

Relaciones entre la hidrología subterránea y la estructura geológica en la Sierra de Tramuntana de Mallorca (Islas Baleares)

Relationships between groundwater and geological structure in the Sierra de Tramuntana of Mallorca (Balearic Islands)

B. Gelabert ⁽¹⁾ y F. Sàbat ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. 07071 Palma. E-mail: vdctbgfo@uib.es

⁽²⁾ Departament de Geodinàmica i Geofísica. Universitat de Barcelona. 08028. Barcelona

ABSTRACT

The overall structure of the island of Mallorca consists of a set of horsts and grabens which are bounded by Upper Miocene-Quaternary listric normal faults. Horsts are segments of a Lower Miocene thrust and folded belt and constitutes the Sierras. The basins developed at the grabens, which are filled by Upper Miocene-Quaternary sediments. Groundwater flows from the horsts to the grabens. At the horsts adjacent aquifers exists because of its geological structure (imbricate thrust system), whereas at the grabens aquifers are superposed due to the horizontal sedimentary infilling. Major springs, very important for water supply to Palma, are located at the listric normal faults.

Key words: springs, underground water, geological structure, normal faults, karstic aquifers, superposed aquifers.

Geogaceta, 31 (2002), 107-110

ISSN:0213683X

Introducción

Las aguas subterráneas constituyen la casi totalidad (97%) de los recursos hidráulicos de Mallorca. Por tanto el conocimiento de la estructura geológica de la isla es de suma importancia para la gestión de estos recursos y especialmente en lo que se refiere a la Sierra de Tramuntana de Mallorca, que constituye un área de recarga de los acuíferos y suministra importantes recursos de agua dulce a la capital, Palma.

La mayor parte de los acuíferos de la isla de Mallorca presentan carácter cárstico y en ellos se produce la mayor infiltración del agua de lluvia. Podemos distinguir (Fig. 1) dos tipos de acuíferos cársticos: el primero se desarrolla en las calizas y dolomías del Jurásico inferior. Corresponde a muchos acuíferos de la Sierra de Tramuntana, los cuales se caracterizan por áreas de recarga de unos pocos kilómetros cuadrados, formados por afloramientos de roca desnuda. Sus descargas se producen por medio de surgencias cársticas. Estas unidades presentan un levantamiento estructural y topográfico importante y están

surcadas por torrentes íntimamente relacionados con la dinámica de los acuíferos. A pesar de que sus modelos de explotación suelen ser complejos y aún poco conocidos, puede distinguirse claramente la presencia de una doble permeabilidad: la circulación principal se produce a través de las grandes aperturas del sistema cárstico y reemplaza en cierto modo la escorrentía superficial, mientras que el flujo de base de las surgencias responde a la presencia de una segunda porosidad de carácter fisural (Barón *et al.*, 1995). El segundo tipo de acuífero cárstico se localiza en los depósitos tabulares del Mioceno superior (Tortonense-Messiniense, Fig.1) que afloran en el sector S y E de la isla (Fig. 2). Funcionan como acuíferos isotrópicos en las partes mas internas y como cársticos en las proximidades del litoral.

La estructura geológica de la isla de Mallorca

La estructura geológica de la isla de Mallorca es el producto de una evolución compleja que abarca tres grandes etapas: una primera etapa

mesozoica, previa a la colisión África-Europa, básicamente extensiva, la colisión oligo-miocena y finalmente la extensión neógena y reciente. Cada una de estas etapas, en función de su duración, intensidad y edad, ha dejado una huella en la actual estructura de Mallorca (Gelabert, 1998).

La isla de Mallorca está constituida por un conjunto de horsts y grabens, dispuestos alternativamente y que se corresponden respectivamente con las sierras y los llanos de la morfología actual de la isla. Así de SE a NO se diferencian claramente las Sierras de Levante, la cuenca de Campos, las Sierras Centrales, las cuencas de Palma, Inca y Sa Pobla y la Sierra de Tramuntana (Fig. 2). Esta estructuración global en horsts y grabens viene dada por la presencia de grandes fallas normales listricas, con desplazamientos incluso kilométricos, de edad Mioceno superior y orientadas preferentemente NE-SO. Los horsts se corresponden con las sierras, las cuales constituyen segmentos de un cinturón de pliegues y cabalgamientos del Mioceno inferior. Los grabens constituyen las cubetas que están rellenas de sedimentos del

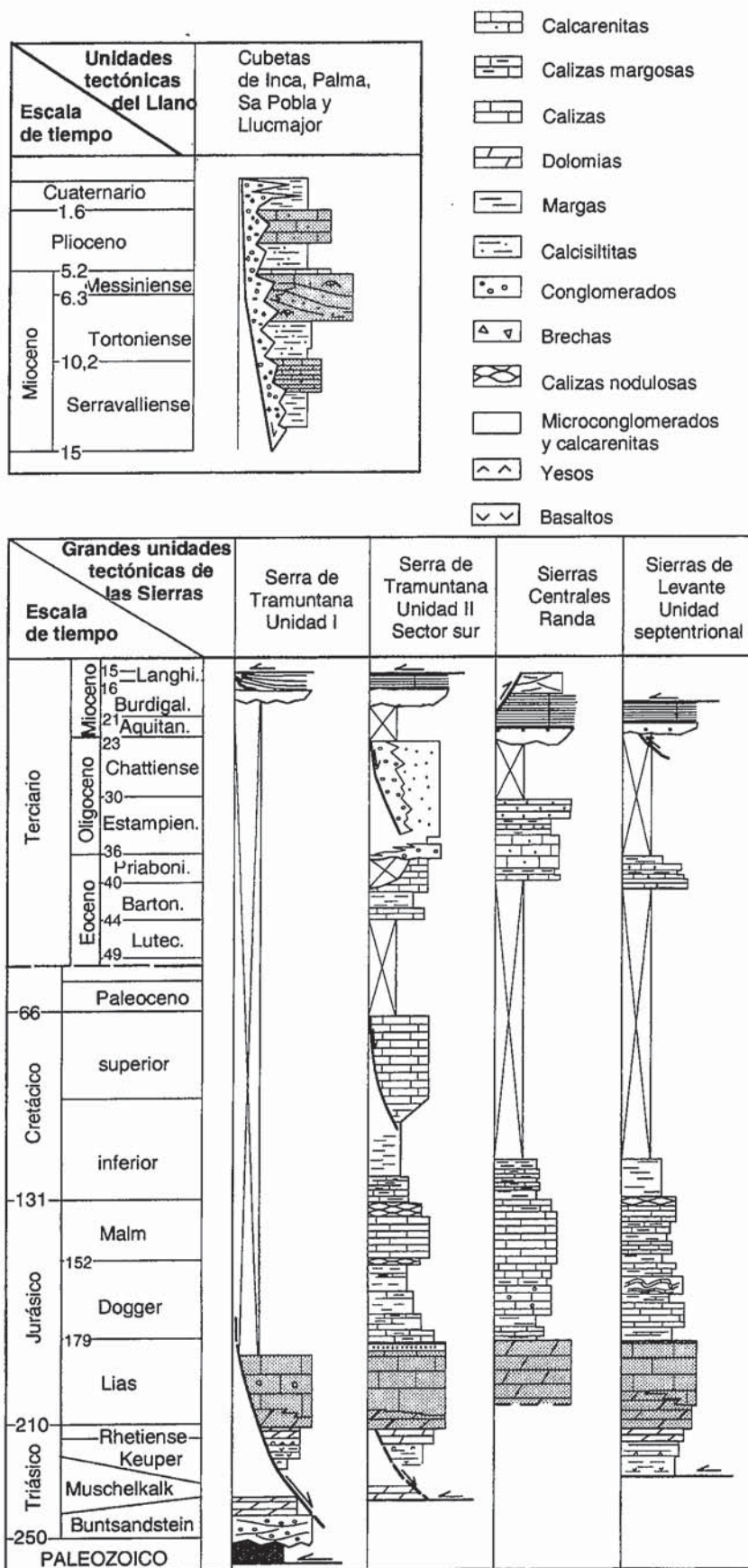


Fig. 1.- Columnas estratigráficas representativas de las principales unidades tectónicas de Mallorca, con indicación de los principales niveles acuíferos (en sombreado).

Fig. 1.- Representative stratigraphic sections of the main tectonic units of Mallorca. In grey pattern, the main aquifers units.

Mioceno superior y Cuaternario. Por debajo de las cubetas se encuentra la continuación de los pliegues y cabalgamientos que afloran en las sierras (Gelabert, 1998).

Esta disposición en horsts y grabens ya tiene una primera implicación en el funcionamiento hidráulico de la isla. Efectivamente, la dirección del flujo subterráneo es desde los horsts (es decir, las sierras) hacia los grabens (es decir, las cuencas). En la figura 3 se observa una dirección radial del agua subterránea desde las sierras de Levante y Centrales hacia los llanos. En el margen oriental de la Sierra de Tramuntana el flujo es básicamente hacia el SE debido al buzamiento en la misma dirección de las láminas cabalgantes.

La estructura geológica de las sierras consiste básicamente en un sistema imbricado de cabalgamientos con vergencia hacia el NO (Fig. 4). Las láminas cabalgantes presentan una serie estratigráfica que comprende esencialmente las arcillas y margas del Keuper (Triásico superior), las dolomias del Retiense (Triásico superior), las calizas masivas del Lias y las margocalizas y margas del Jurásico medio y superior y Cretácico. Las calizas del Lias constituyen el acuífero, que está limitado por niveles muy poco permeables (Keuper y Cretácico). Por tanto, debido a la disposición en sistema imbricado (Fig. 4), los acuíferos en las sierras se disponen adyacentes unos a otros y con una dirección de flujo paralela a la dirección de la traza de los cabalgamientos (Fig. 2, extremo NE de la Sierra de Tramuntana).

En las cuencas la disposición es diferente. La estructura general es una disposición subhorizontal del relleno sedimentario (desde el Mioceno superior hasta el Cuaternario). Por tanto los niveles acuíferos se superponen unos a otros. Tanto en el Llano de Palma como en el de Inca se han distinguido históricamente tres acuíferos superpuestos (Fuster, 1973): el Cuaternario terrígeno, el Plioceno calcarenítico y el Mioceno superior calizo (de carácter arrecifal). Estos acuíferos presentan calidades de agua diferentes y su intercomunicación es motivo de debate y preocupación para las autoridades locales.

Manantiales

En la Sierra de Tramuntana existen numerosos manantiales a altitud

des muy diversas (Fig. 5). En general tienen caudales pequeños a muy pequeños, con persistencia variable y suelen estar situados en el contacto entre las calizas del Lias (Jurásico inferior) y las margas y dolomías del Retiense (Triásico superior). Sólo unos pocos manantiales tienen un caudal importante (del orden de 7 Hm³ anuales o más) y en general están captados para abastecimiento de Palma o de los municipios en que se encuentran. Estos manantiales son el de La Vila, Na Pere, Ufanés, Almadrava y Sóller (situación en Fig. 2). Algunos, como el de Ufanés, funcionan con gran caudal durante periodos muy cortos, de pocos días, como respuesta muy rápida a lluvias concentradas, y luego se secan totalmente. En cambio, el manantial de Na Pere (Palma) tiene asociado un acuífero importante (Fig. 5). Estos manantiales importantes están situados sobre las fallas normales que limitan la Sierra de Tramuntana de los llanos adyacentes (Figs 4 y 5): el agua de lluvia se infiltra en las calizas liásicas de la Sierra de Tramuntana, con buzamiento general hacia el SE, y como los materiales del llano funcionan como barrera impermeable, el agua sale al exterior por la misma falla, que funciona como un conducto hidráulico (Fig. 5).

La mayoría de manantiales en la Sierra de Tramuntana tienen temperaturas similares a las de su posible área de recarga, pero los mayores y más estables tienen cierto calentamiento asociado a un embalse subterráneo mayor y más profundo (Custodio *et al.*, 1991). Tales son los manantiales de La Vila de Palma y de Na Pere. Los de menor cota también tienen temperatura algo mayor. En estos casos, las temperaturas normales de 12 a 15 °C se elevan hasta 17-19 °C (Custodio *et al.*, 1991).

Discusión y conclusiones

La estructura geológica de la isla de Mallorca está formada por un conjunto de horsts y grabens. Los horsts se corresponden con las sierras, las cuales constituyen segmentos de un cinturón de pliegues y cabalgamientos del Mioceno inferior. Los grabens constituyen las cubetas que están rellenas de sedimentos del Mioceno superior y Cuaternario. Esta disposición estructural influye en el comportamiento hidráulico de la isla: el flujo

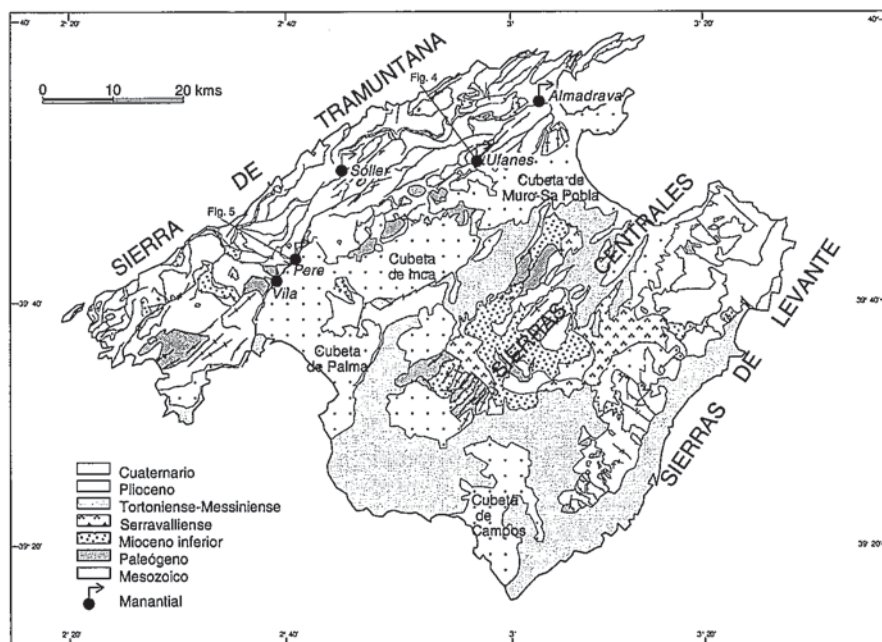


Fig. 2.- Mapa geológico simplificado de la isla de Mallorca con indicación de la situación de los principales manantiales de la isla.

Fig. 2.- Simplified geological map of Mallorca island with location of the main springs.

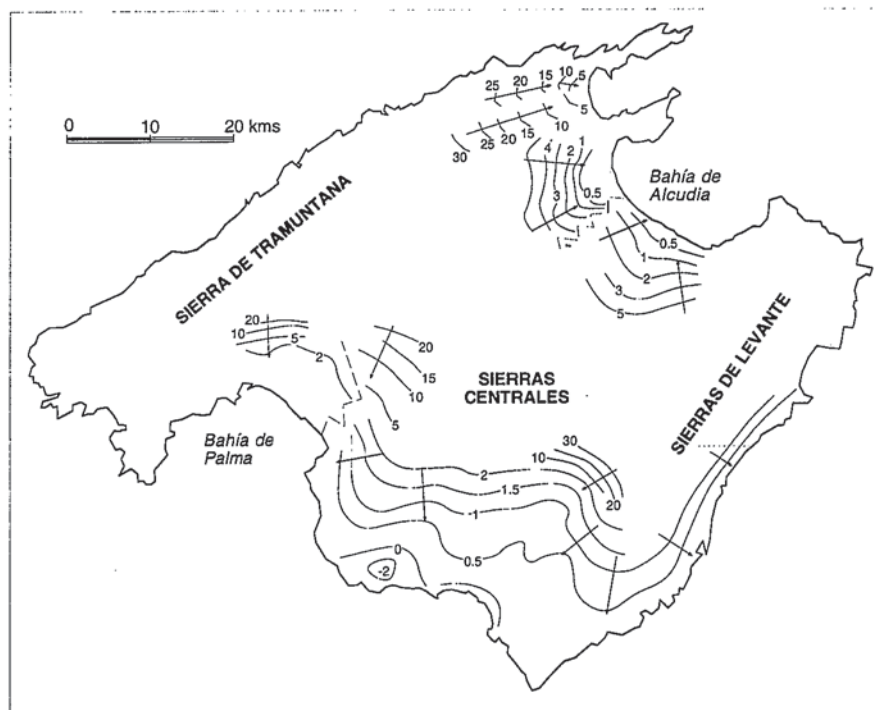


Fig. 3.- Mapa de isopiezas general (diciembre de 1999) de la isla de Mallorca realizado a partir de datos cedidos por la Junta de Aguas de Baleares, mostrando la dirección del flujo general del agua subterránea desde las sierras hasta los llanos.

Fig. 3.- Piezometric general map of Mallorca island (data of december, 1999), showing main groundwater flow direction from ranges to basins. Realized from data compiled at the Junta de Aguas de Baleares.

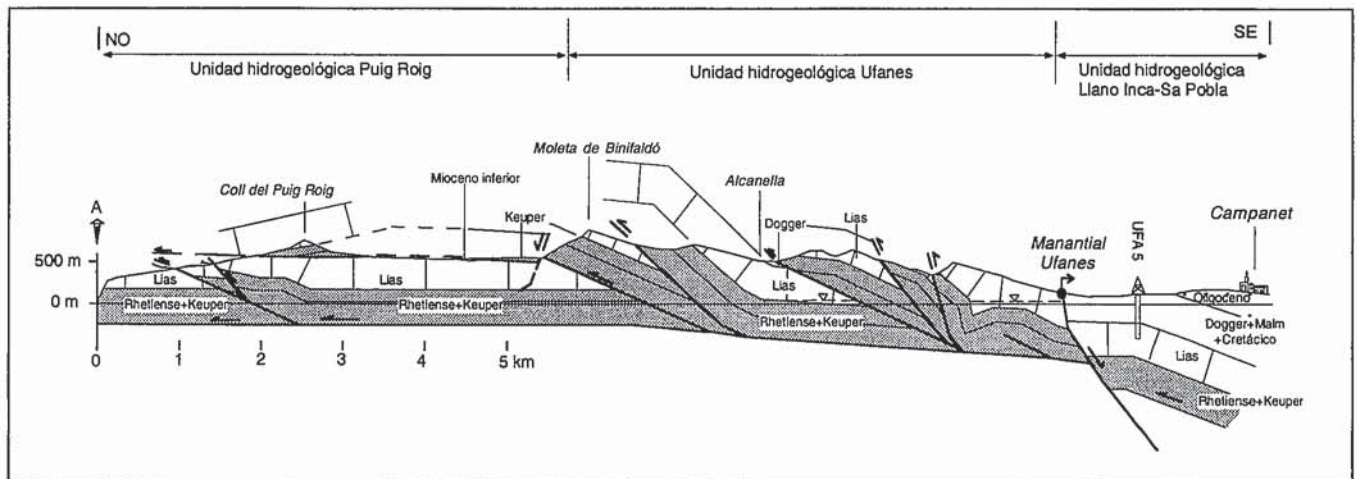


Fig. 4.- Corte geológico general de la Sierra de Tramuntana (situación en la Fig. 2).

Fig. 4.- General cross-section of the Serra de Tramuntana (location on Fig. 2)

subterráneo se dirige desde los horsts hasta los grabens, hacia el mar. En las sierras los acuíferos se sitúan adyacentemente unos a otros y se corresponden con las láminas cabalgantes que presentan como base impermeable las arcillas del Keuper (Triásico superior). En los llanos los acuíferos se superponen (hasta 3 acuíferos superpuestos existen en el llano de Palma) debido a la disposición horizontal de los materiales del Mioceno superior y Cuaternario que rellenan las cuencas. Los grandes manantiales de la isla (con caudales anuales del orden de 7 Hm³ de media, o más), con una enorme importancia para el abastecimiento urbano, se encuentran en el contacto entre los horsts y los grabens, donde se localizan grandes fallas normales lísricas.

Agradecimientos

Agradecemos a la Junta de Aguas la colaboración prestada, especialmente a Concepción González y Alfredo Barón.

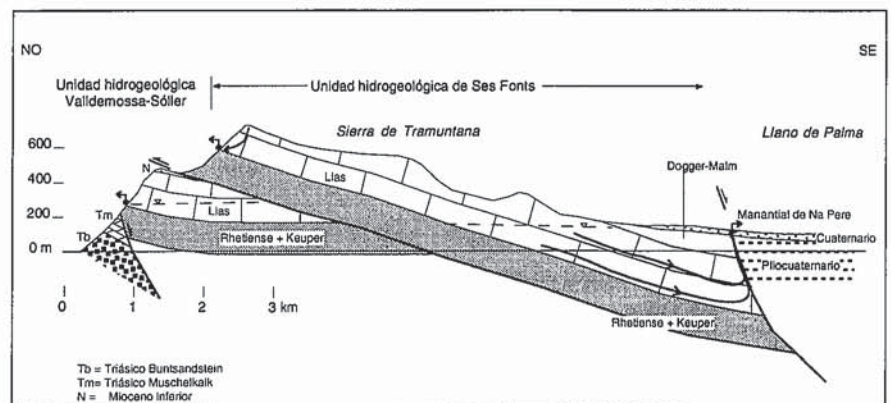


Fig. 5.- Corte geológico y esquema de funcionamiento hidráulico del manantial de Na Pere (Palma) (situación en la Fig. 2).

Fig. 5.- Geological cross-section and hydraulic functioning sketch of Na Pere spring (location on Fig. 2).

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de la DGESYC nº PB 98-0132.

Referencias

Barón, A., González, C. y Rodríguez-Perea, A. (1995): *Endins*, 20, 45-57.

Custodio, E., Poncela, R., Badiella, P. y Bayó, A. (1991): *EMAYA*, 222 pp.
Fuster, J. (1973): Ministerio de Obras Públicas, Industria y Agricultura.
Gelabert, B. (1998): *Colección Memorias Instit. Tecn. GeoM. de España*. 128 pp.