



## **INFORME HIDROMETEOROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO COLORADO**

Aumassanne, Carolina, M<sup>1</sup>; Fontanella, Dardo<sup>1</sup>; Oricchio, Patricio<sup>2</sup>; Beget, María Eugenia<sup>2</sup>, Gattinoni, Natalia<sup>2</sup>; Masseroni, María Lujan<sup>1</sup>; Ramis, Vanesa<sup>2</sup>; Espíndola, Aimé<sup>2</sup>; Dunel Guerra, Luciana<sup>3</sup>; Vanzolini, Juan Ignacio<sup>3</sup>; Storniolo, Romina<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo EEA Anguil- <sup>2</sup>Instituto de Clima y Agua, CIRN, CNIA

- <sup>3</sup>Laboratorio de Suelos y Agua - EEA INTA Hilario Ascasubi.

### **Contenido:**

- 1. Cobertura de nieve estimada a partir del producto MOD10A2 en la cuenca alta del río Colorado.**
- 2. Caudal del río Colorado en la estación Buta Ranquil (Neuquén).**
- 3. Calidad de agua del río Colorado en 25 de Mayo (La Pampa) y estación de aforo Paso Alsina (Buenos Aires).**
- 4. Pronósticos a corto y mediano plazo para la cuenca del río Colorado.**

En cuencas de régimen nival como es el caso de la cuenca del río Colorado, las variaciones espaciales y temporales de la cubierta de nieve, determinan la disponibilidad de agua, dado que la superficie cubierta de nieve es un claro indicador de la cantidad de recursos hídricos almacenados. Actualmente, existe la posibilidad de contar con información derivada de sensores remotos para cuantificar la cobertura de nieve y conocer con algunos meses de anticipación el volumen de agua que estaría disponible para los diversos usos (urbano, agrícola, minero, entre otros). Además, existen otras fuentes de información que permiten estimar componentes del balance de agua, resultando en una interesante fuente de información complementaria de estaciones nivométricas e hidrológicas. De esta forma, se presentan pronósticos a corto y mediano plazo que permiten planificar y gestionar de manera integral los recursos hídricos a escala de cuenca.



## 1. COBERTURA DE NIEVE ESTIMADA A PARTIR DEL PRODUCTO MOD10A2 EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO COLORADO

Dada la importancia de conocer la distribución de la cobertura de nieve y su evolución espacio temporal en la cuenca alta del río Colorado, se utiliza un producto derivado de imágenes satelitales provistas por el sensor MODIS (MOD10A2) que permite evaluar la cobertura de nieve desde el año 2000. A continuación, se presenta información actualizada de las principales componentes del balance de agua en la cuenca alta, tal como es la cobertura de nieve y la esorrentía superficial del curso principal.

La cobertura de nieve en el período comprendido entre el 20 y el 27 de julio, tuvo una extensión de 6350 km<sup>2</sup> lo que equivale al 46 % de la superficie de las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas (Figura 1). Para este período, la cobertura de nieve es menor al promedio histórico (8743 km<sup>2</sup>) en un 27 %.

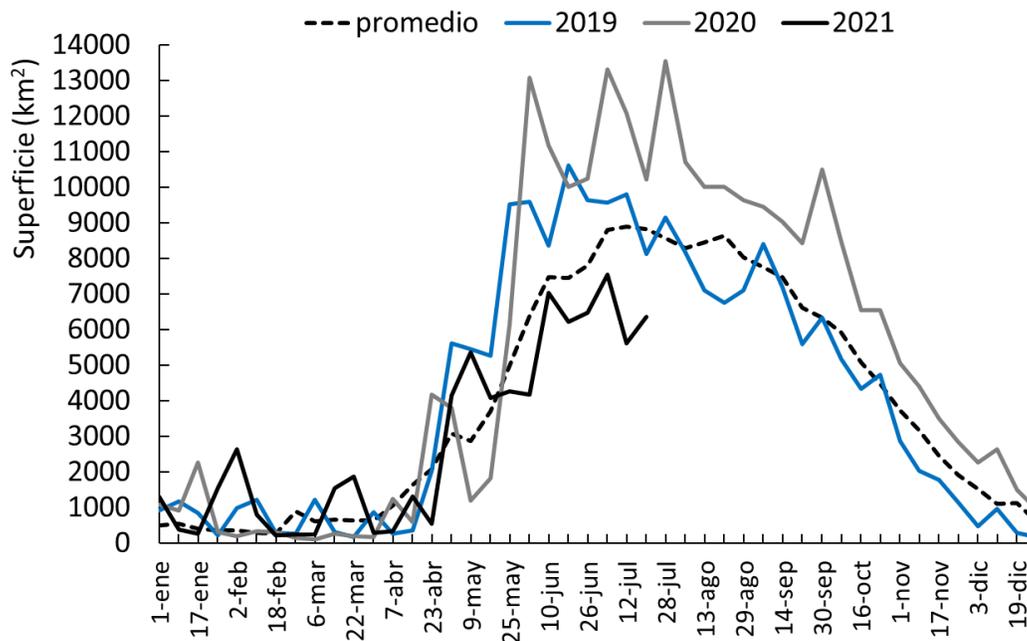
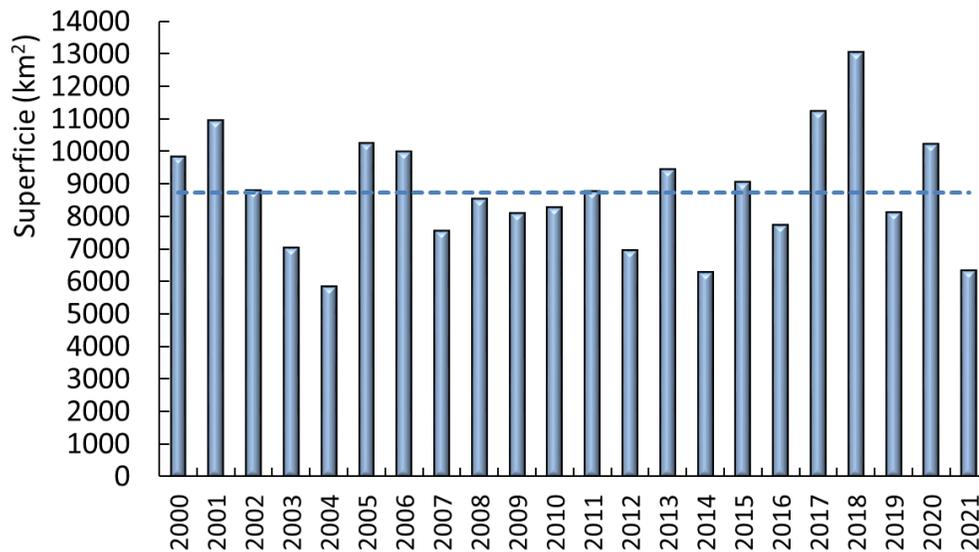


Figura 1. Evolución de la cobertura de nieve anual estimada a partir de MOD10A2 para a cuenca alta del río Colorado.

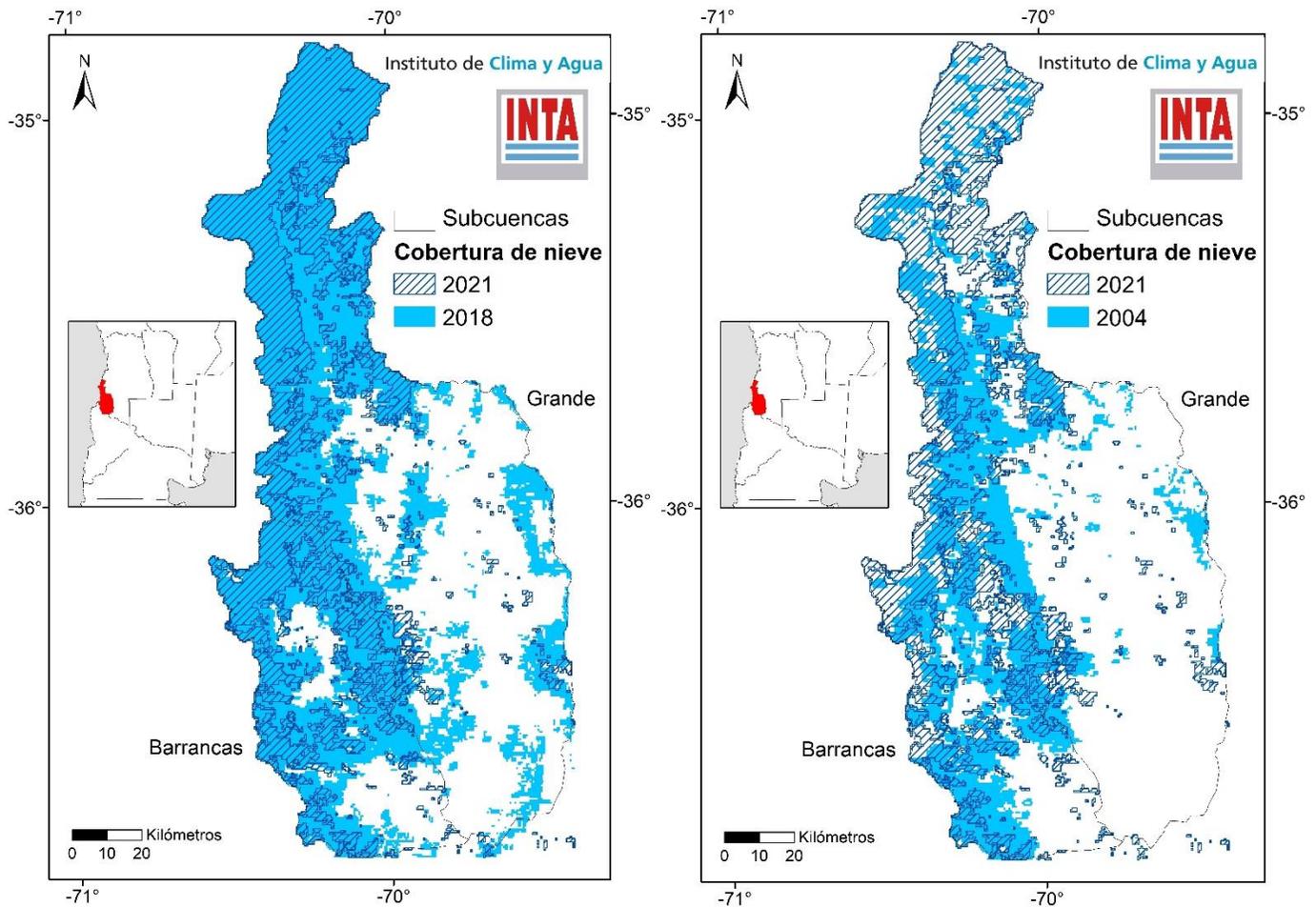


En efecto, el área actual cubierta por nieve para la última década del mes de julio del presente año indica que la cuenca posee la segunda menor reserva de agua de 20 años analizados, situación similar al año 2004, que tuvo una cobertura de 5854 km<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Superficie cubierta por nieve durante el 20 y el 27 de julio desde el año 2000 a 2021 para la cuenca alta del río Colorado y cobertura promedio para el mismo período (línea punteada).

Puede observarse en la siguiente figura 3 (derecha e izquierda) la extensión de la cobertura de nieve en el período del 20 al 27 de julio del presente año, y su distribución en las subcuencas de los ríos Grande y Barrancas y el máximo registrado para el mismo período en el año 2018 con una superficie de 13035 km<sup>2</sup> y un mínimo de 5854 km<sup>2</sup> registrado en el año 2004.

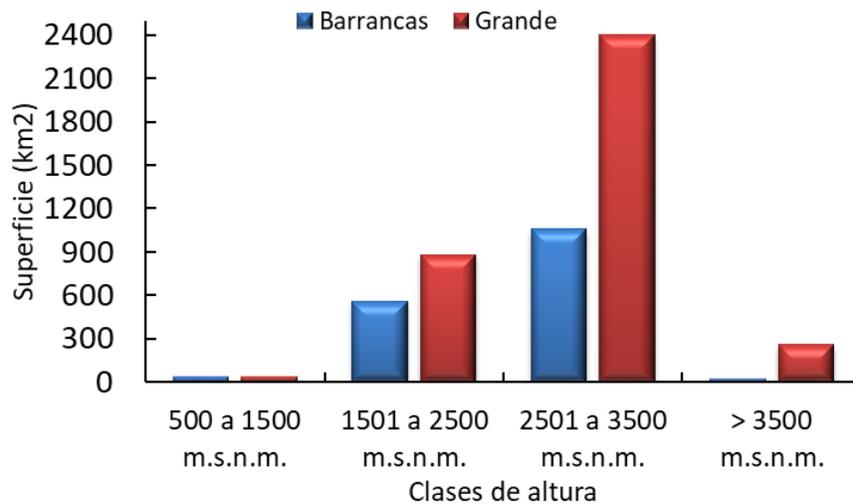


**Figura 3.** Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para la cuenca alta del río Colorado. A la izquierda: cobertura de nieve en el período 20 al 27 de julio de 2021 y máximo de la serie histórica para la misma fecha (año 2018). A la derecha: cobertura de nieve en el período 20 al 27 de julio de 2021 y mínimo de la serie histórica para la misma fecha (año 2004).

Las subcuencas del Barrancas y Grande presentan diferencias en sus áreas de aporte en cuanto a elevación, pendiente, orientación y tamaño (Aumassanne *et al.*, 2018), que se reflejan en diferencias en la dinámica de permanencia de la nieve y, en consecuencia, en su comportamiento hidrológico. La altimetría es una variable determinante de la permanencia de nieve en la superficie. La subcuenca del río Grande tiene una altitud media de 3945 m.s.n.m., 159 metros superior a la subcuenca del río Barrancas (Aumassanne *et al.*, 2018), por

lo tanto, cuanto mayor es la altura media de una cuenca activa, la duración del almacenamiento se aproxima más al año entero, como sostienen Lascano y Villalba, (2007) ya que la persistencia temporal de la nieve depende de la altitud y de la latitud.

El 54 % de la cobertura de nieve para el último período analizado se ubica principalmente entre los 2501 a 3500 m.s.n.m., con 1058,3 km<sup>2</sup> en la subcuenca del río Barrancas y 2400,6 km<sup>2</sup> en la subcuenca del río Grande (Figura 4).



**Figura 4.** Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para las subcuencas del río Barrancas y Grande en relación con la altura (m.s.n.m.).

## 2. CAUDAL DEL RÍO COLORADO EN LA ESTACIÓN BUTA RANQUIL (NEUQUEN)

Los caudales promedios del río Colorado en la estación Buta Ranquil registraron valores superiores al año 2020 desde enero a junio del presente año (Figura 5). El mes de julio presentó un caudal promedio de 43 m<sup>3</sup>.seg<sup>-1</sup>, un 47 % por debajo del promedio histórico de dicho mes y por debajo del mínimo histórico registrado en mencionada estación de aforo. El derrame del año 2020 fue de 2504 hm<sup>3</sup>, representando un 56 % del derrame promedio de la serie (4436 hm<sup>3</sup>).

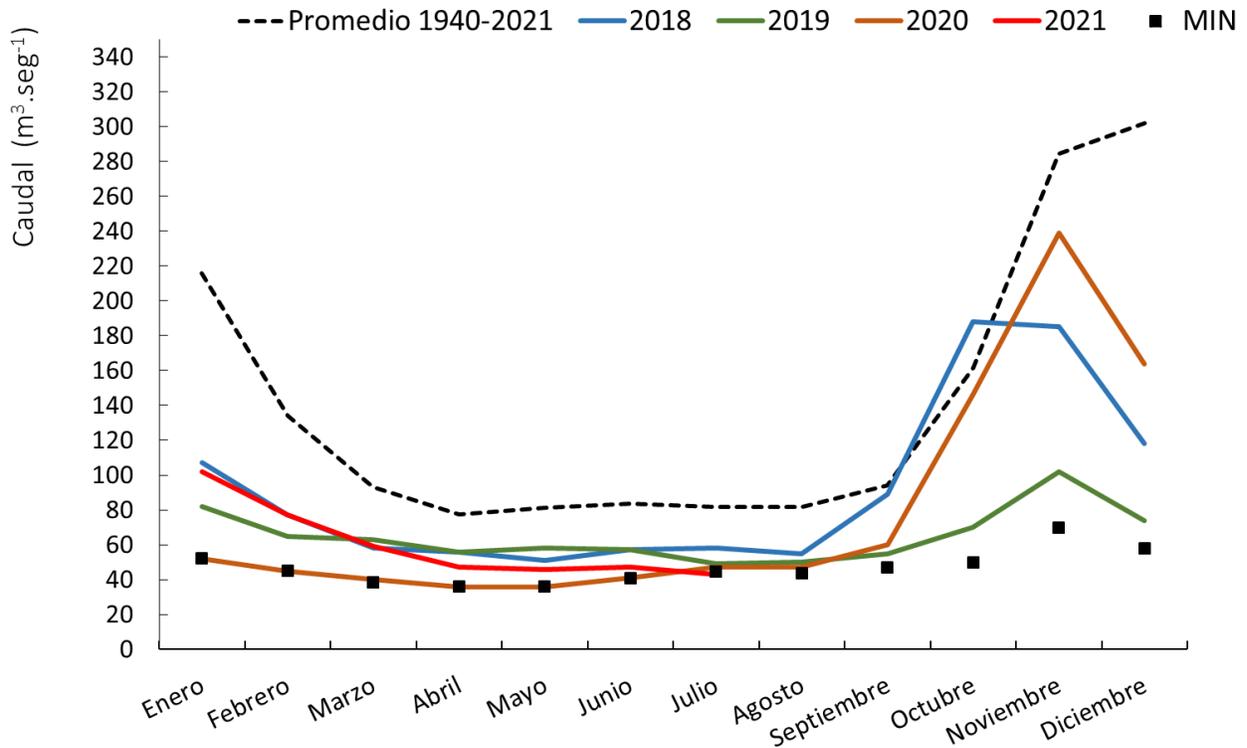


Figura 5. Caudal promedio mensual del río Colorado en la estación Buta Ranquil de los años 2018, 2019, 2020 y mínimo histórico mensual (1940-2020). Fuente: [www.coirco.gob.ar](http://www.coirco.gob.ar).

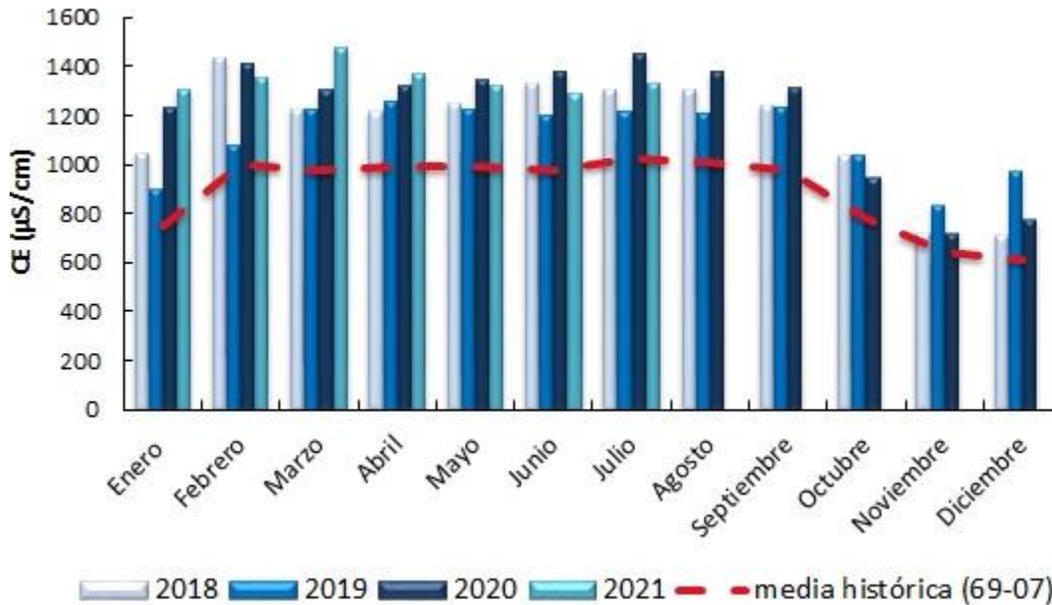
### 3. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLORADO

#### 25 de Mayo (La Pampa)

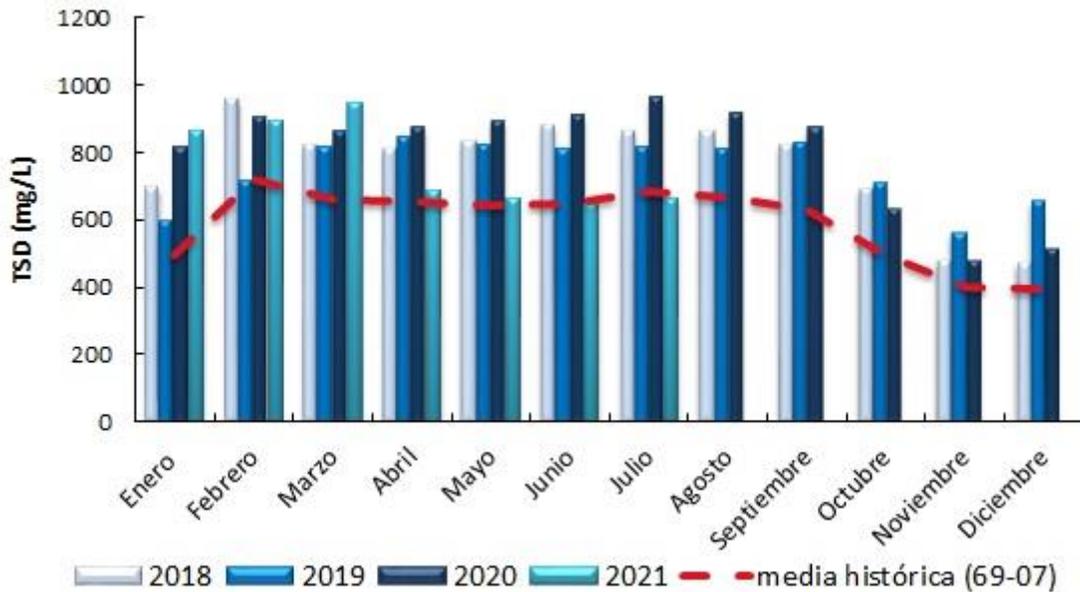
Este sitio es el punto de ingreso al área bajo riego del Sistema de Aprovechamiento Múltiple del río Colorado en 25 de Mayo, La Pampa. Desde el mes de enero a julio del presente año la conductividad eléctrica (CE) y el total de sólidos disueltos (TSD) promedios mensuales del agua del río Colorado en 25 de Mayo resultaron mayores a los valores medios mensuales de la serie histórica de datos (Figuras 6 y 7). Para el mes de julio la



CE tuvo un valor máximo de 1430  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y mínimo de 1241  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y en el caso del TSD estos valores fueron de 715 mg/l y 624 mg/l. Por otro lado, el pH presenta valores para el mes de julio entre 8,32 y 8,56 lo que se corresponde con aguas básicas. Este parámetro no mostró variaciones considerables intra e interanuales.



**Figura 6.** Conductividad eléctrica (CE) expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En barras se grafica la CE media mensual obtenida para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva la CE media mensual de la serie histórica.



**Figura 7.** Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l. En barras se grafica el TSD medio mensual obtenido para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva el TSD medio mensual de la serie histórica.

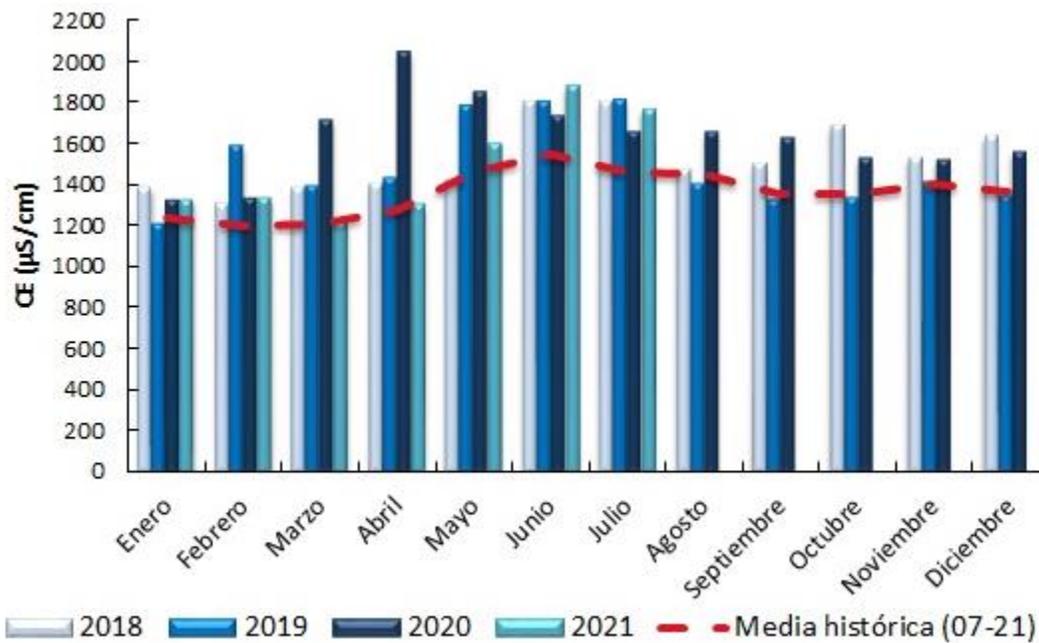
Según las bases para el Acuerdo Interprovincial de COIRCO en el año 1976, el límite máximo tolerable de salinidad en aguas para riego es de 1800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esto indica que, si bien el agua del río Colorado está incrementando su salinidad producto de su reducido caudal, los valores monitoreados no superan los límites tolerables para su uso para riego, con algunas excepciones puntuales provocadas precipitaciones intensas ocurridas en la cuenca alta.

Desde el año 2013 la AER 25 de Mayo monitorea periódicamente la calidad del agua del río Colorado. Se cuenta con registros CE, TSD, pH, temperatura y cationes y aniones mayoritarios. Para más información de calidad de agua puede consultar: <https://inta.gob.ar/documentos/calidad-de-agua-del-rio-colorado>



### Estación de aforo Paso Alsina

Este sitio es el punto de ingreso a la región del valle bonaerense del río Colorado (VBRC), provincia de Buenos Aires. Los valores de CE variaron de 1760 a 1880  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el período bajo estudio (junio-julio), mientras que los SDT oscilaron entre 1038 y 1127 mg/l (Figura 8 y 9).

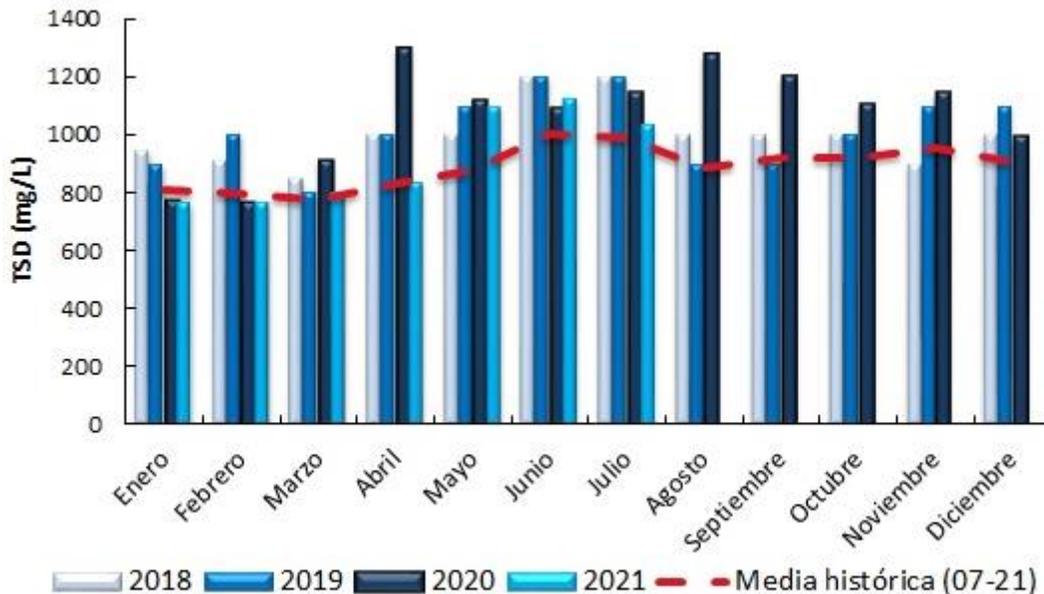


**Figura 8.** Conductividad eléctrica (CE) expresada en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . En barras se grafica la CE media mensual obtenida para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva la CE media mensual de la serie histórica.

La CE y el TSD son dos parámetros estrechamente relacionados. A mayor concentración de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. Este es el motivo por el cual la media histórica de las Figuras 8 y 9, siguen una tendencia similar en el tiempo. La concentración salina es inversa al caudal erogado, es decir que, a menor entrega de agua, mayores valores de CE se presentan. El régimen estacional



del caudal y las altas concentraciones de estos parámetros, se debe al corte de agua, producto de la regulación que cumple el Embalse Casa de Piedra aguas arriba.



**Figura 8.** Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l. En barras se grafica el TSD medio mensual obtenido para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 y con una curva el TSD medio mensual de la serie histórica.

En general, la CE y TSD transportados por el río, aumentan de abril a julio, donde comienzan a descender hasta encontrar los valores mínimos anuales en el último y primer trimestre de cada año. Durante la primavera-verano, momento de mayor requerimiento hídrico de los cultivos con una evapotranspiración potencial elevada, la calidad del agua en relación a estos parámetros es mejor para el riego de los cultivos. Durante este período de estudio el grado de restricción de uso según FAO (Ayers & Westcot, 1985) se mantuvo en la categoría leve a moderada, la infiltración no mostró restricciones y el pH fue normal, mientras que de acuerdo a la normativa Riverside (Richards, 1954) su calificación se mantuvo constante en C3S1. La tendencia específica del incremento de sales resultó creciente. Sin embargo, esto no es una limitante para el riego de los cultivos del VBRC, debido al período de corte de agua.

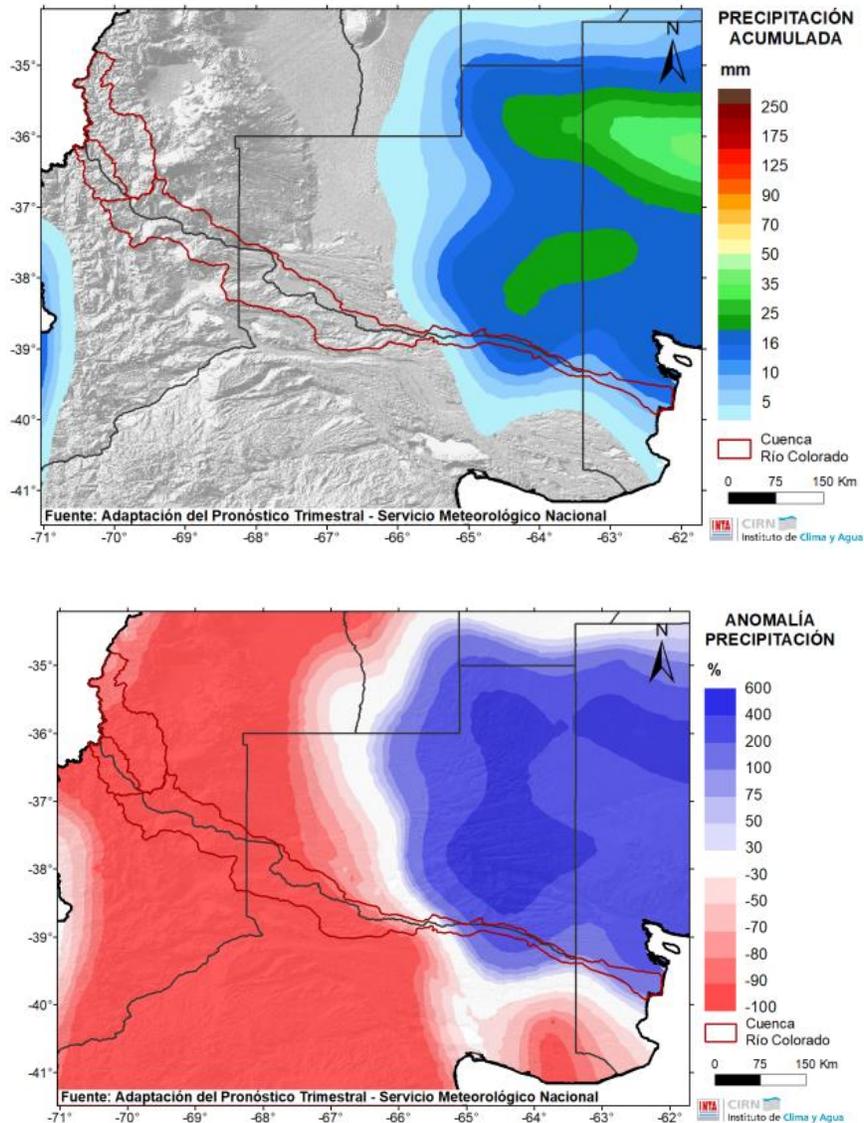


En lo que respecta al pH del agua, los valores mínimos detectados durante junio y julio fueron de 8,1 unidades mientras que los máximos rondaron las 8,5 unidades. Este rango se encuentra dentro del margen descrito en bibliografía para aguas naturales, coincidente con el nivel normal de pH considerado en la zona radicular para la mayoría de las plantas de acuerdo a FAO (1976). Se destaca un aumento paulatino de los valores de pH en el tiempo, es decir, una ligera tendencia a la alcalinidad del agua del río.

#### **4. PRONÓSTICOS A CORTO Y MEDIANO PLAZO PARA LA CUENCA DEL RÍO COLORADO**

##### ***Pronóstico de lluvias para la semana entre el 05 y el 10/08/2021***

Para el jueves 05 se espera aumento paulatino de la nubosidad y viento moderados del sector norte que rotarán al oeste. El viernes 06 y sábado 07 ingresaría una masa de aire fría acompañada por vientos moderados del sector sudoeste con abundante nubosidad y probabilidad de lluvias y algunas nevadas aisladas sobre Neuquén (zonas cordilleranas). Durante los días domingo 08 y lunes 09, sobre el este de la región se prevé aumento de la nubosidad y vientos que rotarán al noreste debido a un sistema de mal tiempo que provocaría lluvias y tormentas de variada intensidad sobre La Pampa (este), Río Negro (noreste) y Bs. As. (oeste). Hacia el martes 10 se espera el ingreso de aire frío con marcado descenso de las temperaturas y buena insolación. Los acumulados de precipitación semanales, de ocurrir, podrían encontrarse levemente por encima de los valores esperados como normales para esta época del año sólo sobre zonas cordilleranas de Neuquén. Sobre el centro de la región de estudio se prevé anomalías con valores muy inferiores a lo normal; y sólo sobre el este de la cuenca, los acumulados serían muy superiores a los valores normales para esta época del año.



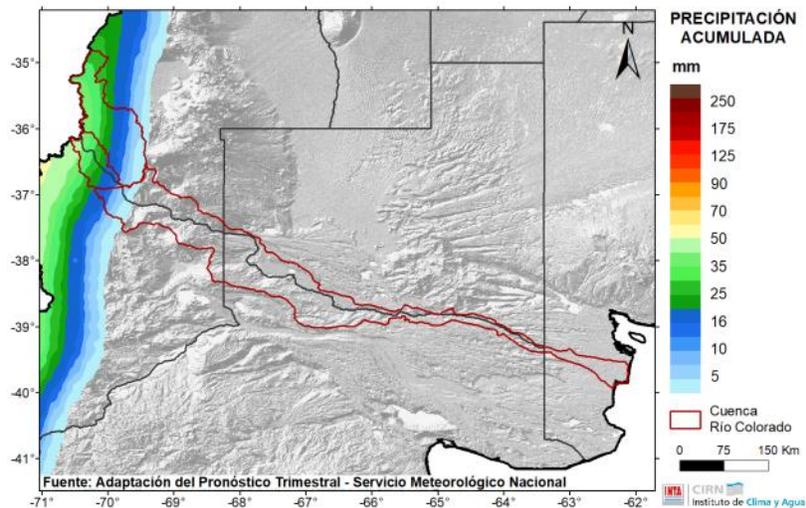
**Figura 7.** Pronóstico de lluvias para la semana entre el 04 y el 10/08/2021. **Pronóstico actualizado el día 04/08/2021.**  
*Nota: por anomalía se entiende al porcentaje entre el valor de lluvia pronosticado y el valor promedio histórico (1961-2010) de dicho período de pronóstico.*

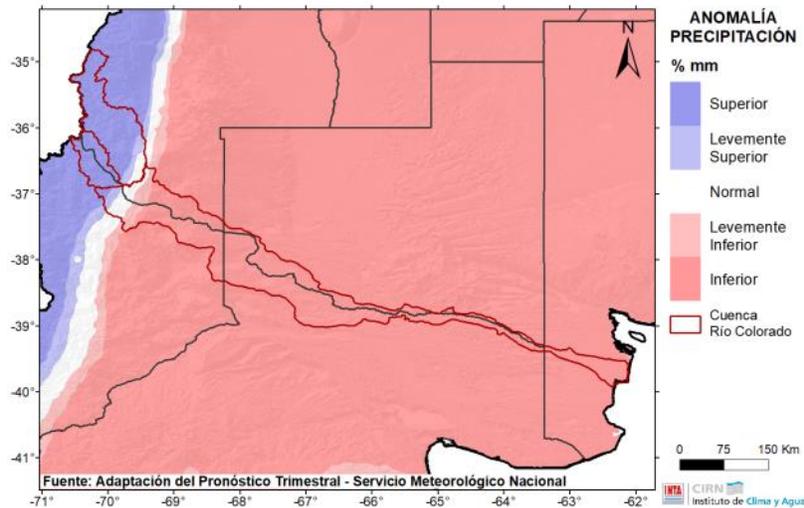


### ***Pronóstico de lluvias para la semana entre el 11 y el 16/08/2021***

*Pronóstico actualizado el día 04/08/2021*

Para el viernes 13 se prevé tiempo nuboso e inestable sobre el centro de la región con vientos del sector sudeste. Hacia el domingo 15, habría aumento de la nubosidad con vientos moderados del sector noroeste que hacia el lunes 16 rotarán a muy fuertes del oeste; se registraría el pasaje de un intenso sistema de bajas presiones acompañado con lluvias y nevadas de variada intensidad sobre zonas cordilleranas. De esta manera, las lluvias pronosticadas podrían ser superiores a las normales sólo sobre zonas cordilleranas de Mendoza y Neuquén. No se esperan precipitaciones significativas sobre el centro y este de la región durante este período.





**Figura 8.** Pronóstico de lluvias para la semana entre el 11 y el 16/08/2021. **Pronóstico actualizado el día 04/08/2021.**

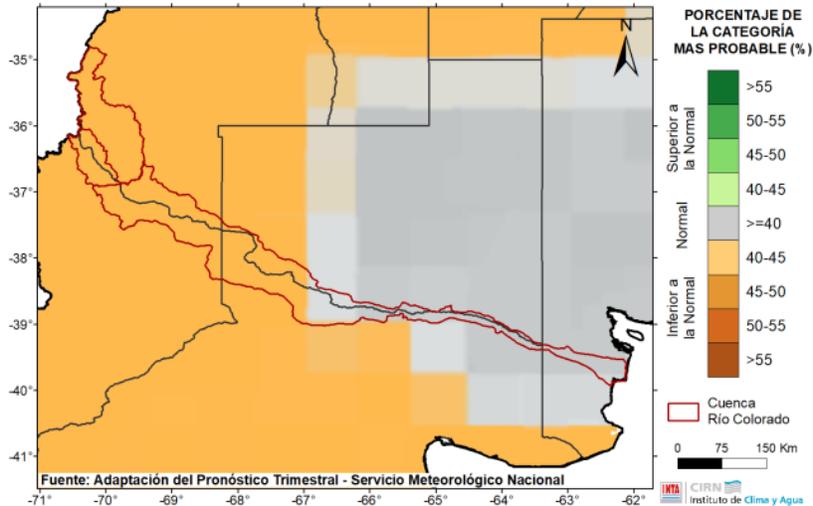
*Nota: por anomalía se entiende al porcentaje entre el valor de lluvia pronosticado y el valor promedio histórico (1961-2010) de dicho período de pronóstico.*

### **Pronóstico climático trimestral de lluvias y temperaturas para los meses de AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 2021**

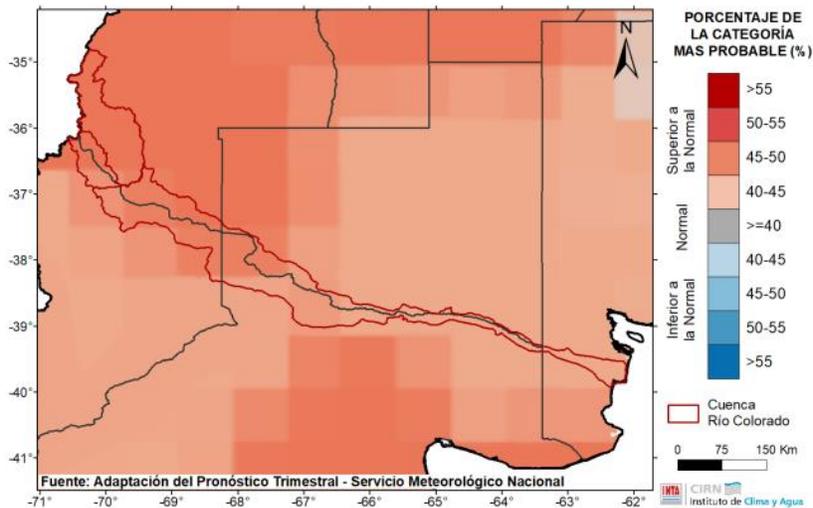
**Pronóstico actualizado el día 28/07/2021**

La última previsión trimestral del Foro Interinstitucional llevado a cabo por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), indica para el próximo trimestre **mayor probabilidad de lluvias entre normales a inferiores a las normales** sobre el oeste y sur de la región, con probabilidad de ocurrencia entre 40-45 %. Mientras que, sobre el centro y este de La Pampa, oeste de Buenos Aires y noreste de Río Negro se prevé, con mayor probabilidad, la ocurrencia de lluvias **normales** para el trimestre. El rango de lluvias normales para el trimestre, según los datos históricos, presenta valores superiores a los 50 mm al este de la región. En cuanto a las temperaturas, la tendencia climática prevé **mayor probabilidad de ocurrencia de temperaturas medias entre normales a más cálidas** sobre toda el área de la cuenca.

## PRECIPITACIÓN



## TEMPERATURA



**Figura 9.** Pronóstico climático trimestral AGOSTO, SEPTIEMBRE Y OCTUBRE de 2021. Probabilidad de ocurrencia.  
*Pronóstico actualizado el día 28/07/2021*



---

## CONSIDERACIONES FINALES

En este contexto de cambio global y variabilidad climática y con una demanda creciente de agua, el uso de esta información es sumamente valiosa para el monitoreo periódico y tiempo real de la cobertura de nieve, principalmente en grandes extensiones de baja accesibilidad. El modelo utilizado para la estimación de la cobertura de nieve constituye una herramienta sencilla y práctica para el seguimiento espacial y temporal, que, si bien no tiene en cuenta el espesor de nieve y densidad, la cobertura cuantificada está asociada al derrame anual del río, sirviendo de base para la planificación y manejo integral del recurso hídrico.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUMASSANNE, C.M.; BEGET, M.E.; GASPARI, F.J.; DI BELLA, C.M.; ORICCHIO, P.; SARTOR, P.D. 2018. Morfometría de la cuenca alta del río Colorado: descripción a partir de un modelo digital de elevación. Enviado a Boletín Geográfico Universidad Nacional del Comahue.
- APHA, AWWA, WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16 Ed. Washington, EUA. Ayers, R.S. y Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1, Roma, 174 p.
- FAO. 1976. Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper N°29, Rome.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook 60, 160 p.
- LASCANO, M.E.; VILLALBA, R. 2007. Algunas precisiones sobre el rol de los glaciares en el escurrimiento andino. CONAGUA 2007. Tucumán. (Disponible: [www.infraestructura.co.nr](http://www.infraestructura.co.nr) verificado: 05 de mayo de 2016).