



INFORME HIDROMETEOROLÓGICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO COLORADO

Aumassanne, Carolina¹; Fontanella, Dardo¹; Oricchio, Patricio²; Beget, María Eugenia², Gattinoni, Natalia²;
Masseroni, María Lujan¹; Ramis, Vanesa²; Espíndola, Aimé².

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

Contenido:

- 1. Cobertura de nieve estimada a partir del producto MOD10A2 en la cuenca alta del río Colorado.**
- 2. Análisis de las precipitaciones en la cuenca alta del río Colorado. Noviembre 2020.**
- 3. Caudal del río Colorado en la estación Buta Ranquil (Neuquén).**
- 4. Calidad de agua del río Colorado en 25 de Mayo, La Pampa.**
- 5. Pronósticos a corto y mediano plazo para la cuenca alta 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. Además, esta información es una interesante fuente complementaria de estaciones nivométricas y permite el seguimiento y estudio de cuencas de grandes extensiones. De esta forma, es posible conocer con algunos meses de anticipación el volumen de agua que estaría disponible para los diversos usos (urbano, agrícola, minero, entre otros); y así poder planificar y gestionar de manera integral los recursos hídricos a escala de cuenca. 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 escorrentía superficial del curso principal.



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

El área cubierta por nieve ha tenido un comportamiento similar al de un año promedio durante el primer cuatrimestre del año 2020, superando la cobertura promedio luego de fines del mes de mayo (Figura 1) y manteniéndose este comportamiento hasta la última fecha analizada (período del 25/11 al 02/12). Las nevadas del presente año han sido notablemente superiores a las del año 2019 y al promedio histórico en la cuenca del río Colorado, principalmente después de la segunda quincena de mayo.

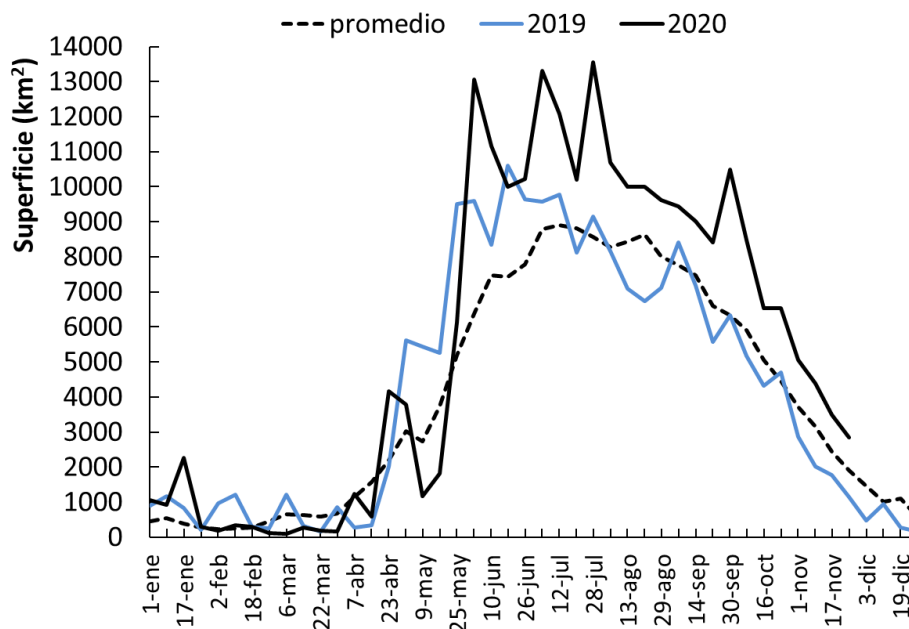


Figura 1. Evolución de la cobertura de nieve anual estimada a partir de MOD10A2 para a cuenca alta del río Colorado.



La cobertura de nieve registrada en el mes de noviembre del presente año (3946,76 km²) es superior al promedio (1965,48 km²) del mismo período para la serie 2000 a 2020 (Figura 1 y 2) en un 44 %. De esta manera, el área actual cubierta por nieve de este año indica que este ciclo hidrológico presenta una mayor reserva de agua en la cuenca alta que el año 2019, siendo el tercer mejor año de los últimos 10 años analizados.

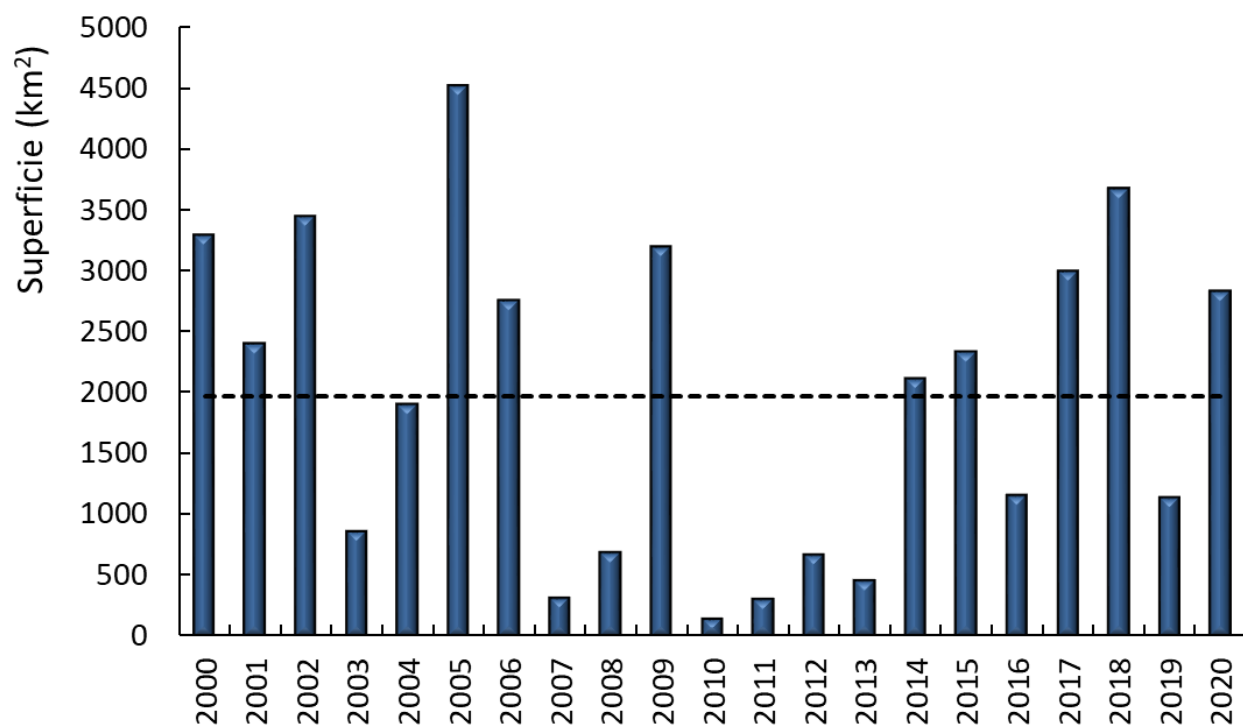


Figura 2. Superficie cubierta por nieve durante el 26 de noviembre y el 2 de diciembre desde el año 2000 a 2020 para la cuenca alta del río Colorado y cobertura promedio para el mismo período (línea punteada).

En cuencas de régimen nival as características morfológicas de la cuenca afectan la distribución y permanencia de la nieve. Su estudio detallado permite comprender el funcionamiento del sistema



hidrológico y de esta manera realizar su planificación y manejo integral. Para conocer la permanencia y distribución de la nieve en la cuenca alta del río Colorado se utilizó el producto derivado de imágenes satelitales provistas por el sensor MODIS (MOD10A2), utilizado también para realizar el presente informe, combinado con un análisis espacial del relieve (altura, pendiente y orientación) desde el año 2000 a 2015. Resultados de este trabajo pueden consultarse en: <http://ria.inta.gob.ar/trabajos/cobertura-de-nieve-en-las-subcuencas-de-los-rios-grande-y-barrancas-argentina-y-su-relacion>

Actualmente, el trabajo se sigue realizando, observándose que, en el último año en la subcuenca del río Grande, la superficie cubierta por nieve con una permanencia de 128 a 168 días aumento 13 % respecto al año anterior y la nieve con permanencia entre los 176 a 216 días aumentó un 47 %. En la subcuenca del Barrancas los valores fueron de 14 y 59 % respectivamente. Este tipo de nieve resulta sumamente importante como reserva de agua para la estación primavera-verano, y podrá ser transferida para el próximo ciclo hidrológico.

Puede observarse en la siguiente Figura 3 la extensión de la cobertura de nieve en el período del 26 de noviembre al 2 de diciembre del presente año, y su distribución en las cuencas de los ríos Grande y Barrancas y el máximo registrado para el mismo período en el año 2005 con una superficie de 4528,79 km².

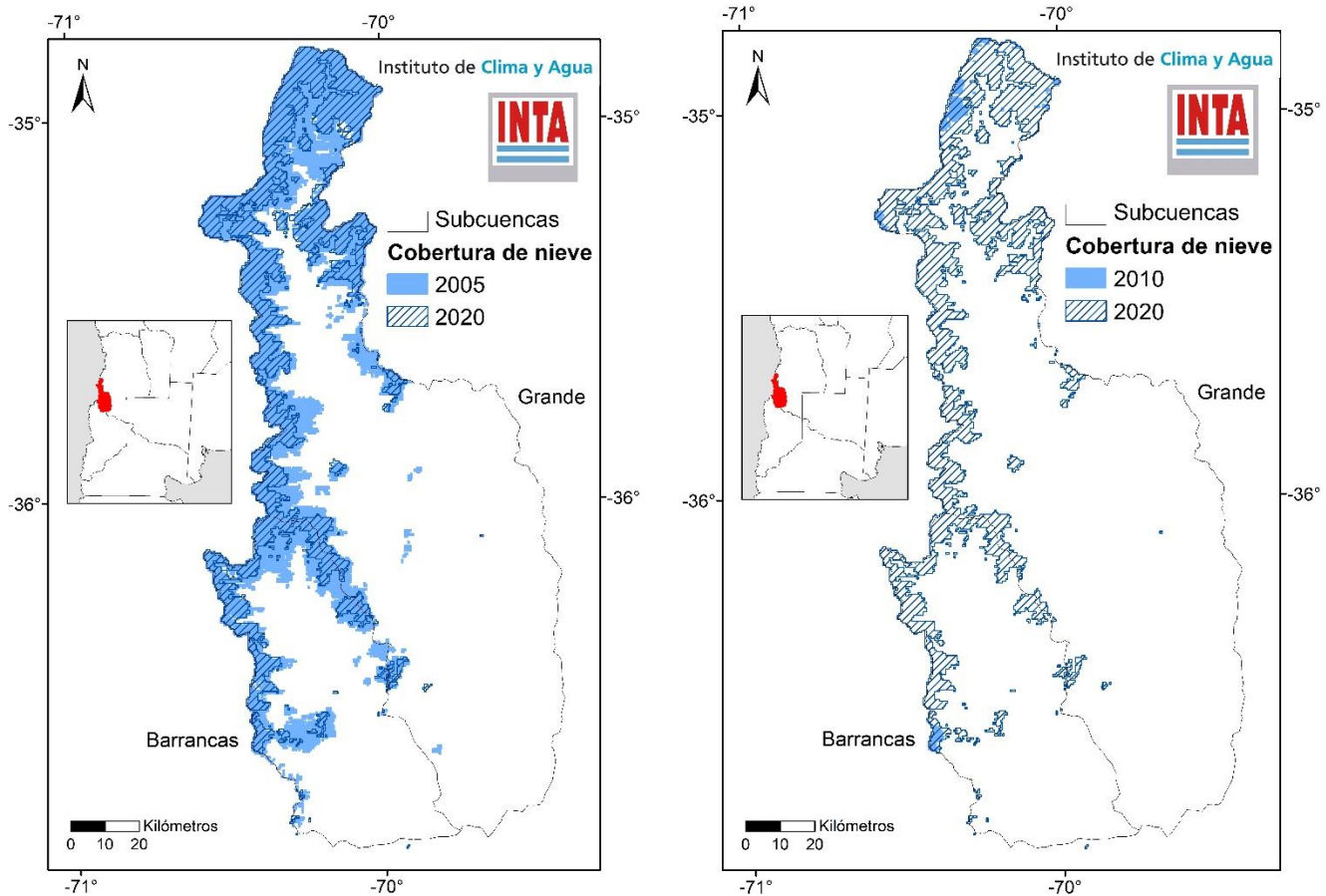


Figura 3. Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para la cuenca alta del río Colorado. A la izquierda: cobertura de nieve en el período 26 de noviembre al 2 de diciembre de 2020 y máximo de la serie histórica para la misma fecha (año 2005). A la derecha: cobertura de nieve en el período 26 de noviembre al 2 de diciembre de 2020 y mínimo de la serie histórica para la misma fecha (año 2010).

Por otra parte, observando la Figura 4 podemos apreciar la cobertura de nieve máxima desarrollada en el presente año, con 13.547 km² representando el 97,4 % del área de la cuenca alta del río Colorado, en el período comprendido entre el 29 de julio y el 4 de agosto. Las fuertes nevadas que este año se registraron en la zona cordillerana de la cuenca del Colorado cubrieron casi la totalidad de la cuenca alta alcanzando las

zonas más bajas de la cuenca del Grande < 1500 m.s.n.m. El período último analizado (26/11 al 2/12) la cobertura fue del 22 % de toda la superficie de la cuenca alta. Esta nieve se ubica sobre la región oeste y norte donde se presentan las mayores alturas (>2500 m s. n. m.). Sobre el centro y sur de ambas subcuencas la duración de la cobertura es más variable, donde se presentan alturas por debajo de los 1500 m s. n. m. esta cobertura de nieve se fusiona más rápidamente, convirtiéndose en su mayoría en escurrimiento superficial.

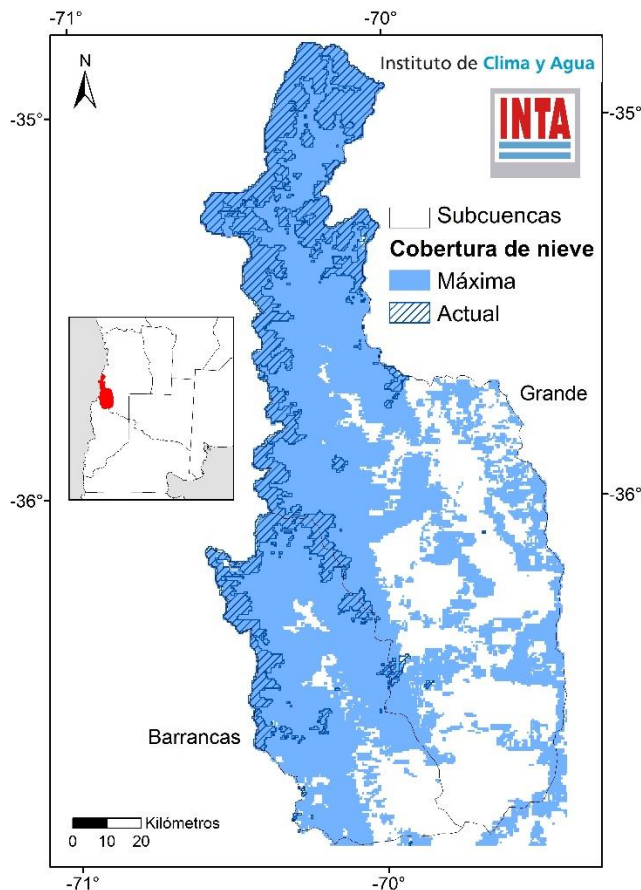


Figura 4. Cobertura de nieve obtenida a partir de MOD10A2 para la cuenca alta del río Colorado para el período 26 de noviembre y 2 de diciembre de 2020 y cobertura máxima desarrollada en el 2020 (29 de julio al 4 de agosto).



2. ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES DEL MES DE NOVIEMBRE DE 2020

Según los datos registrados por la red oficial del SMN y del INTA, durante este último mes de noviembre las precipitaciones mostraron un gradiente de oeste a este, con acumulados que superaron los 50 mm en el este de la región (Figura 5 arriba-izquierda). Comparando los registros actuales con los datos históricos se observa que en noviembre las lluvias resultaron **normales** para este mes, alcanzaron valores levemente superiores a las normales en gran parte de la región y presentando especialmente valores superiores en el norte de la provincia de Mendoza y centro de San Luis (Figura 5 arriba-derecha). En términos porcentuales las lluvias registradas en este mes resultaron entre un 20 y un 60 % por encima de los valores históricos con áreas al sudoeste y norte de la región que superaron el 60 % de las lluvias mensuales promedio (Figura 5 abajo-izquierda).

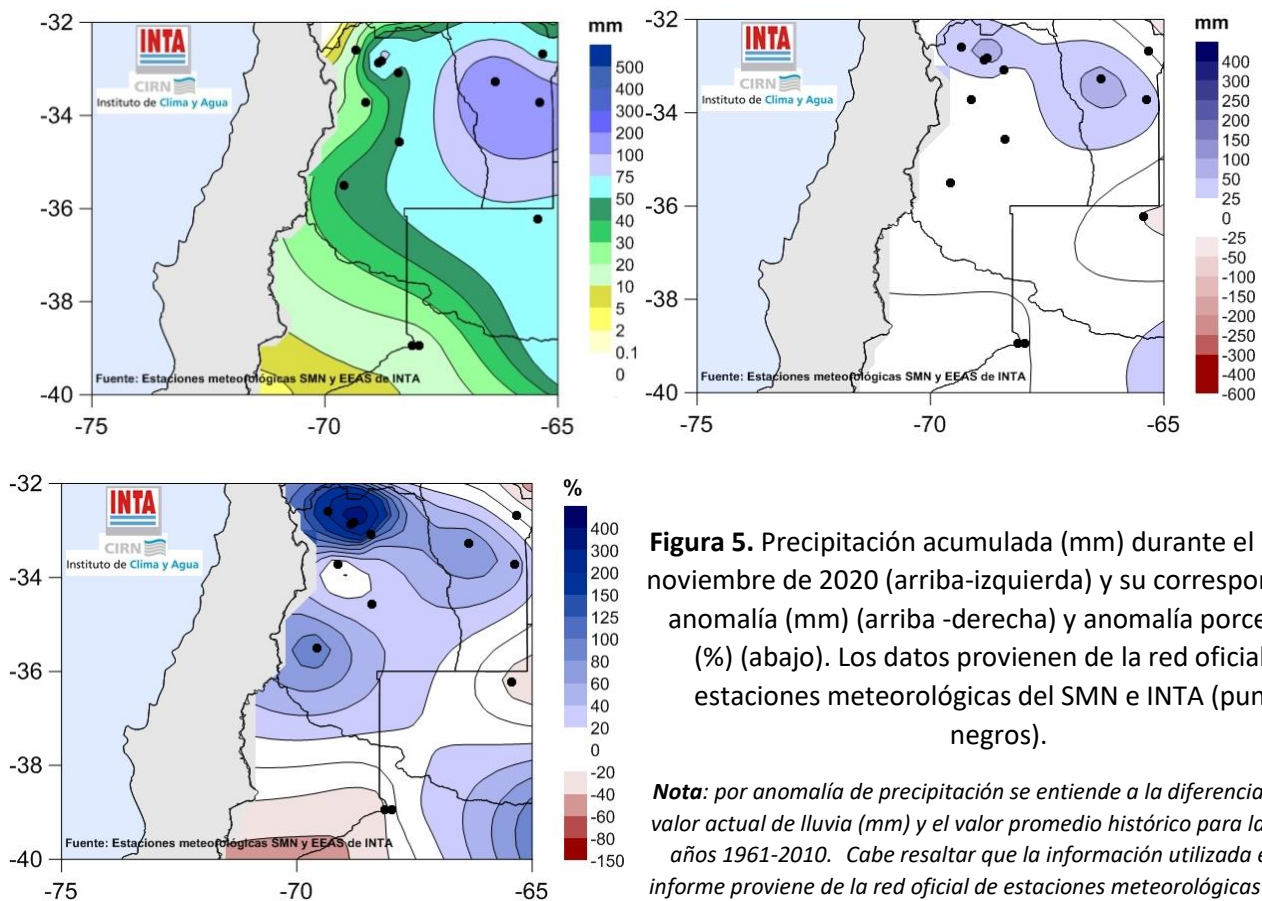


Figura 5. Precipitación acumulada (mm) durante el mes de noviembre de 2020 (arriba-izquierda) y su correspondiente anomalía (mm) (arriba -derecha) y anomalía porcentual (%) (abajo). Los datos provienen de la red oficial de estaciones meteorológicas del SMN e INTA (puntos negros).

Nota: por anomalía de precipitación se entiende a la diferencia entre el valor actual de lluvia (mm) y el valor promedio histórico para la serie de años 1961-2010. Cabe resaltar que la información utilizada en este informe proviene de la red oficial de estaciones meteorológicas del SMN



y del INTA, la cual se muestra en las figuras con los puntos negros y que todo valor alejado de dichas localidades se estima a partir de la interpolación estadística pudiendo diferir de los datos realmente registrado en dichas áreas.

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

Los caudales promedios del primer semestre del año 2020 registraron valores por debajo del promedio de la serie histórica en la estación Buta Ranquil y del año 2019 (Figura 6). El mes de noviembre del presente año registró un caudal promedio de $239 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$, un 16 % por debajo de promedio histórico ($284,18 \text{ m}^3.\text{seg}^{-1}$). El derrame del ciclo hidrológico 2019-2020 fue de 1687 hm^3 , representando un 37,82 % del derrame promedio de la serie (4460 hm^3). A partir del derrame registrado en el ciclo 2019-2020 se han acumulado 11 años con valores de derrame por debajo del promedio histórico.

Los registros de caudales de cuencas cuyanas, en distintas secciones de aforos, no han variado significativamente hasta la fecha, a excepción de la última quincena del mes de septiembre. Por un lado, por las condiciones de sequía del año 2019 y años precedentes, y por otro, por las bajas temperaturas que se presentan en sus cuencas altas, lo cual genera escasos deshielos. En consecuencia, una vez que la tasa de fusión se incremente por aumentos en la temperatura, ante un período seco tan extenso, parte del agua aportada por nieve se dirige a recargar acuíferos y napas.

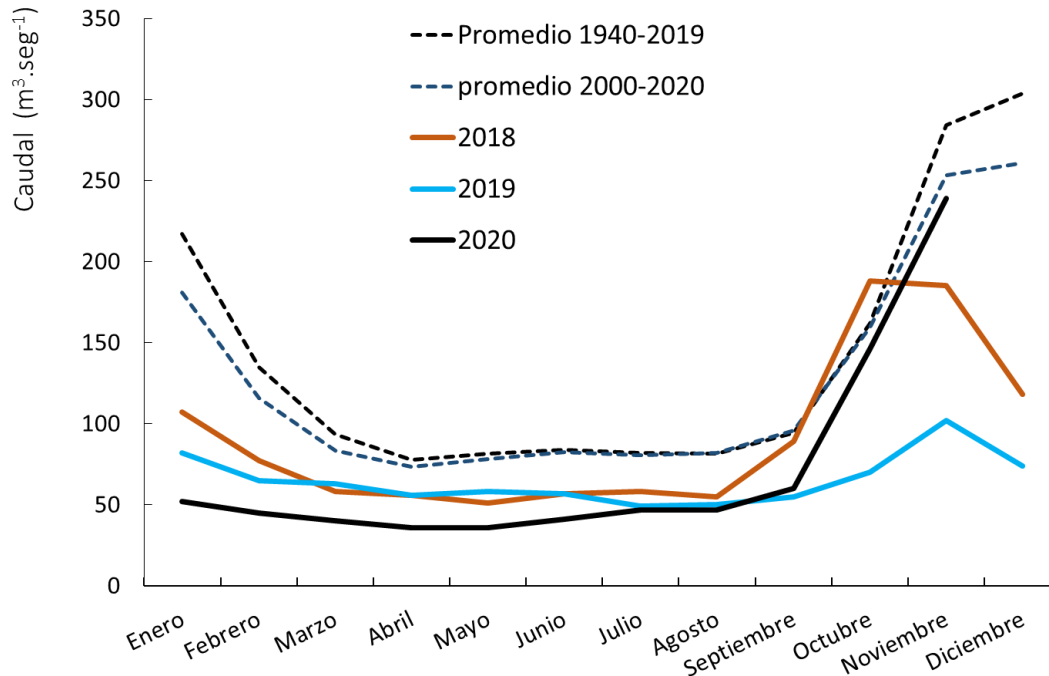


Figura 6. Caudal promedio mensual del río Colorado en la estación Buta Ranquil. Fuente: www.coirco.gob.ar.

4. CALIDAD DE AGUA DEL RÍO COLORADO EN 25 DE MAYO LA PAMPA

Durante el año en curso, la conductividad eléctrica (CE) y el total de sólidos disueltos (TSD) promedios mensuales resultaron mayores a los valores medios mensuales de la serie histórica de datos y de los últimos dos años (2018-2019) (Figuras 7 y 8), con valores superiores a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el caso de la CE y de 800 en el caso del TSD mg/l. Específicamente, en el mes de noviembre del año en curso, la CE promedio fue de 727,78 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el TSD de 479,9 mg/l. El pH presenta valores entre 7 y 8,4 lo que se corresponde con aguas básicas (Figura 8). Este parámetro no mostró variaciones considerables intra e interanuales. El promedio mensual del año 2020 resultó superior al promedio histórico.

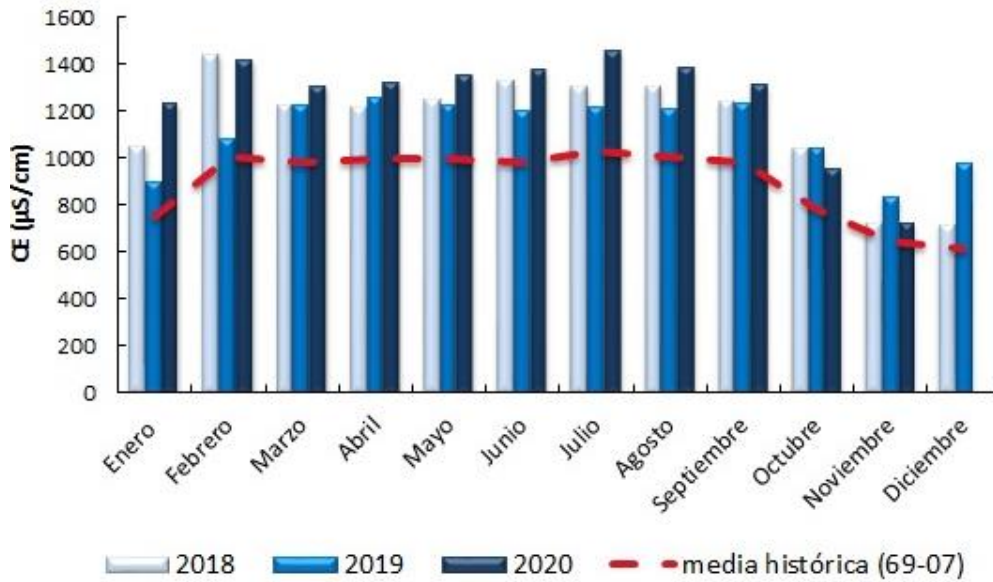


Figura 7. Conductividad eléctrica (CE) expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$. En barras se grafica la CE media mensual obtenida para los años 2018, 2019 y 2020 y con una curva la CE media mensual de la serie histórica.

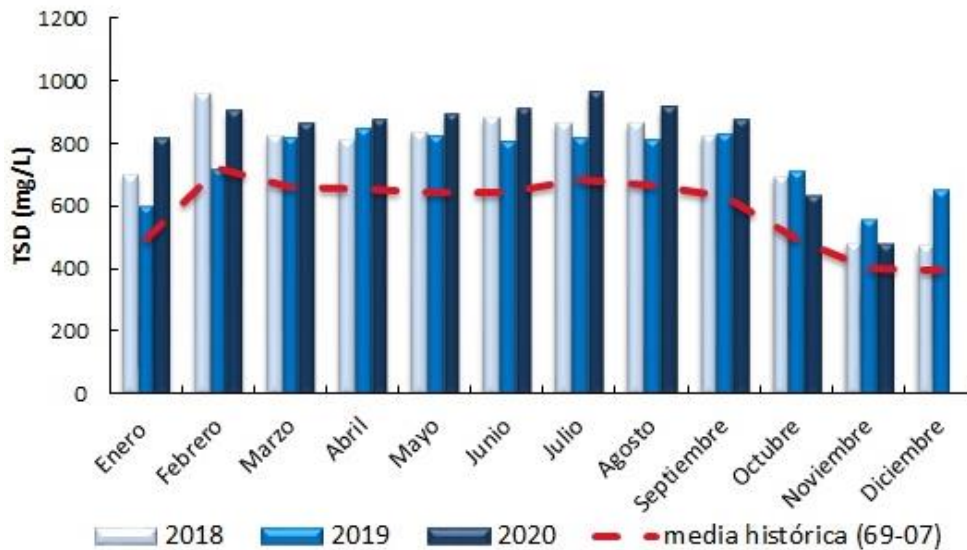


Figura 8. Total de sólidos disueltos (TSD) expresado en mg/l . En barras se grafica el TSD medio mensual obtenido para los años 2018, 2019 y 2020 y con una curva el TSD medio mensual de la serie histórica.



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 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En este sentido, a lo largo de los años analizados, se encontraron valores superiores en escasas ocasiones y siempre en el periodo estival. 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 por grandes crecidas.

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

5. PRONÓSTICOS A CORTO Y MEDIANO PLAZO PARA LA CUENCA ALTA DEL RÍO COLORADO

En esta sección se incluye el pronóstico de lluvias para las próximas dos semanas y el pronóstico climático trimestral: diciembre 2020, enero y febrero de 2021 para el área comprendida por el sur de Mendoza, norte de Neuquén y oeste de la provincia de La Pampa.

Pronóstico de lluvias para la primera semana de octubre entre el 12 y el 17/10/2020

Durante la primera semana de pronóstico: el sábado 12 se espera el ingreso de una masa de aire fría acompañada por vientos moderados del sector sudoeste con algunas lluvias y lloviznas sobre el sudoeste de la región, sin lluvias en el resto del área. Hacia el lunes 14 otra irrupción de aire frío provocaría nuevo descenso de las temperaturas con abundante nubosidad. Desde el martes 15 al viernes 17, se prevé paulatino ascenso de las temperaturas con buena insolación. Durante estos días no se registrarían precipitaciones significativas sobre toda la región de estudio.



Los acumulados de precipitación semanales, de ocurrir, podrían encontrarse por encima de los valores esperados como normales para esta época del año sólo sobre el sudoeste de la región; para el resto, la anomalía sería con valores muy inferiores a lo normal.

(Figura 9).

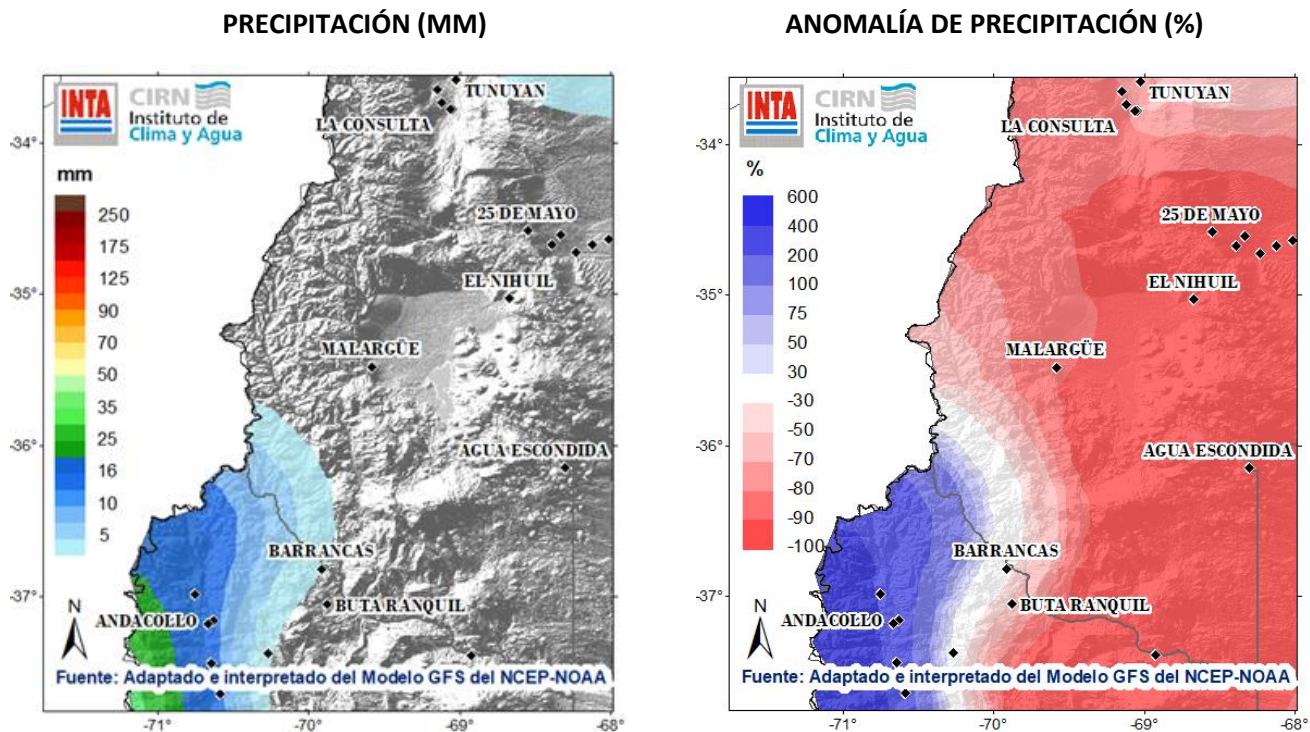


Figura 9. Pronóstico de lluvias para la semana entre el 12/12 y el 17/12/2020. Pronóstico actualizado el día 11/12/2020.

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



Pronóstico de lluvias para la segunda semana de octubre (18/12/2020 al 23/12/2020)

Pronóstico actualizado el día 11/12/2020

Durante la segunda semana de pronóstico: para el viernes 18 se prevé aumento de la nubosidad con vientos moderados del sector noreste y probabilidad de lluvias y lloviznas sobre el norte y este de la región de estudio. El sábado 19, un frente frío atravesaría la región y se registrarían lluvias y algunas tormentas aisladas en el este de la región. El domingo 20, permanecería el tiempo inestable con algunas precipitaciones aisladas. Luego, ya no se presentarían precipitaciones significativas hasta el jueves 24. De esta manera, las lluvias pronosticadas podrían ser superiores a las normales sobre norte y este de la región. No se esperan precipitaciones significativas sobre el sudoeste de la región durante este período (Figura 10).

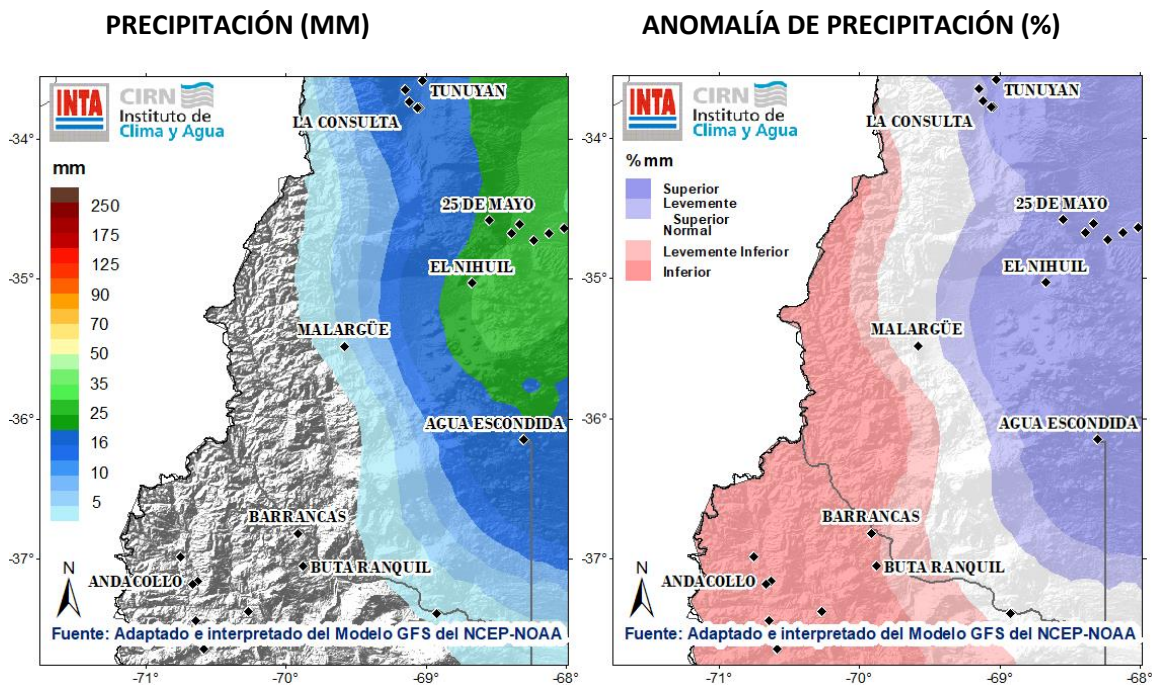


Figura 10. Pronóstico de lluvias para la semana entre el 18/12 y el 23/12/2020. Pronóstico actualizado el día 11/12/2020.

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



Pronóstico climático trimestral de lluvias y temperaturas para los meses de DICIEMBRE DE 2020, ENERO Y FEBRERO DE 2021

Pronóstico actualizado el día 27/11/2020

La última previsión trimestral del Foro Interinstitucional llevado a cabo por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), indica para este próximo trimestre probabilidad de lluvias normales sobre el sur de Cuyo y oeste de la región Pampeana, con probabilidad de ocurrencia entre 40-45 %. El rango de lluvias normales para el trimestre, según los datos históricos, presenta valores entre 50 mm al oeste de la región y 150mm al este de la misma. En cuanto a las temperaturas, la tendencia climática prevé mayor probabilidad de ocurrencia de temperaturas medias más cálidas para este próximo trimestre (Figura 11).

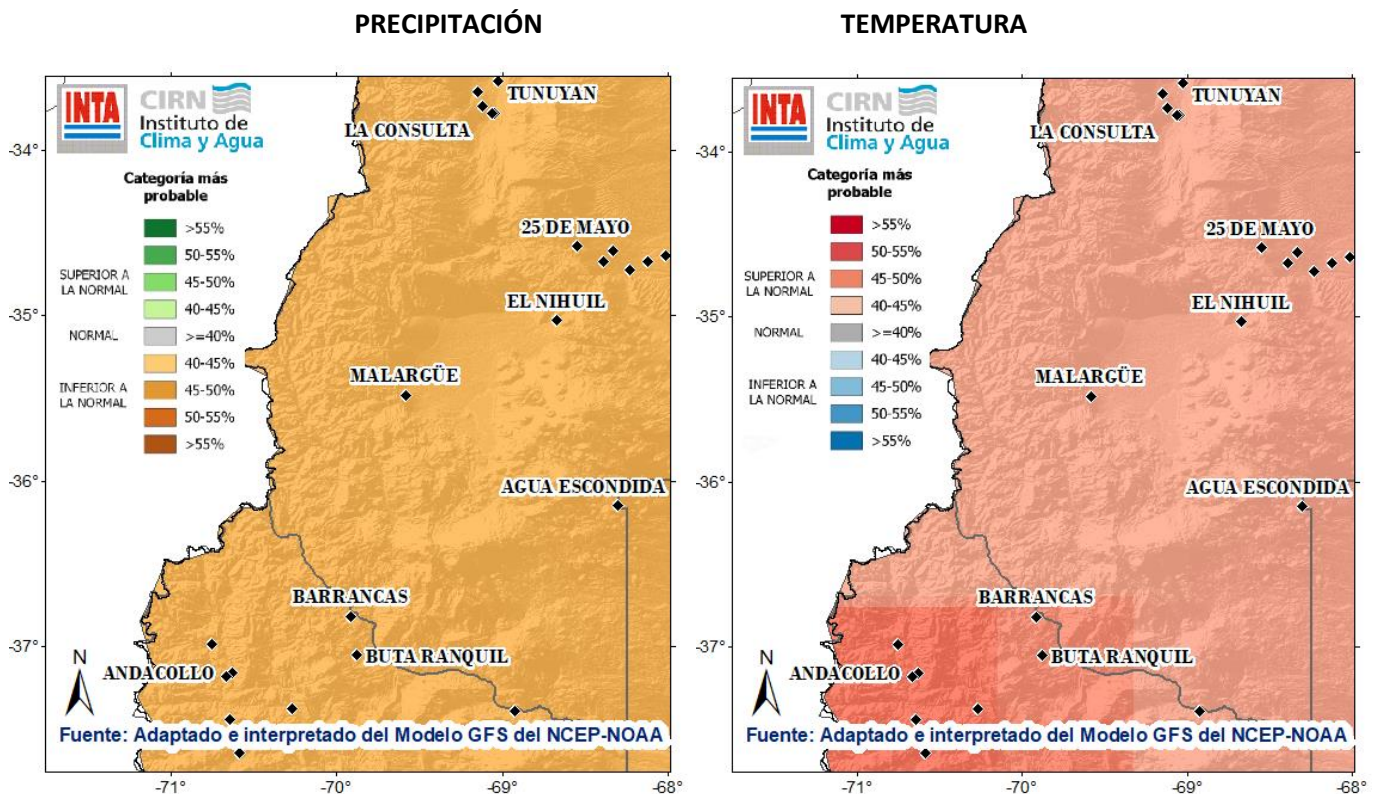


Figura 11. Pronóstico climático trimestral OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE. Probabilidad de ocurrencia.
Pronóstico actualizado el día 27/11/2020



CONSIDERACIONES FINALES

Hasta el momento, la investigación que se viene realizando desde la Agencia de Extensión Rural de INTA 25 de Mayo junto al Instituto de Clima y Agua de INTA Castelar, representa la serie de tiempo más larga de cobertura de nieve estimada mediante información satelital para la cuenca del río Colorado. Esta información se ha combinado con características del terreno (altura, pendiente y orientación) y modelos de permanencia de nieve. Actualmente estamos trabajando con imágenes satelitales de mayor resolución, en combinación con monitoreo de temperatura de la superficie.

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. Este modelo utilizado constituye una herramienta sencilla y práctica para el seguimiento espacial y temporal de la cobertura de nieve, 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.