

Algunos parámetros hidrológicos relevantes

3

Los ríos drenan el agua desde los continentes hacia los océanos y son las principales rutas de transporte para los productos del escurrimiento. La gravedad provee la fuerza por la cual el exceso de agua y los detritos arrastrados por el agua son llevados desde los terrenos elevados hasta el nivel del mar.

El agua que fluye desde la tierra hacia el océano genera y mantiene un sistema altamente organizado de características físicas e hidráulicas. En el ambiente natural, las complejas interrelaciones entre esas características hacen difícil visualizar todo el sistema del río en forma simultánea. Sin embargo, son estas interrelaciones las que constituyen la característica más distintiva y dominante en los ríos.

Una razón por la cual estas interrelaciones son difíciles de visualizar es que se producen grandes variaciones en cortos periodos de tiempo. Una tormenta de pocas horas o días de duración produce una escorrentía que llega al canal del río, elevando el nivel del agua

hasta alcanzar un pico de crecida, para disminuir después. Estos ascensos y descensos en el nivel del agua pueden ser evaluados y graficados a lo largo del tiempo.

En términos hidrológicos, se define a la *descarga* o *caudal* de un río como el volumen de agua que transporta por unidad de tiempo. Es expresada generalmente como $m^3/segundo$. El gráfico de la descarga del río a lo largo del tiempo es, por definición, un *hidrograma*.

La forma del hidrograma depende de la distribución de la precipitación y de las características de la cuenca. El área comprendida bajo la curva del hidrograma representa el volumen de agua que ha pasado a través del punto

de medición en un determinado período de tiempo; ese área puede ser calculada mediante métodos gráficos o matemáticos.

Existen dos tipos de *hidrogramas*: el *anual* y el de *tormenta*. El *hidrograma anual* grafica las variaciones en la *descarga* o caudal del río a lo largo de un año o de un período de tiempo mayor; muestra el balance hídrico a largo plazo entre la precipitación, evaporación y escorrentía de la cuenca y describe la variabilidad temporal de la *descarga* del río (FIGURAS 11 y 12).

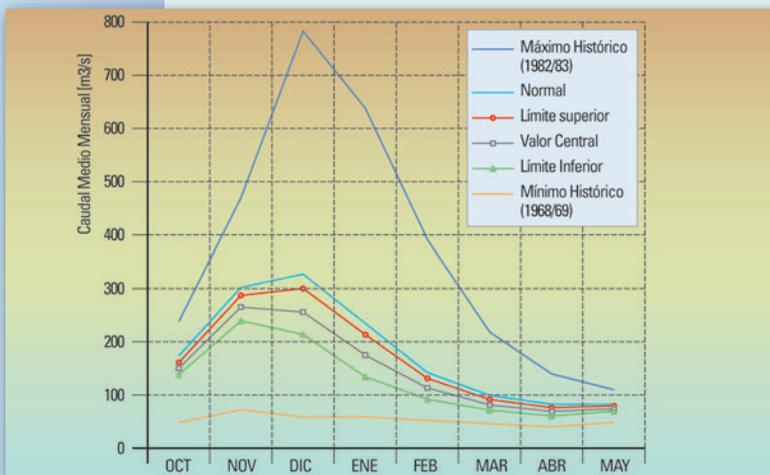


Figura 11: Hidrograma predictivo de los caudales esperados para el río Colorado en la estación hidrométrica de Buta Ranquil para el período 2007 – 2008. La curva correspondiente al valor central representa el caudal promedio estimado para el período. (Fuente: Subsecretaría de recursos Hídricos, Sistema Nacional de Información Hídrica, Red Hidrológica Nacional, <http://www.hidricosargentina.gov.ar/3-Pronóstico07-08-gráficos.htm>).

El *hidrograma de tormenta* grafica la variación en el caudal del río como resultado de un único episodio de precipitación, limitado en el tiempo (FIGURA 13).

La FIGURA 13 muestra los cuatro componentes del *hidrograma* durante una tormenta. Antes del inicio de la intensa precipitación, el caudal de base del río disminuye gradualmente (A); no se produce escorrentía simplemente porque no hay precipitación.

La escorrentía y el incremento asociado del caudal del río se inicia en A, alcanza su valor máximo en B y declina en C. En el segmento CD se observa la recesión del caudal del río hacia sus valores normales.

Los hidrólogos analizan los hidrogramas para determinar las características cuantitativas de una cuenca y del canal del río. A partir de estos análisis se obtiene información determinante para el manejo del río y de las áreas ribereñas.

La evaluación de la *descarga* de la cuenca permite determinar la cantidad de agua promedio que transporta el río y predecir la frecuencia e intensidad de las crecidas. Así, resulta posible:

- ❖ Determinar el área ribereña que puede ser potencialmente afectada por una inundación, a fin de planear el desarrollo urbano y la actividad productiva en la misma;
- ❖ Desarrollar sistemas de alarma adecuados y eficientes;
- ❖ Determinar los caudales promedio del río con el objeto de evaluar el potencial abastecimiento de agua para consumo humano y del ganado, riego, centrales hidroeléctricas, etc;
- ❖ Determinar los caudales mínimos del río a fin de elaborar criterios de regulación y control de la potencial contaminación del recurso, y generar estrategias de manejo de potenciales problemas sanitarios y ecológicos.

Para este propósito se dispone de una red de estaciones de monitoreo ubicadas en el curso de los ríos de cada región y los resultados son publicados en forma periódica para conocimiento de la población. En nuestro país, la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios (<http://www.hidricosargentina.gov.ar/>), a través del Programa *Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH)*, recolecta, procesa y almacena los datos básicos obtenidos a partir de la *Red Hidrológica Nacional* relacionados con los recursos hídricos y el medio ambiente. La *Red Hidrológica Nacional* constituye la mayor fuente de información hidrológica del

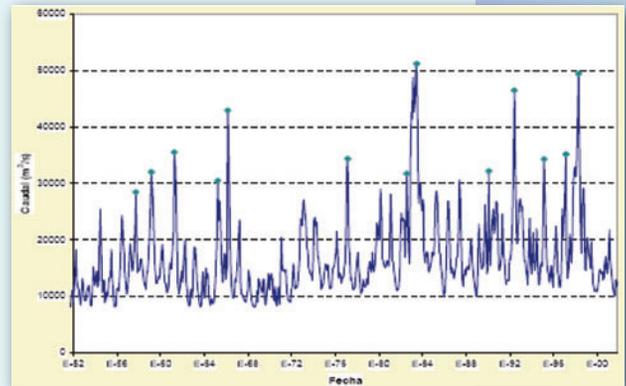


Figura 12: Hidrograma de caudales medios del río Paraná en el período 1952 – 2001 (Fuente: Jaime, P. y A. Menéndez, 2003, Proyecto LAH 216, Instituto Nacional del Agua).

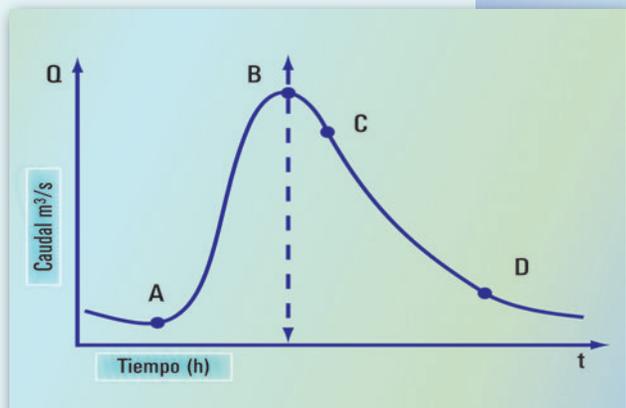


Figura 13: Hidrograma hipotético de tormenta para un evento determinado. A: caudal normal de base del río; B: caudal máximo; C: declinación del caudal máximo; D: recesión del caudal hacia valores normales.

país y cuenta con 259 puntos de medición hidrométrica, en muchos de los cuales se observan tanto parámetros hidrológicos como meteorológicos, distribuidos en los distintos cursos de agua del país (FIGURA 14).

De esta manera, se ha podido determinar que la descarga media anual del *Paraná Medio* es de 17.000 m³/s y que en los últimos 25 años se han observado importantes alteraciones en el régimen de crecidas, atribuidos a variaciones en el volumen y frecuencia de las precipitaciones en la cuenca, deforestación y construcción de represas (Baigún y colaboradores, 2003).



Figura 14: Estaciones de la Red Hidrológica Nacional activas e inactivas (Fuente: Subsecretaría de Recursos Hídricos, Sistema Nacional de Información Hídrica, <http://www.hidricosargentina.gov.ar/estrednac.html>).

Actividad: Algunos parámetros hidrológicos relevantes

3.1. Medición de la velocidad de corriente de un curso de agua natural o canal.

La actividad propuesta implica la visita y observación de un curso de agua natural, preferiblemente un arroyo, o un canal de riego.

Para el desarrollo seguro de esta actividad es importante que la visita se efectúe alrededor de 10 días después de la última precipitación registrada, en un día donde las condiciones ambientales sean agradables. Los alumnos deberán ir provistos con ropa adecuada, botas y guantes de material plástico o vinílico.

Materiales necesarios:

- ❖ Una cuerda de 10 m de longitud.
- ❖ Cronómetro o reloj con segundero.
- ❖ Un objeto capaz de flotar (pelota o pequeña botella llena hasta la mitad de agua, por ejemplo).
- ❖ Papel y lápiz.

Objetivo:

Determinación de la velocidad de corriente aproximada a la cual el agua fluye en ambas márgenes y en la zona media del curso de agua seleccionado, midiendo el tiempo en que un objeto flotante tarda en desplazarse a través de una determinada longitud.

a. Ubíquese en el curso de agua, cerca de la margen derecha. Utilice la cuerda para medir la distancia (10 m), en la dirección en que fluye el agua.

b. Lleve el cronómetro a cero o espere a que el segundero inicie el recorrido de la esfera del reloj

c. Coloque el objeto flotante en el agua, en el punto de inicio de la soga. Simultáneamente, encienda el cronómetro u observe el inicio del recorrido del segundero en el reloj.

d. Pare el cronómetro o registre la ubicación del segundero del reloj, cuando el objeto atraviese la marca de los 10m.

e. Registre la lectura en el cuadro adjunto.

f. Repita el procedimiento tres veces en la margen derecha, tres veces en la margen izquierda y tres veces en el centro del curso de agua. Registre los resultados en la casilla del cuadro apropiada.

g. Determine el promedio de las tres mediciones para la margen derecha. Registre el resultado.

h. Repita el procedimiento para la margen izquierda y el centro de la corriente.

i. Calcule la velocidad de corriente promedio para las márgenes derecha e izquierda y el centro de la corriente, mediante la fórmula:

Velocidad de corriente promedio = distancia recorrida (m) / tiempo promedio (segundos).

Registre su respuesta en el casillero correspondiente del cuadro adjunto.

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE CORRIENTE

Nombre del cuerpo de agua: _____

Fecha: _____

Hora: _____

Grupo: _____

Escenario \ Tiempo	Primera medición (s)	Segunda medición (s)	Tercera medición (s)	Promedio (s)	Velocidad de corriente promedio (sv)
Margen derecha					
Margen izquierda					
Centro					

j. Una vez completado el registro, se compararán los resultados de los distintos grupos. Los resultados obtenidos se utilizarán en actividades posteriores.

3.2. Sean los caudales medios diarios de un determinado cuerpo de agua, en m³/s, durante 5 días consecutivos:

Día	1	2	3	4	5
Caudal	215	1460	940	615	395

a. Graficar el hidrograma correspondiente.

b. ¿Cuál es el caudal pico?

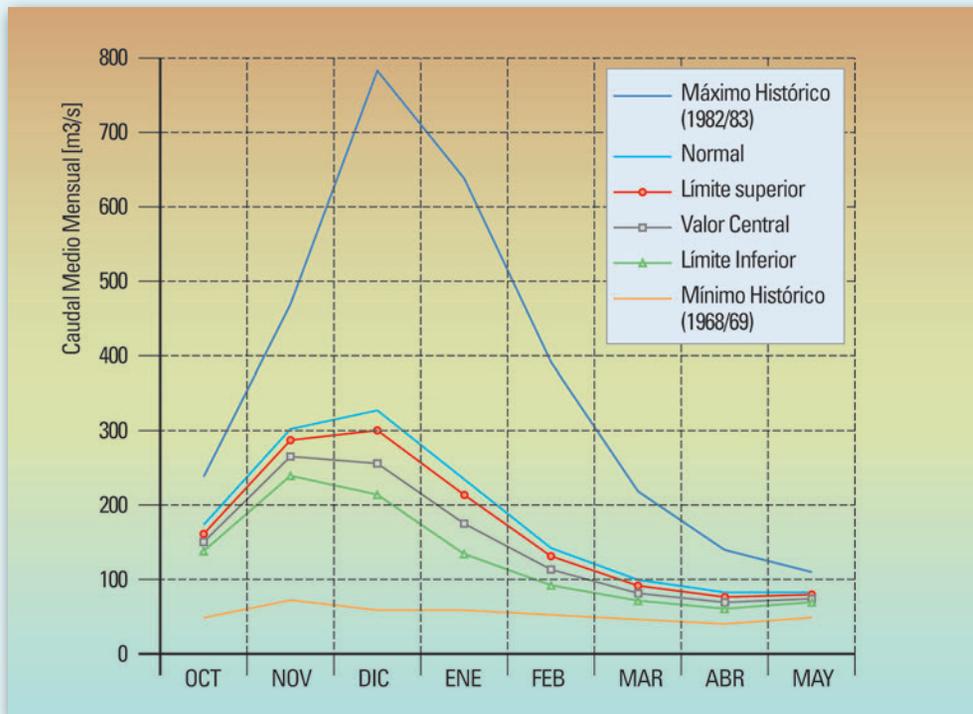
c. ¿Cuál es el caudal medio diario en ese período?

d. De acuerdo a los resultados observados en el hidrograma, ¿cuál es el volumen de esorrentía superficial en el período?.

3.3. De acuerdo a los valores del caudal promedio estimado para el río Colorado en el período 2007 – 2008 (FIGURA 11), sugiera las posibles causas asociadas a las condiciones climáticas que habrían determinado esa previsión.

3.4. El siguiente hidrograma corresponde a la predicción de caudales promedio del río Colorado en la Estación Hidrométrica de Buta Ranquil entre los meses de octubre de 2002 y marzo de 2003. Observe las diferencias existentes respecto del hidrograma predictivo correspondiente a los años 2007 – 2008. Sugiera las posibles causas climáticas que explican esa diferencia.

En la página Web de la Subsecretaría de Recursos Hídricos busque información acerca de las estaciones hidrométricas y de *aforo* (determinación del caudal del río) instaladas en la cuenca hidrográfica seleccionada en el ítem 1.2. Ubíquelas en un mapa de la región. Si resulta posible, solicite información a la Subsecretaría respecto de los valores de caudal determinados durante los años 2003 a 2007 para las estaciones de hidrométricas seleccionadas. Es posible hacerlo a través de la página Web (<http://www.hidricosargentina.gov.ar/FormRedHidro.html>).



La información es remitida vía e-mail en un plazo de 2 a 3 semanas. Una vez obtenida la información, grafique el hidrograma correspondiente. Determine el valor de caudales máximo, mínimo y promedio para el período. Asocie los resultados a la evidencia e información local respecto de:

- ❖ Inundaciones,
- ❖ Reducción evidente del caudal del río por sequía