

Estudio del pH y la conductividad eléctrica de las aguas del río Eria en función del régimen fluvial y la influencia de sus afluentes (NO de España)

Study of the pH and electrical conductivity of the waters of the Eria River as a function of the fluvial regime and the influence of its tributaries (NW of Spain)

Rodrigo Andrés-Bercianos¹ y Javier Fernández-Lozano²

¹ Parque Tecnológico de León, 24009 León. rab@usal.es

² Dpto. de Tecnología Minera, Topográfica y de Estructuras. Universidad de León. Campus de Vegazana s/n, 24007, León. jferl@unileon.es

ABSTRACT

The study of two basic physicochemical parameters (i.e. pH and conductivity), based on in situ sampling in four fluvial regime assumptions, has provided some guiding patterns for monitoring the waters of the Eria River. Likewise, the influence of four tributaries on the physicochemical behavior of the main river has been evaluated, depending on the values associated with each fluvial regime, the presence of livestock activity or the nature of the substrate. The results obtained will allow comparisons to be made with potential future effects and their possible associated influence (e.g. spills, wildfires, etc.).

Key-words: Conductivity, pH, fluvial regime, surface waters, Eria River.

Geogaceta, 72 (2022), 11-14
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

El estudio multiparamétrico de las aguas superficiales adquiere una notable relevancia para la evaluación de su calidad y del estado de los ecosistemas acuáticos (Moreno-Merino *et al.*, 2013), pudiendo aportar información valiosa para la caracterización de masas de agua. Este tipo de análisis, más vinculados en los últimos años a la monitorización ambiental de espacios antrópicos, como zonas mineras, industriales y urbanas, se ha centrado principalmente en la determinación rápida (*in situ*) del estado general de las aguas (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2010; Boi *et al.*, 2016).

En este sentido, el presente estudio se ha centrado en el río Eria, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Duero, cuyo curso transcurre entre las provincias de León y Zamora. Se trata de un río, afluente por la derecha del río Órbigo, que presenta un caudal medio de 6,3 m³/s y una longitud de 102 km, caracterizándose por la presencia de tramos encajados y rectos

en cabecera que varían en los sectores medio y final hacia formas meandriformes y anastomosadas, con llanuras aluviales que superan los 1,5 km de anchura.

Geología de la cuenca del Eria

La cuenca fluvial del Eria, con una superficie que supera los 650 km², presenta un fuerte control geológico a partir de las variaciones litológicas y las estructuras tectónicas que la segmentan. La secuencia litológica comienza con un conjunto de pizarras y areniscas del Ordovícico Inferior, en ocasiones atravesadas por calbagamientos que superponen bancos dolomitizados y calizas cámblicas de la Fm. Vegadeo. Por encima de estas pizarras se sitúa la cuarcita en facies armoricana, responsable de los fuertes relieves que circundan los flancos del sinclinal de Truchas. El núcleo está constituido por la denominada serie de Transición o Capas de Rubiana, aumentando el contenido pelítico hacia techo e iniciándose los niveles pizarrosos que configuran las Pizarras de

RESUMEN

El estudio de dos parámetros fisicoquímicos básicos (i.e. pH y conductividad), a partir del muestreo *in situ* en cuatro supuestos de régimen fluvial, ha aportado unos patrones guía para la monitorización de las aguas del río Eria. Así mismo, se ha evaluado la influencia de cuatro afluentes en el comportamiento fisicoquímico del río principal, en función de los valores asociados a cada régimen fluvial, la presencia de actividad ganadera o la naturaleza del sustrato. Los resultados obtenidos permitirán establecer comparaciones con potenciales afecciones futuras y su posible influencia asociada (e.g. vertidos, incendios forestales, etc.).

Palabras clave: Conductividad, pH, régimen fluvial, aguas superficiales, río Eria.

Fecha de recepción: 07/02/2022
Fecha de revisión: 22/04/2022
Fecha de aceptación: 27/05/2022

Luarca (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1999; Sarmiento *et al.*, 1999; Fernández-Lozano *et al.*, 2020). Sobre el Ordovícico Medio se sitúa la Formación Agüeira, constituida por tres miembros que alternan pizarras y areniscas con cantos (Pérez-Estaún y Marcos, 1981). Los materiales paleozoicos desaparecen gradualmente bajo los sedimentos de la cuenca del Duero. El fondo de valle se caracteriza por la presencia de una potente serie Cenozoica que supera los 80 m de potencia (De Mingo, 1987). Estos materiales están compuestos por arcillas y conglomerados rojizos de edad Mioceño Superior, sobre los que se superponen niveles subhorizontales de depósitos de rañas que marcan el inicio de la incisión fluvial en el valle (Fernández-Lozano *et al.*, 2019). Los materiales más recientes corresponden con restos de actividad glaciar en cabecera, salpicados por niveles periglaciares que forman depósitos de soliflución en laderas y potentes coluviones, mientras que en los sectores intermedio y distal la pérdida de pendiente ha favorecido la expansión del curso fluvial.

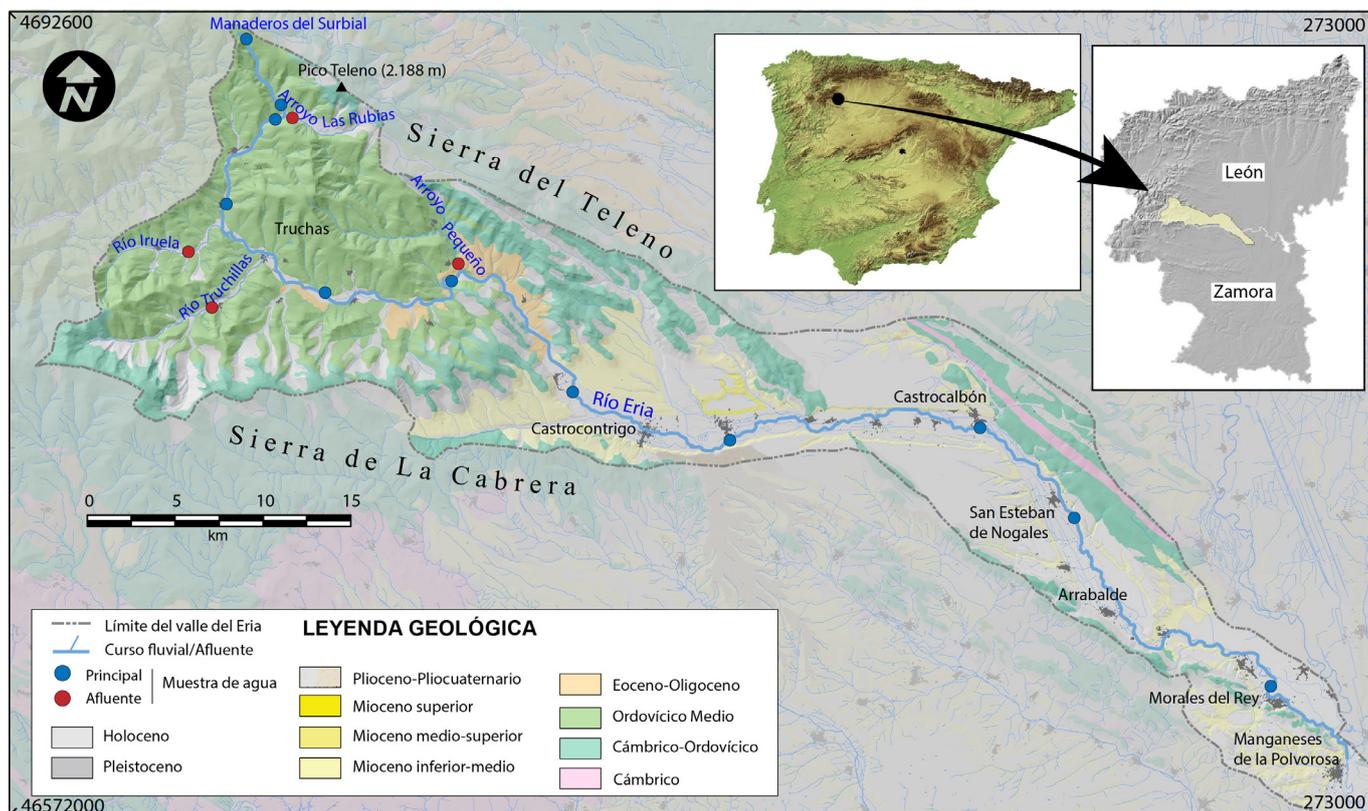


Fig. 1.- Mapa de ubicación de los puntos de muestreo sobre la base geológica (Junta de Castilla y León, 2005) asociada a la cuenca hidrográfica del río Eria. Ver figura en color en la web.

Fig. 1.- Sketch map of sampling location over the geological base (Junta de Castilla y León, 2005) associated with the hydrographic basin of the Eria River. See color figure in the web.

Metodología

Se realizó una determinación de parámetros *in situ* (pH y conductividad) mediante muestreo directo en agua en once puntos situados a lo largo del curso del río Eria, desde cabecera hasta su desembocadura (Fig. 1), si bien se ha prescindido del punto de muestreo situado a mayor distancia de cabecera —ubicado en el entorno de Morales del Rey (Zamora)—, debido a la fuerte antropización del cauce en el tramo asociado al curso bajo del río. El equipo utilizado fue el multimedidor PCE-PHD 01, con la aplicación de sondas específicas calibradas y verificadas de pH (resolución 0,01 unidades de pH), temperatura (resolución 0,1 °C) y conductividad eléctrica (resolución 0,1-1 µS/cm).

Así mismo, la toma de muestras de agua superficial se realizó teniendo en cuenta otros condicionantes que permitan conocer el comportamiento fisicoquímico del río según el régimen fluvial, asociado al caudal (crecida o estiaje) y a su periodo (tras deshielo, intensas precipitaciones, sequía, etc.). Por otra parte, se tomaron muestras en cuatro cursos fluviales tributarios:

arroyo Las Rubias, río Iruela, río Truchillas y río Pequeño, de cara a estimar la influencia fisicoquímica de estos sobre el río Eria. En conjunto, se realizaron cuatro determinaciones de campo que abarcan los principales supuestos y su distribución temporal, es decir: i) durante un periodo de estiaje y ausencia de precipitaciones (04/08/2018: $Q \approx 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$); ii) entre un periodo de fuertes precipitaciones/deshielo y el pico de caudal asociado (18/04/2019: $Q \approx 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$); iii) tras el pico de caudal ($Q \approx 10,30 \text{ m}^3/\text{s}$) asociado a un periodo de fuertes precipitaciones (02/11/2020: $Q \approx 0,95 \text{ m}^3/\text{s}$); y iv) durante un pico de caudal en estiaje asociado a un pequeño episodio de precipitaciones previo (01/01/2021: $Q \approx 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$). Los caudales indicados, los cuales se extrapolarán en el análisis de los resultados, corresponden a la estación de aforo de Morla de la Valdería (Confederación Hidrográfica del Duero, s.f.), ubicada inmediatamente aguas abajo de la desembocadura de la totalidad de los afluentes estudiados y en el punto en el que el río Eria se abre al valle, tras abandonar su cauce el encajamiento asociado a la sierra de La Cabrera.

Evaluación de resultados

Los resultados de pH (Fig. 2A) indican un medio neutro o ligeramente básico, con valores que se considerarían en su práctica totalidad como muy buenos, al encontrarse en el rango establecido entre 6 y 8,4 para ríos de montaña húmeda silíceo (RD 817/2015). Únicamente, se han detectado valores de pH más básico ($\text{pH} > 8,4$) asociados al curso alto del río y en las proximidades de su nacimiento, siendo predominante en estas zonas la presencia de ganadería extensiva de vacuno. Los valores de conductividad indican un medio con una baja salinidad, la cual disminuye en época de estiaje y en ausencia de precipitaciones moderadas (Fig. 2B).

Morfológicamente, se observa la similar tendencia aparente que presentan entre sí las diferentes gráficas asociadas a ambos parámetros fisicoquímicos. Por un lado, las relativas a las mediciones realizadas en estío/ausencia reciente de importantes precipitaciones (04/08/2018 y 01/11/2021) y por otro las asociadas a episodios de crecida/notables precipitaciones (18/04/2019 y 02/11/2020). Así mismo, los coeficientes de determinación obtenidos indican que a menor caudal/ausencia reciente de impor-

tantes precipitaciones el índice de correlación aumenta ($>R^2$), en detrimento de los valores asociados a episodios de avenida/notables precipitaciones ($<R^2$).

Influencia de los afluentes

Se ha evaluado la influencia de cuatro afluentes en el comportamiento físico-químico del río Eria, en su curso alto, para cada uno de los cuatro supuestos hidrológicos considerados, asociados al caudal y a su periodo.

Durante el periodo de estiaje y ausencia de precipitaciones (Fig. 3A), apenas se observa una influencia hidroquímica de los afluentes en el río Eria, salvo el caso del río Truchillas —lo cual, cualitativamente, puede estar motivado en que su caudal sea el único relativamente copioso en la época de estío de los cuatro afluentes considerados—.

Entre un periodo de fuertes precipitaciones/deshielo y el pico de caudal asociado a las mismas (Fig. 3B), destaca la elevada influencia en los valores de conductividad del río Eria que aportan aquellos afluentes que, en época de abundantes precipitaciones, ven incrementado de forma más acentuada su caudal (arroyo Las Rubias, río Iruela y río Pequeño), a excepción del río Truchillas, que presenta un caudal notable más o menos regular. Reseñable es la elevada influencia en este supuesto, tanto en los valores de pH como de conductividad, del arroyo Las Rubias, el cual nace a la vera del pico Teleño (máxima pluviosidad de la cuenca) y es el afluente que se encuentra más próximo a la cabecera del río principal.

Tras el pico de caudal asociado a un periodo de fuertes precipitaciones previo (Fig. 3C), los cuales se suelen caracterizar por la removilización por lavado de sales al curso fluvial, destaca ya la cierta disminución y estabilización en los valores de conductividad con respecto al supuesto anterior. Ello se traduce en que los afluentes, asociados a subcuencas de reducido tamaño, supuestamente ya han aportado su pico de caudal en días precedentes al río principal, de ahí que el curso fluvial que destaque en ese instante por su caudal sea el río principal (Eria). En consecuencia, no se aprecia una influencia manifiestamente reseñable de los afluentes sobre el río principal. Esta hipótesis se basa en que los valores de pH y conductividad apenas condicionan, o incluso son antagónicos, a los obtenidos en el propio río Eria en pun-

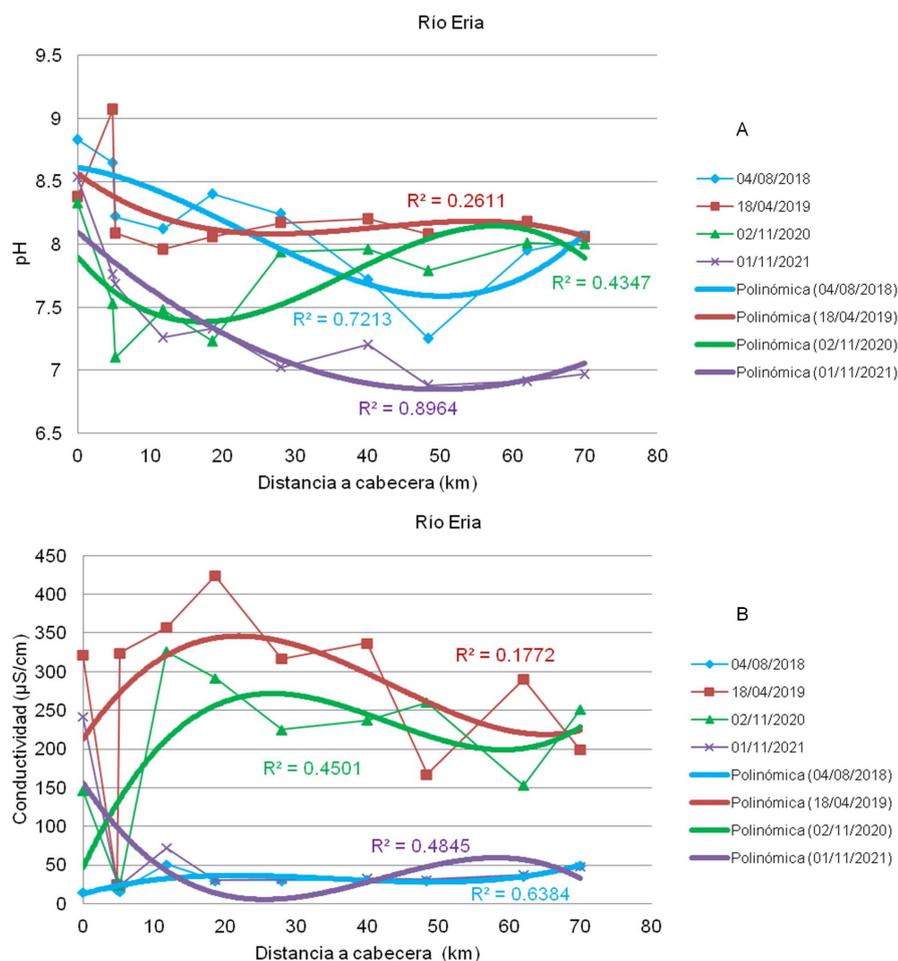


Fig. 2.- Valores de pH (A) y conductividad (B) obtenidos en el río Eria para cada medición y régimen fluvial asociado, así como líneas de tendencia polinómicas y coeficientes de determinación resultantes. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- pH (A) and conductivity (B) values obtained in the Eria River for each measurement and associated fluvial regime, as well as polynomial trend lines and resulting determination coefficients. See color figure in the web.

tos próximos situados aguas abajo de la desembocadura de los afluentes.

Durante un pico de caudal asociado a un pequeño episodio de precipitaciones previo (Fig. 4D), apenas se refleja la influencia de estas en el caudal, el cual presenta el mínimo de todos los supuestos analizados ($Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$). Por tanto, podría extrapolarse como un escenario asociado a la época de estío, lo cual se refleja en la homogeneidad de los valores obtenidos, tanto en el río principal como en los afluentes con respecto a este. Ello se traduce en que, nuevamente, el río Truchillas es el que se manifiesta como más determinante en los valores de pH y conductividad del río principal en época de estío, junto con el río Pequeño —en menor medida—.

Discusión

En la actualidad, el río Eria se considera que nace en los Manaderos del Surbial

(Instituto Geográfico Nacional, s.f.). Sin embargo, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que el régimen fluvial, asociado al control estacional de los parámetros físico-químicos, juega un papel fundamental en la influencia que proporcionan los distintos afluentes sobre el río principal. Así, durante los periodos de estío es el río Truchillas el que mayor influencia presenta en los parámetros físico-químicos, mientras que en época de intensas precipitaciones es el arroyo Las Rubias el que adquiere una mayor relevancia en el control de los parámetros analizados. No obstante, el río Truchillas es el afluente que menor salinidad aporta, dado su caudal regular durante todo el año y el carácter silíceo del entorno. Sin embargo, el río Iruela es el afluente que aporta una mayor conductividad en época de estío, así como un menor pH en la totalidad de los supuestos considerados —lo cual posiblemente esté asociado con la presencia de rocas pizarrosas con

Agradecimientos

Los autores agradecen a los editores y revisores por las aportaciones realizadas para mejorar este trabajo.

Referencias

BOE (2015). Real Decreto 817/2015. *Boletín Oficial del Estado*, Madrid, nº 219, de 12 de septiembre de 2015, 80582-80677.

Boi, P., Amalfitano, S., Manti, A., Semprucci, F., Sisti, D., Rocchi, M., Bálamo, M. y Papa, S. (2016). *River Research and Applications*, 32(3), 490-500.

Confederación Hidrográfica del Duero (s.f.). *Sistema Automático de Información Hidrológica*. <http://www.saihduero.es>

De Mingo, A. G. (1987). *Prospección geofísica por el método SEV en el valle del río Eria (León)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 19 p.

Fernández-Lozano, J., Palao-Vicente, J. J., Blanco-Sánchez, J. A., Gutiérrez-Alonso, G., Remondo, J., Bonachea, J., Remondo, J., Morellón, M. y González-Díez, A. (2019). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24, 843-855.

Fernández Lozano, J., Toyos, J. M. y Andrés Bercianos, R. (2020). *Geogaceta*, 68, 3-6.

Gutiérrez-Marco, J. C., Aramburu, C., Arbizu, M., Bernárdez, E., Hacar-Rodríguez, M., Méndez-Bedia, I., Monotesinos, R., Rábano, I., Truyols, J. y Villas, E. (1999). *Acta Geológica Hispánica*, v. 34, nº 1, 3-87.

Instituto Geográfico Nacional (s.f.). Visor IBERPIX. <http://www.ign.es/iberpix2/visor/>

Junta de Castilla y León (2005). *Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León*. <https://idecyl.jcyl.es/>

Moreno-Merino, L., De la Losa Román, A., Jiménez Hernández, M. E., Aguilera Alonso, H. y Castaño Castaño, S. (2013). *Cuaternario y Geomorfología*, 27, (1-2), 111-128.

Pérez-Estaún, A. y Marcos, A. (1981). *Trabajos de Geología*, (11), 135-147.

Rodríguez-Gómez, V., Fernández, L. V., Guzmán, M. L., del Campo, E. A. y Herro, T. (2010). *Boletín geológico y minero*, 121(1), 89-102.

Sarmiento, G. N., Gutiérrez Marco, J. C. y Robardet, M. (1999). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12(3-4), 477-500.

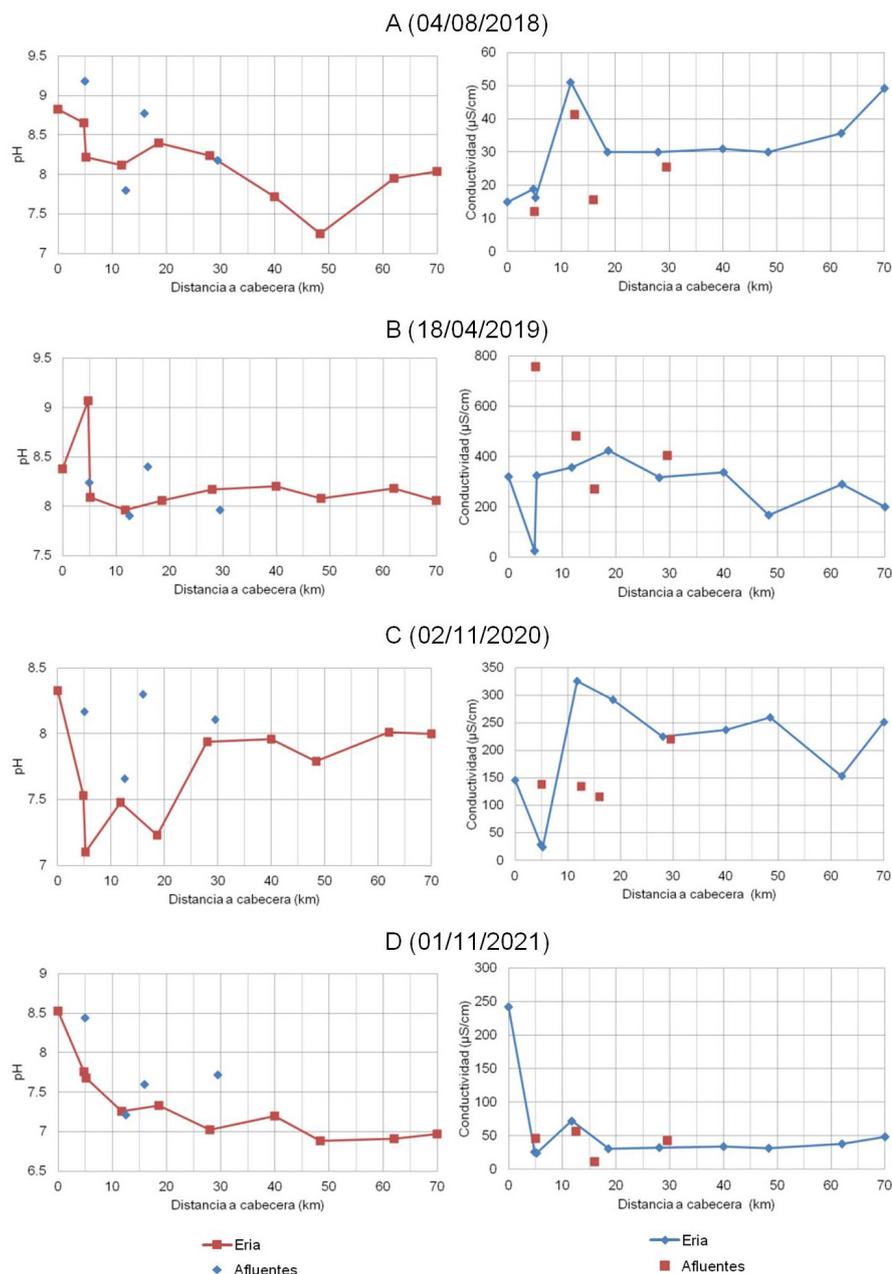


Fig. 3.- Valores de pH y conductividad del río Eria y de sus afluentes para cada uno de los supuestos hidrológicos considerados: dos en época de estiaje/ausencia reciente de intensas precipitaciones (A y D) y otros dos en época de fuertes precipitaciones/deshielo y el pico de caudal asociado a las mismas (B y C). De menor a mayor distancia a cabecera, los afluentes son: arroyo Las Rubias, río Iruela, río Truchillas y río Pequeño. Ver figura en color en la web.
 Fig. 3.- pH and conductivity values of the Eria River and its tributaries for each of the hydrological assumptions considered: two in the dry season/recent absence of intense rainfall (A and D) and another two in the season of heavy rainfall/thaw and peak flow rate associated with them (B and C). According to the headwater distance the tributaries are as follow: Las Rubias Stream, Iruela river, Truchillas River and Pequeño River. See color figure in the web.

sulfuros—. Por el contrario, es el arroyo Las Rubias el afluente que presenta un valor más elevado de pH en época de estío, mientras que el río Truchillas lo sería en episodios de avenida o intensas precipitaciones.

Conclusiones

El presente trabajo proporciona la tendencia de dos parámetros físicoquí-

micos básicos (i.e. pH y conductividad) en cuatro supuestos fundamentales de régimen fluvial, sirviendo como patrón de comparación de ambos parámetros ante mediciones futuras que se realicen asociadas a hipotéticos episodios de potencial afección (incendios forestales, vertidos, etc.), de cara a evaluar su influencia en función del régimen fluvial presente en el momento en el que se produzcan.