

# Hidrogeología del Norte de sierra España (Murcia)

POR

**ARTURO VALENZUELA**

*Licenciado en Ciencias Químicas  
Colaborador del Seminario de Geografía*

INTRODUCCION.

I SITUACION GEOGRAFICA Y MORFOLOGIA

II. GEOLOGIA.

- a) Estratigrafía.
- b) Tectónica.
- c) Geomorfología; el carst fósil.
- d) Técnicas de verificación.

III. HIDROLOGIA.

- a) Hidrología epigea.
- b) Hidrología cárstica; el carst viviente
- c) Técnicas de verificación.

IV. CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

## INTRODUCCION

El problema fundamental planteado en el Sureste y concretamente en nuestra provincia de Murcia, para la transformación de secanos en regadíos, es la obtención de caudales rentables de agua. En función de este imperativo de tal difícil solución, se multiplican, en los últimos años, las prospecciones de agua subterránea por diversos organismos y particulares, algunas con éxito y la mayoría estériles, que nosotros sepamos.

La investigación geoespeleológica y la hidrología cárstica (circulación del agua en las calizas) están tan íntimamente relacionadas que resulta inacabado un trabajo de este tipo que no comprenda ambas cosas; siguiendo este criterio iniciamos nuestras primeras investigaciones en la parte septentrional de la sierra de Espuña en 1960 (1; véanse las notas bibliográficas al final del artículo). Más tarde, en 1962, tuvimos ocasión de avanzar positivamente en el conocimiento del carst de esta zona y durante dicho año y 1963 obtuvimos nuevos conocimientos sobre el problema, tanto por propia investigación como por trabajos de otros notables investigadores que citaremos a su debido tiempo.

Nos parece oportuno dar a conocer el estado actual de nuestros conocimientos y las técnicas seguidas para obtener conclusiones interesantes, aplicables a otros casos parecidos, muy numerosos en la provincia. Todo ello puede servir, tal vez, de orientación a futuras investigaciones de agua subterránea en régimen de circulación cárstica.

Hemos usado de métodos rigurosamente científicos, así como técnicas hoy de uso corriente en esta clase de trabajos; en ningún caso se han tenido en cuenta métodos subjetivos que desgraciadamente todavía persisten en nuestro país y que sostienen algún éxito fortuito. Debemos señalar que el trabajo está todavía pendiente de ultimar, por cuanto las soluciones técnicas finales todavía no han sido realizadas; se ha terminado

sólo uno de los cuatro sondeos de cata previstos. También se omiten algunos datos técnicos de importancia práctica por cuanto, naturalmente, tienen de reservados.

Hemos de agradecer la colaboración prestada en las primeras investigaciones por el «Grupo de Investigaciones Espeleológicas de Caravaca (Murcia)», particularmente a D. Tomás Rubio Guerrero, D. Luis Martínez Linares, D. Pedro García Bañón y D. Pedro Muñoz Gálvez, con cuya decidida ayuda pudieron realizarse estos trabajos; también al Dr. D. Juan Vilá Valentí, que se ha interesado en la publicación de este modesto trabajo, por su importante labor en beneficio de Murcia, muy querida tierra natal mía, y por su entusiasta tarea en la cátedra de Geografía de nuestra Universidad.

## I

## SITUACION GEOGRAFICA Y MORFOLOGIA

El sector objeto de nuestro trabajo queda limitado por las coordenadas  $2^{\circ} 08'$ ;  $37^{\circ} 58'$  y  $2^{\circ} 08'$ ;  $37^{\circ} 55' 20''$  y el borde de longitud 4 minutos 20 segundos, comprendido todo ello en la parte nororiental del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, hoja n.º 932 (2), donde destaca el vértice Perona (1.189 m.), siendo tal área de topografía muy accidentada, debido a su tectónica y a una intensa erosión epigea principalmente cársica.

La región relacionada con nuestro problema queda limitada al Norte y Noroeste por el río Pliego, siguiendo más al Norte las formaciones subbéticas de la sierra de Pedro Ponce; al Sur, el vértice Perona y el Espuña (1.579 m.) son los puntos más sobresaliente del área montañosa, que desaparece en el Mioceno de la línea ferroviaria Murcia-Lorca. Al Este un Mioceno transgresivo y al Oeste el núcleo de Aledo constituyen otros puntos de referencia.

El valle del río Pliego presenta una morfología típicamente miocena, con algunos testigos calizos (Las Madrigueras, Las Anguilas, etc.). Los materiales aparecen dispuestos en plano inclinado contra la parte norte de sierra Espuña, rompiendo la uniformidad de la cuenca miocena algunas lomas, de cotas entre 400 m. y 450 metros.

El núcleo del Espuña es disecado en su parte septentrional por los barrancos principales, que drenan la región estudiada desde los 1.189 m. (Perona) y 1.069 m. (Piedra del Almiraz) hasta el río Pliego, drenaje natural al que aportan sus aguas en régimen torrencial. Son los barrancos de la Hoz, que corta todo el macizo de SO. a NE. para alcanzar el río Pliego mediante un cambio de dirección SE. - NO., y el Bárbol, que desde

la Piedra del Almirez llega al río según la dirección SO.-NE. Es a todas luces esta corriente fluvial el nivel de base local, que se abre camino por el valle en dirección casi rígidamente de Sur a Norte, después de bordear

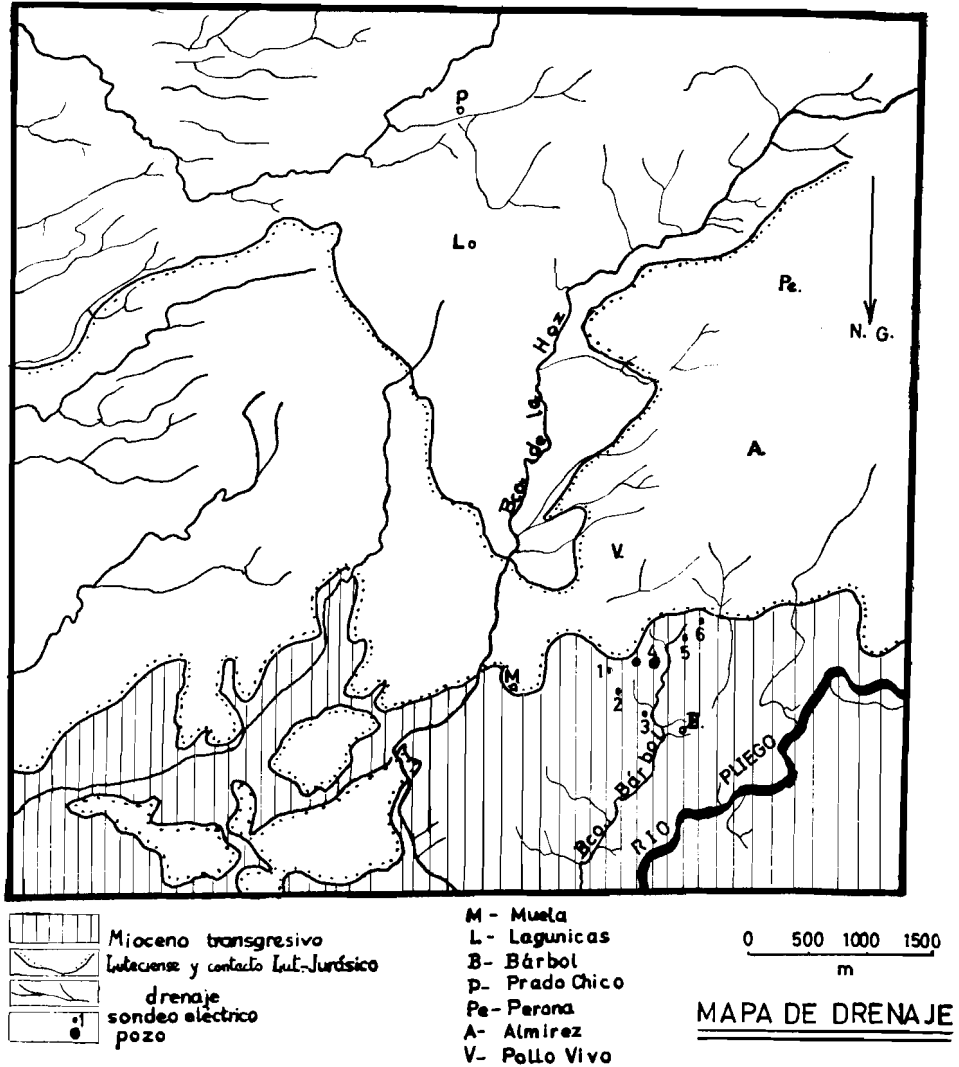


Fig. 1.—Mapa de drenaje del sector septentrional de sierra Espuña.

casi todo el macizo (río de los Tornajos o Malvariche) en dirección SO.-NE. Es evidente que el río Pliego es el colector que drena las aguas del Norte de Espuña (fig. 1).

Los barrancos de Valdelaparra y Balador drenan el lado oriental del

núcleo orográfico, pero sus aguas no son tributarias del río Pliego, ya que los cauces se dirigen hacia el Este, dirección favorecida por las pendientes en las calizas jurásicas.

Los relieves calizos en el Espuña, se presentan fuertemente carstificados y sus laderas están tapizadas por pedrizas de peligroso y difícil andar; las cumbres, origen de ramblas profundamente tajadas en la caliza, son difícilmente asequibles y sólo al finalizar meritorios esfuerzos pueden alcanzarse. Tan accidentada topografía se debe, sin duda, a una fuerte demolición del relieve por erosión epigea. Las calizas, particularmente las calizas lutecienses, muestran formas cársticas residuales muy visibles: un carst hemifósil colgado y desconectado del relieve, como veremos más adelante (1) (9), cuando hagamos referencia al carst.

## II

### GEOLOGIA

#### a) **Estratigrafía**

La estratigrafía de la región se presenta muy compleja, debido a su íntima relación con una tectónica de difícil interpretación. Numerosos investigadores han intervenido en su estudio (1) (4) (5) (6) (7) y en el momento actual se sabe bastante sobre el problema, aun cuando quedan puntos importantes por aclarar.

P. Fallot, Dupuy de Lôme y Trigueros, N. y Y. Peyre, y J. Paquet han puesto de manifiesto la complicada estratigrafía de la zona.

En términos generales, el paquete sedimentario del Espuña está representado por varias unidades superpuestas, desde el Trías hasta el Luteciense (Eoceno) y Oligoceno.

Una serie bien definida la presenta la unidad del Morrón de Totana (6) (7) que corresponde con el sector que nos ocupa al Norte del Espuña; los términos de la serie estratigráfica se distribuyen, de abajo a arriba, de la siguiente forma (véase fig. 2):

Ts = Trías superior.

Li = Lías inferior y medio.

L = Calizas liásicas.

1.—Titónico (Jurásico superior).

2.—Neocomiense (no bien definido). Cretáceo inferior.

4.—Cenomanense.

- 5.—Cretáceo superior.
- 6.—Eoceno inferior (no bien definido).
- 7 a 17.—Luteciense inferior a Oligoceno.

Un corte muy expresivo nos lo ofrece Paquet, según dicha figura 2, pero una referencia a los sectores cercanos será muy útil para nuestro

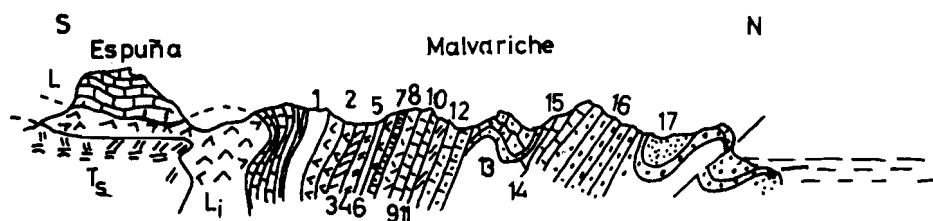


Fig. 2.—Corte del frente norte de sierra Espuña (unidad del Morrón de Totana), según Jacques Paquet (sin escala).

1.—Titónico; 2.—Neocomiense (?); 3.—Aptiense-Albiense; 4.—Cenomanense; 5.—Cretáceo sup.; 6.—Eoceno inf. (?); 7.—Ypresiense-Luteciense inf.; 8 a 16.—Continuación de la serie hasta el Oligoceno; 17.—Margas ocreas y areniscas calcáreas. Véase además las explicaciones del texto y la fig. 3.

propósito. Los barrancos de la Hoz y Bárbol se encajan en calizas jurásicas y lutecienses, las primeras compactas, con pátina gris, y las segundas, en contacto anormal, en forma de pudingas de cemento calizo con cantos rodados de 5 a 10 cm. de diámetro, que se extienden formando parte de la muela del Moclón; desde aquí hasta el Pollo Vivo, el contacto es un conglomerado heterométrico de cemento arcilloso rojizo, con elementos calizos. En las proximidades de la Casa Perucho, se ocultan estos materiales bajo formaciones margocalizas, cambio que puede representar el paso de la serie del Espuña a la serie de la cuenca de Pliego.

A Oeste del Pollo Vivo, el barranco del Bárbol diseca conglomerados lutecienses con elementos jurásicos, que entran en contacto con el Mioceno mediante arcillas sabulosas tableadas y ligeramente plegadas (cota 439) de indudable edad miocena. Los buzamientos son de dirección E.-SE. cerca de El Berro y NO. en el frente norte de la Sierra. La serie queda definida de esta manera:

#### *Eoceno:*

- 1.—Luteciense lacustre con lignitos, en el vértice Perona.
- 2.—Luteciense en conglomerado con elementos jurásicos.
- 3.—Luteciense inferior calizo.

#### *Cretáceo:*

- 4.—Cenomaniense.
- 5.—Neocomiense (Infracretáceo).



*Jurásico:*

- 6.—Titónico.
- 7.—Calizas compactas oolíticas (Dogger ?)
- 8.—Lías superior calizo.
- 9.—Lías inferior dolomítico.

El Liásico y Triásico quedan en esta parte septentrional del Espuña a gran profundidad, como consecuencia del hundimiento de todo el paquete sedimentario del Espuña hacia el Norte; su existencia se deduce de la aparición de estos materiales en el Espuña (1.575 m.). Las demás calizas de la serie jurásica están bien representadas al Este del barranco de la Hoz y del vértice Perona.

**b) Tectónica**

La estructura de la Sierra de Espuña está constituida, según los trabajos más recientes (4) (6), por hasta cinco unidades tectónicas bien definidas; el sector que nos ocupa corresponde a la unidad denominada del Mo-

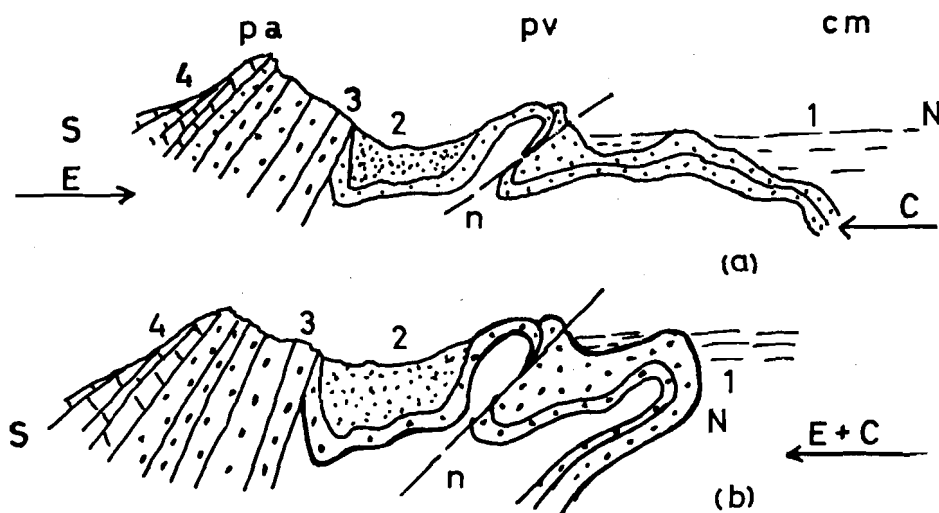


Fig. 3.—Posibilidades de plegamiento del frente norte de sierra Espuña, según ideas de J. Paquet (sin escala).

- a) Sentido Sur-Norte del empuje; E, empuje orogénico; C, oposición del Subbético.
- b) Sentido Norte-Sur del empuje.

rrón de Totana, cuyo contacto mecánico debe sumergirse a gran profundidad, al Norte de la formación.

No parece posible aceptar el contacto de las calizas lutecienses con el

Mioceno (3) (6), como un contacto por fallas, ya que sólo se advierten algunos pliegues fracturados de carácter local y el sondeo de cata de -127 m. no acusó la presencia de materiales propios de este tipo de fractura (brecha de falla); nos parece más correcta la interpretación que supone el paquete de la unidad del Morrón de Totana (6) (7) como hundiendo su eje anticlinal bajo materiales miocénicos transgresivos (fig. 3), bien empujado de Sur a Norte y consiguiente frenado por el Subbético de la sierra de Pedro Ponce, según representa el esquema (a) superior o, lo que parece más probable, sufriendo el empuje de Norte a Sur en oposición contra el Subbético (b). En este caso, el empuje ha de producir una fuerte inflexión del plegamiento que puede dar lugar a un encapuchonamiento notable de la formación; ello sólo podría saberse mediante un sondeo de gran estilo pero, de todos modos, el contacto tectónico de esta unidad quedará a gran profundidad.

La tectónica de detalle en las calizas del sector norte de Sierra Espuña

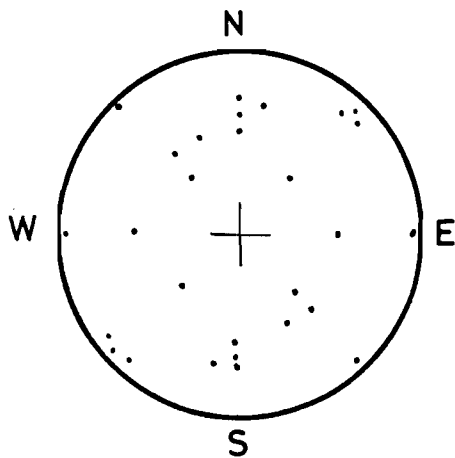


Fig. 4.—Representación estereográfica de la diaclasación en el frente norte de sierra Espuña.

ña ha sido meticulosamente estudiado ahora y presenta diaclasas de las más variadas orientaciones y estilos; podemos considerar, en definitiva, sistemas de dirección S45E-N45W, S45W-N45E; S30W-N30E, S30E-N30W, y otros menos frecuentes de dirección S-N, W-E y S60W-N60E, S60E-N60W que pueden ser los sistemas en aspa con los anteriores. La representación estereográfica que incluimos (fig. 4), resume la distribución de diaclasas en cuanto a dirección y buzamientos se refiere.

Las leptoclasas están prodigiosamente difundidas en las calizas luteocienses y aparecen menos extendidas en las calizas jurásicas, donde aprietan sus labios en profundidad, hasta su desaparición en las calizas oolíticas muy compactas.

Los empujes aludidos, además de crear una estructura bien definida en las calizas lutecienses, provocan contactos anormales entre el Luteciense y el Jurásico que se ajustan, casi rígidamente, al cauce del barranco de la Hoz, aunque algo desplazado al Oeste y que sin duda influye notablemente en la hidrología del sector.

Los contactos de las distintas unidades tectónicas son de gran importancia en relación con la hidrología regional, pero la presencia del Trías y la gran profundidad a que se encuentran hace poco sugestivos hidrológicamente estos niveles, que habría que alcanzar entre los 2.000 y los 3.000 metros.

### **c) Geomorfología; el carst fósil**

Las calizas lutecienses de la parte norte de sierra Espuña, aparecen fuertemente carstificadas en toda la extensión que hemos tenido ocasión de pisar.

Aparte una intensa acción meteorizante sobre la caliza, las formas cársticas son abundantes y muy evolucionadas; así, se observa un aparato cárstico bien definido en su zona de absorción y conducción, y la emisión es visible en un nivel de cavidades instaladas en la parte norte del núcleo orográfico con surgencias fósiles colgadas y desconectadas del relieve y de la circulación cárstica actual. El aparato consta de tres elementos, que estudiamos a continuación:

1) *Zona de absorción.*—Tiene aproximadamente unos cuarenta kilómetros cuadrados de superficie, suponiendo una cierta independencia respecto a las calizas jurásicas; en las calizas lutecienses se instalan formas de absorción de todas clases. Casi toda la zona se encuentra fuertemente lenarizada y son abundantes las formas elipsoideas y cilindroideas, con perforaciones en las calizas conteniendo agua (8) (1). Las simas Pollo Vivo, Piedra del Almirez, Hoz y Era de los Pradillos son las de mayor desarrollo, siendo la última la única que todavía actúa como sumidero; las otras tres quedaron colgadas y decapitadas por la intensa erosión epigea normal y sin actividad actual, hasta el punto de que se encuentran en las cumbres cuyo nombre llevan.

Evidentemente la zona de absorción muestra una brutal demolición y una acción erosiva poco común, probablemente de antecedencia miocena (tal vez postburdigaliense) que, desmantelando el relieve, desorganizó el carst, decapitando las formas de absorción activas.

2) *Zona de conducción.*—La conducción del carst fósil se realizó sin duda a través de una estructura como la actual, donde sus más significa-

tivas formas fueron diaclasas y leptoclasas; suspendido el aparato por las causas ya citadas, un nivel de cavidades en forma de surgencias muertas aparecen en la parte media del barranco Bárbol, y proceso glyptogénicos más complejos abren la cueva Negra, también en el frente septentrional del núcleo orográfico (17). A estas cavidades afecta igual destino que a la zona de absorción del aparato cárstico, al que acompañan en toda su evolución y fosilización.

3) *Zona de emisión.*—Surgencias muertas aparecen en todo el frente norte por doquier: la cueva Negra, las cuevas Bárbol y otras muchas, de menor tamaño e impenetrables, fueron los lugares de emisión de un carst hoy extinguido. Algunas formas han llegado a un estado tal de degradación que puede hablarse para este aparato cárstico de holofosilización (9), en el sentido de una destrucción total, quedando como vestigios las formas residuales referidas.

Así nos encontramos ante el hecho de que en este sector del norte de sierra Espuña existen huellas de un aparato cárstico que tuvo su actividad máxima precisamente en el contacto del Luteciense con el Jurásico; si actualmente este aparato cárstico se muestra como un carst fósil y suspendido, se ha de pensar en la existencia de un carst viviente en los términos inmediatamente inferiores de las calizas lutecienses y, tal vez, en las jurásicas o muy próximas a ellas, cuya circulación activa sea determinada por los mismos factores estructurales que su antecesora fósil.

El estudio de la estructura en las calizas nos lleva a la conclusión de que la circulación fósil se debía realizar preferentemente según la dirección N-NW, hacia el barranco Bárbol, de acuerdo con dicha estructura de las calizas y el buzamiento hacia el Norte de todo el paquete calizo.

#### **d) Técnicas de verificación**

La técnica más eficaz para comprobar la dirección fósil y actual es levantar meticulosamente la topografía de las formas que constituyen el aparato cárstico fosilizado; se ve entonces que de todas las formas topografiadas (1) sólo la sima Era de los Pardillos, actualmente activa como sumidero, se adapta a una estructura acorde con la dirección de circulación teórica. Las demás, se instalan sobre una estructura que favorece la circulación en direcciones S-N, E-W, W-E, preferente la de Sur a Norte; estas técnicas topográficas nos dicen que el carst actual no conduce aguas mediante los factores estructurales que instalan al carst fósil y por consiguiente el carst viviente creado al descender las aguas en profundidad, debe haberse instalado en formas estructurales solidarias; pero de ello

hablaremos más adelante. El estudio comparativo de la topografía de las formas residuales y de las surgencias fósiles, son acordes en una dirección de circulación favorecida de Sur a Norte.

En principio habíamos aceptado en nuestras investigaciones la existencia de un frente fallado en contacto con el Mioceno transgresivo, lo que tradicionalmente se venía aceptando por otros autores, excepto la escuela francesa (3) (4) (6) (7); pero las características de instalación del carst fósil, particularmente las surgencias muertas, están en contradicción con tal criterio, además de hechos estructurales hoy bien conocidos. Por ello solicitamos prospecciones geoelectricas en seis puntos del frente norte de la sierra de Espuña, mediante cuya técnica se podría efectuar una comprobación de la existencia de materiales clásticos de brecha de falla que, con toda probabilidad, habrían de encontrarse en alguno de los puntos señalados, o bien la existencia de posibles aluviones procedentes de la erosión miocena.

Las prospecciones fueron magistralmente realizadas por el Dr. Sánchez Fresneda (10) y resultaron negativas en cinco puntos de los seis que se señalaron; tales sondeos geoelectricos fueron acertadamente interpretados por el citado geólogo como capas formadas por materiales mioceños, particularmente margas, hasta 120 m. de profundidad. Las técnicas de verificación del carst viviente corroboran gran parte del diagnóstico, con alguna variante en el sondeo n.º 4, y aportan datos importantes, aunque no absolutamente precisos, pero suficientes para no poder seguir sosteniendo la teoría de un frente fallado en la parte norte del Espuña.

## III

## HIDROLOGIA

**a) Hidrología epigea**

La superficie de precipitación autóctona, aproximadamente de unos 40 kilómetros cuadrados, no es lo suficientemente amplia para poder esperar que circulen grandes cuadales de agua; la pluviosidad de la región es escasa y la falta de pluviómetros en el sector no permite conocer la precipitación media anual con exactitud. Superficialmente, las aguas tienen drenajes naturales bien definidos: Barranco del España al Sur, Valdelaparra y Balandror al Este y Tornajos-río Pliego al Oeste y Norte. Generalmente las aguas superficiales son evacuadas por estos drenajes en régimen torrencial en la estación de lluvias y van secos gran parte del año; la escorrentía es fuerte en función de fuertes pendientes, que se suavizan al llegar al Mioceno transgresivo. Se puede calcular de 12 a 16 millones de metros cúbicos el agua precipitada por año, si se toma como base de cálculo una precipitación media anual de 350 a 400 mm, lo que es muy aproximado (1); la red hidrológica epigea conduce tales caudales en más de la mitad de su recorrido por cauces excavados en calizas muy fisuradas, los lenares y formas elipso-cilindroideas retienen agua en cantidad notable y las torrenteras presentan en sus cauces, a veces, sumideros de hasta un metro de diámetro rellenos por aluviones que absorben agua; estimamos en un 60 % el agua infiltrada, por lo que la circulación epigea sólo dispone de unos siete millones de metros cúbicos al año, como máximo, que alimentan al río Pliego en régimen torrencial.

Todos los barrancos actúan con una fuerte erosión en su tramo superior, lo que determina la presencia de materiales clásticos en forma de enormes bloques (foto 4) de diversos tamaños.

Un mapa de drenaje se hace necesario para conocer lo más exactamente posible la circulación de las aguas epigeas (figs. 1 y 5) para lo que el Mapa Topográfico 1:50.000 resulta deficiente; el nuestro fue obtenido a partir de fotografías aéreas a escala 1:32.000 en donde se observa la circulación epigea muy exactamente (11). Puede verse, inmediatamente, una falta de drenaje bien definido en la parte norte del núcleo orográfico en donde sólo el barranco de la Hoz se muestra en todo su trayecto como drenaje eficaz; más adelante obtendremos resultados importantes de ello.

### **b) Hidrología cárstica; el carst viviente**

De las investigaciones ya realizadas se desprende que un 60 % de las aguas precipitadas se infiltran en las calizas lutecienses, o sea, aproximadamente unos nueve millones de metros cúbicos al año circulan subterráneamente mediante un carst viviente, cuya profundidad y sentido de circulación había que determinar con la mayor precisión posible.

De acuerdo con la estructura, si los planos de estratificación en el sector buzan al W. y todo el paquete calizo se vuelca y hunde su eje anticlinal hacia el Norte, la dirección de la circulación cárstica instalada en la estructura de detalle (diaclasas) ha de ser la resultante de ambas, o sea NW. o a lo sumo N-NW. Más de 500 m. de desnivel aseguran presión hidrostática suficiente, para garantizar una circulación activa que sugiere, inmediatamente, un carst juvenil con predominio de las formas de erosión en el sistema conductor; indicio alentador lo constituye la suma Era de los Pradillos. La presión hidrostática del carst viviente provoca, en la época de grandes precipitaciones, varios rebosaderos (*trop pleins*), de los cuales citaremos Las Pedrizas, Madrigueras y Bárbol, que expulsan agua en notable cantidad. Alineando los rebosaderos y las formas cársticas activas conocidas, se observa inmediatamente una dirección NW. para la circulación y el nivel piezométrico queda claramente establecido.

El paso del agua cárstica bajo el Mioceno apoyado sobre el Luteciense no queda muy claro, pues los rebosaderos se instalan sobre margas transgresivas; si el carst se encuentra, como hubiese podido ocurrir, con un frente fallado, las fallas habrían actuado como colectores y los rebosaderos tendrían difícil explicación no estando sobre la falla, salvo la existencia de materiales clásticos o aluviones apoyados contra el Luteciense. Abandonada la hipótesis de frente fallado, otra solución es que el carst activo acompaña al paquete calizo en su descenso bajo el Mioceno y enton-

ces los rebosaderos sean ocasionados por una filtración de agua cárstica a presión entre fisuras de margas miocenas (fig. 5).

El carst fósil debe quedar, con toda probabilidad, próximo al carst activo. En la fuente de las Anguilas, observamos muestras de caliza muy

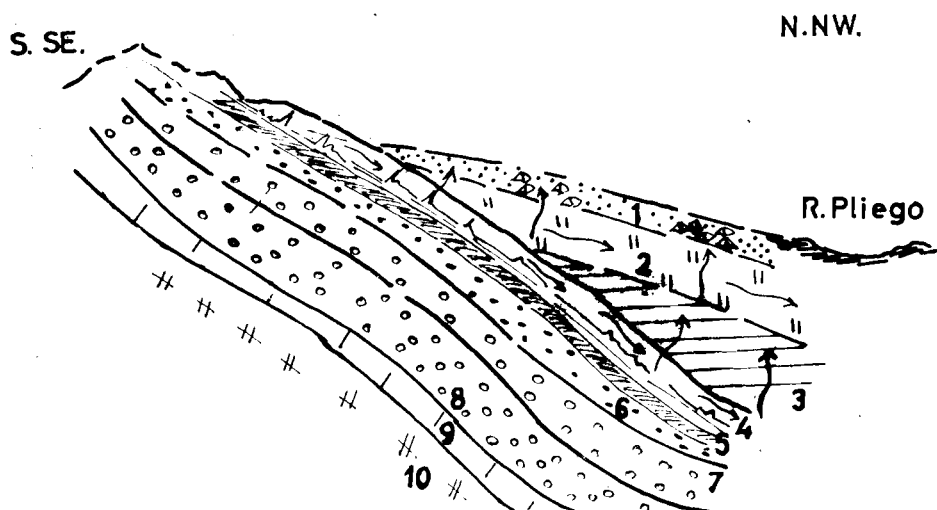


Fig. 5.—Circulación cárstica y su posible relación con el Mioceno transgresivo y el curso del río Pliego (sin escala).

1.—Bloques calizos; 2.—Margas esquistosas ocreas; 3.—Margas compactas azules; 4.—Calizas amarillo-rojizas carstificadas; 5.—Calizas compactas grises; 6.—Conglomerados calizos con elementos jurásicos; 7-8.—Conglomerados calizos con elementos margosos y dolomíticos; 9.—Calizas jurásicas, probablemente oolíticas; 10.—Dolomías, probablemente liásicas.

carstificada con concreciones de calcita extraídas de profundidad entre 56 y 60 m. El pozo Bárbol también suministra datos valiosos, pues en él se explotaron niveles de agua a -30, -40 y -50 m; una galería a -70 m. resultó estéril. Estos datos nos confirman en nuestra primera aproximación (1), que consideraba el nivel de agua cárstica entre -50 y -80 m. de profundidad.

En definitiva, el carst debe circular en calizas lutecienses carstificadas en dirección NW. y entre -50 y -80 m. de profundidad, con fuerte presión hidrostática por lo menos hasta el río Pliego, nivel de base local, sin que pueda descartarse la posibilidad de que sea «burlado» dicho nivel y un nivel de base cárstico, en relación con la sierra de Pedro Ponce, se establezca a mayor profundidad. La circulación debe hacerse a conducción forzada, o por una red de fisuras actuando como capa freática.



**c) Técnicas de verificación**

Para verificar los estudios realizados, utilizamos las siguientes técnicas:

- 1.º) Datos proporcionados por el sondeo geoelectrico n.º 4.
- 2.º) Datos obtenidos mediante la observación estereoscópica de las fotos aéreas del sector (11).
- 3.º) Sondeo mecánico de cata proyectado para 150 m. en lugar óptimo para una captación eficaz.
- 4.º) Estudio petrográfico y micrográfico de los testigos y su distribución estratigráfica.

1.º) *Datos geoelectricos*

Los sondeos geoelectricos, útiles en muchos casos, no ofrecen garantía cuando se prospectan calizas o terrenos con calizas subyacentes; en todos los casos debe usarse de ellos con cierta cautela, pero siempre aportan datos valiosos al conocimiento de la distribución estratigráfica en un punto dado.

De los seis sondeos realizados que tuve ocasión de conocer, cinco acusan la presencia de margas hasta una profundidad de 120 m.; en el mapa de drenaje señalamos los puntos sondeados y, de ellos, el n.º 4 presenta variantes en relación con los otros cinco, que pueden deberse a que las calizas son un muro para el paso de la electricidad y que sus variaciones de resistividad pueden inducir fácilmente a interpretaciones imprecisas.

El sondeo geofísico n.º 4 ofrece la siguiente serie estratigráfica entre 0 y 120 m. de profundidad, en el barranco Pedrizas o Reventón:

1.º	Tramo A, margas y terrenos poco coherentes	30 m
2.º	» B, margas	36 m
3.º	» C, margas sabulosas	22 m
4.º	» D, materiales clásticos embebidos en agua	25 m
5.º	» E, zócalo calizo base de los sedimentos anteriores	7 m
	<b>Total</b>	<b>120 m</b>

Estos valores están expresados con un error aproximado entre el 8 ó el 10 % (10).

## 2.º) *Datos por observación estereoscópica*

Mientras se realizaban los trabajos geofísicos, estudiamos muy detenidamente por visión estereoscópica las fotografías aéreas del sector (facilitadas por el servicio cartográfico del Ejército del Aire), según técnicas de Howe, Wilke y Bloodgood (12) y otros (13), observando, de acuerdo con las formas del suelo, sus drenajes y las tonalidades de color en la foto aérea, ya conocida la estratigrafía y tectónica del sector, cuáles eran los lugares que tenían las mayores posibilidades de captación del agua cárstica.

En efecto, la parte cuyo drenaje no quedó muy claro en principio, se destaca en la observación estereoscópica como drenaje típico en calizas, de acuerdo con las formas en el terreno; el drenaje no es superficial sino un drenaje subterráneo típicamente calizo. En las proximidades del contacto con el Mioceno, el carst fósil se distingue nítidamente en todas sus formas y la dirección actual del drenaje de SE. a NW. queda claramente determinada. No se puede esperar de las predicciones en cuanto a erosión se refiere, la existencia de potentes masas de aluviones o materiales clásticos, lo que creíamos en principio, lo que está de acuerdo con los sondeos geofísicos 1, 2, 3, 5 y 6, pero no con el n.º 4. Los niveles hídricos de los pozos Barbo y Anguilas tampoco concuerdan con el nivel de agua señalado por el sondeo eléctrico n.º 4, lo que ofrece una evidente contradicción.

## 3.º) *Sondeo mecánico de cata*

Como consecuencia se planteó un sondeo de 150 m., que fue realizado durante los meses de enero, febrero y marzo por D. Alfonso Sánchez Madrid, técnicamente irreprochable, obteniendo testigos de 10 cm. de diámetro como máximo. Se verificó una precisa datación y clasificación de los testigos, hecho que sería de desear en los sondeos.

La figura n.º 6, que presenta un corte a escala del sondeo, permite apreciar con exactitud el corte estratigráfico en el punto donde se realizó el sondeo eléctrico n.º 4. Según lo previsto anteriormente, el nivel de agua se presentó a -69,5 m, en una fisura o conducto cárstico de 4,60 m. y una presión aproximada a 3 atmósferas, con una capa de limo calcáreo de 1 m. de espesor. A partir de este nivel, las calizas se hacen compactas y cada vez más oscuras (no hay carstificación), hasta llegar a los conglomerados de elementos jurásicos. A 105 m, en el conglomerado, aparece una diaclasa sin funcionamiento hidrológico de aproximadamente 50 cm. de

anchura y continua el mismo material; el sondeo fue cancelado a -127,5 m. de profundidad.

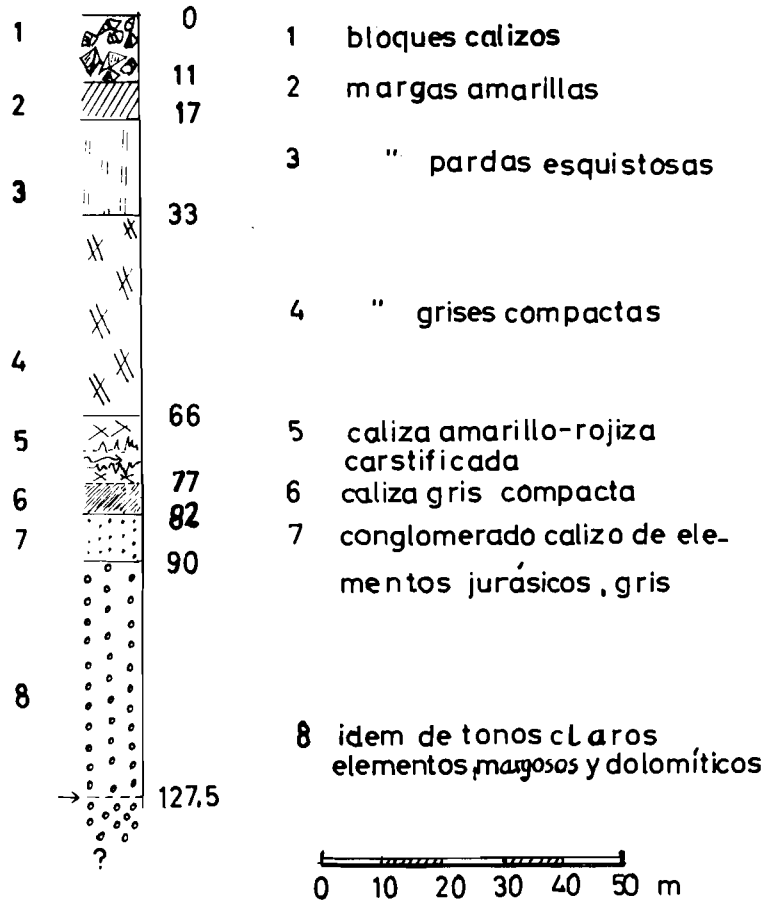


Fig. 6.—Corte a escala del sondeo mecánico de cata en el barranco Pedrizas (Reventón). El nivel del agua se halla en las calizas carstificadas a -69,5 metros.

Las calizas carstificadas tienen pues un espesor de unos 10 m. y se encuentran en las primeras capas de calizas soterradas bajo el Mioceno que en este punto alcanza 66 m. de potencia.

#### 4) Estudio de testigos

La perforación fue periódicamente controlada por nosotros, procediendo al estudio seriado de los testigos; fueron particularmente estudiadas las calizas carstificadas, que presentan la típica alteración ocasionada por

el carst. En ellas fueron hallados ejemplares de un flagelado, que presenta en su interior gránulos con toda probabilidad calizos, lo que nos hace pensar en un *Coccolithophoridae*; siendo las calizas carstificadas muy duras, será difícil diagnosticar otra cosa que el género del flagelado, lo que tiene escaso valor estratigráfico en el Terciario superior. De todos modos, muestras para su estudio le fueron enviadas al especialista Guillermo Colom, de Sóller, único que podría dar un diagnóstico exacto de la posición estratigráfica de las calizas y margas transgresivas, según su microfauna (foto 5).

El limo de la conducción de agua no es totalmente calcáreo, como era de esperar; su composición es de 65% de granos calizos y 35% de granos silíceos. Ello hace pensar que el nivel de margas y areniscas calcáreas de la parte alta de la Sierra actúe como imbibidor de agua que arrastre, al ingresar en régimen cárstico, partículas de arena y caliza (foto 6). En tal caso, el nivel referido puede actuar como regulador parcial del aparato cárstico **activo**.

Es de resaltar que el primer nivel del sondeo facilita testigos calizos en una potencia de 11 m., que interpretamos como bloques clásticos aportados por la erosión epigea, de la misma manera que los encontrados en el cauce del barranco de la Hoz (foto 4); este nivel de bloques calizos no tienen función hidrológica alguna.

## IV

### CONCLUSIONES

De los estudios hidrogeológicos realizados en la parte septentrional de la sierra de Espuña, durante los años 1960, 1962 y 1963, para conocer con la mayor precisión posible si había circulación subterránea y sus causas, se han obtenido las siguientes conclusiones:

1.º) Para la localización de una circulación hipógea es preciso conocer, precisamente y con toda exactitud posible la estratigrafía y tectónica de la región donde se ubica el sector sometido a prospección; la estratigrafía de la zona nos proporciona conocimientos valiosos sobre niveles de base cársticos y sobre los contactos anormales que pueden condicionar las aguas subterráneas y la tectónica nos proporciona conocimientos sobre la estructura en que circula el agua cárstica y el nivel de base cárstico regional, que en nuestro vaso viene representado probablemente por el contacto de la unidad del Morrón de Totana. Posteriormente la técnica aprovechará estos datos para aportar perforaciones rentables con un máximo de probabilidades.

2.º) En la circulación en calizas, deben buscarse los antecedentes cársticos de la región, mediante un estudio geomorfológico de la misma; el carst vivo da siempre indicios de su existencia bien mediante un aparato cárstico activo o fósil, bien mediante depósitos de arcilla de descalcificación (*terra rossa*) o *trop-pleins* más o menos dispersos. El sector estudiado posee una circulación típicamente cárstica.

3.º) La visión estereoscópica de fotos aéreas proporciona datos muy valiosos sobre el área en que se verifica la prospección; la confección de un

mapa de drenaje es indispensable antes de proceder a sondeos mecánicos. En nuestro caso, se descubre donde están las deficiencias en el drenaje natural, debido a la infiltración subterránea en ciertos puntos del frente norte de sierra Espuña.

4.º) El uso de fotos aéreas, permite trabajar sobre un mapa 1:16.000 exacto lo que, como es natural, no puede ocurrir con el Mapa Topográfico, del que hay que aceptar sus errores y consecuencias.

5.º) Los sondeos geoeléctricos son útiles cuando no se trata de calizas; en este caso, los cambios de resistividad son confusos y dificultan la interpretación correcta de los niveles estratigráficos. Sin embargo, pueden siempre colaborar en la determinación de las capas sedimentarias depositadas sobre las calizas, así como comprobar la existencia de ciertos materiales en profundidad. En el estudio realizado nos ha servido para poner de manifiesto la no existencia de aluviones, que habíamos supuesto en principio en las margas transgresivas, así como los niveles a que se encontraban los diversos horizontes de margas.

6.º) El sondeo mecánico de cata hasta -127 m, nos permite conocer con exactitud la estratigrafía del frente norte de sierra Espuña, así como asegurar las condiciones de circulación en el carst; al mismo tiempo, un nivel de agua puede, en su día, hacer rentables los gastos ocasionados y proporcionar datos muy valiosos para el futuro de la explotación de aguas subterráneas en el sector. En este caso, la información es escasa desde un punto de vista estratigráfico, pero era inútil realizar intentos de menos de 2.000 metros.

7.º) El trabajo científico debe preceder, en todos los casos, a la acción técnica, que será más enojosa y cara; siempre deben realizarse estos trabajos con la máxima cautela, evitando en todo momento optimismos injustificados. Sólo un pleno conocimiento del problema geohidrológico autoriza el uso de las técnicas de perforación para sondeos definitivos.

8.º) Nos parece adecuado el método empleado por nosotros para aplicarlo a otros sectores de calizas, tan difundidos en nuestra provincia, por ser más barato, seguro y eficaz que los métodos empíricos o los técnicos aplicados «a priori».

9.º) El estudio de la circulación en el área meridional del núcleo de Espuña queda por hacer, que sepamos; no está justificada la circulación en esta zona, en la que puede tener gran importancia la falla del Guadalentín, si existe. El trabajo hidrológico en todo el Sur del Espuña es de sumo interés para la promoción agrícola del Campo de Cartagena.

10.º) Sondeos de cata de 2.000 a 3.000 m. son aconsejables en el Sur y Norte de sierra Espuña, ya que permitirían conocer mejor la tectónica regional, las posibilidades hidrológicas en los contactos de las unidades

tectónicas (el Trías, concretamente el Keuper, es un serio obstáculo para el aprovechamiento económico de caudales profundos) y serían de gran valor científico para el conocimiento de las series cubiertas por el Mioceño transgresivo en relación con el Subbético.

11.º) El hallazgo del agua subterránea queda lejos de ser el principal objetivo en la prospección hidrológica; los problemas esenciales se plantean una vez conseguida su localización y explotación, por cuanto los caudales de seguridad deben ser calculados cuidadosamente (15) (16), antes de realizar inversiones que tengan por base pozos instalados en circulación cárstica.

Seminario de Geografía de  
la Universidad de Murcia  
*Publicación B, 17.*

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) VALENZUELA, A.—1960.—*Un Karst en la parte septentrional de la sierra de Espuña*.—I Congreso de Estudios Murcianos, Murcia.
- (2) DUPUY DE LOME, E. y TRIGUEROS, E.—1958.—*Mapa Geol. de Esp. n.º 932*.—1:50.000, Inst. Geol. Min., Madrid.
- (3) FALLOT, P.—1945. *Estudios Geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*.—Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C., Madrid.
- (4) PEYRE, N., Y.—1960.—*Observaciones geológicas sobre Sierra de Espuña (Murcia)*.—Not. y Com. Inst. Geol. Min., Madrid.
- (5) DUPUY DE LOME, E. y TRIGUEROS, E.—1958.—*Explicación a la hoja 932 del Mapa Geológico de España*.—Inst. Geol. Min., Madrid.
- (6) PAQUET, J.—1962.—*Contributio à l'étude geologique de la Sierra de Espuña (provincie de Murcie, Espagne)*, Ann. Soc. Geol. Du Nord, LXXXII, 9 p., 8 fig.—Université de Lille.
- (7) PAQUET, J.—1962.—*Les différentes unités de la Sierra de Espuña (provincie de Murcie, Espagne)*.—Compt. Rend de l'Academie des Sciences, Inst. Geol. Faculté des Sciences, Lille.
- (8) MONTORIOL POUS, J.—1954.—*La hidrología cárstica del Plá de les Basses...*—Speleon, V, n.º 1-2. Oviedo.
- (9) LLOPIS LLADÓ, N.—1953.—*Karst holofossile et merofossile*, II Cong. Int. Spel., París.
- (10) SÁNCHEZ FRESNEDA, V.—1962.—*Prospección geofísica en la finca «El Barbo» (Murcia)*.
- (11) Servicio Cartográfico del Ejército del Aire.—1956.—Fotos aéreas n.º 9.108 y 9.109.
- (12) HOWE, H. L., WILKE, H. R. and BLOODGOOD, D. E.—1953.—*Application of Air Photo Interpretation in the location of Ground Water*, Indiana Section Meeting, Indianópolis, U.S.A.
- (13) PARIS, M.—1949.—*Development of Drainage Maps from Aerial Photographs*, Pardue Airphoto Interpretation Lab., Pardue University, Indiana.
- (14) HOWE, R. H. L.—1955.—*Predication of Ground Water Conditions by Air Photo Interpretation*.—Pardue University, Indiana.
- (15) SCHOELLER, H.—1956.—*Zone et rayon d'appel, débits spécifiques des forages et puis. Calcul des constantes des couches aquifères et de la longueur du front d'emprunt*.—Bull. Un. Géodesique et Géophysique Int., n.º 13, 5 année, Londres.
- (16) SCHOEPPER, H.—1959.—*Hidrologie des régions arides. Progrés récents*, UNESCO. París.
- (17) TRIMMEL, H.—1963.—*Sul problema dei cicli di formazione, riempimento e sviluppo delle grotte*, Rassegna Speleologica Italiana, Fasc. 4, Como.



## RESUMEN

El presente trabajo trata de esclarecer la complicada hidrogeología de la parte septentrional de sierra Espuña, mediante métodos científicos que eviten gastos innecesarios en el momento de aplicar técnicas costosas. Se realiza un estudio de la estratigrafía, tectónica y geomorfología del sector, se aportan datos que confirman las ideas actuales sobre el problema y se aplican métodos de verificación que permiten afrontar el aprovechamiento económico de caudales cársticos con un máximo de probabilidades de éxito y mínimo costo. Mediante los resultados obtenidos se trata de establecer la necesidad de que estas investigaciones sean una fase previa a cualquier acción técnica de explotación de aguas subterráneas de cualquier clase. Las conclusiones alcanzadas constituyen una aportación al mejor conocimiento de la hidrología del sector norte de sierra Espuña.

## RESUMÉ

Le présent travail essaie d'éclaircir la compliquée hydrogéologie de la partie septentrionnelle de la sierra Espuña (provincie de Murcie), au moyen de méthodes scientifiques susceptibles d'éviter des frais superflus au moment d'appliquer des techniques coûteuses. On réalise une étude de la stratigraphique, de la tectonique et de la géomorphologie du secteur, on apporte des données qui confirment les idées actuelles sur le problème et on applique des méthodes de vérification qui permettent d'affronter la mise en valeur économique des débits carstiques avec un maximum de chances de succès et un minimum des frais. Au moyen des résultats obtenus on essaie de montrer la nécessité de ce que ces recherches soient une phase préalable à n'importe quelle action technique d'exploitation d'eaux souterraines de n'importe quelle sorte. Les conclusions qu'on a atteintes constituent un apport à une meilleure connaissance de l'hydrologie du secteur nord de la sierra Espuña.



Foto 1.—Panorámica del frente septentrional de la sierra de Espuña, pudiéndose observar el hundimiento del eje anticlinal; en primer término, contacto con Mioceno transgresivo.  
(Foto Valenzuela)



Foto 2.—Restos de una cavidad demolida por la erosión epigea normal. Carst fósil en el frente norte de sierra Espuña.  
(Foto Valenzuela)

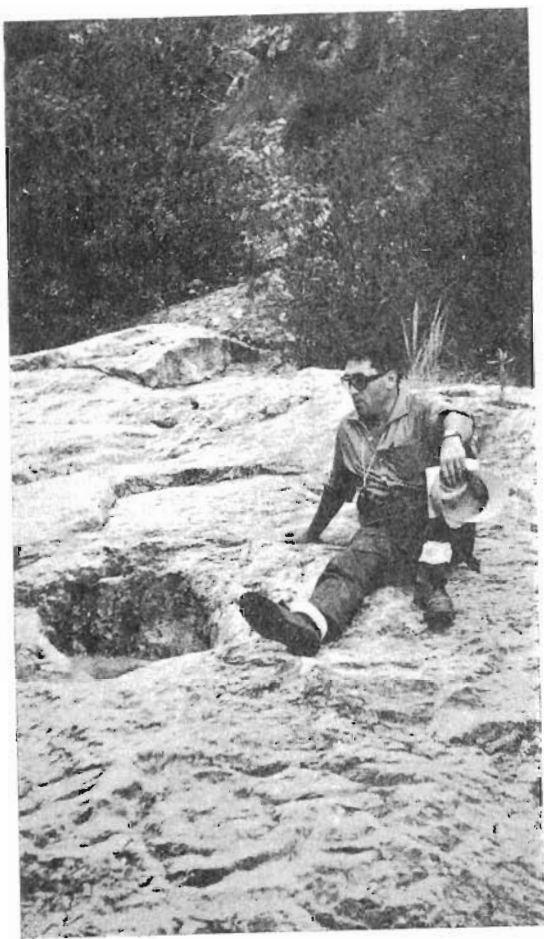


Foto 3.—Lecho calizo del barranco de la Hoz, mostrando una perforación con rebosadero (marmita)  
(Foto T. Rubio)

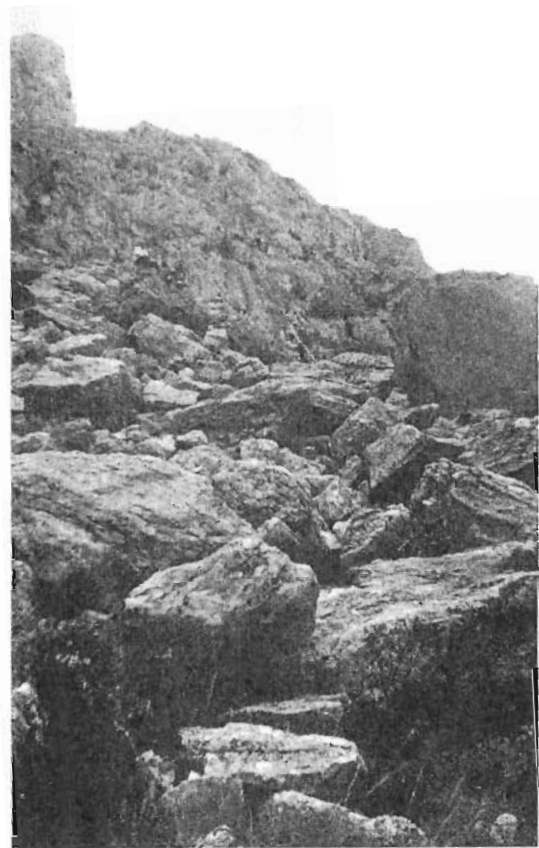


Foto 4.—Materiales clásticos en la parte alta del barranco de la Hoz  
*(Foto Valenzuela)*

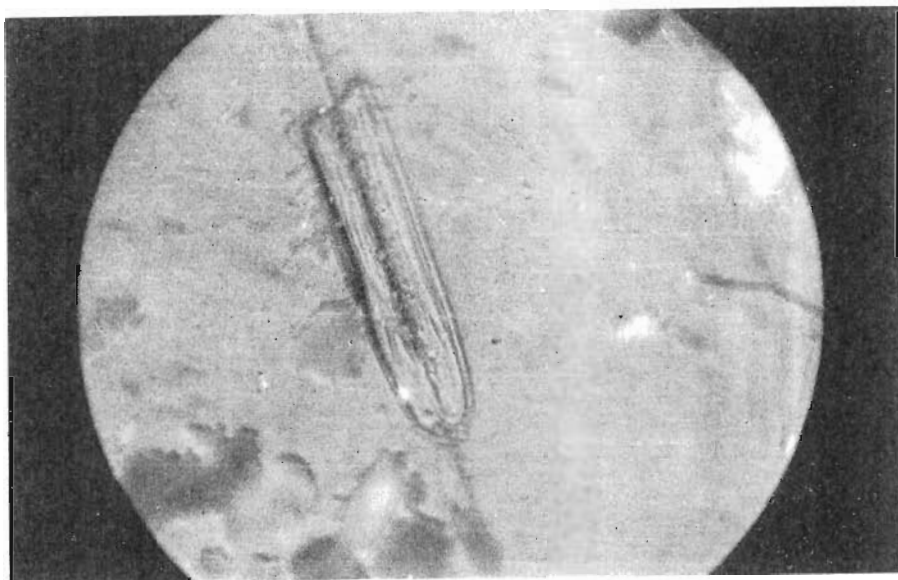


Foto 5.—Microfotografía de un flagelado en las calizas carsificadas a -70 m. en el sondeo de cata n.º 1 (geoelectrico n.º 4). El flagelado, que no es completo, es unas cinco veces la longitud del cuerpo del flagelado.

(Foto Valenzuela)

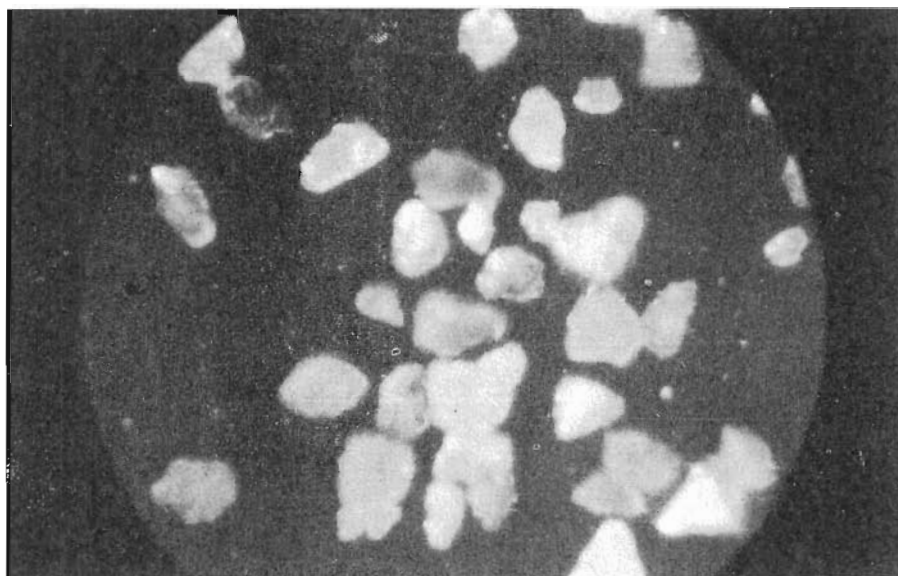


Foto 6.—Microfotografía a L. P. (60 aumentos) del sedimento hallado a -69,5 m. en la cata n.º 1 (sondeo geoelectrico n.º 4) bajo el agua cársica; granos oscuros, de caliza, y claros, de sílice.

(Foto Valenzuela)