

Karst y paleokarst de Sierra Morena (Sector Ossa-Morena, Hespérico meridional)

Fernando Díaz del Olmo ⁽¹⁾, Rafael Baena Escudero ⁽¹⁾ y Genaro Álvarez García ⁽²⁾

RESUMEN

Se presenta una síntesis del karst y paleokarst del sector Ossa-Morena, desarrollado sobre calizas y dolomías del Cámbrico Inferior. Su distribución abarca sectores de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba. Entre los elementos más significativos destacan las superficies corrosivas, paleopoljes y paleovalles, junto con formaciones superficiales, como travertinos y terra rossa. En todos los casos, sobresale la estrecha relación entre la estructura tectónica y la compartimentación de las manifestaciones exokársticas y endokársticas de la Sierra.

Palabras clave: Paleokarst, Superficies corrosivas, Paleopoljes, Dolinas, Travertinos, Ossa Morena, Hespérico.

ABSTRACT

In the present work a synthesis about karst and paleokarst on limestones and dolomites of Cambrian age in Ossa-Morena zone is carried out. Its distribution is located in different areas of Huelva, Sevilla and Córdoba provinces. Among other important elements are weathering surfaces, paleopoljes, palaeovalleys and other surficial deposits (travertines and *terra rossa*). In all the studied cases, there is an important relationship between tectonic structure and different karst processes.

Key words: Paleokarst, Weathering surfaces, Palaeopoljes, Dolines, Travertines, Ossa-Morena, Hespérico.

INTRODUCCIÓN

La presencia de materiales carbonatados en el Macizo Hespérico se relaciona con las series del Precámbrico (Vegas, 1977), Cámbrico (Lotze, 1945; Julivert, 1978; Zamarreño, 1978), Devónico (Vázquez Guzmán, 1967), y Carbonífero (Marquínez, 1978). Excepción hecha de las formaciones que componen las series carboníferas, el resto se presenta de manera intercalada entre las unidades sedimentarias, con débil espesor y poca extensión espacial.

La organización más continua de dichos materiales se localiza en la denominada zona de Ossa-Morena (Lotze, 1945), que se caracteriza por la presencia de Precámbrico y Paleozoico Inferior, y abarca desde el Alto Alentejo toda la zona central de Sierra Morena, principalmente en las provincias de Sevilla y Córdoba.

La caracterización geomorfológica de la karstificación es en el momento actual, exigüa. Así se recoge en la síntesis elaborada para el Hespérico en general por del Val y Hernández (1989). Principalmente, los estudios han sido dedicados al levantamiento topográfico de los principales sistemas endokársticos: Gruta de las Maravillas, Cueva del Rey Cintolo, etc.

En las formaciones cámbricas de la Zona de Ossa-Morena, se pueden reconocer dos grupos de manifestaciones karstológicas. De una parte, un extenso modelado kárstico con formaciones superficiales (Díaz del Olmo, 1982; Baena, 1988; Baena y Díaz del Olmo, 1988; Díaz del Olmo *et al.*, 1989; Díaz del Olmo y Rodríguez Vidal, 1989; Baena *et al.*, 1991). Y de otra, una importantísima metalogénesis asociada con procesos metamórficos (Vázquez Guzmán y Fernández Pompa, 1976; García Vélez, 1979), aunque sin olvidar su vinculación con el desarrollo de paleosuperficies y procesos de alteración preneógenos (Díaz del Olmo *et al.*, 1989).

Otras referencias al karst del Hespérico meridional han sido recogidas para el Devónico de Cáceres y la Aliseda (Gurria y Sanz Tamayo, 1979), donde se describen someramente lapiaces y un importante complejo hidrogeológico.

KARST VINCULADO A SUPERFICIES CORROSIVAS

Definición y localización

La marcada evolución policíclica degradativa del zócalo Hercínico, propicia en Sierra Morena la aparición de un destacado modelado de aplanamiento, tradicionalmente entroncado con el fundamental de la Meseta (Solé Sabarís, 1952; Díaz del Olmo, 1982).

⁽¹⁾ Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla / Sociedad Espeleológica GEOS. Sevilla.

⁽²⁾ Sociedad Espeleológica GEOS. Sevilla.

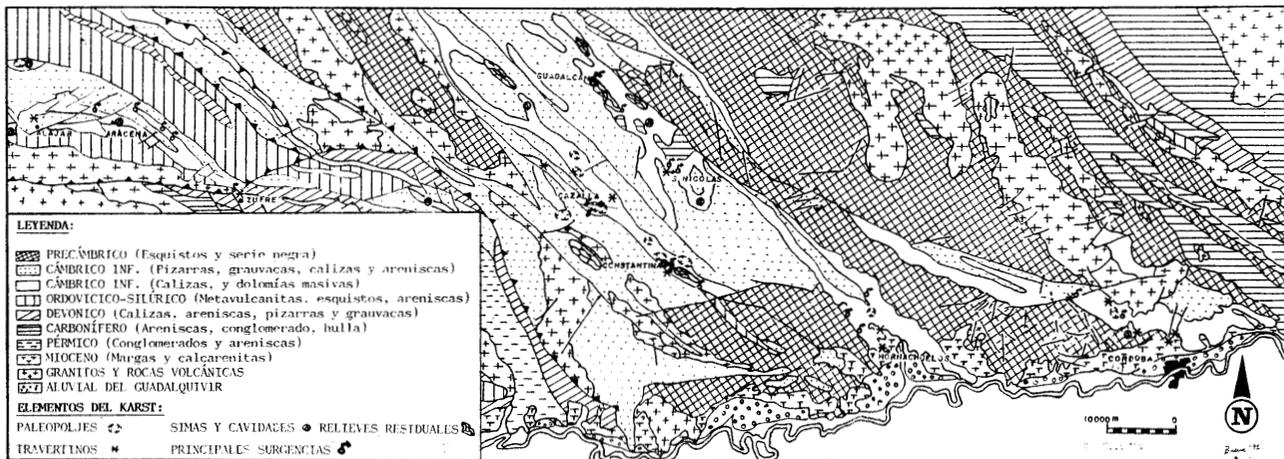


Fig. 1.- Contexto geológico de Ossa-Morena y localización del karst (Huelva, Sevilla, Córdoba).

Un análisis más detallado de este, revela la existencia de toda una gama de superficies escalonadas que se suceden una tras otra desde los altos relieves residuales areniscos y carbonatados, hasta los fondos de las principales arterias fluviales de la sierra. De entre ellas cabe destacar al menos dos series, de carácter fundamental dado su desarrollo regional y papel geomorfológico preponderante como punto de partida en la evolución del relieve actual.

En ambos casos, su localización presenta continuidad geográfica en dos situaciones: bien en torno a los relieves residuales de primera magnitud (orden kilométrico), aplanamientos del N de Constantina (Baena, 1988), Santa Olalla del Cala (Díaz del Olmo y Gutiérrez Elorza, 1983), Entorno del Hamapega; bien ocupando los interfluvios principales, caso de la superficie del entorno de Cazalla (Díaz del Olmo, 1982) entre el Hueznar y el río Viar o ya en la Sierra de Córdoba, los arrasamientos del Ronquillo-Llanos del Conde (Cabanas, 1980) o Santa María de Trassierra-Las Ermitas, entre los ríos Guadiato y Guadalmellato.

Se trata siempre de aplanamientos desarrollados sobre sustratos petrográficamente heterogéneos, predominando las pizarras, esquistos, granitos, calizas y dolomías. Es sobre estas últimas, integrantes fundamentales del complejo carbonatado del Cámbrico Inferior, sobre las que los aplanamientos adquieren caracteres de superficies de corrosión (Baena y Díaz del Olmo, 1988), con un ondulado frente de corrosión criptokárstica con rundkarrens y variadas manifestaciones kársticas tipo dolinas evolucionadas, paleopoljes, conductos subterráneos, valles secos, lapiaces, *chicots*, etc.

En su análisis se constata una doble generación de formas corrosivas, denominadas por nosotros SK1 (680-660 m) y SK2 (640-630 m) en el sector Cazalla-

Constantina, pero igualmente, aunque a otras cotas, presentes en otros sectores de la Sierra; tal es el caso de Santa María de Trassierra en Córdoba (Baena *et al.*, 1991) y siempre con similares características, esto es:

- el enlace entre ambos niveles, se efectúa a través de cortos pero frescos taludes como corresponde a una sucesión de formas distintas, y probablemente elaboradas unas a expensas de las otras merced al descenso continuado de los niveles de base regionales.
- el nivel inferior, sustenta un interesante modelado de paleopoljes, relacionados con movimientos tectónicos, evolución compleja y actualmente abiertos.

Condicionantes geológicos y estructurales

Geológicamente, ya hemos mencionado la exclusividad de la karstificación dentro del dominio de Ossa-Morena, con monótonas series de pizarras y esquistos, así como importantes afloramientos del complejo carbonatado del Cámbrico Inferior, integrado por margocalizas, pizarras y areniscas alternantes con dolomías, calizas acintadas, nodulosas y cristalinas con potencias variables entre los 200-1.000 m (Lotze, 1945; Bard, 1964).

Esta serie, exclusivo nivel karstificable de la Sierra, tan sólo verá limitado su desarrollo disolutivo en tanto alcanza los esquistos y pizarras arcillosas infrayacentes, sin que en ningún momento, las intercalaciones margosas de la formación repercutan en las formas mayores del relieve, esto es: relieves residuales sobre las series carbonatadas en disposición monoclinas; y aplanamientos cuando las mismas series alcanzan la suficiente continuidad espacial en sus facies.

Desde el punto de vista tectónico, los materiales

cámbricos se presentan en apretada alternancia de ejes anticlinales y sinclinales separados por fracturas. Los primeros, carentes de papel geomorfológico a escala regional dada la larga evolución del zócalo, sí que a media escala pueden manifestarse, en tanto entra en juego la erosión diferencial sobre las heterogéneas formaciones litológicas. Por contra, la intensa tectónica de fractura se erige en la verdadera responsable de la geomorfología del sector a través de dos familias de accidentes tectónicos principales:

- la primera, de componente NO-SE y con menor intensidad ONO-ESE y E-O, corresponde a fallas inversas de largo recorrido (km a decenas de km) y marcada linealidad, atribuibles al hercínico en su fase Sudética (Fabries, 1963; Angoloti *et al.*, 1975; Fontboté, 1980). Su acción repercute en la compartimentación del zócalo, la formación de escarpes de erosión, así como en el basculamiento de ciertos tramos de las superficies fundamentales.

- la segunda corresponde a fallas locales, de menor significado geológico, al no suponer prácticamente discontinuidad en las series estratigráficas a las que afectan, conjugan una doble componente en su orientación, ONO-ESE y O-E. Espacialmente su impacto se manifiesta en el karst, donde dirigen las elongaciones de poljes y dolinas (Baena y Díaz del Olmo, 1988), junto con la aparición de laderas afacetadas a pie de lineamientos tectónicos. Igualmente condicionan importantes cambios de dirección en la red fluvial, así como basculamientos e incisiones fluviales, en combinación con las fracturas regionales. Toda esta actividad tectónica reciente, se entiende para la Sierra Morena occidental correlacionable con momentos neógenos y plioleocenos.

KARST Y FORMACIONES SUPERFICIALES

Vinculadas a las superficies de corrosión, se puede reconocer una variada gama de formas kársticas y formaciones superficiales desigualmente repartidas por toda Sierra Morena (Fig. 1); centrándonos únicamente en las de mayor entidad, destacaremos: paleopoljes, dolinas, paleovalles, terras rossas y travertinos.

Paleopoljes y terras rossas

Se trata de las formas de mayor dimensión, superando en todos los casos el kilómetro de longitud. En su distribución, destaca el sector de Cazalla-Constantina, al N de la provincia de Sevilla, dado su número y tamaño (Paleopoljes de San Antonio, San Sebastián, la Aurora, Fuente la Reina, las monjas, el duende, etc.). También se han identificado este tipo de manifestaciones en la Sierra de Córdoba (paleopolje de Escarabita), norte de Hornachuelos y norte de la provincia de Huelva (Navahermosa). Siempre se presentan abiertos y drena-

dos, pudiendo tener más de una salida, aunque no todas funcionales y colapsadas de terra rossa coluvionada. En su desarrollo, controlado siempre por la estructura geológica de la Sierra, se aprecia el fuerte influjo de la tectónica de fractura imponiendo siempre un mismo rumbo en sus elongaciones.

Hasta ahora se han identificado en sus fondos hasta tres tipos de terra rossa coluvionada: antiguas terras rossas de carácter caolinítico, en ocasiones con concreciones férricas; *terras rossas* detríticas con canales de gravas y evolución hacia momentos coluviales con suelos; terras rossas limo-arenosas de carácter reciente y estructuras edáficas poco definidas.

La compleja evolución pleistocena de estos paleopoljes se constata tanto en la variedad tipológica de terras rossas como en la profusión y variedad de elementos morfológicos relacionados con ellos: conos rocosos laterales, pequeños hums, escalonamientos de los fondos, ponors colgados, junto con toda una serie de valles secos que los orlan, y en cuyas inmediaciones son frecuentes las surgencias y acumulaciones de travertinos asociados a ellas.

Paleovalles y dolinas

Poco encajados sobre los aplanamientos, se presenta una densa red de valles secos en cuyo dispositivo se manifiesta una doble relación: con la organización de los paleopoljes y con la trama estructural dominante. En el primer caso, la red labrada sobre las series carbonatadas presenta un trazado dendrítico con perfiles transversos en artesa o media caña y directamente sustentada sobre las superficies de corrosión, en cuyas dolinas abiertas inscriben sus cabeceras. Se trata pues de un dispositivo fluvio-kárstico en estrecha vinculación con los paleopoljes, donde encontrarían su nivel de base y a través de cuyos ponors se habrían evacuado sus aportes hídricos (Baena, 1988).

Las dolinas, aunque desarrolladas sobre los dos niveles corrosivos, alcanzan mayor profusión sobre el inferior. Sus formas muy evolucionadas y abiertas en el caso de las superiores constituyen, a través de marcados umbrales de terra rossa, el arranque de numerosos valles secos que desembocan en los paleopoljes o en otros casos, que quedan truncados por el retroceso de los escarpes, estén estos asociados a fracturas removilizadas o a contactos zócalo-cuenca neógena. Para las dolinas inferiores, predominan los fenómenos de coalescencia junto con las formas alargadas siguiendo la pauta de la fracturación dominante. Sus fondos cubiertos de terra rossa, se presentan igualmente capturados en dirección a los paleopoljes, siendo frecuente la aparición de surgencias en sus laterales.

Travertinos

Tobas y travertinos son relativamente frecuentes en relación con los afloramientos de calizas de Ossa-Morena (Fig. 1), poniendo de manifiesto con su presencia los últimos periodos de actividad kárstica en estos ámbitos. Su posición morfológica, junto con el análisis de sus facies nos permite agruparlos en tres conjuntos principales en relación con los mecanismos responsables de la acumulación (Baena y Díaz del Olmo, 1989):

- Vinculados a fuentes y surgencias: se trata del grupo más numeroso, presentándose siempre en forma de nítidas plataformas sobre pendientes pronunciadas y escarpes marcados. Entre los más significativos destacan los edificios de Alájar y Zufre en la provincia de Huelva, Fuente del Ángel en Cazalla de la Sierra (Sevilla) y los de Hornachuelos, Mirador de Cruz Conde, Los Arcos y Valdehuertas, en la provincia de Córdoba (Recio *et al.*, 1991). Todos ellos medianamente concrecionados, presentan facies variadas, predominando las masivas, brechoides y limosas, con desarrollo en cascada y conteniendo conductos y oquedades. Igualmente resaltar que este grupo compone el principal registro geoarqueológico de todo el conjunto, con numerosos restos Calcolíticos, Neolíticos y del Bronce.

- Vinculados a ríos: sedimentados por corrientes fluviales, podemos encontrarlos en dos situaciones.

a) directamente sobre el cauce, actualmente en formación y con facies muy limosas y poco concrecionadas, en cascada y domáticas; recubren rocas, presas o cualquier otro tipo de obstáculo a la corriente fluvial. Su desarrollo es frecuente en aquellos parajes donde las condiciones de cubierta vegetal y escorrentía fresca y poco polucionada se mantienen; como en la Rivera de Hueznar (Sevilla), El arroyo de la Huerta del Rey en Hornachuelos o el arroyo del Molino, en la Sierra de Córdoba.

b) disectados y colgados sobre el cauce, presentan sucesivas unidades sedimentarias que van desde las facies de tallos y musgos bastante concrecionadas para los niveles superiores, hasta las detríticas poco cementadas alternantes con oolitos para las terrazas más próximas al cauce. Buenos ejemplos encontramos en la Rivera de Hueznar aguas abajo de San Nicolás del Puerto, el Arroyo de la Villa a su salida de Constantina, ambos en la provincia de Sevilla, o el Arroyo del Molino en su desembocadura en el río Guadiato (Córdoba).

- vinculados a paleorredes fluviokársticas: se trata de edificios establecidos al amparo de la red de paleovalles que recorren las superficies corrosivas en aquellos puntos donde estos quedan truncados por el retroceso de las vertientes. Se trata, pues, de plataformas en posiciones culminantes que lateralmente pueden pasar a estar alimenta-

das por surgencias al modo de las del primer grupo, como sucede en la Cartuja de Cazalla (Sevilla) o Peña Melaria (Córdoba), ambas entre 300 y 400 m por encima de los niveles de base actuales. Entre sus características destacan su alto y medio grado de concrecionamiento, la homogeneidad de sus facies de carácter estromatolítico, y su karstificación con conductos, cavidades y frecuentes reconstrucciones estalagmíticas.

Cronológicamente, indicar la variada adscripción de los distintos grupos, arrancando desde el Pleistoceno Inferior y Medio en el caso de los culminates, Pleistoceno Medio, los desarrollados en medios fluviales (Constantina, 50.000 a.B.P.) y por último cronologías de Pleistoceno Superior, Holoceno y Actual para los vinculados a fuentes, surgencias y fondos de arroyos en aquellos lugares donde las condiciones de los geosistemas kársticos han sido poco alteradas.

ENDOKARST Y ESPELEOTEMAS

El endokarst de Sierra Morena presenta un importante número de manifestaciones heredadas y funcionales, con presencia de complejos sistemas espeleológicos, junto a simas y conductos monoespecíficos.

Su distribución es irregular en tanto que existe un fuerte control estructural en la génesis de los sistemas; pero una valoración geomorfológica a nivel regional de este, permite una sistemática en tres tipos de manifestaciones: mogotes kársticos, relieves residuales y paleopoljes.

Los mogotes calizos y calco-dolomíticos implantados por debajo de las superficies corrosivas, concentran las principales manifestaciones del endokarst mariánico. En el Cerro del Hierro (Constantina, Sevilla), la karstificación profunda ha progresado orientada por el sistema de fracturas, favoreciendo la conformación de corredores kársticos (bogaces), conductos y simas verticales con un fuerte taponamiento de arcillas caoliníticas. El catálogo espeleológico del Cerro supera los 200 enclaves, destacando la sima del Hierro, una vertical de -60 m, abierta sobre una diaclasa con lapiaces de criptocorrosión (*Kluftkarren*), y la de San Apolonio (-30 m), con hundimiento parcial del lapiaz superficial. Aprovechando el buzamiento de las calizas, han sido reconocidos algunos sistemas laterales con galerías-diaclasas de paredes concrecionadas (Cueva de los Murciélagos-Sima de Polea Saloma, en conjunto unos 200 m de recorrido y un desnivel de -13 m).

La Gruta de las Maravillas (Aracena, Huelva) y el Complejo de Santiago (Cazalla, Sevilla), conforman sendos sistemas con más de 1.000 m de recorrido respectivamente, y galerías a dos niveles, con superposición de procesos de inundación-erosión. Las galerías inundadas

reflejan la estacionalidad climática. Mientras que la presencia de espeleotemas en las galerías altas con microgours, identifica la antigüedad de estos sistemas. Hasta la fecha, no se han realizado estudios espeleogenéticos o cronométricos sistemáticos en estas formaciones.

En Santa Ana la Real (Huelva) y Alanís (Sevilla) respectivamente, se localizan los sistemas de conductos monoespecíficos de los Moros y el Paro, con desarrollos de más de 50 y 200 m, y desniveles superiores a los 20-30 m. Ambos ejemplos ilustran la mayoría de las manifestaciones conocidas tanto en la provincia onubense (Pájara, Cater, Cachó, Pedro Serrano y otras), como en Córdoba (Piquín), o las manifestaciones no citadas del sector Cazalla-Constantina o en los klippes de Almadén de la Plata, en Sevilla. Estas se inscriben en los relieves residuales o sobre los pequeños conos rocosos calizos de los paleopoljes citados líneas atrás, constituyendo ponors de carácter monoespecífico.

HIDROGEOLOGÍA ACTUAL

La complejidad tectónica junto con la compartimentación geológica de las series carbonatadas de Ossa-Morena, dan como resultado la diversificación y proliferación de acuíferos por toda Sierra Morena (Fig. 1). Estos, con sus niveles impermeables sobre las pizarras y esquistos paleozoicos, presentan caracteres de acuíferos kársticos libres y fisurados, si bien localmente pueden encontrarse también confinados.

En conjunto, suponen unos recursos medios estimados de 63 hm³/año, repartidos entre sus 9 unidades hidrogeológicas fundamentales (IGME, 1986), destacando en caudal las de Guadalcanal-San Nicolás (292 l/s), Galaroza-Zufre (Sierra de Aracena, 230 l/s), Santa M^a. de Trassierra-Córdoba (219 l/s), Las Navas-Hornachuelos (123 l/s) y Constantina-Cazalla (114 l/s). En ellas, se encuentran inventariados cerca de un centenar de puntos de surgencia de agua (IGME, 1986), cuyas características hidroquímicas ponen de manifiesto un predominio de las aguas bicarbonatadas cálcicas, a veces con influencia magnésica, como corresponde al tipo de material calizo-dolomítico karstificado en el que se insertan. Se trata siempre de aguas aptas para el consumo y el riego, con inapreciables proporciones de sales y baja conductividad eléctrica. Igualmente es de destacar el predominio de las saturadas en carbonatos, correspondiendo los pH más bajos a las surgencias próximas a intrusiones graníticas, caso de las existentes en la unidad hidrogeológica de Galaroza-Zufre.

En cuanto a los caudales, por lo general constantes a lo largo del año, se presentan muy dispares en sus aforos, oscilando entre los 0.5 l/s y 150 l/s según el emplazamiento de las surgencias. Así, los valores máximos se obtienen para aquellas situadas muy próximas a los tal-

wegs actuales, cuando estos inciden los fondos de paleopoljes y paleovalles. Es igualmente en estos ámbitos sobre las superficies corrosivas, donde se concentran más del 70% de los manantiales de la Sierra, correspondiendo los valores mínimos de caudal a los emplazados sobre vertientes y/o fracturas a través de las cuales se ponen en contacto las series carbonatadas con las rocas impermeables.

KARST EN RELIEVES RESIDUALES Y OTROS KARSTS

Los relieves residuales de esta zona de Sierra Morena, están constituidos por las series carbonatadas en posición morfoestructural de crestas monoclinales (Díaz del Olmo, 1982), fuertemente levantadas y vergentes al S o SO, dejando pasillos de pizarras que favorecen la conformación de un modelado de tipo apalachiano.

Esta disposición no ha favorecido la génesis de un karst profundo, y sí un interesante sistema de lapiaces con desarrollo de pequeños conductos laterales ajustados al dispositivo de la estratificación y diaclasas, rellenos de terras-rossas y mineralizaciones de óxidos de hierro, así como surgencias y *trop-pleins*. Las más importantes manifestaciones se encuentran en la provincia de Sevilla (Fig. 1) en relieves como los del Gibarrayo (Constantina), Hamapega, Sierra del Viento, Sierra de la Grana y Loma de la Urbana (Guadalcanal) o la Sierra de San Miguel (El Pedroso).

Fuera de las series del Cámbrico Inferior, cabe también señalar el karst modelado a partir de las litofacies calcareníticas del Mioceno en el contacto del zócalo con la Depresión inferior del Guadalquivir. Se trata de un karst superficial de frecuentes lapiaces, pozas y kamenitzas, que en los escarpes de las plataformas suelen presentar cavidades de génesis polifásica. En el Mioceno de Lora del Río (Sevilla), algunos abrigos kársticos abiertos hacia el Guadalquivir contienen en su interior rellenos aluviales mostrando la evolución del río.

REFERENCIAS

- ANGOLOTI, J.M.; MUELAS, A. y GARCÍA VÉLEZ, A. (1975): *Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Constantina*. IGME, Madrid.
- BAENA, R. (1988): *Estudio geomorfológico del Norte de Constantina (Sierra Morena, Sevilla)*, Programa de Doctorado en Geografía Física. Universidad de Sevilla. 92 p. (inédito).
- BAENA, R. y DÍAZ del OLMO, F. (1988): Paleokarst de Sierra Morena (Sector Cazalla-Constantina, Hespérico Meridional): superficies de corrosión y poljes. *Cuaternario y Geomorfología*, 2 (1-4), 13-22.
- BAENA, R. y DÍAZ del OLMO, F. (1989): Edificios tobáceos en Andalucía occidental: secuencias de piedemonte. *El Cuaternario en Andalucía Occidental*, AEQUA Monografías, 1, 89-97.

- BAENA, R.; RECIO ESPEJO, J.M. y DÍAZ del OLMO, F. (1991): *Elementos del Paleokarst del sector Santa María de Trassierra-Las Ermitas (Sierra Morena, Córdoba)*, (inédito).
- BARD, J.P. (1964): Note préliminaire sur l'âge des terrains de l'Estrato cristalline affleurant au NW de la province de Huelva (Espagne). *Contes Rendues Accademie Sciences, Paris*, 258, 2 129-2, 130.
- CABANAS, R. (1980): *Geología cordobesa (Guía del sector Norte)*. Córdoba: Escudero. 179 p.
- DÍAZ del OLMO, F. (1982): *Geomorfología de Sierra Morena. Estudio del interfluvio de las cuencas fluviales Viar-Rivera de Hueznar*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 503 p. (inédito).
- DÍAZ del OLMO, F.; BAENA, R. y GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1989): Paleokarst de Sierra Morena (Massif Hespérique). *Réunion Franco-Espagnole sur les Karsts Méditerranéens d'Andalousie Occidentale*. Livret-Guide, 183-218.
- DÍAZ del OLMO, F. y GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1983): Observaciones sobre la geomorfología del batolito de Santa Olalla del Cala (Sevilla, Huelva, Badajoz). *Boletín. Geológico y Minero*, 94, 3, 179-186.
- DÍAZ del OLMO, F. y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1989): Macizo Hespérico Meridional. En *Territorio y Sociedad en España (Geografía Física)*, 1, 70-80. Taurus, Madrid.
- FABRIES, J.M. (1963): *Las formations cristallines et métamorphiques du Nord-Est de la province de Séville (Espagne)*. Sciences de la Terre. Nancy. Mémoire 4. 270 p.
- FONTBOTÉ, J.M. (1980): *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Córdoba, Hoja 76*. IGME, Madrid.
- GARCÍA VÉLEZ, A. (1979): Estudio de las mineralizaciones de origen hidrotermal en la región de Guadalcanal-Cazalla (Sevilla). *Boletín Geológico y Minero*, 90, 3, 285-293.
- GURRÍA, J.L. y SANZ TAMAYO, M. (1979): Los fenómenos kársticos en los calerizos de Cáceres y Aliseda. *Actas VI Coloquio de Geografía*, 47-55
- IGME (1986): *Investigación y Evolución de los Recursos hidráulicos subterráneos de los sectores N de las provincias de Huelva, Sevilla y Córdoba*. IGME, Sevilla (inédito).
- JULIVERT, M. (1978): Algunas bases para una correlación paleogeográfica entre los Macizos Hercinianos del Occidente de Europa. En Geología de la parte Norte del Macizo Ibérico (Homenaje a I. Parga Pondal), *Cuadernos del Seminario de Estudios Cerámicos de Sargadelos*, 27, 159-191.
- LOTZE, F. (1945): Zur gliederung der Varisciden der Iberischen Meseta *Geotk. Forsch*, 6, 78-92 (Traducción española por J.M. Ríos, *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, V,149-166. (1961). Madrid.
- MARQUÍNEZ, J.L. (1978): Estudio geológico del Sector SE de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NO de España). *Trabajos de Geología*, 10, 295-315.
- RECIO, J.M.; BAENA, R. y DÍAZ del OLMO, F. (1991): Evolución reciente del Karst de la Sierra de Córdoba. (inédito).
- SOLÉ SABARÍS, L. (1952): El Relieve. *Geografía Física*, Tl. Montaner y Simón, Barcelona 500 p.
- VAL, J del. y HERNÁNDEZ, M. (1989): El karst en el Macizo Hespérico. En J.J. DURÁN y J. LÓPEZ MARTÍNEZ (Eds.). *El Karst en España*, Monografías 4, 217-229. Sociedad Española de Geomorfología, Madrid.
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F. (1967): Nuevas áreas devonianas en la zona occidental de Sierra Morena. *Notas y comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 97-98.
- VÁZQUEZ GUZMÁN, F. y FERNÁNDEZ POMPA, F. (1976): *Contribución al conocimiento geológico del Suroeste de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas*. Memoria del Instituto Geológico y Minero de España, 89, 130 p.
- VEGAS, R. (1977): Le precambrien superieur de la chaîne varisque de la Peninsule Iberique. En *La chaîne varisque d'Europe moyenne et occidentale*. 243, 89-96. CNRS, Rennes.
- ZAMARREÑO, I. (1978): Tipos y distribución de facies en el nivel carbonatado del Cámbrico de España. En Geología de la parte Norte del Macizo Ibérico (Homenaje a I. Parga Pondal), *Cuadernos del Seminario de Estudios Cerámicos de Sargadelos*, 27, 289-311.