

Caracterización temporal de la hidroquímica del Río Tinto (SO Península Ibérica)

Gerardo Armando Amaya Yaeggy (1*), Maira Castellanos Vásquez (1), Carlos Ruiz Cánovas (1)

(1) Dpto. de Ciencias de la Tierra y Centro de Investigación en Recursos Naturales, Salud y Medioambiente. Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, 21071, Huelva (España)

* corresponding author: gerardo.amaya@dc.uhu.es

Palabras Clave: minería de sulfuros, hidroquímica, contaminación. **Key Words:** sulfide mining, hydrochemistry, pollution.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una amenaza ante la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos, considerando que episodios de mayor intensidad de precipitación pueden dar lugar a un aumento de contaminantes presentes en las masas de agua superficiales y la mayor frecuencia de episodios de sequía intensa dará lugar a un mayor estrés hídrico (Bates, et al., 2008). Esto tendrá mayor incidencia en las zonas que tienen mayor afectación por actividades humanas (minería, pesca, agricultura, industria, etc.). El Río Tinto se sitúa en la Faja Pirítica Ibérica (SO España), lo cual le confiere unas características únicas, especialmente un pH ácido en torno a 2,5 y una elevada concentración de metal(oid)es debido a procesos de drenaje ácido de minas (AMD; acrónimo en inglés de acid mine drainage) (Olías et al., 2020). El AMD afecta al Río Tinto desde su origen, cercano al complejo minero de Peña del Hierro (Nerva), donde aguas abajo recibe lixiviados ácidos de distintas escombreras, galerías, túneles, balsas y otros residuos que son fruto de años de actividad minera en la zona (Olías et al., 2010). A pesar de la confluencia de aguas naturales no afectadas por AMD, el río mantiene sus condiciones de acidez hasta su desembocadura en la Ría de Huelva. Sin embargo, estas condiciones varían a lo largo del tiempo debido a factores hidrológicos.

El objetivo de este trabajo, por tanto, es estudiar las variaciones hidroquímicas sobre el cauce principal del Río Tinto entre los años 1990 y 2022, y comparar los valores de concentración de contaminantes con el aporte de los principales vertidos que tienen lugar en las zonas mineras.

MÉTODOS

Para estudiar el cauce principal del Río Tinto se recopilaron los datos de una serie histórica de mediciones de parámetros fisicoquímicos registrados en distintos puntos de muestreo a lo largo de la demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, obtenidos a través del portal de Medio Ambiente de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía (<http://dma.agenciamedioambienteyagua.es/>). Se seleccionaron puntos de muestro a lo largo del cauce del río, obteniendo los valores medios del cauce principal de los parámetros fisicoquímicos en el periodo comprendido entre 1990 y 2022. Posteriormente, se realizó un control de calidad de los datos para realizar el tratamiento estadístico. En la zona de cabecera del Río Tinto se encuentra el Distrito Minero de Riotinto y Peña del Hierro. Dentro de esta zona se encuentran las tres principales fuentes de vertido de lixiviado ácido, identificadas como Alcojola, Túnel 11 y Túnel 16 (Ruiz Cánovas et al., 2014). Se realizaron muestreos de los vertidos para analizar sus características físico químicas. Con los resultados obtenidos de los muestreos se estimaron las ratios de las concentraciones presentes en los vertidos y se compararon con aquellos del cauce principal.

RESULTADOS Y DISCUSION

La evolución temporal del pH y la conductividad eléctrica durante el período de tiempo desde 1990 al 2022 (Fig. 1) refleja, de modo general, que el punto estudiado presenta un valor medio de pH ácido (2,7) y conductividad eléctrica alta (3 mS/cm). Los valores de cationes y aniones corresponden principalmente a una facie sulfatada cálcica-magnésica, destacando las altas concentraciones medias de Mg (105 mg/L) y Ca (97 mg/L) y una concentración media de sulfatos muy elevada (2437 mg/L). Las aguas del Río Tinto presentaron elevadas concentraciones de metal(oid)es (Tabla 1) durante el periodo estudiado, con valores promedio de Co de 483 mg/L, Fe 312 mg/L) y Pb

(133 mg/L). Sin embargo, también se obtuvieron concentraciones significativas de Zn (46 mg/L), Ba (32 mg/L), Cu (21 mg/L), As (21 mg/L) y Mn (10 mg/L).

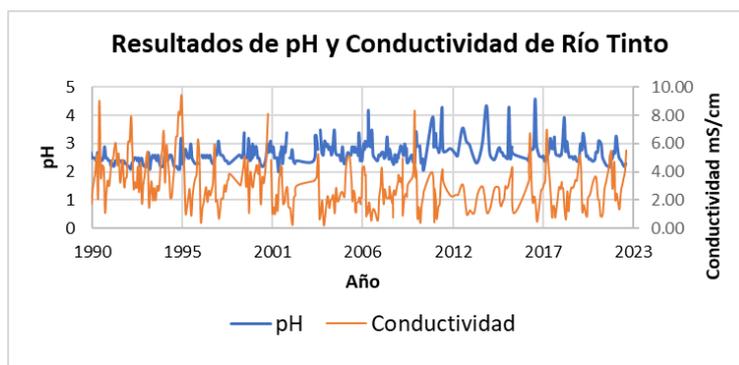


Fig 1. Evolución del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los puntos de muestreo durante el periodo estudiado (1990-2022).

	n	media	min	max
Ba (mg/L)	88	31.8	3.9	248.0
Cu (mg/L)	351	21.2	0	296.3
Fe (mg/L)	261	312.2	0	4668.4
Mn(mg/L)	261	10.3	0.09	84.7
As (mg/L)	274	20.5	0	1249.0
Cd (mg/L)	271	0.2	0.001	2.0
Co (mg/L)	14	483.1	<1/d	1090.0
Ni (mg/L)	48	0.2	0.001	1.0
Pb (mg/L)	423	133.6	0	1630.0
Zn (mg/L)	272	46.1	0.02	443.4

Tabla 1. Concentración de metal(oid)es en Río Tinto desde 1990 a 2022.

El Río Tinto recibe una gran cantidad de lixiviados ácidos muy contaminantes en su zona de cabecera, que coincide en gran parte con los puntos de vertido en el Distrito Minero de Riotinto y Peña de Hierro. Por medio de los muestreos realizados en estos puntos de vertido se han determinado las características fisicoquímicas del agua que se vierte. El pH que presentan los vertidos es ácido, con una media en torno a 2,3; llegando en algunos puntos a 1,1, con una conductividad eléctrica elevada, con una media en torno a 15 mS/cm; con un valor máximo de 42 mS/cm. Estos vertidos tienen elevadas concentraciones medias de metal(oid)es como Fe (3141 mg/L), Al (694 mg/L), Mg (726 mg/L) y Zn (205 mg/L). La contaminación que aportan estos vertidos al Río Tinto genera las condiciones extremas que presenta el río en la zona de cabecera, con un pH muy ácido, alta conductividad eléctrica y una concentración de metales y sulfatos muy elevada. Sin embargo, aguas abajo y fuera del distrito minero, el río no recibe más lixiviados ácidos, y los principales vertidos son aguas superficiales principalmente influenciadas por el agua de lluvia. La mezcla con las aguas de escorrentía y los procesos de adsorción y precipitación de minerales generan una atenuación natural de los contaminantes en el río a medida que el cauce se aleja de los vertidos ácidos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha sido financiado por el proyecto LIFEWATCH-INDALO (INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS PARA EL SEGUIMIENTO Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO GLOBAL EN ANDALUCÍA).

REFERENCIAS

- Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., Palutikof, J.P. (2008): El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 p.
- Ruiz Cánovas, C., Olías, M., Nieto, J.M. (2014): Metal(loid) Attenuation Processes in an Extremely Acidic River: The Rio Tinto (SW Spain). *Water Air Soil Pollut*, **225**, 1795 DOI: 10.1007/s11270-013-1795-7.
- Olías, M., Nieto, J.M., Miguel Sarmiento, A., Ruiz Cánovas, C. (2010): La contaminación minera de los ríos Tinto y Odiel. Junta de Andalucía. 166 p.
- Olías, M., Ruiz Cánovas, C., Macías, F., Basallote, M., Nieto, J.M (2020): The Evolution of Pollutant Concentrations in a River Severely Affected by Acid Mine Drainage: Río Tinto (SW Spain). *Minerals*, **10(7)**, 598. DOI: 10.3390/min10070598.