

TIPOS DE LAPIAZ EN UN KARST MEDITERRANEO DE MONTAÑA (SIERRA DE SEGURA, JAEN)

Begoña López Limia*
Francisco López Bermúdez*

RESUMEN

La importancia de los procesos y formas kársticas en las Cordilleras Béticas ha sido subrayada por numerosos autores. Estos relieves son muy favorables a la karstificación al estar constituidos por series sedimentarias esencialmente calcáreas. La Sierra de Segura, en el sector central de aquellas morfoestructuras, muestra como rasgo morfológico esencial, el gran desarrollo de los paisajes kársticos, en los que los lapiaz constituyen un elemento destacado por su extensión y variedad. Aquí, atendiendo a las características geomorfológicas de esas formas de modelado de la superficie del karst, se presenta un ensayo de clasificación.

Palabras clave: caliza, dolomía, fisuración, karstificación, lapiaz, perforaciones, kamenitzas, mediterráneo.

TYPES OF LAPIAZ IN MEDITERRANEAN MOUNTAIN KARST (SIERRA DE SEGURA, JAEN)

ABSTRACT

The importance of karst processes and landforms in the Baetic Cordilleras have been emphasised by numerous authors. These ranges are very susceptible to karst development, being comprised of essentially calcareous sedimentary rocks. The Sierra de Segura, in the central area of this morphostructure, shows as an essential morphological feature the great development of karst landscapes, in which the lapiaz constitute an outstanding feature in their extent and variety. Presented here is an essay on their classification, paying particular attention to the geomorphological characteristics of these forms developed on the karst surface.

Key words: limestone, dolomite, fissured, karstification, lapiaz, perforations, kamenitzas, mediterranean.

Area de estudio, marco geológico y rasgos climáticos

La Sierra de Segura constituye uno de los importantes relieves de las Cordilleras Béticas, divisoria de aguas entre las cuencas hidrográficas del Segura y Guadalquivir. En el sector SW se halla Pinar Negro (Fig. 1), superficie calcárea de unos 25 km.², intensamente karstificada. Su topografía dibuja una gran depresión cerrada en donde se individualizan una sucesión de pliegues anticlinales y sinclinales de direcciones N 20º-40º E; desde el gran escarpe del Banderillas, en el flanco noroccidental de la Sierra, las escorrentías fluyen hacia el río Segura, el cual tiene su nacimiento en una gran surgencia kárstica, próxima al poblado de Pontones Alto.

Pinar Negro queda limitado al N por el Calar de las Palomas, al S por la Sierra de Cazorla, hacia el E el límite lo constituye una sucesión de anticlinales de 1.800 m. de altitud media, mientras que por el W el área queda cerrada por la cuerda del Banderillas (cota máx. 1993 m.). En conjunto la altitud media del territorio es de 1.750 m.

La geología de la Sierra de Segura ha sido estudiada, en sus diversos tramos, por Jerez (1970), Foucault (1971), López Garrido (1971), Dabrio González (1973) y Rodríguez Estrella (1979). Sus relieves se insertan en el dominio del Prebético interno, que comprende materiales carbonatados Cretácicos cuya estructura es de pliegues y fallas con desarrollo local de escamas y grandes

* Departamento de Geografía Física, Universidad de Murcia.
Dibujos y fotografías han sido realizados por José L. Montero Rodríguez.

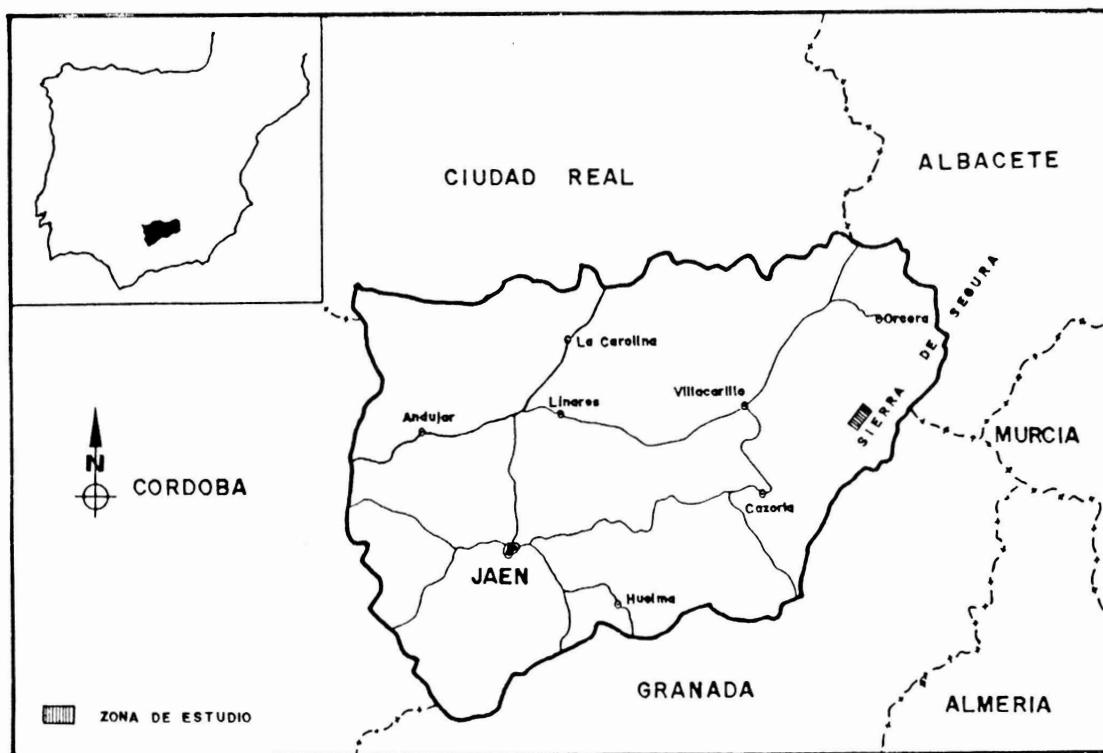


Fig. 1.—Situación del sector de Pinar Negro en la Sierra de Segura.

fallas de desgarre. La serie estratigráfica de Pinar Negro está presentada, en orden ascendente, por: calizas grises bien estratificadas en bancos delgados, arenas con algunas margas y areniscas cuya potencia oscila alrededor de los 15 m., calizas rosáceas y amarillentas, margocalizas grises de unos 20 m. de espesor, dolomías en potentes bancos en torno a los 300 m., margocalizas en bancos de 20-25 m. y, calizas y margocalizas blancas frecuentemente arenosas bien estratificadas, con espesor mínimo de unos 40 m. Todos los tramos son concordantes entre sí (Dabrio González, 1973). Los análisis de carbonatos revelan el dominio de la calcita sobre la dolomita en toda la sucesión, a excepción del tramo dolomítico donde esta es dominante. También en los tramos margosos son muy abundantes los carbonatos, por lo que se trata de margas calcíticas.

Para las rocas carbonatadas, las texturas predominantes son: bioesparitas para los niveles calizos, dolomías de grano grueso, biomicritas y biomicroruditas para los tramos dolomíticos. Estos rasgos, junto a las propiedades de solubilidad, fisuración, porosidad y permeabilidad que ofrecen las rocas, van a condicionar el origen y evolución de los lapiazes, como formas kársticas menores de superficie, bajo los diferentes sistemas morfoclimáticos que se han sucedido en la Sierra mediterránea de Segura.

Entre aquellos, los fríos, con activos procesos de gelificación, se han combinado con los procesos de disolución para desarrollar ciertas formas de campos de lapiaz,

como las superficies pedregosas tapizadas de gelifractos en forma de plaquetas.

La situación geográfica de la Sierra, orientación y elevada altitud media, determinan un tipo de área morfoclimática húmeda, templado-fría continentalizada, con influencias atlánticas y mediterráneas. Las precipitaciones oscilan entre los 800 y 1.300 mm., las temperaturas medias anuales alrededor de los 9°C y el número de días de heladas es superior a 90, entre los meses de octubre y mayo. Las precipitaciones se concentran en pocos días al año, entre 60 y 70, con máximos en invierno (diciembre) y primavera (marzo). El verano es una estación seca. La mitad de los días de precipitación son de nieve, meteoro que suele aparecer en la segunda quincena de octubre con prolongación hasta bien entrado mayo. Su permanencia en el suelo constituye un factor decisivo en los procesos de disolución actuales que se registran en la Sierra. La Sierra de Segura pertenece al tipo de karst mediterráneo que raya la alta montaña.

Condiciones genéticas del lapiaz en la Sierra de Segura

Los *lapiazes* (del latín *lapis*: piedra, son denominados en diversas lenguas y lugares como *lenares*, *lapiés*, *karren*, *schratten*, *clint*, *grikes*...) constituyen una manifestación del modelado de un fenómeno general y complejo que es la karstificación. La Sierra de Segura pre-

senta un amplio muestrario de formas kársticas que, por la potencia de sus series carbonatadas de edad cretácica y por las condiciones bioclimáticas cuaternarias y actuales, se han desarrollado ampliamente. Un conjunto de factores han favorecido la disolución de calizas y dolomías:

— Existencia de una superficie de erosión poligénica bien conservada, de edad finimiocena y Villafranquiense.

— Topografías suaves debidas al moderado buzamiento de los estratos;

— La notable altitud. Las formas kársticas se hallan situadas entre los 1.600 y 2.000 m. Este dato, junto a la situación y orientación de los relieves en el sector central de las Cordilleras Béticas, origina unas condiciones bioclimáticas de montaña favorables a una disolución importante. Las precipitaciones medias son del orden de los 1.100 mm. anuales, el promedio de días de nieve entorno a 30, permaneciendo en el suelo alrededor de dos meses;

— Los sistemas morfo y bioclimáticos de los períodos más húmedos del Pleistoceno, favorecerían la existencia de una cubierta vegetal y edáfica importante, que desempeñaría una acción muy significativa en el desarrollo de los lapiaces.

Todas las formas kársticas de estos relieves, presentan una estrecha relación con las redes de diaclasas y fracturas. Tanto las formas superficiales como las endokársticas aparecen condicionadas por las estructuras. La intensa fracturación de las masas calizo-dolomíticas, de dirección principal entre N 20° E y N 30° E, se revela como uno de los factores que más influye y condiciona la evolución de las formas kársticas de superficie. El diaclasado y la microfisuración de las rocas carbonatadas facilita la circulación del agua y la consiguiente disolución.

Los campos de lapiaces de la Sierra de Segura ofrecen gran variedad de tipos que, en general, se corresponden con los descritos por Heim (1879), Cvijic (1893, 1918, 1924, 1960 obra póstuma), Chaix (1895), Bögli (1960), Lehmann (1960), Birot (1966), Nicod (1967), Jennings (1971), Sweeting (1973), Pezzi (1977) y otros. Estas microformas del karst son, unas veces resultado de la disolución al aire libre por las escorrentías de las aguas pluviales o de fusión de la nieve; otras resultado de los procesos bioquímicos de disolución bajo una cubierta edáfica, posteriormente exhumada y sometida a disolución superficial directa. Un tercer conjunto está constituido por formas originadas por combinación de procesos (tectónicos, edafológicos, hídricos...) en los que la vegetación ha desempeñado una acción importante. En conjunto, los lapiaces de la Sierra de Segura, constituyen formas poligénicas bien desarrolladas con fases de karstificación máximas finimiocena y pleistocena.

Tipos de lapiaz en el sector de Pinar Negro

Las clases de lapiaz en el sector de Pinar Negro son

numerosas, sus superficies karstificadas comportan, por lo general, la asociación de diversos modelos. Para su análisis se efectuó un minucioso muestreo en 19 lugares (Fig. 2), reconociéndose los siguientes tipos:

1. *Acanaladuras y rigolas, rillenkarren* (Bögli, 1960; Sweeting, 1973); *lapiés à cannelures* (Birot, 1966; Nicod, 1972; Maire 1980); *scanalature* (Perna, 1974)

Son surcos de uno a dos centímetros de anchura por uno de profundidad, originados por combinación del arroyamiento superficial e influencias tectónicas menores. Se hallan sobre calizas desnudas de elevado contenido en CO₂/Ca. En Pinar Negro aparecen de manera aislada y puntual o asociadas a otros tipos de lapiaz, como el de agujas.

Las acanaladuras se disponen siguiendo direcciones muy precisas como son las pendientes de los afloramientos rocosos. Hacia abajo los surcos se hacen divergentes y dibujan una pequeña malla de aspecto dentrítico con órdenes de corriente 1 y 2. La jerarquización no va más allá debido a la fuerte fragmentación que ofrece la roca. Sobre escarpes, bordes de simas y cavidades aparece una variante, las acanaladuras de pared (*Wandkarren, cannelures de mur*). El arroyamiento superficial y la disolución por el agua de fusión de la nieve desempeñan la acción preponderante, casi exclusiva en su génesis.

2. *Lapiaz espumoso, cavernoso, kaverosen karren* (Bögli, 1960), *alveolature* (Perna, 1974), *lapiés perforés* (Maire, 1980)

Se halla bien representado en el sector, consiste en afloramientos rocosos cuajados por numerosas perforaciones de diámetro medio inferior a 10 cm., comunicadas entre sí dando a la roca un aspecto espumoso. Aparece sobre calizas dolomíticas preferentemente, si bien en las proximidades del Risco existe un afloramiento instalado en dolomías. La figura 3 ofrece un buen ejemplo de esta clase de micromodelado.

El origen de estas formas está ligado al fitokarsismo, o sea, a la corrosión bioquímica debida a la acción del ácido carbónico y ácidos húmicos del suelo, acción de los líquenes y raíces de la vegetación (Jones, 1965; De Fanti, 1971; Nicod, 1972). En Pinar Negro, la presencia de numerosas perforaciones cilindroideas intercomunicadas tanto en planos horizontales como verticales, parece tener una notable influencia en la génesis de este tipo de lapiaz.

3. *Lapiaz de agujas, lapiaz afilado, spitzkarren* (Bögli, 1960; Sweeting, 1973)

Agudas agujas de hasta 1'5 m. de profundidad aparecen en las partes más elevadas y cresterías de Pinar

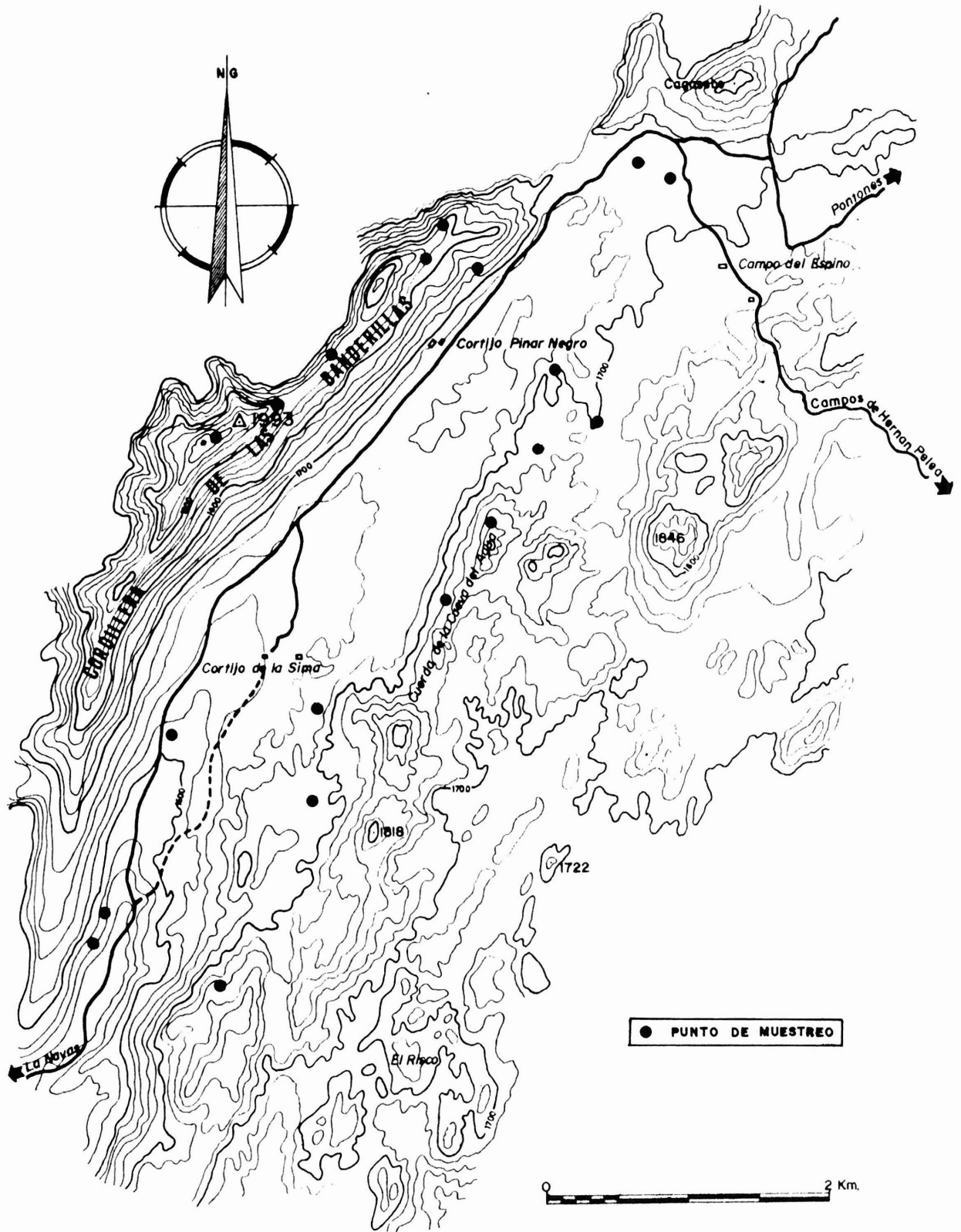


Fig. 2.—Lugares de muestreo en los campos de lapiaz.

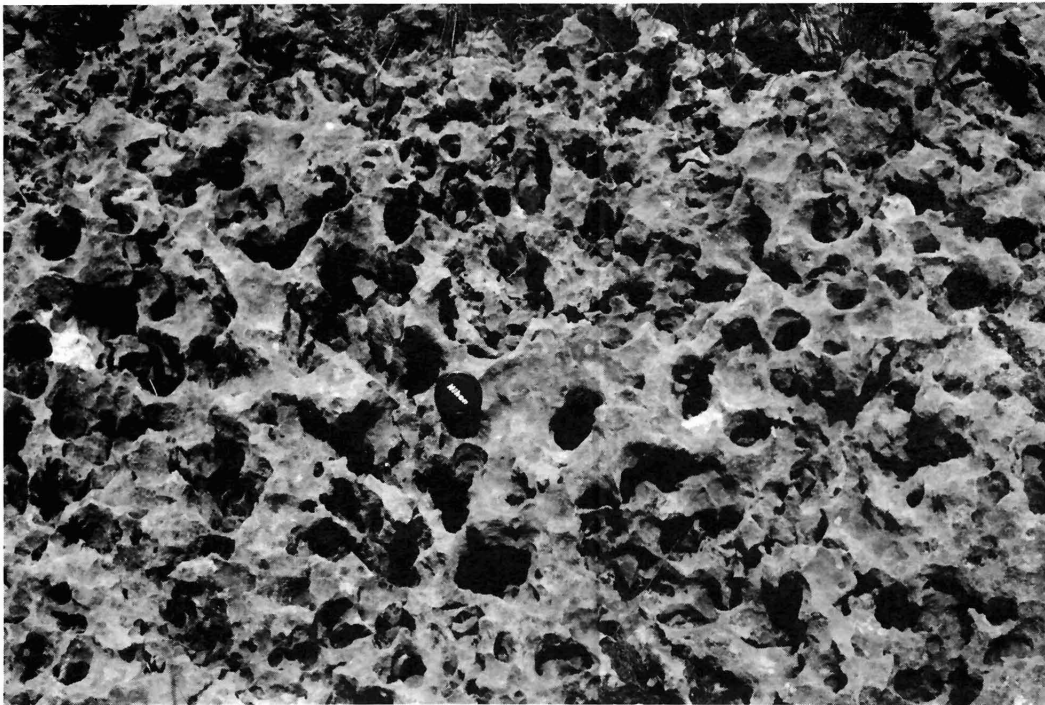


Fig. 3.—Lapiaz espumoso, modelado kárstico desarrollado bajo el suelo.



Fig. 4.—Conforme el lapiaz se desarrolla, las formas se hacen más profundas y las crestas más agudas, aparecerá el lapiaz de agujas o *spitzkarren*.

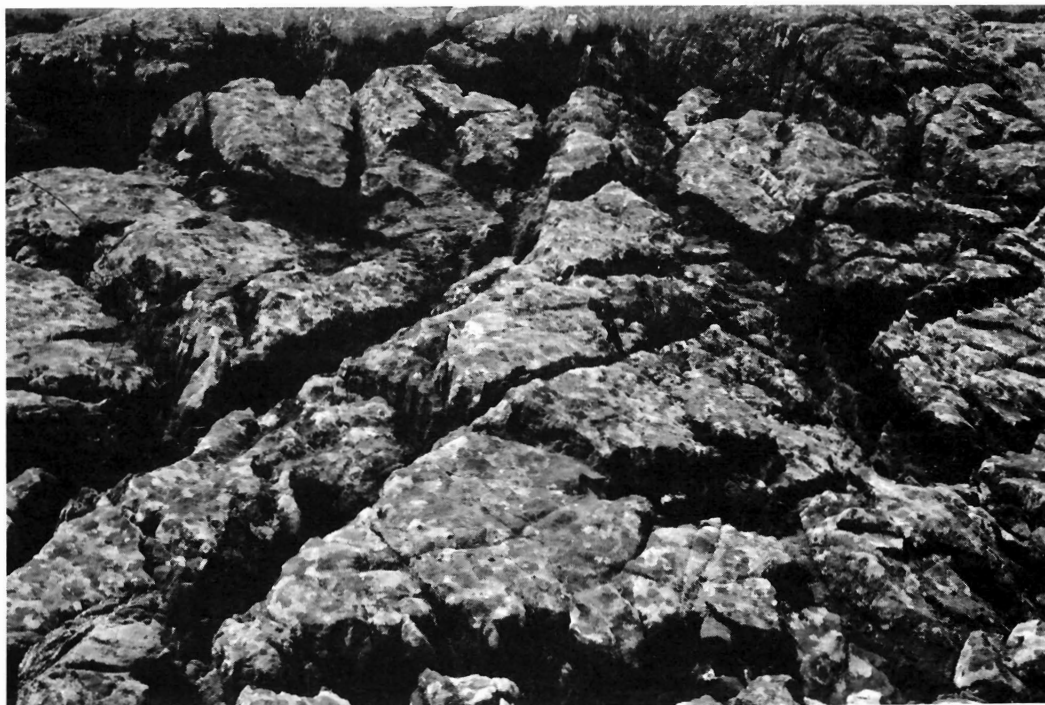


Fig. 5.—Lapiaz estructural, modelado kárstico originado al aire libre y en el que la circulación del agua se realiza explotando la red de diaclasas.

Negro (Fig. 4), instaladas sobre calizas y calizas débilmente dolomitizadas. La roca se halla al desnudo y sin apenas sedimentos rellenando los fondos de las fisuras. Con frecuencia, este lapiaz, se encuentra asociado a dolinas de embudo con pendientes muy acusadas.

4. *Lapiaz estructural, kluftkarren* (Bögli, 1960; Sweeting, 1973), *grikes* (N de Inglaterra), *lapiés de diaclasas* (Corbel, 1965; Maire, 1980)

Este tipo de lapiaz aparece en afloramientos de roca desnuda afectados por numerosas fisuras o hendiduras que los cuartean y les dan aspecto de enlosado. Se desarrolla en masas rocosas poco inclinadas a favor de diaclasas verticales o subverticales.

En Pinar Negro se localiza en los alrededores de la «Casa de la Sima» (Fig. 5), aquí las rocas carbonatadas están dispuestas en placas subhorizontales, con buzamientos que no superan los 10°. Las profundidades medidas varían ampliamente entre 53 y 230 cm. Los bancos dolomíticos aparecen divididos por fisuras dispuestas según dos orientaciones principales: N 10°-30° E y N 120°-140° E, que coinciden con las direcciones de diaclasación predominantes.

En este campo de lapiaz se observa, de manera aislada, la presencia de unas oquedades (*karrenrohen*) originados a partir de la intersección de dos o más diaclasas y con profundidades de hasta 5 m. Es frecuente la insta-

lación de perforaciones cilindroideas alineadas a lo largo de las principales diaclasas y en ocasiones coalescentes. También aparecen en este área, numerosas kamenitzas funcionales, cuya evolución se ve favorecida por la sensible horizontalidad de los estratos.

En este sector de la Sierra de Segura, el lapiaz estructural se halla muy evolucionado, dando lugar a la aparición de numerosos corredores kársticos o *bogaces* (Fig. 6) de hasta 5 m. de profundidad y 1 m. de anchura. La fuerte fracturación y una intensa disolución por la presencia de nieve y una fuerte humedad en el fondo de los corredores, han causado su lento hundimiento. Estas condiciones son factores indispensables para su desarrollo (Nicod, 1972). La segunda condición sólo se registró en estos relieves de las Cordilleras Béticas durante los pluviales cuaternarios, por lo que estas formas gigantes y excepcionales en el karst mediterráneo, son heredadas.

5. *Lapiaz de descompresión*

Denominamos así a una variante del lapiaz estructural, en el cual el factor principal parece ser el efecto descompresivo que sobre una masa rocosa desnuda ejerce la proximidad de un escarpe o cantil. Localizado en las crestas del Banderillas a casi 2.000 m. de altitud, el fenómeno mecánico ocasiona un desequilibrio tensional y dos familias de fracturas: una principal sensiblemente



Fig. 6.—Corredor kárstico, callejón o *bogaz*, desarrollo siguiendo una fractura. En el fondo se halla un suelo con abundante humus que suministra ácidos orgánicos para la corrosión de la roca.

paralela al cantil y otra perpendicular a él y de menor importancia. Los esfuerzos han favorecido el ensanchamiento de las redes de diaclasas y fracturas preexistentes. En conjunto, estas líneas de debilidad son afectadas por los procesos de disolución que, en combinación con los anteriores, han compartimentado los bancos calizos y dolomíticos en grandes bloques más o menos cuadrangulares.

6. *Mesetas de lapiaz o campos tabulares de lapiaz, llanos carsificados* (Roselló, 1968), *karrentische* (Bögli, 1960; Sweeting, 1973), *pipelike lapiés, grikes* (Yorkshire-England; Jones, 1965; Jennings, 1971)

A consecuencia de la convergencia de diversos proce-

sos mecánicos, químicos, bioquímicos, etc., los afloramientos rocosos se cuarteán e individualizan en cuerpos paralelepípedos (Fig. 7) horadados por numerosas perforaciones cilindroideas. La densa red de diaclasas ortogonales desempeñan una acción predominante, su dependencia de la fisuración parece evidente. Sin embargo, por su aspecto, estas formas testimonian una acción de la gelificación importante, fragmentando la roca y destruyendo progresivamente los cuerpos rocosos, por ello, los fondos aparecen tapizados por una delgada capa de sedimentos finos y abundantes clastos angulosos. En general, el modelado de estas formas kársticas refleja una larga evolución, las fisuras están orientadas siguiendo las pendientes de las superficies estructurales o la red de diaclasas.

7. *Perforaciones cilindroideas*

Son pequeños agujeros abiertos en la roca de dimensiones centimétricas. Su estudio se ha realizado sobre 405 casos en 19 lugares diferentes de Pinar Negro (Fig. 2), sector en donde adquieren una significativa relevancia morfológica. Su distribución espacial es amplia y variada, ya que se hallan prácticamente sobre todos los tipos de lapiazes.

La mayoría de los autores distinguen dos clases de perforaciones atendiendo a su génesis y caracteres: por un lado, «perforaciones cilindroideas fistulares» (Ullastre, 1970) o «micropozzi» (Perna, 1974) en las que la relación profundidad/diámetro medio es >1 y las formas están subordinadas a la presencia de pequeñas soluciones de continuidad. Por otro, «perforaciones cilindroideas alveolares» (Ullastre, 1970), «cuvettes de dissolution» (Corbel, 1959; Birot, 1966; Nicod, 1967; Aubert, 1969), «kamenitza» (Sweeting, 1973), «nids de poule» (Derruau, 1974), «vaschette di corrosione» (Perna, 1974), donde la relación profundidad/diámetro medio es ≤ 1 y su génesis no guarda una relación clara y directa con la fisuración.

La figura 8 muestra la distribución total de muestras consideradas y la presencia de los dos tipos de perforaciones en este sector de la Sierra de Segura. Se ha aplicado el coeficiente de correlación lineal de Pearson para cada una de las dos familias de formas, relacionando los dos parámetros básicos: profundidad y diámetro medio. En el caso de las perforaciones cilindroideas fistulares, sobre una población de 328, el resultado es de $r=0.76$, valor similar a los obtenidos por Ullastre (1970) y Garay (1983) en los macizos de Garraf (Barcelona) y del Monduver (Valencia) respectivamente. Las perforaciones cilindroideas alveolares, por el contrario, no presentan una buena correlación ($r=0.55$), como ocurre en Garraf ($r=0.51$) y Monduver (correlaciones que para cuatro áreas distintas van de 0.45 a 0.63). En el sector de Pinar Negro ambos tipos de perforaciones se hallan ampliamente representados, si bien con un neto predominio de las fistulares, puesto que suponen el 80.9% del total muestreado.



Fig. 7.—Elementos paralelepípedos en las mesetas de lapiaz.

a. Perforaciones cilindroideas fistulares

Del estudio morfométrico se deducen las siguientes características:

PERIMETRO	%
Elíptico subcircular	60'6
Elíptico alargado	33'2
Circular	6'0

Las perforaciones de contorno elíptico subcircular son, pues, ampliamente dominantes (Fig. 9A). Las profundidades de estos horadamientos de la roca oscilan entre menos de 10 y más de 100 cm., siendo los valores más frecuentes los de intervalos hasta 20 cm., con el 62'7% de los casos y, entre 20-40 cm. con el 26'2%. El resto de las profundidades se reparten del siguiente modo: entre 40-60 cm. 6'7%; entre 60-80, 1'8%; con más de 80 cm. de profundidad se registran el 2'7% de los casos. El diámetro medio de estas formas varía de la siguiente manera:

DIAMETRO MEDIO (cm.)	%
<5	23'0
5-10	51'0
10-15	18'5
15-20	4'2
20-25	1'5
>25	2'7

La figura 10 representa las rectas de regresión obtenidas para los dos tipos de perforaciones cilindroideas, las «fistulares» y las «alveolares». Para las primeras, el tipo standar resultante tendría un diámetro medio de 8 cm. y una profundidad de 20 cm., valores que se ajustan a la distribución porcentual expuesta más arriba.

La génesis de estas microformas kársticas parece estar ligada a la acción corrosiva de las aguas pluviales que, al escurrir originan acanaladuras de disolución y, al quedar estancadas en pequeñas oquedades, perforaciones. En la mayor parte de los casos observados, la disolución progresa rápidamente a favor de las diaclasas y los planos de estratificación. Sin embargo, algunas perforaciones del sector de Pinar Negro, parecen tener un origen in-

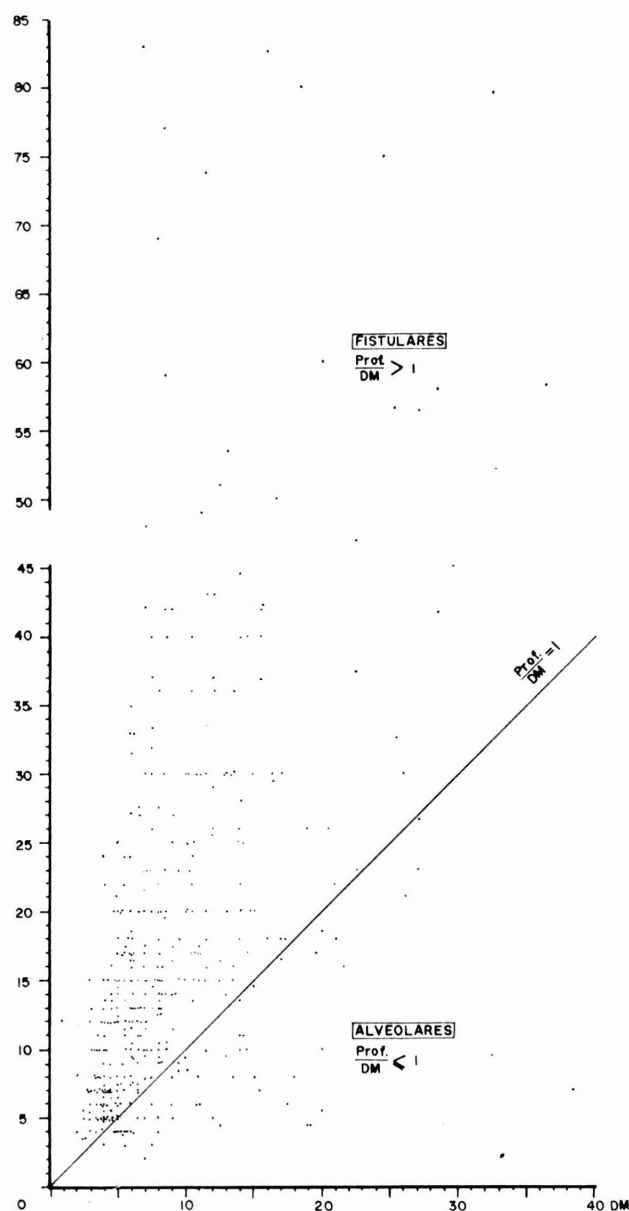


Fig. 8.—Distribución de las perforaciones cilindroideas según la relación profundidad/diámetro medio.

verso; el proceso se iniciaría a partir de una junta de estratificación por ascenso capilar del agua aprovechando la leptoclasación de la roca. Algunas de las perforaciones más evolucionadas y profundas del sector estudiado terminan, en efecto, en un plano horizontal.

b. Perforaciones cilindroideas alveolares

En Pinar Negro, la perforación alveolar tipo, obtenida

mediante rectas de regresión (Fig. 10), presenta un diámetro medio de 12'5 cm. y una profundidad de 9 cm., valores que se ajustan bien a los deducidos por el análisis estadístico global expresado porcentualmente.

La profundidad máxima medida en este tipo de perforaciones es de 26 cm., si bien los desarrollos verticales más frecuentes oscilan entre 5 y 10 cm. (Fig. 11). El diámetro máximo observado es de 65 cm., siendo la anchura que más se repite la comprendida entre 10 y 15 cm. (Fig. 9B). Profundidades y diámetros se reparten frecuentemente del siguiente modo:

INTERVALO (cm.)	PROFUNDIDAD (%)	DIAMETRO MEDIO (%)
>5	24'6	5'1
5-10	40'2	24'6
10-15	18'1	38'9
15-20	9'0	15'5
20-25	5'6	10'3
>25	2'1	7'7

En estas cavidades alveolares más o menos circulares, parece tener menos importancia la fisuración de la roca. La disolución de la caliza en este tipo de perforaciones parece realizarse exclusivamente por retención de agua en pequeñas depresiones de la masa calcárea después de las lluvias o de la fusión de la nieve. Sin embargo, es posible que la intensidad de los procesos de disolución puedan verse favorecidos por la presencia de diaclasas submicroscópicas y leptoclasas. Con frecuencia, en las superficies karstificadas de la Sierra de Segura, resulta difícil diferenciar los dos tipos de perforaciones. En ocasiones las «alveolares» parecen un estadio incipiente de las «fistulares», en otras puede tratarse de perforaciones de este último tipo en las que su evolución se ha visto truncada.

Una variante de perforaciones alveolares que aparecen en Pinar Negro son las «kamenitzas», estas se diferencian de las perforaciones alveolares por sus rasgos morfológicos y dimensiones (Fig. 12). Se trata de cubetas de corrosión o pequeñas depresiones cerradas, situadas en zonas poco inclinadas, de fondo horizontal y paredes verticales. En su génesis interviene, además de los procesos ya expuestos, un fitokarstismo acusado, es decir, ácidos húmicos que activan el poder corrosivo del agua cargada de CO_2 atmosférico y orgánico.

Conclusión

La evolución morfológica de los lapiaces del sector de Pinar Negro en la Sierra de Segura, es compleja. Las interferencias entre litología, tectónica, condiciones morfo y bioclimáticas y karstificación son constantes.

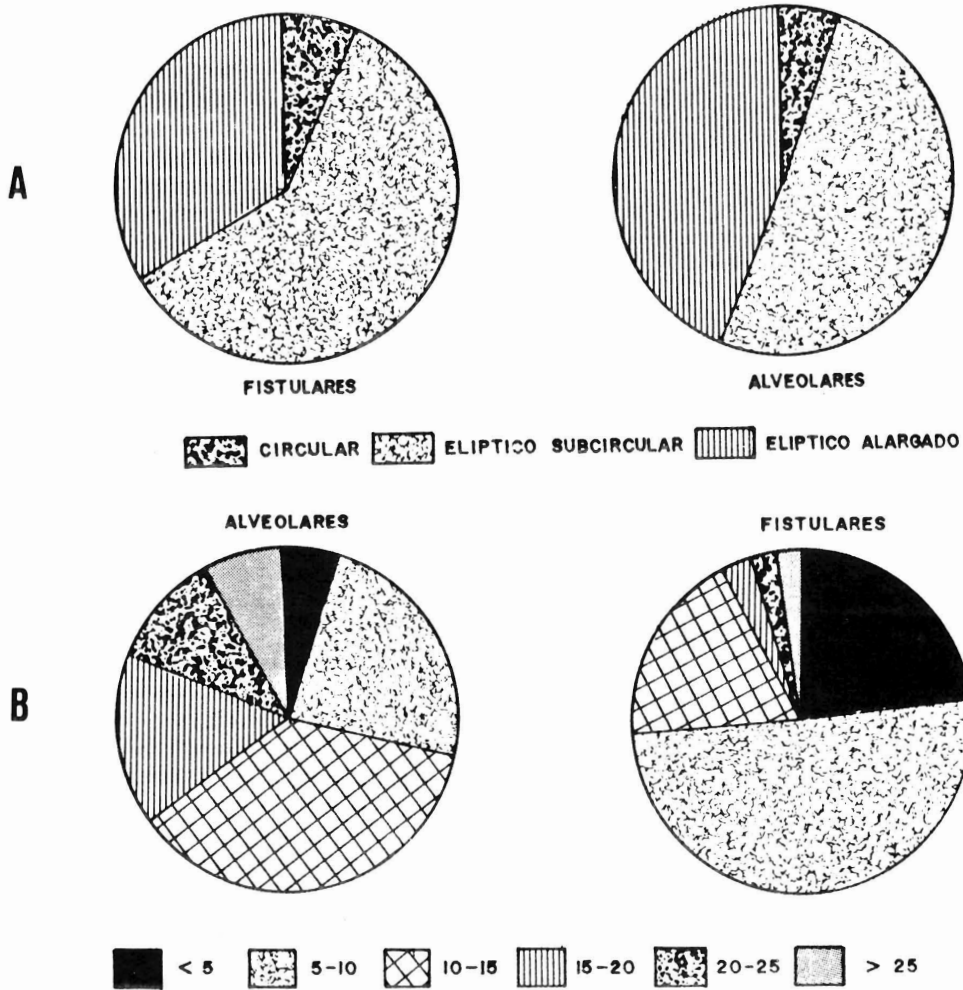


Fig. 9.—A) Distribución porcentual del perímetro de las perforaciones cilindroideas; B) Distribución porcentual de los diámetros medios.

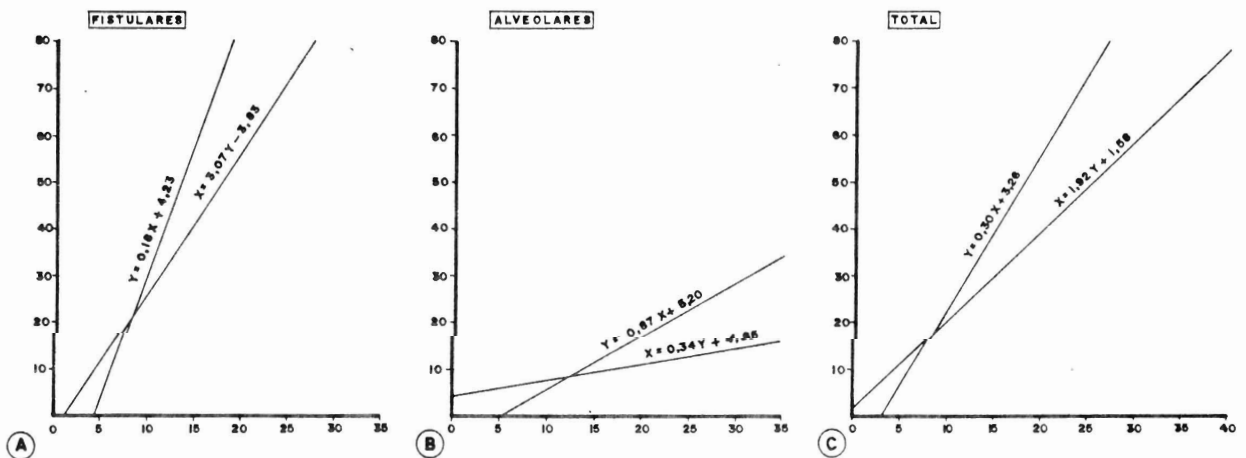


Fig. 10.—Rectas de regresión referidas a las dos familias de perforaciones y al conjunto.

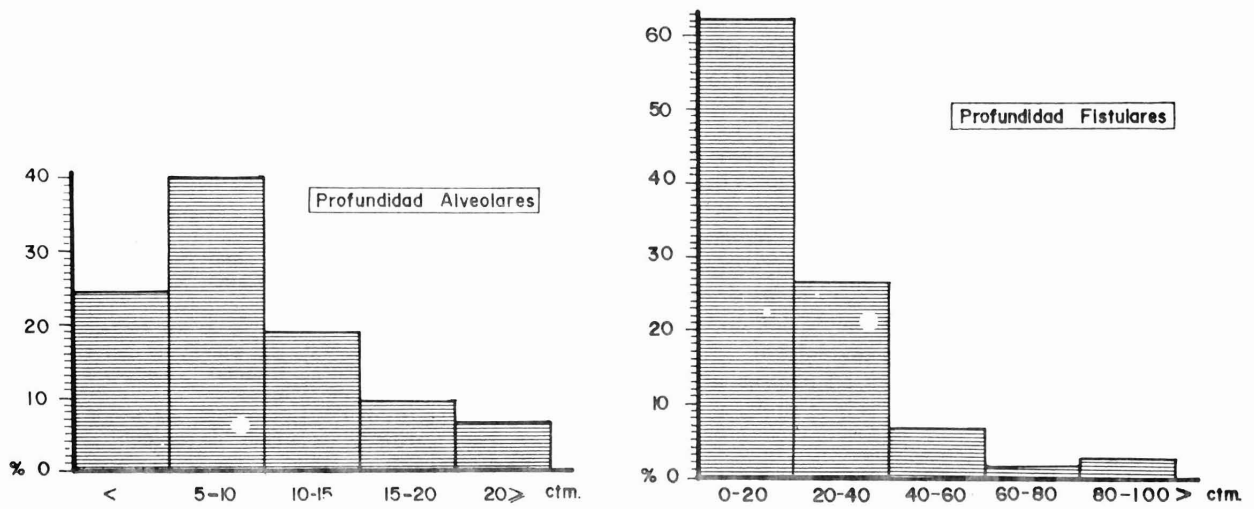


Fig. 11.—Histogramas de profundidades de las perforaciones.

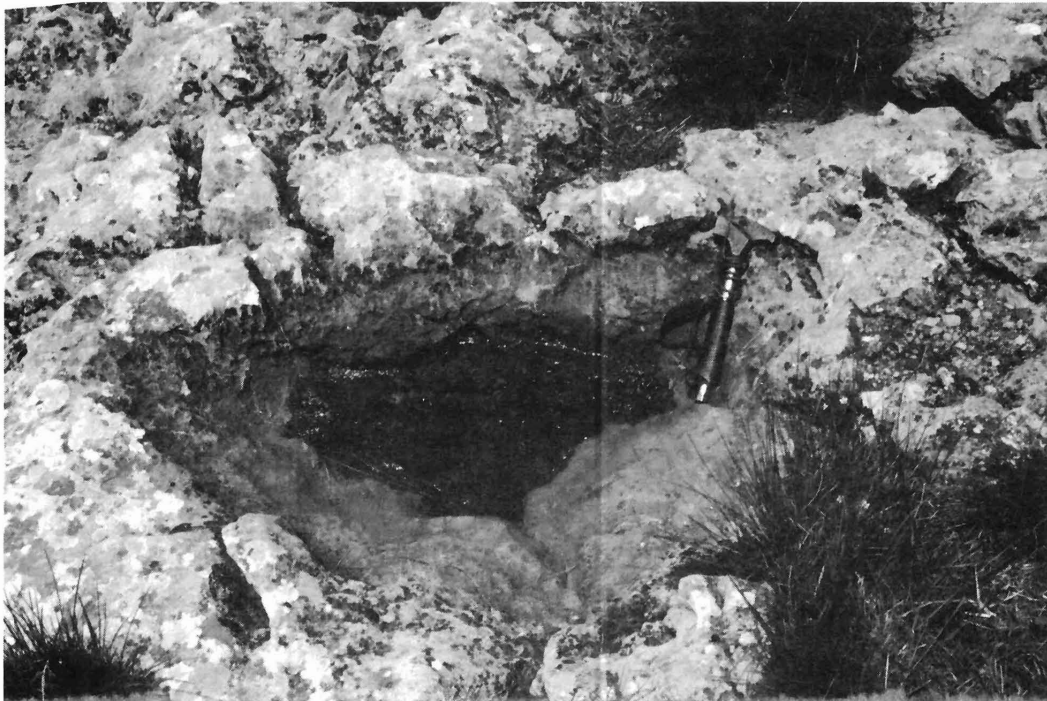


Fig. 12.—Cubeta, poza o kamenitza en las dolomías de Pinar Negro.

La alta densidad de dolinas que presenta el área (más de 80 por km.²) limita los lapiazes a las partes más elevadas del territorio y a los umbrales entre las grandes formas de absorción superficiales. En la actualidad, estos lugares son particularmente sensibles a los procesos mecánicos de meteorización (termoclastia y gelifracción), que actúan en gran parte del año, debido a su altitud rayando los 2.000 m.

El material carbonatado parece un factor determinante en la formación de los diferentes tipos de lapiaz de Pinar Negro, si bien se han observado formas idénticas que se hallan instaladas tanto en calizas como en dolomías. Sin embargo, lo frecuente es encontrar el *lapiaz estructural* sobre dolomías débilmente calcíticas, el *lapiaz de agujas* y las *acanaladuras* en calizas débilmente dolomitizadas, el *lapiaz espumoso* sobre calizas dolomíticas, mientras que *perforaciones* y *kamenitzas* se encuentran indistintamente sobre calizas y dolomías, si bien su presencia es mayor en estas últimas.

Los lapiazes, por otra parte, testimonian una larga evolución que arranca, al menos, a finales del Mioceno y al que siguen fases de gran actividad de los procesos de karstificación y otras de ralentización. Durante los períodos fríos y húmedos cuaternarios, las aguas afluentes son abundantes y agresivas, por lo que se registraría una activa disolución. Durante los períodos fríos y secos, los campos de lapiazes de la Sierra de Segura son invadidos por material crioclástico procedente, en su mayor parte, de la propia destrucción de estas formas kársticas menores. Las formas mayores del karst, dolinas y poljes, son afectadas por la intrusión de conos de derrubios de material gelifractado. Es la época activa de regulación de vertientes y de circulación kárstica a través del material detrítico. Bajo las condiciones morfoclimáticas mediterráneas actuales, la evolución es diferente, las aguas son menos abundantes y agresivas que durante los períodos húmedos y fríos; sin embargo, la eficacia de los procesos de karstificación es variable según las diversas condiciones estructurales, tectónicas, topográficas y biogeográficas de los diferentes sectores de la Sierra. En la actualidad, el karst de la Sierra de Segura parece estabilizado, si bien se aprecian ciertas desigualdades en la evolución de las formas, resultado en definitiva, de la interferencia de condiciones múltiples.

Bibliografía

- Actes de la Reunion International de Karstologie*. Languedoc-Provence, 1965. Etudes et travaux de *Méditerranée*, n.º 7 (1970).
- BOGLI, A. (1951): «Probleme der karrenbildung». *Geogr. Helvetica*, G., n.º 3, pp. 191-204.
- (1964): «Le Schichttreppenkarst». *Rev. Belge Geogr.*, n.º 88, pp. 63-82.
- BOGLI, A. (1980): *Karst Hydrology and Physical Speleology*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg., 270 pp., 12 láms.
- CVIČIĆ, J. (1893): «Das Karstphänomen». *G. Ab.*, VI, pp. 217-330.
- (1924): «The evolution of lapieés». *Geograph. Rev.*, n.º 14, pp. 26-49.
- CHAIX, E. (1895): *Contribution à l'étude des lapieés: la topographie du désert de Platé*. Le Globe, XXXIV, 47 pp., 14 láms. y 1 mapa.
- CUENCA PAYA, A. (1976): «Influencia de los elementos morfoestructurales en la génesis del endokarst del Calar del Mundo (provincia de Albacete-España)». *Cuadernos de Geografía*, n.º 8, Valencia, pp. 67-82.
- DABRIO GONZÁLEZ, C. J. (1973): *Geología del sector del Alto Segura*. Tesis Doctorales de la Univ. de Granada, n.º 28, 388 pp., XV láms.
- GARAY, P. (1983): «Tipología del lapiaz en un karst mediterráneo: el macizo del Monduver». *Rev. Lapiaz*, n.º 11, Valencia, pp. 47-57.
- HEIM, A. (1879): «Ueber die karrenfelder». *Jb. d. Sch. Alpenclubs*, XIII, pp. 421 y ss.
- JENNINGS, J. N. (1971): *Karsts*. An introduction to systematic geomorphology, n.º 7, The M.I.T. Press, Cambridge, London, 252 pp.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1974): «El karst del Calar del Mundo (Albacete)». *Estudios Geográficos*, n.º 136, Madrid, pp. 359-404.
- LÓPEZ LIMIA, B. (1985): «Geomorfología del karst de Pinar Negro (Sierra de Segura-Jaén)». Memoria de Licenciatura. Murcia (inédita).
- MAIRE, R. (1980): «Eléments de karstologie physique». *Rev. Spelunca*, n.º 3, Paris, 53 pp.
- NICOD, J. (1971): *Recherches morphologiques en Basse Provence Calcaire*. Thèse, Editions Ophrys, Gap., 560 pp.
- «Les versants calcaires dans les pays sous climat actuellement tempéré, essai sur les relations des phénomènes karstiques et periglaciaires». *Mélanges... A MEYNIER*, pp. 305-419.
- (1972): *Pays et paysages du calcaire*. Presses Univ. de France, Paris, Coll. Sup., 244 pp.
- PERNA, G. (1974): «Fenomeni di dissoluzione carsica superficiale». *Actas XII Congreso Internacional de Espeleología*.
- SWEETING, M. (1972): *Karst Landforms*. Macmillan, London, 361 pp.
- ULLASTRE MARTORELL, J. (1970): «Consideraciones morfométricas y morfogénicas sobre las perforaciones cilindroideas en el lapiaz». *Rev. Speleon*, n.º 17, Barcelona, pp. 7-22.