

Análisis de la fracturación de la plataforma carbonática de Santanyí, Mallorca. Relación con los paleocolapsos y su cronología.

Fracture analysis in santanyí carbonate platform, Majorca. Relationship with the paleocolapsse and their cronology

P.A. Robledo ⁽¹⁾, J.J. Durán ⁽¹⁾ y L. Pomar ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Geológico y Minero de España. Depto. Investigación y Prospección Geocientífica. C/ Ríos Rosas 23. 28003. Madrid. pa.rolbedo@igme.es

⁽²⁾ Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de las Islas Baleares. Crta. de Valldemossa km 7. 28007. Palma de Mallorca, Baleares. Luis.pomar@uib.es

ABSTRACT

The up-lift is one of active karst control factor. However, examples of inactive preterits structures in the east coast of Majorca Island could be direct relation with up-lift and fracturation. Regionally, post-Miocene up-lift have not influenced in the paleocollapase structures genesis because the sinking was controlled by the lithology. Therefore, analysing 1304 fractures in the Santanyí carbonate platform these show three great groups with different genesis and chronology. One group shows a dominant direction toward NO-SE. The second group is orientated to NE-SO. And the last one is lineated to E-O and N-S, may be related with genesis of paleocollapase.

Key words: fracture, Majorca, orientation, paleocollapase.

Geogaceta, 44 (2008), 67-70
ISSN: 0213683X

Introducción

Los paleocolapsos kársticos son estructuras pretéritas del Mioceno superior que afloran en la costa este de Mallorca (Figs. 1 y 2A). Su génesis ha sido atribuida al hundimiento de las capas suprayacentes, correspondientes a las Calzas de Santanyí, por la disolución preferencial de los corales de las facies subyacentes del Complejo Arrecifal (facies de frente arrecifal y *lagoon* externo) (Robledo y Pomar, 2000, 2001 a y b; Robledo 2005). El control litológico en la génesis de los hundimientos no implica que las fracturas hayan podido jugar un rol importante en el mismo, así como la propia ocurrencia de los hundimientos haya sido también génesis de un conjunto de fracturas apenas estudiada con importantes connotaciones posteriores para la configuración actual de la plataforma carbonática de Santanyí. En el caso de la plataforma carbonática de Lluçmajor, al sur de Mallorca, este aspecto ha sido abordado a partir de algunos análisis sobre la falla de dirección de Punta Roja (Pomar y Ward, 1995, 1999). Con algo más de profundidad, se analizó la estructura de la plataforma de Santanyí por Giménez *et al.* (2001), definiendo poblaciones de fracturas y lineamientos de ca-

rácter local, y estableciendo sistemas de fracturas y fallas principales. A grandes rasgos y según los datos obtenidos por Giménez *et al.* (2001) describen dos grandes tipos de fracturas. El primero se refiere a fracturas y fallas normales distribuidas de forma muy heterogénea. Se trata de fracturas muy penetrativas con una dirección dominante NE-SO y un desarrollo longitudinal superior a los 30 m. Este sistema presenta buzamientos cercanos a 70° con una anchura de hasta a 10 cm. El segundo grupo de fracturas están caracterizadas por su menor incisión y continuidad en el espacio, con un buzamiento subvertical y dos direcciones dominantes (NE-SO y NO-SE). Según Giménez *et al.* (2001), ambos grupos se atribuyen al Mioceno superior, consecuencia de la exposición a un campo de esfuerzos extensional asociado al *rifting* del surco de Valencia que provocó una serie de *horsts* y *grabens* que estaban limitados por fallas de dirección NE-SO, al igual que la línea de costa. En este sentido, las zonas de cizalla analizadas en la plataforma de Santanyí se han relacionado con fallas satélite que limitan la zona oriental de la plataforma continental de Mallorca. La diferente orientación de las fallas ha sido interpretada como un proceso extensivo de carácter radial también durante el

Mioceno superior sugerido ya por Céspedes *et al.* (2001). Esta estructura tectónica explica también que las fracturas menos penetrativas no se orienten en dos únicas direcciones perpendiculares entre sí y por tanto, que adopten diferentes orientaciones (Giménez *et al.*, 2001).

Marco geográfico y geológico

Mallorca se sitúa en el Promontorio Balear, en el Mediterráneo occidental, al este de la Península Ibérica, situándose entre las islas de Menorca e Ibiza. (Fig. 1). La isla de Mallorca se divide en seis grandes dominios geomorfológicos, coincidentes a *grosso modo*, con los estructurales, que definen su fisiografía: La plataforma arrecifal (atribuida al Mioceno superior) (Pomar y Ward, 1999), donde afloran los paleocolapsos, se sitúa en la zona suroriental de la isla de Mallorca. Presenta un ligero basculamiento hacia el sureste, con estratos subhorizontales y una densa fracturación. En esta unidad geomorfológica se distinguen dos unidades importantes: El Complejo Arrecifal (Tortoniense-Messiniense) (Pomar y Ward, 1995 y 1999) y la Unidad Calizas de Santanyí (Messiniense) (Fornós, 1987). Los ciclos de agradación-progradación del arrecife, dieron lugar al desarrollo de

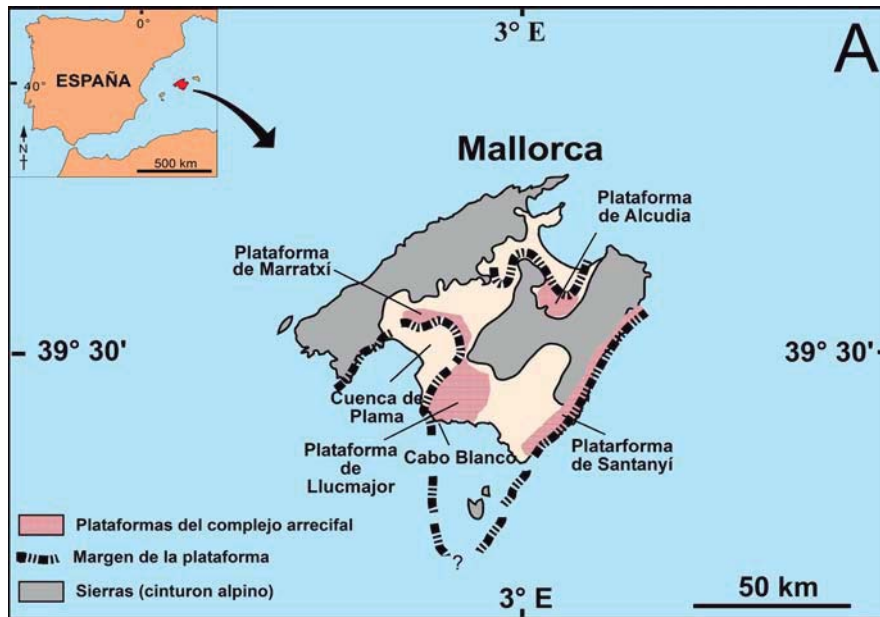


Fig. 1.- Marco geológico y geográfico.

Fig. 1.- Geological and geographical setting.

otros cinturones de facies asociados: *lagoon* externo, medio e interno, talud distal y proximal y, facies de plataforma abierta (Pomar y Ward, 1995 y 1999). Por encima del Complejo Arrecifal se disponen las Calizas de Santanyi. En su base presentan facies de manglares, un nivel inferior de facies estromatolíticas, facies oolíticas y un nivel superior de facies estromatolíticas (Fornós, 1987).

Metodología

Se han analizado y representado gráficamente la medida de orientación y frecuencia de 1304 fracturas en 18 localidades situadas en los acantilados costeros entre Cala Màrmols y S'Algar (Fig. 2b y 3). Las medidas de orientación y buzamiento se han tomado sobre el terreno, tanto en la costa acantilada como hacia tierra. La gran densidad de fracturas que se observan en la zona de estudio, ha motivado una selección selectiva dependiendo de, su continuidad en el espacio (fracturas de orden de magnitud igual o menor a 100 m) (Fig. 2b), su relación con los paleocolapsos kársticos y aquellas conjugadas con lineamientos mayores o fallas. Posteriormente, se ha realizado un diagrama en rosa de cada localidad, con intervalos de 10°, y uno agrupado del conjunto de zonas estudiadas con el mismo intervalo.

Resultados

El análisis del conjunto de fracturas de las zonas de estudio distribuidas en la

costa oriental de Mallorca se ha representado por localidades y agrupado (Fig. 3). En dicho diagrama, correspondiente a la totalidad de las fracturas, puede observarse una distribución con un máximo absoluto que acumula el 12 %, en el intervalo N 90°-100° E (E-O), y un máximo relativo que agrupa dos intervalos: hacia N 40°-50° E y N 50°-60° E (NE-SO). Se aprecia un conjunto de fracturas de tercer orden de magnitud porcentual que se abre en un abanico que integra 5 intervalos (entre N 130°-180° E). Este hecho, define una tercera dirección relativamente importante hacia NO-SE. Sin embargo, a excepción del máximo primario y secundario, la distribución espacial de las fracturas es de tipo radial, con un gran número de fracturas distribuidas homogéneamente en los cuatro cuadrantes. A grandes rasgos y según los datos obtenidos en las localidades analizadas de la costa oriental de Mallorca, se pueden distinguir tres grandes grupos de fracturas:

- 1.- El primero se refiere a fracturas o fallas (normalmente en dirección), de gran desarrollo longitudinal. Suelen ser de carácter muy penetrativo con una dirección dominante NE-SO, dos direcciones secundarias NO-SE y E-O, y un desarrollo longitudinal superior a los 30 m. Este sistema presenta buzamientos subverticales en la mayoría de los casos (cerca de 70°) y con anchuras entre 10 y 15 cm.
- 2.- Las fracturas del segundo grupo están caracterizadas por ser menos

penetrativas y con poco desarrollo longitudinal en el espacio. Los buzamientos se aproximan a los 90° y casi siempre aparecen conjugadas. Presentan direcciones NO-SE, E-O y NE-SO y su anchura oscila entre 5 y 10 cm.

- 3.- La tercera y última familia agrupa un conjunto de fracturas de carácter muy local, penetrativas en algunos casos, y en otros de escaso desarrollo. Aunque localmente presenta una distribución radial, en el conjunto de la plataforma carbonática presentan dos orientaciones dominantes: E-O y N-S. Sus buzamientos son también muy diversos, con un espectro que oscila desde 5° hasta 90°. La anchura de estas fracturas es muy variable, desde órdenes milimétricos hasta otras que alcanza los 60 cm (Fig. 2b).

Discusión

Los dos primeros grupos de fracturas parecen estar asociados a los lineamientos mayores, que tienen una relación estrecha con: fallas principales, dirección de los cursos fluviales principales y secundarios, y la dirección de la línea de costa. Por el contrario, el tercer conjunto de fracturas está asociado a los paleocolapsos kársticos, con pautas de control local, una distribución radial y un amplio abanico de buzamientos y longitudes (Fig. 3). El hecho de que presente dos direcciones dominantes, E-O y N-S, se debe a que la fracturación en los paleocolapsos kársticos es radial, como el propio fenómeno y, dependiendo de su ubicación en la línea de costa, las fracturas presentarán diferentes direcciones, (mayoritariamente perpendicular o semiperpendicular a la propia dirección de la costa acantilada). Este aspecto, está controlado por la ubicación de los paleocolapsos que sólo afloran en dos dimensiones en la costa acantilada (Fig. 2), interceptados por calas, torrentes o la línea de costa. Los paleocolapsos que afloran en un sector de costa con dirección NE-SO, presentarán fundamentalmente fracturas orientadas NO-SE. Si por el contrario están ubicados en zonas cuya dirección de la costa es E-O y/o N-S, la dirección del conjunto de fracturas dominante será inversa, N-S y/o E-O. Este hecho, se ve corroborado por el escaso porcentaje del máximo principal que presenta el diagrama (12%), y la proximidad a este valor del resto de fracturas que se distribuyen de forma muy



Fig. 2.- A) Detalle de un paleocolapso. Saragall d'en Pel.lo. Mallorca. B) Detalle de un conjunto de fracturas miocenas

Fig. 2.- A) Paleocollapase detail. Saragall d'en Pel.lo. Mallorca. B) Miocene fractures group

similar en los cuatro cuadrantes. Esta hipótesis se verifica en los casos que han sido analizados paleocolapsos cuya sección era al menos tres cuartas partes del total de la estructura original (Faro de Porto Colom, Cala Santanyí o Estret des Temps, entre otras), donde el diagrama presenta una dirección claramente radial, con varios máximos principales y secundarios y con poca concentración porcentual en dichos intervalos.

Conclusiones

Tras la exposición de los resultados y su interpretación, es posible encuadrar cronológicamente cada uno de los conjuntos de fracturas y su génesis:

- 1.- Las fracturas asociadas a fallas y cursos fluviales, penetrativas y con buzamientos en torno a los 70°, están controladas por la tectónica postmiocena (Plioceno superior-Pleistoceno inferior) de carácter distensivo y con una componente de cizalla en un gran número de casos. La mayor parte de estas fracturas presentan rellenos sedimentarios o están bajo depósitos de eolianitas del Pleistoceno medio-superior y paleodunas adosadas a los acantilados de la plataforma carbonática de edad Pleistoceno superior (Clemmensen *et al.*, 1997). Esta familia está asociada a orientaciones fundamentalmente NO-SE, y en menor medida, NE-SO y E-O.
- 2.- Las fracturas subverticales (próximas a 90°) presentan una clara componente distensiva y se observan en sedimentos miocenos,

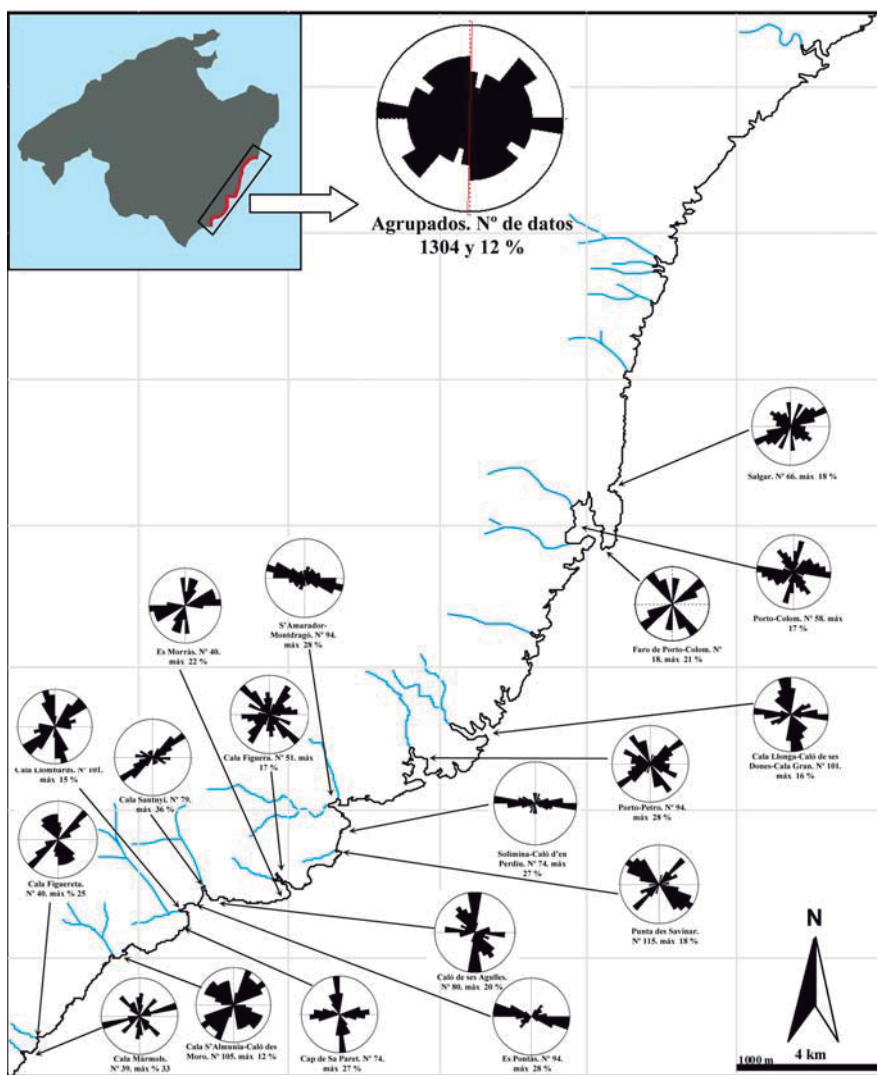


Fig. 3.- Distribución espacial de las fracturas en la plataforma carbonática de Santanyí, Mallorca.

Fig. 3.- Fractures spatial distribution.

pleistocenos y holocenos. Por tanto, son producto de una tectónica reciente, quizás todavía activa. Esta familia está asociada fundamentalmente a orientaciones NE-SO y, en menor medida, NO-SE.

3.- En el tercer conjunto de fracturas se observan dos tipos: una familia con una componente extensional-distensiva que alterna fracturas penetrativas y otras poco incisivas, y una segunda familia con una componente de carácter compresivo con desplazamiento (pequeñas fallas inversas). Están siempre agrupadas en zonas muy locales y sólo afectan al los sedimentos miocenos de la plataforma carbonática, también solapados en muchos casos por dunas pleistocenas. Algunas de estas fracturas aparecen rellenas y sus longitudes oscilan entre algunos centímetros a metros. Están asociadas en todos los casos al proceso de hundimiento que dio lugar a los paleocolapsos kársticos y su edad es Mioceno superior

(Messiniense). Aunque en el análisis se asocian a conjuntos de orientación E-O o N-S, los trabajos de campo constatan que la orientación es muy diversa en relación al tipo de estructura que se analice y a la orientación del afloramiento en sección con respecto a la dirección de la línea de la costa.

Referencias

- Céspedes, A., Giménez, J. y Sàbat, F. (2001). *Geogaceta*, 30, 58-63.
- Clemmensen, L.B., Fornós, J. y Rodríguez-Perea. (1997). *Terra Nova*, 9, 251-254.
- Fornós, J. (1987). *Les Plataformes Carbonatades de les Balears. Estudi Sedimentològic de les plataformes mioenes de les Illes Balears i la comparació amb la sedimentació actual a la seva plataforma*. Tesis Doctoral, Univ. de las Islas Baleares, 954 p.
- Giménez, J., Fornós, J. y Gelabert, B. (2001). *Geogaceta*, 31, 127-130.
- Pomar, L. y Ward, W.C. (1995). En: *Science Stratigraphy and Depositional Response to Eustatic, Tectonic and Climatic Forcing*. (B.U. Haq. Ed.). Kluwer Academic Press, Dordrecht, 87-112.
- Pomar, L. y Ward, W. C. (1999). *American Association Petroleum Geologist Bulletin*, 83, 1759-1773.
- Robledo, P.A. (2005). *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca. Análisis genético, geológico geográfico y evolutivo*. Tesis Doctoral. Univ. de las Islas Baleares, 376 p. y 2 anejos.
- Robledo, P. y Pomar, L. (2000). *Acta Carsologica*, 2, 177-185.
- Robledo, P.A. y Pomar, L. (2001) a. En: *Paleoclimatology: From process studies to reconstruction of the palaeoenvironment: advances in palaeoceanography and climatology*, 3, 9215.
- Robledo, P.A y Pomar, L. (2001) b. En: *Present State and Future Trends of Karst Studies*. (G., Günay, K.S., Johnson, D. Ford y A.I. Johnson. Eds.). UNESCO, París, 1, 339-344 pp.