HIDROGEODÍA 2017

Málaga

iah aih

Asociación Internacional de Hidrogeólogos
Grupo Español

25 de marzo 2017

Hidrogeología como condicionante de la biodiversidad: los humedales de la desembocadura del río Guadalhorce

EXCURSIÓN GRATUITA

PUNTO DE ENCUENTRO: Entrada al Paraje Natural Desembocadura del Guadalhorce
HORA: 10:00

IMPRESCINDIBLE RESERVA PREVIA / PLAZAS LIMITADAS
(e-mail de contacto: *nietolopezjm@uma.es*)

Se ruega:
- Acudir a la hora que sean citados.
- Se recomienda el uso de transporte público.
- Agruparse para que haya el menor número de vehículos posible.

Información detallada del lugar de encuentro y folleto de la excursión en:
www.aih-ge.org
www.cehiuma.uma.es

ORGANIZA:

UNIVERSITAS MALACITANA

CEHIUMA
CENTRO DE HIDROGEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

COLABORAN:

Coca-Cola

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
Instituto Geológico y Minero de España

JUNTA DE ANDALUCIA
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

ACADEMIA MALAGUEÑA DE CIENCIAS

EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la Hidrogeología y de la profesión del hidrogeólogo, con motivo de la celebración del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo, cuyo lema para 2017 es: *Aguas residuales, ¿por qué desperdiciar agua?*) promocionada por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE). Consiste en una visita guiada por expertos en aguas subterráneas, gratuita y abierta a todo tipo de público, independientemente de su nivel de conocimiento en dicha materia.

En Málaga, el **Hidrogeodía 2017** se celebra en el **Paraje Natural de la Desembocadura del Guadalhorce**, un enclave de especial importancia ambiental y social para la ciudad de Málaga (Figuras 1 y 2). Este Paraje Natural, de 67 ha de superficie, se ubica cerca del citado casco urbano, en la isla que forman los dos brazos del encauzamiento del río Guadalhorce antes de desembocar al mar Mediterráneo, antiguamente denominada como Finca La Isla.

En este entorno existen lagunas o humedales relacionados con las aguas subterráneas, pero también con el río y el mar, que actúan como hábitats para una abundante y variada avifauna.

CÓMO LLEGAR

Se recomienda acceder al Paraje Natural mediante la línea 5 de autobús (Alameda-Guadalmar) y bajar en la parada 1013 "M. Curros Enríquez – Crta. de Guadalmar". También es posible llegar en vehículo particular tomando la salida 3 de la autovía **MA-20**, en dirección **Guadalmar**. Se aconseja el uso del transporte público ya que existen pocas zonas de aparcamiento.

Al norte del puente que atraviesa el río Guadalhorce se ubica el punto de encuentro de la excursión (Figura 1).

Figura 1: Punto de encuentro y acceso al Paraje Natural. (5): Parada de autobús de la línea 5; (P): zona de aparcamiento

QUÉ VEREMOS

Los aspectos más relevantes que se explicarán durante el recorrido son:

1. El **entorno geológico** del Bajo Guadalhorce

2. Los diferentes **tipos de rocas** y **acuíferos** existentes en este sector.

3. Los distintos **tipos de aguas** que fluyen por los acuíferos y por el Paraje Natural y sus principales características.

4. El **aprovechamiento** histórico de las **aguas subterráneas** en el Bajo Guadalhorce y su relación con las poblaciones que lo han habitado.

5. La relación de las aguas subterráneas con los diferentes **ecosistemas** presentes en la desembocadura del río Guadalhorce, en especial con los **humedales**.

6. La **restauración de ecosistemas** mediante el aprovechamiento de aguas de diverso tipo y la **biodiversidad** que genera.

Foto 1: Punto de encuentro del Hidrogeodía 2017, situado al norte del puente que atraviesa el río Guadalhorce

Figura 2: Mapa de localización del Hidrogeodía 2017

¿QUÉ ES LA HIDROGEOLOGÍA?

La **Hidrogeología** es la ciencia que estudia las aguas subterráneas y su interacción con las aguas superficiales. Aspectos como el almacenamiento y flujo del agua subterránea, su cuantificación, composición química, captación, gestión y protección, etc. tienen cabida en la Hidrogeología.

Las **aguas subterráneas** representan el volumen de **agua dulce** más importante del Planeta. Se aprovechan para abastecimiento a la población, riego de cultivos, industria, usos recreativos y ambientales, etc.

Se denomina **acuífero** al sedimento o a la roca que es porosa (tiene huecos en los que se almacena el agua) y es permeable (permite el flujo de agua). En ocasiones, hemos oído hablar de un acuífero como si se tratara de una "bolsa" o volumen de agua subterránea que se encuentra aislada del exterior. Esto no se corresponde con la realidad, pues el agua subterránea de los acuíferos procede de la infiltración, se almacena y se mueve a través de **poros**, **grietas** o **fisuras** e incluso por grandes huecos o cavidades (Figura 3).

Por ejemplo, en la playa es posible ver cómo el agua se encuentra entre los granos de la arena que pisamos. Si se excava en la arena, llega un punto en el que está mojada y, si se profundiza más, empieza a entrar agua en el pozo. El nivel que alcanza el agua subterránea en un pozo es lo que se denomina **nivel freático** o **piezométrico**.

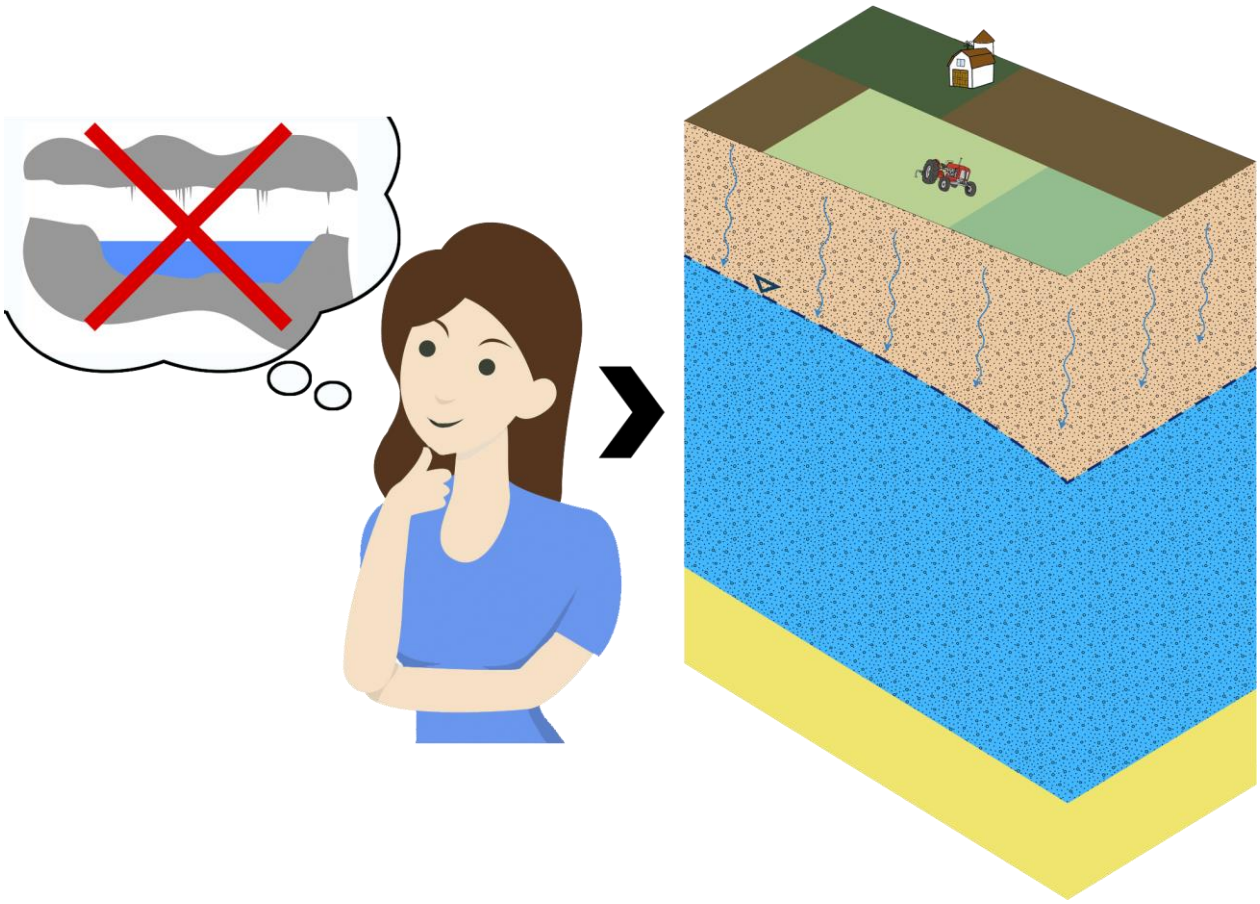

Figura 3: Idealización versus realidad de lo que es un acuífero

Cuando se trata de materiales sueltos, como la arena de la playa, el agua ocupa los huecos que hay entre los granos, tal y como se muestra en la figura 4. Estos sedimentos constituyen los acuíferos detríticos. La **porosidad**, o sea, la proporción de poros que hay en una roca, condiciona la cantidad de agua que puede **almacenar**, pero el agua subterránea sólo puede moverse a través de los poros que están conectados entre sí, es decir, los que constituyen la **porosidad eficaz**.

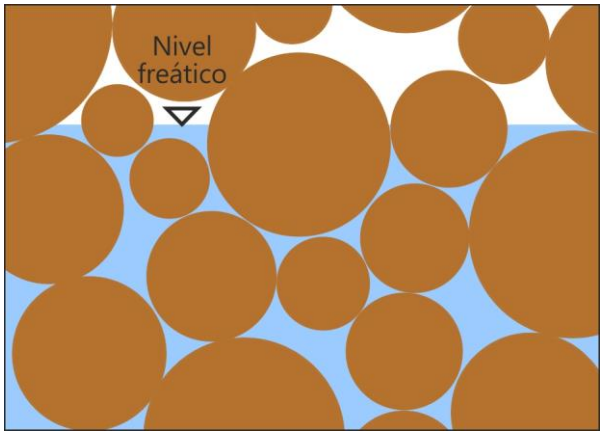

Figura 4: Ejemplo de porosidad intergranular, en la que el agua subterránea se localiza entre los poros

Existe otro tipo de acuíferos denominados **kársticos**, formados por rocas solubles (calizas, dolomías, mármoles, yesos, sales) en los que el agua circula a través de grietas y fisuras, que al aumentar de tamaño pueden dar lugar incluso a cuevas.

Por otro lado, existen rocas de baja permeabilidad (arcillas, pizarras, esquistos, peridotitas, granitos), con escaso interés acuífero, limitado a la zona de alteración superficial o a la fracturación.

La estrecha relación existente entre el ser humano y el agua, desde tiempos ancestrales, ha hecho que sea de vital importancia el estudio de las aguas subterráneas y, por tanto, el desarrollo de una ciencia que permita mejorar el conocimiento y la gestión de las mismas. Por ello se considera imprescindible la profesión del **hidrogeólogo/a**.

ENTORNO GEOLÓGICO

El sector costero del Bajo Guadalhorce, donde tiene lugar el Hidrogeodía 2017, se encuentra en la denominada **Hoya de Málaga**. Se trata de una cuenca sedimentaria o depresión cuyo origen se remonta a más de 20 millones de años (hacia finales de la Era Terciaria), cuando el mar Mediterráneo inundaba las tierras hoy emergidas. Está limitada al norte por los Montes de Málaga, que están formados por pizarras, mientras que al sur limita con la Sierra de Mijas, constituida por mármoles. Al oeste colinda con otros relieves como la Sierra de las Nieves, formada por calizas, dolomías y mármoles, y la Sierra de las Aguas, constituida por peridotitas, mientras que al este limita con el mar Mediterráneo.

TIPOS DE ROCAS Y ACUÍFEROS

Los materiales sedimentarios que constituyen la Hoya de Málaga tienen diferentes edades y espesores variables. De más antiguo a más moderno, es decir, desde la base de la serie

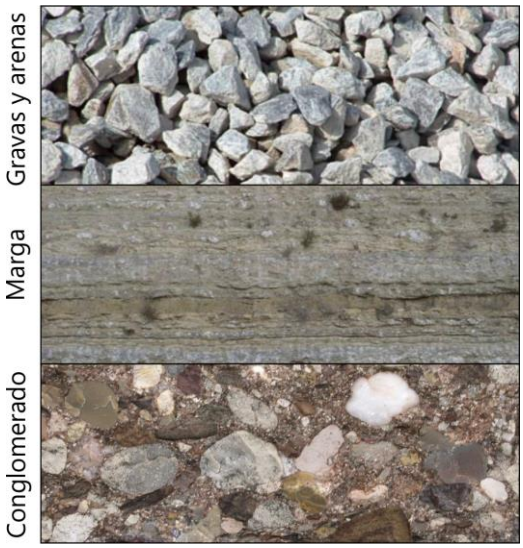

Figura 5: Serie estratigráfica simplificada del Bajo Guadalhorce.

(muro) hasta la parte superior (techo), son los siguientes (Figura 5):

- Conglomerados (10-70 m de espesor)
- Margas (300-350 m)
- Gravas, arenas, limos y arcillas (30–50 m)

Estos materiales constituyen acuíferos que, de muro a techo, se denominan (Figura 6):

- **Acuífero inferior plioceno**: constituido por conglomerados.
- **Acuífero superior plioceno**: formado por arenas y gravas confinadas entre margas.
- **Acuífero aluvial cuaternario**: constituido por gravas, arenas, limos y arcillas depositadas por el río Guadalhorce.

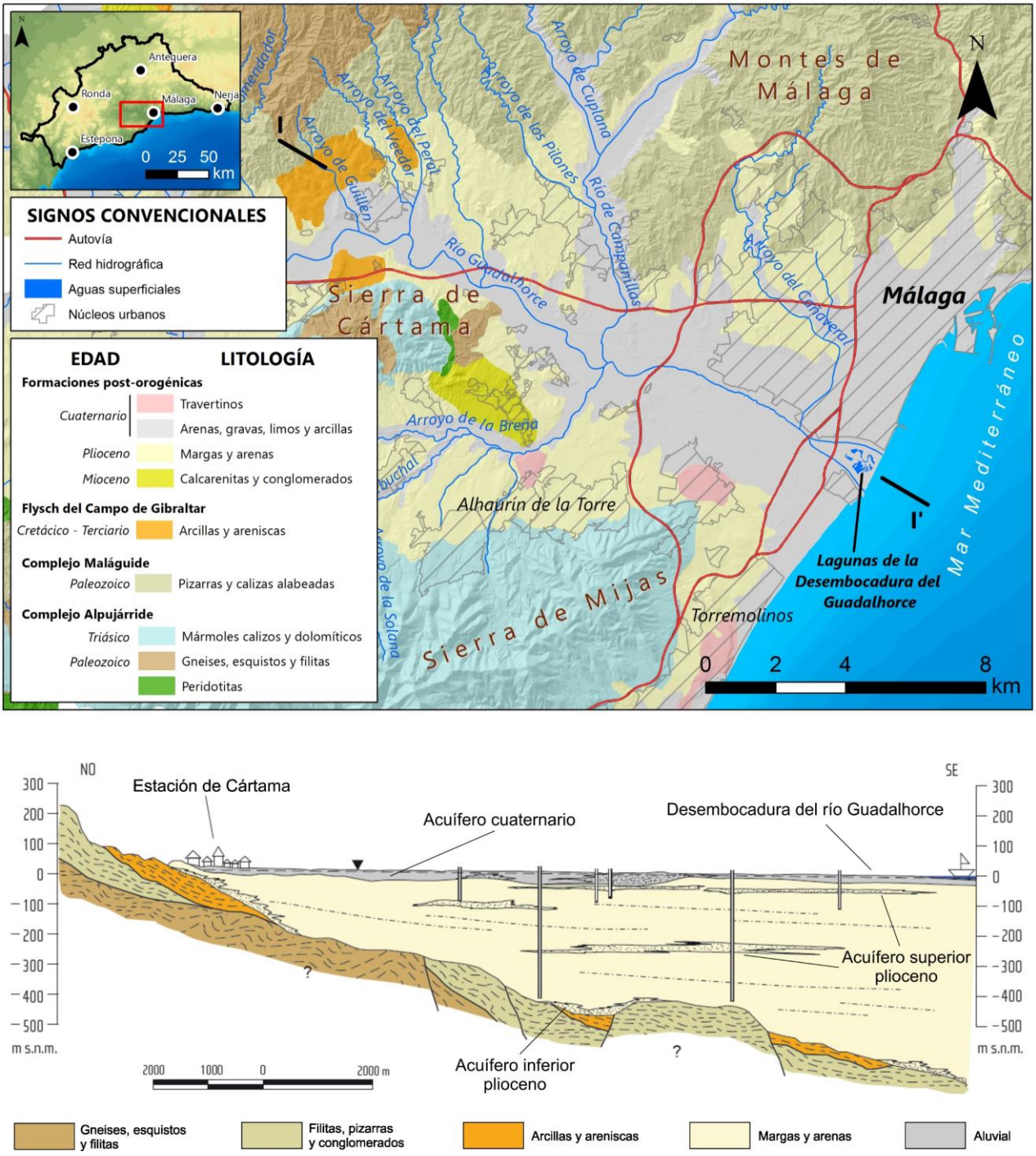

Figura 6: Mapa geológico del Bajo Guadalhorce y corte geológico I-I' de la Hoya de Málaga.

AGUA Y SOCIEDAD

Son varios los vestigios de antiguas civilizaciones que se asentaron en estas tierras, muy probablemente por la existencia de zonas húmedas con una gran biodiversidad, como las que hoy existen. Las ruinas del Cerro del Villar, situadas en el actual límite oeste del Paraje Natural (ver localización en mapa del recorrido), estuvieron ocupadas por una de las ciudades fenicias más importantes de todo el Mediterráneo, cuya fundación data del siglo VIII antes de Cristo. Pese a haber sido declarado en 1988 Bien de Interés Cultural (BIC), sólo el 10% del yacimiento arqueológico ha sido excavado.

De los acuíferos antes mencionados sólo se ha aprovechado históricamente el agua de los dos últimos, siempre mediante **pozos** y **sondeos** (Fotos 2 y 3). Este tipo de captaciones llevan usándose desde tiempo inmemorial, sobre todo en valles fluviales como el que nos ocupa debido a la existencia de agua subterránea próxima a la superficie (en la mayor parte de los acuíferos detríticos las aguas se encuentran a unos 2-3 metros de profundidad).

Antiguamente, el agua de pozo podía utilizarse para beber, pero el uso cada vez más frecuente de **fertilizantes** y **pesticidas** en agricultura, así como los vertidos de **aguas residuales** de los pueblos de la comarca,

Fotos 2 y 3: 2). Ejemplo del típico pozo utilizado para extraer agua en esta zona. 3) Sondeo de investigación surgente ubicado en el Paraje Natural

hacen que en la actualidad no sea recomendable beberla. Otro aspecto que contribuye al deterioro de la calidad del agua es la salinización por aguas procedentes del embalse del Guadalhorce y por intrusión marina. Este último proceso ha tenido lugar

Foto 4: Vista actual del sector norte de la desembocadura del río Guadalhorce

hasta principios de siglo debido a los bombeos para riego de cultivos en el delta del Guadalhorce, de **caña de azúcar** en la zona de la desembocadura, para lo que se precisaba una gran cantidad de agua. Desde el año 2000, cuando disminuyeron los bombeos por el encauzamiento del río Guadalhorce, la intrusión marina es muy limitada y el agua del acuífero aluvial es utilizada principalmente para el riego de amplias superficies de cítricos y hortalizas por todo el valle del Guadalhorce. Otros **cambios** en el **uso del suelo** han sido la ampliación del aeropuerto de Málaga y el continuo crecimiento de los polígonos industriales y de los parques comerciales que abundan en la periferia al sureste de Málaga (Foto 4).

AGUAS SUBTERRÁNEAS Y MEDIO AMBIENTE

Dado que las aguas subterráneas, por regla general, no se ven, es común pensar que no tienen ninguna relación sobre el medio natural tal y como lo vemos desde la superficie, una idea muy alejada de la realidad.

Por ejemplo, cuando bebemos agua de un **manantial**, estamos bebiendo **agua subterránea**, que emana de la roca después de haberse infiltrado y fluir por la misma. A su vez, los manantiales dan lugar a ríos que originan vida a su alrededor (**flora y fauna**).

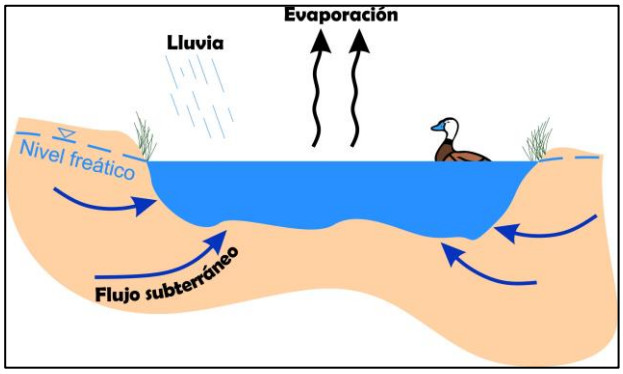

Figura 7: Esquema conceptual del funcionamiento hídrico de un humedal

Tal y como ocurre con los manantiales, los **humedales** están relacionados, en la mayoría de los casos, con las aguas subterráneas (Figura 7). Ejemplo de ello son las **lagunas de la desembocadura del Guadalhorce**, (Figura 8).

Hasta la década de los 70 del siglo pasado en esta zona existían las llamadas **Marismas del Carmen**, que se inundaban por la acción de los vientos de Levante, con pequeñas lagunas y albuferas a lo largo de la playa. La agricultura y la ganadería eran las actividades mayoritarias.

A partir de esa fecha comenzaron a extraerse áridos para la construcción, en casi toda la superficie de la desembocadura, para las obras en la ciudad de Málaga. En 1982 se detuvo la actividad extractiva, fruto de la cual se generó

Foto 5: Laguna Escondida, de aguas menos salinas. Por: José Manuel Nieto López

Foto 6: Río Viejo, de aguas más salinas. Por: José Manuel Nieto López

Qué es un humedal

Un **humedal** es una anomalía hídrica positiva con respecto a un entorno más seco (González Bernáldez y Montes, 1989). Más allá de esta definición, son elementos de una variada complejidad y tipología, en los que interaccionan tanto la **geodiversidad, hidrodiversidad** y **biodiversidad (flora y fauna)**, de manera que esta última está condicionada por las dos primeras.

un **conjunto de depresiones en el terreno** que, por infiltración de agua desde el río, el acuífero y el mar, dieron lugar a diversas lagunas (Fotos 5 y 6). Por tanto, estas tienen un **origen antrópico**, fruto de la interacción del hombre con el medio natural.

Los humedales son conocidos generalmente por ser **focos de biodiversidad**, aunque

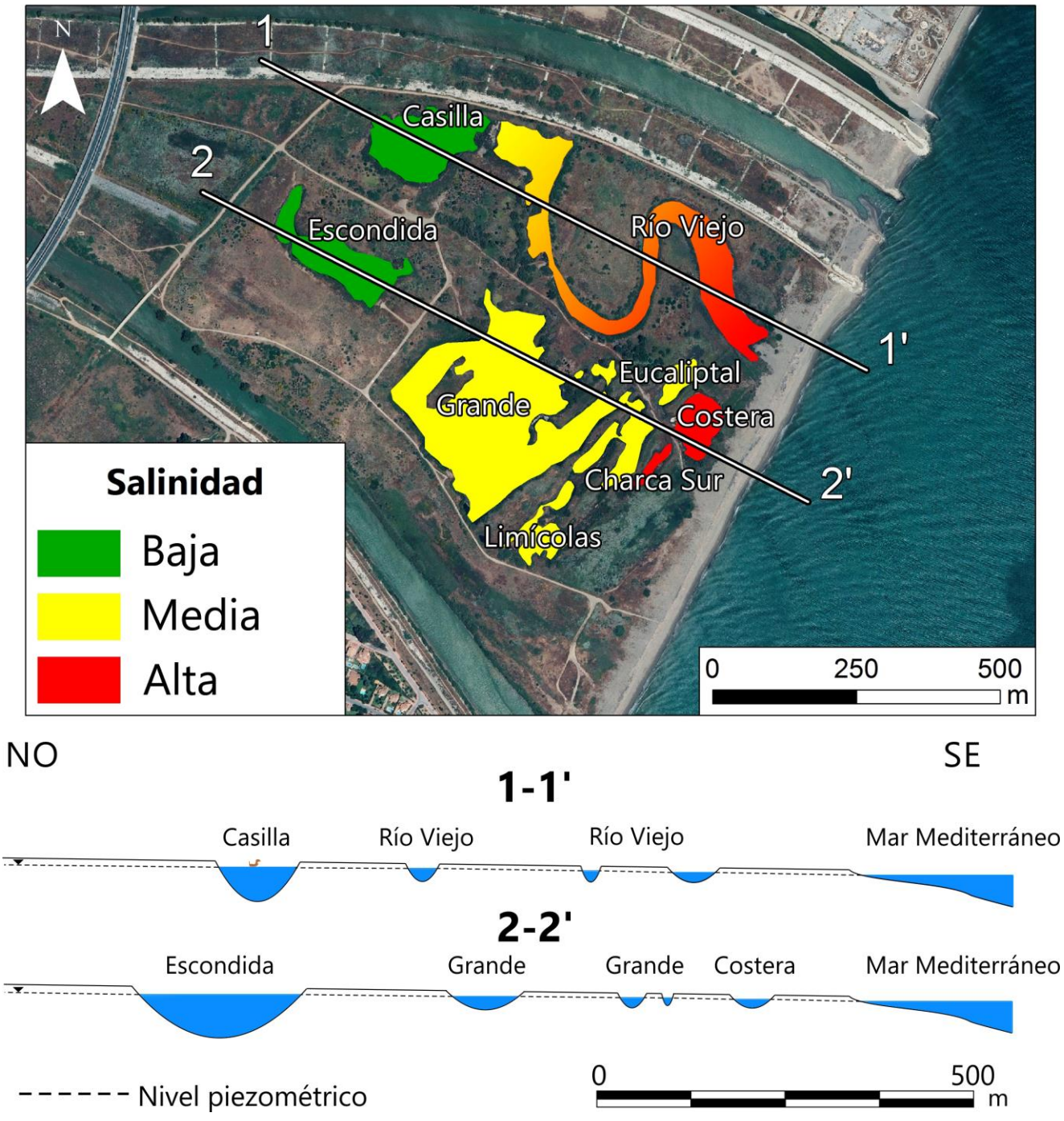

Figura 8: Lagunas de la desembocadura del río Guadalhorce y valores de la salinidad de sus aguas. Secciones hidrológicas 1-1' y 2-2'

aportan un gran número de **beneficios ambientales**: mitigación de inundaciones, estabilización de la línea de costa, retención de nutrientes y disminución de contaminantes, entre otros.

Foto 7: Chorlitejo patinegro. Foto: C. Zea

A pesar de ello, los humedales han sido considerados **históricamente** -y hasta hace pocos años- **lugares insalubres, focos de enfermedad** que debían ser erradicados, incluso con la legislación estatal de entonces.

Las lagunas de la desembocadura del Guadalhorce se declararon **Paraje Natural** en 1989, dentro del inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. Se trata de **8 lagunas** con aguas de distinta salinidad en función de su distancia al mar y de la profundidad del vaso. Así, las aguas de las lagunas más **cercanas** a la línea de **costa** (Figura 8) tienen **mayor salinidad** que las más alejadas, y las de lagunas **más profundas** son **más dulces** que las someras (Figura 9).

Foto 8: Malvasía cabeciblanca. Foto: Fernando Fañanás

Las lagunas de la desembocadura del Guadalhorce constituyen un hábitat natural para la vegetación y la fauna, particularmente la avifauna. Esto, unido a su estratégica localización, convierte a este lugar en parada de descanso de multitud de aves migratorias y zona de asentamiento de otras. Se pueden encontrar especies catalogadas dentro del Libro Rojo de las Aves de España, como son el pato colorado (*Netta rufina*) o el chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*) (Foto 7), ambas tipificadas como vulnerables. También encuentra su hábitat en estas lagunas la malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), catalogada en peligro de extinción (Foto 8). Este Paraje Natural es el hábitat de numerosos pequeños mamíferos y algunos anfibios.

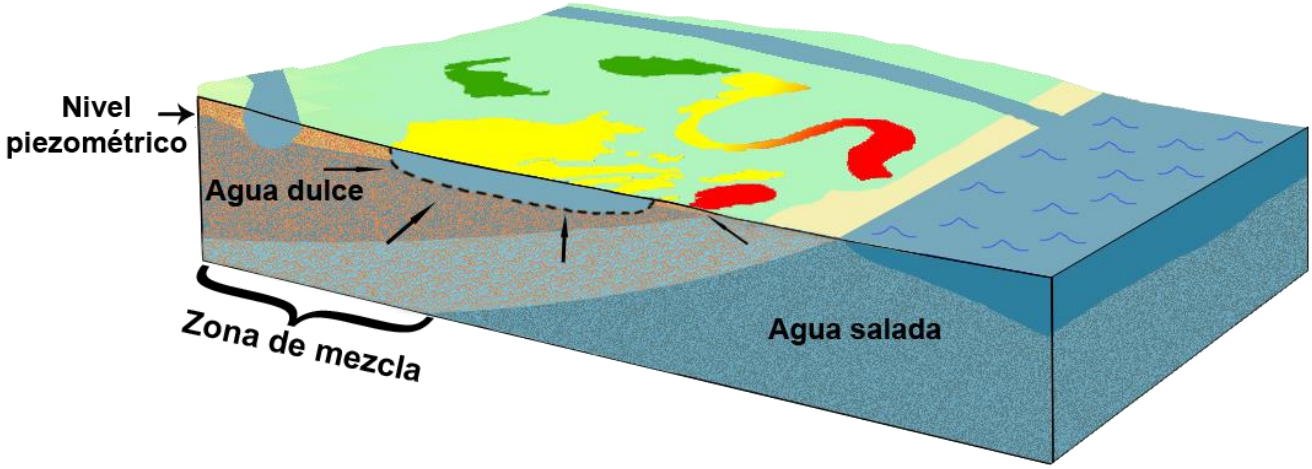

Figura 9: Esquema conceptual en tres dimensiones del funcionamiento hidrogeológico de las lagunas

Existe una abundante y rica vegetación (Foto 9): tarajes, cañas, juncos, álamos, carrizos, eneas o las azucenas de mar, que crecen estrictamente sobre la arena de la playa.

Todo este entorno natural ha sido objeto de restauración ambiental desde las obras de encauzamiento del río (1997-2003), mediante la que se repobló de especies autóctonas y se hicieron movimientos de tierra para aumentar y crear nuevas lagunas.

Planeta Agua
Globalmente responsables

En la actualidad, se está llevando a cabo un proyecto pionero de restauración ambiental, financiado por la Fundación Coca-Cola, en el marco del cual se pretende regenerar cuatro humedales someros en este entorno, mediante el uso de aguas residuales depuradas procedentes de la depuradora municipal de Málaga que hay en el polígono Guadalhorce. Esto permitirá dar un segundo uso a las aguas residuales que se generan en la ciudad y, gracias a las propiedades y características propias de los humedales, depurar de forma adicional esas aguas. Además, la recuperación de cuatro humedales someros de agua dulce favorecerá el desarrollo de la biodiversidad en estos hábitats y la ocupación de vegetación autóctona ligada a ambientes palustres.

Foto 9: Vegetación lagunar típica en la laguna de los Limícolas. Foto: José Manuel Nieto López

Foto 10: Laguna Costera, con un aspecto similar al que presentarán los nuevos humedales creados en el proyecto de restauración. Foto: José Francisco Martín Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las instituciones y empresas que han apoyado y/o patrocinado el Hidrogeodía 2017: Departamento de Ecología y Geología de la Universidad de Málaga, Centro de Hidrogeología de la Universidad de Málaga (CEHIUMA), Fundación Coca-Cola, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Delegación Territorial de Málaga de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio y Academia Malagueña de las Ciencias.

Actividad realizada por el Grupo de investigación RNM-308 de la Junta de Andalucía.

CONSIDERACIONES SOBRE EL HIDROGEODÍA MÁLAGA

La excursión del Hidrogeodía 2017 tiene lugar en un espacio natural protegido por la administración autonómica. Por lo tanto, se ruega no alterar el medio natural ni arrojar residuos al entorno. Las zonas de aparcamiento existentes se limitan a la calle en la que se encuentra el acceso al Paraje Natural. Se ruega no estacionar el vehículo en la rampa de acceso, ya que será retirado por una grúa. Se recomienda el uso de gorra, protección solar y que se lleve agua.

Foto 11: Acceso y zona de aparcamiento

La organización no se hace responsable de los posibles desperfectos o perjuicios que ocasionen los asistentes a la jornada.

LOS MONITORES DEL HIDROGEODÍA 2017

Bartolomé Andreo Navarro
Juan Antonio Barberá Fornell
Beatriz de la Torre Martínez
José Manuel Gil Márquez
José Francisco Martín Rodríguez
Matías Mudarra Martínez
José Manuel Nieto López
Jorge Prieto Mera
Agentes de Medio Ambiente de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio

PARA CONOCER MÁS

- Andreo, B., Carrasco, F., Catalán, F., Durán, J.J., Fernández, G., Linares, L., López, G., López, J.A., Mayorga, R., Trenado, L. y Vadillo, I. (2002). *Características hidrogeológicas de las Sierras Blanca y Mijas y del Bajo Guadalhorce*. Libro homenaje a Manuel del Valle Cardenete. Aportaciones al conocimiento de los acuíferos andaluces, 395-411.
- Consejería de Medio Ambiente (2005). *Caracterización Ambiental de Humedales en Andalucía*. Junta de Andalucía, Sevilla, 511 pp.
- DPH-IGME-GHUMA (2007). *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*. Diputación Provincial de Málaga; Instituto Geológico y Minero de España; Grupo de Hidrogeología de la Universidad de Málaga, 3 tomos. 704 pp.
- González Bernáldez, F. y Montes, C. (1989). *Los humedales del acuífero de Madrid. Inventario y tipología según su origen y funcionamiento*. Canal de Isabel II. Madrid.
- González Bernáldez, F. (1992). *Los paisajes del agua. Terminología popular de los humedales*. Madrid: J.M. Reyero, 257 pp.
- Linares, L., López-Geta, J.A., Rivera, A. (1983). Degradación de la calidad del agua del acuífero aluvial del Bajo Guadalhorce (Málaga). *III Simposio de Hidrogeología*, 8, 355-364.
- Linares, L., López-Geta, J.A., Parra y Alfaro, J.L. (1988). Acuífero detrítico del Bajo Guadalhorce, *TIAC '88*, *Tecnología de la intrusión en acuíferos costeros*, Almuñecar (Granada), 287-315.
- Linares, L., López Arechavala, G. López-Geta, J.A. y Rubio, J.C. (1995). Definición geométrica de los acuíferos plio-cuaternarios del valle Bajo del Guadalhorce (Málaga). *VI Simposio de Hidrogeología*, Sevilla, 19, 435-447.
- Sánchez, L. y Castillo, A. (2005). *Itinerario hidrogeológico por el litoral mediterráneo andaluz*. Granada, 240 pp.

NOTAS

RECORRIDO DEL HIDROGEODÍA MÁLAGA 2017