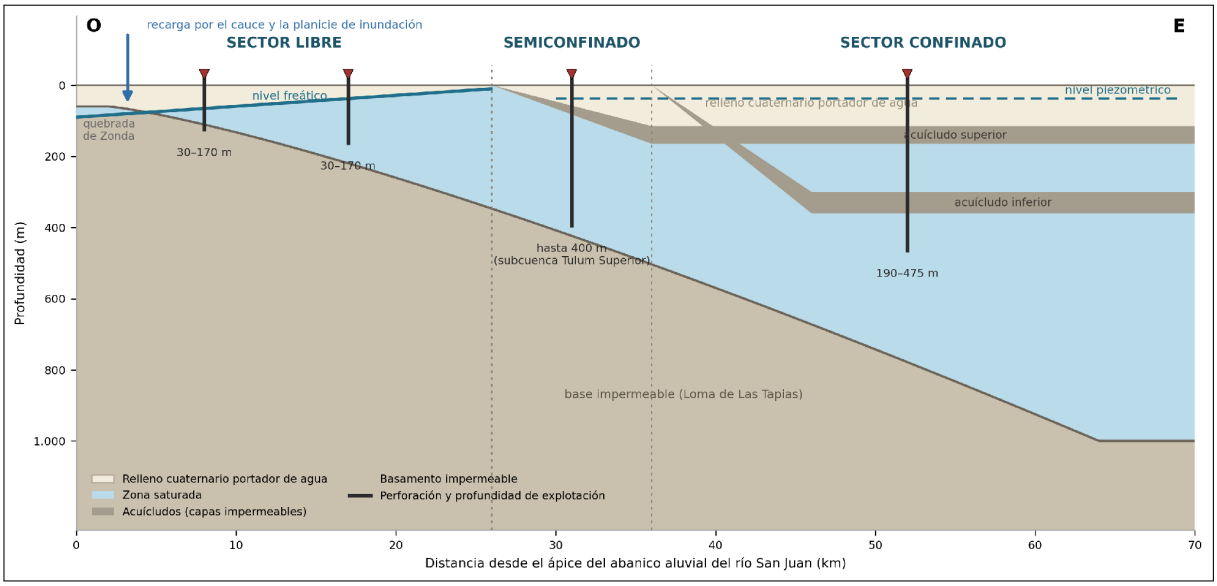


Figura 3. Perfil esquemático oeste-este del Acuífero Tulum: sectores libre, semiconfinado y confinado, profundidades de explotación y espesor del relleno sedimentario.
Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Claude (Anthropic) para la generación del código de visualización, sobre la base de Rodríguez et al. (2018) y Núñez Guevara (2025). El esquema no guarda escala vertical real.

3.4 Materiales y métodos

La metodología es predominantemente cualitativa, con un enfoque teórico anclado en la ecología política. Se trabaja mayoritariamente con fuentes secundarias —en particular, informes técnicos sobre el agua subterránea— complementadas con fuentes cuantitativas tenidas en cuenta para el análisis: censos nacionales agropecuarios y de población, estadísticas energéticas y series hidrológicas, utilizadas para identificar tendencias. El artículo forma parte de un proyecto de investigación más amplio, del que provienen también extractos de fuentes primarias obtenidos mediante entrevistas semiestructuradas a funcionarios y exfuncionarios del sector hídrico, que complementan los datos secundarios en los tramos referidos al agua subterránea.

Conviene precisar el alcance del principal indicador cuantitativo empleado. El consumo de energía eléctrica para riego constituye la aproximación más precisa disponible a la presión sobre el acuífero, en tanto da cuenta de la necesidad de bombear, asociada a las perforaciones y al riego presurizado. Esta afirmación debe matizarse: una disminución del consumo puede deberse al abandono de fincas por avance urbano, falta de rentabilidad o falta de agua, y un incremento, a nuevas explotaciones radicadas fuera de la red de canales que indefectiblemente dependerán del agua subterránea. Aun con esas salvedades, los datos agregados confirman de manera consistente que la necesidad de extraer agua del acuífero se amplía.

4. Resultados

4.1 El Acuífero Tulum como recurso estratégico

La relevancia estratégica del acuífero queda ilustrada por su aporte actual al sistema hídrico provincial: abastece cerca del 50 % del agua potabilizada en el Valle de Tulum, es la única fuente para la mitad del área cultivada del oasis y complementa de manera determinante el riego del 50 % restante de la superficie irrigada. Las perforaciones privadas se estiman en alrededor de 8.000 de carácter particular, además de las 239 estatales, de las cuales 130 se ubicaban en el Valle de Tulum, generalmente destinadas a la potabilización o al refuerzo de las dotaciones de los canales (Luna et al., 2026). Esta centralidad revela una paradoja estructural: cuanto más

decisiva se vuelve el agua subterránea para sostener la vida y la producción, más intensa resulta la disputa por su apropiación y más visibles se vuelven las asimetrías entre quienes pueden convertirla en agua disponible mediante infraestructura propia y quienes dependen de condiciones hídricas y económicas más precarias. El subsuelo deviene así un espacio estratégico de reproducción social, pero también de diferenciación y jerarquización.

4.2 La sequía como institución y la trayectoria del agua subterránea en San Juan

En San Juan, la sequía opera como una institución: un fenómeno estructural que ha condicionado las políticas hídricas y organizado la vida socioproductiva de los regantes (Moscheni, 2024). Comprender la sobreexplotación actual del Acuífero Tulum exige reconstruir esa relación de largo plazo entre escasez recurrente y gobierno del agua, con especial atención al lugar que ha ocupado el recurso subterráneo. Las primeras perforaciones de la provincia datan de fines del siglo XIX. En 1887, Salvador Otolenghi solicitó el derecho a explotar el agua subterránea mediante la instalación de pozos (Illanes, 2010). Desde entonces, aunque el riego fue predominantemente superficial, el uso del agua subterránea creció de manera sostenida, en un proceso que puede periodizarse en dos etapas asociadas a los modelos de desarrollo que atravesó la provincia: una de mayor intervención estatal y otra de creciente protagonismo del sector privado.

4.2.1 Primera etapa (1950-1983): perforaciones públicas y respuesta estatal a la sequía

Durante esta etapa, las sequías condicionaron una política hídrica más reactiva que planificada y, a la vez, configuraron la organización socioproductiva del valle. A partir de 1967, los regantes organizados emergieron como un actor de peso, con protestas motivadas por la escasez de agua (Regantes de Pocito protestan por la escasez de agua, 1967). La Federación de Viñateros, principal organización de productores de la provincia, asumió un rol protagónico frente a un gobierno provincial que aparecía como su principal adversario discursivo, en conflictos recurrentes en torno a quién pagaba las perforaciones, quién financiaba las obras de riego y si los cánones eran justos (La Federación de Viñateros rechaza el plan de aportes del gobierno, 1972).

El rasgo distintivo del período fue la existencia de pozos públicos, de carácter colectivo, que alimentaban los canales de riego y beneficiaban sobre todo a los pequeños regantes; tanto la construcción como el mantenimiento corrían por cuenta del Estado, muchas veces tras episodios de sequía. En 1976 había 115 pozos oficiales —75 de ellos en el departamento Zonda y el resto en San Martín, 9 de Julio y Sarmiento— que aportaban 11 metros cúbicos por segundo a la red de riego ante las perspectivas de escasos caudales del río San Juan (Las baterías de pozos oficiales funcionarán a pleno en octubre, 1976). A ese total se sumaron perforaciones en Rawson en 1978 y otras 23 en Angaco, San Martín, Rawson y Pocito en 1979 (Fue completada la construcción de pozos de bombeo en Rawson, 1978, p.8; Se construirán 23 pozos para el alumbramiento de agua subterránea, 1979, p.6). La perforación aparecía como una respuesta coyuntural a cada sequía, mientras la construcción de diques se asociaba a una solución estructural, sinónimo de progreso y de transformación; cuestiones como el descenso de los niveles piezométricos o la sostenibilidad del acuífero estaban ausentes del debate público.

4.2.2 Segunda etapa (1983-actualidad): privatización del riego y difusión tecnológica

La inauguración del Dique de Ullum en 1983 (primer gran embalse de la provincia), la consolidación de las leyes de promoción del sector agrícola y la difusión de las tecnologías de riego marcan el inicio de una segunda etapa. En ella, el uso del agua subterránea se intensifica y cambia de signo: de una respuesta pública y colectiva pasa a un modelo individualizado, capitalizado y desarrollado principalmente por agentes con capacidad financiera para afrontar sus costos. Según el Censo Nacional Agropecuario de 1988 ([INDEC], 1988), el 75 % de las explotaciones que regaban en San Juan lo hacía con agua superficial, solo el 4 % con agua subterránea y el 21 % restante con ambas fuentes ([INDEC], 1988). Para 2002, la superficie bajo riego presurizado alcanzaba el 27 % del total ([INDEC], 2026a), incremento vinculado a la radicación de diferimientos impositivos - muchos instalados en áreas sin derecho a riego superficial - y a la creciente difusión de las nuevas tecnologías de riego.

De ese 27 % de riego presurizado, el 79 % correspondía a riego por goteo (16.872,4 ha en 219 empresas) y el 21 % a microaspersión (4.392,5 ha en 45 empresas). Los principales departamentos con riego tecnificado eran 25 de Mayo (5.640 ha) y Sarmiento (4.148 ha), y el olivo (51 %) y la vid (37 %) eran los cultivos predominantes (Paz et al., 2010). El nuevo modelo se apoyó así en perforaciones privadas que conformaron una red individual, en contraste con los pozos colectivos estatales de la etapa anterior. A medida que avanzó la orientación neoliberal, los gobiernos dejaron de invertir y, dadas las características sísmicas del territorio, muchos pozos públicos se deterioraron hasta su clausura.

Desde entonces, buena parte del riego depende de perforaciones privadas, frecuentemente no empadronadas: cada perforación requiere autorización del Departamento de Hidráulica [DH], pero esa exigencia no siempre se cumple y la autoridad carece de capacidad operativa para controlarla, de modo que no existe un número certero de pozos privados en la provincia.

4.3 Las evidencias del vaciamiento: descenso de niveles y deterioro de la calidad

El monitoreo realizado por el INA-CRAS en 2024, durante la temporada de baja demanda de extracción, reveló un descenso sostenido de los niveles en ambos sectores del acuífero: 2 metros por año en el sector libre y 1,5 metros anuales en el confinado, valores más profundos que los observados durante la histórica sequía de 1972. En zonas donde históricamente el agua brotaba de forma surgente por presión natural, se han registrado perforaciones donde esa presión se perdió por completo. Los impactos físicos del vaciamiento ya son visibles: se documentan casos de obsolescencia de infraestructura en Capital, Rivadavia, Santa Lucía y Pocito, donde el descenso de los niveles ha secado pozos y obliga a reperforaciones costosas - es decir, a profundizar el pozo existente o, cuando ello ya no resulta técnicamente posible, a construir uno nuevo (Pérez, 2023).

La subsidencia verificada en Pocito - con un hundimiento del terreno de 2 metros - implica una pérdida irreversible de capacidad de almacenamiento que limita la efectividad de eventuales estrategias de recarga futura (Luna et al., 2026). El deterioro del acuífero no afecta a todos por igual: obliga a nuevas inversiones, expulsa de hecho a quienes no pueden afrontarlas y reconfigura de manera continua las condiciones de permanencia en el territorio.

En materia de calidad, el acuífero enfrenta tres procesos de deterioro simultáneos que explican Luna et al. (2026). El primero es la salinización detectada en Pocito: el bombeo creciente del acuífero profundo, de buena calidad, provoca que agua de menor profundidad y mayor

contenido salino se infiltre hacia abajo, duplicando la conductividad eléctrica. El segundo es la sodificación reflejada en el monitoreo de 2025, que detectó una tendencia al aumento de los valores de la Relación de Adsorción de Sodio [RAS], con riesgo para la estructura del suelo y la producción agrícola. El tercero es la contaminación por nitratos y metales pesados en perforaciones privadas del acuífero libre: las concentraciones de nitratos superan los 45 mg/l establecidos como límite por la Organización Mundial de la Salud y el Código Alimentario Argentino, triplicando en muchos casos ese valor; el relevamiento de 2023 sobre metales pesados encontró presencia de arsénico —un metaloide que en la práctica se agrupa con los metales pesados—, hierro, manganeso, aluminio, cadmio y zinc en el 60 % de los pozos muestreados, con valores por encima de los límites admisibles en el 30 % de los casos.

Estos registros recientes se inscriben en una trayectoria de más largo plazo, documentada por estudios previos que permiten dimensionar el proceso. El análisis de 339 perforaciones del departamento Pocito entre 1966 y 2018 muestra que la concentración media de nitratos pasó de 6,2 a 22,2 mg/l en el acuífero libre a lo largo de cinco décadas, y de 3,2 a 17,6 mg/l en el confinado; el gradiente según el tipo de zona resulta igualmente elocuente, con medias de 4,4 mg/l en áreas vírgenes, 9,5 en áreas rurales y 16,2 en áreas urbanas, evolución que las autoras atribuyen al crecimiento demográfico, a la expansión de la superficie cultivada con fertilizantes nitrogenados y al vertido de residuos agroindustriales (Battistella et al., 2018). El deterioro actual no constituye, por lo tanto, un episodio reciente, sino la aceleración de una tendencia de medio siglo cuya distribución territorial reproduce la del poblamiento y la producción. En la misma línea, el estudio de vulnerabilidad del acuífero identificó la franja situada en el límite entre el sector libre y el semiconfinado, al este de la ciudad de San Juan, como el área de mayor exposición, y contabilizó allí veintiuna industrias con grado de riesgo alto y tres con riesgo extremo (Mérida y Tores, 2012).

La calidad tampoco mejora de manera lineal con la profundidad. La determinación de boro en el acuífero del Valle de Tulum encontró que en el sector libre las concentraciones se mantienen siempre por debajo de 1,05 mg/L, sin perjuicio para el desarrollo de los cultivos, mientras que en el confinado el 27,8 % de las perforaciones supera el umbral de 1,13 mg/L —con riesgo de toxicidad para las especies sensibles— y el 42 % registra conductividades eléctricas superiores a 1.100 µS/cm (Vera Calivar, 2024). El dato obliga a matizar la asociación entre profundidad y calidad que organiza la estratigrafía social del acuífero: alcanzar los estratos profundos resuelve la exposición a los nitratos del sector libre, pero no garantiza un agua apta, y puede sustituir un problema de contaminación de origen antrópico por otro de origen geogénico. La inversión en profundidad compra distancia respecto de ciertos riesgos y acerca a otros.

Este deterioro cualitativo no es un fenómeno accesorio de la sobreextracción, sino un componente central de la forma en que el paisaje hídrico se transforma bajo presión: la degradación empuja a perforar más profundo, encarece la continuidad productiva y fortalece a los actores con mayor capacidad de adaptación tecnológica.

4.4 Factor 1. La sequía estructural: mayor déficit superficial, mayor presión subterránea

El primer y más visible condicionante de la sobreexplotación es la sequía estructural que atraviesa la cuenca del río San Juan. Se le atribuye carácter estructural porque, a diferencia de períodos anteriores en que la escasez se alternaba con ciclos de abundancia, desde 2010 hasta la actualidad la sequía dejó de ser un evento acotado para volverse persistente: incluso los años de mayor disponibilidad arrojan derrames cada vez más bajos. La evolución de la cobertura nival

en las cuencas altas mostraba, hasta julio de 2025, valores inferiores al promedio de los últimos 25 años para ese mismo período (Battistella y Vita Serman, 2025).

Los datos del período 2000-2025 evidencian una tendencia sostenida del derrame anual del río San Juan hacia valores inferiores al promedio del período, estimado en torno a los 1.483 Hm^3. Si bien en los primeros años se registraron derrames superiores —con un máximo excepcional de 3.316 Hm^3 en el ciclo 2002-03—, a partir del ciclo 2010-11 los valores caen de manera pronunciada y persistente, hasta alcanzar apenas 536 Hm^3 en 2021-22, el mínimo de toda la serie histórica. En la última década (ciclos 2015-16 a 2024-25) el derrame medio descendió a unos 1.130 Hm^3, muy por debajo del promedio del período 2000-2025; el ciclo 2024-25 muestra una leve recuperación (1.248 Hm^3), todavía por debajo de ese promedio (Figura 4). El pronóstico oficial para el ciclo 2025-2026 confirma la persistencia del déficit: el Departamento de Hidráulica estimó un derrame del orden de entre 531 y 614 hm^3 (Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, 2026a). Este comportamiento no solo expresa la retracción de la oferta superficial, sino que incrementa el valor estratégico del agua subterránea al convertirla en soporte de continuidad para la producción y el abastecimiento.

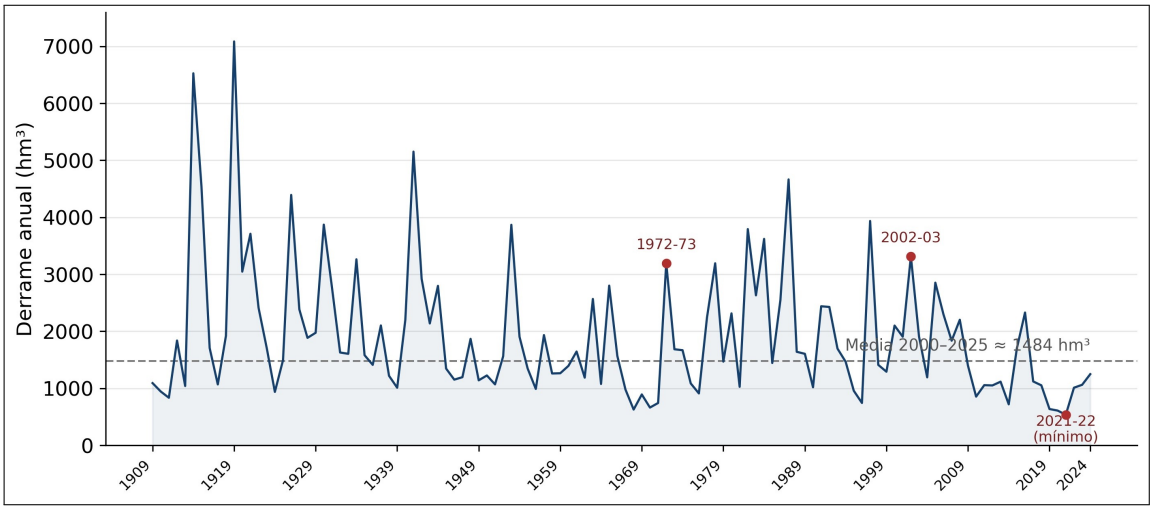


Figura 4. Derrame anual del río San Juan, ciclos 1909-1910 a 2024-2025 (Hm^3). La línea discontinua indica el promedio del período 2000-2025.

Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Claude (Anthropic) para la generación del código de visualización, sobre la base de la serie de derrames del río San Juan del Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan (Moscheni, 2024).

La relación entre sequía y demanda subterránea es directa: cuando los embalses se encuentran en niveles críticos y los derrames superficiales no alcanzan para cubrir las necesidades del sistema de riego, productores y Estado recurren al bombeo como fuente de reemplazo o complemento. Los prolongados períodos de corta del suministro en la red de riego incrementan la dependencia del sector agropecuario respecto del agua subterránea (Battistella y Vita Serman, 2025), y esa dependencia se profundiza a medida que el acuífero se deteriora, configurando un ciclo regresivo. Pero la sequía no actúa sobre un campo social plano: la restricción del agua superficial profundiza las asimetrías preexistentes, porque quienes tienen capital para perforar acceden al sustituto mientras quienes no lo tienen quedan expuestos al déficit. La sequía es, así, un amplificador de la desigualdad hídrica, y no solo un fenómeno climático.

Un indicador indirecto de esa presión es el aumento de la facturación y de la cantidad

de usuarios de energía para riego agrícola entre 2005 y 2024. Según los registros del Ente Provincial Regulador de la Electricidad [EPRE], en 2005 se facturaron 37.656 MWh y en 2010, 46.350 MWh, mientras que en 2024 ese valor ascendió a 96.189 MWh, con Sarmiento (24.580), 25 de Mayo (15.348) y Pocito (14.357) como los departamentos de mayor facturación. La cantidad de usuarios siguió la misma tendencia: de 484 suministros activos de riego agrícola en 2005 se pasó a 541 en 2010 y a 1.053 en 2024 (Figura 5). Que la dependencia subterránea crezca incluso en años de recuperación relativa del derrame revela un aspecto decisivo: una vez instalada la infraestructura de extracción, la lógica del sistema tiende a consolidarse. El pozo no aparece como una respuesta temporal a la emergencia, sino como parte de una reorganización más duradera de las capacidades productivas y del control sobre el agua.

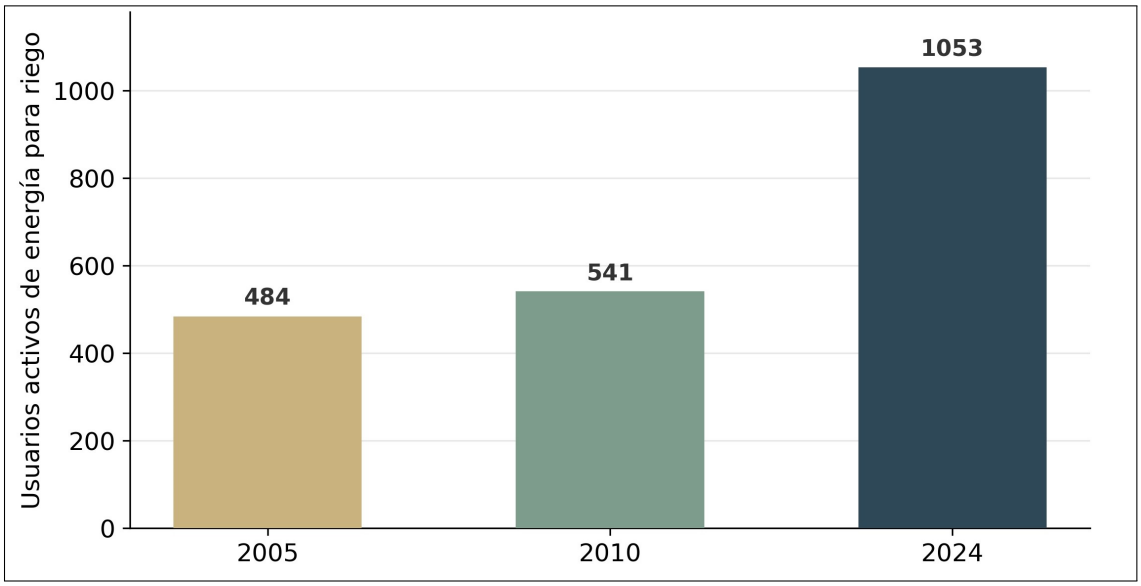


Figura 5. Cantidad de usuarios activos de energía para riego agrícola en San Juan, 2005-2024.
Fuente: Elaboración propia, con asistencia de Claude (Anthropic) para la generación del código de visualización, sobre la base de Ente Provincial Regulador de la Electricidad [EPRE] (2012; 2017; 2024).

Por último, la recuperación del acuífero frente a recargas extraordinarias —como la registrada en 1973, tras un derrame excepcional del río San Juan— muestra que la recarga natural no es físicamente inviable (Luna et al., 2026). Lo que está en cuestión es otra cosa: un orden hídrico en el que la infraestructura existente y las prioridades dominantes dificultan que esa recarga ocurra. La escasez, así, no se explica solo por el clima: está mediada por decisiones materiales y políticas que definen qué flujos se retienen, cuáles se distribuyen y cuáles no regresan al subsuelo.

4.5 Factor 2. La ubicación departamental: desigualdad territorial y gradientes de acceso

El segundo factor se relaciona con la posición de cada departamento en la red de distribución superficial y en la dinámica hidrogeológica del valle. El Acuífero Tulum presenta una estructura diferenciada según la localización: en Chimbas, zona de recarga natural, el agua subterránea conserva propiedades próximas a las del río San Juan; a medida que fluye hacia el sur y hacia los bordes de la cuenca, se saliniza progresivamente (Luna et al., 2026). Los departamentos ubicados en la cola de la red de riego, más alejados del azud derivador y con menor prioridad efectiva en la distribución, presentan una vulnerabilidad estructuralmente mayor frente a las cortas de agua superficial, es decir a los períodos programados de

interrupción del suministro en la red de canales, mediante los cuales el Departamento de Hidráulica administra la escasez. Esa localización no es un dato geográfico neutro, sino una posición relacional dentro de un espacio hídrico producido, donde la distancia respecto de los flujos principales se traduce en menores márgenes de seguridad hídrica. Allí, el recurso subterráneo aparece menos como una opción y más como una obligación costosa para sostener la producción.

La Tabla 1 resulta de cruzar la evolución de los usuarios de energía para riego agrícola entre 2005 y 2024 con su ubicación departamental, y ofrece un indicador indirecto de la expansión del uso del agua subterránea y de su distribución territorial. Los datos revelan una tendencia clara: los departamentos más alejados del río San Juan y situados en los tramos finales de la red de distribución registran los mayores crecimientos relativos. Caucete (393,9 %), Angaco (433,3 %), San Martín (228,6 %), Rawson (155,2 %) y Sarmiento (135,7 %) encabezan el ranking, mientras que los departamentos más cercanos al río y con mejor acceso al riego superficial —Rivadavia (−40,0 %), Valle Fértil (−33,3 %) y Chimbas (−22,2 %)— muestran caídas o estancamiento. El patrón confirma la hipótesis territorial: la dependencia del agua subterránea no es homogénea, sino que se concentra estructuralmente en los departamentos que enfrentan mayores dificultades de acceso al recurso superficial.

Tabla 1. Cantidad de usuarios de energía para riego agrícola por departamento. San Juan, 2005-2024.

Departamento	2005	2010	2017	2024	Crec. 2005-2024 (%)
Iglesia	4	4	1	1	−75,0
Rivadavia	5	5	4	3	−40,0
Valle Fértil	3	2	2	2	−33,3
Chimbas	9	9	10	7	−22,2
Jáchal	3	0	0	3	0,0
Albardón	21	20	26	25	19,0
Calingasta	6	7	7	8	33,3
25 de Mayo	135	142	163	181	34,1
Ullum	11	14	25	19	72,7
9 de Julio	37	47	64	69	86,5
Zonda	9	9	14	17	88,9
Santa Lucía	15	12	13	29	93,3
Capital	1	1	1	2	100,0
Pocito	90	101	162	180	100,0
Sarmiento	42	61	92	99	135,7
Rawson	29	24	66	74	155,2
San Martín	28	37	63	92	228,6
Caucete	33	41	112	163	393,9
Angaco	3	5	15	16	433,3

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Ente Provincial Regulador de la Electricidad ([EPRE], (2012, p. 174; 2017, p. 88; 2024, p. 106).

Este indicador energético puede complementarse con una medición más directa. Un relevamiento del Instituto de Investigaciones Hidráulicas (2023) identificó, mediante teledetección, las parcelas con uso probable de agua subterránea, contabilizando 4.089 parcelas en la provincia. Su distribución (Tabla 2) refuerza la lectura territorial: Pocito (620 parcelas; 15 %), Rawson (617; 15 %), Caucete (421; 10 %), San Martín (385; 9 %), Sarmiento (383; 9 %) y Angaco (311; 8 %) concentran la mayor cantidad de parcelas que recurren al subsuelo, en tanto que Capital (4), Rivadavia (54), Zonda (98) y Ullum (103) presentan los valores más bajos. La coincidencia entre ambos indicadores es significativa: son los departamentos del sector confinado y de la cola de la red de distribución los que han desplazado más intensamente su demanda hacia el acuífero, mientras que los del área de recarga y de cabecera, mejor servidos por la red superficial, recurren al subsuelo de manera marginal.

Tabla 2. Parcelas con uso probable de agua subterránea por departamento. San Juan, 2023.

Departamento	Parcelas (n)	Participación (%)
Pocito	620	15
Rawson	617	15
Caucete	421	10
San Martín	385	9
Sarmiento	383	9
Angaco	311	8
Albardón	298	7
25 de Mayo	261	6
Santa Lucía	227	6
Chimbas	155	4
9 de Julio	152	4
Ullum	103	3
Zonda	98	2
Rivadavia	54	1
Capital	4	0
Total	4.089	100

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Instituto de Investigaciones Hidráulicas (2023).

Las diferencias no se agotan en la escala departamental: se reproducen también al interior de cada departamento, según la ubicación de las unidades productivas dentro de la red de canales. Así lo expresa un entrevistado:

> En los finales de distribución siempre sufren más. Capaz que tiene 100 hectáreas y puede cultivar 20 porque no le alcanza para mucho más, pero el que está en la cabecera, si tiene 100 llega a 70; por eso es privilegio y demás. Podrías analizar con datos que las propiedades adyacentes a los canales matrices tienen más porcentaje de cultivo que el resto. (Exfuncionario, entrevista, 25 de junio de 2024)

Las unidades productivas situadas al final del canal y, además, ubicadas en los departamentos alejados del río resultan doblemente vulnerables: tienen menor acceso al agua superficial y aceleran el vaciamiento del acuífero confinado. Esta doble vulnerabilidad territorial es, desde la ecología política, la expresión más clara de cómo el paisaje hídrico subterráneo del

Valle de Tulum concentra los costos de la sobreexplotación en quienes ya ocupan las posiciones más débiles en el espacio de poder hídrico.

4.6 Factor 3. El tipo de cultivo y la fracción económica del productor

El tercer condicionante articula la estructura productiva con la estructura social agraria. En el Valle de Tulum coexisten fracciones de productores con capacidades muy distintas para apropiarse del agua subterránea. Por un lado, empresas agroindustriales altamente capitalizadas, muchas impulsadas por regímenes de promoción, desarrollan cultivos industriales como la vid para vinificación o el olivo para aceite bajo riego tecnificado. Por otro, los productores hortícolas que producen para el mercado interno tienen menor capacidad de inversión y mayor dependencia del agua superficial o de pozos de poca profundidad. La diferencia no radica solo en la escala económica, sino en la posibilidad de movilizar capacidades espaciales y tecnológicas que transforman el subsuelo en agua efectivamente disponible: las empresas más capitalizadas pueden perforar más profundo, sostener el costo energético del bombeo, instalar sistemas presurizados y reorganizar el espacio productivo en torno a esa infraestructura.

En 2023, un pozo de 300 metros (profundidad necesaria en el departamento 25 de Mayo) terminado para extraer agua del subsuelo implicaba una erogación de alrededor de 154.700 dólares en perforación y cañerías, a lo que se debe agregar la bomba, el tablero y el tendido eléctrico (Pérez, 2023). Esa barrera de entrada opera como un mecanismo de selección social del acceso al agua.

Es precisamente este mecanismo el que define la acumulación hídrica subterránea por capitalización tecnológica: no una apropiación que requiera título ni desposesión visible, sino una que se realiza en el mercado tecnológico, silenciosa e individualmente, bajo la cobertura de un marco normativo que la permite por omisión. El modelo productivo de las grandes empresas les permite prescindir del agua superficial cuando las cortas lo exigen, apelando directamente al acuífero. Esta capacidad de autonomizarse de la red de distribución colectiva es la expresión más acabada de la hidromodernidad en el oasis sanjuanino: la tecnología de riego (perforación profunda, bombeo, goteo) no es solo una herramienta técnica, sino un mecanismo de diferenciación social que otorga a quienes pueden invertir en ella una posición privilegiada, los sustrae de las reglas de distribución colectiva y traslada los costos de su extracción al conjunto.

Los pequeños productores familiares quedan, en cambio, en una posición más frágil. Sus perforaciones, cuando existen, tienden a ubicarse en el acuífero libre y a profundidades menores, lo que las expone más intensamente a la contaminación por nitratos y al secamiento derivado del descenso acelerado de la freática. La imposibilidad de acceder a los sectores de mejor calidad del acuífero o de reperforar cuando un pozo se vuelve obsoleto, sea porque el descenso de la freática lo deja seco, sea porque la calidad del agua que alcanza deja de ser apta, acentúa una dinámica de exclusión silenciosa: no se prohíbe formalmente el acceso, pero las condiciones materiales lo vuelven crecientemente inaccesible para ciertos actores.

Paradójicamente, la mayor eficiencia del riego por goteo —frente al riego gravitacional, que en el área presenta valores estimados de eficiencia global inferiores al 20 % (Battistella y Vita Serman, 2025) — no necesariamente reduce la extracción neta del acuífero si la superficie irrigada se expande.

La difusión del riego tecnificado no puede interpretarse linealmente como una solución a la crisis: la misma infraestructura que mejora el control del riego puede reforzar la apropiación

desigual del agua y consolidar un uso más intensivo del subsuelo. El bombeo y la tecnificación no son soluciones neutrales a la escasez, sino respuestas contradictorias que sostienen la producción en el corto plazo mientras que pueden profundizar la vulnerabilidad hídrica en el mediano.

4.7 Factor 4. Las capacidades estatales: entre la norma y el control

El cuarto condicionante refiere a la capacidad del Estado provincial para regular el uso del recurso subterráneo, y opera en dos dimensiones: la capacidad regulatoria normativa y la capacidad operativa, referida a todo lo necesario para hacer cumplir las normas. En términos normativos, San Juan cuenta con el Código de Aguas (Ley N° 4392 de 1978) y con la autoridad de aplicación del DH; el Capítulo II de dicho código regula específicamente las aguas subterráneas y establece instrumentos para su gestión. No obstante, esas herramientas no se aplican de forma efectiva: no existe un censo actualizado de perforaciones que permita conocer cuánta agua se extrae anualmente, ni se han fijado límites máximos de extracción, ni se han implementado cupos de bombeo (Battistella y Vita Serman, 2025; Luna et al., 2026).

El Código de Aguas habilita al DH a otorgar permisos de perforación para uso de agua subterránea con fines de riego; para los regantes que pueden afrontarlas, estas perforaciones constituyen una fuente adicional de agua “a la demanda” que refuerza la dotación superficial, dependiente de “la oferta” que trae el río o de lo acumulado en los diques que el DH decide distribuir. Además del costo inicial y de mantenimiento, suele pagarse un costo fijo por la potencia instalada y uno variable por la electricidad consumida, pero el DH no cobra canon ni tasa alguna por el uso del agua del subsuelo (González-Aubone et al., 2014).

Esta gratuidad formalizada es, en términos políticos, la condición institucional que hace posible la acumulación hídrica subterránea por capitalización tecnológica: la cesión tácita, por parte del Estado, de un bien común estratégico a quienes disponen de capital para capturarlo, sin captar renta hídrica alguna para la sociedad ni establecer límites sobre la intensidad de la extracción.

El registro más reciente y sistemático del parque de pozos es el relevamiento realizado en 2023 para el Consejo Federal de Inversiones, que contabilizó 5.870 perforaciones en los quince departamentos de los valles de Tulum, Ullum y Zonda (Instituto de Investigaciones Hidráulicas, 2023). La cifra, no obstante, debe leerse como una aproximación: los registros oficiales son reconocidamente incompletos, ya que buena parte de las perforaciones privadas no se declara, y las estimaciones realizadas por los entrevistados para esta investigación son siempre superiores a 10.000. No existe, por tanto, un padrón exhaustivo que permita conocer con certeza cuántos pozos operan hoy en la provincia ni qué volúmenes extraen. Recién en la sesión de abril de 2026 del Consejo del DH se ha decidido iniciar un censo de pozos, ya que según sus datos sólo hay 1.200 en funcionamiento (Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan, 2026b), una cifra que todos consideran muy inexacta.

La ausencia de información confiable y actualizada no es un problema meramente técnico: reproduce un círculo de inacción institucional. Sin información no es posible diseñar políticas, pero, al mismo tiempo, la generación de información obligaría a intervenir sobre prácticas que hoy permanecen invisibilizadas, como el avance de actividades altamente extractivas en términos hídricos. La carencia de estadísticas oficiales funciona, en ese sentido, como síntoma y como mecanismo que perpetúa la desregulación, dejando la explotación del agua subterránea librada a decisiones privadas sin supervisión pública. Así lo afirma un

entrevistado:

> Vos tenés todo el desarrollo del agronegocio en la provincia de San Juan que depende pura y exclusivamente del agua subterránea y que no tiene ningún tipo de control en la explotación, ninguno. Entonces, si no hay información, queda todo exactamente igual. ¿Para qué querés información si no vas a hacer nada al respecto? ¿Para qué querés saber cuántos pozos hay si después no vas a tomar cartas en el asunto? (Investigador del INTA, entrevista, 3 de julio de 2024)

La debilidad estatal no se manifiesta solo en la ausencia de regulación y control, sino también en la incapacidad de producir y sostener información básica para la gestión. Un exfuncionario con experiencia directa en la autoridad de aplicación describe un Estado que opera de manera reactiva, "tapando baches", sin un plan ni una línea de base que permita conocer cuántas perforaciones existen, cómo han evolucionado o qué volúmenes extraen. La desconfianza de los productores, que temen consecuencias impositivas si declaran pozos o consumos, profundiza este vacío de información y limita cualquier intento de ordenamiento. El problema, sin embargo, no es solo la falta de datos declarados: aun existiendo tecnologías accesibles que permitirían estimar superficies regadas y volúmenes extraídos sin depender de la voluntad de los usuarios, el Estado no logra incorporarlas de manera sistemática.

> Voy a usar la frase de una ex jefa mía: nos hemos transformado en una empresa de bacheo. Lo único que hacemos es tapar baches y no tenemos un plan. (...) Hay información que podés sacar sin preguntarle al productor: con imágenes satelitales podés armar un sistema de sensores para saber cuánto se está sacando. (...) ¿Cómo hacen los otros países? Se manejan prácticamente todos con satélites, con drones o con sensores. Pero nosotros no tenemos datos de cuántas perforaciones hay en San Juan, porque la gente no declara: cree que hay detrás un tema impositivo, y el que declara termina pagando más. No podemos mejorar si no tenemos una línea de base. (Exfuncionario, entrevista, 17 de febrero de 2025)

Esta brecha entre la capacidad normativa y la operativa tiene consecuencias directas sobre la sobreexplotación: sin datos sobre la extracción real es imposible fijar umbrales de sustentabilidad; sin controles efectivos, los actores privados optimizan su extracción sin internalizar los costos sistémicos del vaciamiento. La insuficiencia se evidencia, además, en la inadecuación de la normativa frente a prácticas cada vez más heterogéneas: ante la falta de reglas diferenciadas según la profundidad, el caudal o la finalidad del pozo, proliferan perforaciones realizadas sin control técnico —incluso para usos recreativos, como el llenado de piletas— que terminan equiparándose de hecho a pozos profundos de uso productivo.

> Tomamos igual un pozo para pileta en el Médano, de 30 metros, que un pozo de 200 metros y 10 pulgadas; debería haber una legislación que los separe y los haga más acordes a la realidad. (...) Siempre la falta de adecuación de la normativa a la realidad trae caos. ¿De dónde saca el agua el que llena la pileta? Viene la empresa, te hace el pozo y te llena la pileta; pagás dos camionadas de agua y, literalmente, se robaron el agua: no existe en la ley un permiso para sacar agua del canal, ponerla en un camión y llevarla a tu casa, porque la ley dice que es para usarla en el lugar. (Trabajador del Departamento de Hidráulica, comunicación personal, junio de 2024)

La debilidad de las capacidades estatales adquiere una dimensión adicional en el marco del individualismo histórico de los usuarios del agua subterránea: la lógica de la acción colectiva

lleva a cada productor a maximizar su extracción individual antes de que lo hagan los demás, aun cuando esa estrategia sea colectivamente destructiva. Pero esto no es solo una falla de coordinación: es la consecuencia previsible de haber organizado el acceso al agua subterránea como un asunto privado, sin reconocer su condición de bien político.

4.8 Factor 5. El crecimiento departamental: superficie cultivada, población y presión sobre el acuífero

El quinto condicionante articula la dinámica demográfica y productiva de los departamentos con la presión creciente sobre el agua subterránea. A mayor densidad poblacional y mayor expansión o intensificación agrícola, mayor es la presión sobre el sistema hídrico en su conjunto; pero en contextos de restricción superficial, esa presión se desplaza crecientemente hacia el acuífero. Los departamentos del núcleo central del valle —Capital, Rivadavia, Santa Lucía, Rawson y Chimbas— concentran gran parte de la población urbana y de los servicios, lo que genera una doble presión sobre el acuífero libre: extracción directa para consumo humano y contaminación por efluentes domésticos y pozos negros en hogares no conectados a la red cloacal.

La Tabla 3 reconstruye la evolución demográfica de los departamentos entre 2001 y 2022 a partir de los tres últimos censos nacionales de población. El crecimiento demográfico total de la provincia fue de 202.830 habitantes en el período, un incremento del 33 % respecto de 2001. Esa expansión no se distribuyó de manera uniforme: los departamentos del área central del oasis —Pocito (+31.946), Chimbas (+31.798), Rawson (+28.877) y Rivadavia (+25.516)— concentran la mayor parte del incremento absoluto. Al cruzar este dato con la evolución de los usuarios de energía para riego (Tabla 1) emerge una correspondencia significativa: en los departamentos donde más creció la población también aumentó la cantidad de usuarios de energía para riego —Pocito (100,0 %), Rawson (155,2 %) y San Martín (228,6 %)—, lo que indica que la expansión residencial y productiva se traduce en una presión creciente y simultánea sobre el recurso subterráneo, tanto para uso doméstico como agrícola.

Tabla 3. Población y variación intercensal absoluta por departamento. San Juan, 2001, 2010 y 2022.

Departamento	2001	2010	2022	Var. 2022/2001
Total	620.023	681.055	822.853	202.830
Albardón	20.413	23.888	31.284	10.871
Angaco	7.570	8.125	10.176	2.606
Calingasta	8.176	8.588	11.034	2.858
Capital	112.778	109.123	115.390	2.612
Caucete	33.609	38.343	44.047	10.438
Chimbas	73.829	87.258	105.627	31.798
Iglesia	6.737	9.099	8.845	2.108
Jáchal	21.018	21.730	25.297	4.279
9 de Julio	7.652	9.307	12.514	4.862
Pocito	40.969	53.162	72.915	31.946
Rawson	107.740	114.368	136.617	28.877

Departamento	2001	2010	2022	Var. 2022/2001
Rivadavia	76.150	82.641	101.666	25.516
San Martín	10.140	11.115	15.037	4.897
Santa Lucía	43.565	48.087	62.729	19.164
Sarmiento	19.092	22.131	27.188	8.096
Ullum	4.490	4.886	6.454	1.964
Valle Fértil	6.864	7.222	8.526	1.662
25 de Mayo	15.193	17.119	20.824	5.631
Zonda	4.038	4.863	6.683	2.645

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Censos Nacionales de Población, Hogares y Viviendas 2001, 2010 y 2022 (INDEC, 2026b).

Algo similar ocurre con la superficie de las explotaciones agropecuarias. El crecimiento de la superficie cultivada, especialmente en los departamentos del sur y el este del valle, expande la demanda de riego en zonas que dependen exclusiva o mayoritariamente del acuífero. Ese crecimiento ha sido incentivado, en parte, por políticas de promoción agrícola que produjeron el territorio conforme a los requerimientos del capital agroindustrial: impulsaron la radicación de empresas en áreas con limitada disponibilidad de agua superficial, trasladaron la presión hídrica al acuífero y externalizaron los costos de la sobreexplotación sobre el conjunto de la sociedad, sin los mecanismos de regulación correspondientes.

La Tabla 4, construida a partir de los Censos Nacionales Agropecuarios de 2002 y 2018, permite examinar la evolución de la superficie de las explotaciones agropecuarias (EAP) con límites definidos por departamento. Sarmiento registra el mayor incremento absoluto (+79.302,7 ha), coincidente con un crecimiento del 135,7 % en usuarios de energía para riego; Ullum muestra un aumento extraordinario (+46.923,2 ha) acompañado de un incremento del 72,7 % en usuarios. En contraste, departamentos como Caucete, Zonda, 25 de Mayo y Pocito exhiben reducciones de superficie total —probablemente asociadas a reconversión productiva y fragmentación parcelaria—, aunque en Caucete y Pocito los usuarios de energía crecieron de manera sustancial (393,9 % y 100,0 %), lo que sugiere una intensificación del uso subterráneo sobre unidades de menor superficie pero mayor capitalización tecnológica.

Conviene introducir aquí una precisión metodológica que también responde a un comportamiento aparentemente anómalo. Jáchal expande su superficie de EAP en 37.423,1 ha sin que ello se traduzca en un aumento de los usuarios de energía para riego. Esta paradoja tiene dos explicaciones convergentes. La primera es metodológica: la superficie total de EAP con límites definidos computa toda la tierra de la explotación —incluyendo pastizales naturales, montes y áreas no irrigadas—, de modo que su crecimiento en departamentos extensos del norte y el oeste (Jáchal, Valle Fértil, Calingasta) refleja en buena medida la incorporación de tierras de aprovechamiento extensivo y baja demanda hídrica, no de superficie bajo riego presurizado. La segunda es hidrológica y resulta decisiva para la delimitación del problema: Jáchal e Iglesia no pertenecen a la cuenca del río San Juan, sino a la cuenca independiente del río Jáchal, por lo que su agricultura no incide sobre el Acuífero Tulum.

Tabla 4. Superficie total de las EAP con límites definidos por departamento. San Juan, 2002 y 2018 (en hectáreas).

Departamento	Total 2002	Total 2018	Dif. 2018/2002
Total	756.224,6	761.907,1	5.682,5
Albardón	6.834,3	8.256,2	1.421,9
Angaco	10.798,9	6.964,9	−3.834,0
Calingasta	10.106,4	27.487,7	17.381,3
Capital	0,0	0,0	0,0
Caucete	139.573,2	36.200,9	−103.372,3
Chimbas	1.538,0	2.346,4	808,4
Iglesia	7.213,5	11.635,3	4.421,8
Jáchal	18.265,3	55.688,4	37.423,1
9 de Julio	8.537,3	8.208,0	−329,3
Pocito	35.328,0	16.319,5	−19.008,5
Rawson	13.132,6	13.807,1	674,5
Rivadavia	1.734,2	3.916,3	2.182,1
San Martín	10.238,4	12.319,7	2.081,3
Santa Lucía	4.548,5	1.116,2	−3.432,3
Sarmiento	82.656,7	161.959,4	79.302,7
Ullum	6.303,5	53.226,7	46.923,2
Valle Fértil	177.072,3	263.300,3	86.228,0
25 de Mayo	104.799,2	51.330,3	−53.468,9
Zonda	117.544,3	27.822,1	−89.722,2

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los Censos Nacionales Agropecuarios 2002 y 2018 ([INDEC], 2021; 2026a).

4.9 Factor 6. El deterioro de la calidad: un condicionante retroalimentado

El sexto condicionante opera de una manera particular: el deterioro de la calidad del agua subterránea no es solo un resultado de la sobreexplotación, sino también un factor que la profundiza, y de modo profundamente desigual. A medida que los pozos del acuífero libre se contaminan con nitratos, arsénico y metales pesados, los usuarios con capital se ven impulsados a perforar más profundo en busca del acuífero confinado de mejor calidad, mientras quienes no disponen de recursos quedan expuestos a pozos contaminados que no pueden reemplazar. Pero el bombeo creciente del acuífero profundo provoca, a su vez, que el agua más salina del sector superior se infiltre hacia abajo, deteriorando progresivamente también el recurso más profundo (Luna et al., 2026). Esta dinámica actualiza, en el eje vertical, lo que en la superficie ocurre en el eje territorial: la estratigrafía social del acuífero convierte cada metro adicional de profundidad en una expresión de posición social y hace de la calidad del agua un bien que se distribuye según el capital disponible para alcanzar los estratos más profundos del subsuelo.

Un investigador de la Universidad Nacional de San Juan, especializado en temas hídricos, advierte que la extracción de agua subterránea está generando un desequilibrio profundo en el balance hídrico de las cuencas, a causa de perforaciones cada vez más profundas

y numerosas que operan sin control efectivo. Según Dölling, esta dinámica coloca a los acuíferos de los valles de Tulum, Ullum y Zonda en una situación cercana a la sobreexplotación, pues se remueven volúmenes de agua pura desde más de 120 metros de profundidad sin posibilidad real de reponerlos en tiempo y calidad equivalentes:

> El problema más grave no es dónde se hacen las perforaciones, sino a qué profundidad se hacen. (...) Extraemos en un segundo, con una bomba de pozo profundo, lo que la naturaleza tardó en algunos casos miles de años en almacenar allí. Están extrayendo desde 120 metros de profundidad o más, miles de perforaciones sin control. (...) Casi podríamos decir que estamos presenciando en San Juan la depredación de nuestros acuíferos. (...) Yo solo justifico el uso de agua subterránea en casos extremos, como agua potable o suministro para riego en poblaciones que no tengan acceso a agua superficial ni lluvias. Pero usar agua subterránea para regar mientras derrochamos por ineficiencia aguas superficiales que nos llegan por gravedad no tiene sentido: es una falta total de criterio hídrico y económico. (Dölling: la sequía de San Juan, un semáforo en rojo, 2021)

La sodificación detectada en el monitoreo reciente agrega otra dimensión crítica. Cuando el deterioro del agua compromete la estructura del suelo, el problema deja de ser únicamente hídrico para afectar de manera directa la base material de la producción agrícola. En este punto, la crisis del agua subterránea muestra con claridad que la degradación ambiental y la desigualdad social no son procesos paralelos, sino dimensiones imbricadas de una misma transformación territorial.

5. Conclusiones

El interrogante que abrió este trabajo —¿cuáles son los principales factores que inciden en la sobreexplotación del agua subterránea en el Acuífero Tulum?— halla respuesta en la articulación de los seis condicionantes examinados, en coherencia con el objetivo de comprender el uso del agua subterránea como parte de la producción social del paisaje hídrico sanjuanino. El análisis de esos condicionantes permite leer la sobreexplotación del Acuífero Tulum no como un desbalance hidrológico puntual, sino como la expresión territorial de relaciones asimétricas de poder. El caso sanjuanino muestra que el agua subterránea funciona simultáneamente como condición de reproducción social y como soporte de procesos de acumulación: la posibilidad de acceder a ella mediante perforaciones, bombeo y sistemas presurizados no se distribuye de manera homogénea, sino que depende del capital económico, la posición territorial, la infraestructura disponible y la capacidad de sostener los costos de extracción. De allí que el avance del riego subterráneo no pueda leerse solo como adaptación técnica frente a la sequía, sino también como profundización de un paisaje hídrico donde el acceso al agua se vuelve cada vez más selectivo.

La renta hídrica que se genera a partir del acceso diferencial a un recurso escaso y estratégico no está siendo capturada por el Estado ni redistribuida socialmente: los productores que extraen más y más profundo lo hacen sin pagar el costo sistémico de su extracción, que recae sobre el conjunto de los usuarios del acuífero y sobre las generaciones futuras. Estos sujetos no cuentan, además, con un espacio de representación que amplifique sus voces. En San Juan, la autoridad hídrica está integrada por un consejo votado por regantes con derecho a agua de riego superficial; si bien muchos de ellos también poseen pozos, no existe una representación institucional explícita del agua subterránea. Esa ausencia de representación es la contracara

institucional de la acumulación hídrica subterránea: el proceso avanza porque quienes se benefician de él tienen voz en el sistema de gestión —como regantes con derechos superficiales que además poseen pozos—, mientras quienes cargan con sus costos —pequeños productores, usuarios del acuífero libre, generaciones futuras— carecen de un espacio institucional desde el cual impugnar las condiciones de esa apropiación.

En este marco, la infraestructura superficial y la expansión de tecnologías de extracción configuran una hidromodernidad específica. Lejos de resolver la escasez de manera neutral, estas transformaciones reordenan los flujos, desplazan costos, consolidan ciertas formas de apropiación privada del agua y refuerzan la funcionalidad del territorio para determinados circuitos productivos. La desconexión entre la recuperación de los embalses y el deterioro persistente del acuífero muestra que no basta con estabilizar el sistema superficial si ello se hace a costa de intensificar la presión sobre el subsuelo. Las asimetrías, en definitiva, no se juegan únicamente entre actores con agua y actores sin agua, sino entre actores con capacidades diferenciales para producir agua disponible a partir del subsuelo, una capacidad que se construye territorialmente y que vuelve la desigualdad hídrica inseparable de la forma en que el espacio ha sido producido y organizado.

Lo que aparece en el subsuelo como descenso de niveles, pérdida de presión o salinización remite, en realidad, a una trama en la que confluyen aridez estructural, desigualdades territoriales, diferenciación social agraria, debilidad de las capacidades estatales, expansión urbano-productiva y deterioro progresivo de la calidad del agua.

La crisis del acuífero puede leerse como la expresión hidrogeológica de un modelo de desarrollo territorial que subordinó la base hídrica a objetivos de expansión productiva y reproducción urbana sin asegurar condiciones de recarga, control y justicia hídrica. Su resolución exige, por tanto, algo más que respuestas técnicas puntuales: requiere reorientar la forma en que se piensa el agua subterránea, reconstruir capacidades estatales para intervenir sobre actores heterogéneos y disputar las condiciones bajo las cuales el territorio hídrico sanjuanino continúa siendo producido. Requiere, en definitiva, reconocer el agua subterránea como un bien político cuya apropiación no puede quedar librada a la capacidad económica de cada actor, sino que debe ser regulada por un Estado con las capacidades políticas suficientes para construir justicia hídrica en un territorio profundamente desigual. La sobreexplotación del acuífero no es externa al modelo de desarrollo, sino constitutiva de su forma actual de reproducción territorial.

Referencias Bibliográficas

Battistella, M. y Vita Serman, F. (2025). *Sequía hidrológica y socioeconómica en la provincia de San Juan: 5 puntos claves en la gestión del agua* [Cuarto informe técnico de coyuntura]. Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido [CIGIAA]. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/25893/INTA_CRMendoza-SanJuan_EEASanJuan_Battistella_M_Sequia_hidrologica_socioeconomica_provincia_san_juan.pdf

Battistella, R., Ortega, I. y Carelli, F. (2018, 1 y 2 de noviembre). Variación del contenido regional de nitrato en el agua subterránea del departamento Pocito - San Juan, durante los últimos 50 años [Ponencia]. *4.° Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos (IFRH 2018)*, Instituto Nacional del Agua, Ezeiza, Buenos Aires, Argentina.

Bertranou, J. (2015). Capacidad estatal: revisión del concepto y algunos ejes de análisis y debate. *Revista Estado y Políticas Públicas, 3*(4), 37-59. https://flacso.org.ar/publicaciones/revista-estado-y-politicas-publicas-nro-4/

Bierkens, M. F. P., Reinhard, S., de Bruijn, J. A., Veninga, W. & Wada, Y. (2019). The shadow price of irrigation water in major groundwater-depleting countries. *Water Resources Research, 55*(5), 4266-4287. https://doi.org/10.1029/2018WR023086

Budds, J. (2011). Relaciones sociales de poder y la producción de paisajes hídricos. En R. Boelens, L. Cremers & M. Zwarteveen (Eds.), *Justicia hídrica: acumulación, conflicto y acción social* (pp. 59-70). Instituto de Estudios Peruanos.

Budds, J. & Hinojosa, L. (2012). Las industrias extractivas y los paisajes hídricos en transición en los países andinos: análisis de la gobernanza de recursos y formación de territorios en Perú. En E. L. Isch & R. Boelens (Eds.), *Agua, injusticia y conflictos* (pp. 45-62). Fondo Editorial PUCP; Instituto de Estudios Peruanos.

Budds e Hinojosa (2012)

Custodio, E. (2002). Aquifer overexploitation: what does it mean? *Hydrogeology Journal, 10*(2), 254-277. https://doi.org/10.1007/s10040-002-0188-6

Damonte, G. H. (2019). The constitution of hydrosocial power: Agribusiness and water scarcity in Ica, Peru. *Ecology and Society, 24*(2). https://doi.org/10.5751/ES-10873-240221

Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan (2026a). *Serie de derrames anuales del río San Juan (1909-2025) y pronóstico de escurrimientos para el ciclo 2025-2026.* Gobierno de la Provincia de San Juan. https://hidraulica.sanjuan.gob.ar/datos%20y%20estadisticas/aforos.php

Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan (2026b). *Acta N.° 3.493 de la sesión del 26 de abril de 2026 del Honorable Consejo del Departamento de Hidráulica, p. 268.* Gobierno de la Provincia de San Juan. https://hidraulica.sanjuan.gob.ar/normativas/Actas/Actas%202026.pdf?ver8

Dölling: la sequía de San Juan, un semáforo en rojo. (2021, 25 de febrero). *EnerNews.* https://enernews.com/agua-y-mineria/335837/dolling-la-sequia-de-san-juan-un-semaforo-en-rojo

Duarte-Abadía, B., Boelens, R. & Buitrago, E. (2023). Neoliberal commensuration and new enclosures of the commons: Mining and market-environmentalism governmentalities. *Territory, Politics, Governance, 11*(7), 1480-1500. https://doi.org/10.1080/21622671.2021.1913216

Ente Provincial Regulador de la Electricidad [EPRE] (2012). *Anuario 2012.* Gobierno de la Provincia de San Juan. https://epresanjuan.gob.ar/anuarios/2012-2/

Ente Provincial Regulador de la Electricidad [EPRE] (2017). *Anuario 2017.* Gobierno de la Provincia de San Juan. https://epresanjuan.gob.ar/wp-content/uploads/2021/04/Anuario-epre-2017.pdf

Ente Provincial Regulador de la Electricidad [EPRE] (2024). *Anuario 2024* (Hasta mayo de 2025). Gobierno de la Provincia de San Juan. https://epresanjuan.gob.ar/epre-informa/13164/

Fue completada la construcción de pozos de bombeo en Rawson (1978, 11 de noviembre). *Semanario El Viñatero,* p.9.

González-Aubone, F., Miranda, O. & Montenegro, A. (2014). Analizando la modernización en regadíos tradicionales del oeste argentino. En *Irrigation, Society, Landscape. Tribute to Thomas F. Glick* (pp. 493-512). Universitat Politècnica de València.

Hardin, G. (1995). La tragedia de los comunes. *Gaceta Ecológica, 37*, 11-20.

Harvey, D. (2004). El "nuevo" imperialismo: acumulación por desposesión. *Socialist Register, 40*, 99-129.

Illanes, D. (2010). *Historia de San Juan. Desde los orígenes hasta la actualidad*. Editorial de la Universidad Nacional de San Juan.

Instituto de Investigaciones Hidráulicas (2023). *Registro unificado de perforaciones y estimación de las extracciones de agua subterránea en los valles de Tulum, Ullum y Zonda* [Informe técnico]. Consejo Federal de Inversiones; Gobierno de la Provincia de San Juan. http://biblioteca.cfi.org.ar/documento/registro-unificado-de-perforaciones-y-estimacion-de-las-extracciones-de-agua-subterranea-en-los-valles-de-tulum-ullum-y-zonda-provincia-de-san-juan/

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC] (1988). *Censo Nacional Agropecuario 1988. Provincia de San Juan.* INDEC. https://biblioteca.indec.gob.ar/bases/minde/1c1988ag14.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC] (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018.* INDEC. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC] (2026a). *Censo Nacional Agropecuario 2002.* INDEC. https://sitioanterior.indec.gob.ar/cna_index.asp

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC] (2026b). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022*. INDEC. https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_sanjuan/

La Federación de Viñateros rechaza el plan de aportes del gobierno **(**1972, 20 de abril). *Diario de Cuyo,*p.6.

Las baterías de pozos oficiales funcionarán a pleno en octubre (1976, 25 de septiembre). *Semanario El Viñatero,* p.3.

Lefebvre, H. (1978). *De lo rural a lo urbano* (4ta ed.). Península. https://www.proletarios.org/books/Lefebvre-De_lo_rural_a_lo_urbano.pdf

Ley N° 4392 de 1978. Código de Aguas. 21 de febrero de 1978. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan.

Ley N° 6946 de 1999. Modificación del artículo 123 del Código de Aguas: agotamiento de los caudales de los ríos San Juan y Jáchal. 5 de agosto de 1999. Boletín Oficial de la Provincia de San Juan.

Luna, P., Battistella, R. y Salvioli, L. (2026). *Estado de situación de los recursos hídricos subterráneos en el Valle de Tulum* [Séptimo informe técnico de coyuntura]. Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación para la Gestión Integral del Agua en el Árido [CIGIAA]. https://shorturl.at/MBINJ

Mehta, L., Veldwisch, G. J. & Franco, J. (2012). Introduction to the Special Issue: Water grabbing? Focus on the (re)appropriation of finite water resources. *Water Alternatives, 5*(2), 193-207. https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol5/v5issue2/165-a5-2-1/file

Mérida, S. y Tores, L. (2012). *Riesgo de contaminación del agua subterránea por depósitos sólidos e industrias en el Valle de Tulum, provincia de San Juan* [Documento]. Instituto Nacional del Agua. https://repositorio.ina.gob.ar/items/2720ec84-e6cc-4eb7-8dd8-025c5611c37f

Moscheni, M. (2024). Relaciones de poder en torno al agua en San Juan durante el último siglo. *Revista Huellas, 28*(2). https://doi.org/10.19137/huellas-2024-2816

Moscheni, M. & Hernández, J. (2025). Conflictos por el agua de riego en San Juan: un análisis desde la ecología política y la experiencia de los regantes. *Revista Universitaria de Geografía, 34*(1), 110–155. https://revistas.uns.edu.ar/rug/article/view/5191

Núñez Guevara, E. O. (2025). *Aptitud hidrogeológica del sector centro-sur de la cuenca subterránea del Valle de Tulum, provincia de San Juan, Argentina* [Trabajo final de licenciatura, Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales]. http://huru.unsj.edu.ar/bitstream/handle/123456789/834/TG%20-%20Nuñez%20Guevara%2c%20Enzo%20-%20164736.pdf?sequence=1&isAllowed=y

O'Connor, J. (1988). Capitalism, nature, socialism: A theoretical introduction. *Capitalism, Nature, Socialism, 1*(1), 11-38. https://doi.org/10.1080/10455758809358356

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, [FAO] y [PROSAP] (2014). *Áreas de riego en la provincia de San Juan [Anexo]. En Estudio del potencial de ampliación del riego en Argentina* [Proyecto UTF/ARG/017]. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/riegointegral/areasexistentes/Anexos/PROVINCIA_DE_SAN_JUAN.pdf

Paz, M. E., Menna, Z., Meissl, A. & Asenjo, M. J. (2010). Relevamiento de áreas bajo riego presurizado en la provincia de San Juan y confección de un SIG [Ponencia]. *Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego*, Mendoza, Argentina. Instituto Nacional del Agua. https://www.ina.gov.ar/archivos/pdf/CRA-VFERTI/CRA-RYD-24-Paz.pdf

Pérez, E. (2023, 17 de octubre). Ante otro año de poca agua, el tremendo costo de construir un pozo en San Juan. *Tiempo de San Juan*. https://www.tiempodesanjuan.com/economia/ante-otro-ano-poca-agua-el-tremendo-costo-construir-un-pozo-san-juan-n360661

Ramírez, L. (2013). El acceso al agua potable en el Chaco (Argentina) y los progresos hacia el objetivo del milenio. Una mirada a través de la elaboración de un índice de criticidad. *Revista Geográfica Digital, 10*(20), 1-11. https://doi.org/10.30972/geo.10202202

Regantes de Pocito protestan por la escasez de agua (1967, 9 de septiembre). *Diario de Cuy*o, p.7.

Rodríguez, A. I., Ocaña, R. E., Suvires, G. M., Leiva, F. y Martínez, M. P. (2018). Estructuras tectónicas en un valle árido y su potencial hídrico subterráneo, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina, 75*(3), 425-440.

Se construirán 23 pozos para el alumbramiento de agua subterránea (1979, 2 de julio). *Semanario El Viñatero,* p.8.

Swyngedouw, E. (2004). *Social power and the urbanization of water: Flows of power*. Oxford University Press.

Swyngedouw, E. (2009). The political economy and political ecology of the hydro-social cycle. *Journal of Contemporary Water Research & Education, 142*(1), 56-60. https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2009.00054.x

Swyngedouw, E. (2015). *Liquid power: Contested hydro-modernities in twentieth-century Spain*. MIT Press.

Tromboni, F., Bortolini, L. & Morábito, J. A. (2014). Integrated hydrologic-economic decision support system for groundwater use confronting climate change uncertainties in the Tunuyán River basin, Argentina. *Environment, Development and Sustainability, 16*, 1317-1336. https://doi.org/10.1007/s10668-014-9521-1

Vera Calivar, F. G. (2024). *Determinación y distribución de boro en el acuífero del valle de Tulum, San Juan, Argentina* [Trabajo final de grado, Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agronómica]. http://huru.unsj.edu.ar/bitstream/handle/123456789/509/Trabajo%20Final%20Federico%20Vera-Corregido%2029.10FINAL%20agronomía.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Notas

i Las cinco figuras de este artículo fueron elaboradas por los autores con asistencia de una inteligencia artificial (Claude, de Anthropic), empleado sólo como herramienta para generar el código de visualización. No se trata de imágenes producidas por inteligencia artificial generativa. Los mapas se construyeron a partir de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional y de datos de OpenStreetMap, y los gráficos, a partir de las series estadísticas del Departamento de Hidráulica de la provincia y del Ente Provincial Regulador de la Electricidad citadas. La selección de las fuentes, la verificación de los datos y la interpretación analítica son responsabilidad exclusiva de los autores. ↑