

## La laguna de Fuente de Piedra (Málaga), un área endorreica de interés ecológico ligada al karst yesífero-salino

Luis Linares Girela <sup>(1)</sup> y Manuel Rendón Martos <sup>(2)</sup>

### RESUMEN

Fuente de Piedra es una laguna estacional de aguas salobres que alberga una colonia de aves de singular importancia. La laguna ocupa el sector más deprimido de una cuenca endorreica de 150 km<sup>2</sup>, y a través de ella descargan los acuíferos de la zona. Su origen se relaciona con fenómenos kársticos en materiales yesíferos y salinos del Triás. Se resumen las características físicas y biológicas de este espacio natural y las principales líneas de gestión del mismo.

**Palabras clave:** Evaporitas, Yesos, Sales, Karst, Laguna de Fuente de Piedra.

### ABSTRACT

Fuente de Piedra is a seasonal lake of saline water which shelters a colony of birds of exceptional importance. The lake takes place in the deepest area of an endoreic basin of 150 km<sup>2</sup> and the aquifers of the zone discharge through it. Its origin is connected with the karstic phenomena in gypsum and saline materials of the Trias. The physical and biological characteristics of this natural space and its principal managing lines are summarized.

**Key words:** Evaporites, Gypsum, Salts, Karst, Fuente de Piedra lake.

### INTRODUCCIÓN

En la mitad norte de la provincia de Málaga aflora una ancha franja de materiales triásicos que constituyen la base estratigráfica de diversas unidades Subbéticas y que, desde el punto de vista litológico, se caracterizan por la abundancia de las facies detrítico-evaporíticas. El yeso aflora ampliamente en superficie, mientras que en profundidad está asegurada también la presencia de halita, que se manifiesta por el elevado número de manantiales salinos (Benavente y Carrasco, 1985; Carrasco, 1986; Carrasco y Benavente, 1986; Escolano y Conejo, 1981).

Estos materiales triásicos presentan una morfología kárstica muy desarrollada, habiéndose catalogado en ellos más de cien cavidades que, aunque no suelen alcanzar profundidades importantes (sólo excepcionalmente se superan los cien metros), sí pueden tener dimensiones notables en sentido horizontal, en algún caso superiores a un kilómetro (Durán y Molina, 1986; Molina, 1982).

Es muy característica en este karst en rocas triásicas la presencia de numerosas y espectaculares formas exokársticas, fundamentalmente torcas y dolinas, que se han originado, en una gran parte, por colapso de cavidades próximas a superficie (Pezzi, 1977; Durán y Burillo, 1985; Durán y Molina, 1986; Calaforra y Pulido, 1989).

Con frecuencia, las circunstancias topográficas, hidrológicas o hidrogeológicas han sido propicias para que en estas depresiones se instalen humedales de carácter permanente o estacional de indudable interés ecológico y paisajístico (lagunas de Campillos, la Ratosa, el Gosque y Salinas, entre otras), mientras que, en ocasiones, el desarrollo y la evolución de los procesos kársticos originan fenómenos de endorreísmo regional que pueden llegar a afectar a extensiones importantes.

Uno de los casos más sobresalientes es el de la cuenca endorreica de Fuente de Piedra, situada al norte de la provincia de Málaga, en la divisoria atlántico-mediterránea. Esta cuenca alcanza unos 150 km<sup>2</sup> de superficie, y su nivel de base lo constituye la laguna del mismo nombre (Fig.1).

### CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA

Fuente de Piedra es la laguna de mayor superficie de Andalucía (13 km<sup>2</sup>) y, junto con la de Gallocanta (Zaragoza), el complejo salino-lagunar más extenso de España. Aparte de sus notables dimensiones, posee una serie de peculiaridades que hacen de ella un lugar excepcional desde el punto de vista científico, destacando el hecho de ser en la actualidad el único punto de la Península Ibérica donde se reproduce con regularidad el flamenco rosa (*Phoenicopterus ruber roseus*); la colonia nidificante de Fuente de Piedra es, junto a la existente en La Camarga (Francia), la más relevante de Europa y del Mediterráneo Occidental (Vargas *et al.*, 1983; Rendón, 1986, 1987; Rendón *et al.*, 1991).

<sup>(1)</sup> INIMA, c/ Compositor Lehnberg Ruiz, 3. 29007 Málaga.

<sup>(2)</sup> Reserva Natural Laguna Fuente de Piedra. Consejería de Medio Ambiente. Apartado nº 1. 29520-Fuente de Piedra (Málaga).

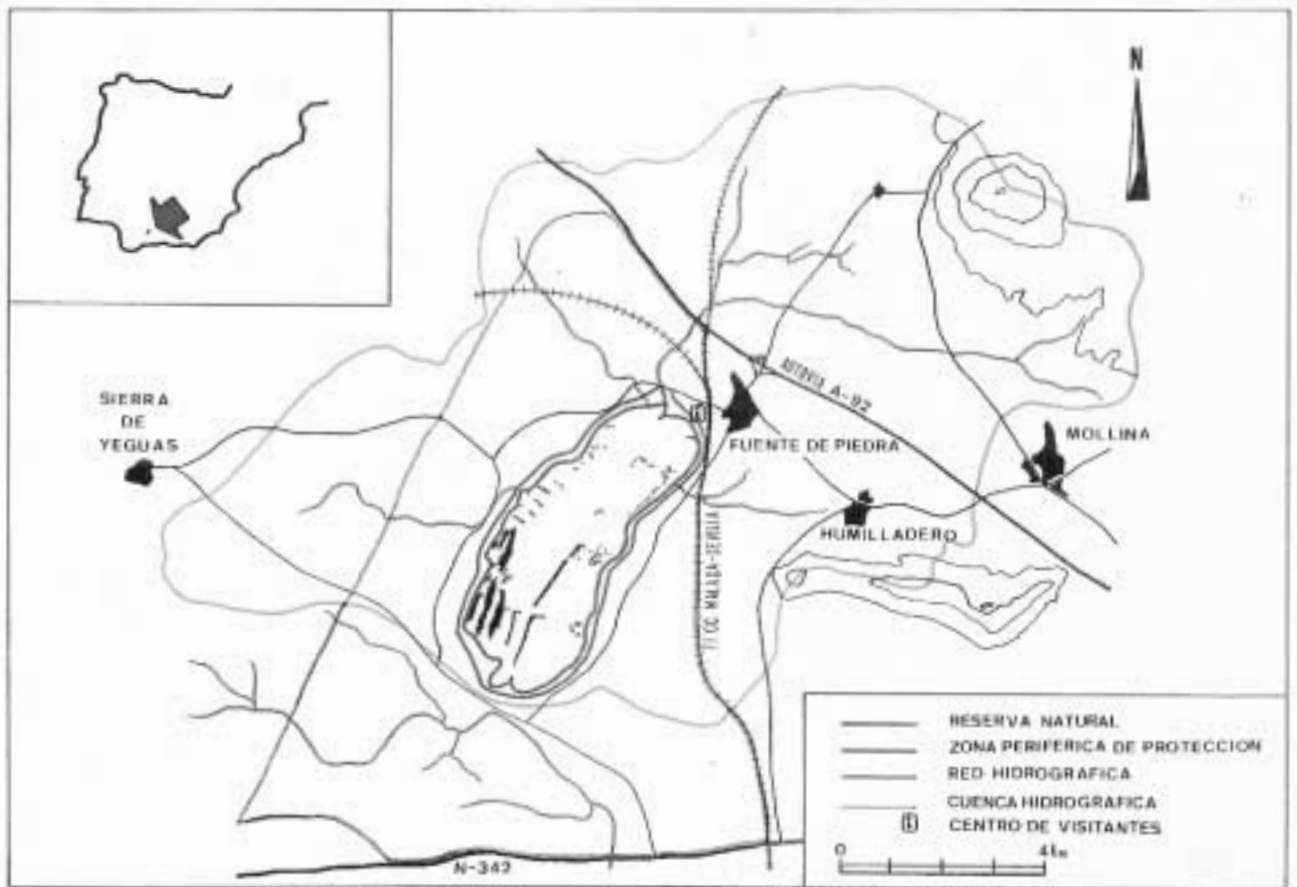


Fig. 1.- Situación geográfica de la laguna de Fuente de Piedra y esquema relativo a la delimitación de la cuenca hidrográfica y zonas protegidas.

La laguna y su entorno forman parte de la Red de Espacios Naturales protegidos de Andalucía, habiendo sido catalogada como Reserva Natural. También ha sido declarada zona húmeda de importancia internacional (Convenio Ramsar, 1983) y Zona de Protección Especial para las Aves (ZEPA) por la CEE (directiva 79/409 de 1988).

La laguna tiene forma elíptica, con ejes de longitud comprendida entre 6,8 y 2,5 km, y un perímetro de 18 km. El fondo es prácticamente horizontal, con pendientes muy suaves, y la lámina de agua difícilmente alcanza los 1,5 m de altura, incluso en las condiciones de recarga más favorables.

Su característica fundamental es que se trata de una laguna estacional, con agua salina de alto contenido en cloruro sódico, lo que propició tradicionalmente la explotación salinera, al menos desde la época de la dominación romana hasta 1951 (Muñoz y García, 1983).

A finales del pasado siglo y para facilitar la explotación de sal, se introdujeron diversas modificaciones en el vaso de la laguna, construyéndose diques, estanques de

evaporación y canales para manejar las aguas de escorrentía superficial que vierten a la laguna, que eran derivadas hasta el extremo sur de la misma, donde, por medio de un túnel, eran evacuadas hasta el arroyo de Las Tinajas, tributario del río Guadalhorce. Este túnel sólo fue operativo en un corto período de tiempo y actualmente se encuentra destruido.

Se puede, por tanto, afirmar que Fuente de Piedra ha sido tradicionalmente manejada por el hombre y que las transformaciones efectuadas a fines del siglo pasado para la explotación salinera, han dejado una serie de islotes donde se sitúan los territorios de cría de los flamencos y larolimícolas.

## PAPEL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Hasta hace pocos años, el funcionamiento hídrico de las zonas húmedas continentales se ha venido relacionando casi exclusivamente con la climatología y con la circulación del agua en superficie, minimizando el papel de las aguas subterráneas que, con frecuencia, suele ser desconocido e ignorado en los programas de gestión y

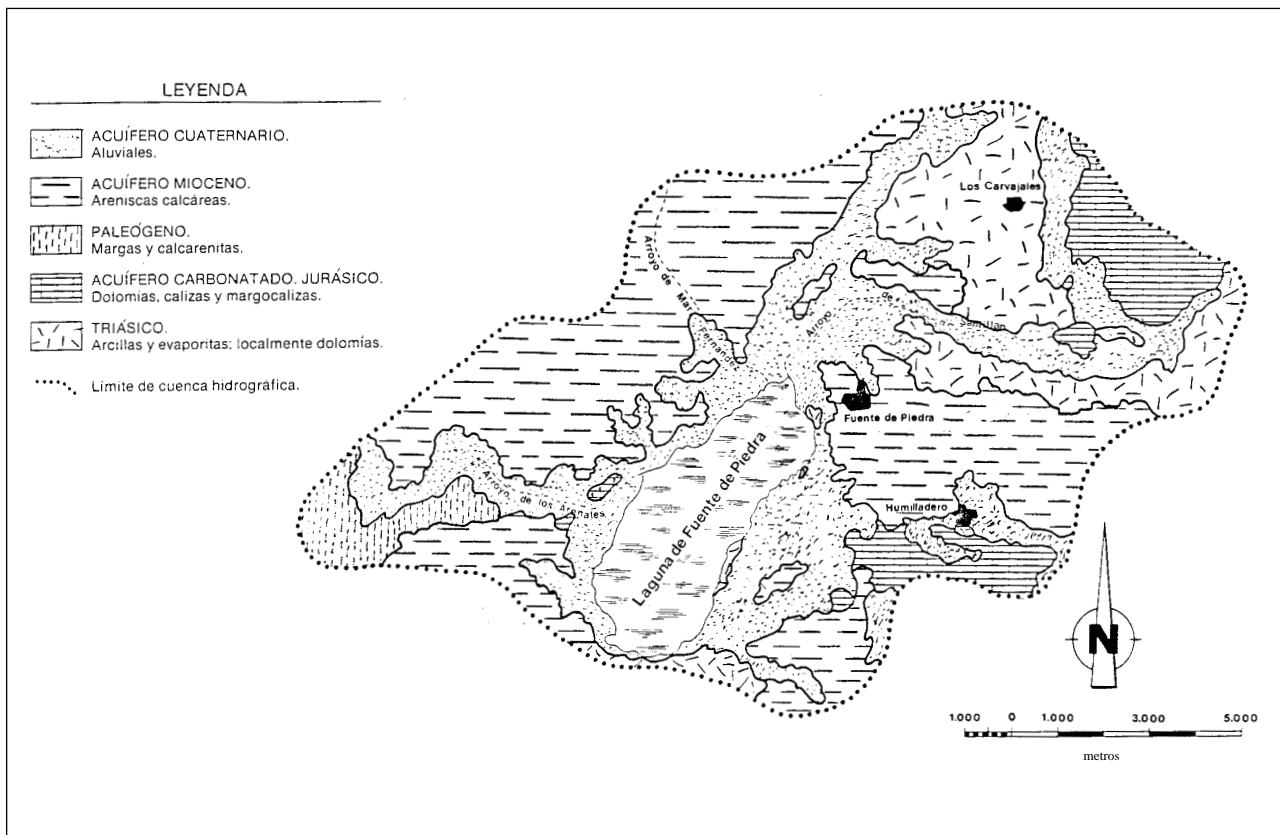


Fig. 2.- Acuíferos de la cuenca de Fuente de Piedra.

manejo de éstas áreas. Modernamente adquieren vigencia y son cada vez más aceptados los modelos de circulación subterránea propuestos por Toth (1963), que explican los flujos ascendentes de agua subterránea en acuíferos libres, atribuyendo a éstos un importante papel en el funcionamiento y en la evolución de los humedales. De acuerdo con estos modelos, la mayoría de estas zonas húmedas pueden ser relacionadas con "zonas de descarga" de sistemas de flujo de aguas subterráneas que incluyen áreas más amplias (Llamas, 1984; González Bernáldez, 1987; González Bernáldez y Montes, 1989).

El caso de la laguna de Fuente de Piedra es un ejemplo notable de este fenómeno, ya que forma parte de un sistema hidrogeológico que ha sido estudiado en detalle desde 1983 (Fig. 2) (IGME, 1984; Dichtl *et al.*, 1986; Linares, 1988, 1990; Diputación de Málaga, 1989).

Los límites de este sistema hidrogeológico coinciden substancialmente con la cuenca superficial que vierte a la laguna, incluyendo los acuíferos carbonatados jurásicos de las sierras de Humilladero y la Camorra, así como los pertenecientes a materiales del Mioceno y del Cuaternario, que ocupan las áreas topográficamente más deprimidas de la cuenca. Estos acuíferos constituyen un único conjunto hidrogeológico, en el cual la circulación subterránea tiene lugar desde los bordes del sistema hacia

el centro de la cuenca, donde, a través de la laguna, se produce su descarga natural. La intensa evaporación que tiene lugar en la laguna, durante la mayor parte del año, favorece un continuo flujo subterráneo hacia ella (Fig. 3).

El Trías es el substrato de la cuenca y sus materiales evaporíticos son responsables de la elevada mineralización del agua de la propia laguna y de los acuíferos de la cuenca. Las facies químicas predominantes en éstos son las cloruradas sódicas, seguidas de las sulfatadas cálcicas, localizándose en el área próxima a la laguna y en su prolongación nororiental, las aguas subterráneas de mayores concentraciones salinas (Fig. 4) (Linares, 1990; Linares *et al.*, 1986).

Los recursos hídricos totales de la cuenca de Fuente de Piedra se han evaluado entre 20 y 24 hm<sup>3</sup>/año, que se distribuyen entre precipitación directa sobre la laguna (6 hm<sup>3</sup>/año), escorrentía superficial (6-7 hm<sup>3</sup>/año) e infiltración de los acuíferos (11-14 hm<sup>3</sup>/año), de los que llegan a la laguna entre 8 y 11 hm<sup>3</sup>/año, una vez descontado el consumo por bombeo, evaluado en 3 hm<sup>3</sup>/año. Estos valores corresponden a un año medio, obtenido de un periodo de veinticinco años, considerado representativo, aunque debe señalarse que, en algunos años, pueden producirse variaciones importantes respecto a estas cifras.

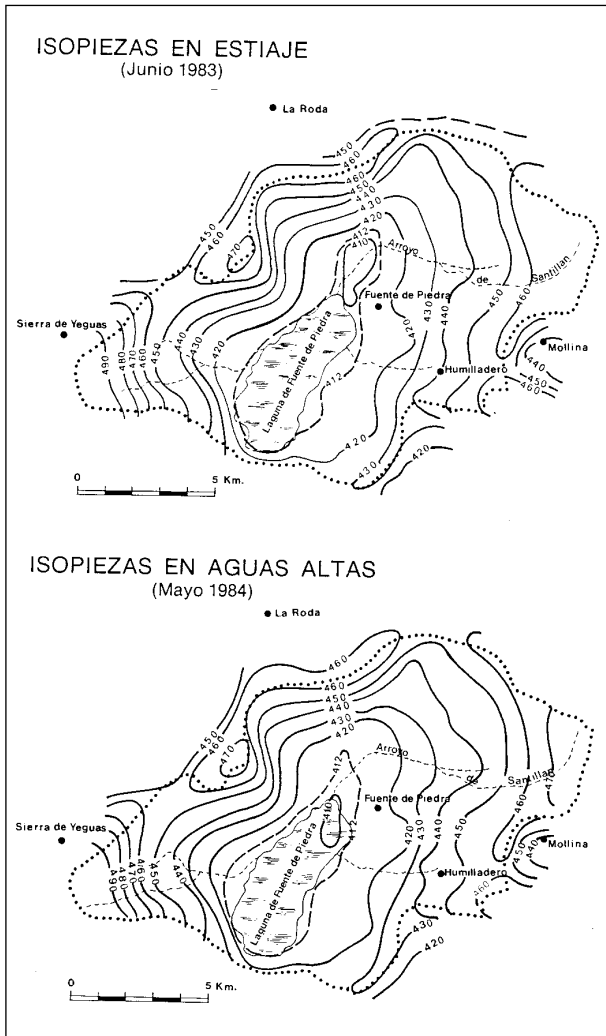


Fig. 3.- Piezometría de la cuenca de Fuente de Piedra.

La superficie piezométrica al final de algunos estiajes presenta las cotas más bajas en el sector de la cuenca donde se concentra la mayor parte de las captaciones; en estas circunstancias, dicha superficie llega a situarse por debajo de la cota de la laguna. Sin embargo, una vez interrumpidos los bombeos y después de las lluvias de otoño, los mínimos piezométricos se localizan en la laguna, recuperando el flujo subterráneo su sentido natural (Fig. 3).

La evolución piezométrica del acuífero presenta un paralelismo evidente con el régimen de precipitaciones de la zona. Sólo localmente se observan áreas muy concretas donde los descensos de nivel pueden estar ligados a bombeos intensos y prolongados (Linares *et al.*, 1989; Linares, 1990).

Por su parte, la laguna, que recibe un aporte prácticamente constante de agua procedente del acuífero, presenta variaciones de nivel que se hallan muy directamente influidas por la intensidad de las precipitaciones y por

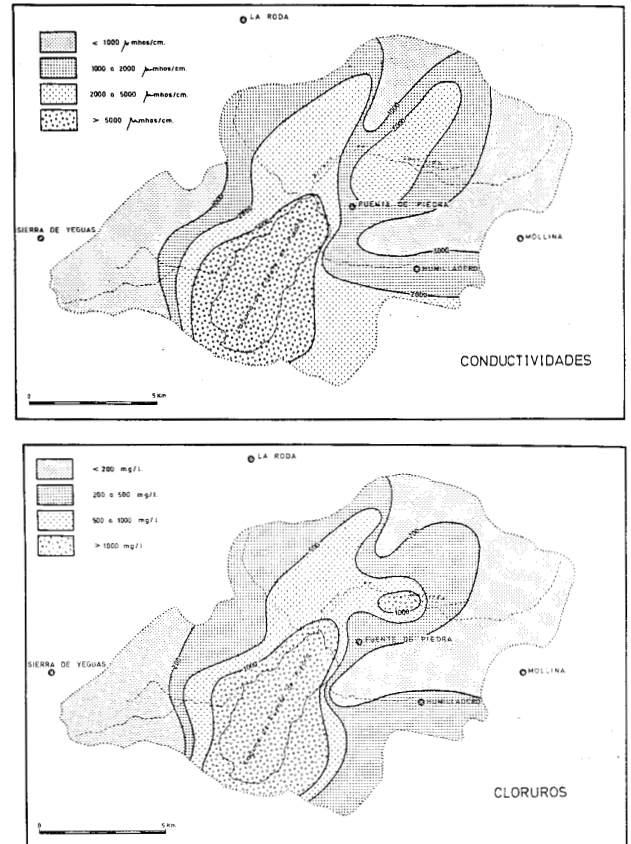


Fig. 4.- Variación de la salinidad de las aguas subterráneas en la Cuenca de Fuente de Piedra (arriba: conductividad eléctrica; abajo: contenido en cloruro).

la tasa de evaporación, fenómenos que tienen una respuesta importante e inmediata en las oscilaciones de la laguna (Linares y del Valle, 1986; Linares, 1990).

## GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LA CUENCA

La génesis de la laguna y de la propia cuenca de Fuente de Piedra debe relacionarse, sin duda, con procesos kársticos de disolución y subsidencia en los materiales evaporíticos triásicos que constituyen el sustrato de la zona (Lhénaff, 1981).

En la hipótesis más sencilla podría tratarse de la disolución de un importante domo salino existente en el sector de la laguna, paralelamente a lo cual se producirían fenómenos de subsidencia provocada por el colapso de las cavidades formadas.

Otra hipótesis, más compleja, pero que tiene en cuenta un mayor número de fenómenos observados, podría basarse en el modelo que ha sido propuesto para explicar el origen de las depresiones cerradas de Monegros (Martínez Gil *et al.*, 1988; Sánchez *et al.*, 1989). De acuerdo con él, en el inicio del proceso evolutivo habrían de intervenir así mismo fenómenos de disolución kárstica en los materiales evaporíticos triásicos,

originándose depresiones de pequeño tamaño (torcas y dolinas), similares a las que existen en las zonas próximas en elevado número.

Las aguas de lluvia se infiltran a través de ellas, descendiendo hasta alcanzar la superficie piezométrica e incorporarse al flujo subterráneo de la región, mientras que las depresiones evolucionan en sentido vertical y horizontal por avance del propio proceso kárstico.

Cuando el fondo de las depresiones alcanza la superficie piezométrica ya puede considerarse instalada la laguna, la cual se verá sometida a las fluctuaciones estacionales del acuífero que dan lugar a inundaciones y desecaciones periódicas de la depresión.

Al quedar expuesta en superficie la zona saturada del acuífero, empieza a actuar sobre él la evaporación, provocando flujos de agua subterránea que convergen hacia la laguna incluso en sentido vertical, y que pueden contribuir a la disolución de los materiales evaporíticos que se ven afectados por estos flujos.

Este proceso permite que se produzca un avance lateral del área de influencia de las depresiones, mientras que los flujos subterráneos que convergen hacia la laguna impiden que ésta evolucione en profundidad.

Por este mecanismo, las pequeñas depresiones originales pueden llegar a unirse, formando finalmente un área deprimida, extensa aunque poco profunda, sensiblemente coincidente con la superficie piezométrica del acuífero.

Este modelo genético es también coherente con los fenómenos observados en los acuíferos relacionados con la laguna: gradientes hidráulicos convergentes hacia la propia laguna y aguas con concentraciones salinas más elevadas en el sector central de la cuenca, hacia el cual se dirigen los flujos más profundos y de mayor tiempo de permanencia en el subsuelo.

## VEGETACIÓN

La vegetación halófila, que aparece en el sector perimetral de la laguna sobre suelos salinos, está condicionada por la variación de los diversos factores ecológicos (duración del encharcamiento, grado de salinidad y textura del suelo), que dan lugar a una zonación horizontal característica (Nieto *et al.*, 1987).

Los tarajes (*Tamarix africana*, *Tamarix canariensis*) son las únicas especies arbóreas que existen en el área perimetral de la laguna.

La banda de vegetación más alejada del agua es el matorral de almajos (*Sarcocornia perennis alpini*) y salicoides (*Suaeda vera*); este matorral lleva como pastizal

terofílico una comunidad de especies suculentas constituida por el tomillo salsero (*Frankenia pulverulenta*), la gramínea *Parapholis incurva* y los denominados "comillos" (*Spergularia niceensis*).

Una cintura de vegetación claramente delimitada es la constituida por el pastizal de especies halófilas formado esencialmente por las gramíneas *Aeluropus littoralis* y *Puccinellia festuciformis*.

La banda de vegetación más cercana al agua y que soporta perfectamente la inundación es una comunidad denominada popularmente como "barrillar", constituida por la sagardilla (*Suaeda splendens*), sosa (*Salicornia ramosissima*) y la gramínea *Halopeplis amplexicaulis*.

Por último, la vegetación que coloniza las aguas del vaso lacustre está constituida por los macrófitos *Ruppia marítima*, *Zannichellia obtusifolia* y *Althenia orientalis*, participando también las algas *Chara vulgaris*, *Chara aspera*, *Chara canescens* y *Tolypella hispánica*. Estas poblaciones son difíciles de localizar si no es en la estación apropiada, y si las condiciones climáticas no han sido favorables.

## FAUNA

La fauna más característica de Fuente de Piedra son las aves, de las que se conocen más de 170 especies; dentro de éstas, presentan especial interés las acuáticas: limícolas, láridos, anátidas, grullas y en especial el flamenco (Ramírez *et al.*, 1992; Rendón, 1986, 1987; Rendón *et al.*, 1991; Vargas *et al.*, 1983).

La comunidad ornítica está directamente relacionada con el nivel de agua, la salinidad y la duración del periodo de encharcamiento.

Los años con una precipitación media (470 mm) o inferior permiten la formación de playas de la laguna, favoreciendo la presencia de limícolas: chorlitejos (*Charadrius sp.*), correlimos (*Calidris sp.*), avoceta (*Recurvirostra avosetta*), y otras especies. Por el contrario, los años más húmedos aumenta la presencia de patos nadadores: ánade real (*Anas platyrhynchos*), pato cuchara (*Anas clypeata*), ánade silbón (*Anas penelope*), entre otros, y, si el nivel de la laguna es alto, la laguna es ocupada por especies buceadoras: pato colorado (*Netta rufina*), porrón común (*Aythya ferina*), malvasía (*Oxyura leucocephala*) y somormujos (*Podiceps cristatus*, *Podiceps nigricollis* y *Tachybaptus ruficollis*) (Ramírez *et al.*, 1991).

Esta laguna, de gran importancia para la población de flamencos del Mediterráneo Occidental, acoge de forma regular la única colonia reproductora de la Península Ibérica (Rendón, 1987). A lo largo del año, el número de flamencos en Fuente de Piedra fluctúa como

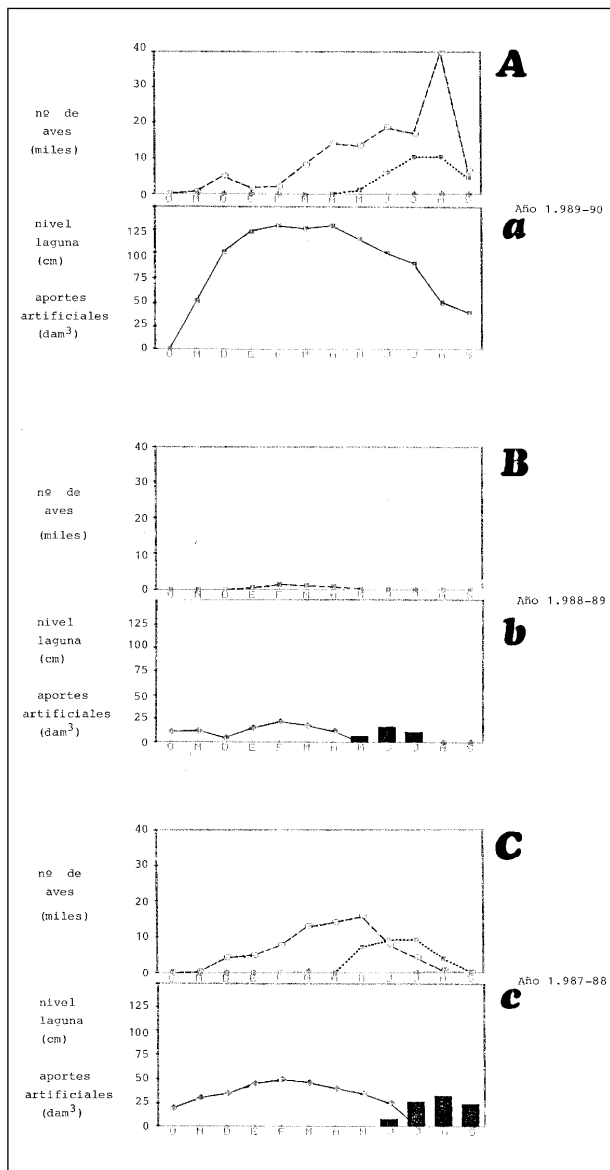


Fig. 5.- Evolución mensual del número de flamencos adultos (-----) y de pollos (.....), durante los años hidrológicos 1989-90 (A), 1988-89 (B) y 1987-88 (C), comparado con el nivel de agua de la laguna (cm) y el aporte artificial de agua (dm<sup>3</sup>) en los respectivos años (a, b y c).

consecuencia de la fuerte estacionalidad de la laguna. Así mismo, se han detectado importantes variaciones numéricas entre los años de reproducción efectiva y aquellos en los que no se reproducen (Fig. 5). Los años de reproducción se caracterizan por una importante concentración de aves previa al comienzo del periodo reproductor (febrero-marzo), establecimiento de varios miles de ejemplares en la colonia de cría (marzo-mayo) y abandono progresivo de la colonia conforme los pollos tienden a reunirse en la "guardería", donde son alimentados por los adultos (mayo-julio) (Fig. 5, A y C).

En los años de escasas precipitaciones y bajo nivel de agua en la laguna, los flamencos no crían en ella; estos años se caracterizan por la presencia de pocos individuos,

que abandonan Fuente de Piedra al llegar al estiaje (Fig. 5, B) (Rendón *et al.*, 1991).

Para la formación de la colonia de cría de flamencos actúa como factor determinante la intensidad de las precipitaciones al inicio del año hidrológico (octubre-febrero), observándose que la acumulación de los valores registrados hasta marzo repercute de manera decisiva en el éxito reproductor de la especie en Fuente de Piedra (Rendón *et al.*, 1991).

Hasta 1.963 no se controla la reproducción de los flamencos en esta laguna (Valverde, 1964). A partir de este año y hasta 1994 se ha comprobado que éstos han criado en dieciocho ocasiones.

Como dato significativo cabe señalar el éxito de reproducción de la colonia de flamencos durante 1988 (9.347 pollos nacidos de una colonia de 12.500 parejas) y 1.990 (10.417 pollos nacidos de una colonia de 13.300 parejas), cifras que constituyeron un récord en el Mediterráneo Occidental.

## GESTIÓN DEL AGUA

Siendo el agua el factor primordial que condiciona la existencia de las zonas húmedas, es importante llevar a cabo la investigación y el seguimiento de las relaciones entre los procesos ecológicos y el funcionamiento hidrogeológico e hidroquímico de los sistemas palustres, como base de los programas de gestión y conservación que se desarrollan en ellos (González Bernáldez, 1987; González Bernáldez y Montes, 1989).

En el caso de Fuente de Piedra se ha pretendido proteger la totalidad del espacio hidrológicamente relacionado con la laguna, después de que, por los estudios del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) (IGME, 1984), fueran definidos con precisión los límites de la cuenca superficial y del sistema hidrogeológico que descarga subterráneamente en la laguna. Sobre la base de este trabajo, la Agencia de Medio Ambiente (AMA), comunicó a los organismos competentes en materia de aguas, los límites del área de influencia y la obligación de cumplir la Ley 1/1984 de 9 de enero, por la que el Parlamento Andaluz creó la Reserva Integral. Con esta actuación se consigue disponer de un marco legal adecuado que permite el control y gestión de los recursos de toda la cuenca y cualquier nueva solicitud para extraer agua del acuífero de la laguna es informada por el Patronato de la Reserva.

Por otra parte, el ITGE, en colaboración con la AMA, y posteriormente, con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, ha dotado a la Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra y a su cuenca, de la infraestructura de control necesaria para realizar el seguimiento de los principales parámetros



Fig. 6.- Vista aérea de la laguna de Fuente de Piedra en junio de 1991.



Fig. 7.- Flamencos en la laguna de Fuente de Piedra.

hidrológicos: evaporación, precipitación, escorrentía superficial hacia la laguna, control piezométrico mensual de 60 puntos distribuidos en la cuenca, registro continuo de variaciones piezométricas en puntos significativos, y control estacional de la calidad de las aguas subterráneas en 30 puntos.

También se mantiene un control de las extracciones en la cuenca, por parte de la guardería ambiental, comunicando a los organismos competentes toda nueva captación que no haya sido informada favorablemente por el Patronato de la Reserva Natural.

En relación con el mantenimiento de las colonias reproductoras de aves, durante el periodo de estiaje se aporta artificialmente agua a la laguna desde pozos cercanos a la misma, para garantizar la permanencia de aquellas, fundamentalmente las de flamencos, que suelen estar en plena reproducción en este periodo (Fig. 5). Los aportes de agua se realizan a partir del momento de la desecación natural de la laguna, inundando unas 5 ó 6 hectáreas en las proximidades de la colonia de cría, junto al Dique Central, lo que permite el normal desarrollo de los pollos. En los últimos años (1979, 1982, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988 y 1990) el éxito reproductor de la colonia de flamencos de Fuente de Piedra ha sido posible gracias a los aportes artificiales de agua.

Finalmente, debe señalarse que para la conservación de esta laguna y de las comunidades vegetales y animales que sustenta, es imprescindible mantener la línea actual de progresivo conocimiento del sistema hídrico que la origina. Las investigaciones llevadas a cabo hasta el momento sobre el funcionamiento hidrogeológico de Fuente de Piedra y su entorno, unidas a las actuaciones del ITGE, de la Junta de Andalucía y de la Confederación Hidrológica del Sur de España, permiten disponer tanto de la información básica, como de los instrumentos legales necesarios para garantizar la conservación de este excepcional enclave ecológico, cuya existencia está ligada a los fenómenos de disolución de los materiales evaporíticos triásicos.

## REFERENCIAS

- BENAVENTE, J. y CARRASCO, F. (1985): Influence of evaporite karst in the streamwater quality of Guadalhorce river (Andalucía, Spain). *Le Grotte d'Italia*, 4, XII, 39-48.
- CALAFORRA, J. M. y PULIDO, A. (1989): Les gypses triasiques de Fuente Camacho et ses alentours. *Réunion Franco-Espagnole sur les Karsts Méditerranéens d'Andalousie Occidentale*. Livret Guide, 65-82.
- CARRASCO, F. (1979): Captación de manantiales salinos subacuáticos en el fondo de embalses: manantial de Meliones. *Hidrogeología y Recursos Hidráulicos*, IV, 465-479. Pamplona.
- CARRASCO, F. (1986): *Contribución al conocimiento de la cuenca alta del río Guadalhorce: el medio físico. Hidrogeoquímica*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 465 p.
- CARRASCO, F. y BENAVENTE, J. (1986): Estimación de la aportación salina al río Guadalhorce en el sector de Bobadilla-Gobantes (provincia de Málaga). *II Simposium Agua en Andalucía*, I, 273-277. Granada.
- DICHTL, L.; LINARES, L. y VALLE, M. (1986): Hidrogeología de la laguna de Fuente Piedra y su entorno (provincia de Málaga). *II Simposium Agua en Andalucía*, II, 357-366. Granada.
- DIPUTACIÓN DE MÁLAGA (1989): *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*. 151 99. Málaga.
- DURÁN, J.J. y BURILLO, J. (1985): Triassic gypsum karst of the "Loma del Yesar" (Archidona, Málaga, Southern Spain). *Le Grotte d'Italia*, 4, XII, 237-246.
- DURÁN, J.J. y MOLINO, J.A. (1986): Karst en los yesos del Trías de Antequera (Cordilleras Béticas). *Karstologia. Memoires*, 1, 37-46.
- ESCOLANO, A. y CONEJO, R. (1981): Eliminación y explotación del manantial salino de Meliones (Málaga) para evitar la salinización del río Guadalhorce. *I Simposium Agua en Andalucía*, I, 469-486. Granada.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1987): Las zonas encharcables españolas: el marco conceptual. En *Bases científicas para la protección de los humedales en España*, 9-30. Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Madrid.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. y MONTES, C. (1989): *Los humedales del acuífero de Madrid (Inventario y tipología basada en su origen y funcionamiento)*. Canal de Isabel II, Madrid 92 p.
- IGME (1984): *Estudio hidrogeológico de la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga)*. (inédito).
- LHÉNAFF, R. (1981): *Recherches geomorphologiques sur les*

- Cordillères Bétiques centro-occidentales (Espagne)*. Tesis doctoral. Universidad de Lille. 713 p.
- LINARES, L. (1988): La laguna de Fuente de Piedra (Málaga). Hidrogeología y evolución del acuífero relacionado con ella. *International Symposium Hydrology of wetlands in semiarid and arid regions*. 99-102. IAH-AMA. Sevilla.
- LINARES, L. (1990): *Hidrogeología de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada. 343 p.
- LINARES, L.; LÓPEZ, J.A. y RUBIO, J.C. (1989): Consecuencias hidrogeológicas de la explotación de los acuíferos en la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga). *La Sobreexplotación de Acuíferos*, 561-575. AIH- AEHS. Almería.
- LINARES, L.; RIVERA, A. y TRENADO, L. (1986): Hidroquímica de los acuíferos de la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga). *II Simposium Agua en Andalucía*, II, 113-124. Granada.
- LINARES, L. y del VALLE, M. (1986): Relaciones entre la laguna de Fuente de Piedra y la piezometría de los acuíferos en la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga). *II Simposium Agua en Andalucía*, II, 345-355. Granada.
- LLAMAS, M.R. (1984): Notas sobre peculiaridades de los sistemas hídricos de las zonas húmedas. En *Las zonas húmedas de Andalucía*, 75-85. Monografía Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y MOPU.
- MARTÍNEZ GIL, F.J.; SÁNCHEZ, J.A.; de MIGUEL, J.L. y SAN ROMÁN, J. (1988): El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la cuenca del Ebro como proceso de movilización y transporte de sustancias en disolución. Sus implicaciones en el aporte de sulfatos. En *Sistemas lacustres del margen ibérico de la cuenca del Ebro*, 57-79. Zaragoza.
- MOLINA, J.A. (1982): Los karst en yesos de la provincia de Málaga. Avance. *Publicación Comemorativa del 75 Aniversario de la Sociedad Excursionista de Málaga*, 95-112.
- MUÑOZ, F. y GARCÍA, A.R. (1983): *Historia de Fuente de Piedra*, Madrid. 206 p.
- NIETO, J.M.; CABEZUDO, B.; SALVO, A. y LÓPEZ, R. (1987): Espacios de interés natural de la provincia de Málaga: I. Reserva Integral de la laguna de Fuente de Piedra. *Jábega*, 57, 76-80.
- PEZZI, M. (1977): *Morfología kárstica del sector central de la Zona Subbética*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Cuadernos Geográficos. Monografía 2, 289 p.
- RAMÍREZ, J.M.; RENDÓN, M. y VARGAS, J.M. (1992): Reproducción e invernada de la Malvasía (*Oxyura leucocephala*) en lagunas endorreicas de la provincia de Málaga. *Oxyura*, 6, 1, 55-65.
- RENDÓN, M. (1986): La reproducción del flamenco en Fuente de Piedra (España). *Flamingo Research-Specialist Group Newsletter*, 3, 6-8.
- RENDÓN, M. (1987): Situación actual de la colonia de flamencos (*Phoenicopterus ruber roseus*) en la laguna de Fuente de Piedra. *II Jornadas Ibéricas sobre Estudio y Protección de zonas húmedas* 153-161. FAT. Diputación de Valencia. Bétera, Valencia.
- RENDÓN, M.; VARGAS, J.M. y RAMÍREZ, J.M. (1991): Dinámica temporal y reproducción del flamenco común (*Phoenicopterus ruber roseus*) en la laguna de Fuente de Piedra (sur de España). *Reunión técnica sobre la situación y problemática del flamenco rosa (Phoenicopterus ruber roseus) en el Mediterráneo Occidental y África Noroccidental*. AMA, 135-153 .
- SÁNCHEZ, J.A.; MARTÍNEZ GIL, F.J.; de MIGUEL, J.L. y SAN ROMÁN, J. (1989): Hidrogeoquímica de la zona endorreica de las lagunas de Monegros, provincias de Zaragoza y Huesca. *Boletín Geológico y Minero*, 100, 5, 160-169.
- TOTH, J. (1963): A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. *Journal of Geophysical Research*, 68, 16, 4795-4811.
- VALVERDE, J.A. (1964): La reproducción de flamencos en Andalucía en el año 1.963. *Ardeola*, 9, 55-65.
- VARGAS, J.M.; BLASCO, M. y ANTÚNEZ, A. (1983): Los vertebrados de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga). *Monografías ICONA*, 28. 228 p.