

## COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DEL ARROYO CLAROMECÓ, ARGENTINA

María E. Carbone, Daniel E. Pérez, María C. Piccolo y Gerardo M. E. Perillo  
Instituto Argentino de Oceanografía  
Bahía Blanca (Argentina)

### RESUMEN

El arroyo Claromecó, ubicado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, República Argentina recorre un área de gran actividad agropecuaria. Se trata de un arroyo de llanura, con régimen hídrico permanente. Para estudiar el comportamiento hidrológico del arroyo se aforó directa e indirectamente el curso de agua durante cinco años, empleando un molinete hidrométrico y un limnigrafo freático. El caudal medio del arroyo Claromecó es de 0,87 m<sup>3</sup>/s. Los máximos caudales se presentan durante la primavera en el mes de octubre, coincidente con el mes lluvioso del año. Los meses de estiaje de este arroyo se producen durante el invierno en junio y julio. El caudal de este arroyo es reducido así como la cantidad de sedimento que arrastra. El tiempo de ascenso en el hidrograma típico de la cuenca presenta una duración de 5 días, la curva de descenso ronda los 10 días y el agotamiento se produce después de 12 días de permanencia en el área de estudio. La irregularidad que presentan los caudales anuales obedece principalmente a la variabilidad de las precipitaciones mensuales. El régimen fluvial del arroyo Claromecó es de tipo pluvial oceánico, característico de áreas de llanuras.

*Palabras claves:* Arroyo Claromecó – caudal – hidrograma – régimen fluvial.

### ABSTRACT

Flowing across an important farming area, and located in the south-east of the Argentinian province of Buenos Aires, the Claromecó Creek is a plain stream with a permanent water pattern. The behaviour of its waters was gauged over a period of five years by means of a current meter and a phreatic limnimeter. The average water level is about 0.87 m<sup>3</sup>/s and the maximum height is reached in October, which is the rainiest month of the year. Meanwhile, the lowest levels are seen in the winter months of June and July, when both the volume of the waters and the amount of sediment are small. The results of the study were recorded on a hydrograph which shows an upward curve lasting five days, a downward curve lasting 10 days and a levelling occurring around the 12<sup>th</sup> day after the beginning of the fieldwork. The irregular water levels along the year have to do mainly

with the variability in the annual rainfall. The regime presented by the creek is typical of the plains and can be described as pluvial oceanic.

*Key words:* Claromeco creek – flow – fluvial regimen.

## 1. Introducción

La medición de caudales constituye un procedimiento básico para la comprensión de la dinámica y variabilidad de la escorrentía de los cursos de agua. El caudal de un río es el parámetro más importante para determinar las posibilidades de aprovechamiento del recurso hídrico. Este varía con el tiempo y en el espacio según la corriente del curso y la zona del mismo. Por tal motivo es fundamental el análisis de sus variaciones a lo largo del tiempo. Depende básicamente de tres factores: el clima, la vegetación y el complejo suelo – sustrato. Además de estos factores, inciden directamente sobre el caudal los procesos asociados a ellos como son: la precipitación, evaporación, intercepción, transpiración, infiltración y almacenamiento (Pedraza, 1996).

Los sistemas hidrológicos (cuencas) emplazadas en llanuras son especialmente sensibles a los cambios artificiales. Puede deducirse que el efecto que provoca un terraplén de una ruta o del ferrocarril es comparable al que produce un dique de kilómetros de extensión en una cuenca emplazada en zonas de montaña, advirtiéndose la trascendencia de modificaciones aparentemente triviales como lo son los surcos de arado (Caamaño y Zimmerman, 1990). Como

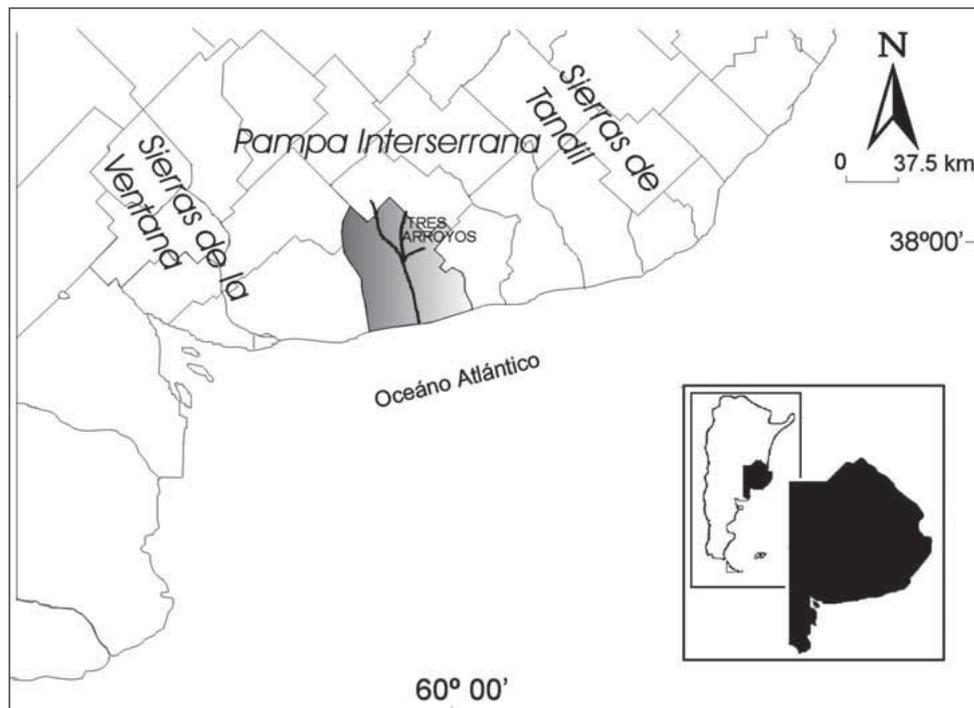


FIGURA 1: Localización de la cuenca del Arroyo Claromecó.

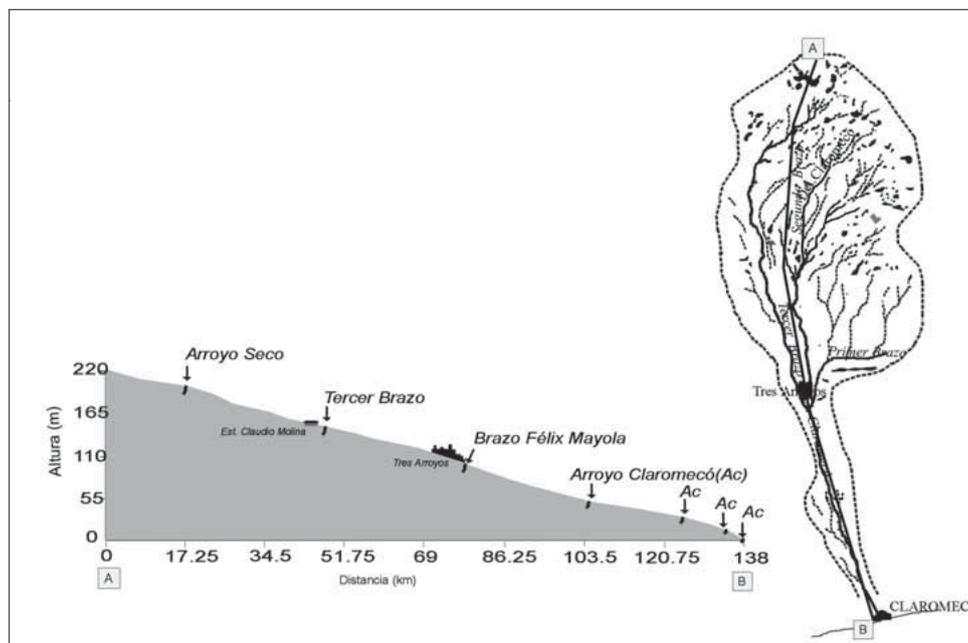


FIGURA 2: Perfil longitudinal de la cuenca hidrográfica del Arroyo Claromecó.

consecuencia de la baja pendiente de las áreas llanas (del orden de 50 cm/km, o menos) un desnivel de un metro significa una barrera infranqueable desde el punto de vista hidrológico, que altera el escurrimiento natural de las aguas, acumulándolas.

El arroyo Claromecó se encuentra localizado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Este arroyo nace en la Pampa de Juárez o llanura interpuesta, ubicada entre los dos sistemas serranos de la provincia de Buenos Aires: el de Ventania y el de Tandilia (figura 1). Recorre una de las regiones agrícola-ganadera más importante del país: la llanura pampeana. Además, adquiere relevancia porque en su desembocadura se localiza uno de los balnearios más visitados en el SE bonaerense en época estival.

El estudio de este arroyo de llanura es muy importante dada la estrecha relación que existe entre el mismo y las actividades antrópicas que se desarrollan en esa área. Si se consideran las características de los suelos dominantes en esta cuenca, la aptitud de las tierras de esta región, es netamente agrícola en la mayor parte de su extensión. La cuenca del arroyo Claromecó participa con el 8% de la producción de cereales en el país. Posee tierras trigueras muy fértiles y de alto rendimiento en granos (Carbone y Piccolo, 2002).

En este área se destaca morfológicamente una subzona que tiene implicancia directa sobre el comportamiento del drenaje de la cuenca en estudio. Se la denomina subzona de lomadas del Norte. Se trata de un área con profusión de lomadas desarrolladas sobre el borde NE del bloque Adolfo González Chávez, a lo largo del lineamiento Pescado Castigado-Malacara Inferior hasta el río Quequén Grande hacia el este y por debajo de la cota de 100 m hacia el SW. Hacia el oeste se desarrolla hasta el tramo superior del río Quequén Salado. En el límite con ese lineamiento las lomadas superan los 200 m snm y están constituidas por los loess y limos más antiguos del área (González, 1997). La subzona de lomada, tiene profusión de lomadas que hacia el NW superan los 200 m, y a medida que se desarrollan hacia

el sureste y hacia el sur, descienden en cota hasta aproximadamente los 100 m, donde el relieve se hace relativamente llano en transición a la subzona Llana de pendiente Atlántica. Entre las lomadas de la porción más elevada, por encima de la curva de nivel de 150 m, hay abundantes lagunas. Ello se debe a que pese a la existencia de pendientes adecuada y a un sustrato sedimentario lábil, aún no se ha integrado una red de drenaje. Las pendientes medias oscilan entre 1,4 y 3,5 ‰ en el sector central de la cuenca del arroyo Claromecó. En el sector topográficamente más elevado de las lomadas, la magnitud de las pendientes oscila entre 5 y 10 ‰. Estas pendientes son frecuentes en las cadenas de lomadas que se extienden desde la ciudad de Tres Arroyos hacia el Este. Por debajo de la curva de nivel de 30 m, la pendiente general oscila entre 1,1 ‰ y 1,6 ‰, y por encima de esta cota, alcanzan valores de hasta 2 ‰ y 3,3 ‰ (figura 2).

La cuenca del arroyo Claromecó posee una superficie de 3.017 Km<sup>2</sup> y un perímetro de 285 Km. Es una cuenca de tamaño mediano, de forma lobulada y alargada. Los tributarios más importantes del arroyo Claromecó son el Segundo y el Tercer Brazo, los cuales tienen un ancho variable entre 2 y 7 metros. Todos estos cursos tienen barrancas de hasta 3 m de altura. El Tercer Brazo posee una longitud de 77,6 Km. El Primer brazo mide 24 Km y el Segundo tiene 61 Km de largo. El arroyo Claromecó conformado a partir de la unión de estos cursos tiene una longitud de 59,5 Km. Los diseños de drenaje predominantes son el anárquico en la cuenca alta y el dendrítico en la cuenca media. En base a la jerarquización de sus cursos de agua, se determinó que es una cuenca de cuarto orden con un alto porcentaje de cursos de primer y segundo orden. La densidad de drenaje resultó baja, de acuerdo al cálculo realizado entre la sumatoria de la longitud de los cursos de agua permanentes e intermitentes, de todos los órdenes y la superficie de la cuenca (Carbone y Piccolo, 2002).

Para abordar el estudio del caudal del arroyo Claromecó se investigaron datos históricos sobre el mismo. Los resultados arrojaron escasos registros de caudal que datan de los años 1972 hasta 1976 (Dirección de Hidráulica Provincial, 1977). Los aforos fueron realizados en dos secciones, la primera a 20 Km de la desembocadura del arroyo, que sólo consta de una medición del 20 de agosto de 1976 con un caudal de 0,64 m<sup>3</sup>/s. La segunda sección fue establecida en la desembocadura y sólo cuenta con datos interrumpidos correspondientes a 17 mediciones de caudal. El período de medición fue entre el 6 de septiembre de 1972 hasta el 20 de agosto de 1976. Estos datos históricos son escasos para un estudio concreto del caudal de un río. Por lo tanto para realizar esta investigación se procedió a medir el caudal del arroyo en una sección del curso de agua en forma continua. El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento hidrológico del arroyo Claromecó. Cabe aclarar que este el primer estudio que se realiza en este arroyo desde el punto de vista hidrológico.

## 2. Metodología

Para medir el caudal del arroyo Claromecó se emplearon dos técnicas de aforo en canales naturales (Chow, 1982). La primera técnica está referida a un aforo directo con molinete y la segunda consiste en un aforo indirecto empleando un limnógrafo. A continuación se describen las diferentes técnicas.

### 2.1. Aforo con molinete

La sección elegida está localizada a 9 km al sur de la unión de los tres brazos del arroyo (figura 3). La sección de aforo fue establecida teniendo en cuenta las siguientes condiciones: la accesibilidad y que el tramo de la corriente sea constante. Para realizar la medición de la velocidad de la corriente se utilizó un molinete hidrométrico SIAP. Este

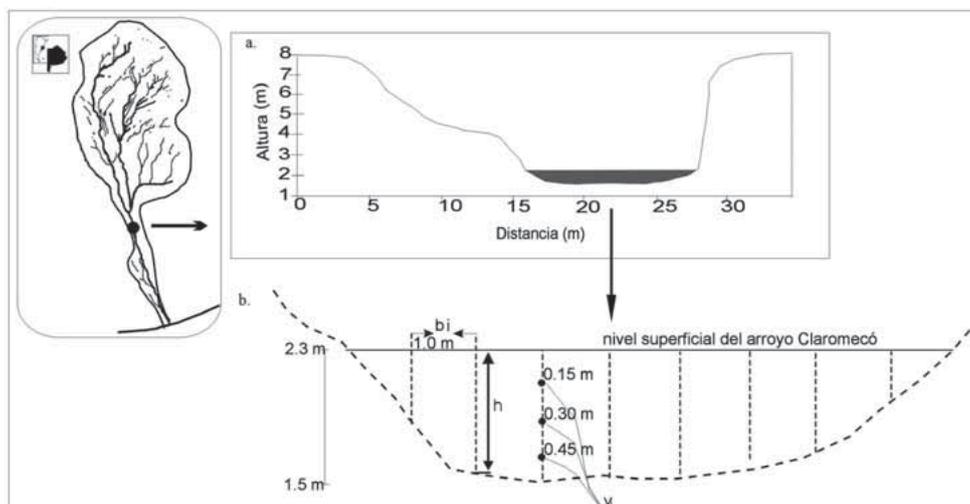


FIGURA 3: Localización de la sección de aforo. Perfil. Estaciones de medición.

molinete tiene una hélice que gira de acuerdo a la velocidad de la corriente. La ecuación general del molinete es:

$$V = \alpha + \beta \cdot n$$

Donde  $n$  es el número de revoluciones de la hélice en la unidad de tiempo,  $\alpha$  es la constante de paso hidráulico, obtenida experimentalmente en ensayos de arrastre (m),  $\beta$  es la constante que considera la inercia y la mínima velocidad para que la hélice se mueva (m/s).

En este caso los coeficientes  $\alpha$  y  $\beta$  poseen un valor de 0,0376 y 2,343, respectivamente, que fueron obtenidos por la calibración del quipo en el Laboratorio de Hidráulica del Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca). Se establecieron nueve estaciones cada metro a lo largo del ancho del cauce. En cada una de estas estaciones las mediciones de la velocidad de la corriente se realizaron en tres niveles de profundidad a 0,15 m, 0,30 m y a 0,45 m (figura 3). Las mediciones se repitieron dos veces en cada una de las estaciones y a los niveles mencionados. El caudal de la corriente se calculó a través de la siguiente ecuación:

$$Q = V_m \cdot A$$

Donde  $V_m$  es la velocidad media de la sección y  $A$  es el área de la sección. Para determinar el área de la sección transversal se midió el ancho de la sección del río con una cinta métrica y las profundidades cada metro a lo largo de la sección. Se consideraron subdivisiones donde circula aproximadamente el 10 % del caudal total. Las profundidades se midieron con ayuda de una varilla graduada que sostiene al molinete. El caudal total que pasa por la sección se obtuvo como la suma de los caudales parciales. En la técnica de aforo con molinete la medición de la velocidad media se realiza en puntos representativos de la sección. La velocidad media se midió en la vertical de aforo y se realizó un promedio de la velocidad en tres verticales consecutivas para obtener la velocidad media.

## 2.2. Aforo indirecto con limnógrafo

Para poder observar las variaciones del caudal del río en función del tiempo, fue necesario un registro constante de los cambios del nivel del agua. Ese registro continuo se obtuvo a través de un limnógrafo – freatígrafo LF 324. Este instrumento fue instalado en la sección de aforo, el 23 de septiembre de 1999 y hasta el 28 de febrero de 2003 registró continuamente la altura del agua del arroyo Claromecó. Por lo tanto se obtuvieron 3 años y 5 meses de registros continuos. La altura del agua fue captada por un sensor de presión piezorresistivo de estado sólido. El sensor se encuentra en la sonda que está conectada al equipo de registro. Allí se almacena la información en la memoria, esto permite un fácil traspaso de la información del limnógrafo a una PC portátil. El intervalo de registro de la altura del agua fue de 30 minutos. Toda la serie de lecturas de la variación del nivel del agua del arroyo se convirtieron a caudales. Para efectuar la conversión fue necesario calibrar la sección, es decir determinar la ecuación del caudal en función de la altura.

Para determinar la curva de calibración de la sección del arroyo se midió el Q y la H del agua durante varias épocas en el año. La misma permitió transformar los registros del nivel del agua en caudales. La curva se construyó a partir de los aforos hechos durante un período largo de tiempo, de tal manera de tener niveles bajos y altos del arroyo, correspondientes a diferentes condiciones climáticas y dinámicas del arroyo. Para obtener la curva de calibración de  $Q = f(H)$ , se calculó el caudal en  $m^3/s$  en cada una de las mediciones realizadas en la sección del arroyo y se lo correlacionó con la altura del agua del arroyo. Los aforos fueron realizados en distintos meses del año para cubrir las variaciones estacionales. El trabajo de campo fue dificultoso, en algunas oportunidades el nivel de las aguas no permitía el acceso por varios meses. La figura 4 presenta la curva de mayor confiabilidad (99%) obtenida para la serie analizada ( $r^2 = 0,87$ ). La ecuación hallada es la siguiente:

$$Q = 2.3 + 3.59H^{0.28}$$

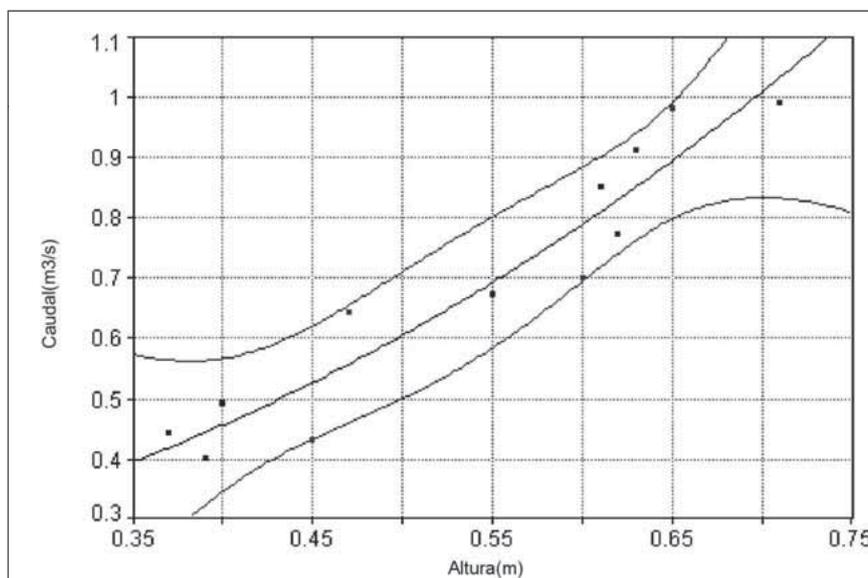


FIGURA 4: Curva de calibración de la sección de aforo.