

MORFOGÈNESI DE PILARS DE TERRA (*EARTH PILLARS, HOODOOS*). EXEMPLES DE LA RIERA DE GAIÀ (VALLES OCCIDENTAL, BARCELONA) I DEL BERNAL DE YÁTOR (LAS ALPUJARRAS, GRANADA)

R. Linares, L. Pallí, C. Roqué i X. Almanza.

Àrea de Geodinàmica Externa. Universitat de Girona, 17071 Girona.

RESUM

Es descriuen la gènesi i els principals trets geomorfològics de les formes erosives de tipus pilars de terra que es desenvolupen a la riera de Gaià (Barcelona) i al Bernal de Yátor (Granada). Es tracta de formes dinàmiques, pròpies de zones sotmeses a una forta crisi hídrica.

RESUMEN

Se describen la génesis y los principales rasgos de las formas erosivas de tipo pilares de tierra que se desarrollan en la Riera de Gaià (Barcelona) y en el Bernal de Yátor (Granada). Se trata de formas dinámicas, propias de zonas sometidas a una fuerte erosión hídrica.

ABSTRACT

The origin and the primary features of the erosive earth pillar-like formations that develop in the Riera de Gaià (Barcelona) and in the Bernal de Yátor (Granada) are described. They are dynamic formations typical of areas subjected to strong water erosion.

KEYWORDS: Earth pillars, Barcelona, Granada, Spain

INTRODUCCIÓ

Els paisatges coneguts com a *badlands* són àrees en què l'erosió hídrica és molt intensa i produeix un aixaragallament generalitzat de la superfície. L'elevada densitat de drenatge, la pràctica absència de vegetació i la natura abrupta dels vessants són alguns dels trets més característics d'aquests indrets i, a la vegada, són factors que comporten una gran dificultat a l'hora de transitar-hi (Gutiérrez Elorza, 2001). Aquest modelat es desenvolupa sobre materials i climes diversos, des de sediments glaciomarins a l'àrtic fins a mantells de sauló en climes tropicals (Bryan i Fair, 1982). Probablement, els exemples més característics i més ben coneguts són els que es troben en morfoambients àrids i semiàrids sobre materials pel·lícics. El terme

badland correspon a la denominació anglosaxona de les zones descrites pels exploradors francesos a l'oest d'Amèrica del Nord com a *mauvais terres à traverser*. Inicialment es tractava d'extensos territoris amb un valor econòmic intrínsec baix o nul, a causa de la dificultat de realitzar-hi els usos als quals es pretenien destinar (Campbell, 1997). A la península Ibèrica els paisatges d'aquesta natura més ben desenvolupats es localitzen al sud-est, especialment a les comunitats andalusa i murciana, així com a les depressions de l'Ebre i del Tajo (Linares et al., 2002). Aquest treball té com a objectiu aprofundir en el coneixement de la gènesi d'una de les formes més espectaculars que es desenvolupen a les zones de badlands: els pilars de terra. Per això se n'estudien dos exemples, situats a la comarca de Las Alpujarras (Granada) i al Vallès Occidental (Barcelona).

FORMES EROSIVES DE TIPUS PILARS DE TERRA (*EARTH PILLARS, HOODOOS*)

Els pilars de terra (*earth pillars, hoodoos, orgues, dames coiffées, demoiselles coiffées*) són el resultat d'un fenomen geomòrfic propi de l'erosió de sediments poc cimentats i heteromètrics o de capes alternants amb un contrast de resistència molt acusat (Fairbridge, 1968). Consisteixen en estructures turriformes més o menys còniques, de flancs molt verticalitzats, inicialment coronats per un bloc de pedra o per una capa més resistent que protegeix el conjunt.

A Europa, aquestes formes es localitzen en diversos indrets, principalment en el context mediterrani. Aquest és el cas de la vall d'Adige, prop de Bolzano (Itàlia); de les Orgues d'Illa, al Rosselló (França), o de la Capadòcia (Turquia), entre els més coneguts. En aquest darrer lloc es troben probablement els millors exemples (segurament també els més visitats), coneguts allí com a *fairy chimneys* o *pigeon chimneys*.

Aquestes mateixes formes són conegudes a l'Amèrica del Nord amb el terme *hoodoos* (Campbell, 1991; Zwolinski, 2003). Allí n'existeixen exemples espectaculars a diverses zones, de les quals destaca, sens dubte, el Parc Nacional de Bryce Canyon (Utah).

PILARS DE TERRA DE LA RIERA DE GAIÀ

La riera de Gaià, afluent del riu Llobregat, és un curs fluvial que discorre proper al contacte entre la Serralada Prelitoral Catalana (materials del sòcol paleozoic i del Triàsic) i la depressió del Vallès (materials del Neogen), a l'oest de Terrassa, a la província de Barcelona. En aquest sector, el contacte entre ambdues unitats morfoestructurals té lloc mitjançant una important fractura en què es desenvolupa una farina de falla en les pissarres i fil·lites del Paleozoic que assoleix una amplada superior a 100 m. El moviment d'aquesta falla s'inicia durant la compressió paleògena, es reactiva durant la distensió neògena (Rosell et al., 1973) i ha actuat al llarg del Quaternari (De Mas, 1983; Linares, 1988). Un dels sectors en què l'activitat neotectònica d'aquesta fractura és més evident és el tram de la riera de Gaià comprès entre can Mitjans (Viladecavalls) i can Font de Gaià (Terrassa) (figura 1).

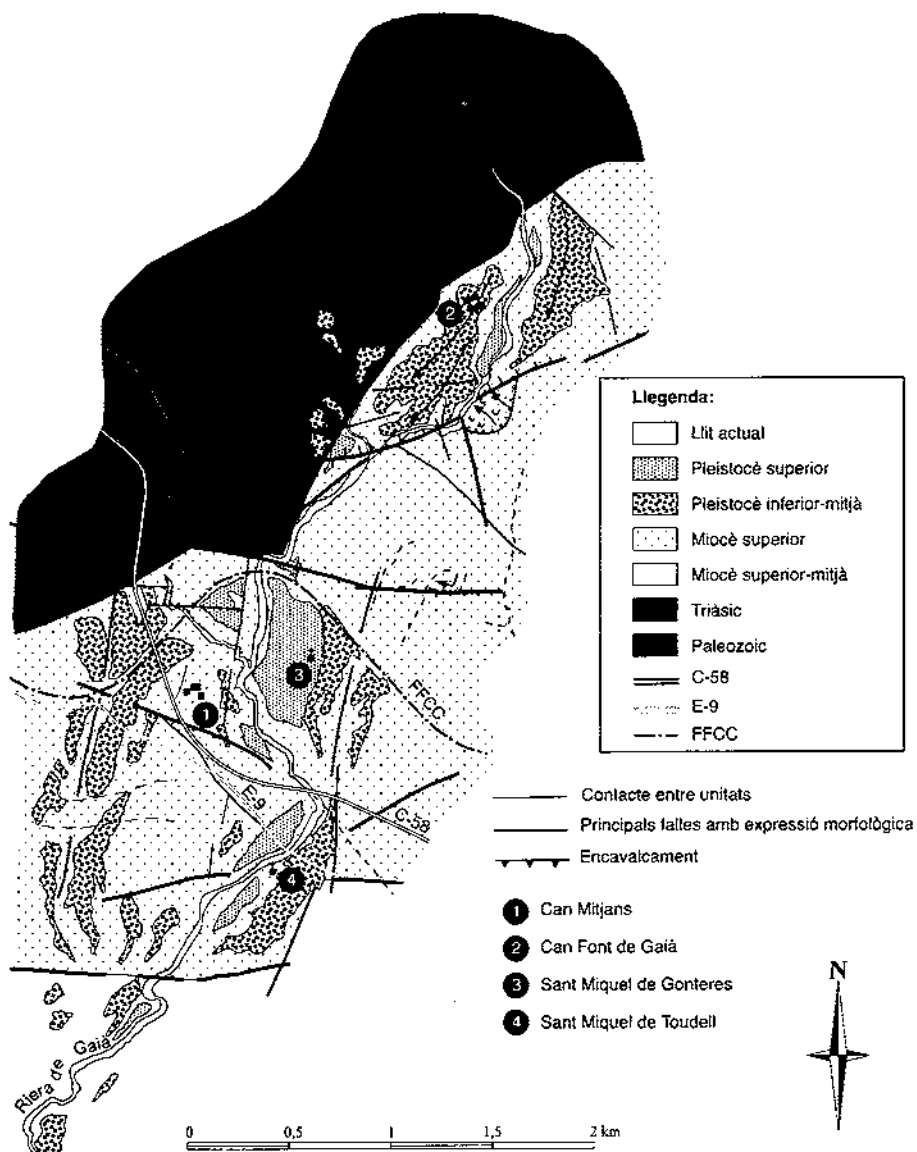


Figura 1. Detall cartogràfic del tram mitjà de la riera de Gaia, segons Linares (1988).

Els pilars de terra de la Riera de Gaià es desenvolupen sobre els materials del Miocè que omplen la depressió i, especialment, en aquelles zones en què apareixen recoberts per sediments quaternaris. Les seves dimensions màximes són 25 m d'altura per 8 m d'amplada. La capa de sediments quaternaris que corona els pilars assoleix els 5 m de gruix (figura 2).

Els materials del Miocè corresponen a la unitat litostratigràfica "conglomerats del Turolà-Vallesjà" (Rosell et al., 1973), que forma part de la unitat deposicional "complex continental superior" (Cabrera et al., 1991). Les característiques sedimentològiques i cartogràfiques d'aquesta unitat permeten atribuir-la a una sèrie de cons de dejecció de tipus torrencial. En general, es tracta de materials conglomeràtics de color marró poc consolidats i amb matriu arenosa argilosa, els quals presenten intercalacions de nivells detrítics més fins (sorres, llims i argiles). Les associacions pròpies de fàcies distals, o de trànsit cap a aquestes, són les que tenen una major extensió cartogràfica. Des d'un punt de vista estructural, destaca la intensa fracturació que afecta aquests materials. Les falles principals desenvolupen zones bretxificades que assoleixen espessors de fins a 50 cm, i provoquen canvis sobtats de pendent en els estrats. Són freqüents les fractures que es troben cimentades per carbonat càlcic. Les formacions superficials que recobreixen aquests dipòsits corresponen a materials detrítics de tipus fluviotorrencial, atribuïbles, per la seva posició geomorfològica, al Quaternari antic. Destaca la presència de nivells amb crostes o nòduls de carbonat i de trams endurits per concrecions d'òxids de ferro. La distribució en planta d'aquests materials, els desnivells que s'observen en talls geològics de detall i els canvis de pendent sobtats de les lleres principals i de les direccions del flux superficial, són elements geomorfològics indicatius d'activitat neotectònica (Keller i Pinter, 1999) que es reconeixen a la zona. En els afloraments estudiats aquests materials del Quaternari no mostren una facturació tectònica apreciable.

PILARS DE TERRA DEL BERNAL DE YATOR

La població de Yátor es troba al corredor de Las Alpujarras, al seu extrem occidental, prop de la població de Cádiar, a la província de Granada. Aquest territori coincideix amb una regió topogràficament més deprimida que queda situada al sud de Sierra Nevada i al nord de les serres de Lújar, Contraviesa i Gádor. Geològicament es troba sobre materials del complex Alpujárride i corre paral·lel al contacte entre els complexos Alpujárride i Nevado Filábride (Rodríguez Fernández i Sanz de Galdeano, 1988).

En els materials neògens que es desenvolupen al sector occidental del corredor de Las Alpujarras, en concret en la zona coneguda com a depressió d'Ugíjar, s'identifica una superposició de deformacions que afecten tant les roques sedimentàries com el substrat metamòrfic Alpujárride; plects decamètrics, falles normals, encavalcaments i falles inverses i altres falles de petit salt (Galindo Zaldívar, 1993). Segons aquest autor, els materials detrítics que afloren a la rodalia de Yátor són atribuïbles al Miocè superior. Es tracta de conglomerats, gresos, llims i argiles, amb un grau de cimentació variable segons sectors i trams (figura 3).

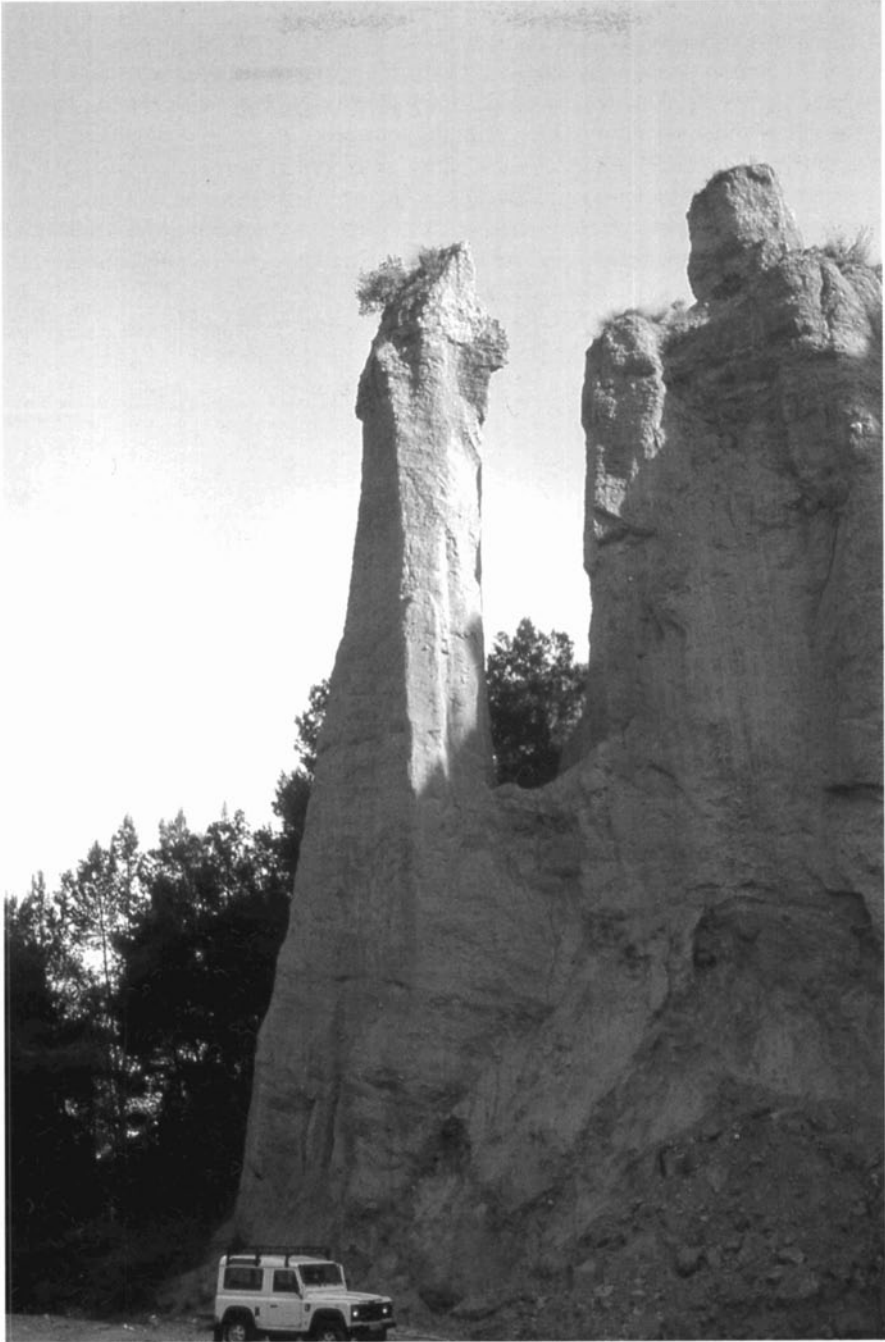



















Figura 2. Exemple de pilars de terra de la zona de can Mitjans (Viladecavalls).

Llegenda:

-  Al·luvial. Holocè
-  Ventall al·luvial. Pleistocè
-  Conglomerats vermells. Pliocè
-  Conglomerats. Serravallà
-  Margues. Serravallà
-  Calcarenites. Serravallà
-  Conglomerats vermells. Serravallà
-  Complex Alpujarride
-  Complex Nevado-Fitábride
-  Falla
-  Falla de salt en direcció
-  Bretxa de falla
-  Falla normal
-  Encavalcament
-  Anticlinal i sinclinal
-  Lliscament gravitacional
-  Contacte estratigràfic
-  Direcció i cabussament

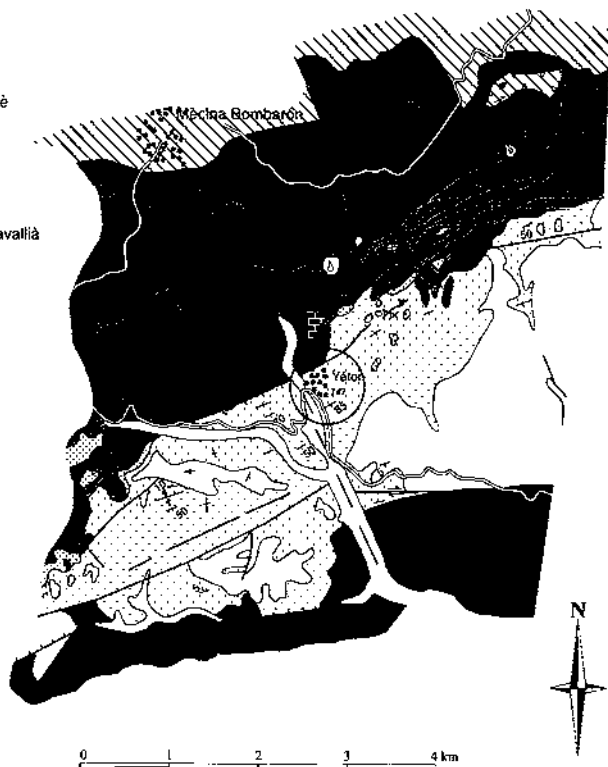


Figura 3. Detall del mapa geològic del corredor de Las Alpujarras, segons Sanz de Galdeano et al. (1991).

Les formacions superficials que recobreixen els vessants sobre els quals actuen els processos erosius corresponen a dipòsits de vessant de gruix escàs i amb un grau de cimentació discontinu.

El Pico Bernal de Yátor és el pilar de terra de dimensions més notables del conjunt. Assoleix una altura de 35 m i la seva amplada és de 8 m (figura 4).

GENESIS DELS PILARS DE TERRA

L'estudi geomorfològic realitzat als pilars de terra de Yátor i de la riera de Gaià aporta dades suficients per proposar una seqüència evolutiva i un model geomorfològic per a aquestes formes (figura 5). Les fases principals del seu desenvolupament són les següents:



Figura 4. Pilar de terra conegut com a Bernal de Yátor.

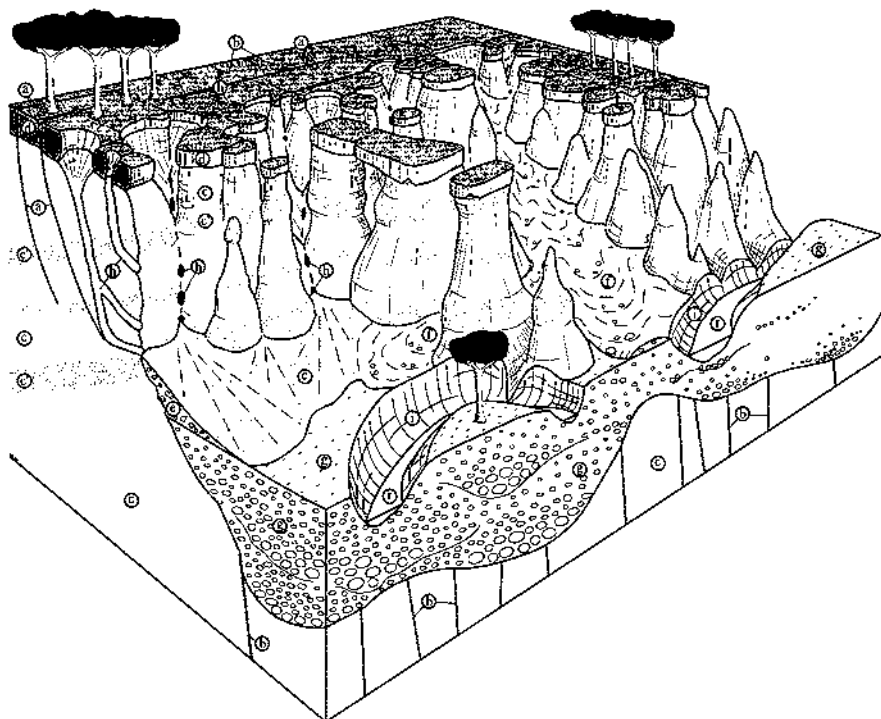


Figura 5. Bloc esquemàtic de la gènesi i el desenvolupament dels pilars de terra. Llegenda: a) fractures de descompressió; b) fractures tectòniques; c) sorres, llims i argiles; c') nivells de gravetes; d) nivell resistent quaternari; e) dipòsits de tulús; f) colades de terra; g) graves al·luvials; h) piping; i) incisió torrencial; r) torrent.

- La incisió dels cursos fluvials, provocada pel moviment d'accidents tectònics, genera vessants verticalitzats que assoleixen altures considerables. L'estabilitat gravitatòria d'aquests vessants és possible gràcies als cabussaments de les capes en contra del talús, a la presència de nivells cimentats i/o a l'existència de superfícies de falla cimentades per carbonat càlcic que actuen a manera de pantalles. Una vegada superada l'altura crítica del talús, es desenvolupen fractures distensives a favor de la direcció de l'excavació. Aquestes fractures actuen com a elements principals que canalitzen els processos d'erosió subsuperficial (*piping*), que són els predominants al llarg d'aquesta fase inicial.
- Una etapa de moviments en massa, provocats principalment per col·lapses de canals de *piping* i desenvolupament de *gulling*.
- Finalment, domini dels processos d'erosió hídrica superficial, poc profunds, fins a la consecució del perfil d'equilibri del vessant.

Aquesta seqüència d'esdeveniments és similar a la documentada per Harvey (1982) i per Campbell (1997) en morfoambients semblants als descrits en aquest treball.

Referències

- BRYAN, R. B. i FAIR, A. (ed.) 1982. *Badlands Geomorphology and Piping*. GeoBooks. Norwich.
- CABRERA, L., CALVET, F., GUIMERA, J. i PERMANYER, A. 1991. El registro sedimentario miocénico en los semigrabens del Vallès-Penedès y de El Camp: organización secuencial y relaciones tectónica sedimentación. *I Congreso del Grupo Español del Terciario. Libro-guía excursión*, núm. 4, 132 p.
- CAMPBELL, I. A. 1991. Classification of Rock Weathering at WOSPP, Alberta, Canada: A Study in Applied Geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 16, pàg. 701-711.
- DE MAS, D. 1983. *L'evolució geomorfològica quaternària del Vallès Occidental*. Tesi doctoral inèdita. Universitat de Barcelona.
- FAIRBRIDGE, R. W. (ed.). 1968. *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corporation, 1295 p.
- GALINDO ZALDIVAR, J. 1993. *Geometría de las deformaciones neógenas en Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. Granada. 235 pàg.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (ed. coord.). 1994. *Geomorfología de España*. Editorial Rueda, 526 pàg.
- HARVEY, A. 1982. The role of piping in the development of badlands and gully systems in South-East Spain. A: R. B. Bryan i A. Yair (ed.), *Badlands Geomorphology and Piping*. GeoBooks, pàg. 317-336.
- KELLER, E. A. i PINTER, N. 1999. *Active Tectonics: Earthquakes and Landscape*. Prentice Hall, 338 p.
- LINARES, R., ROSELL, J., PALLI, L. i ROQUÉ, C. 2002. Afforestation by slope terracing accelerates erosion. A case study in the Barranco de Barcedana (Conca de Tremp, NE Spain). *Environmental Geology*, 42: 11-18.
- LINARES, R. (1988): Caracterización geotécnica de los terrenos situados en el Llano de Terrassa y alrededores (Vallés Occidental. Barcelona). Tesis de llicenciatura inèdita. Universitat Autònoma de Barcelona.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. SANZ DE GALDEANO, C. (1988): El Corredor de Las Alpujarras: un área de sedimentación con movimiento transcurrente. Arquitectura estratigráfica y evolución geodinámica. *Simposio sobre cuencas en régimen transcurrente*. SGE, pàg. 153-162.
- ROSELL, J., OBRADOR, A., ROBLES, S. i PALLI, L. 1973. Sedimentología del Mioceno del Vallés Occidental (provincia de Barcelona). *Acta Geológica Hispánica*, t 8: 25-29.
- SANZ DE GALDEANO, C., RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. i LOPEZ GARRIDO, A. C. 1991. *Geological Map of the Alpujarran Corridor*. Instituto Andaluz de Geología Mediterránea.
- ZWOLINSKI, Z. 2003 Geomorphlist, What is a hoodoo? <<http://main.amu.edu.pl/~sgp/gw/hd/hoodoo.htm>>