

DETECCIÓN OBJETIVA DE LAS FASES QUE COMPONEN EL CICLO ANUAL DEL CAUDAL DEL RÍO NEUQUÉN A PARTIR DE DATOS DIARIOS

Lorenzo Ricetti^{1,2}, Santiago I. Hurtado^{1,2}, Eduardo Agosta Scarel^{1,2}
lricetti@fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar. Autor correspondiente

¹Facultad de Ciencias Astronomicas y Geofisicas, Universidad Nacional de La Plata
(FCAGLP)

²Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas (CONICET)

Palabras clave: Comahue, temporadas, puntos de quiebre

1) INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Neuquén nace en el faldeo oriental de la Cordillera de Los Andes entre los 36° y 39° de latitud sur, drenando una superficie de unos 38.000 km². Debido al aprovechamiento para el riego y la generación hidroeléctrica de su curso, resulta de gran relevancia desde el punto de vista económico y de manejo de recursos hídricos en general.

El año hidrológico inicia el mes de marzo, presentando una doble onda de crecida, a la que se le asocia un régimen pluvio-nival. El primer máximo ocurre en los meses de junio y julio, acompañando el pico anual de las precipitaciones en la región. En tanto que el segundo máximo debe su origen a la alimentación alóctona producto del derretimiento nival y ablación glaciaria que ocurre en las cordilleras circundantes al inicio de la primavera (Vich et al., 2010).

En general los estudios realizados en la región parten de fases determinadas a partir de acumulados o promedios mensuales. La definición de las fases mediante datos de caudal medio diario permitiría definir una fecha precisa de inicio y final de cada fase, posibilitando el reconocimiento de potenciales expansiones o contracciones anómalas de cada fase y sus efectos, por ejemplo, en la disponibilidad de agua disponible en los embalses. En tal sentido, el presente trabajo se propone determinar objetivamente las fases que componen el ciclo anual del caudal del río Neuquén a partir del uso de datos de caudal medio diario.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de caudal medio diario del periodo 1980-2019 extraídos del Sistema Nacional de Información Hídrica (<https://snih.hidricosargentina.gob.ar/>). Se seleccionaron las estaciones ‘Andacollo’ (AND; -37.18, -70.68), ‘Bajada del Agrio’ (BDA; -38.36, -70.03) y ‘Paso de Indios’ (PDI; -38.53, -69.41), siendo las únicas con menos de 10% de faltantes en el período considerado. Estos registros fueron sometidos a un control de calidad de datos. Dado que el río presenta cursos de agua permanentes, se procedió a graficar la serie temporal en un entorno temporal centrado en valores de caudal nulos, a fin de determinar visualmente los falsos ceros. Por su parte, los registros anómalos fueron detectados a partir del ajuste de modelos autorregresivos integrados de medias móviles (ARIMA), haciendo uso de la autorregresión que la variable presenta intrínsecamente. Tanto los falsos ceros como los registros anómalos fueron considerados como faltantes. Los datos faltantes fueron rellenados

a partir de regresiones lineales múltiples utilizando las dos estaciones restantes como predictoras, siendo este el modelo que entre los varios analizados, presentó los menores errores (Ricetti et al., 2021).

Se procedió a la construcción de un ciclo anual característico (Ciclo_med) usando la mediana de las distribuciones de caudal diario de cada día del año. El uso de la mediana en lugar de la media de la distribución se basa en que, al trabajar con distribuciones de caudal medio diario que presentan asimetría positiva, el valor medio no resulta representativo de la distribución al no ser una métrica resistente.

El ciclo anual considerado (Ciclo_arm) se construyó a partir de los primeros cinco armónicos obtenidos con la transformada rápida de Fourier sobre Ciclo_med, siendo este el número mínimo de armónicos necesarios para representar correctamente el ciclo anual. Dado que puede entenderse a una fase como un conjunto de elementos pertenecientes a la misma población estadística, se propone determinar las fases del ciclo anual a partir de un análisis objetivo de puntos de quiebre. Para esto se utilizaron los test de Pettit, Buishand-R y Standard Normal Homogeneity Test (SNHT). La elección de los métodos se basa en las simulaciones de Hurtado et al. (2020), quienes señalan que los test mencionados muestran buen desempeño y baja tasa de detección de falsos quiebres. No obstante, los test presentan mayor dificultad para identificar quiebres ubicados en los bordes de las series. Para sortear esto, se armó una serie compuesta por tres ciclos anuales consecutivos y se identificaron los quiebres en el ciclo central.

3) RESULTADOS

La Figura 1 muestra el ciclo anual característico de AND obtenido a partir de la mediana de los caudales de cada día del año (Ciclo_med, línea azul) y el ciclo anual considerado, construido con los primeros 5 armónicos de Fourier (Ciclo_arm, línea negra). También, se muestra en sombreado rosa el área comprendida entre el percentil 25 y el percentil 75 de la distribución y en líneas verticales punteadas los puntos de quiebre identificados por los distintos tests. Puede observarse que los tests aplicados sobre Ciclo_arm identifican claramente tres quiebres en el ciclo anual, en concordancia con el régimen pluvio-nival del curso. Asimismo, cada quiebre en el ciclo anual es identificado por al menos dos de los tres test utilizados y la fecha de estos difiere en tan solo algunos días de un test a otro. Consecuentemente, la fecha de inicio de cada fase es considerada como el promedio de las fechas en que cada método identifica tal quiebre (Figura 1, líneas verticales negras).

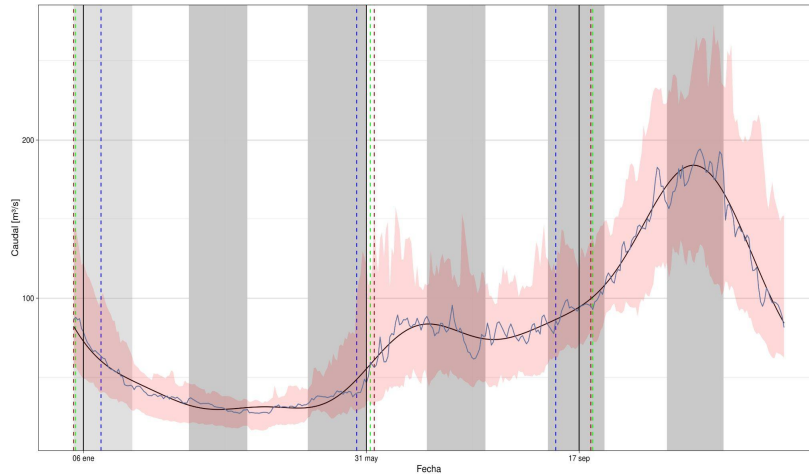


Figura 1. Ciclo_med (línea azul) y Ciclo_arm (línea negra) obtenidos a partir de caudales diarios de la estación AND. Área entre el percentil 25 (P25) y 75 (P75) de la distribución de caudales de cada día del año (sombreado rosa). Quiebres detectados por los test Pettit (línea punteada azul), Buishand-R (línea punteada verde) y SNHT (línea punteada roja). Las líneas verticales negras muestran el promedio de las fechas. Bandas verticales blancas y grises representan los 12 meses del año.

La metodología permite determinar la fecha de inicio de cada fase que compone el ciclo anual. Así, la fase de mínimo caudal inicia entre fines de diciembre y los primeros días de enero y se extiende hasta el inicio de la fase de máximo relativo a fines de mayo, siendo la fase más extensa del ciclo anual con una duración promedio de 146 días (Tabla I). La fase de máximo relativo tiene lugar hasta mediados de septiembre, donde inicia la fase de máximo absoluto que tendrá lugar hasta el inicio de la fase de mínimo caudal del año siguiente. Las duraciones promedio de las fases de máximo relativo y absoluto son de 109 y 111 días, respectivamente.

	mínimo		máximo relativo		máximo absoluto	
	Fecha inicio	Duración promedio [días]	Fecha inicio	Duración promedio [días]	Fecha inicio	Duración promedio [días]
AND	06/01	145	31/05	109	17/09	111
BDA	23/12	149	21/05	108	06/09	108
PDI	05/01	144	29/05	107	13/09	114

Tabla I. Fecha de inicio y duración promedio de cada fase del ciclo anual obtenidos a partir del análisis de puntos de quiebre sobre Ciclo_arm.

REFERENCIAS

- Hurtado, S. I., Zaninelli, P. G., & Agosta, E. A. (2020).** A multi-breakpoint methodology to detect changes in climatic time series. an application to wet season precipitation in subtropical argentina. *Atmospheric Research*, 241, 104955.
- Ricetti, L., Hurtado S. I., Agosta E. A. (2021).** Análisis comparativo de métodos de rellenado de datos de caudal medio diario en la cuenca alta del Río Neuquén. Argentina. Buenos Aires. 2021. Libro. Resumen. Congreso. XXIX Reunión científica Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas
- Vich, A., Bizzotto, F., Vaccarino, E., Correas, M., & Manduca, F. (2010).** Tendencias y cambios abruptos en el escurrimiento de algunos ríos con nacientes en la cordillera y serranías del oeste argentino. Criterios para la determinación de crecidas de diseño en sistemas climáticos cambiantes. Carlos Ubaldo Paoli et al. 1a ed.-Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral, (pp. 149–166).