

VARIABILIDAD DE LA OFERTA HÍDRICA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO COLORADO

Carolina Aumassanne^a, Ana Paula Salcedo^b, Fernanda Gaspari^c, Jorge Bonilla^b,
Dardo Fontanella^a

^aAgencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo, La Pampa, ARGENTINA

^bSubgerencia Centro Regional Andino, INA, Mendoza, ARGENTINA

^cFacultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata,

ARGENTINA e-mail: aumassanne.carolina@inta.gob.ar

RESUMEN

En los oasis productivos del centro oeste de Argentina, toda la actividad agrícola, industrial, hidroeléctrica y los asentamientos humanos, dependen del agua proveniente de la fusión de la nieve y de los cuerpos de hielo que se encuentran en las altas cumbres de la Cordillera de los Andes. La oferta hídrica de estas cuencas tiene condicionantes climáticos y geográficos, por ello, su régimen hídrico está sometido a variaciones anuales e interanuales, modulado por la intensidad y duración de las precipitaciones níveas. El objetivo de este trabajo fue estudiar la variabilidad temporal de la precipitación y los caudales erogados en la cuenca alta del río Colorado. Se recopilaron registros de caudal de 7 estaciones de aforo y de precipitación de 3 estaciones meteorológicas en las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas, para el período 1991-2021. Los datos fueron descargados de Base de Datos Hidrológica Integrada a cargo de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante Infostat, de los caudales mensuales y anuales, obteniendo los parámetros de máximo, mínimo, desvío estándar y tendencias de cada estación y parámetro evaluado. La mayor precipitación mensual ocurre en el período invernal, siendo el mes de junio con el mayor registro en las 3 estaciones analizadas. El régimen hídrico del río Colorado se caracteriza como fuertemente estacional, con crecidas que se presentan en el período octubre/marzo, siendo el río Grande el mayor afluente. Puede observarse una tendencia negativa en el derrame de las 7 estaciones analizadas, con derrames por debajo de su promedio en los últimos 9 años de análisis.

Palabras Clave: Cuencas hidrográficas, Derrame, Río Colorado, variabilidad, precipitaciones.

INTRODUCCIÓN

En la Cordillera de los Andes aproximadamente entre 28°S y 37°S se ubican las nacientes de diversos ríos que pertenecen al sistema hidrológico del río Colorado. Estos ríos se alimentan, principalmente, de la fusión de la nieve que se acumula durante cada invierno y son la principal fuente de agua superficial para los oasis irrigados aguas abajo, donde se desarrollan las principales actividades socio-económicas (Boninsegna y Llop, 2015). La oferta hídrica de estas cuencas está regulada por condicionantes climáticos y geográficos, por ello, su régimen hídrico está sometido a variaciones anuales e interanuales, modulado por la intensidad y duración de las precipitaciones níveas

(Boninsegna y Villalba, 2006). Las poblaciones dependientes de las cuencas de los ríos alimentados por la nieve, tendrán suministros menores de agua durante el correr de los años, suponiendo que las tendencias climáticas continúen (ADB, 2013). Particularmente, los últimos 11 años estuvieron dominados por un período prolongado de sequía hidrológica en el cual el déficit en la cantidad de nieve acumulada se propagó a lo largo de las distintas componentes del ciclo hidrológico regional (Rivera *et al.*, 2021). La “mega sequía” como ya comienza a denominarse en la reciente bibliografía científica, se caracteriza por un aumento de ~ 0.8 °C en la temperatura media anual del aire y una reducción de un 40 % en las precipitaciones anuales (Garreaud *et al.* 2017, Fuentealba *et al.* 2021). Por otro lado, existe una demanda de agua cada vez mayor en la región debido a nuevas actividades y usuarios, esta demanda encuentra un límite existente en la disponibilidad real de agua. El sector agropecuario es la principal actividad productiva sobre la cual se estructura la actividad económica de la región del Colorado. En este contexto se define como objetivo del presente trabajo estudiar la variabilidad temporal de la precipitación y los caudales erogados en la cuenca alta del río Colorado.

Área de estudio

El río Colorado se origina de la confluencia de dos de sus principales afluentes, los ríos Grande y Barrancas. Recorre alrededor de 1200 km atravesando parte de las provincias de Mendoza, Neuquén, Río Negro, La Pampa y Buenos Aires. Tiene un derrame anual promedio de 4380 Hm^3 y una superficie total de drenaje de 47.459 km^2 . Su caudal medio anual es de $138,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (COIRCO, 2015), caracterizado por una marcada estacionalidad primavero-estival, atribuida a su régimen principalmente nival. Pertenece al grupo de los sistemas patagónicos de vertiente atlántica (Weber *et al.*, 2005). El río Colorado adquiere la tonalidad que le da nombre, a partir del arrastre y aporte de sedimentos provenientes de secuencias clásticas tales como areniscas, pelitas y conglomerados. Estas unidades sedimentarias están intensamente afectadas por la erosión fluvial, tanto de los cauces principales como de tributarios estacionales, los cuales dado el transporte de sedimentos que realiza, suelen generar extensos abanicos aluviales. Esta condición se mantiene en cercanías al ingreso del embalse de Casa de Piedra, donde la carga clástica transportada se deposita en el lecho del mismo.

La subcuenca del río Grande está situada enteramente en la provincia de Mendoza, con sus nacientes en el macizo central de Los Andes, que limita con Chile, siendo sus principales tributarios los ríos Cobre y Tordillo. Posee un régimen hidrológico casi exclusivamente nival y su caudal medio anual es de $111 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Por su parte, el río Barrancas nace también en la cordillera de los Andes, aproximadamente a los $36^\circ 05'$ de latitud Sur, en proximidades de las lagunas Negra y La Fea, y fluye sobre el límite interprovincial entre Mendoza y Neuquén. El régimen hídrico del río Barrancas se constituye como una transición entre nival, hacia el norte de la cuenca, y pluvio-nival hacia el sur de la misma. Su caudal medio anual se calcula en $36,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, variando entre un mínimo diario de $12 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en períodos de estiaje y llegando próximo a los $134,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en épocas de intenso deshielo (Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública, 2013). Los ríos Grande y Barrancas aportan la mayor proporción del volumen de agua que en parte escurre superficialmente por el río Colorado y en parte se infiltra en las zonas de recarga alimentando el acuífero regional.

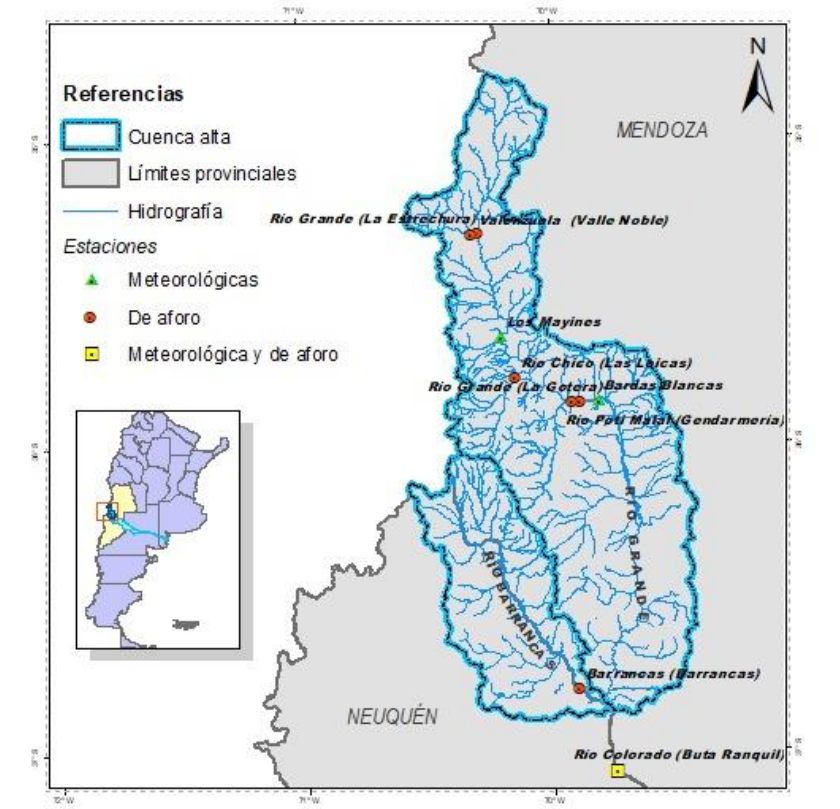


Figura 1: Mapa de ubicación área de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilaron registros de caudal de 7 estaciones de aforo (Tabla 1) y de precipitación de 3 estaciones meteorológicas (Tabla 2) en las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas, para el período 1991-2021. Los datos fueron descargados de la Base de Datos Hidrológica Integrada a cargo de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante Infostat (Di Renzo *et al.*, 2008) de los caudales mensuales y anuales, obteniendo los parámetros de máximo, mínimo, desvío estándar y tendencias de cada estación y parámetro evaluado.

Tabla 1. Ubicación de estaciones hidrológicas.

Cuenca	Rio	Estación	Ubicación
Grande	Poti Malal	Gendarmería	
	Valenzuela	Valle Noble	35°19'27.00"S 70°18'40.00"O
	Grande	La Gotera	35°52'13.00"S 69°53'0.44"O
	Chico	Las Loicas	35°47'32.15"S 70° 8'29.50"O
	Grande	La Estrechura	35°19'11.78"S 70°17'15.26"O
Barrancas	Barrancas	Barrancas	36°48'24.76"S 69°53'35.37"O
Colorado	Colorado	Buta Ranquil	37° 4'34.23"S 69°44'47.61"O

Tabla 2. Ubicación de estaciones meteorológicas

Cuenca	Estación	Ubicación
Grande	Los Mayines	35°39'21.80"S 70°12'4.00"O
	Bardas Blancas	35°51'59.00"S 69°48'44.00"O
	Buta Ranquil	37° 4'34.23"S 69°44'47.61"O

RESULTADOS

A partir del análisis realizado, pudo observarse que los mayores caudales se presentan en los meses de primavera, y los menores caudales se registran en los meses de otoño. Por otra parte, puede indicarse que las mayores variabilidades se registran en las estaciones de primavera y verano. En la Figura 2 se observan los caudales de las estaciones de aforo ubicadas íntegramente en la subcuenca del río Grande. La estación La Estrechura registra los mayores valores con un pico en el mes de diciembre para la serie analizada.

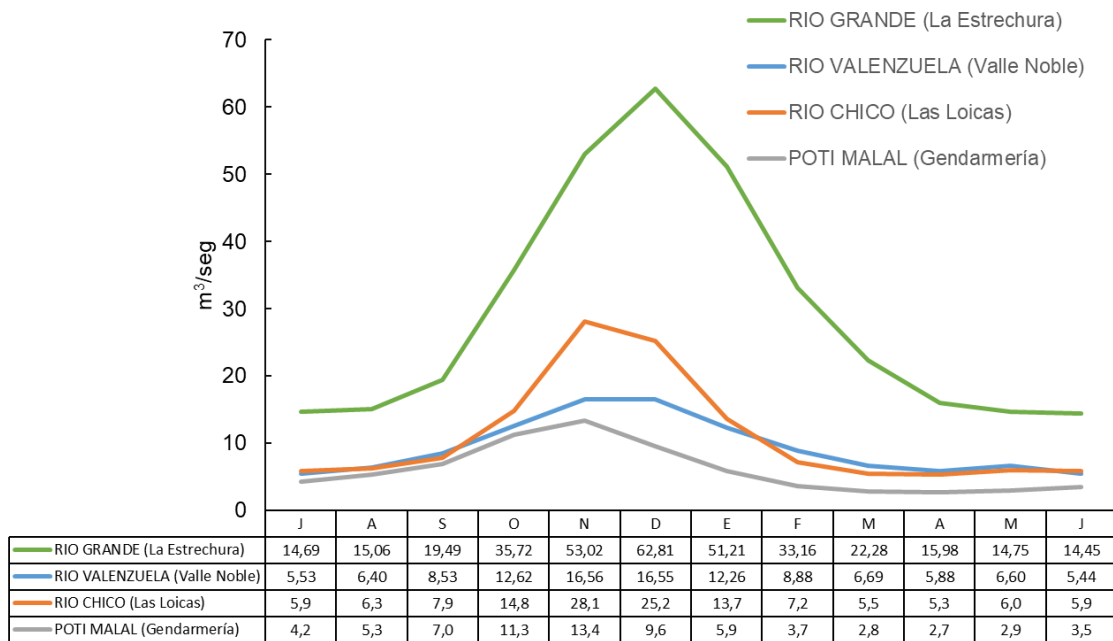


Figura 2: Caudal medio mensual correspondiente a la serie 1991-2021.

En la Figura 3 se observan los caudales para tres de las estaciones de aforo representativas de cada subcuenca, así como la estación Buta Ranquil aguas abajo de la confluencia de los afluentes principales. El régimen hídrico del río Colorado se

caracteriza como fuertemente estacional, con crecidas que se presentan en el período octubre/marzo, siendo el río Grande el mayor afluente. Se identifica que del caudal total del río Colorado un 71 % corresponde al aporte del río Grande y el restante al río Barrancas.

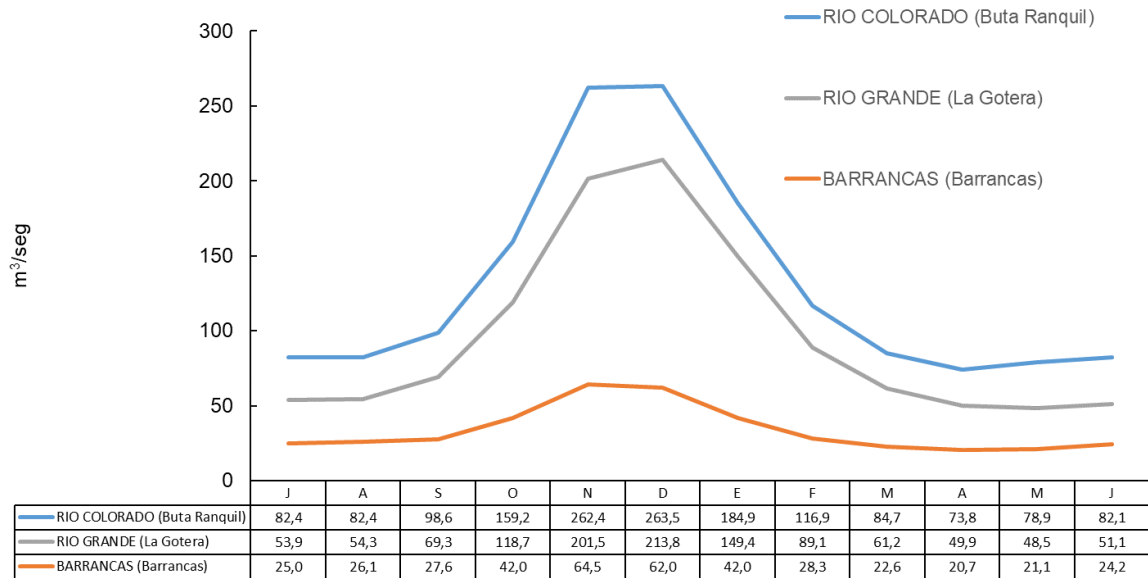
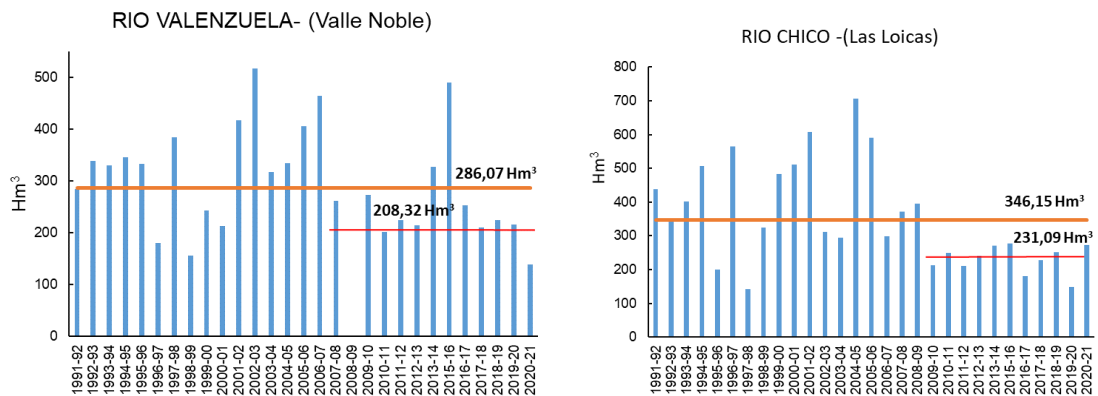


Figura 3: Caudal medio mensual correspondiente a la serie 1991-2021.

Respecto a los derrames, por la margen derecha, el río Valenzuela, Chico y Poti Malal son afluentes del río Grande, presentando el mayor aporte Poti Malal (Figura 4). El río Valenzuela presenta mayor variabilidad en los derrames anuales de los últimos años, pero en el río Chico y Poti Malal puede observarse claramente la disminución en los derrames anuales en los últimos 11 años, presentando un derrame del 66 % para el río Chico y 50, 5% para Poti Malal.



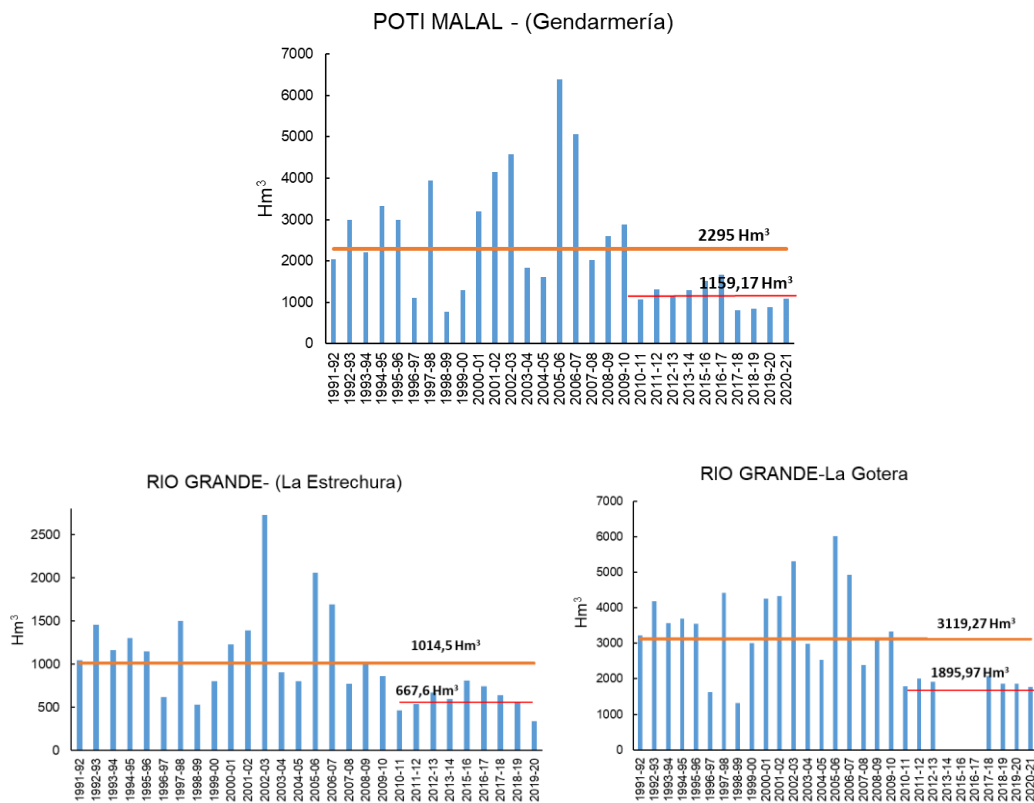


Figura 4: Derrames anuales para estaciones de aforo en la cuenca del río Grande. Promedio histórico (1991-2021) y de los últimos años (periodo seco).

Por su parte, en la subcuenca del río Barrancas se cuenta con una sola estación de aforo (Figura 5), sobre la cual se registra un derrame anual de 1077,8 Hm³. También se registró durante los últimos 10 ciclos hidrológicos consecutivos derrames por debajo de su promedio, el cual representa el 68 % de su promedio histórico.

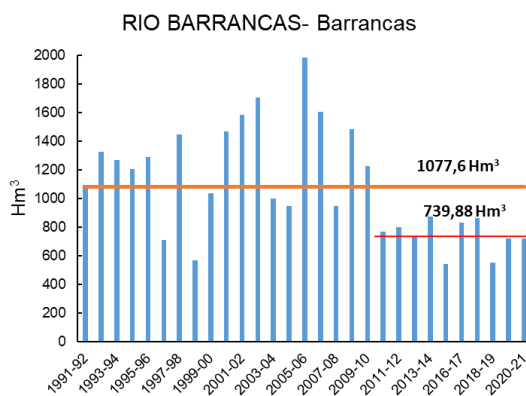


Figura 5: Derrame anual para la estación de aforo en la cuenca del río Barrancas. Promedio histórico (1991-2021) y de los últimos años (periodo seco).

En la figura 6 se observan los derrames en la estación Buta Ranquil, primera estación de aforo luego de la confluencia de los ríos Grande y Barrancas. Puede observarse la misma

situación que en la estación antes descrita, presentando en promedio un derrame que corresponde al 65 % del promedio histórico.

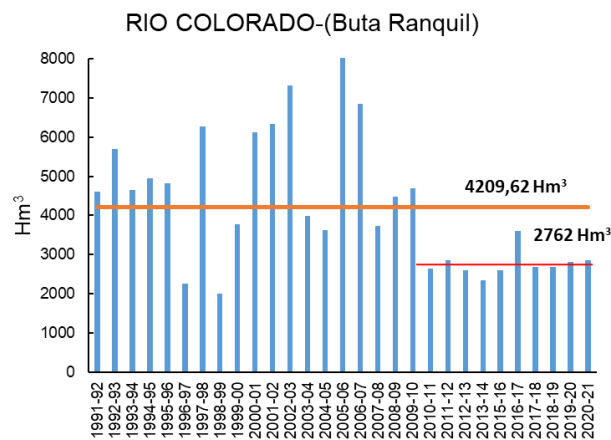


Figura 6: Derrame anual en estación de aforo Buta Ranquil aguas debajo de la confluencia del río Grande con río Barrancas. Promedio histórico (1991-2021) y de los últimos años (periodo seco).

En todas las estaciones analizadas puede observarse una tendencia negativa en el derrame, con volúmenes por debajo de su promedio en los últimos 9-10 años de análisis, según el caso. En promedio se registraron derrames que representan el 64 % de los derrames históricos para la cuenca alta del río Colorado.

Del análisis de los datos de estaciones meteorológicas de la cuenca alta del río Colorado, se puede enunciar que la mayor precipitación mensual ocurre en el período invernal, siendo el mes de junio con el mayor registro en las 3 estaciones analizadas (Figura 7).

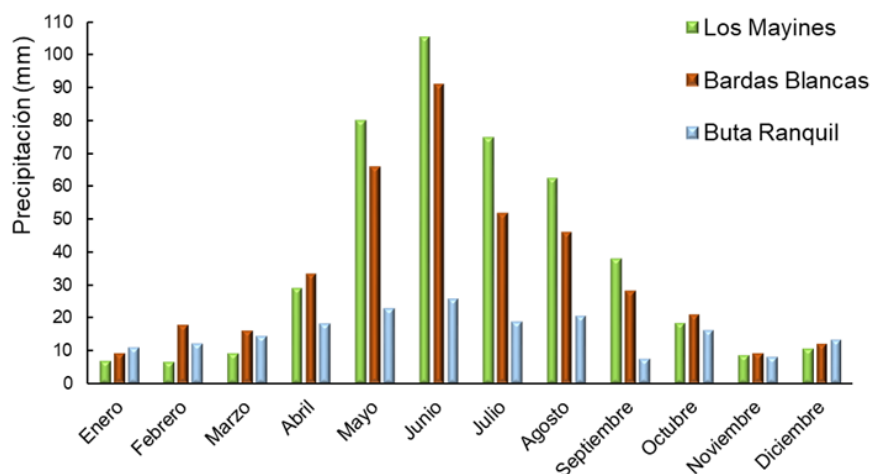


Figura 7: Precipitaciones promedios mensuales para las estaciones Los Mayines, Bardas Blancas y Buta Ranquil para el período 1991-2021.

En la siguiente figura puede observarse la precipitación total anual para las estaciones de Los Mayines, Bardas Blancas y Buta Ranquil. El promedio de precipitación total

anual es 431,24 mm, 356,76 mm y 183,29 mm respectivamente. Se identifica una clara tendencia negativa de las precipitaciones que se inicia aproximadamente en el año 2010 y persiste hasta la actualidad (Figura 8).

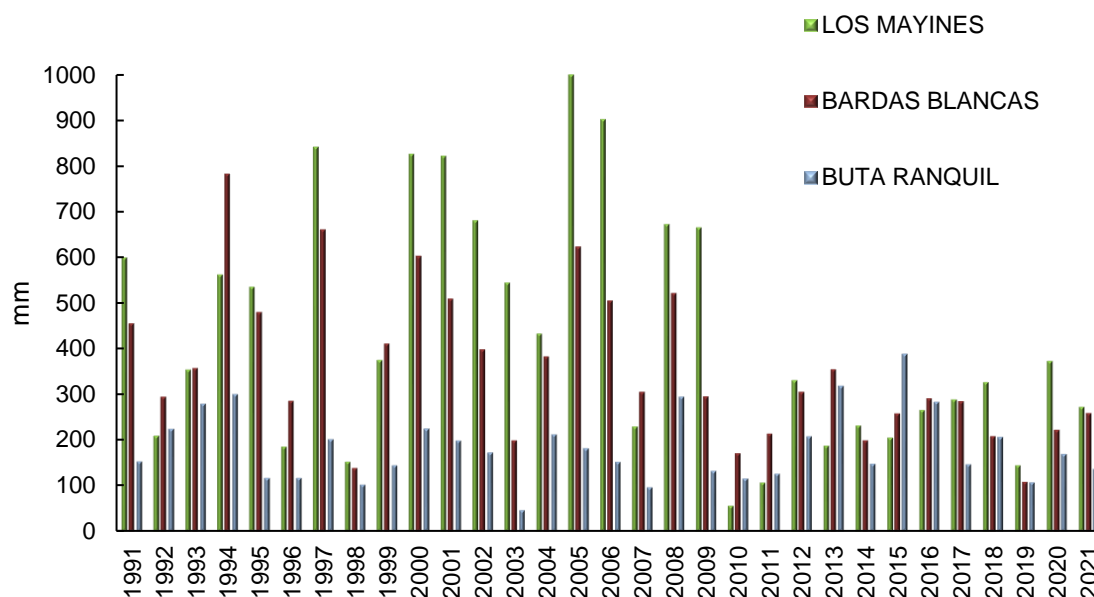


Figura 8: Precipitación total anual para las estaciones Los Mayines, Bardas Blancas y Buta Ranquil para el periodo 1991-2021.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Si bien los análisis estadísticos realizados sobre los datos hidrometeorológicos en la cuenca son concluyentes y coincidentes con las tendencias generales para Andes Centrales de las publicaciones recientes, es necesario profundizar el estudio de la variabilidad de la oferta hídrica en toda la Cuenca del río Colorado, incluyendo otras variables de medición en la cuenca como el equivalente en agua de nieve.

Además, es importante avanzar con nuevas herramientas y fuentes de información, que nos permita generar información calificada y actualizada de la oferta y demanda de agua en la cuenca del Colorado a los tomadores de decisión para un mejor aprovechamiento del recurso en un marco de sustentabilidad y de gestión integrada del recurso.

BIBLIOGRAFÍA

- ADB (Asian Development Bank). 2013. Thinking about Water Differently: Managing the Water-Food-Energy Nexus. Asian Development Bank. Disponible en: <https://www.adb.org/publications/thinking-about-water-differently-managing-water-food-energy-nexus>
- Boninsegna, J., Villalba, R. 2006. Los condicionantes geográficos y climáticos. Documento marco sobre la oferta hídrica en los oasis de riego de Mendoza y San Juan. Primer informe a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 19p.
- Boninsegna, J., Llop, A. 2015. Impactos y vulnerabilidad al cambio climático de los principales ríos de Mendoza y San Juan a partir de la evolución de los glaciares

- cordilleranos. La economía del cambio climático en la Argentina. CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 161.67 p.
- COIRCO (Comité Interjurisdiccional del Río Colorado). Perl, J. E., Andrés, F. O. 2015. Presentación: Manejo Integral de La Cuenca Del Río Colorado. Oferta y Demanda Hídrica En Períodos de Sequía. En: Jornada de Actualización "Cuenca del río Colorado: Situación Actual, Proyectos en Ejecución, Planificación". Villa Casa de Piedra, La Pampa. Disponible en: www.coirco.com.ar
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G, Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008.
- Fuentealba, M., Bahamóndez, C., Sarricolea, P., Meseguer-Ruiz, O. y Latorre, C. 2021. The 2010-2020 ‘megadrought’ drives reduction in lakes surface area in the Andes of central Chile (32° - 36°S). *Journal of Hydrology. Regional Studies* 38.
- Garreaud, R.D., Alvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Pablo Boisier, J., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., Zambrano-Bigiarini, M. 2017. The 2010-2015 megadrought in central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21 (12), 6307–6327.
- Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. 2013. Diagnóstico Integrado y escenarios de futuro de la región y la cuenca del río Colorado. Programa de fortalecimiento institucional. Comité Interjurisdiccional del Río Colorado. Disponible en: <http://consorciohidraulico.com.ar/userfiles/RC1-pla.pdf>.
- Rivera, J. A., Marianetti, G., Scaglione, M. 2021. “Análisis de los eventos de precipitación que afectan la distribución de agua potable en el Gran Mendoza, Argentina”. *Cuadernos Geográficos* 61(2):204–22.
- Weber, J., Tarrab, L., Rojas, J., Liendo, L. y Paoli, H., 2005. Influencia de la geometría en la predicción de la distribución de velocidades en cauces naturales - Caso Río Colorado. En: Farias, H., Brea, J. y Cazeneuve, R (eds). Ríos 2005: Principios y Aplicaciones en hidráulica de Ríos. Segundo simposio regional sobre hidráulica de ríos. Neuquén, Argentina.