

Hidrografía y parámetros de calidad del agua en el tramo medio del río Tajo

Pardo Martínez, E., Gilabert, J.
 Universidad Politécnica de Cartagena
 Dpto. de Ing. Química y Ambiental, Grupo I+D+i Ecosistemas
 E-mail: eduardo.pardo@upct.es, javier.gilabert@upct.es

Resumen. En este trabajo se ha seleccionado un tramo del río Tajo comprendido entre la presa de Bolarque y la confluencia del río Tajo con el Jarama para obtener – mediante campañas de muestreo de campo - datos físicos, químicos e hidráulicos del río. Estos datos son indicadores del actual estado físico y químico del río y son requeridos para estudios posteriores del estado ecológico del río. La determinación de los parámetros ambientales como los hidráulicos, se ha utilizado instrumental que ha permitido poder muestrear un tramo de río extenso para captar la heterogeneidad de hábitats que pueda albergar el tramo medio del río Tajo.

1. Introducción

Las aguas fuertemente modificadas en nuestro país, lo son porque están sometidos a grandes modificaciones de su régimen de caudales. Las consecuencias inmediatas de la regulación de los ríos mediante presas son la alteración de los regímenes naturales de caudal y la reducción del aporte de sedimentos, como se observa en los tramos bajos de nuestros ríos [1].

El río Tajo es el río más largo de la península ibérica y es regulado por todo el curso por diversas presas y consecuentemente los hábitats originales se han visto alterados y reemplazados en mayor medida por ambientes lénticos [2].

En este trabajo se ha seleccionado un tramo del río Tajo comprendido entre la presa de Bolarque y la confluencia del río Tajo con el Jarama para obtener – mediante campañas de muestreo de campo - datos físicos, químicos y parámetros hidráulicos como indicadores del actual estado físico y químico del río. Estos parámetros son requeridos para estudios posteriores del estado ecológico del río.

Los parámetros ambientales e hidrológicos fueron medidos en el tramo medio-alto del río Tajo desde febrero a diciembre del 2010 en 21 estaciones de muestreo para analizar el actual estado del río.

Mediante un *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) se ha mejorado y optimizado la visión del campo de velocidades del agua en el río, estos datos son necesarios para posteriores simulaciones hidrodinámicas.

2. Lugar de estudio

La zona de estudio seleccionada para este proyecto comprende el tramo medio-alto del río Tajo delimitado entre la presa de Bolarque y la confluencia con el río Jarama, con una longitud de río de unos 150 Km. y un rango de altitud que abarca desde los 642 m a los 480 m. En este tramo desembocan algunos arroyos y ramblas, como el arroyo de Badujo, arroyo Salado o río Calvache, que aunque vierten poco agua al río, contribuyen al cambio de las propiedades físico-químicas del agua del Tajo, siendo de especial interés los aportes de cloruro sódico y sulfato sódico de las aguas provenientes del arroyo Salado, que provoca un incremento de la salinidad del río del orden de 1 a 2 g/L según la época del año. El caudal del río aguas abajo de la presa de Bolarque está regulado por el agua liberada desde la presa hasta que recibe las aportaciones del río Jarama.

3. Materiales y Métodos

A partir de la documentación científica encontrada en trabajos previos realizados en este mismo tramo, como los realizados sobre ictiofauna [3] y [4], se han seleccionado los mismos puntos de muestreo que estos estudios para la medida de parámetros ambientales del agua. Estos puntos se encuentran: aguas abajo de una presa o azud, en reserva natural o a una distancia razonable entre muestreos, ya que reflejan así las características de las masas de agua encontradas en el tramo.

Los muestreos de campo han consistido en la medida in situ de parámetros ambientales del agua y en la toma de muestras de agua para su posterior análisis en el laboratorio en las 21 estaciones entre la presa de Bolarque (p.1) y la confluencia con el río Jarama en Aranjuez (p. 21) (Fig. 1).

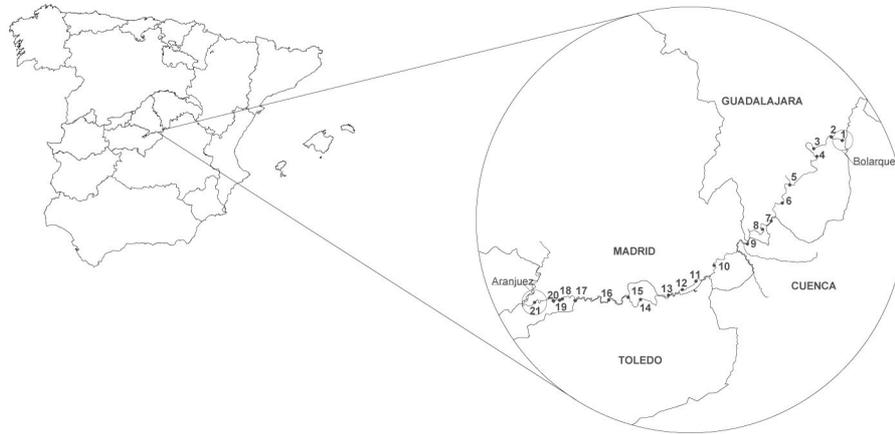


Figura 1. Mapa del área de estudio mostrando las estaciones de muestreo (río arriba a río abajo) en el río Tajo: 1- Salto de Bolarque, 2- Puente de Sayatón, 3- Presa de Zorita, 4- Zorita de los Canes, 5- Central Eléctrica Almoquera, 6- Piscifactoría de Illana, 7- Presa Estremera, 8- Salto eléctrico, 9- Salto de Valderribas, 10- Fuentidueña del Tajo, 11- Azud Buenamesón, 12- Villamanrique, 13- Azud de Villaverde, 14- Central Eléctrica Valdajos, 15- Puente de Villarrubia, 16- Azud de la Aldehuela, 17- Casa del Soto, 18- Azud Embocador, 19- Casa de la Montaña, 20- La Pavera, 21- Rancho Grande.

Las muestras de agua se recogieron mediante botellas de PE de 500 mL en los puntos de muestreo de la Figura 1. Las fechas de muestreo son representativas de la variación estacional de los parámetros medidos a lo largo del año. Sobre cada muestra se analizaron los siguientes parámetros químicos: nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, sulfatos, cloruros, calcio, potasio, magnesio, sodio y sílice, además de otros parámetros físicos y químicos como pH, conductividad eléctrica, turbidez y sólidos suspendidos totales. Algunos parámetros ambientales se midieron in situ. Los aniones y cationes se determinaron mediante cromatografía iónica en el laboratorio contrastándose algunos de ellos con otras técnicas analíticas; los bicarbonatos (HCO_3^-) por titración de la muestra con una solución valorada de HCl y azul de bromofenol; los cloruros (Cl^-) mediante el método de Mohr y el calcio y magnesio (Ca^{2+} , Mg^{2+}) mediante valoración con EDTA y un indicador metalcrómico.

Se realizaron medidas in situ de temperatura del agua, porcentaje de saturación de oxígeno, pH, conductividad eléctrica y turbidez, en los puntos de muestreo donde se tomaron las muestras de agua mediante una sonda multiparamétrica YSI 6600V2-4.

Un ADCP aforador de río de la marca Sontek modelo RiverSurveyor M9, sobre una embarcación del tipo Sontek Hydroboard, se ha utilizado para la medida de variables hidráulicas de profundidad, velocidad del agua en sus tres componentes y caudal total de secciones transversales o transectos levantados en un subtramo elegido entre la presa de Bolarque y el río Jarama con el Tajo, entre el punto 9 - Salto de Valderribas - y el punto 10 - Fuentidueña del Tajo, (ver Figura 1).

A partir de estos parámetros se puede calcular el caudal que lo atraviesa. Conocido éste puede hacerse un estudio de simulación hidráulica para ver como se modifica las variables de la corriente (profundidad, velocidad del agua, anchura del lecho, pendiente

longitudinal y rugosidad) y su relación con la disponibilidad de hábitat para las poblaciones acuáticas [5].

4. Resultados

4.1. Parámetros ambientales

Un ejemplo de los parámetros ambientales medidos en la totalidad del área de estudio (desde la estación p.1 a p.21, Fig.1) es mostrado en la figura 2. En esta figura los puntos significan la media de los valores medidos en las estaciones a lo largo del año 2010. La barra sobre cada punto simboliza el máximo y el mínimo valor medido en cada estación.

Un incremento en la conductividad y turbidez es observado en la estación 10. Dos arroyos salinos (arroyo Salado y río Calvache) desembocan entre la estación 9 y la 10, vertiendo una alta concentración de cloruro sódico y sulfato sódico.

4.2. Parámetros hidráulicos

Una muestra de los transectos medidos con el ADCP RiverSurveyor se muestra en la figura 3, midiendo los parámetros de la velocidad del agua y el caudal descargado de cada transecto tomado. En la figura el área gris significa la geometría del fondo. Las áreas negras son las zonas no medidas por el ADCP en la superficie, fondo y cerca de ambas orillas. El caudal descargado total es computado como una suma de las porciones medidas del transecto y la estimación de las áreas no medidas. Esta estimación es computada por extrapolación del transecto en la superficie, fondo y ambas orillas. La superficie y el fondo no medida se estima mediante un método de extrapolación basado en ley logarítmica de 1/6 o se usa una constante para estimar la descarga en las áreas no medidas.

5. Discusión

Los parámetros ambientales e hidrológicos medidos se presentan como buenos indicadores del actual estado físico y químico del río. Estos parámetros son requeridos para estudios posteriores del estado ecológico del río.

Los perfiles de velocidad son requeridos para modelar en 2 y 3-D de programas hidrodinámicos.

El estudio del estado ecológico del río requiere conocer en detalle la heterogeneidad espacial que puede ser simulado sólo mediante técnicas de modelado avanzadas.

Referencias

[1] García de Jalón, D. y Sánchez, P. (1994). "Downstream effects of a new Hydropower Impoundment on Macrophyte, Macroinvertebrate and Fish communities". *Regulated Rivers*, pp. 253- 261, vol. 9.

[2] Elvira, B. (1990). "Iberian Endemic Freshwater Fishes and Their Conservation Status In Spain". *Fish Biol*, pp. 231-232, vol. 37.

[3] Elvira, B. y Almodovar, A. (1998). "Fish Communities Of The Middle- Upper Tagus River (Central Spain): A Story Of River Regulation And Exotic Introductions". *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, pp. 165-171, vol. 45(2).

[4] Baeza Sanz, D., Novo, P. y De Grado, J. "Propuesta Para La Determinación Del Potencial Ecológico En El Tramo Medio Del Tajo. Uso De La Ictiofauna". <http://www.fnca.eu/congresoiberico/documentos/c0108.pdf>.

[5] García de Jalón, D. (1990). "Técnicas Hidrobiológicas Para La Fijación De Caudales Ecológicos Mínimos". Libro homenaje al profesor D.M.García de Viedma, pp. 183-196.

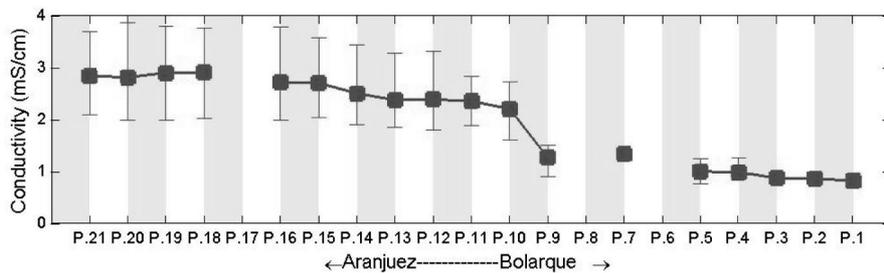


Figura 2. Conductividad del agua a lo largo de las estaciones muestreadas.

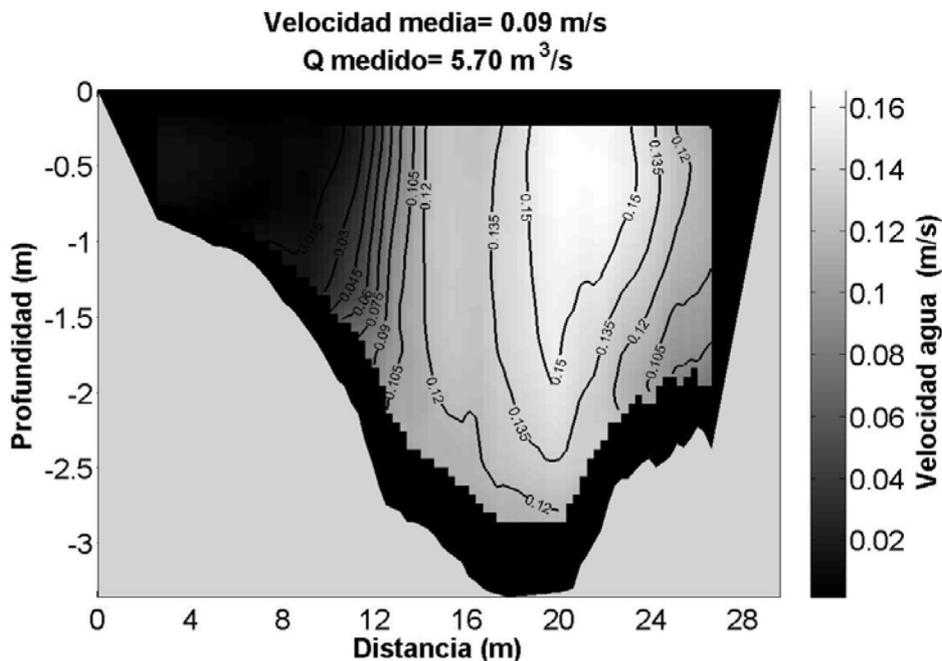


Figura 3. Transectos tomados con RiverSurveyor en cada sección levantada. Obteniendo el campo de velocidades del agua, representado con degradado de gris (las zonas no medidas por el ADCP son coloreadas en negro) y la profundidad, representada la geometría del fondo en color gris. En cada pasada se calcula la velocidad media y caudal total.