

Sobre la contaminación de las aguas del estuario de los ríos Tinto y Odiel (Huelva)

About the contamination of the Tinto and Odiel estuary waters (Huelva)

J.C. Cerón, J. Borrego y J.A. Morales

Departamento de Geología, Universidad de Huelva, 21819, Palos de la Frontera, Huelva.
Teléfono: 959350599; Fax: 959530175. E-mails: ceron@uhu.es, borrego@uhu.es, jmorales@uhu.es

ABSTRACT

The waters of the Huelva Estuary are polluted because of indiscriminate dumping of urban effluents. The nutrient contents of samples taken at the surface and from the bottom of the estuary were analysed to characterise the pollution of the waters. The pH values found range between 5.88 and 7.65. Salinity levels range between 34 and 42 g/L and show that the waters are very homogeneous. The O₂ water content ranges between 7 and 13.8 mg/L, indicating a good level of oxygenation derived from the large amount of photosynthetic activity. Nitrate, nitrite and ammonia concentrations range between 0.1 and 0.4 mg/L, 2 and 12 µg/L, and 0.1 and 0.6 mg/L respectively. The orthophosphate and total phosphate contents are high and usually similar, which indicate that a large part of the total phosphorus is present in form of orthophosphate that can be easily assimilated by the organisms. The high nutrient content of the water favours photosynthesis, which can lead to eutrophication.

Key words: urban waste disposal, water contamination, Tinto and Odiel Estuary, Huelva.

Geogaceta, 27 (1999), 39-42
ISSN: 0213683X

Introducción

El emplazamiento de grandes zonas urbanas en las áreas costeras ha ocasionado, entre otros problemas, un aumento de los niveles de nutrientes en las aguas a consecuencia de los vertidos de aguas residuales urbanas sin depurar, con el consiguiente riesgo de producir la eutrofización de las aguas. Los ríos Tinto y Odiel constituyen el drenaje del Macizo Ibérico, el cual es una de las provincias metalogenéticas más importantes de Europa denominada "Iberian Pyrite Belt" y que contiene yacimientos de sulfuros masivos que han sido explotados desde tiempos prehistóricos. Resultado de esta minería las aguas se volvieron muy ácidas y altamente contaminadas por metales tóxicos y partículas en suspensión que fueron aportados al Estuario de los ríos Tinto y Odiel. Además de este problema, también ha contribuido a la degradación medioambiental el vertido de aguas residuales urbanas sin depurar de las poblaciones próximas al estuario, Huelva entre otras

Las Marismas del Pinar, cercanas a la ciudad de Huelva, son utilizadas para el vertido de residuos tóxicos procedentes de los polígonos industriales del entorno (Serrano y Oñate, 1997) y, eventualmen-

te, para el vertido incontrolado de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Huelva; todos estos residuos son lixiviados por el agua de precipitación hacia las aguas del estuario contaminándolo. También, la contaminación de las aguas del estuario se incrementó por los vertidos de los efluentes urbanos de la ciudad de Huelva principalmente (cuyo caudal aproximado es de 30 hm³ año⁻¹, Anónimo, 1993). Debido a la gran degradación medioambiental del área, en parte debida a estos vertidos líquidos urbanos, se inició en el año 1997 la construcción de una estación depuradora para tratar las aguas residuales de la ciudad de Huelva.

Dado el efecto negativo que el aporte incontrolado de nutrientes puede tener sobre el medio acuático se intentó, en una primera etapa de estudio, caracterizar las aguas del estuario de los ríos Tinto y Odiel a fin de conocer el grado de contaminación que presentaban, resultado del vertido incontrolado de residuos líquidos y sólidos urbanos.

Encuadre geológico

El estuario de los ríos Tinto y Odiel está situado en el suroeste de España, al Sur de la provincia de Huelva (Fig. 1).

Geomorfológicamente, corresponde a un amplio valle situado sobre un sustrato de edad Neógeno-Cuaternario. Este sustrato está formado por materiales detríticos de la Cuenca del Guadalquivir (fundamentalmente por limos arenosos), la cual está limitada al noroeste por el Macizo Ibérico, al Oeste por la Cuenca del Algarve y al sureste por las Cordilleras Béticas. Los materiales del Estuario lo constituyen limos, arcillas, arenas gruesas con intercalaciones de gravas, limos arcillosos, arenas finas con limo y arenas gruesas (Borrego 1992). Los ríos Tinto y Odiel se caracterizan por un régimen de aporte hídrico claramente estacional, siendo en invierno mayor que en verano. El caudal medio es de 598 hm³ año⁻¹, destacando en estos aportes anuales una importante irregularidad interanual. Desde el punto de vista climatológico, el área tiene un clima mediterráneo marítimo, con una precipitación y temperatura medias anuales de 454 mm y 17,7 °C. La evapotranspiración potencial anual -obtenida mediante el método de Thornwaite a nivel mensual- es de 900 mm y la evapotranspiración real anual, para una capacidad de campo comprendida entre 50 y 100 mm, es de 364 y 406 mm respectivamente (Anónimo, 1993).

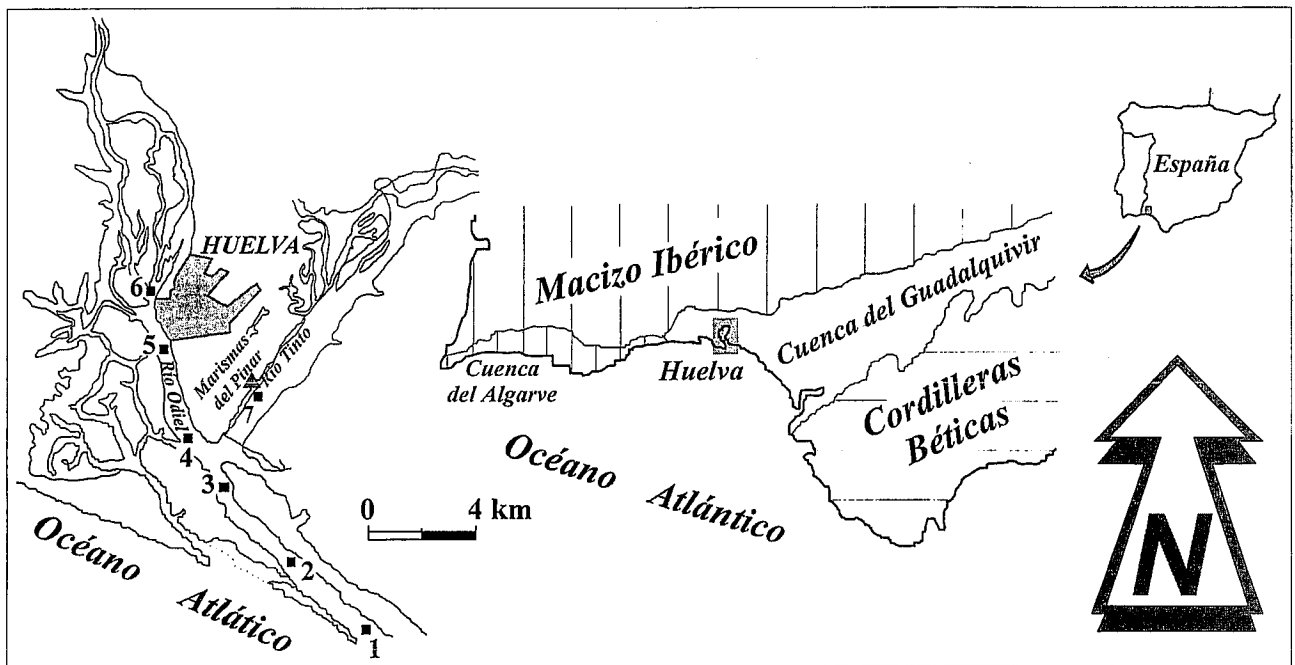


Figura 1.- Localización geográfica y esquema geológico del área. Situación y número de los puntos de muestreo (cuadrados negros). Situación de la zona de vertido de aguas residuales urbanas (triángulo negro).

Figure 1.- Geographical location and geological scheme of the region. Location and number of the sampling points (black squares). Location of dumping of urban sewage (black triangle).

Métodos

Para conocer las características de la contaminación de origen urbano de las aguas del estuario de Huelva, se realizaron tres campañas de toma de muestras en siete puntos de muestreo (Fig. 1). Los puntos 1, 2 y 3 se encuentran aguas abajo de la confluencia de los ríos Tinto y Odiel, los puntos 4, 5 y 6 en el río Odiel y el punto 7 en el río Tinto -situado por debajo del punto de vertido de aguas residuales de la ciudad de Huelva-. En todos los puntos se tomó una muestra en superficie y otra en profundidad (a 50 cm del fondo y mediante una botella de muestreo modelo Ruttner de 5 litros). El pH, la salinidad y el oxígeno disuelto se determinaron *in situ*, utilizando una sonda multiparamétrica modelo TURO T-611. También se determinó la turbidez mediante el disco de Secchi. Todas las muestras de agua se filtraron inmediatamente después de ser recogidas y se conservaron a 4 °C y en oscuridad, y se analizaron uno o dos días después de acuerdo con métodos estándar. Los nutrientes se determinaron por colorimetría; la clorofila-a se determinó por HPLC. La materia en suspensión se obtuvo pesando el material retenido en el filtro, previa calcinación de éste. La tabla 1 muestra los resultados obtenidos de las diferentes variables deter-

minadas en cada muestra recogida; igualmente, la tabla 2 muestra los valores medios, máximos, mínimos y de desviación típica de cada una de ellas.

Resultados y discusión

Los valores de pH encontrados en las muestras varían entre 5,88 y 7,65. Los más elevados fueron medidos en el punto 1 (comprendidos entre 7,61 y 7,65 para las muestras de superficie y de fondo respectivamente) y los más bajos se encontraron en el punto 7 (comprendidos entre 5,88 y 6,33 para las muestras de superficie y de fondo respectivamente). Con respecto a las medidas de pH tomadas en superficie y fondo de los diferentes puntos no se aprecian diferencias significativas entre ellas, si bien unas veces su valor en superficie es levemente más alto y otras al contrario, debido posiblemente a una mayor o menor dilución con el agua de mar, que circula preferentemente por el fondo al tener mayor densidad. Aunque el pH tiende a ser más bajo al desplazarnos hacia las cabeceras de los ríos Tintos y Odiel, estos valores son superiores a los valores medios de ambos ríos (2,5 y 3 respectivamente; Cortés y Varela, 1992) y se explicarían por los procesos de mezcla que

tienen lugar en el estuario entre el agua de ambos ríos y la del mar, y por los diferentes vertidos puntuales contaminantes que en sus cauces se realizan.

El O₂ del agua estuvo comprendido entre 7 y 13,8 mg/L, indicando un nivel de oxigenación resultado de la elevada actividad fotosintética (puesta de manifiesto por los altos niveles de clorofila) y de su continuo movimiento debido a las corrientes de marea. Los contenidos más altos se encontraron en superficie, a excepción de la muestra 4 donde la saturación en oxígeno fue más elevada en la muestra tomada en el fondo; en esta misma el contenido en sólidos disueltos son mayores en superficie, lo que indicaría una mayor abundancia de materia orgánica y, en consecuencia, un consumo de oxígeno más elevado para su degradación.

En relación con la salinidad, las cifras variaron entre 34 y 42 g/L, tendiendo a ser en general más bajas hacia la cabecera de ambos ríos. La pequeña diferencia entre los valores de salinidad de las muestras señalaría que las aguas de ambos ríos y la de mar en la zona del estuario tienen un grado de homogeneización bastante alto. El total de sólidos disueltos estuvo comprendido entre 4 y 43 mg/L, siendo más elevados en las muestras de fondo y con una tendencia a aumentar hacia la cabecera de ambos ríos.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7
pH	7,61	7,26	7,13	7,00	6,98	7,05	5,88
^(*) pH	7,65	7,33	7,12	7,25	6,93	7,15	6,33
O ₂ (mg/L)	7,8	7,2	9,3	8,3	< LD	9,2	7,5
^(*) O ₂ (mg/L)	13,8	8,2	10,3	7,0	8,3	9,8	7,8
Turbidez	1,7	1,2	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5
Salinidad (g/L)	38	39	42	37	39	40	34
^(*) Salinidad (g/L)	38	41	38	38	37	39	36
TSS (mg/L)	4	6	13	13	13	23	27
^(*) TSS (mg/L)	10	43	19	27	23	24	30
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4
^(*) NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
NO ₂ ⁻ (µg/L)	3	9	9	4	3	9	3
^(*) NO ₂ ⁻ (µg/L)	3	6	12	8	2	3	< 0,002
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,6
^(*) NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,6
N total (mg/L)	2	5	2	1	2	5	6
^(*) N total (mg/L)	2	1	< 1	2	2	3	4
PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,9	2,5	3,1	4,2	4,1	4,4	10,8
^(*) PO ₄ ⁻ (mg/L)	0,8	1,9	3,1	3,7	3,5	3,4	8,5
P total (mg/L)	1,4	3,0	3,3	6,0	6,1	7,0	11,0
^(*) P total (mg/L)	0,9	3,0	3,5	5,0	5,6	5,4	11,5
Clorofila (µg/L)	15	30	34	60	59	< LD	125
^(*) Clorofila (µg/L)	19	45	43	68	58	74	109

(*) Muestra tomada a 50 cm del fondo del estuario. Turbidez en metros (no se determinó en las muestras de fondo). TSS: Total de sólidos en suspensión. LD: límite de detección.

Tabla 1.- Parámetros analizados en las muestras tomadas.

Table 1.- Parameters of analysed samples.

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Desviación Típica
pH	7,05	5,88	7,65	0,46
O ₂ (mg/L)	8,8	7,0	13,8	1,8
Salinidad (g/L)	38	34	42	2
TSS (mg/L)	20	4	43	11
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,2	0,1	0,4	0,1
NO ₂ ⁻ (µg/L)	6	< 0,002	12	3
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0,4	0,1	0,6	0,1
N total (mg/L)	2,8	< 1	6,0	1,6
PO ₄ ⁻ (mg/L)	3,9	0,8	10,8	2,7
N total (mg/L)	5,2	0,9	11,5	3,1
Clorofila (mg/L)	57	< LD	125	32

Tabla 2.- Media, mínimo, máximo y desviación estándar de los parámetros analizados.

Table 2.- Mean, maximum, minimum and standard deviation of analysed parameters.

Con respecto al contenido de nitratos, nitritos y amonio en las muestras se observa que son bajos en todas. Así, el nitrato estuvo comprendido entre 0,1 y 0,4 mg/L, el nitrito entre 2 y 12 µg/L, y el amonio entre 0,1 y 0,6 mg/L. Los valores más altos de estos iones se encontraron en la muestra 7, que fue tomada próxima al punto de vertido de las aguas residuales de la ciudad de Huelva. El nitrógeno total medido en las muestras son mucho más altos que el resto de los compuestos nitrogenados determinados, lo que podría señalar la presencia de un compuesto del nitrógeno, posiblemente urea, no utilizable de forma inmediata por el fitoplancton.

Los contenidos en ortofosfato y fósforo total de las muestras son muy altos y están comprendidos entre 0,8 y 10,8 mg/l, y entre 0,9 y 11,5 mg/l respectivamente. En ambos casos, las concentraciones suelen estar muy próximas lo que indica que buena parte del fósforo total está presente en forma de ortofosfato, es decir en una forma fácilmente asimilable por los organismos. Las concentraciones observadas de clorofila-a, comprendidas entre 15 y 125 µg/l, son muy elevadas, lo que indica una intensa actividad fotosintética y una alta productividad primaria. La variación espacial de estas tres variables es muy similar, siendo bastante parecidos los valores para las muestras de superficie y de

fondo de cada punto; también se observa un incremento de los valores hacia la cabecera de los ríos Tinto y Odiel, encontrándose los más elevados en las muestras tomadas en el punto 7. Las concentraciones de nitrógeno total, fósforo total y clorofila indicarían que las aguas se encuentran en unos niveles de eutrofia muy elevados, con riesgo de producirse un proceso de eutrofización.

Los iones nitrato, nitrito, amonio y ortofosfato tendrían un mismo origen, procediendo del vertido de las aguas residuales de las poblaciones de Huelva (en el río Tinto) y de Gibraleón (5 km más arriba de Huelva, hacia la cabecera del río Odiel). Es de esperar que una vez finalizada la construcción de la estación depuradora de aguas residuales la concentración de estos iones en las aguas del río Tinto y de parte del estuario se reduzcan de forma significativa.

Conclusiones

El estudio realizado pone en evidencia la influencia de la actividad antrópica en la contaminación de las aguas del estuario de los ríos Tinto y Odiel. Los vertidos de aguas residuales urbanas sin depurar afectan a las características fisicoquímicas de las aguas. El pH muestra un descenso hacia la cabecera de ambos ríos. En el estuario, los procesos de mezcla entre el agua de mar y la de ambos ríos, junto a los vertidos puntuales explicarían que los valores de pH medidos sean superiores al valor medio de los ríos Tinto y Odiel. Las medidas de salinidad indican que los procesos de mezcla de las aguas del estuario producen una homogeneización elevada.

El nivel de oxigenación de las aguas es aceptable, lo que es debido a la circulación mareal y al elevado grado del proceso de fotosíntesis, como muestran los altos contenidos en clorofila. La clorofila-a, con altas concentraciones, indica también un gran desarrollo del proceso de fotosíntesis y de la alta productividad primaria. Las concentraciones en nitrógeno total y en fósforo total de las aguas, unidas a las de la clorofila, muestran que existe un riesgo alto de que se pueda iniciar un proceso de eutrofización en las aguas del estuario. El origen de estos nutrientes se debería al vertido de aguas residuales procedentes de las poblaciones del área de estudio.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con el Proyecto T.O.R.O.S.

Referencias

Anónimo (1993): Atlas hidrogeológico de la provincia de Huelva. *Diputación*

Provincial de Huelva. Huelva.
Borrego, J. (1992): *Tesis Doctoral*, Universidad de Sevilla , 311 p.
Cortés, M.D., y Varela, M. (1992): *Insti-*

tuto Español de Oceanografía (informe técnico), 103-138.
Serrano, J. y Oñate, E. (1997). *Medioambiente*, 26; 48-52.