

# Políticas de Gestión de los Recursos Hídricos. Un Enfoque Hidrológico y Económico en el Oasis Norte de Mendoza

**Verónica Farreras** (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales)

**Carolina Lauro** (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales)

**Emilce Vaccarino** (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales)

**Laura Abraham** (Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias)

DOCUMENTO DE TRABAJO N° 156

Julio de 2022

Los documentos de trabajo de la RedNIE se difunden con el propósito de generar comentarios y debate, no habiendo estado sujetos a revisión de pares. Las opiniones expresadas en este trabajo son de los autores y no necesariamente representan las opiniones de la RedNIE o su Comisión Directiva.

The RedNIE working papers are disseminated for the purpose of generating comments and debate, and have not been subjected to peer review. The opinions expressed in this paper are exclusively those of the authors and do not necessarily represent the opinions of the RedNIE or its Board of Directors.

**Citar como:**

**Farreras, Verónica, Carolina Lauro, Emilce Vaccarino y Laura Abraham (2022). Políticas de Gestión de los Recursos Hídricos. Un Enfoque Hidrológico y Económico en el Oasis Norte de Mendoza. *Documento de trabajo RedNIE N°156*.**

# **POLÍTICAS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. UN ENFOQUE HIDROLÓGICO Y ECONÓMICO EN EL OASIS NORTE DE MENDOZA**

## **WATER MANAGEMENT POLICIES. A JOINT HYDROLOGICAL AND ECONOMIC APPROACH IN THE NORTHERN OASIS OF MENDOZA**

**Verónica Farreras<sup>1,2</sup>, Carolina Lauro<sup>1</sup>, Emilce Vaccarino<sup>1</sup>, Laura Abraham<sup>3</sup>**  
vfarreras@mendoza-conicet.gob.ar. Autora correspondiente.

<sup>1</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (CCT CONICET MZA)

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias

### **Resumen**

Si los modelos climáticos resultan acertados y continúan las actuales políticas de gestión del agua, el déficit hidrológico generará importantes consecuencias sobre la Disponibilidad Hídrica (DH). La eficiencia en el uso del agua puede generar beneficios sociales por permitir “ahorrar” agua para reasignarla a otros usos. En base a un análisis de la huella hídrica de los viñedos a nivel de oasis, se integra un enfoque hidrológico y económico cuyo objetivo fue estimar, en términos monetarios, el cambio en el bienestar de los ciudadanos del oasis Norte de Mendoza por políticas de reasignación del agua de los viñedos a otros usos. Se estimó que las personas están dispuestas a pagar por hogar, en promedio, 1.702,89 (814,17; 3.559,92) pesos argentinos anuales –en moneda de 2022– durante los próximos 25 años por un aumento de –al menos– 21 puntos porcentuales de DH. Esta información puede ser útil en el desarrollo de soluciones sostenibles para mitigar los impactos del cambio climático relacionados con el agua.

**Palabras clave:** Reasignación del agua, huella hídrica, bienestar social.

### **Abstract**

If climate models prove correct, and current water management policies continue, the hydrological deficit will have important consequences on the availability of this resource. Water use efficiency can generate social benefits by allowing “save” water for reallocation to other uses. Based on a water footprint assessment of the vineyards at the oasis level, this paper provides a joint economic and hydrological approach. Our main aim was to estimate, in monetary terms, the welfare changes of the citizens of the Mendocinian Northern oasis due to water reallocation policies from the vineyards to other uses. It was estimated that people are willing to pay, on average, 1,702.89 (814.17; 3,559.92) Argentine pesos –at 2022 price– per household per year over the next 25 years for an increase of –at least– 21 percentage points in water availability. This information can be useful in developing sustainable solutions to mitigate the water-related impacts of climate change.

**Keywords:** Water reallocation, water footprint, social welfare.

## **1) INTRODUCCIÓN**

El crecimiento de las poblaciones, los cambios en los patrones de consumo y la expansión de la agricultura se combinan en un mundo donde la demanda de agua registra un crecimiento significativo, mientras que el cambio climático torna su disponibilidad más errática e incierta

(World Bank, 2016). Mendoza no escapa a esta realidad. En la última década, por ejemplo, se ha reportado un déficit en el caudal de sus ríos de montaña (Rivera et al., 2021), resultado de una disminución de las nevadas provocada por un calentamiento global promedio de entre 0,6 y 0,7 °C (IPCC, 2013). En las próximas décadas se espera que este fenómeno se agrave como consecuencia del aumento predecible de las temperaturas medias en los Andes Centrales (Cabré et al., 2016).

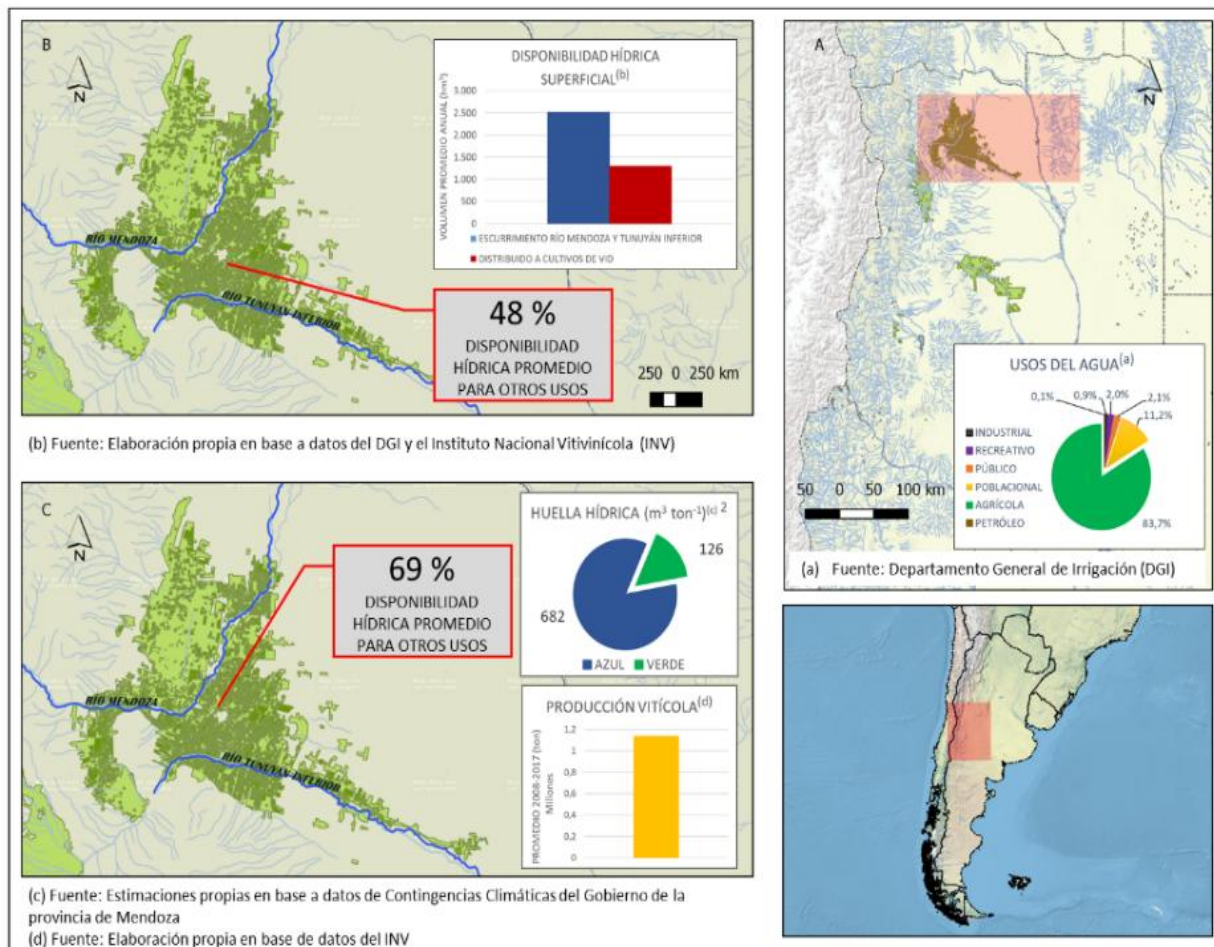
Si los modelos climáticos resultan acertados y continúan las actuales políticas de gestión de los recursos hídricos, el déficit hidrológico actual y futuro generará importantes consecuencias sobre la disponibilidad de este recurso (Castex et al., 2015). Dado que, en Mendoza, la agricultura utiliza el 87,3% del agua disponible en los oasis, en los últimos años se ha acrecentado el interés por la gestión de la demanda promoviendo la distribución según las necesidades hídricas de los cultivos para mejorar la “cosecha por gota”. Esta mejora de la eficiencia en el uso del agua puede generar beneficios sociales por permitir “ahorrar” agua para reasignarla a otros usos en los oasis, incluidos el abastecimiento poblacional y la conservación de los ecosistemas (Grafton et al., 2018). Por consiguiente, políticas de reasignación de los recursos hídricos se ubican entre las políticas que permiten aumentar de manera sostenible la Disponibilidad Hídrica (DH) avanzando hacia la seguridad hídrica y resiliencia al cambio climático (World Bank, 2016). Sin embargo, el valor que tiene para la sociedad acciones de política de estas características continúa siendo un aspecto poco explorado en los oasis mendocinos –el estudio más cercano es el de Ferreras y Abraham (2020) que trata con prácticas de manejo vitivinícola en viñedos bajo un escenario de cambio climático.

En base a un análisis de la Huella Hídrica (HH) de los viñedos a nivel de oasis, el presente trabajo integra un enfoque hidrológico y económico cuyo objetivo es estimar, en términos monetarios, el cambio en el bienestar de los ciudadanos del oasis Norte por acciones de política dirigidas a la reasignación del agua de los viñedos a otros usos, manteniendo e incluso aumentando la producción vitícola –en adelante, políticas de reasignación del agua. Esta información puede ser utilizada por los responsables de la formulación de políticas, gestores del territorio y ecologistas en el diseño de sus programas y actividades.

## **2) MATERIAL Y MÉTODOS**

*Área de estudio:* Mendoza se caracteriza por un clima árido y semiárido –con una precipitación media anual de 220 mm– por lo que gran parte de sus áreas agrícolas y urbanas se reducen a pequeñas porciones de su territorio: los oasis (Figura 1.A).

Nuestra área de estudio el oasis Norte de Mendoza –irrigado por los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior– concentra alrededor del 58% del total de las parcelas con viñedos y más de la mitad de la población total de la Provincia (Figura 1.B). En la mayoría de los viñedos se utiliza riego gravitacional, siendo uno de los sistemas de riego menos eficientes (Schilardi et al., 2015).



**Figura 1.** Parcelas con cultivo de vid: (A) en los oasis de Mendoza, (B) en el oasis Norte con riego por ha cultivada y (C) con riego según la necesidad hídrica del cultivo<sup>1</sup>.

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos del Sistema de Información Ambiental Territorial (SIAT) e Instituto Geográfico Nacional (IGN).

**Metodología:** Se propone el análisis de la HH y el método de valoración económica de la transferencia de beneficios para abordar el enfoque hidrológico y económico, respectivamente.

La HH de los cultivos (m<sup>3</sup> ton<sup>-1</sup>) contabiliza la cantidad de agua consumida desde la siembra hasta la cosecha. En el presente estudio se evaluó el volumen de agua de riego –HH azul– y de agua de lluvia –HH verde– requerido según las necesidades hídricas de los cultivos de vid en el oasis Norte de Mendoza. La HH azul se estimó a partir del componente azul (CWU<sub>azul</sub>, m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) dividido el rendimiento de los cultivos (Y, ton ha<sup>-1</sup>). CWU azul fue calculado a partir de la acumulación de la evapotranspiración diaria (ET, mm días<sup>-1</sup>) durante el período de crecimiento. La HH verde se obtuvo de manera similar<sup>2</sup>. Se recopiló información meteorológica, características del suelo y cultivo, empleando la metodología del Manual de Evaluación de HH (Hoekstra *et al.*, 2011).

<sup>1</sup> En Mendoza, Civit *et al.* (2018) estimaron que la cantidad de agua utilizada en los varietales más relevantes de las cinco regiones vitivinícolas de Mendoza oscila entre 540,53 m<sup>3</sup> ton<sup>-1</sup> y 1.020,03 m<sup>3</sup> ton<sup>-1</sup>. En un estudio global, Mekonnen y Hoekstra (2011) estimaron la cantidad promedio de agua utilizada en la producción vitícola mundial en 608 m<sup>3</sup> ton<sup>-1</sup> para el período 1996-2005.

<sup>2</sup> Para el cálculo de CWU azul y verde se utilizó el programa CROPWAT (FAO, 2010).

El método de la transferencia de beneficios con valores marginales consiste en transferir resultados de investigación originados en un *sitio de estudio* a otro sitio de similares características denominado *sitio de política*, con el propósito de predecir las consecuencias económicas de una acción política (Rosenberger y Loomis, 2003). Bajo este enfoque, la máxima disposición a pagar por una acción política en el sitio de política,  $DAP^B$ , se puede inferir como  $DAP^B = DAP^A(z_B^1(z) - z_B^0(z))$ , donde  $DAP^A$  refleja el valor medio de un cambio marginal en alguna característica del sitio de estudio –en el presente estudio, la DH promedio para otros usos– por la acción política objeto de estudio: políticas de reasignación del agua. Mientras que  $z_B^1(z)$  es la DH promedio para otros usos que se alcanzaría en el sitio de política si se implementasen políticas de reasignación del agua, siendo  $z_B^1(z)$  preferible a  $z_B^0(z)$  en el sitio de política<sup>3</sup>.

*Aplicación empírica:* Se organiza en dos etapas. Primero se presenta el sitio de estudio del cual se obtuvo el valor marginal a transferir, luego se presenta el sitio de política junto con la acción política objeto de análisis.

**Sitio de estudio.** En línea con Rosenberger y Loomis (2003), el estudio más adecuado para predecir mediante el método de transferencia de beneficios el valor económico por políticas de reasignación del agua en el oasis Norte fue el estudio de Farreras y Abraham (2020). Dicho estudio estimó que, en promedio, el incremento de un punto porcentual de DH para otros usos equivale por hogar a 13,05 (6,24; 27,28) pesos argentinos anuales –en moneda 2017 sujetos a un ajuste por inflación– durante los próximos 30 años, las cifras entre paréntesis indican los límites del Intervalo de Confianza (IC) del 95%.

**Sitio de política:** oasis Norte de Mendoza. Para estimar el valor social por acciones de políticas de reasignación del agua, se evaluó el volumen promedio anual de agua distribuida por ha cultivada (Figura 1.B) y de la requerida según las necesidades hídricas de los cultivos de vid (HH azul) (Figura 1.C) en el oasis Norte. Posteriormente, se estimó la DH promedio para otros usos según las características de distribución.

### 3) RESULTADOS

La Tabla I presenta el cambio en el bienestar de los ciudadanos del oasis Norte por la implementación de políticas de reasignación del agua que permiten pasar de una DH promedio de 48% (Columna 1: distribución por ha cultivada) a 69% (Columna 2: distribución según necesidad hídrica de la vid).

**Tabla I:** Cambio en el bienestar social por políticas de reasignación del agua

	Columna 1	Columna 2
DH promedio para otros usos	48%	69%
Cambio (puntos porcentuales)		↑ 21
Cambio en el bienestar social		↑ 1.702,89 (814,17; 3.559,92)

Un aumento de 21 puntos porcentuales en la DH promedio para otros usos equivale, en términos de bienestar, a un gasto anual promedio por hogar de 1.702,89 (814,17; 3.559,92) pesos argentinos en moneda de 2022 por los próximos 25 años, con un IC del 95 %.

### 4) CONCLUSIONES

<sup>3</sup> Una descripción metodológica más completa se puede encontrar en Farreras (2017).

En base a un análisis de la HH de los viñedos a nivel de oasis, se integró un enfoque hidrológico y económico al estimar, en términos monetarios, el cambio en el bienestar de los ciudadanos del oasis Norte por políticas de reasignación del agua. Se estimó que la disposición a pagar por hogar es, en promedio, 1.702,89 (814,17; 3.559,92) pesos argentinos anuales –en moneda de 2022– durante los próximos 25 años por políticas de reasignación del agua que aumenten –al menos– en 21 puntos porcentuales la DH en el oasis. Esta información puede ser utilizada por los responsables de la formulación de políticas, gestores del territorio y ecologistas interesados en desarrollar soluciones sostenibles para mitigar los impactos del cambio climático relacionados con el agua.

## REFERENCIAS

**Cabré, M.F., Quérol H. y Nuñez, M., 2016:** Regional climate change scenarios applied to viticultural zoning in Mendoza, Argentina. *Int. J. Biometeorol.* 60, 1325–1340. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1126-3>

**Castex, V., Morán E. y M. Beniston, M., 2015:** Water availability, use and governance in the wine producing region of Mendoza, Argentina. *Environmental Science & Policy* 48, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.008>

**Civit, B., Piastrellini R., Curadelli S. y Arena, A.P., 2018:** The water consumed in the production of grapes for vinification (*Vitis vinifera*). Mapping the blue and green water footprint. *Ecological Indicators*, 85, 236-243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.037>

**Farreras, V y Abraham, L., 2020:** Valuation of viticultural adaptation to climate change in vineyards: A discrete choice experiment to prioritize trade-offs perceived by citizens. *Wine Economics and Policy*, 9(2), 99–112. <https://doi.org/10.36253/web-9823>

**Farreras, V., 2017:** Valoración económica de la remediación de los efectos de la contaminación de un basural a cielo abierto. El caso de “El pozo” de Godoy Cruz, Argentina. *Cuyonomics. Investigaciones en Economía Regional*, 1(1), 53–72. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/cuyonomics/article/view/1082>

**Grafton, R.Q., Williams J., Perry C.J., Molle F., Ringler C., Steduto P., Udall B., Wheeler S.A., Wang Y, Garrick D. y Allen, R.G., 2018:** The paradox of irrigation efficiency. *Science* 351, 748-750. <https://doi.org/10.1126/science.aat9314>

**Hoekstra, A.Y., Chapagain A.K., Aldaya M.M. y Mekonnen, M.M., 2011:** The water footprint assessment manual: setting the global standard. London: Water Footprint Network. Earthscan Publishing.

**IPCC, 2013:** Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P. (eds). New York, USA: Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.001>

**Mekonnen, M.M. y Hoekstra, A.Y., 2011:** The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol Earth Syst Sci* 15, 1577–600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

**Rivera J., Otta S., Lauro C. y Zazulie, N., 2021:** A decade of hydrological drought in Central-Western Argentina. *Frontiers in water*, 3, 640544. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.640544>

**Rosenberger, R. y Loomis, J., 2003:** Benefit transfer. En: Champ P., Boyle K. y Brown T. (eds.), *A Primer on nonmarket valuation* (pp. 445–482). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

**Schilardi, C., Rearte E., Martín L. y Morábito, J., 2015:** Diagnóstico prospectivo del desempeño de métodos de riego en la provincia de Mendoza. Puntos de atención y estrategias de optimización. CONAGUA 2015 XXV Congreso Nacional del AGUA 2015 “El agua como política de Estado” (15-19 de junio). Paraná, Entre Ríos.

**World Bank, 2016:** *High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy*. World Bank, Washington, DC.