

Estructura de la cuenca sedimentaria de Tabernas-Sorbas mediante prospección gravimétrica y magnética (Zonas Internas, Cordillera Bética Oriental)

Structure of the Tabernas-Sorbas sedimentary basin by gravity and magnetic survey (Internal Zones, Eastern Betic Cordillera)

Qiao Li¹, Patricia Ruano^{1,2}, Antonio Pedrera³ y Jesús Galindo-Zaldívar^{1,2}

¹ Dpto. Geodinámica, Universidad de Granada, 18071 Granada, España. pruanor@ugr.es, jgalindo@ugr.es.

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, CSIC-UGR, Avda. de las Palmeras 4, 18100 Armilla, Granada, España.

³ IGME, Urb. Alcázar del Genil, 4, 18006 Granada, España. a.pedrera@igme.es

ABSTRACT

Gravity and total field magnetic anomaly data were obtained across three profiles in the Tabernas-Sorbas basin (Internal Zones, Eastern Betics). Gravity models show an asymmetric basin shape with the thicker sedimentary sequences close or attached to its southern edge. A magnetic dipole, located in the northern half of the profiles, is associated to ore bodies in the basement, linked to the Alpujarride / Nevado-Filábride contact. The basin evolution was controlled by the development of an E-W to ENE-WSW synform and the activity of E-W to ESE-WNW dextral-reverse faults in its southern boundary.

Key-words: Tabernas-Sorbas basin, gravity, magnetics.

RESUMEN

Se han determinado las anomalías gravimétricas y magnéticas en tres perfiles perpendiculares a la cuenca Tabernas-Sorbas (Zonas Internas, Cordillera Bética oriental). Los modelos gravimétricos muestran una morfología asimétrica del relleno sedimentario, con la mayor potencia de sedimentos próxima a su borde meridional. Los datos magnéticos revelan un dipolo asociado a mineralizaciones metálicas relacionadas con el contacto Alpujarride/Nevado-Filábride. La evolución de la cuenca estuvo dominada por el desarrollo de un sinforme de dirección E-O a ENE-OSO y la actividad de fallas E-O a ESE-ONO dextro-inversas en su borde sur.

Palabras clave: Cuenca de Tabernas-Sorbas, gravimetría, magnetometría.

Geogaceta, 52 (2012), 117-120.
ISSN 2173-6545

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2012

Fecha de revisión: 26 de abril de 2012

Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2012

Introducción

La cuenca de Tabernas-Sorbas (Almería) (Fig. 1) pertenece al grupo de cuencas sedimentarias intramontañosas formadas en la Cordillera Bética desde el Mioceno medio. Estas cuencas, rellenas por rocas detríticas y evaporitas, de menor densidad media que el basamento sobre el que se disponen, tienen asociadas anomalías gravimétricas negativas. Diversos estudios gravimétricos han ayudado a establecer la potencia de sus rellenos sedimentarios (Delgado *et al.*, 2002; Marín-Lechado *et al.*, 2006; Pedrera *et al.*, 2007; Sanz de Galdeano *et al.*, 2007; Ruiz-Constán *et al.*, 2009). Estudios magnéticos complementarios muestran la presencia de rocas ígneas básicas y mineralizaciones en sus basamentos (Pedrera *et al.*, 2009).

Los datos geofísicos regionales, tales como el mapa de anomalía de Bouguer de

la Península Ibérica e Islas Baleares 1:1.000.000 (IGN, 1976), datos gravimétricos tomados desde diversos satélites (EMG08), el mapa de anomalías aeromagnéticas de la Península Ibérica del I.G.N. (Arizzone *et al.*, 1989), así como perfiles sísmicos (Banda y Ansorge, 1980; Galindo-Zaldívar *et al.*, 1997) y el análisis combinado de funciones receptoras y datos magnetotélúricos (Pedrera *et al.*, 2010), contribuyen a caracterizar la estructura cortical. Sin embargo, ni existen datos geofísicos ni sondeos que proporcionen información detallada sobre la geometría de la cuenca de Tabernas-Sorbas.

El objetivo de este trabajo es precisar la geometría y naturaleza del relleno sedimentario de la cuenca de Tabernas-Sorbas mediante gravimetría e identificar posibles rocas con contraste de propiedades magnéticas mediante magnetometría. Los nuevos resultados geofísicos se correlacionan con las

estructuras tectónicas de superficie y contribuyen a precisar la evolución tectónica de la cuenca.

Contexto geológico

La Cuenca de Tabernas-Sorbas se dispone sobre los complejos Alpujarride y Nevado-Filábride de las Zonas Internas de la Cordillera Bética oriental (Fig. 1). Estos complejos metamórficos comenzaron a elevarse y erosionarse a partir del Serravallense. Como consecuencia de la formación de relieve, la cuenca de Tabernas-Sorbas se desconectó progresivamente de la cuenca de Alborán hasta que finalmente se produjo su continentalización y erosión. El relleno sedimentario es de edad Mioceno medio a Cuaternario, con varias unidades estratigráficas separadas por discordancias (e.g. Martín y Braga, 1994). Cabe destacar la presencia de nive-

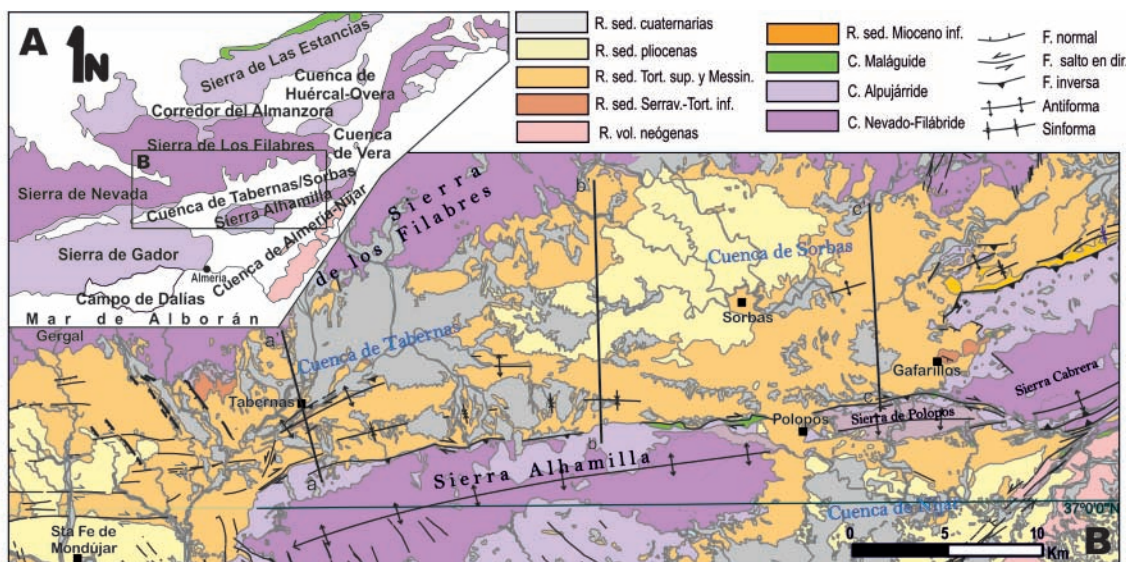


Fig. 1.- Localización geológica de la zona de estudio. A. Mapa geológico simplificado de la parte oriental de la Cordillera Bética con la localización de la cuenca de Tabernas-Sorbas. B. Mapa geológico de la cuenca de Tabernas-Sorbas con las principales estructuras tectónicas (Modificado de Pedrera *et al.*, aceptado, incluye datos de Sanz de Galdeano *et al.*, 2010 y Giaconia *et al.*, 2012) con la localización de los perfiles estudiados.

Fig. 1.- Geology of studied area. A. Geological sketch of Eastern Betic Cordillera with Tabernas-Sorbas basin location. B. Geological map of Tabernas-Sorbas Basin with main tectonic structures (Modified from Pedrera *et al.*, accepted, Sanz de Galdeano *et al.*, 2010 and included data of Giaconia *et al.*, 2012) with location of studied profiles.

les de yesos mesinienses que alcanzan hasta 30 m de espesor.

Las principales estructuras tectónicas que se observan en la zona son pliegues con tamaño kilométrico y orientación ENE-OSO (Weijermars *et al.*, 1985) que condicionan el relieve y la distribución de los sedimentos. De sur a norte se distinguen: el antiforme de Sierra Alhamilla, el sinforme de Tabernas-Sorbas y el antiforme de Sierra de Los Filabres, que en detalle incluyen otros de menor longitud de onda.

El contacto meridional entre la cuenca neógena de Tabernas-Sorbas y el basamento metamórfico de Sierra Alhamilla es una falla E-O subvertical de salto en dirección dextro (Sanz de Galdeano *et al.*, 1985) que afecta hasta rocas de edad mesiniense y localmente a sedimentos del Cuaternario (Sanz de Galdeano, 1989; Sanz de Galdeano *et al.*, 2010).

Metodología

Se han medido un total de 196 estaciones gravimétricas y 140 magnéticas a lo largo de 3 perfiles perpendiculares a la cuenca, junto con medidas adicionales que mejoran la cobertura para la realización de los mapas de anomalías. Las estaciones de medida se localizaron mediante un GPS navegador, modelo Garmin e-trex con precisión de 5 m y la cota con un altímetro barométrico

con precisión de 1 m. Los datos de cota se corrigieron con los datos obtenidos de un barógrafo situado a una cota fija en la zona de estudio.

Las medidas gravimétricas se realizaron con un gravímetro Scintrex Autograv modelo CG-5 con una precisión de 0.001 mGal. Se han referido al valor absoluto de la gravedad obtenido de la base gravimétrica del IGN de Granada. Para el cálculo de la corrección topográfica se utilizó el modelo digital de la NASA, SRTM 3 arcsec (90 m) en: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/, para los 20 km más cercanos al punto (Zonas B a M). La anomalía de Bouguer, se determinó a partir de una densidad de referencia de 2.67 g/cm³. Después de caracterizar la anomalía regional, la anomalía residual junto con las anomalías magnéticas han sido modelizadas en perfiles 2D con el programa GRAVMAG V.1.7. (Pedley *et al.*, 1993). En los modelos se han considerado los valores de densidad teóricos de Telford (Telford *et al.*, 1990).

La intensidad total del campo magnético se determinó mediante un magnetómetro de precesión de protones GSM 8 con una precisión máxima de 1 nT. Posteriormente, se realizó la corrección de las variaciones diurnas, a partir de los datos de intensidad del campo magnético total medidos en la estación de San Fernando (Cádiz), y del campo interno con el IGRF2010 (IAGA 2010).

Anomalías gravimétricas, magnéticas, espesor del relleno sedimentario y estructuras en el basamento

La anomalía de Bouguer muestra un incremento general hacia el sureste (Fig. 2) que confirma la tendencia regional observada en el mapa gravimétrico de la Península Ibérica (IGN, 1976) y en el modelo EMG08. Las curvas de anomalía residual que se obtienen para cada uno de los perfiles (Fig. 3) son generalmente asimétricas con valores mínimos, que oscilan entre -4 y -12 mGal, localizados cerca del borde sur de la Cuenca de Tabernas-Sorbas. Si se consideran densidades medias para los distintos materiales, la modelización de la anomalía residual muestra que el relleno sedimentario que se obtiene en los modelos es también asimétrico y alcanza unas potencias máximas de ~500 m en el perfil A, ~1000 m en el B y ~800 m en el C.

Las anomalías y los modelos magnéticos A y B (Fig. 3) sugieren la presencia de cuerpos con elevada susceptibilidad magnética (0.03 SI) en la parte occidental del basamento de la cuenca de Tabernas-Sorbas. Estos cuerpos tienen morfología tabular, ~100-200 m de potencia máxima, y buzanan ligeramente (0-20°) hacia el S. El modelo magnético del perfil C muestra un cuerpo con forma sigmoidal y susceptibilidad magnética 0.03 SI.

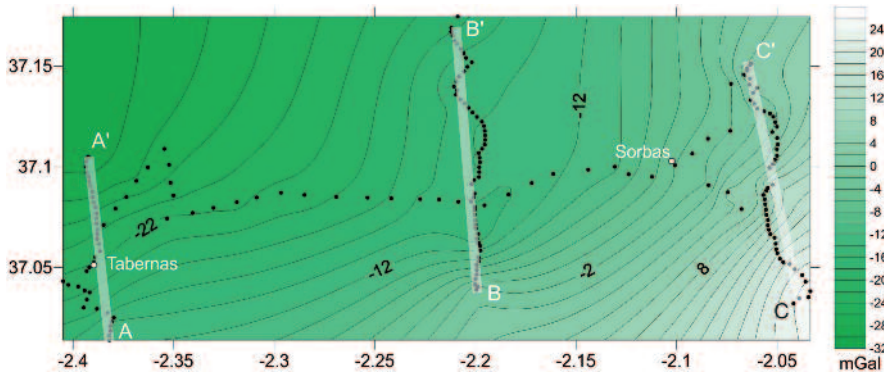
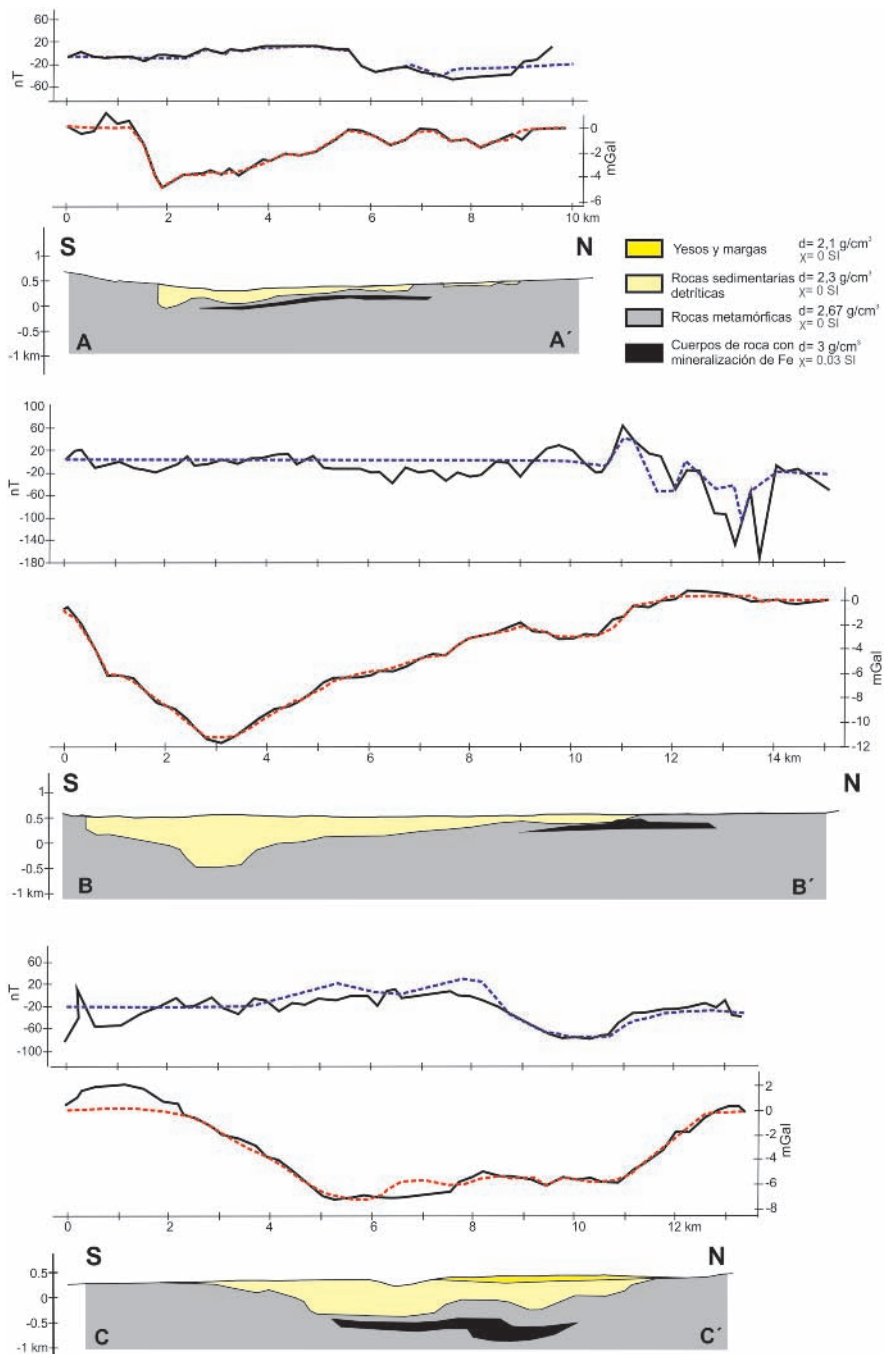


Fig. 2.- Mapa de anomalía de Bouguer de la zona de estudio a partir de los datos de campo.
Fig. 2.- Bouguer anomaly map of studied area from field data.



Su potencia máxima en la zona central es de ~400 m. La morfología recuerda a un pliegue con vergencia norte.

Discusión y conclusiones

Los resultados geofísicos que se muestran en este trabajo se integran con los modelos geológicos propuestos para la evolución de la cuenca de Tabernas-Sorbas (Fig. 4). La tendencia gravimétrica regional (Fig. 2) se debe al aumento progresivo del espesor de la corteza continental desde ~25 km que alcanza bajo Sierra Alhamilla (Pedrera *et al.*, 2010) hasta 30-35 km bajo Sierra de Los Filabres (Banda y Ansoorge, 1980). El engrosamiento cortical probablemente ocurrió desde el Serravaliense-Tortonense inferior, edad de los primeros sedimentos detríticos continentales, relacionado con el inicio del plegamiento en la Sierra de los Filabres.

El relleno sedimentario de la cuenca de Tabernas-Sorbas es más potente hacia el borde meridional (Fig. 4). Las máximas potencias de sedimentos coinciden con los ejes de dos sinformes, que se extienden lateralmente en dirección E-O/ENE-OSO. De sur a norte, se identifica un sinforme bien desarrollado en el perfil C (Fig. 4), afectado en su flanco meridional por la falla dextra-inversa del borde norte de Sierra Alhamilla. Hacia el centro de la cuenca se reconoce un alto del basamento asociado a un antiforme, que permite el afloramiento de los conglomerados basales de edad serravaliense-tortonense inferior en la parte occidental de la cuenca (Corte A y B, Fig. 4). Inmediatamente al norte se sitúa un nuevo sinforme que constituye el eje principal de la Cuenca de Tabernas-Sorbas. El acortamiento fue coetáneo al depósito de materiales del Tortonense superior y prosiguió durante el Messiniense con el desarrollo de nuevos pliegues que indujeron la emergencia de buena parte de los dominios marinos que quedaron restringidos a la parte noroccidental, la subcuenca de Sorbas.

Los modelos magnéticos revelan la presencia bajo la cuenca de un cuerpo que se extiende en la dirección E-O con un buzamiento medio de ~20° hacia el S, tiene susceptibilidad magnética 0.03 SI y una potencia hectométrica. Al norte de la zona de estudio se distinguen dos grupos de rocas con ele-

Fig. 3.- Modelos gravimétricos y magnéticos realizados a partir de la anomalía gravimétrica residual y la anomalía magnética.

Fig. 3.- Gravity and magnetic models from residual gravity and magnetic anomalies.

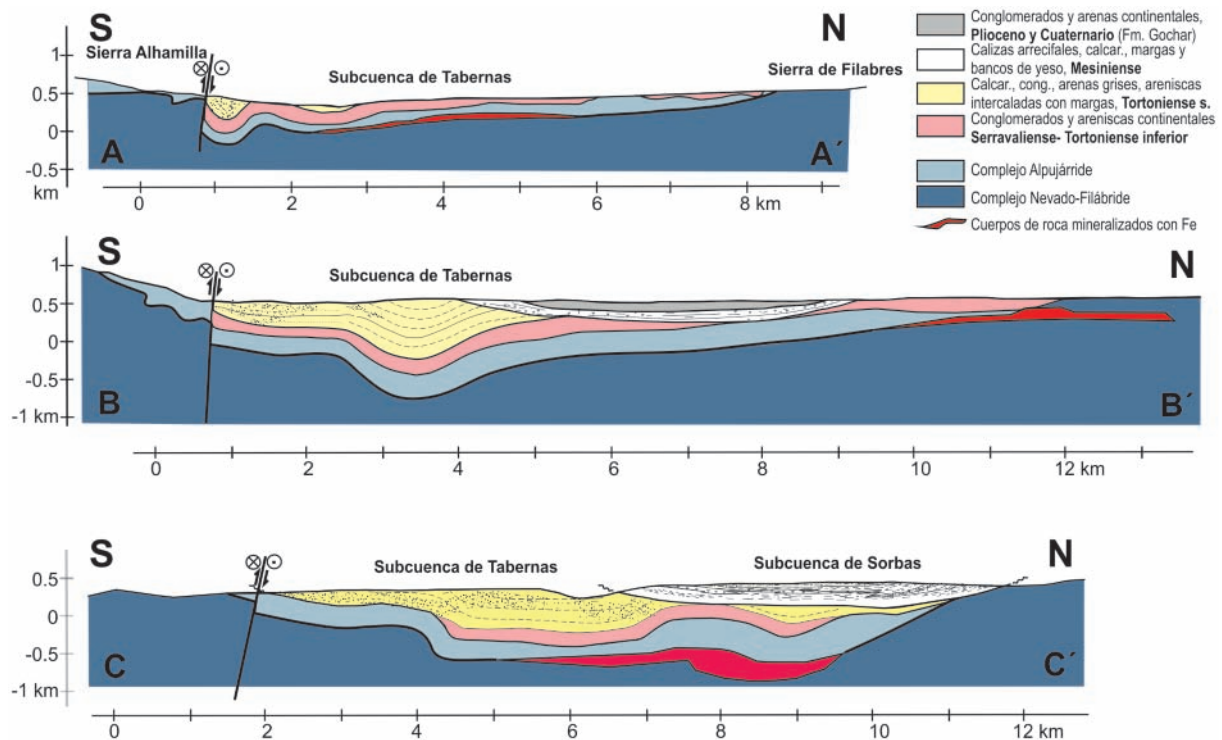


Fig. 4.- Cortes geológicos realizados a partir de los modelos gravimétricos y magnéticos

Fig. 4.- Geological cross-section based on gravimetric and magnetic models.

vada susceptibilidad magnética. Las rocas básicas y ultramáficas del Complejo Nevado-Filábride afloran en superficie y han sido detectadas en el núcleo de Sierra de los Filabres mediante estudios magnetotelúricos y magnetometría (Pedrera *et al.*, 2009). Además hay numerosas mineralizaciones de hierro con geometría irregular principalmente asociadas a los mármoles del Complejo Nevado-Filábride y al contacto Alpujárride/Nevado-Filábride.

La susceptibilidad magnética, su forma y la potencia de los cuerpos sugieren que podrían estar relacionados con mineralizaciones de hierro posiblemente asociadas al contacto Alpujárride/Nevado-Filábride o a mármoles nevado-filábrides muy próximos a este contacto. Esta zona mineralizada situada a escasa profundidad en el basamento de la cuenca podría haber nutrido de hierro los travertinos cuaternarios (Sanz de Galdeano *et al.*, 2008) situados en la parte occidental de la cuenca de Tabernas-Sorbas.

Agradecimientos

Queremos agradecer las revisiones de los Dres. Antonio Casas y Pedro Alfaro que han mejorado la calidad del manuscrito. Trabajo financiado por los proyectos CSD2006-00041, CGL-2008-03474-E/BTE, CGL2010-21048, P09-RNM- 5388 and RNM148.

Referencias

- Ardizzone, J., Mezcuca, J. y Socías, I. (1989). *Mapa aeromagnético de España Peninsular. Escala 1:1.000.000*. I.G.N.
- Banda, E. y Ansonge, J. (1980). *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.*, 63, 515-532.
- Delgado, J., Alfaro, P., Galindo-Zaldívar, J., Jabaloy, A., López Garrido, A. C. y Sanz de Galdeano, C. (2002). *Pure and Applied Geophysics*, 159, 11-12.
- Galindo-Zaldívar, J., Jabaloy, A., González Lodeiro, F. y Aldaya, F. (1997). *Tectonics*, 16, 18-37.
- Giaconia, F., Booth-Rea, G., Martínez-Martínez, J. M., Azañón, J. M., Pérez-Peña, J. V., Pérez-Romero, J. y Villegas, I. (2012). *Geomorphology*, 145-146, 90-106.
- I.G.N. (1976). *Mapa de anomalías de Bouguer. Escala 1:1.000.000*. I.G.N.
- International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Working Group V-MOD. (2010). *Geophys. J. Int.*, 183, 3, 1216-1230. DOI: 10.1111/j.1365-246X.2010.04804.x.
- Marín-Lechado, C., Galindo-Zaldívar, J., Rodríguez-Fernández, L. R. y Pedrera, A. (2006). *Pure Appl. Geophys.*, 164, 1-21, doi:10.1007/s00024-006-0157-4.
- Martín, J.M. y Braga, J.C. (1994). *Sediment. Geol.*, 90, 257-268.
- Pedley, R. C., Busby, J. P. y Dabek, Z. K. (1993). *British Geological Survey, Technical Report WK/93/26/R*.
- Pedrera, A., Galindo-Zaldívar, J., Duque C. y Marín-Lechado, C. (2007). *Geogaceta*, 42, 39-42.
- Pedrera, A., Galindo-Zaldívar, J., Ruíz-Constán, A., Duque, C., Marín-Lechado, C. y Serrano, I. (2009). *Tectonophysics*, 463, 145-160.
- Pedrera, A., Mancilla, F.D.L., Ruíz-Constán, A., Galindo-Zaldívar, J., Morales, J., Arzate, J., Marín-Lechado, C., Ruano, P., Buontempo, L., Anahnah, F. y Stich, D. (2010). *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 11, Q12005, doi:10.1029/2010GC003274.
- Ruiz-Constán, A., Galindo-Zaldívar, J., Pedrera, A. y Sanz de Galdeano, C. (2009). *Journal of Geodynamics*, 47, 210-217.
- Sanz de Galdeano, C. (1989). *Boletín Geológico y Minero de España*, 101, 73-85.
- Sanz de Galdeano, C., Rodríguez Fernández, J. y López Garrido, A.C. (1985). *Geol. Rundsch.* 74, 3, 641-655. doi:10.1111/j.1365-2117.2006.0028.
- Sanz de Galdeano, C., Delgado, J., Galindo-Zaldívar, J., Marín-Lechado, C., Alfaro, P., García Tortosa, F.J., López-Garrido, A. C. y Gil, A. J. (2007). *Boletín Geológico y Minero*, 118, 763-774.
- Sanz de Galdeano, C., Galindo-Zaldívar, J., Morales, S., López-Chicano, M., Azañón, J.M. y Martín Rosales, W. (2008). *Geogaceta*, 45, 31-34.
- Sanz de Galdeano, C., Shanov, S., Galindo-Zaldívar, J., Radulov, A. y Nikolov, G. (2010). *Journal of Geodynamics*, 50, 2, 57-66.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. y Sheriff, R.E. (1990). *Cambridge University Press, Cambridge*. 770 p.
- Weijermars, R., Th. B. Roep, Th. B., Van den Eeckhout, B., Postma, G. y Kleverlaan, K. (1985). *Geologie en Mijnbouw*, 64, 397-411.