

HIDRODINAMICA DEL KARST DE LAS ANGUILAS (MURCIA):  
METODO DE PROSPECCION EN ACUIFEROS KARSTICOS.

Tomás Rodríguez Estrella  
Dr. en Ciencias Geológicas. ENADIMSA.

Antonio Martínez Conesa  
Ingeniero Técnico de Minas

Luis Solís García-Barbón  
Ldo. en Ciencias Geológicas  
Becario del IGME.

## RESUMEN

En las inmediaciones del paraje de Las Anguilas, en el término municipal de Pliego (Murcia), se localiza una importante explotación de aguas subterráneas sobre las rocas carbonatadas del Oligoceno. La variedad y abundancia de obras de captación realizadas, nos ha permitido interpretar la hidrodinámica del karst en esta zona. La circulación de las aguas se realiza mediante canales subterráneos, cuya distribución y evolución temporal está determinada por condicionantes estratigráficos, tectónicos y antrópicos.

Basados en la dinámica observada, se presenta un método de prospección de aguas subterráneas en rocas karstificadas, contrastado mediante su aplicación a lo largo de diez años, que consiste en "hacer coincidir, en los sondeos, la zona de transición acuífero libre-cautivo con el nivel piezométrico".

## ABSTRACT

Neighbouring Anguilas place, in the Pliego municipal demarcation, an important subterranean water development over oligocenic carbonated rocks has been located. The varied and abundant collected works made, have facilitated the karstic - hydrodynamic interpretation in this zone. Water circulation is by subterranean channels whose temporal distribution and evolution is influenced by stratigraphic, tectonic and anthropic conditions.

Based on the observed dynamic, a prospection method for subterranean water in karstified rocks, checked by its application along ten years, is presented; this method consist "on making coincide in fathomings, the transition zone - free-captive aquifer with the piezometric level".

## 1. INTRODUCCION

Con la exposición de la hidrodinámica del karst en Las Anguilas (Murcia), queremos poner de manifiesto fenómenos hidrogeológicos de las rocas carbonatadas - que ya se conocen, otros que se intuyen y algunos que no se quieren conocer, pues al tener que introducir ciertos postulados, parece como si estuviésemos pasando del academicismo de la Hidrogeología a la heterodoxia de la Radiestesia; creemos que no se debe confundir la realidad ignota con las técnicas parapsicológicas de los zahoríes, que tratan de simplificar y detectar con precisión la complejidad oculta.

En esta región, es un hecho comprobado que el agua circula por auténticos canales subterráneos naturales formados en calizas, cuyas paredes resultan ser - prácticamente impermeables. La observación de la morfología de estos conductos - y su evolución en el tiempo, ha contribuido a la aplicación de una metodología sistémica en los acuíferos kársticos, cuyas diferencias son notables en relación - con los detríticos de porosidad primaria.

## 2. ENCUADRE HIDROGEOLOGICO GENERAL

El paraje de Las Anguilas entra a formar parte del sistema acuífero del Bosque (Fig. 1), dentro de la Unidad hidrogeológica de Sierra Espuña; definidos - por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), cuyas características hidrogeológicas son las siguientes:

1º) Tiene una extensión de 75 km<sup>2</sup>.

2º) El acuífero principal, especialmente en el sector occidental, está - constituido por 150 a 300 m. de pudingas (conglomerados monogénicos - de cantos redondeados de caliza y cemento calizo), calizas de algas, areniscas calcáreas y dolomías del Oligoceno inferior-medio. Afloran principalmente en los bordes septentrional y nororiental de Sierra Espuña. El muro del acuífero viene dado por los diversos, abundantes y generalmente muy potentes niveles margosos del Eoceno y, más directamente por las margas rojas con intercalaciones de conglomerados de cuarzo del Eoceno superior.

En el sector oriental, el acuífero del Oligoceno descansa sobre las calizas oolíticas del Lías, existiendo, por tanto, una conexión hidráulica entre ambos y en este caso el impermeable de muro es el Triás arcilloso-yesífero, que aparece por la acción de una escama tectónica.

El techo del acuífero viene definido inmediatamente por las margas azules, verdes y rojizas del Oligoceno medio-superior y, encima, por las arcillas rojas y verdes del Aquitaniense. A las anteriores hay - que sumar, en la Cuenca de Alcantarilla-Mula las margas de los terre

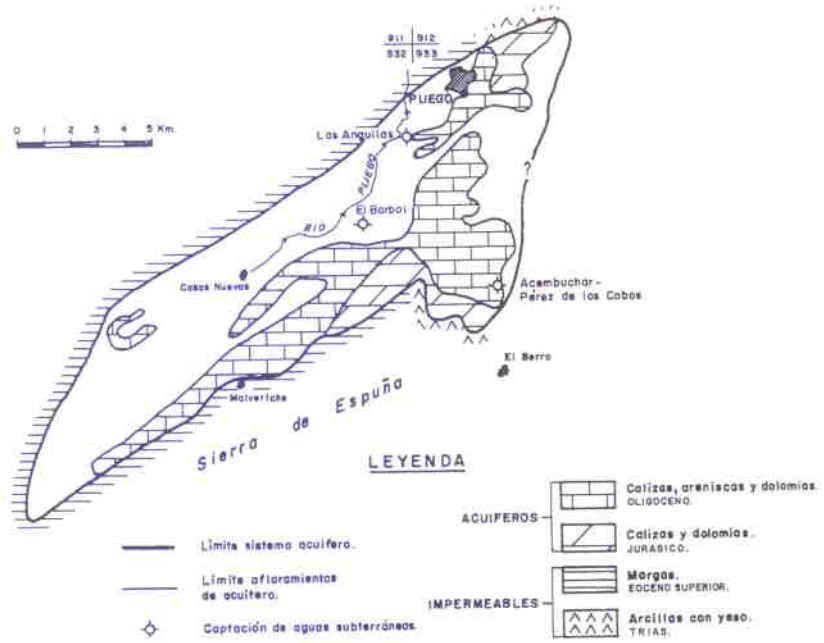


Fig. 1. El sistema hidrogeológico del Bosque: límites, afloramientos y captaciones de aguas subterráneas.

nos Post-Manto, los cuales incluso llegan a ponerse directamente en contacto (por trasgresión) sobre las pudingas de la formación acuífera.

39) El sistema acuífero, si bien está perfectamente definido en sus límites meridional y septentrional por aflorar el impermeable de base, en el oriental ya no lo está, pues el acuífero oligoceno se interna bajo las formaciones margosas de post-manto; sin embargo, creemos que no debe prolongarse más allá de los 5 km de su último afloramiento, como consecuencia de que sufre un acuñamiento rápido estratigráfico, propio de materiales como éstos, que están ligados al borde de cuenca y a características arrecifales; esto es lo que ocurre en el límite Norte del sistema.

49) La estructura general es la de un sinclinal de 3-6 km. de ancho por 20 km. de largo coincidente con la rambla de Malvariche, en cuyo núcleo existe un pequeño anticlinal que se localiza en el Morrón de Cabra. El flanco meridional del sinclinal está muy verticalizado, incluso a veces invertido. Por lo que se refiere a la zona de la Cuenca de Alcantarilla Mula, la estructura es más tranquila, de modo que el acuífero se hunde bajo aquella con una suave inclinación de 20-30°, retocado por fallas

normales.

- 52) La piezometría está representada, de Noreste a Suroeste, por: las baterías de explotación situadas junto a las antiguas fuentes de los Caños (salía a 420 m.s.n.m.), Anguilas (emergía a 440 m.s.n.m.) y Bárbol (brotaba a 460 m.s.n.m.), así como cuando por las fuentes en "trop - plein" de Cortijo de las Palomas (510 m.s.n.m.) y nacimiento del Río Pliego (660 m.s.n.m.). Por tanto en un principio, cuando existía un equilibrio en el sistema acuífero, se apreciaba un gradiente natural de Suroeste a Noreste. Con la realización de numerosos sondeos en las Anguilas y Bárbol, desde 1.979 a 1.984, y de Acimbuchar-Pérez de los Cobos (captan el Jurásico, en el extremo Noreste del sistema) y Cementerio de Pliego (capta el Oligoceno) en 1.984, el nivel del agua ha descendido enormemente hasta alcanzar profundidades de 120 m., como en Las Anguilas, cuya cota de la superficie piezométrica es ya en 1.985, de 320 m.s.n.m., la misma que presentan los sondeos del Acimbuchar, que captan el Jurásico, pero aquí el agua está ya a más de 200 m. de profundidad.

Sin embargo, hay que hacer notar, asimismo, que cuando se producen precipitaciones, o se disminuyen los caudales bombeados en un sondeo o en sus vecinos del sistema, se produce "milagrosamente" una recuperación rápida y sustanciosa. Así por ejemplo, en Las Anguilas, la nieve que cayó (de hasta 1 m. de espesor) el 13 de Enero de 1.980, hizo que subieran los niveles 33 m. (de los 55 a los 22 m.); sólo tuvieron que pasar 15 días desde la precipitación nival para que se observara una subida en el nivel piezométrico (15 cm. día). Cuando llueve, la recuperación es mayor (20 cm. día) y empieza a notarse a los 8 días de llover, creciendo el nivel lentamente hasta pasados 3 meses después de terminadas las lluvias. Después de las precipitaciones de 1.980, hubo agua durante 2 años, hasta que el nivel alcanzó otra vez los 55 m.

También en la disminución de las explotaciones, lleva consigo una rápida recuperación. Así por ejemplo, desde el 24 de Abril hasta el 24 de Agosto de 1.985, se ha estado bombeando en Las Anguilas continuamente un caudal de 240 l/s y en ese tiempo descendió el nivel 7 m. No obstante, desde el 24 de Agosto hasta el 15 de Octubre de ese mismo año se ha disminuido el caudal a 160 l/s y no ha descendido el nivel sin llover nada durante ese tiempo; ello puede deberse a la paralización (por haberse quedado secos y disminuir enormemente el caudal) de los sondeos del Acimbuchar-Pérez de los Cobos, situados a unos 5 km. hacia

el SE., así como el del Cementerio de Pliego que lleva 1 año parado por que se quedó seco.

69) La alimentación, proveniente de la infiltración de la lluvia útil caída en los 40 km<sup>2</sup> de afloramientos (200 mm.), es de 4hm<sup>3</sup>/año, considerando un coeficiente de infiltración del 50%.

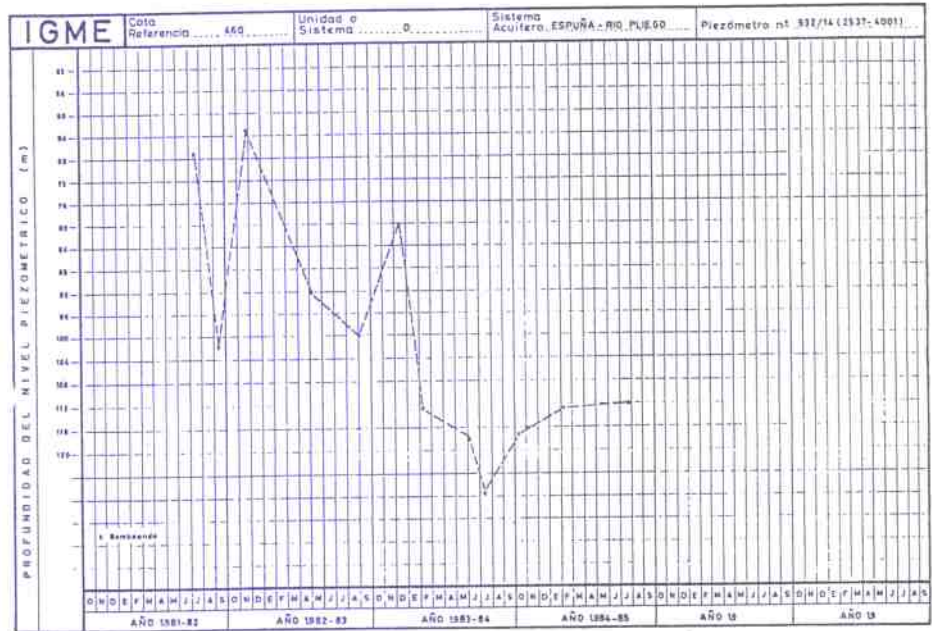


Fig. 2. Evolución del piezómetro 932/14, situado en el paraje del Bárbol.

70) La descarga en estos últimos años, está referida exclusivamente a los sondeos y por ello se extrajo en 1.982 un volumen de 6 hm<sup>3</sup> y en 1.984, de 10 hm<sup>3</sup>; en el caso de Las Anguilas, desde incluso antes de 1.976, se saca una media constante de 2,5 a 3,5 hm<sup>3</sup>/año. En 1.985 el volumen de explotación del sistema ha disminuido a 8 hm<sup>3</sup>/año, pues se han secado los sondeos del Acimbuchar y el del Cementerio de Pliego.. Los manantiales, debido a la fuerte explotación que se realizó en los sondeos y a la pertinaz sequía de los últimos años, no han vuelto a salir y así tenemos que la fuente de Los Caños emergió por última vez el año 1.975 y la de Las Anguilas, en 1.977.

80) Existe, en consecuencia, una sobreexplotación en el sistema, que origina un descenso creciente y continuado en los niveles, de tal manera que en Las Anguilas, por ejemplo, que el nivel estaba a 46 m. en 1.982,

en 1.984 era ya de más de 100 y en 1.985 de 120 m.; vemos por tanto, - que los descensos, que de 1.978 a 1.979 fueron de tan solo 1,5 m., en - estos últimos años han sido de un mínimo de 30 m.; sin embargo, en el año 1.984-85, parece que se han mantenido al haber disminuido las explotaciones en la totalidad del sistema. En la Fig. 2. puede verse la evolución del piezómetro 932/14, situado en el paraje del Bárbol.

99) La calidad química de las aguas es en general buena en el Oligoceno - (menos de 500 mg/l de residuo seco) y menos buena en el Jurásico (superior a 1.500 mg/l).

### 3. FACTORES CONDICIONANTES DE LA HIDRODINAMICA KARSTICA EN LAS ANGUILAS

#### 3.1. ESTRATIGRAFICOS

El corte estratigráfico más próximo al paraje estudiado se sitúa a unos 3 km. hacia el NE, en las proximidades de la antigua fuente de Los Caños. De muro a techo y sobre un tramo de conglomerado monogénico del Oligoceno inferior, aparecen los siguientes niveles del Oligoceno inferior-medio.

- 5 m. de areniscas calcáreas en estratos de potencia inferior a 1 m.
- 15 m. de areniscas calcáreas masivas.
- 10 m. de areniscas calcáreas en finos estratos.
- 7 m. de areniscas calcáreas con niveles de microconglomerados y dolomías
- 5 m. de areniscas calcáreas masivas.
- 5 m. de areniscas calcáreas en finos estratos.
- 3 m. de areniscas calcáreas masivas.
- 5 m. de areniscas calcáreas en finos estratos.
- 7 m. de conglomerados poligénicos de matriz arcillosa.
- 5 m. de dolomías y areniscas calcáreas.
- 5 m. de areniscas calcáreas con fósiles.
- 3 m. de calcarenitas.
- 2 m. de areniscas calcáreas parcialmente dolomitizadas.
- 2 m. de calcarenitas masivas con fósiles.
- 8 m. de areniscas arcillosas parcialmente dolomitizadas, en finos estratos.
- 10 m. de areniscas dolomitizadas en estratos métricos.
- 10 m. de microconglomerados poligénicos de matriz arcillosa.
- 5 m. de calcarenitas con Nummulites.
- Unos 50 m. de calizas levemente dolomitizadas en gruesos estratos con intercalaciones de calcarenitas.

En la serie levantada pueden agruparse tres tramos de distinta permeabilidad. Los 62 m. iniciales corresponden a unas areniscas calcáreas bastante arcillo-

sas, y por lo tanto de pobres características hidráulicas. En los 35 m. siguientes disminuye el contenido en arcilla y aumenta el de carbonato cálcico, parcialmente sustituido por dolomita; sus características hidráulicas son más favorables, pero no del todo óptimas. Por último, el tramo superior calizo con dolomitización secundaria muy restringida, es el más interesante, bajo un punto de vista hidrogeológico, a pesar de que se trata de una caliza micrítica de escaso o nulo valor de porosidad primaria; la permeabilidad es referida exclusivamente a los conductos kársticos de gran escala, difíciles de localizar.

### 3.2. TECTONICOS

El análisis estructural debe realizarse desde la micro hasta la macro escala; no obstante, para poder explicar la dinámica del karst, las estructuras referidas a la primera, incluso a la mesoescala, suelen tener tanta o más importancia que las macroestructuras.

El pequeño cerro, situado inmediatamente al Sur del paraje de Las Anguilas donde aflora la roca acuífera, se trata del flanco de un pliegue con dirección de la estratificación aproximadamente N.40E. y buzamientos de 35-45º hacia el NO. Esta estructura monoclinial se interrumpe hacia el Sur por una falla directa de dirección casi E.-O. Pueden distinguirse dos juegos fundamentales de fallamiento. Uno, formado por dos lotes conjugados (N.30O y O-E) que son fracturas de compresión; y el otro, de dirección N.40E. (coincide sensiblemente con la dirección principal de la estructura) que corresponde a fracturas de distensión.

Esta fracturación, especialmente la de tipo distensivo, es la que origina superficies de debilidad erosiva, que el agua meteórica y subterránea utilizará en su circulación, mientras que el resto de las calizas, no afectadas por fracturación, permanecen con una estructura cerrada e impermeable. El fenómeno, a escala de tiempo geológico, no es más que un proceso sucesivo de disolución en los planos de fractura y a veces también en los de estratificación.

La demostración de lo expuesto se confirma en la posición de la antigua fuente de Las Anguilas, localizada en la zona de intersección de tres fracturas, pero fundamentalmente de dos: una de dirección N.30O. y buzamiento 65º hacia el SO. y otra que retoca el plano de estratificación, con dirección similar a éste y buzamiento 60º hacia el NO. La salida se produce, pues, en el punto de cota más baja y donde confluyen condicionantes estratigráficos y tectónicos.

### 3.3. ANTROPICOS: SOBREENPLOTAION

La acción del hombre, mediante la sobreexplotación a la que somete el acuífero, modifica el estado de equilibrio natural del sistema kárstico. Para analizar este fenómeno, vamos a hacer primero una descripción de esta actuación en el

paraje de Las Anguilas, caracterizada por su laboriosidad y continuidad en el tiempo. En la Fig. 3. están situadas todas las captaciones realizadas.

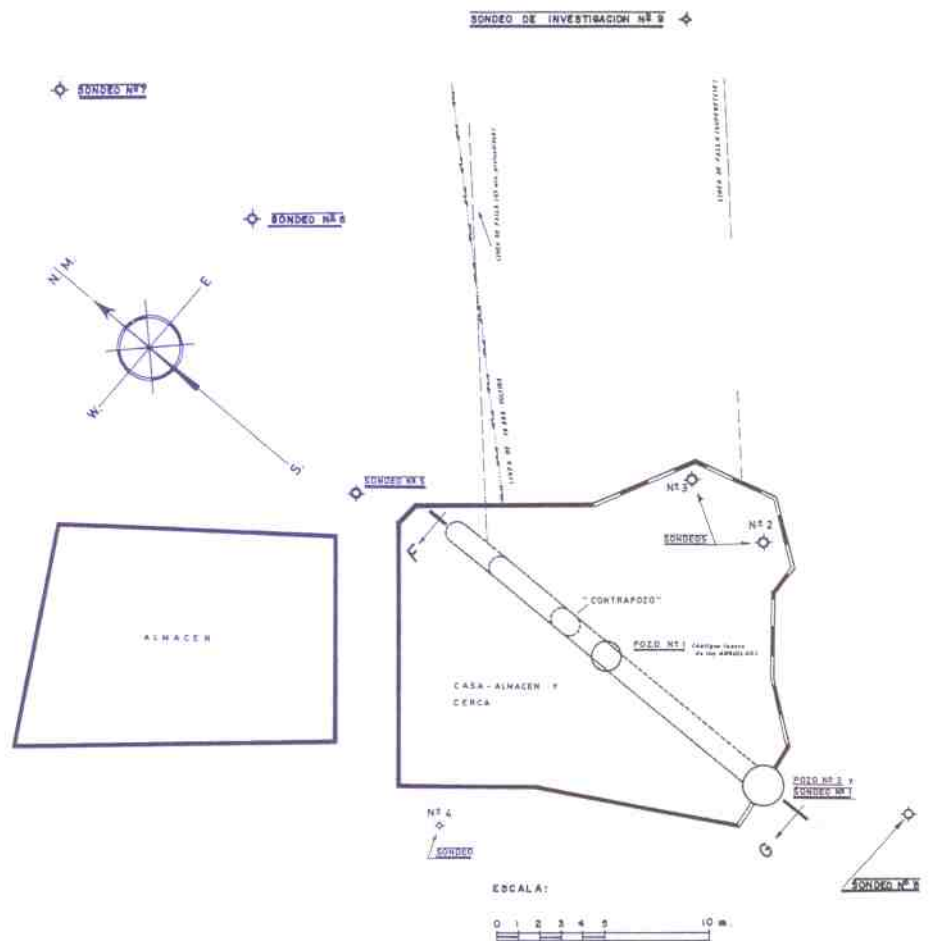


Fig. 3. Situación en planta de los pozos y sondeos en el karst de Las Anguilas (Murcia).

### 3.3.1. Pozos y galerías

El primer pozo comenzó a construirse en el año 1.936, con 1,8 m. de diámetro alcanzando los 18 m. de profundidad. Esta explotación afectó poco el régimen natural de la fuente, pues en invierno alcanzaba fácilmente la media de 500 l/s, mien-



tras que en el verano quedaba reducida a un pozo-charca. En 1.960 tenía 36 m. y 43 m. en 1.969, cuando se encontró una caverna de 9 m. de altura de los cuales 3 metros tenían agua.

Para facilitar las labores de explotación, en 1.962 se comenzó a realizar el pozo nº 2 (Fig. 4.).

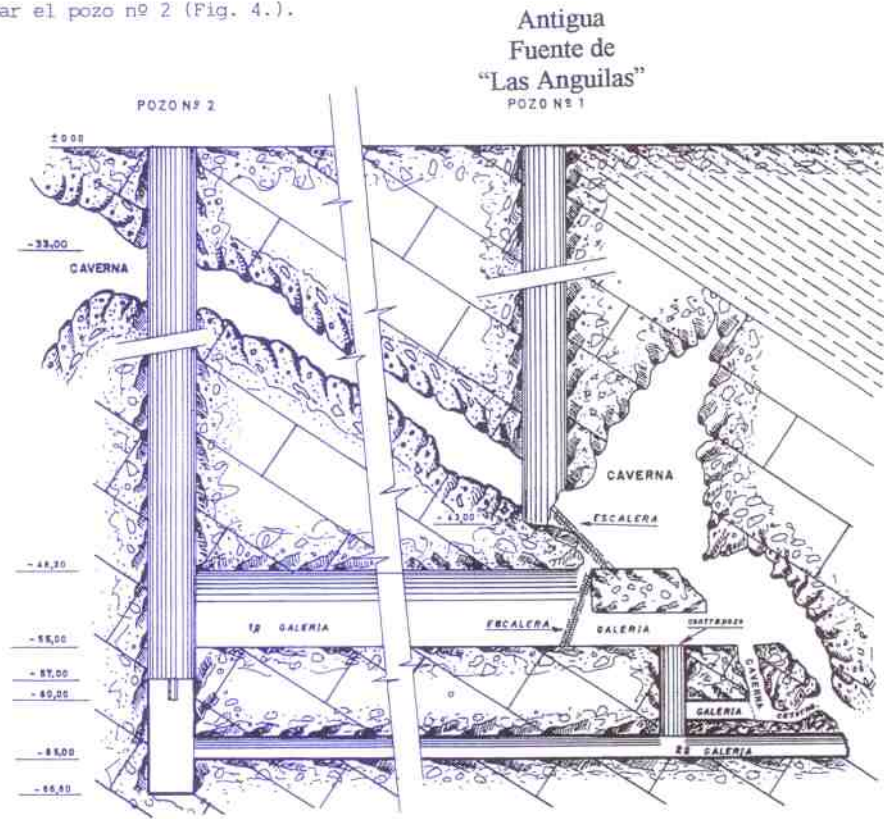


Fig. 4. Karst de Las Anguilas (Murcia): esquema de la sección G-F de los pozos 1 y 2.

Sus labores se iniciaron cuando el agua estaba en el pozo nº 1 a 27 m. de profundidad. A los 33 m. se localizó una caverna, ascendiendo el agua hasta el nivel del pozo nº 1; destacaremos los 6 m. de calizas atravesadas por debajo del nivel piezométrico sin que liberaran la más mínima gota de agua. Conforme se acentuó la explotación, se reprofundizó hasta el metro 50; desde los 48,3 m. (muro) de profundidad, se inicia una galería con dirección hacia el pozo nº 1, de 1,7 m. de -

altura. Esta se perforó totalmente seca, hasta que localizó la caverna que se explotaba en el pozo nº1 (con el agua a 44 m. de profundidad); la impermeabilidad de las calizas era tal que para establecer la comunicación fue necesario abrir un boquete con barrenos de microrretardo desde superficie.

A medida que descendían los niveles del agua, el suelo de la galería se fue rebajando desde el metro 50 hasta el 55; paralelamente el pozo nº 2 se iba profundizando, manteniendo su fondo siempre 2 m. por debajo del suelo de la galería para poder alojar la bomba. Cuando la altura de la galería alcanzó los 6,7 m., debido a su peligrosidad, se decidió abandonarla y realizar una segunda a 65 m. de profundidad (muro), de 20 m. de longitud, también hacia la caverna explotada en el pozo nº 1.

Esta nueva galería comenzó a construirse 10 m. por debajo de la superficie piezométrica del momento, totalmente en seco. Sin embargo, no se logró tocar la caverna al no progresar ésta en profundidad, dándose la paradoja de haberse construido un tunel seco por debajo (unos 8 m.) de un conducto kárstico lleno de agua. Hubo de realizarse, entonces, un contrapozo desde la galería abandonada hasta ésta nueva y a mitad de altura se realizó una nueva galería intermedia, la cual consiguió cortar (a los 2 m. de avance) la caverna explotada en el pozo nº 1. Con la segunda galería, que se concluyó a principios de 1.982, hubo agua para dos años, pero a consecuencia de la sobreexplotación tuvo que ser abandonado este tipo de captación, para dar paso a una nueva etapa de realización de sondeos, aún no concluida.

Al relatar estas experiencias se nos viene a la memoria el "milagro" de Moisés descrito en el Exodo (capítulo 17, versículo 6 y 7), que lleva por título "Brotó el agua de la roca de Horeb"; y donde cuenta que le dijo Yavé: "Hiere la roca y saldrá de ella agua. Hízolo así Moisés en presencia de los ancianos de Israel y dió a este lugar el nombre de Masá y Meribá". A falta de comprobar que el tipo de roca fuese una caliza (pues estos nombres de localidades que cita la Biblia, no han podido ser identificados con sus correspondientes actuales), pensamos que el tal "milagro" a lo mejor no lo fue y simplemente se trató de una de las "peculiaridades" complejas que puede ofrecer el Karst, como es el circular por el interior de una roca próxima a la superficie, aunque ésta presente una disposición inclinada o incluso vertical, sin que se observen signos de zona saturada, sobre el terreno, por debajo de la cota de circulación. Esto no nos debe de extrañar, pues en Alcoy (Alicante), en pleno plano de falla, ubicada en calizas del Eoceno, sale la fuente del Chorrador de 50 l/s a una altura de 4 m. por encima de la línea de falla que pone en contacto las calizas permeables del Eoceno con las margas impermeables del Mioceno - sin que en esta línea, que sería lo esperado, haya siquiera signos de filtración de agua.

### 3.3.2. Sondeos

Vamos a indicar sus características principales, correspondiendo el número de orden a su cronología de realización (ver Fig. 3. y 5.):

Sondeo nº 1. (1.962). Su ubicación coincide con el pozo nº 1. Profundidad total 66,8 m. A los 33 m. se encontró la caverna puesta de manifiesto en el pozo nº 2., ascendiendo el agua a su nivel general (27 m.).

Sondeo nº 2.(1.978). Profundidad total 130 m. Está totalmente perforado en rocas carbonatadas. Se localizó solamente una caverna, seca, en los metros 31-35 (el nivel piezométrico estaba en esos momentos a 40 m. de profundidad). La acidificación resultó infructuosa pues el ácido circuló por los conductos secos, saliendo por el pozo nº 2 con el que estaba comunicado. El caudal de explotación (inferior a 2 l/s) procede de los tramos litológicos inferiores (poco permeables).

Sondeo nº 3. (1.979). Profundidad total 100 m. Se tocó una caverna seca en los metros 23-25. Antes de echar ácido se trató de tapar la caverna con 3 toneladas de piedra, lo que fue imposible de conseguir, por lo que se abandonó la idea, considerando la experiencia de la actuación realizada en el sondeo nº 2.

Sondeo nº 4. (1.979). Profundidad total 150 m. El contacto entre las margas del Mioceno y el Oligoceno se sitúa a los 25 m. Se tocó una caverna a los 60 m. y el caudal de explotación se estableció en 3 l/s.

Sondeo nº 5. (1.982). Profundidad total 100 m. Las calizas del Oligoceno se cortaron a los 30 m. Entre los metros 66 y 70 se atravesó una caverna. Mientras el nivel piezométrico no descendió de los 70 m., el caudal de explotación fue de 85 l/s.

Sondeo nº 6. (1.983). Profundidad total 152 m. Se cortaron las rocas carbonatadas en el metro 55, tras atravesar una serie margosa del Mioceno. A los 60 m. se cortó una zona fisurada seca, a los 80 m. otra de iguales características y en el metro 144-150 una caverna con agua, con un caudal de explotación de 52 l/s.

Sondeo nº 7. (1.983). Profundidad total 202 m. Las calizas se cortaron en el metro 80. La caverna se cortó en los metros 130-145, subiendo el

agua hasta el nivel piezométrico del momento (80 m. de profundidad); una segunda caverna se atravesó entre los metros 163 y 168. El caudal de explotación fue de 150 l/s.

Sondeo nº 8. (1.985). Profundidad total 266 m. Está emboquillado en calizas, habiendo cortado los tres tramos representativos de la serie oligocena; se finalizó en un conglomerado poligénico de matriz arcillosa. Sólo atravesó una zona fisurada en el metro 144, que fue la que aportó los 5 l/s, máximo suministrado por el sondeo.

Sondeo nº 9. (1.985). Profundidad total 173 m. A los 2 m. cortó las calizas. Al igual que en el sondeo nº 8., se atravesó la serie completa. Calizas micríticas hasta el metro 145, primer y segundo tramo hasta el metro 165, a partir del cual se cortó un nuevo tramo carbonatado (Jurásico?). Fue en el contacto con este tramo donde, entre el metro 165 y el 167 se encontró una caverna, ascendiendo el nivel hasta los 120 m. En una "hueca" seca, atravesada en los metros 39-40, se han encontrado unos gasterópodos turriculados.

### 3.3.3. Evolución de la dinámica kárstica con la sobreexplotación.

Del análisis de los datos hidrogeológicos aportados por pozos, galerías, y sondeos, se confirma que los conductos kársticos se localizan en los niveles calizos del tramo superior del Oligoceno y del Jurásico?.

En lo que respecta al acuífero oligoceno, los conductos están ligados a fallas, más desarrollados cuando son de relajación o en zonas de conjunción de varias fracturas pertenecientes a distintos sistemas. Estas superficies de disolución preferente puede preverse su captación en profundidad mediante medidas de dirección y buzamiento de las fallas más importantes en superficie, o bien en los casos en que dichas fracturas no afloren, pero que se intuye su existencia bajo rellenos discordantes, se deberán localizar mediante Geofísica y sondeos de investigación.

Las superficies de desarrollo del karst en los sondeos analizados son preferentemente dos en el Oligoceno: la superior, que es la más importante, se localiza en los 2/3 superiores del tramo calizo, mientras que la segunda se sitúa en el contacto de éste con el tramo intermedio de areniscas calcáreas dolomitizadas.

La karstificación en el acuífero jurásico? parece desarrollarse, al menos, en el techo del mismo. Este criterio no tiene por qué variar en otros pun-

**CORRELACIONES HIDROGEOLOGICAS EN EL KARST DE LAS ANGUILAS (MURCIA)**

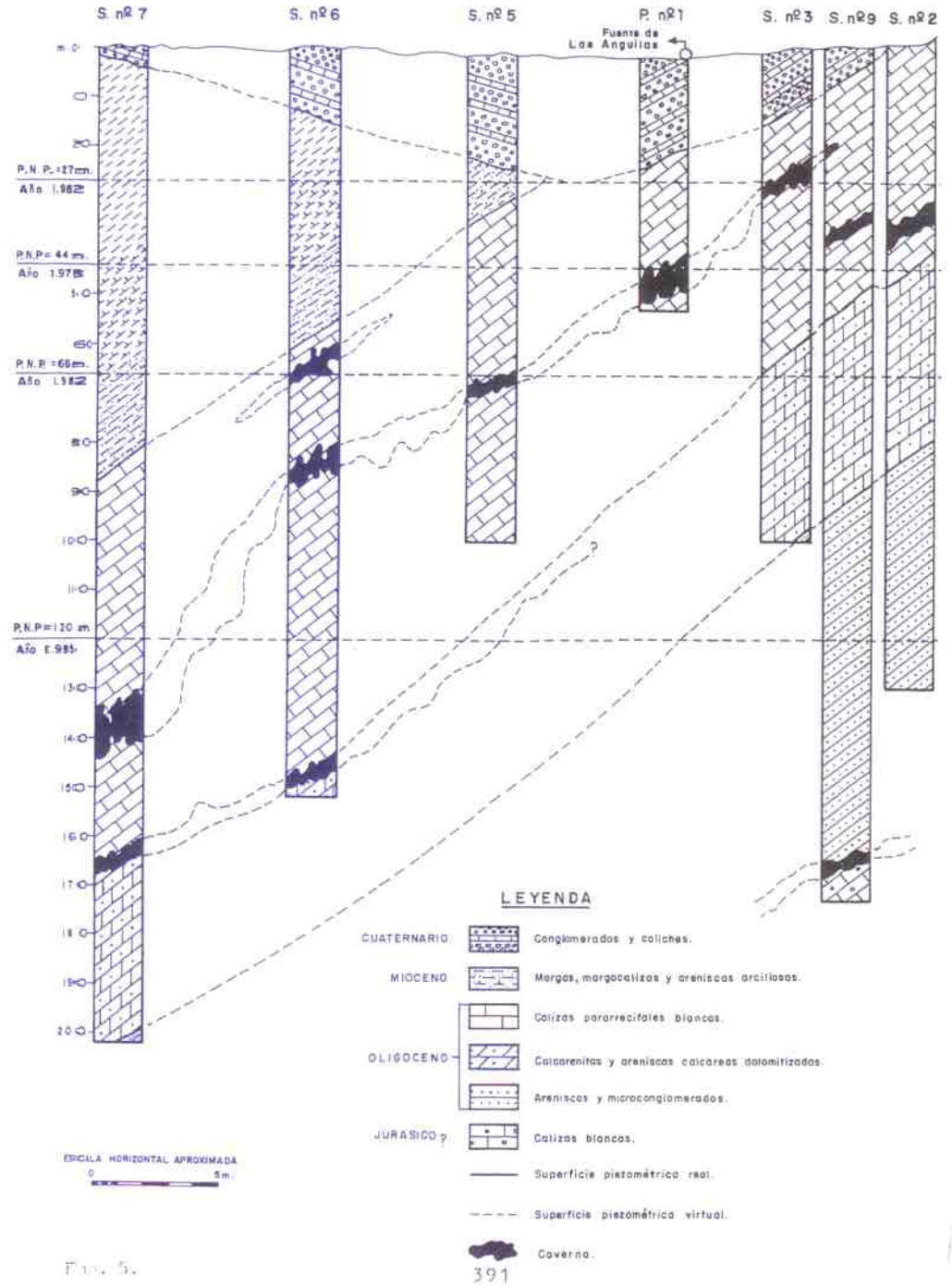


Fig. 5.

tos del sector

En condiciones naturales, los conductos kársticos mejor desarrollados - están situados en la zona próxima al nivel piezométrico pues, como consecuencia de las precipitaciones y fuertes explotaciones en el acuífero, se produce un proceso continuo de sobrepresión en los conductos kársticos (cuando existe circulación forzada en los períodos de aguas altas) y aireación (cuando la circulación es libre en períodos de aguas bajas) que aumenta el tamaño de éstos. Este tipo de proceso, que se hace más intenso en las zonas de transición entre acuífero libre y acuífero cautivo, es típico de la zona de coincidencia del techo del acuífero con el nivel piezométrico, y es tanto más eficaz cuanto más vigorosa es la dinámica de los dos términos del proceso; pero dada la impermeabilidad de las calizas, también puede ir asociado a conductos kársticos en donde el techo del acuífero esté erosionado por encima de ellos.

Resulta fácilmente comprensible que estos fenómenos se puedan ver activados y reconducidos por la acción del hombre en el caso de que éste someta al acuífero a sobreexplotación. Intimamente relacionado con el descenso, nuevos sectores más inferiores de la red de conductos kársticos experimentan una mayor erosión disolvente, al pasar a ocupar la zona de sobrepresión-aireación.

En la Fig. 5. pueden verse unas correlaciones hidrogeológicas, entre sondeos y pozos, en el karst de Las Anguilas..

#### 4. METODO DE PROSPECCION EN ACUIFEROS KARSTICOS

De acuerdo con lo dicho hasta ahora, se deduce que para conseguir resultados positivos en la prospección de acuíferos kársticos, es necesario captar en los sondeos los canales subterráneos en su zona saturada; por otro lado se ha dicho que éstos se sitúan en los niveles más calizos, ligados a fracturas de relajación y que presentan una mayor importancia en el techo del acuífero de la zona saturada por existir una mayor erosión disolvente al darse ahí un proceso de sobrepresión-aireación.

Por lo tanto, lo primero que hay que ver es donde se localizan los niveles más calizos de una serie y luego hacer que coincida el techo de los mismos con el nivel piezométrico en ese momento; en el caso de que se trate de un acuífero exclusivamente calizo, se procurará hacer coincidir la zona de acuífero libre-acuífero-cautivo con el nivel piezométrico; para ello basta con calcular, en base al buzamiento de los estratos, cual debe ser la distancia en superficie a la que hay que situarse del contacto permeable-impermeable, para que en profundidad se toque al -

mismo tiempo el acuífero y la zona saturada de éste. Ya se ha dicho que en el techo del acuífero es donde se localiza el mayor número de fracturas; sin embargo, si en superficie se observa la traza de una sima-falla, ligada a distensión, el plano que se ha de procurar hacer coincidir en profundidad con el nivel piezométrico ya no será el del acuífero libre-acuífero cautivo, sino el de esta fractura. De esta manera, se procedió en el caso de Las Anguilas, aconsejándose que se retiraran del afloramiento oligocénico (pues todos los sondeos los hacían próximos a la antigua fuente de Las Anguilas) y así se realizaron los números 6 y 7, que son los únicos que se explotan en la actualidad.

Este método se viene aplicando desde más de diez años por uno de nosotros, (T. Rodríguez Estrella), dando resultados muy positivos en más del 90% de los casos, en las provincias de Murcia, Albacete y Alicante.

##### 5. EL KARST DE LAS ANGUILAS COMO BIOTOPO RECIENTE

El toponímico de "Fuente de Las Anguilas" se debe a que desde siempre a estos teleósteos se les vió nadar en las cristalinas aguas de la superficie. Con la bajada de niveles y la construcción de los pozos 1. y 2., estos peces quedaron cautivos en ellos, siendo en 1.978 la última vez que se les vió. Si se tiene en cuenta que no existen otros accesos al karst, por vía de escorrentía superficial, que los pequeños arroyos que originan las fuentes ya indicadas del sistema; que



Fig. 6. Ejemplar de *linnaea palustris* (MULLER)

éstas no han emergido desde mayo de 1.977 (en la de Las Anguilas salieron 100 l/s durante un mes); que la última vez que se vieron las anguilas fue en 1.978 en el fondo del pozo 1., donde Andrés Rubio (el encargado) cogió una para comérsela y que ésta medía cerca de 1 m. de longitud (hembra), se llega a la conclusión de que

las anguilas quedaron prisioneras (seguramente desde 1.960, que fue cuando se edificaron las construcciones alrededor del pozo nº 7 con el fin de adecuarlo mejor para la explotación) y a juzgar por su tamaño, éstas se habrían desarrollado a 50 metros de profundidad en el agua del interior de la tierra durante casi 20 años, tiempo que roza el límite de vida de estos malecopterigios. Es de suponer que ya se hayan extinguido pues, como se sabe, para desovar necesitan marcharse al mar de los Sargazos.

Otro de los hechos que demuestran la existencia de una biocenosis en el karst, hasta tiempos muy recientes, es la presencia de moluscos de agua dulce, como los gasterópodos turriculados extraídos en el sondeo nº 9., pertenecientes al tipo *Linnaea palustris* (MULLER). Los ejemplares recogidos no presentan ningún tipo de fosilización y pudieron vivir algún tiempo después de descender el nivel de agua, en zonas secas, como por ejemplo en las cavernas en las que fueron encontrados.

#### 6. CONCLUSIONES

Con todo lo expuesto anteriormente se puede concluir lo siguiente:

1º) Las rocas acuíferas aquí representadas, son todas impermeables por sí mismas, incluidas las pararrecifales de Algas, como ha podido verse en la segunda galería, que a pesar de situarse 10 m. por debajo del nivel piezométrico, estaban totalmente secas.

2º) El agua circula exclusivamente por los canales kársticos; según esto la teoría de la existencia de "ríos subterráneos", en calizas, que mantiene el zahorí y que con tanta firmeza hemos atacado los hidrogeólogos, en muchas ocasiones es cierta, ya que si no se tocan estos "ríos" en un sondeo, es posible que no haya ni agua; lo cual no quiere decir que estamos defendiendo al zahorí, pues incluso en esta teoría se equivoca, ya que no tiene en cuenta que estos conductos están generalmente intercomunicados, de tal manera que, tan pronto se tocan, el agua asciende hasta situarse en la cota regional de la superficie piezométrica, por efecto de los vasos comunicantes.

3º) Los conductos kársticos están localizados en los niveles más calizos; de ahí que aparezcan en las calizas de Algas del techo del Oligoceno y en las calizas oolíticas del Jurásico?, tocadas éstas últimas, solamente en el sondeo nº 9. Los materiales dolomíticos y areniscosos intercalados, presentan un carácter kárstico muy reducido.



49) Los canales kársticos están ligados a fallas y aquellos aparecen más desarrollados si éstas son de relajación. En la Fig. 5. se puede ver que, en el techo del acuífero existe una sima-falla, de dirección N.40E. (paralela a la estructura) que presenta un buzamiento de 60º, mientras que el buzamiento de los estratos es de 45º; esta sima, que constituye un nivel kárstico superior, se toca en el pozo nº 1. a los 45 m. y en los sondeos situados al Norte de éste, aunque, lógicamente, a profundidades mayores a medida que nos retiramos cada vez más del cerro. Asimismo se ha detectado un nivel kárstico inferior a 165 m., sólo en el sondeo nº 9, cuya evolución en el espacio se desconoce; asimismo, es posible que exista un nivel kárstico intermedio, discontinuo y de menor importancia que los otros dos.

59) También la acción antrópica del hombre, mediante la sobreexplotación, hace que estas zonas preferenciales de paso, se desplacen de un sitio a otro con el tiempo; en efecto, íntimamente ligado con el descenso de niveles, nuevos sectores más inferiores de la red de conductos kársticos experimentaron una mayor erosión disolvente al pasar a ocupar la zona de sobrepresión-aireación.

69) Resulta casi imposible detectar desde la superficie por donde pasan los conductos kársticos, dándose con mucha frecuencia (y aquí se ha visto también) que sondeos muy próximos entre sí, uno los capta y el otro no, repercutiendo, lógicamente en el éxito de los mismos. Nosotros hemos aplicado en Las Anguilas un método de prospección, que uno de nosotros (T. Rodríguez Estrella) viene poniendo en práctica desde hace unos 15 años en el Sureste Español con resultados positivos de más del 90%, y también aquí se ha cumplido. El método es "hacer que coincida, en un sondeo, el nivel piezométrico con una sima-falla; con la zona del techo del acuífero, si éste es uniformemente calizo; o con la parte superior de los materiales de mayor contenido en carbonato cálcico, si existen diversas rocas carbonatadas en el conjunto permeable". En el caso concreto de Las Anguilas, a medida que iban descendiendo los niveles, por efecto de la sobreexplotación, hubo que ir retirándose del cerro para tratar de coger el techo del acuífero, cada vez más bajo; cuando así no se hizo, con anterioridad a nuestras sugerencias y dejados llevar por la opinión del zahorí, los resultados fueron pésimos, con caudales inferiores a los 5 l/s.

79) Todas las explotaciones llevadas a cabo, hasta ahora, en el paraje de Las Anguilas, se asientan sobre el nivel kárstico superior ligado a las calizas de Algas del Oligoceno; sin embargo, se ha podido ver en el sondeo nº 9, que existe otro nivel kárstico más inferior y más interesante todavía, ligado a las calizas del Jurásico (representadas claramente sobre el Oligoceno en el

borde oriental del sistema) y que creemos, que a partir de ahora, debe ser el objetivo principal para la captación de aguas subterráneas en este sector de Sierra Espuña.

#### BIBLIOGRAFIA

CVLJIC, C. (1.918): Hydrographie souterraine et evolution morphologique du karst. Rec. Trau. Inst. Geogr. Alpine, 6, nº 4. pp. 1-56.

IGME. (1.982): Estudio hidrogeológico de la Comarca Caravaca-Cehegín. (Murcia). - 4 t.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1.973): "El sistema hidrogeológico del sinclinal de Calasparra". V. Coloq. de Inv. sobre el agua. San Sebastián.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1.978): "Geología e Hidrología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la zona Prebética". Tesis doctoral Univ. de Granada (publicada en 1.979 por el IGME).