

Reconocimiento geológico del entorno de las albuferas de Adra (Almería) a partir de datos geofísicos

Geological overview of the Adra lagoons (Almería) from geophysical data

J. Benavente y M. Rodríguez

Instituto del Agua. Univ. de Granada. c/ Ramón y Cajal, 4. 18071 Granada.

ABSTRACT

Geophysical techniques (Electrical Resistivity Profiles and Penetration Tests) have been used to identify the nature and geometry of the materials in which the Adra (Almería) lagoons are placed. Furthermore, a series of shallow piezometers (less than 3 meters depth) have been made in order to measure the watertable and to take soil samples. The obtained results show a substratum (metapelitic?) approximately at 70 m depth. Above this substratum there are sandy detritic materials saturated with waters of various salinity between fresh and saline. This fact indicates a thick transition zone due to the relatively low freshwater flow to the sea in this area. In the immediate setting in which the lagoons are situated, there has been found alternating organic mud beddings and gravels into the sandy matrix. The sedimentary environment may correspond to several coastal bars with fluvial influence in a context of neotectonic activity.

Key Words: lagoons, Resistivity and Penetration Tests, coastal detritic aquifer, transition zone.

Geogaceta, 29 (2001), 23-25

ISSN: 0213683X

Introducción

Las Albuferas de Adra constituyen un espacio natural protegido, bajo la figura de Reserva Natural, por la legislación de la Comunidad Autónoma Andaluza. Se localizan en el extremo oriental del acuífero detrítico del delta del Adra, en la provincia de Almería (IGME, 1975; Pulido *et al.*, 1988; ITGE, 1998). La superficie de la Reserva es de unas 60 ha, circunscrita prácticamente al contorno perimetral de las dos lagunas (denominadas Honda y Nueva), cuya altitud está entre 0 y 1 m sobre el nivel del mar. Existe también una zona de protección de unas 150 ha que comprende la franja entre la carretera N-340 y el mar Mediterráneo (Fig. 1). Esta zona está cubierta casi totalmente por cultivos de regadío bajo plástico. Cada albufera está rodeada por una verja metálica para evitar, entre otras afecciones, el vertido de residuos agrícolas y de escombros o tierra con objeto de implantar nuevos invernaderos, circunstancia que ha conducido en tiempos recientes a una drástica reducción en la orla de vegetación perilagunar (Martínez Vidal y Castro, 1990; A.M.A., 1991).

El acuífero está compuesto por materiales cuaternarios, pliocenos y miocenos

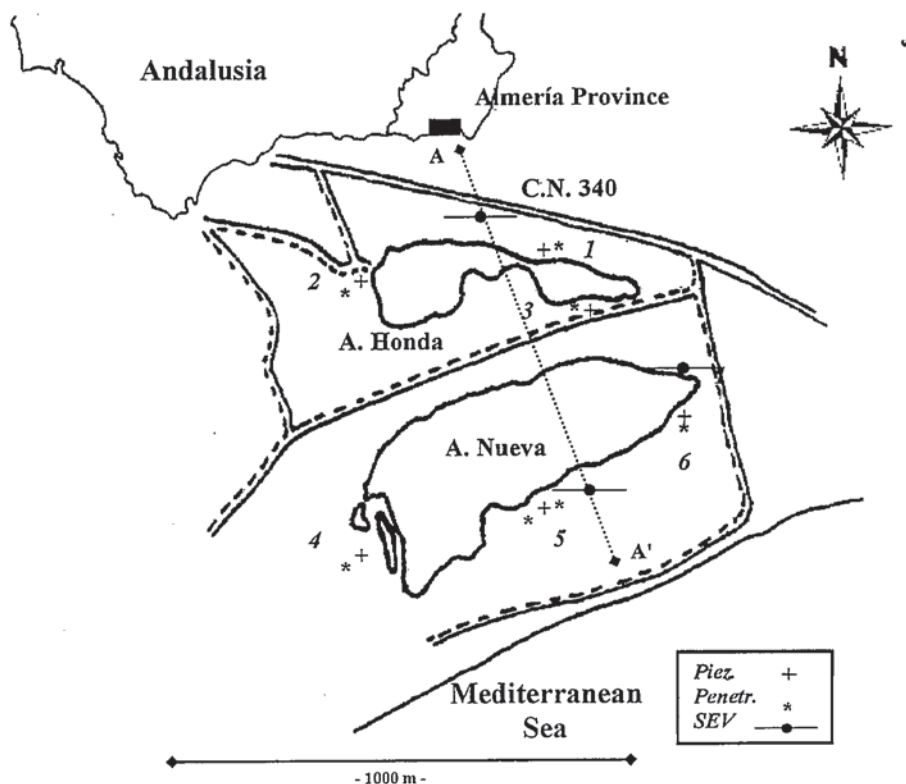


Fig. 1.- Localización geográfica y situación de piezómetros, penetrómetros y Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).

Fig. 1.- Geographical setting and location of piezometers, penetrometers and electrical resistivity Tests.

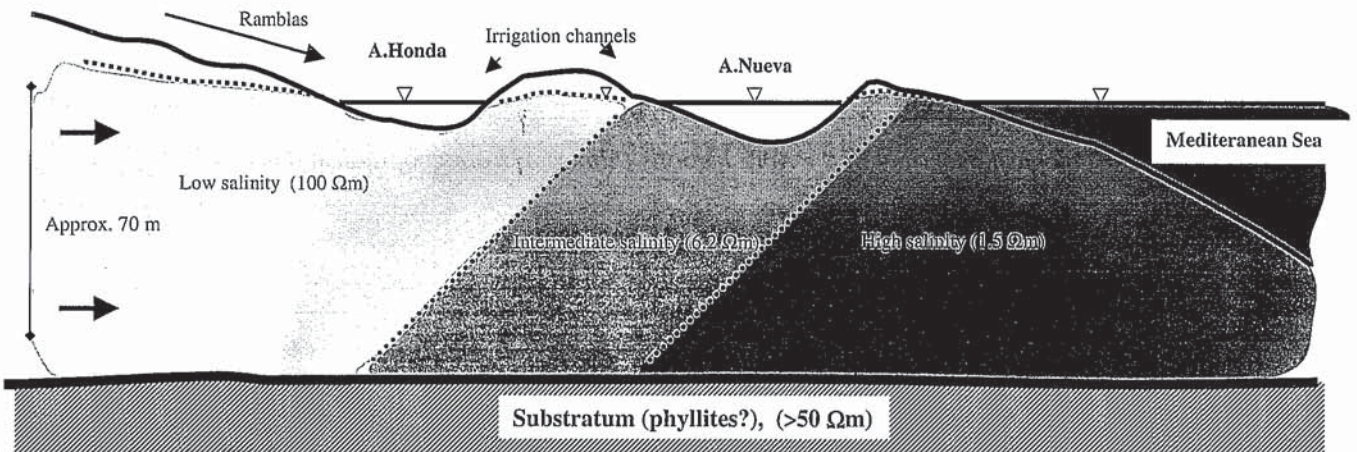


Fig. 2.- Modelo conceptual del sector estudiado a partir de los datos de resistividad.

Fig. 2.- Conceptual model of the studied sector from resistivity data.

sobre un sustrato general metapelítico del Complejo Alpujárride. Existen cambios de facies (marinas más o menos someras) en los materiales mio-pliocenos: conglomerados, areniscas, margas, calcarenitas y calizas bioclásticas (Aldaya *et al.*, 1983). Estos materiales afloran al norte de la CN-340 y están afectados por fracturas, entre las que cabe destacar las fallas normales de dirección aproximada N150E, con movimientos de hundimiento de los labios meridionales. En los depósitos cuaternarios, aflorantes al sur de la CN-340, se pueden distinguir los sedimentos aluviales de aquellos otros de granulometría más fina y colores negruzcos, correspondientes a facies de albufera o marisma, que forman el sustrato de los vasos lagunares.

La variedad litológica y el condicionamiento estructural citados hace que el conocimiento de la geometría del acuífero sea bastante incompleto, disponiéndose únicamente de datos bien contrastados a partir de un escaso número de sondeos de reconocimiento. Basándose en esta información, se ha planteado un modelo (ITGE, 1998) en el que el sustrato impermeable bajo las lagunas puede estar entre 50 y 150 m de profundidad; encima una sucesión mio-pliocena de casi 200 m de espesor, culminada por unos 20 m de sedimentos de facies de albufera o marisma.

El flujo en el acuífero se produce preferentemente hacia el borde costero, siguiendo aproximadamente la traza del cauce principal; también hacia el extremo oriental, donde se localizan las albuferas, con gradientes muy bajos, del orden del 0,2 por mil. La mayor parte de este flujo debe compensar la salida por evaporación desde las lagunas, por

lo que no cabe esperar una descarga significativa de agua desde el acuífero hasta el mar en el entorno de las mismas.

El origen de las dos albuferas es reciente (siglos XIX y XX) y se relaciona directamente con la formación de barras arenosas litorales e indirectamente con la evolución del delta, aspecto sobre el que los efectos antrópicos (desforestaciones, encauzamientos fluviales, construcción del puerto de Adra, entre otros) han tenido gran incidencia. Paralelamente hay que citar la desaparición de otras lagunas en el delta, ya sea por desecación o por relleno artificial de las mismas (Jabaloy, 1984; Martínez Vidal y Castro, 1990). En el sector existen una serie de pequeñas ramblas, la principal de las cuales (denominada de La Estanquera) alcanza la Albufera Honda en su extremo noroeste.

Los cultivos del sector se riegan con agua procedente del río Adra, cuya conductividad eléctrica está generalmente comprendida entre 2,0 y 2,5 mS/cm (El Amrani, 1997). La conductividad registrada en pozos abiertos someros existentes en el sector está comprendida frecuentemente entre 3,0 y 4,0 mS/cm, mientras que en las dos lagunas se han medido valores que están generalmente en el rango entre 5,0 y 7,0 mS/cm (Martínez Vidal y Castro, 1990; El Amrani, 1997). El incremento de salinidad respecto al agua freática debe corresponder sobre todo al efecto de la evaporación directa sobre las albuferas.

Objetivos y métodos

Como paso previo a la caracterización del funcionamiento hidrológico de las lagunas, y habida cuenta de los es-

casos datos directos existentes con anterioridad, se ha querido identificar con más detalle la naturaleza y geometría de los materiales de su entorno y de su sustrato. La opción de sondeos mecánicos de reconocimiento no ha sido posible, además de por condicionantes económicos, por la dificultad material de acceso de la maquinaria apropiada a los sectores adyacentes a las lagunas.

Para conseguir tales objetivos se ha recurrido a la realización de tres sondeos eléctricos verticales (SEVs), situados aproximadamente en un perfil perpendicular a la costa, mediante un equipo GEOTRON con dispositivo Schlumberger tetraelectrónico simple y valores de AB/2 entre 60 y 100 m, y a seis ensayos de penetración dinámica con un equipo ROLATEC ML-60-A, con puntaza de 40 mm de diámetro, ambos pertenecientes a la empresa GEYTEX, S.L. que ha actuado como asistente técnico. También se ha efectuado una serie de piezómetros someros (hasta 3 m) mediante toma de muestras de suelos e instalación posterior de tubería ranurada de PVC de 40 mm de diámetro. En la figura 1 se indica la situación de los dispositivos citados.

Resultados y discusión

Los SEVs han puesto de manifiesto, en primer lugar, la existencia de un sustrato caracterizado por una resistividad de unos 50 ohm·m que se interpreta, con reservas, como correspondiente a materiales metapelíticos (filitas). Su profundidad es de alrededor de 70 m en los dos SEVs situados en los extremos del perfil. En el intermedio la profundidad es menor, unos 40

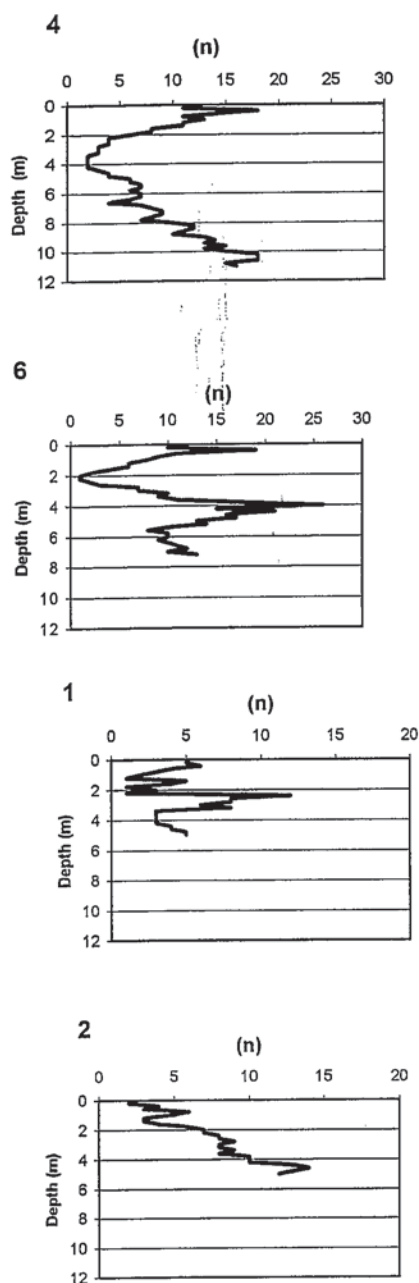


Fig. 3.- Representación gráfica de los resultados de los ensayos penetrométricos

Fig. 3.- Graphical plotting from the results of the penetration tests.

m, lo que podría indicar el efecto de hundimiento progresivo hacia el suroeste motivado por las fracturas N150E antes comentado.

El SEV más septentrional indica materiales conglomerados (resistividades entre 100 y 500 ohm-m) hasta el sustrato, lo que es acorde con la naturaleza geológica de los afloramientos en el sector al norte de la CN-340. Se identifica una capa superficial no saturada de unos pocos metros y luego otra, menos resistiva, saturada con agua dul-

ce. Esto es coherente con la información hidrogeológica.

Los dos SEVs más próximos al mar indican materiales sueltos con predominio arenoso (entre 1 y 100 ohm-m), que son los que corresponden propiamente al sector en que se encuentran las lagunas. En los dos primeros metros se identifican materiales de alteración o de relleno artificial. La resistividad encontrada en el SEV más próximo al mar, entre 1 y 2 ohm-m, se identifica con el efecto de agua salada de saturación. En este sector existió hasta hace pocos años una pequeña laguna con salinidad próxima a los valores característicos del mar (entre 20 y 40 mS/cm de conductividad: Martínez Vidal y Castro, 1990). Los valores entre 5 y 10 ohm-m que se encuentran en el SEV intermedio sugieren un agua de saturación de tipo salobre. La influencia de la salinidad del agua en la resistividad de los sedimentos permeables que la contienen es, pues, determinante en el sector estudiado. El modelo conceptual (Fig. 2) integra los resultados del perfil geoelectrico A-A' (Fig. 1) y representa una amplia zona de transición entre las aguas relativamente poco salinas del acuífero y las aguas saladas que lo saturan en el sector más próximo al borde litoral. Este modelo es coherente con un flujo hacia el mar desde el acuífero muy poco importante. También con los valores de conductividad eléctrica que se registran en las aguas de las lagunas y en la franja superior del acuífero en el sector estudiado.

En la figura 3 se representan los valores del número de golpes (n) necesario para introducir 20 cm la puntaza del penetrometro respecto de la profundidad en algunos de los ensayos realizados. Esto permite tener una idea general de la naturaleza de los sedimentos en el entorno inmediato de las lagunas hasta los 10 m de profundidad aproximadamente. En el más profundo y más próximo a la costa (Fig. 1, nº 4) se identifica una capa superior, de unos 4 m, de arenas finas y medias, sin fangos, bajo la que aparecen sedimentos más gruesos (arenas gruesas y gravas). La capa superior también se identifica en el ensayo nº 6, aunque con un nivel más blando de fangos hacia los 2 m de profundidad; entre los 4 y los 5 m aparece un nivel de gravas. La existencia de fangos y gravas en el seno de un medio de arenas finas también se desprende de lo registrado en los 5 m del ensayo nº 1. El nº 2 se localiza en el extremo final de la rambla de La Estanquera; se observa en

los resultados del ensayo un incremento progresivo de la granulometría de los sedimentos con la profundidad.

La presencia de niveles de fangos orgánicos y de gravas en el seno de un material arenoso fino predominante se ha podido comprobar a partir de las muestras obtenidas en los piezómetros realizados manualmente.

Conclusiones

En el sector de las Albuferas de Adra (Almería), los resultados del reconocimiento geológico realizado – mayoritariamente a partir de técnicas geofísicas – sugieren la existencia bajo las lagunas y en su entorno inmediato de un medio arenoso con niveles de gravas y de fangos orgánicos. Estos materiales detríticos alcanzan una profundidad entre 50 y 70 metros y se encuentran saturados con aguas de diferente salinidad, desde dulce hasta salada. Esto configura una zona de transición de espesor relativamente elevado, seguramente como consecuencia del escaso flujo subterráneo procedente del acuífero hacia el mar en ese sector.

Agradecimientos

Trabajo realizado en el marco del proyecto "Control de la eutrofización en las lagunas de las Albuferas de Adra. Diagnóstico, evaluación y propuesta de recuperación." UE - LIFE B4-3200/98/458.

Referencias

- Aldaya, F., Baena, J. y Ewert, K. (1983). Adra (1057). Mapa geológico de España 1:50 000. IGME, Madrid.
- A.M.A., (1991) *Guía de los espacios naturales de Andalucía*. Ed. Incafo, Madrid.
- El Amrani, (1997): Tesis Doctoral Univ. Granada.
- I.G.M.E. (1975): Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur. Informe técnico IX: Cuenca del Adra.
- I.T.G.E. (1998): *Atlas Hidrogeológico de Andalucía*. Ed. Junta de Andalucía.
- Jabaloy, A. (1984): Actas I Congreso Español de Geología, t.1: 523-534
- Martínez Vidal, J.L. y Castro, H. (coords.) (1990): Las Albuferas de Adra. Estudio integral. Ed. Inst. Estudios Almerienses.
- Pulido, A., Benavente, J. y Morales, G. (1988): Estudios Geológicos, 44: 429-443.