



Investigaciones Geográficas (Esp)
E-ISSN: 1989-9890
inst.geografia@ua.es
Universidad de Alicante
España

Carbone, María E.; Pérez, Daniel E.; Piccolo, María C.; Perillo, Gerardo M. E.
Comportamiento hidrológico del arroyo Claromecó, Argentina
Investigaciones Geográficas (Esp), núm. 39, 2006, pp. 179-193
Universidad de Alicante
Alicante, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17603911>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

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 limnígrafo freátígrafo. El caudal medio del arroyo Claromecó es de $0.87 \text{ m}^3/\text{s}$. 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 $0.87 \text{ m}^3/\text{s}$ and the maximum height is reached in October, which is the雨iest 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 12th 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

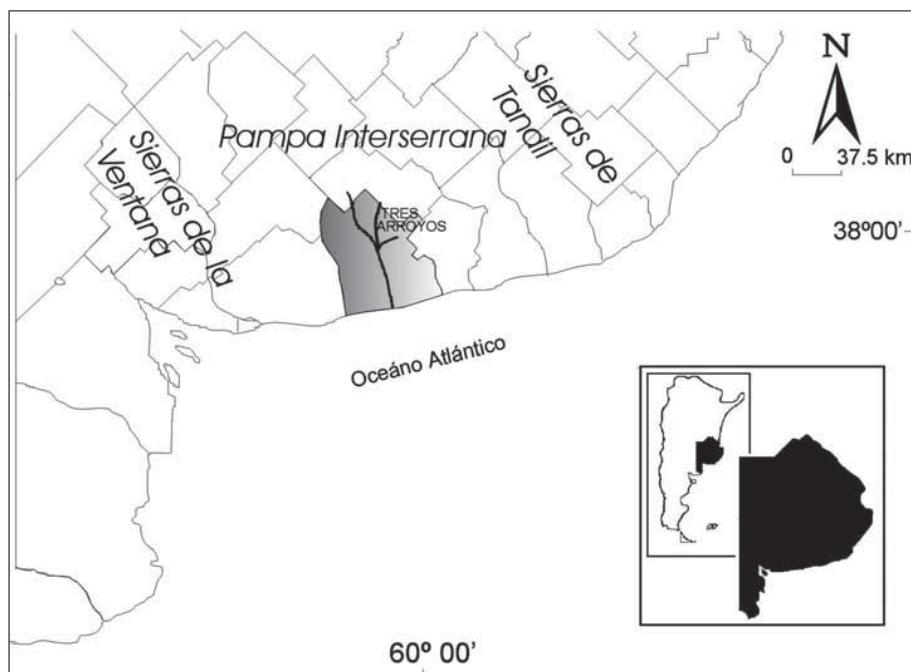


FIGURA 1: Localización de la cuenca del Arroyo Claromecó.

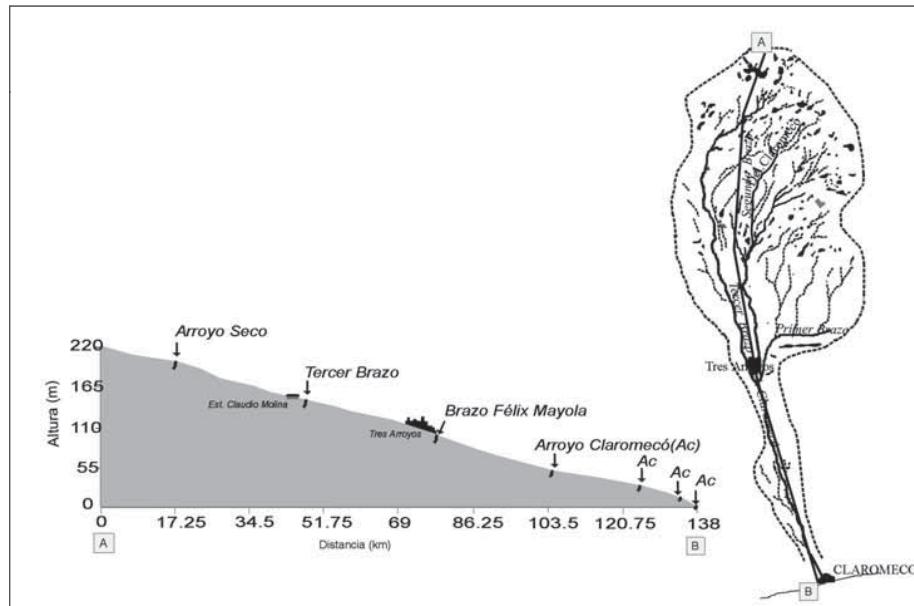


FIGURA 2: Perfil longitudinal de la cuenca hidrográfica del Arroyo Claromecó.

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 profundidad 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 Km² 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 m³/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 es 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 limnígrafo. 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

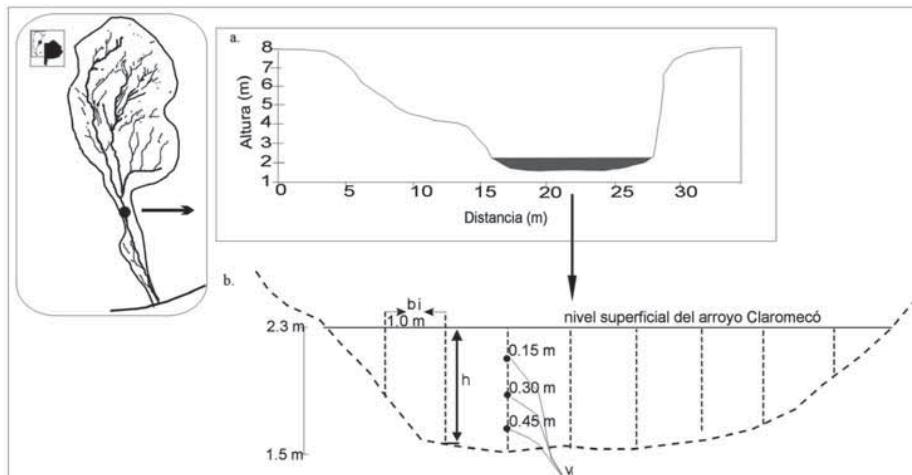


FIGURA 3: Localización de la sección de aforo. Perfil. Estaciones de medición.

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, α es la constante de paso hidráulico, obtenida experimentalmente en ensayos de arrastre (m), β es la constante que considera la inercia y la mínima velocidad para que la hélice se mueva (m/s).

En este caso los coeficientes α y β 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 limnígrafo

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 limnígrafo – 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 limnígrafo 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:

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

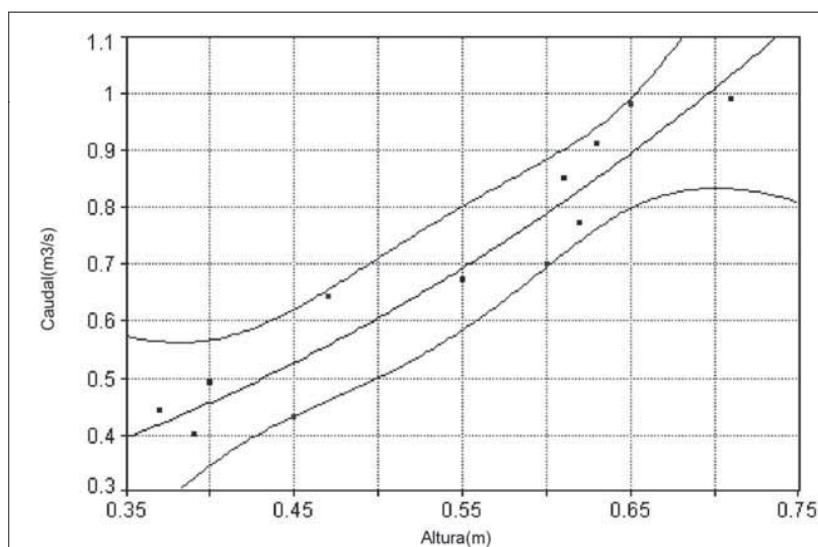


FIGURA 4: Curva de calibración de la sección de aforo.

El perfil de la sección se realizó con un teodolito y se calculó por triangulación. Se elaboraron los hidrogramas de las crecidas durante el período de medición. Se analizaron todos los casos para poder determinar el origen de los aportes predominantes (superficial, subsuperficial y subterráneo) según Bruniard (1992).

3. Resultados

La velocidad media de la corriente del arroyo Claromecó es de 0,19 m/s. Las máximas velocidades se presentan durante la primavera alcanzando una velocidad media de 0,32 m/s, mientras que las velocidades medias mínimas se presentan durante el invierno. Para el otoño y verano se observan valores casi similares de la velocidad de la corriente (tabla 1).

Tabla 1
VELOCIDAD MEDIA ESTACIONAL DE LA CORRIENTE DEL ARROYO CLAROMEÓ

Muestreo	Área (m^2)	$Q (m^3/s)$	Velocidad media (m/s)
Otoño	3,4	0,8	0,18
Invierno	2,1	0,4	0,12
Primavera	4,1	1,1	0,32
Verano	3,4	0,6	0,16

Durante el período de estudio el caudal medio del arroyo Claromecó fue de $0,87 \text{ m}^3/\text{s}$ (9/1999-2/2003). Los mayores caudales se presentan en primavera con un pico máximo en octubre de $1,21 \text{ m}^3/\text{s}$. Los caudales mínimos se presentan durante el verano donde el mes de febrero alcanza el valor mínimo ($0,61 \text{ m}^3/\text{s}$). Los caudales medios estacionales se presentan en la figura 5. En otoño el valor medio de los caudales llega a $0,90 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo estos valores los mayores con respecto a los caudales de las otras dos estaciones del año. Los caudales medios durante el verano y el invierno alcanzan los valores de $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente (figura 5).

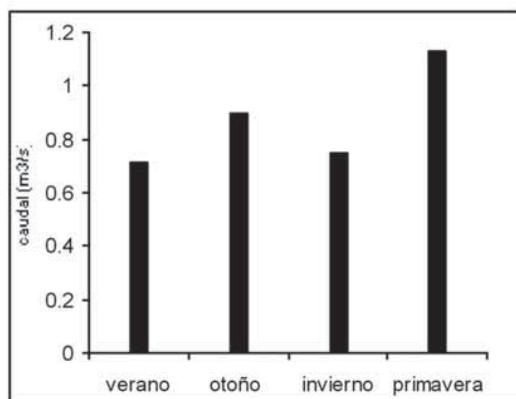


FIGURA 5: Caudales medios estacionales del arroyo Claromecó.

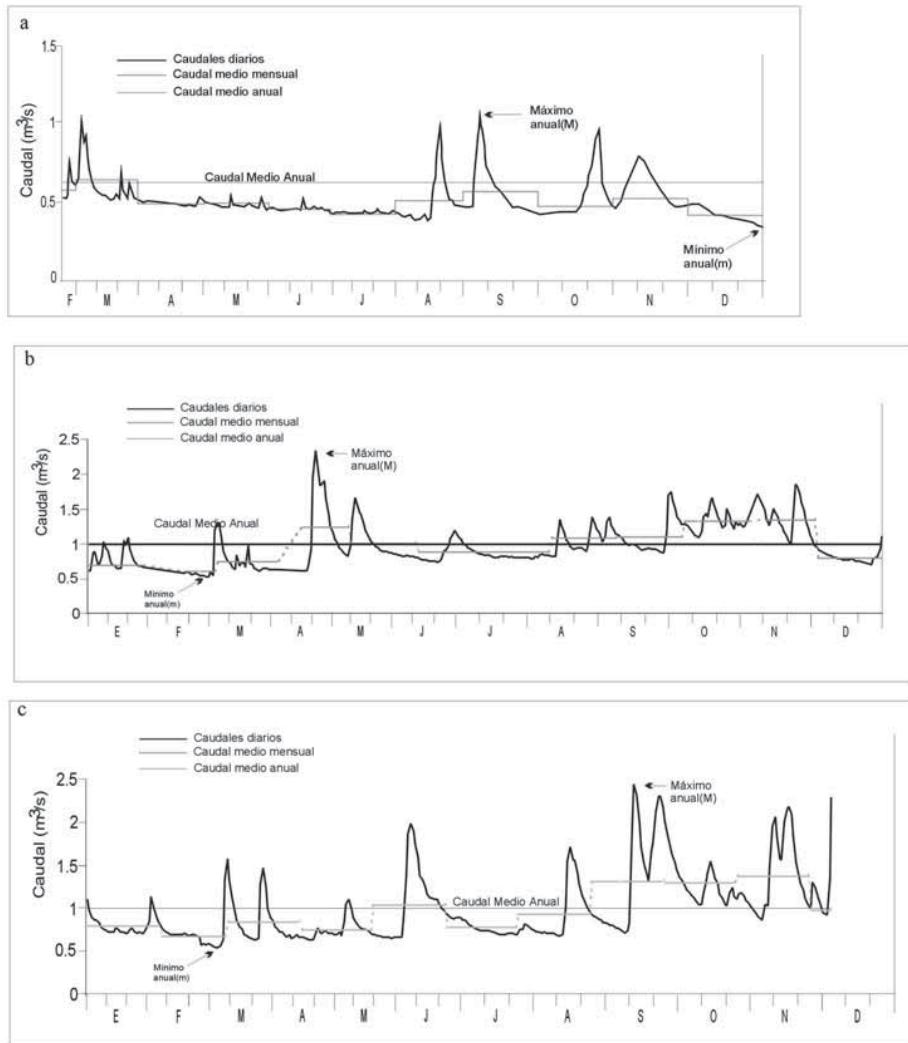


FIGURA 6: Caudales diarios del Arroyo Claromecó. a. 2000 b. 2001 y c. 2002.

La curva de caudales diarios del arroyo Claromecó en el año 2000 presenta un máximo anual (M) de $1,10 \text{ m}^3/\text{s}$ y un mínimo anual (m) de $0,41\text{m}^3/\text{s}$. El caudal medio anual es $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$. Casi todos los valores de caudales diarios a lo largo del año se mantienen por debajo del caudal medio anual. Los máximos caudales se presentan durante los meses de primavera. A fines de diciembre se presentan los caudales mínimos (figura 6).

En el año 2001 se observa que a lo largo del año los caudales diarios superaron mayoritariamente el caudal medio anual de $0,99 \text{ m}^3/\text{s}$. El máximo anual registrado fue $2,33 \text{ m}^3/\text{s}$ y el mínimo anual $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$ (figura 6b). Los caudales máximos se presentan a fines de abril principio de mayo, mientras que los mínimos suceden hacia finales de febrero. En

el tercer año de medición de caudales (año 2002) se presentó el mayor máximo anual del total del período analizado, que alcanzó los $2,43 \text{ m}^3/\text{s}$ (figura 6c). El mínimo anual de los datos estudiados alcanzó $0,57 \text{ m}^3/\text{s}$. Los picos máximos de caudales diarios se presentaron en junio, agosto, septiembre y noviembre.

3.2. Relación entre el caudal medio mensual y precipitaciones

Las precipitaciones mensuales indican una importante variabilidad a lo largo del año. Se acentúan en otoño y primavera en casi todos los casos. Las curvas de los caudales medios mensuales del arroyo en comparación con las precipitaciones mensuales para cada año considerado se muestran en la figura 7. En el año 2000 el máximo caudal medio mensual

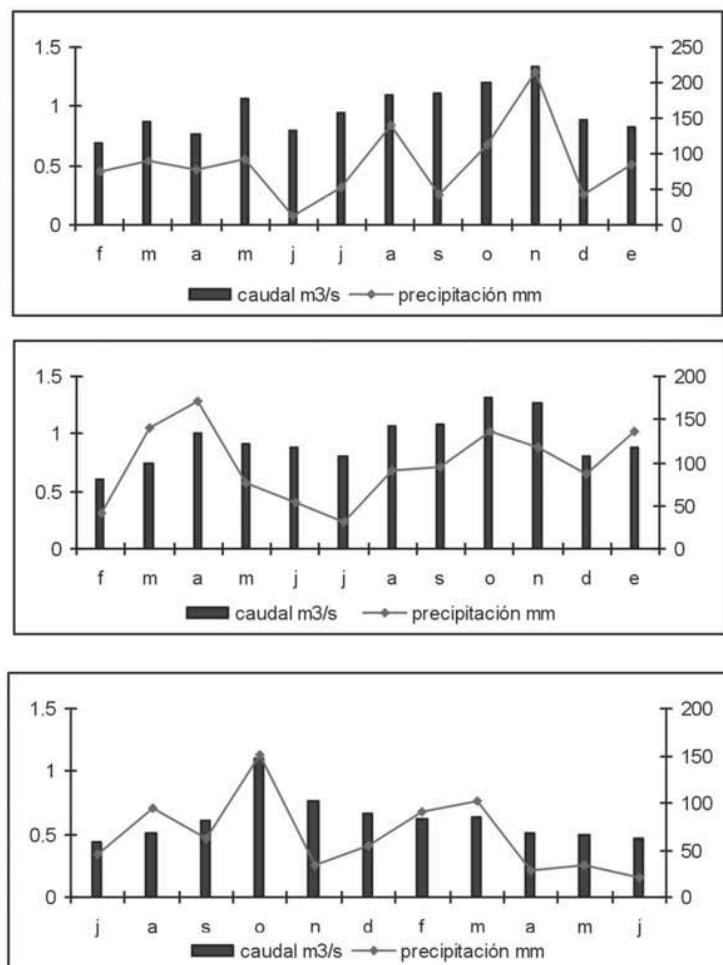


FIGURA 7: Curva de caudales medios mensuales en relación a las precipitaciones mensuales.
a. 2000 b. 2001 y c. 2002.

es de 1,10 m³/s y se produce en el mes de octubre coincidente con las máximas precipitaciones (151,2mm). El mínimo caudal medio mensual es de 0,43 m³/s durante el invierno en el mes de julio, mes en el cual se produjeron las precipitaciones mínimas (50 mm). En el año 2001 se observa un máximo caudal medio mensual durante la primavera en el mes de octubre con un valor de 1,31 m³/s y el mínimo caudal medio mensual de 0,61 m³/s que se presenta en febrero. Durante este año las precipitaciones presentan un máximo durante abril de 171 mm y el caudal medio en este mes llegó a 1,00 m³/s (figura 7b). En el año 2002 se observa que el máximo caudal medio ocurre en primavera durante noviembre con un valor de hasta 1,34 m³/s y coincide con el máximo de las precipitaciones que arrojaron un monto de 214,5 mm (figura 7c).

La mayor probabilidad de ocurrencia de los caudales corresponde a caudales menores que 0,70 m³/s (figura 8). La probabilidad de ocurrencia de caudales mayores a 2 m³/s es inferior al 10% y para caudales superiores a 2,5 m³/s la probabilidad es de 0,2%. Del análisis de la curva también podemos destacar los valores de Q_{10} que corresponde a 1,84 m³/s, el de Q_{50} que es de 0,80 m³/s y el Q_{90} que es de 0,6 m³/s. Esta curva adquiere fundamental importancia ante cualquier proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico del río y ante la construcción de obras de desagües pluviales.

Para poder conocer la respuesta de esta cuenca a las precipitaciones se calculó el tiempo de concentración, también denominado tiempo de respuesta o de equilibrio. Lamas (1993) lo define como el tiempo requerido para que, durante un aguacero uniforme, se alcance el estado estacionario; es decir, el tiempo necesario para que contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto de la cuenca más alejado (según el recorrido de drenaje) del desagüe en llegar a éste.

Se obtuvo el tiempo de concentración de acuerdo a la siguiente ecuación de Kirpich (en Wainelistra, 1997):

$$t_c = 3,97 \cdot \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \right)$$

Donde L es la longitud del cauce (Km) y S es la pendiente media (m/m). El tiempo de concentración está determinado por las características físicas de la cuenca (superficie, pendiente media, longitud del cauce). El tiempo de concentración estimado para la cuenca del arroyo Claromecó es de 14 horas.

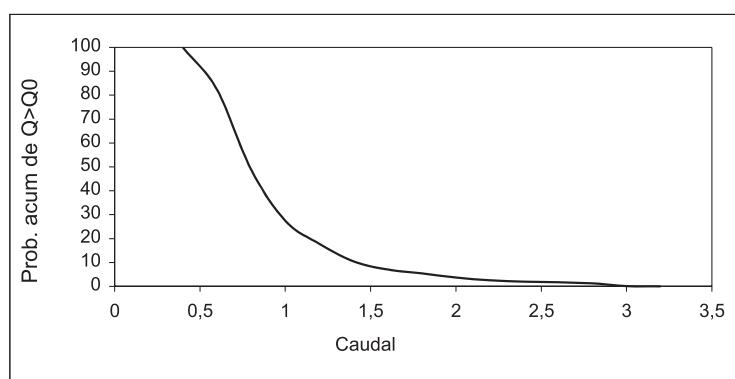


FIGURA 8: Probabilidad de ocurrencia de caudales.

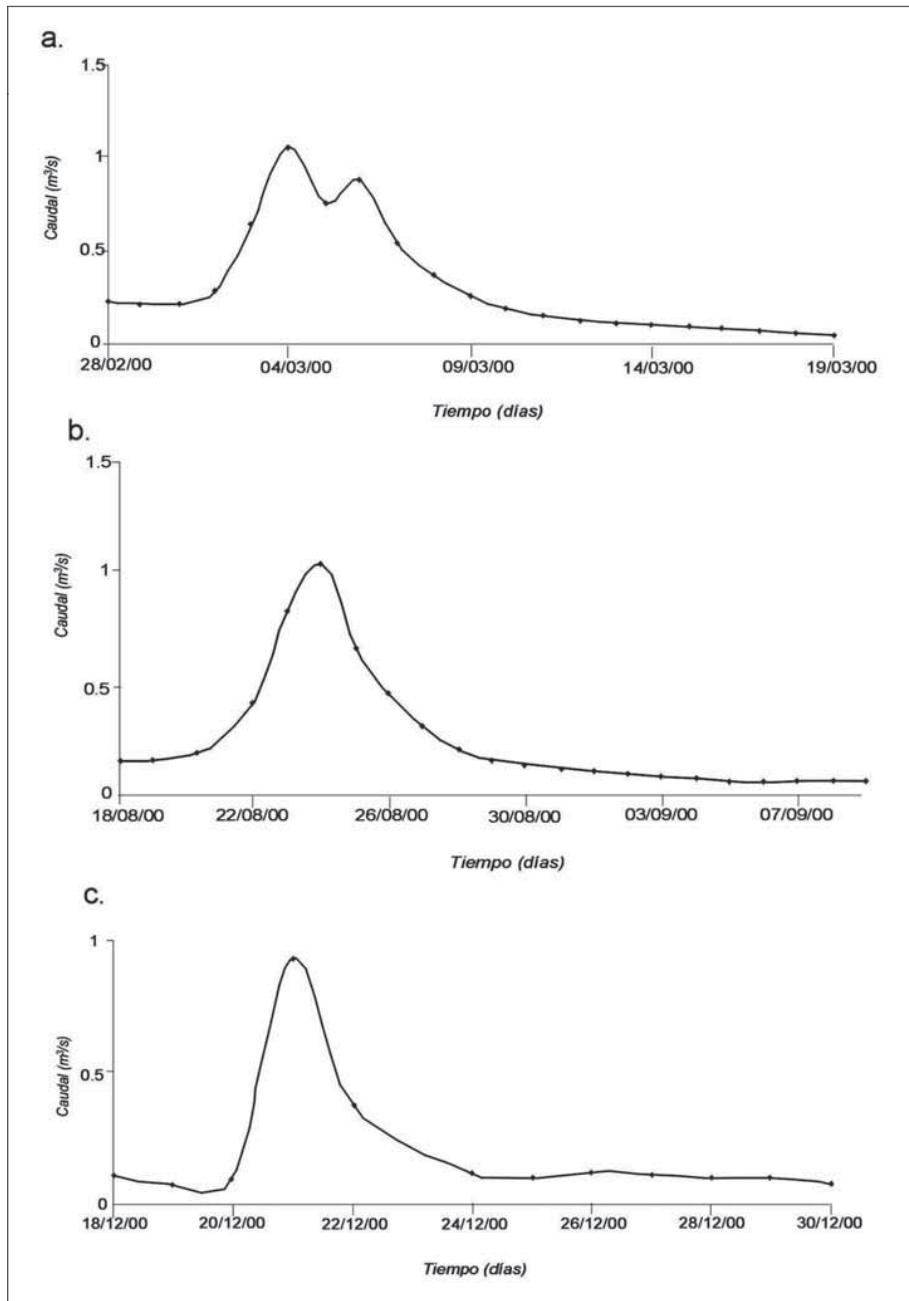


FIGURA 9: Hidrogramas típicos del Arroyo Claromecó.

3.3. Análisis de hidrogramas

Para analizar el comportamiento del caudal del arroyo Claromecó se trazaron las diferentes curvas de variación del mismo para aquellos casos que la crecida es producto de un solo aguacero y que no evidencian lluvias precedentes inmediatas. Del análisis de

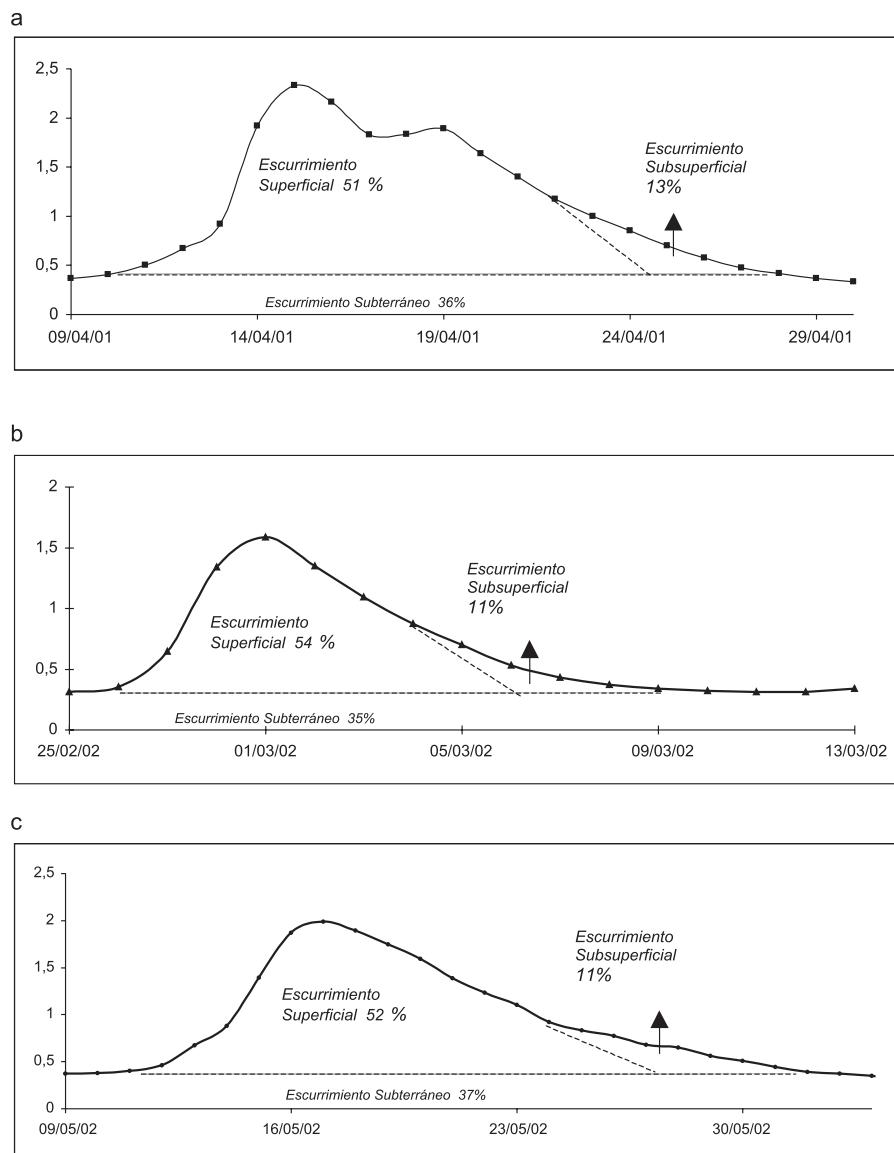


FIGURA 10: Origen de los diferentes aportes hacia el colector principal del Arroyo Claromecó.

las numerosas curvas de crecida se pudo observar que el tiempo de ascenso promedio es de 5 días, asimismo la finalización del escurrimiento directo (curva de descenso) demora término medio 10 días. La duración del escurrimiento de aguas subterráneas (curva de agotamiento) es proporcional al máximo caudal alcanzado (Chow, 1982). De esta manera para aforos de hasta 1,5 m³/s la curva de agotamiento se llega a extender por más de 12 días. Los hidrogramas típicos de la cuenca (figura 9) muestran un caudal pico de 1,06 m³/s, la curva de crecida alcanzó los 6 días y la curva de descenso sufre una inflexión ascendente dado que se presenta otro evento de lluvia. El escurrimiento directo se demora tres días aproximadamente y la curva de agotamiento se extiende por más de 10 días. La figura 9b muestra un caudal de punta de 1,03 m³/s. La curva de ascenso posee 7 días, mientras que la de descenso demora 5 días. La curva de agotamiento se extiende por más de 12 días. En la figura 9c se observa que el tiempo de ascenso es de cuatro días y demora dos días en el descenso, la curva de agotamiento demora 6 días, como se expresara esta es proporcional al máximo caudal alcanzado. En este caso el máximo caudal es de 0,86 m³/s.

En base al análisis de las crecidas se ha determinado que porcentaje representan sobre el caudal total los aportes superficiales, subsuperficiales y subterráneo (Bruniard, 1992). Se determinaron para tres de los casos presentados. El hidrograma de la figura 10a presenta el origen de los distintos aportes para principios de abril del 2001, donde se observa que el mayor porcentaje corresponde al superficial, en este caso representa el 51%. El aporte subsuperficial y subterráneo alcanzan porcentajes de hasta 13 y 36%, respectivamente. En la figura 10b los porcentajes de los distintos aportes varían, dado que el aporte subterráneo es de 35%, el de origen superficial llega a 54% mientras que el subsuperficial es de 11%. La mayoría de los casos estudiados arrojan un mayor porcentaje de escurrimiento superficial que oscila entre 51 y 60%, el aporte subterráneo le sigue en orden de importancia con valores que van desde 36 a 38% y el menor aporte en todos los casos corresponde al escurrimiento subsuperficial o hipodérmico.

Discusión

El arroyo Claromecó está caracterizado por poseer escorrentía directa dado que solo se infiltra una fracción de la misma y un escaso porcentaje queda almacenado de acuerdo al comportamiento de los hidrogramas desde el punto de vista del origen de los hacia el colector principal. Este arroyo posee una capacidad de almacenaje mediana. Los valores de infiltración hallados en la cuenca varían entre 3 y 12 mm/h lo que determina una velocidad de infiltración baja y media (Carbone y Piccolo, 2002). Este factor sumado a la escasa pendiente que caracteriza a esta cuenca determina un tiempo de concentración y una velocidad de escorrentía típico de arroyos de planicie La velocidad de escurrimiento normal es baja (por ser arroyo de llanura) pero su caudal se incrementa rápidamente después de precipitaciones mayores a 80 mm en la cuenca alta Si bien la capacidad de retención de la cuenca depende de las condiciones de humedecimiento precedentes a cada tormenta se observado una directa relación entre el aumento del caudal y las precipitaciones.

La irregularidad que se observa en la curva de los caudales medios mensuales del arroyo Claromecó obedece principalmente a la variación de las precipitaciones mensuales. La temperatura como principal agente de evaporación se suma a la acción de las precipitaciones. Ambos factores influyen en la irregularidad de los caudales generando bajantes pronunciadas durante el otoño e invierno e inundaciones importantes durante la primavera.

Existen diversos sistemas de clasificación para los distintos tipos de regímenes fluviales. Parde (1955) presenta una amplia categorización basada en la forma de alimentación de los

cursos. Dentro de ellas distingue simples, complejos originales y complejos cambiantes. Entre los primeros se encuentran los regímenes simples de alimentación pluvial, caracterizados por presentar las precipitaciones como modo de alimentación predominante. Un régimen pluviométrico característico de las áreas templadas es el oceánico, que presenta lluvias abundantes y es propio de planicies como la región pampeana (Bruniard, 1992). Esta cuenca de llanura localizada en una zona templada se caracteriza por poseer lluvias importantes durante la primavera (285 y 360 mm). Se puede especificar que el régimen del arroyo Claromecó es un régimen simple pluvial oceánico característico de los ríos y arroyos de planicie como es el caso del río Salado de la Provincia de Buenos Aires (Bruniard, 1992) es el afluente más sureño del río de la Plata que drena una vasta superficie del centro y norte de la provincia su cuenca se encuentra en una depresión de fondo plano. Con las primeras lluvias se colmatan las lagunas y el suelo se satura, este comportamiento también se presenta como se dijera en el arroyo en estudio. Otros cursos de agua también presentan el mismo régimen hidrológico como por ejemplo el Arroyo Azul (Vives et al, 2001), río Quequén Salado (Marini y Piccolo, 2002) y río Quequén Grande (Campos y Piccolo, 1996) de acuerdo a los estudios integrados y completos que se han realizado. Los factores que intervienen principalmente en el régimen simple pluvial de estos ríos y arroyos de llanuras son el relieve caracterizado por pendientes pocas pronunciadas, la estructura geológica del sedimento, los suelos y la presencia de lagunas y bañados principalmente en las cuencas altas (Vich, 1996). El arroyo Claromecó posee en su cuenca alta un área lagunar superior a 12 km², que se colmata con aguaceros superiores a 90 mm (Carbone y Piccolo 2002), es ahí cuando comienza el escurrimiento del excedente hídrico.

Conclusiones

El arroyo Claromecó adquiere particular importancia por escurrir en una zona muy importante del país, donde se produce gran parte de la cosecha fina de la Argentina. La cuenca posee tierras muy fértiles y productivas. De acuerdo a este estudio preliminar del comportamiento hidrológico del arroyo Claromecó el caudal medio del mismo es de 0,87 m³/s. Los mayores caudales se presentan en primavera y los mínimos durante el verano.

La variabilidad de los caudales a lo largo del año coincide con la irregularidad de las precipitaciones mensuales. Los caudales máximos ocurren durante el mes de octubre justamente el mes más lluvioso, mientras que los meses de estiaje corresponden a junio y julio.

Las características físicas de la cuenca del arroyo Claromecó determinan un tiempo de concentración de 14 horas aproximadamente. Las curvas de variación de caudales producto de un solo aguacero revelaron que el tiempo de ascenso promedio es de 5 días. La finalización del escurrimiento directo demora alrededor de 10 días, mientras que la curva de agotamiento que es proporcional al caudal, muestra que caudales superiores a 1,5 m³/s demora 12 días hasta completar esta fase hidrológica. En todos los casos de hidrogramas de crecidas se evidencia una mediana capacidad de almacenamiento de la cuenca.

En los dos últimos años se observan mayores caudales con respecto al primer año de medición. El mínimo de los caudales de la serie se presentó durante el año 2000. Esta irregularidad de los caudales medios encuentra una fuerte correlación con el régimen pluviométrico. Durante los años 2001 y 2002 las precipitaciones superaron ampliamente los 1000 mm anuales mientras que durante el año 2000 sólo fue de 850mm. En todos los casos analizados los caudales medios mensuales presentan una curva irregular donde se observan distintas fases hidrológicas. La fase de caudales máximos se presenta en la primavera durante el mes de octubre justamente el mes más lluvioso. Mientras que los meses de estiaje son principalmente durante el verano para los años 2001 y 2002, en el caso del año 2000 los

meses de estiaje correspondieron a los de invierno con un caudal mínimo medio en julio.

A partir del análisis realizado de la serie de caudales medidos por primera vez en el arroyo Claromecó en forma continua se puede inferir que el régimen fluvial del arroyo corresponde al pluvial oceánico, con lluvias durante todo el año e inviernos frescos.

Referencias bibliográficas

- BRUNIARD, E. (1992): *Hidrografía, procesos y tipos de escurrimiento superficial*. Ed. Ceyne. Buenos Aires, 124 pp.
- CAAMAÑO, N. G. y ZIMMERMANN, E. (1990): «Tipología de los sistemas hidrológicos superficiales» XVI Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas Bahía Blanca.
- CAMPO DE FERRERAS, A. y PICCOLO, M. C. (1999): «Hidrogeomorfología de la cuenca del Río Quequén Grande, Argentina» *Papeles de Geografía* Universidad de Murcia, Vol. 29, 35-46.
- CARBONE, M. E. y PICCOLO, M. C. (2002): «Morfometría de la cuenca del Arroyo Claromecó, provincia de Buenos Aires, Argentina» *Revista Geofísica* México. Número 56: 51-67.
- CHOW, V. T. (1982): *Hidráulica de los canales abiertos*. Editorial Diana. México, pp. 633.
- DIRECCIÓN HIDRÁULICA PROVINCIAL (1977): Aforos del Arroyo Claromecó. La Plata. Argentina.
- GONZÁLEZ, M. (1997): *Diagnóstico ambiental de la Provincia de Buenos Aires. Tomo I*. Ediciones banco provincia, Buenos Aires, 245 pp.
- HERAS, R. (1983): *Recursos hidráulicos. Síntesis, metodología y normas*. Cooperativa de publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos, Madrid, 380 pp.
- LAMAS, J. (1993): *Hidrología general. Principios y aplicaciones*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao. 635 pp.
- MARINI, F. y PICCOLO, M. C. (2002): «Estudio del caudal del Río Quequén Salado». *Tesis doctoral*. Inédita. 170 pp.
- PALESE de TORRES, A. (1958): «Hidrografía» En Difrieri. H (ed.) *La Argentina suma de Geografía*. Buenos Aires Peuser 187-388.
- PARDE, M. (1955): *Fleuves et rivières*. Colin. 165 pp.
- PEDRAZA GILSANZ, J. DE (1996): *Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones*. Ed Rueda. Madrid. 414 pp.
- VICH, A. J. (1996): *Aguas Continentales: Formas y Procesos*. Ed CELAA, Mendoza. 198 pp.
- VIVES, L.; ABRILE, P.; CLAUSS, A.; LORENZO, J., USUNOFF, E.; VARNI, M.; VÉNERE, M. Y FERNÁNDEZ, M. (2001): «Propuesta para la gestión de la información en cuencas hidrográficas» *Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas*, Rosario, Argentina, 8-12 de octubre
- WANIELISTA, M. P. (1997): *Hydrology and Water quality Control* Wiley 2 ed. 567 pp.