

HIDROGEODÍA

2025 HUELVA

Facultad de Ciencias Experimentales
Universidad de Huelva



Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español

Domingo 23 de marzo de 2025

La Ría de Huelva: Contaminación del agua y problemática ambiental

VISITA GRATUITA EN BARCO



Punto de encuentro:
Muelle de Levante (antigua
cervecera Bonilla)

Imprescindible reserva previa:



Hora de inicio 10:00
Duración 3h



hidrogeodiahuelva@gmail.com



Información detallada y guía de la excursión próximamente en:

www.aih-ge.org/index.php/hidrogeodia-2025/



COLABORA

CON LA AIH-GE Y EL PROGRAMA 'APADRINA UNA ROCA'

PARA MEJORAR LA PROTECCION DEL PATRIMONIO HIDROGEOLÓGICO

¿QUIERES
COLABORAR?



APADRINA
UNA ROCA

CSIC

IGME 175



ICOGA

Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía

EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la Hidrogeología con motivo de la celebración del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo). Esta ciencia es la parte de la geología que estudia las aguas terrestres, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y sus interacciones con el medio físico, biológico y la acción del hombre.

Esta actividad está impulsada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE) y consta de actividades gratuitas, guiadas por hidrogeólogos y otros especialistas y abiertas a todo tipo de público, sin importar sus conocimientos en la materia.

En la provincia de Huelva, el **Hidrogeodía 2025** será la VI edición desde 2018 y consistirá en una visita en barco para mostrar los problemas de contaminación que sufre el **estuario de la Ría de Huelva**.

COMO LLEGAR

El punto de encuentro será el Muelle de Levante en el puerto interior de la ciudad de Huelva, junto a la antigua cervecería Bonilla.

Dirección: Puente Pt Muelle Levante, 118, 21001 Huelva.

1. EL ESTUARIO DE LA RÍA DE HUELVA

Los estuarios se forman cuando el agua de mar penetra en la desembocadura de los ríos debido a las mareas, generando una zona donde se mezcla **agua salada** (marina) y **agua dulce** (fluvial) en distintas proporciones. Estos **sistemas de transición** son muy productivos gracias a la gran **diversidad** de hábitats (canales profundos, playas arenosas, marismas, caños, esteros...) y la gran variabilidad hidrológica debido a los constantes cambios de los aportes fluviales y del mar. Muchas especies de peces y crustáceos dependen de las aguas estuarinas como lugares seguros para reproducirse y pasar sus primeras fases de desarrollo, de ahí que los estuarios sean muy importantes para el sostenimiento de las pesquerías costeras. Además, existe un gradiente de distintos tipos de vegetación, en función de la salinidad e inundabilidad, formando numerosos hábitats que permiten a muchas especies de pájaros, mamíferos y otros animales alimentarse y reproducirse. De este modo, los estuarios son paso obligatorio en las rutas migratorias de muchas aves.

La unión de las desembocaduras de los ríos Tinto y Odiel define un extenso sistema estuarino conocido como la **Ría de Huelva**. La influencia marina penetra más de 25 km tierra adentro, hasta las proximidades de Gibraleón en el estuario del Odiel y más allá de San Juan del Puerto en el del Tinto.

La dinámica de la costa de Huelva está dominada por el efecto de las mareas, que tiene un régimen denominado mesomareal, con un rango de marea medio de 2,2 m, alcanzándose en las mareas vivas los 3,7 m (Morales y Borrego, 2008). La formación del estuario de la Ría de Huelva se remonta a hace

11.000 años, cuando el nivel del mar comenzó a subir. Desde entonces y hasta hace unos 6.000 años se ha producido un ascenso de más de 100 m, en el que las desembocaduras de los ríos Tinto y Odiel han sido invadidos por el mar. Originalmente la Ría de Huelva era un estuario abierto y profundo. En una fase posterior se formaron islas barreras, cerrando el estuario y favoreciendo la sedimentación. De esta forma se formaron las grandes islas situadas en el interior del estuario, como la isla Saltés.

En función de su dinámica sedimentaria, se pueden diferenciar cuatro sectores en el estuario (Fig. 1; López-González et al., 2008):

- **Canal del Padre Santo**, que va desde la confluencia Tinto-Odiel hasta el océano Atlántico. Es la vía de navegación de los barcos que se dirigen al puerto de Huelva, a través del canal penetra la mayor parte del agua mareal y sale el agua fluvial durante las crecidas.

- **Subsistema Punta Umbría**, formado por una amplia extensión de llanuras mareales vegetadas que forman parte del Paraje Natural Marismas del Odiel.
- **Estuario del Odiel**, que se extiende hasta las proximidades de Gibraleón. En su zona más interna se desarrollan un complejo sistema de islas con marismas que también *forma parte del* Paraje Natural Marismas del Odiel. En su tramo final se ubican instalaciones portuarias y un polígono industrial.
- **Estuario del Tinto**, que se extiende desde las proximidades de San Juan del Puerto hasta la confluencia con el Odiel. En su margen oeste se sitúan las balsas de fosfoyesos mientras que al Este se ubica el Paraje Natural Estero Domingo Rubio y las localidades de Palos de la Frontera y Moguer.

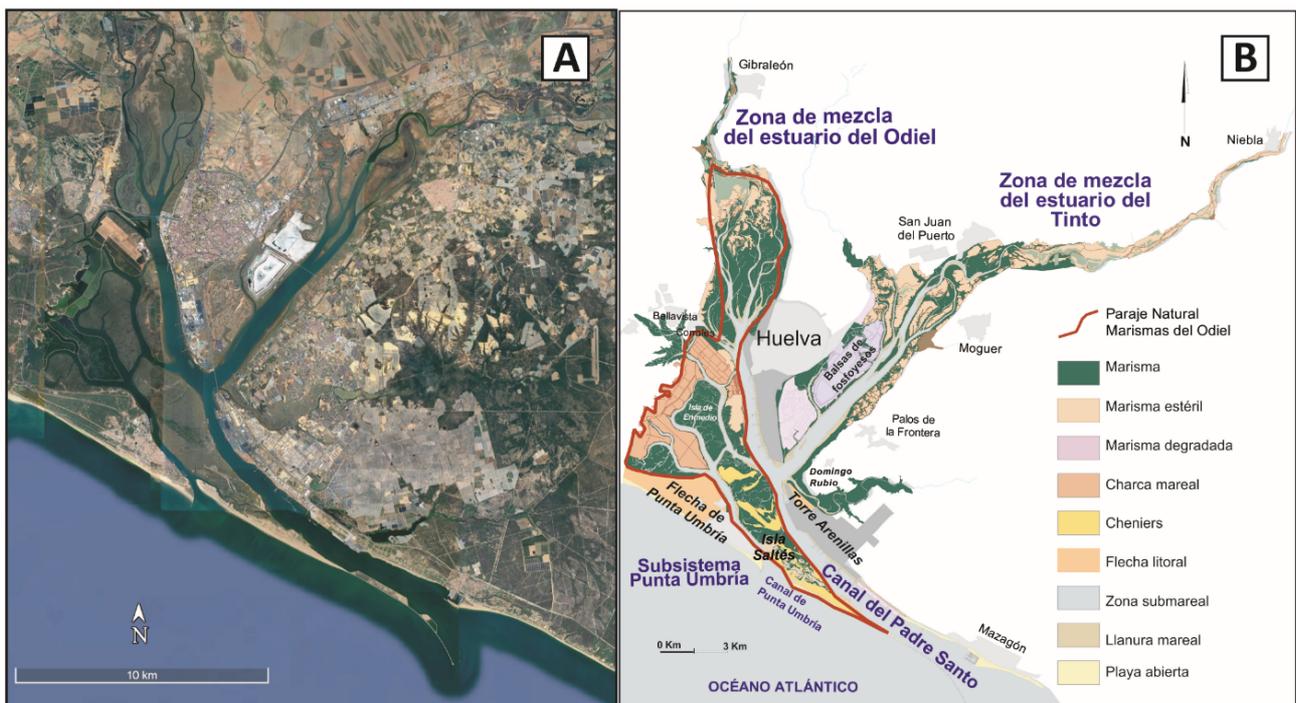


Figura 1. A) Imagen aérea del estuario de la Ría de Huelva. B) Cartografía de los ambientes sedimentarios de la Ría de Huelva y ubicación del Paraje Natural de Marismas del Odiel. Modificado de Carro et al. (2018).

Aparte de sus valores ecológicos, la Ría de Huelva ha condicionado la forma de vida a lo largo de la historia en la propia ciudad, por lo que tiene un **gran valor sociocultural**. Así, entre las formas de aprovechamiento tradicional, además de la pesca, destacan la existencia de salinas tradicionales, como las de Bacuta, en el estuario del Odiel, o las de San Juan del Puerto en el del Tinto. Esta actividad continúa hoy en día con medios modernos en las salinas del Odiel, que veremos en el recorrido. Otras instalaciones en la Ría de Huelva eran los Molinos de Marea, en los que se almacenaba el agua de la pleamar mediante diques y luego durante la bajamar se hacía pasar a través de un rodete, permitiendo la molienda del trigo. En la costa de Huelva existían 30 molinos de mareas, 4 de ellos en la ciudad de Huelva. Por otro lado, desde mediados del siglo XIX a mediados del siglo XX existieron varios balnearios y playas para el baño en la orilla izquierda del estuario del Odiel, donde los onubenses podían nadar y refrescarse los calurosos días del verano (Cátedra Aguas de Huelva, 2022).

2. HISTORIA DE LA CONTAMINACIÓN Y APORTES DE LOS RÍOS TINTO Y ODIEL

La Ría de Huelva representa un claro ejemplo de **ecosistema contaminado por metales**. Los residuos que actúan como fuente de contaminación son, principalmente, aquellos que existen en zonas mineras abandonadas de la Faja Pirítica Ibérica (FPI). La FPI es una de las mayores provincias metalogénicas de sulfuros masivos del mundo, que han sido explotados por las diferentes civilizaciones que se han asentado en esta región. Como resultado de dicha explotación se liberan contaminantes que son transportados a la Ría de Huelva a través de los ríos Tinto y Odiel. La **contaminación**

minera en la Ría de Huelva, comenzó en el periodo calcolítico (hace unos **5000 años**) con las primeras explotaciones metalúrgicas, intensificándose posteriormente durante la época romana, si bien, la envergadura de ambos periodos mineros no fue suficiente como para generar un problema crónico. Sin embargo, en el **siglo XIX**, la **minería alcanzó una escala industrial** con la llegada de empresas extranjeras, especialmente la británica Río Tinto Company Limited, que explotó masivamente los yacimientos sin ningún control ambiental, generando grandes depósitos de residuos ricos en metales pesados (Fig. 2). Así, entre 1900 y 1930 se sitúa el período de mayor producción minera en la FPI en un contexto de alta demanda de cobre y ácido sulfúrico, llegando a una producción anual de piritas del 60% del total mundial (Carrasco Martiáñez, 2000).



Figura 2. Teleros para la tostación de pirita a cielo abierto en la segunda mitad del siglo XIX (Fundación Riotinto).

Esta intensa actividad extractiva generó grandes impactos ambientales:

- Drenaje ácido de mina debido a la exposición de sulfuros metálicos (ej. pirita) a condiciones atmosféricas, contaminando las aguas con acidez y liberando metales y metaloides tóxicos al medio (hierro, arsénico, plomo, cobre, cadmio, zinc...).

- Contaminación atmosférica con gases tóxicos y generadores de lluvia ácida (ej. gases sulfurosos y arsenicales).
- Contaminación de suelos.
- Acumulación masiva de residuos mineros en escombreras y balsas de lodos.
- Impacto paisajístico y degradación del medio natural.

Durante la Segunda Guerra Mundial se produce una disminución de la producción minera y hasta finales de los 50, durante la dictadura, no se produce un repunte. Además, en la década de 1960, la industrialización agravó la contaminación en el estuario de Huelva, especialmente con la creación del **Polo Químico**, donde se trasladó la fundición de cobre y la fábrica de ácido sulfúrico, además de otras empresas como “Fertilizantes de Iberia”. Se promovió la instalación de las industrias en esta zona porque, al ya estar la Ría de Huelva contaminada por los ríos Tinto y Odiel con sus aguas ácidas y ricas en metales, no era necesario ningún tratamiento de aguas residuales antes de verterlas. Esto provocó una gran degradación de la Ría de Huelva al sumarse la contaminación procedente de los ríos con la de las industrias, enriqueciendo sus aguas y sedimentos también con nutrientes (nitratos y fosfatos), partículas en suspensión e incluso radionúclidos como el uranio (Borrego et al, 2002; Hierro et al., 2013).

En relación con la fabricación de ácido fosfórico para fertilizantes, este proceso industrial generó grandes cantidades de **fosfoyeso**, un residuo con impurezas metálicas y radionucleidos. Hasta 1997, un 20% de este material se vertía directamente al estuario del río Odiel sin tratamiento, y el resto se acumulaba en balsas sobre las marismas del río Tinto, afectando la calidad del agua y los sedimentos. Un cambio legislativo en **1997** obligó a la empresa a modificar su **gestión de residuos**, adoptando un sistema cerrado de agua y apilando los fosfoyesos en una gran pila, reduciendo así los vertidos

directos. Así mismo, a partir de la década de 1980, se implementaron en España **medidas de control ambiental en la minería**, enfocadas en la protección de los recursos naturales, la gestión de residuos y la restauración de espacios afectados. Por ejemplo, el Real Decreto 2994/1982 estableció la obligación de restaurar el espacio natural afectado por actividades mineras. En Andalucía, y específicamente en la provincia de Huelva (Diputación de Huelva, 2022), estas medidas adquirieron especial relevancia debido a la intensa actividad minera en la región. La Estrategia Minera de Andalucía (Junta de Andalucía, 2023), desarrollada en años posteriores, promovió prácticas sostenibles y la economía circular en el sector minero, buscando minimizar el impacto ambiental y fomentar la reutilización de recursos. Estas medidas representan una mejora en la calidad ambiental de la Ría de Huelva frente a la contaminación recibida.

3. ESTADO ACTUAL AGUAS SUPERFICIALES Y SEDIMENTOS

A pesar de los esfuerzos de restauración ambiental, la Ría de Huelva sigue recibiendo una carga significativa de contaminantes procedentes de minas de sulfuros abandonadas. Los ríos Tinto y Odiel transportan grandes cantidades de metales y metaloides desde las zonas mineras, mientras que las balsas de fosfoyesos situadas en las marismas del margen derecho del estuario contribuyen con lixiviados ácidos. Olías et al. (2006) calcularon la contribución fluvial procedente de la minería abandonada entre 1995 y 2003, determinando un vertido promedio de contaminantes de **7900, 5800, 3500, 1700 y 1600 toneladas anuales de Fe, Al, Zn, Cu y Mn**, respectivamente, entre otros elementos. Estos valores representan más del **50 % del Zn y el 10 % del Cu** de la

cantidad **total de metales** transferidos desde los continentes hacia los **océanos a nivel global**.

La Ría de Huelva actúa como un medio de transición entre las aguas ácidas fluviales (pH 2.5-3.5 en los ríos Tinto y Odiel) y las condiciones alcalinas del mar (pH ~8). En este entorno, **los contaminantes siguen diferentes dinámicas** (Fig. 3):

- **Elementos no conservativos** (como hierro, aluminio y cobre) precipitan en el agua cuando el pH se neutraliza, acumulándose en los sedimentos.
- **Elementos conservativos** (como zinc, manganeso, níquel y cobalto) permanecen en disolución y llegan hasta el océano.
- **Elementos con comportamiento "off-on"** (como el arsénico) pueden quedar atrapados temporalmente en los sedimentos y posteriormente liberarse al medio acuático.

Los contaminantes conservativos y aquellos con un comportamiento "on-off" son los responsables de que el agua de mar en la plataforma del **Golfo de Cádiz** presente una **elevada concentración de metales disueltos** en comparación con otras aguas costeras del mundo. Esto fue identificado en la

década de 1980 por una expedición oceanográfica del Woods Hole Oceanographic Institution (Sherrell & Boyle, 1988). En la actualidad, no hay debate científico sobre el hecho de que los metales presentes en el Golfo de Cádiz provienen de las descargas de los ríos Tinto y Odiel. En relación con los elementos no conservativos, los procesos de precipitación hacen que los sedimentos estuarinos actúen como sumideros de la contaminación. Las concentraciones de metales observadas en los sedimentos superficiales del estuario presentan valores muy por encima de los valores de referencia. Por ejemplo, las concentraciones de **cobre** alcanzan hasta **3000 mg/kg**, triplicando el umbral de sedimento no peligroso establecido por CEDEX (2021). Estos elevados niveles de metales y metaloides en las aguas y sedimentos de la Ría de Huelva se transfieren a la vegetación, penetrando en la cadena trófica y afectando a muchos otros organismos que habitan en este entorno, como crustáceos, peces e incluso aves, suponiendo un **gravísimo problema ambiental**.

Actualmente, **investigadores de la Universidad de Huelva** continúan monitorizando la evolución de la contaminación en la Ría de Huelva, con el objetivo de comprender mejor su dinámica y

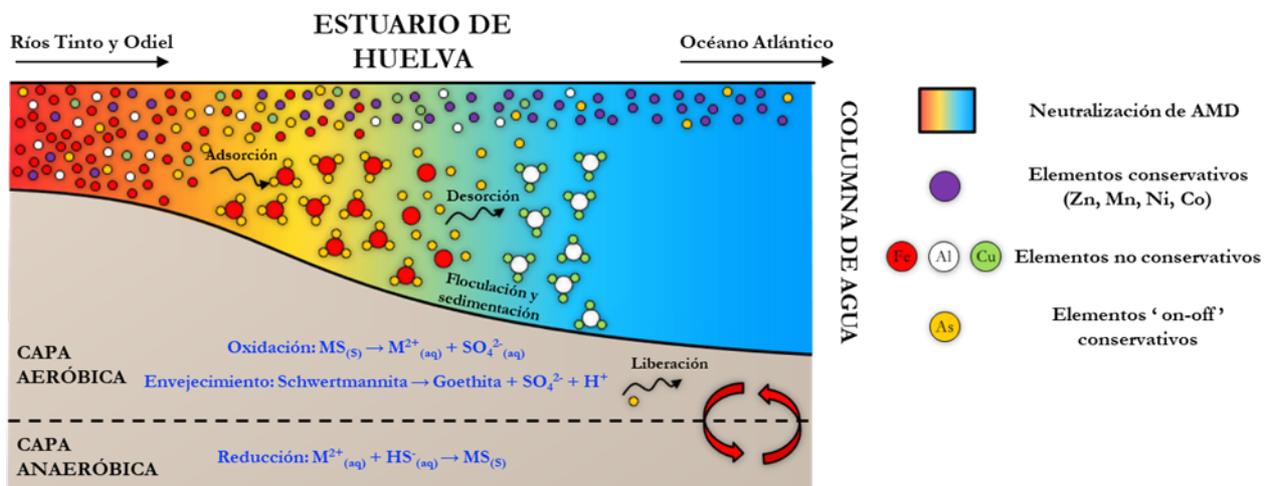


Figura 3. Modelo conceptual de los procesos que afectan al material particulado desde su floculación hasta su sedimentación en el estuario de Huelva.

desarrollar estrategias de mitigación más efectivas.

4. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ENTORNO DE LA RÍA DE HUELVA

Como hemos visto anteriormente, el estuario de la Ría de Huelva está dominado por las entradas de aguas del océano Atlántico, por un lado, y los aportes superficiales de los ríos Tinto y Odiel, por el otro. No obstante, el estuario también recibe aportes de aguas subterráneas, aunque de menor magnitud. Los acuíferos ubicados en el entorno de la ría de Huelva son: Niebla-Posadas al norte, Ayamonte-Huelva al oeste y Almonte-Marismas al este.

El **acuífero Niebla-Posadas** se extiende al borde de los materiales paleozoicos de la meseta ibérica desde la provincia de Huelva hasta la de Córdoba. Los materiales que constituyen este acuífero son principalmente calcarenitas, conglomerados y arenas del Mioceno. Estos materiales afloran en la zona de Niebla y Gibrleón, pero se hunden progresivamente hacia el sur y sobre ellos se dispone la formación Arcillas de Gibrleón. Por ello, en la zona de la ría de Huelva los materiales acuíferos están cubiertos por materiales impermeables (las arcillas) y no aportan agua subterránea a la ría de Huelva. Es decir, en esta zona el acuífero está confinado.

En el **acuífero Ayamonte-Huelva** se distinguen varios niveles permeables constituidos por: arenas, gravas y conglomerados del Mioceno, Plioceno y Cuaternario (son los materiales de color amarillo en la figura 4). La parte de este acuífero donde el agua subterránea fluye hacia

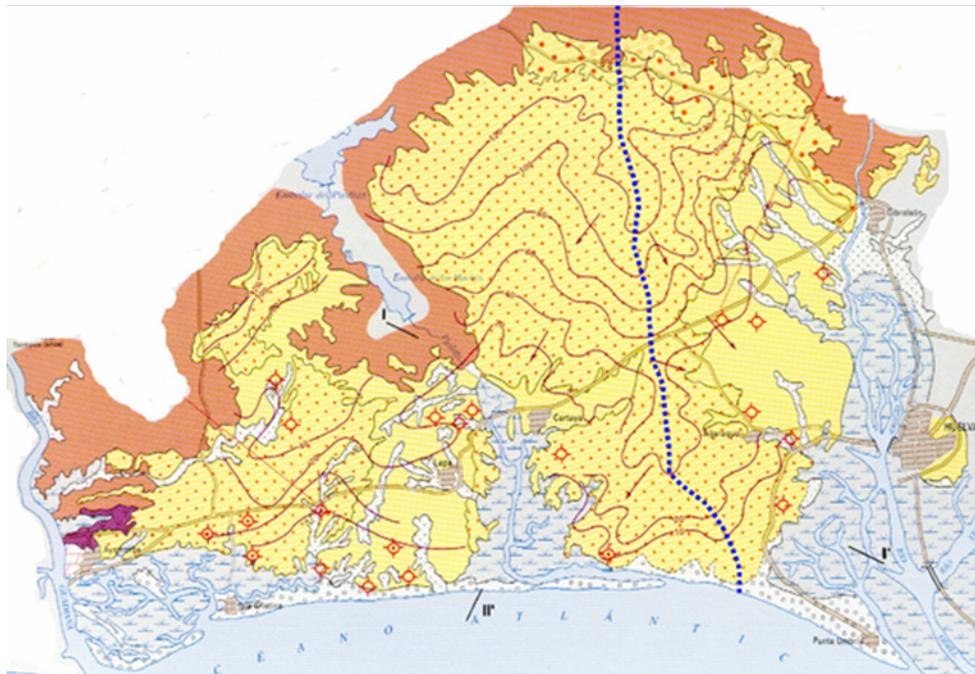


Figura 4. Mapa del acuífero Ayamonte-Huelva (ITGE-Junta de Andalucía, 1998). Los materiales permeables son los de color amarillo. Las líneas continuas son las isopiezas (líneas en el nivel piezométrico se encuentra a la misma cota) y las flechas indican el flujo del agua subterránea. La línea azul de puntos marca la divisoria de aguas subterráneas de la zona que fluye hacia la Ría de Huelva.

la ría de Huelva es la situada al este de la línea de puntos azul de la figura 4.

Al este del estuario del Tinto afloran los materiales del **acuífero Almonte-Marismas** (Fig. 5) constituidos fundamentalmente por gravas, arenas y limos arenosos del Pliocuaternario (Custodio et al., 2009). Este acuífero es ampliamente conocido debido a que en su zona suroriental se localiza el Parque Nacional de Doñana. Por otra parte, en cuanto a la Ría de Huelva la zona de interés es el sector occidental, donde el flujo del agua subterránea se dirige hacia el oeste (Fig. 5). Esta zona pertenece a la demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras y

constituye la denominada masa de agua subterránea Condado.

Las aguas subterráneas de los acuíferos Ayamonte-Huelva y Almonte-Marismas están contaminadas por **altas concentraciones de nitratos y pesticidas**, procedentes principalmente de los cultivos intensivos de frutos rojos. En la figura 6 se muestran las concentraciones de nitratos en el agua subterránea en la zona de ambos acuíferos próxima a la ría de Huelva. Estos compuestos son transportados por las aguas subterráneas hacia la ría de Huelva. Se comprueba que en muchas zonas se superan ampliamente los 50 mg/L de nitratos considerados en las normativas como aceptable para consumo

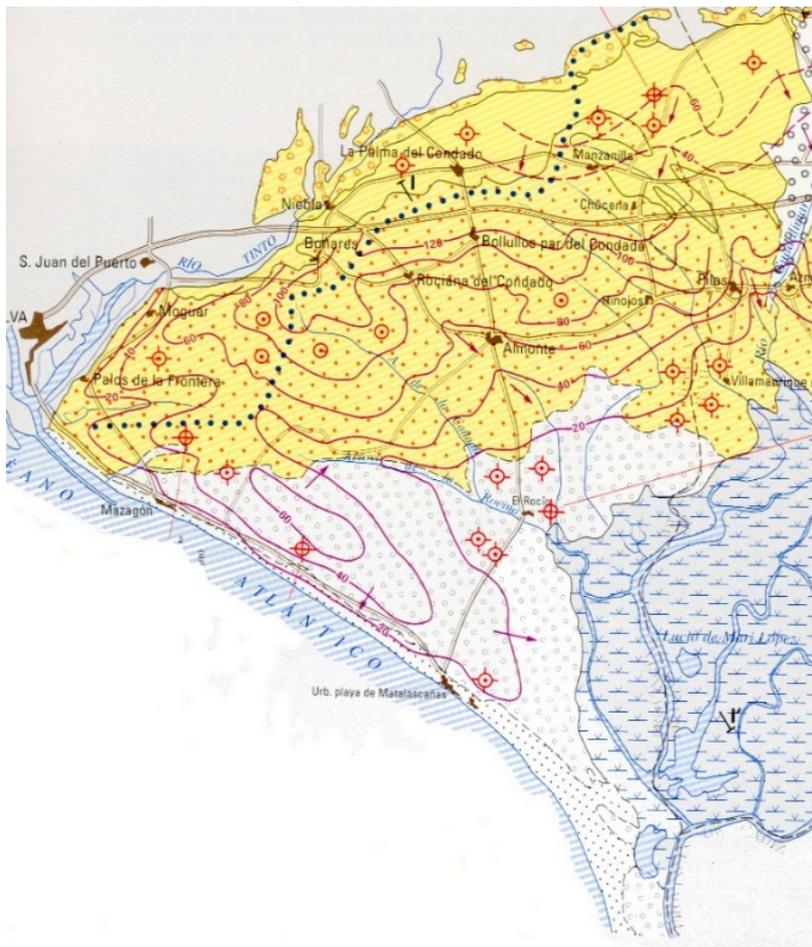


Figura 5. Mapa del acuífero Almonte-Marismas (ITGE-Junta de Andalucía, 1998). La línea azul de puntos indica la divisoria de aproximada de aguas subterráneas que delimita la zona del acuífero donde el agua fluye hacia el río Tinto y la ría de Huelva.

humano y para que las aguas subterráneas tengan un buen estado químico. También se encuentran concentraciones muy altas de glifosato (herbicida con potencial de producir cáncer y con efectos adversos sobre la biodiversidad) en el agua subterránea de estos acuíferos.

Además de estos acuíferos del entorno de la Ría de Huelva, los **depósitos de fosfoyesos** acumulados junto al estuario del Tinto también son materiales permeables y constituyen un **acuífero antrópico**. Como se ha comentado anteriormente, las aguas contenidas en estas balsas tienen un bajo valor de pH y muy elevadas concentraciones de metales y metaloides (arsénico, cadmio, cobre,

etc.) y constituyen una importante fuente de aportes contaminantes a la ría.

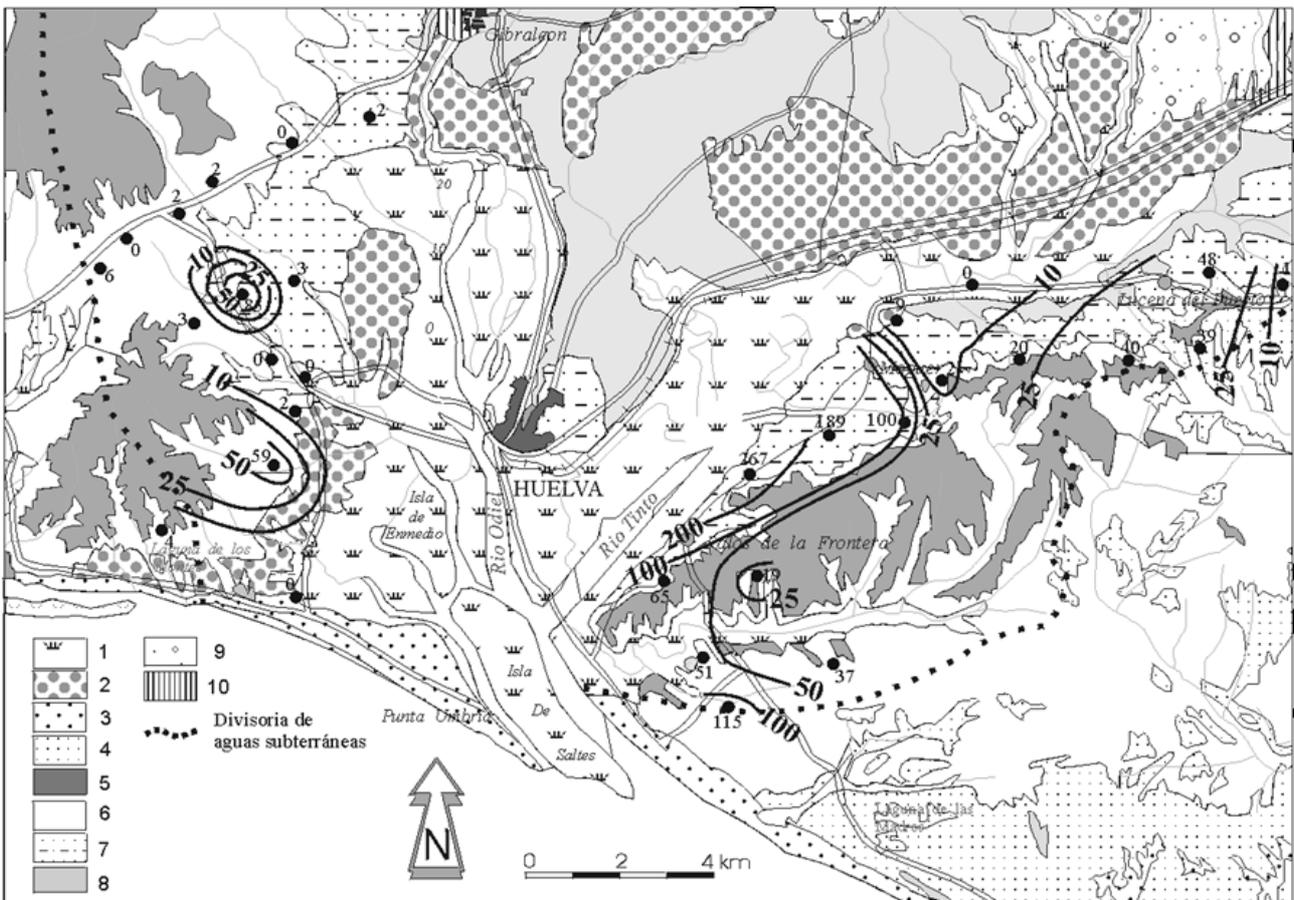


Figura 6. Distribución del contenido en nitratos (en mg/L) de las aguas subterráneas que fluyen hacia la ría de Huelva. Leyenda: 1: Marisma, 2: Terrazas, 3: Playas y dunas actuales, 4: Arenas finas eólicas, 5: Glacis, 6: Arenas, 7: Limos arenosos calcáreos, 8: Margas, 9: Conglomerados y calcarenitas, 10: Rocas impermeables paleozoicas (Cánovas et al., 2004).

INFORMACIÓN IMPORTANTE

Se recomienda llevar ropa, calzado cómodo, bebida y protección solar. La visita guiada en barco se realizará en dos turnos: (1) de 10 a 12 y (2) de 11:30 a 13:30. Se deberá acudir al turno asignado por correo electrónico para evitar problemas de aforo.

La organización no dispone de un seguro de accidentes ni de responsabilidad civil, por lo que los asistentes, por el hecho de inscribirse, eximen de cualquier responsabilidad a las entidades organizadoras.

ORGANIZADORES DEL HIDROGEODÍA DE HUELVA 2025

Esta actividad ha sido organizada por investigadores del Dpto. de Ciencias de la Tierra de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Huelva.

Rafael Pérez López

Manuel M. Olías Álvarez

Laura Sánchez López

Gerardo A. Amaya Yaeggy

Rafael León Cortegano

Jonatan Romero Matos

Ainara Rodrigo García

Alberto Molinero García

Francisco Macías Suárez

Carlos Ruiz Cánovas

José Miguel Nieto Liñán

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del Dpto. de Ciencias de la Tierra, la Facultad de Ciencias Experimentales, el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de Andalucía y el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos. La actividad también ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través del proyecto DYNAMICO (PID2023-151504OB-I00); MICIU/AEI/10.13039/501100011033.

PARA SABER MÁS

Borrego, J., Morales, J.A., de la Torre, M.L., Grande, J.A. (2002). Geochemical characteristics of heavy metal pollution in surface sediments of the Tinto and Odiel river estuary (southwestern Spain). *Environmental Geology* 41: 785-796.

Cánovas, C.R., Olías, M., Cerón, J.C., Nieto, J.M. (2004). Contaminación de las aguas subterráneas en el entorno de la ría de Huelva. *Geo-Temas* 6(4): 149-152.

Carrasco Martiáñez, I. (2000). Historia de la Faja Pirítica. *Bocamina* 5: 8-49.

Carro, B., Borrego, J., Morales, J.A., (2018). Estuaries of the Huelva Coast: Odiel and Tinto Estuaries (SW Spain). En: Morales, J. (Ed.), *The Spanish Coastal Systems*. Springer, Cham. Springer Nature Switzerland.

Cátedra Aguas de Huelva (2022). Caminos del Agua en Huelva y su entorno. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. <https://www.uhu.es/publicaciones/?q=libros&ode=1287>

CEDEX (2021). Directrices para la caracterización del material dragado y su

reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre. Comisión Interministerial de Estrategias Marinas, 2021.

Custodio, E., Manzano, M., Montes, C. (2009). Las aguas subterráneas en Doñana: Aspectos socio-ecológicos. Agencia Andaluza del Agua, Junta de Andalucía.
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/agencia_andaluz_a_agua/participacion/publicaciones/libro_donana_baja.pdf

Diputación de Huelva. (2022). Informe socioeconómico de la provincia de Huelva: Segundo semestre 2022.
https://www.diphuelva.es/export/sites/dph/ces/.galleries/documentos/Informe_2_2022_web.pdf

Hierro, A., Martín, J.E., Olías, M., Vaca, F., Bolívar, J.P. (2013). Uranium behaviour in an estuary polluted by mining and industrial effluents: The Ría of Huelva (SW of Spain). *Water Research* 47(16): 6269–6279.

ITGE-Junta de Andalucía (1998). Atlas hidrogeológico de Andalucía.
<https://web.igme.es/actividades/IGME/lineas/HidroCA/publica/libros/HR/libro/10/lib/10.htm>

Junta de Andalucía (2023). Estrategia para una Minería Sostenible en Andalucía 2030 (EMSA 2030).
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/industriaenergiayminas/consejeria/transparencia/planificacion-evaluacion-estadistica/planes/detalle/435583.html>

[a/planificacion-evaluacion-estadistica/planes/detalle/435583.html](https://www.juntadeandalucia.es/organismos/industriaenergiayminas/consejeria/transparencia/planificacion-evaluacion-estadistica/planes/detalle/435583.html)

López González, N., Borrego, J., Carro Flores, B. (2008). La contaminación de la Ría de Huelva. En: *Geología de Huelva. Lugares de interés geológico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 64-65.
<https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/7494>

Morales, J.A., Borrego, J. (2008). El litoral de Huelva, fisiografía y dinámica. En: *Geología de Huelva. Lugares de interés geológico*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva, 28-34.
<https://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/7494>

Olías, M., Cánovas, C., Nieto, J.M., Sarmiento, A.M. (2006). Evaluation of the dissolved contaminant load transported by the Tinto and Odiel rivers (South West Spain). *Applied Geochemistry* 21: 1733-1749.

Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacios naturales afectados por actividades extractivas. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 289, de 2 de diciembre de 1982, páginas 32335 a 32336.
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-32927>

Sherrell, R.M., Boyle, E.A. (1988). Zinc, chromium, vanadium and iron in the Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers* 35(8): 1319-1334.

NOTAS