

Facies sísmicas de alta resolución marina en las bahías de Alicante y Santa Pola (SE España)

Marine high resolution seismic facies in the Alicante and Santa Pola bays (SE Spain)

José Enrique Tent-Manclús¹, Juan Peral¹, Jesús M. Soria¹ y Jorge Rey²

¹ Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante, Ap. 99, E-03080 Alicante, España. JE.tent@ua.es, juan.peral@ua.es, jesus.soria@ua.es

² ESGEMAR. Local PP/L1-05. 29001-Puerto de Málaga (Málaga). jjrey@esgemar.com.

ABSTRACT

The rocks outcropping onshore the Bajo Segura Basin have been identified in offshore high-resolution seismic profiles of the Alicante Bay. The acoustic basement is formed by Betic Internal Zone limestones, dolostones and ofites, they are overlaid by a lithoseismic unit interpreted as the las Ventanas limestone of late Tortonian age. Then on top in the deeper parts of the bay, onlapping the previous unit, a transparent unit that to the top changes to parallel-reflector unit, both assigned with the Messinian Torremendo formation. Finally, in the coast nearest part, a seismic convex facies is equivalent to the Messinian reef of Santa Pola.

Key-words: Internal Betic Zone, High resolution seismics, Alicante, Boomer, Messinian.

RESUMEN

En la bahía de Alicante que corresponde a la parte sumergida de la Cuenca del Bajo Segura se han reconocido los materiales geológicos mediante perfiles sísmicos de alta resolución. El basamento acústico está formado por las calizas, dolomías y ofitas de la Zona Interna Bética, sobre ellas se disponen una unidad litosísmica interpretada como la caliza de las Ventanas de edad Tortonense terminal. Sobre la anterior en la parte más distal aparece una unidad transparente en onlap que hacia techo cambia a una unidad de reflectores paralelos, ambas son asignadas a la formación Torremendo de edad Messiniense. Por último, en la parte más proximal se identifican unas facies sísmicas convexas que serían equivalentes al arrecife messiniense de Santa Pola.

Palabras clave: Zona Interna Bética, Sísmica de alta resolución, Alicante, Boomer, Messiniense.

Geogaceta, 63 (2018), 55-58
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 1 de julio de 2017
Revisión: 9 de octubre 2017
Aceptación: 23 de octubre 2017

Introducción

A partir del año 2004 se han venido realizando campañas de sísmica marina de alta resolución con equipos de la Universidad de Alicante en la costa de la provincia de Alicante. Ello ha dado lugar a la publicación de una serie de trabajos sobre los materiales submarinos recientes de este sector de la costa española (Tent-Manclús *et al.*, 2009, 2016; Vara *et al.*, 2011).

Sin embargo, hasta ahora no se han utilizado dichos datos para estudiar las sucesiones neógenas y el basamento bético. El conocimiento actual es a partir de la sísmica petrolera (Martínez del Olmo, 2011a y b) y de las campañas de *sparkery boomer*, para la confección de la carta geológica de la plataforma (Catafau Alcántara *et al.*, 1994) y otra de *sparkery* para describir la estructura submarina de la plataforma alicantina (Perea *et al.*, 2012).

Es interesante señalar que a partir de los perfiles de sísmica petrolera se menciona la importancia de los depósitos del Messiniense (Martínez del Olmo, 2011a) mientras que en los perfiles de mayor resolución de *sparkery* no se identifican (Calafau Alcántara *et al.*, 1994; Perea *et al.*, 2012).

En este trabajo se pretende identificar los depósitos messinienses de la cuenca del Bajo Segura en su parte submarina, que son las bahías de Alicante y Santa Pola. De esta forma se podrá integrar la información entre la sísmica multicanal petrolera, la monocal de *sparkery* y la monocal de alta resolución de *boomer*, con los afloramientos de tierra.

Métodos

La información de perfiles sísmicos que se muestran se ha obtenido mediante un equipo

de sísmica de reflexión de alta resolución, *boomer GeoPulse* de Geoaustics con adquisición analógica mediante un registrador gráfico EPC. El posicionamiento es por GPS conectado al programa de localización *Hypack* que genera fixes a distancia de 100 m que se enlazan con el registrador gráfico. La adquisición de datos se efectúa con el equipo a tres niveles de potencia de 105, 175 y 280 Julios. La figura 1 muestra la localización de los perfiles respecto a la provincia de Alicante.

Antecedentes

Las bahías de Alicante y Santa Pola constituyen la prolongación sumergida en el Mar Mediterráneo de la cuenca del Bajo Segura (Catafau Alcántara *et al.*, 1994). Dichos autores mencionan una sedimentación actual en estas bahías de un campo



Fig. 1.- Localización de la red de perfiles sísmicos analógicos realizados en la costa de Alicante. Se indica la posición de los perfiles estudiados en este trabajo (Figs. 2 y 3).

Fig. 1.- Location of the analog seismic profiles grid done on the Alicante coast. The situation of the studied profiles are indicated (Figs. 2 and 3).

de dunas a 60-70 m de profundidad. La plataforma interna y media de las bahías se caracterizaría por una superficie de abrasión formada sobre materiales plegados y del basamento bético que, cuando no afloran, están recubiertos por un manto muy delgado de sedimentos cuaternarios. Los materiales que forman dicha superficie emergen en la isla de Tabarca (Catafau Alcántara *et al.*, 1994). En Tent-Manclús *et al.* (2016) se propone que los afloramientos en la isla de Tabarca (Estévez *et al.*, 2004) son un reflejo del fondo marino, los materiales plegados de Catafau Alcántara *et al.* (1994) deben ser, al menos, de una edad comprendida entre el Tortoniense y el Plioceno.

Respecto a la estructura geológica de la zona, Perea *et al.* (2012) describen una serie de pliegues y fallas E-O que forman el denominado alto estructural de Santa Pola (Catafau Alcántara *et al.*, 1994). Dichos pliegues se encuentran erosionados por la superficie de abrasión antes mencionada (Perea *et al.*, 2012).

La Cuenca del Bajo Segura sumergida

La cuenca del Bajo Segura en su parte emergida se caracteriza por el gran espesor de los depósitos messinienses (Montenat *et al.*, 1990; Soria *et al.*, 2008) de al menos dos centenares de metros, que contrasta con niveles pliocenos principalmente de facies continentales, de espesor variable y cuya base es marina (Montenat *et al.*, 1990). El Plioceno Inferior es marino y de gran espesor en las plataformas continentales del Mediterráneo, compensando la fuerte erosión sufrida durante la Crisis de Salinidad Messiniense (Lancis *et al.*, 2015). En la parte terrestre de la cuenca del Bajo Segura los materiales del Plioceno Inferior alcanzan gran espesor en paleovalles desarrollados durante el Messiniense, mostrando dos secuencias somerizantes (Lancis *et al.*, 2015).

En la cuenca del Bajo Segura sumergida existen importantes depósitos del Messiniense como los cortados en el sondeo Torrevieja-1 (Martínez del Olmo, 2011a).

La interpretación de los depósitos plegados como pliocenos en la parte sumergida (Catafau Alcántara *et al.*, 1994), cercana a la costa de la cuenca del Bajo Segura se sustentaba en: 1) las capas pliocenas en tierra se hunden hacia el mar, 2) el gran espesor del Plioceno Inferior en todos los márgenes mediterráneos, 3) las facies sísmicas (Fig. 2, unidad U2) indican una unidad transparente transgresiva, que se hacía equivalente con las margas de Hurchillo (Plioceno Inferior), a la que se le superponía una unidad con reflectores paralelos que equivaldría a la arenisca de Rojales (Plioceno Inferior), y 4) la no identificación de los yesos messinienses.

Dicha interpretación, presentaba un pero y era la isla de Tabarca que es la "ventana" de la parte sumergida de la cuenca, donde no afloran los materiales del Plioceno Inferior y sí materiales del Tortoniense terminal (calizas de las Ventanas).

En los recorridos para seleccionar la localización de los diferentes perfiles sísmicos cercanos a la isla de Tabarca se observa la caliza de las Ventanas aflorando en el fondo y su respuesta en los perfiles sísmicos.

Facies sísmicas

El basamento de la zona son los materiales de la Zona Interna Bética, que aflora en la Isla de Tabarca (Catafau Alcántara *et al.*, 1994) y que está compuesto por rocas subvolcánicas básicas (ofitas) y dolomías oscuras (Estévez *et al.*, 2004).

El registro sísmico del basamento (Fig. 2) caracteriza unos reflectores caóticos con poca continuidad lateral. Con los datos que se tienen no es posible diferenciar, mediante la respuesta sísmica, las ofitas de las dolomías, a veces calizas, de colores oscuros.

Sobre el basamento se disponen las calizas amarillentas de las Ventanas (unidad de Tabarca en Calvet *et al.*, 1996), que afloran en el islote de la cantera de Tabarca (Estévez *et al.*, 2004), son de edad Tortoniense Superior (Lancis *et al.*, 2010) y generan unas facies sísmicas de reflectores de gran amplitud, muy reflectivos con poca continuidad lateral, aunque más que las facies sísmicas del basamento (Fig. 2). Esto permite distinguirlos. La discordancia entre el basamento y las calizas de las Ventanas no se aprecia en las líneas sísmicas pese a que es muy llamativa en la zona del puerto viejo de Tabarca (Estévez *et al.*, 2004). Ello se debe a la irregularidad del contacto a escala decimétrica y su naturaleza conglomerática, con cantos procedentes del basamento (Estévez *et al.*, 2004), que debe oca-

sionar poco contraste en la propagación de las ondas sísmicas entre el basamento y los primeros niveles de calizas de las Ventanas.

En la zona de la sierra de Santa Pola, sobre las calizas de las Ventanas se disponen las facies arrecifales del Messiniense inferior (arrecife de Santa Pola). En el perfil paralelo a la costa que se muestra en la figura 3 se aprecian facies sísmicas interpretadas como prolongación de dicho arrecife. Se trata de reflectores de gran amplitud, similar a la respuesta de las facies interpretadas como caliza de las Ventanas, pero con geometría de reflectores no paralelos, que

se disponen dando lugar a cúpulas convexas de hasta 150 m de ancho. Sobre dichos reflectores se disponen otros en disposición cruzada generando montículos en la superficie del fondo del mar actual (Q en la Fig. 3) e interpretados como material arenoso reciente, fijado por la *Posidonia oceanica*.

En zonas más alejadas de la costa, sobre los niveles interpretados como calizas de las Ventanas, se dispone una unidad transparente o casi transparente cuyos primeros niveles se disponen en *onlap* sobre las facies sísmicas anteriores (U2 de la Fig. 2). Esta unidad tiene un espesor medido

a partir de los perfiles sísmicos de 40 a 50 m. Superpuesta a la anterior se dispone, de forma gradual, otra unidad sísmica con reflectores paralelos y de reflectividad alternante, y cuyo espesor es de más de 100 m (U3 de la Fig. 2). Ambas unidades, la U2 y la U3 de la figura 2, se interpretan como la formación margas Torremendo en cuya base no se suelen distinguir superficies de estratificación, correspondería al intervalo U2, transparente, y la unidad sísmica superpuesta (U3) sería la misma formación que empieza a intercalar niveles turbidíticos de naturaleza carbonatada.

En el borde norte de la cuenca del Bajo Segura emergida sobre las calizas de las Ventanas también aparecen materiales en *onlap* (Tent-Manclús, 2003).

El criterio fundamental para sugerir que la U2 y U3 de la figura 2 no son las margas de Hurchillo ni las arenisca de Rojales (niveles del Plioceno Inferior) y sí la formación Torremendo (Messiniense Inferior) es que no muestran una secuencia repetida de margas-areniscas-margas-areniscas que producirían facies transparentes-paralelas-transparentes-paralelas. En el trabajo de Lancis *et al.* (2015) se describe el Plioceno Inferior de la cuenca del Bajo Segura, con dos niveles de margas de Hurchillo separados por las areniscas de Rojales inferiores y otro nivel de areniscas a techo de las Hurchillo superiores. La secuencia pliocena inferior debería rellenar un paleorelieve, muy característico en los afloramientos de tierra, y no se observa.

Finalmente, si se tratase de una sucesión messiniense deberían poderse identificar los niveles de yesos que aparecen en tierra y son cortados en los sondeos petroleros de La Mata y San Miguel 1 (Peral *et al.*, 2018). Estos niveles, muchas veces son erosionados para dar lugar a la superficie de abrasión actual, por lo que no se puede descartar su presencia y sí sólo indicar que no han sido identificados en los perfiles de alta resolución, o que los perfiles no han sido realizados en los lugares adecuados.

Conclusiones

Se han identificado en perfiles sísmicos de alta resolución de las bahías de Santa Pola y Alicante: 1) el basamento de la Zona Interna Bética, 2) los materiales discordantes del Tortonense terminal correspondientes a las calizas de las Ventanas, 3) las facies arrecifales del Messiniense inferior equivalentes al arrecife de Santa Pola y 4) las margas messinienses de la formación Torremendo.

Los materiales plegados asignados al Plioceno de trabajos previos (Calafau Alcántara *et al.*, 1994; Perea *et al.*, 2012) son en realidad

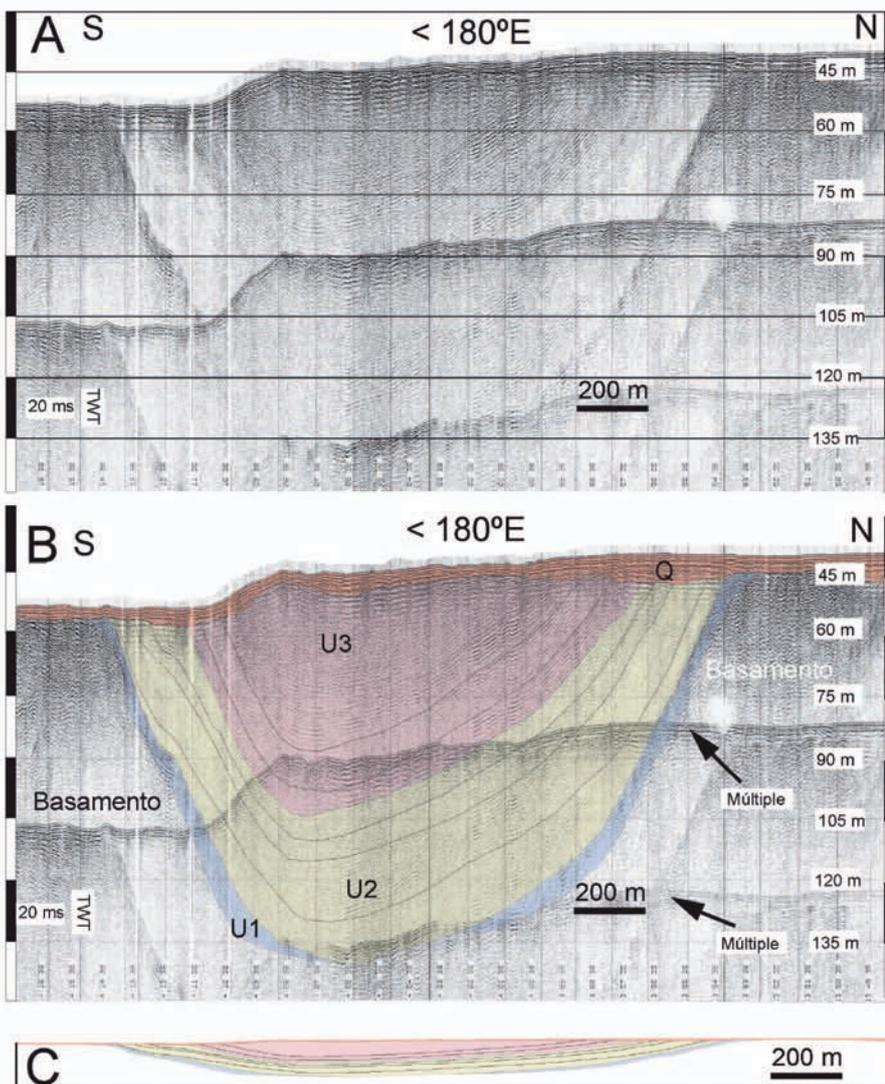


Fig. 2.- A) Sección sísmica analógica, donde cada una de las 10 divisiones horizontales corresponde a 11.6 milisegundos de tiempo doble (*Two Way Traveltime*, TWT). 175° E es el rumbo del barco durante la adquisición. B) Interpretación de la sección sísmica sombreada U1: Unidad litosísmica 1, arrecife Messiniense (las líneas marcan algunos reflectores internos de la unidad litosísmica); Q: Unidad litosísmica subactual. C) Corte geológico, realizado a partir de la sección sísmica. La escala vertical y horizontal es la misma. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- A) Analog seismic section, where each of the 10 horizontal divisions corresponds to 11.6 milliseconds of two way traveltime (TWT). 175° E is the ship heading during the recording. B) Interpretation of the seismic section shaded; U1: Lithoseismic unit 1, Messinian reef (the solid lines mark internal reflectors within the lithoseismic unit); Q: Lithoseismic unit of recent sediments. C) Geologic section, made after the seismic section. The vertical and horizontal scales are the same. See color figure in the web.

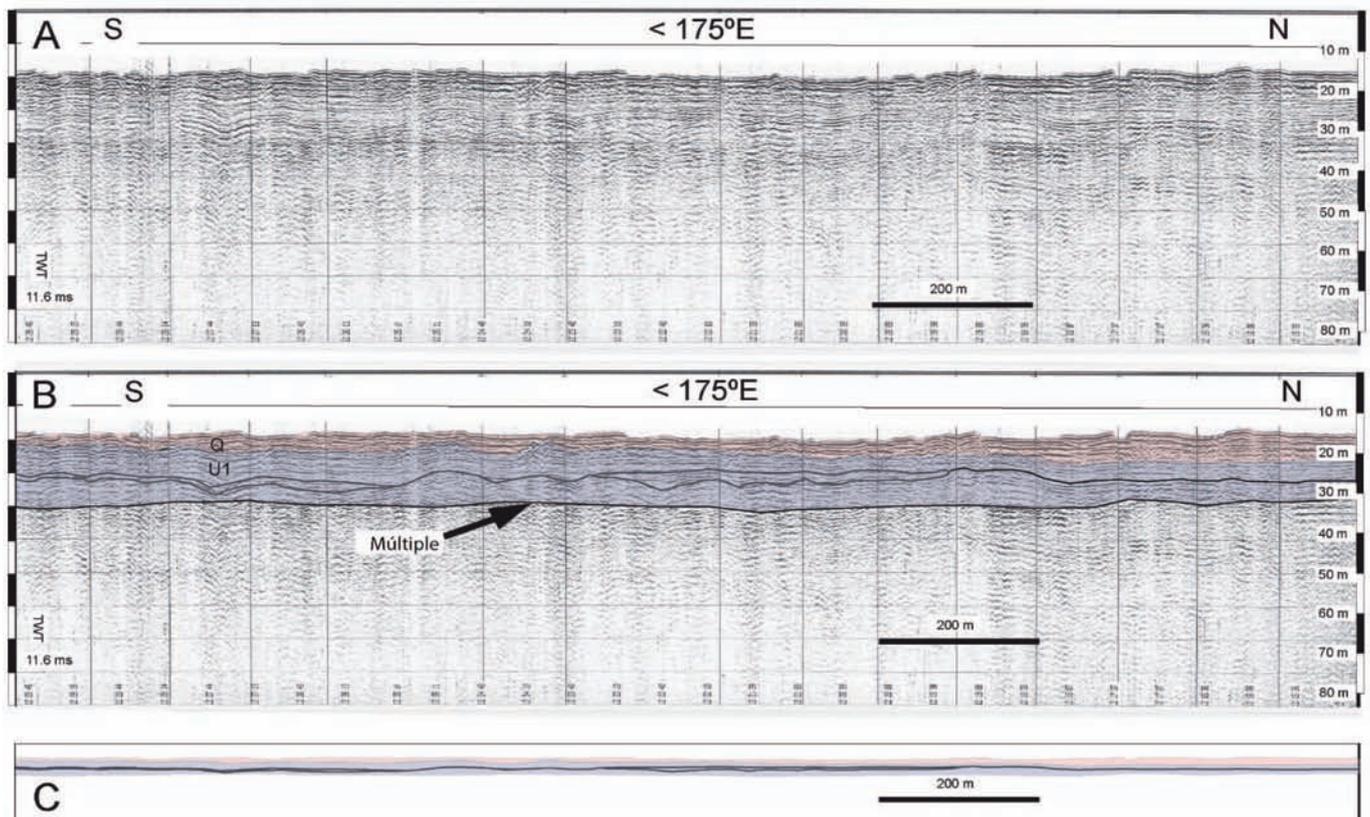


Fig. 3.- A) Sección sísmica análogica, donde cada una de las 10 divisiones horizontales corresponde a 11.6 milisegundos de tiempo doble (*Two Way Traveltime*, TWT). 175°E es el rumbo del barco durante la adquisición. B) Interpretación de la sección sísmica sombreada: U1: Unidad litosísmica 1, arrecife Messiniense (las líneas marcan algunos reflectores internos de la unidad litosísmica); Q: Unidad litosísmica subactual formada por sedimento atrapado por la *Posidonia oceanica*. C) Corte geológico, realizado a partir de la sección sísmica. La escala vertical y horizontal es la misma. Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- A) Analog seismic section, where each of the 10 horizontal divisions correspond to 11.6 miliseconds of two way traveltime (TWT). 175° E is the ship heading during the recording. B) Interpretation of the seismic section shaded; U1: Lithoseismic unit 1, Messinian reef (the solid lines mark internal reflectors within the lithoseismic unit); Q: Lithoseismic unit of recent sediments formed by *Posidonia oceanica* trapped sediments. C) Geologic section, made after the seismic section. The vertical and horizontal scales are the same. See color figure in the web.

el relleno Tortoniense terminal-Messiniense de la cuenca del Bajo Segura en la zona marina de las bahías de Alicante y Santa Pola.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del Grupo de Investigación de la Universidad de Alicante "Cambios Paleambientales". Agradecemos al editor Oscar Pueyo, a W. Martínez del Olmo y un revisor anónimo las mejoras en el trabajo.

Referencias

- Calvet, F., Zamarreño, I. y Vallés, D. (1996). En: *Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of Mediterranean Regions* (E.K. Franseen, M. Esteban, W.C. Ward y J.M. Rouchy, Eds.). SEPM, Tulsa, 177-190.
- Catafau Alcántara, E., Gaytán de Ayala y Bolín, M., Pereda Alonso, I., Vázquez Garrido, J.T. y Wandossell Santamaría, J. (1994). *Mapa geológico de la Plataforma Continental Española y Zonas adyacentes. Escala 1:200 000. Hoja nº 72-73 (Elche-Alicante)*. ITGE, Madrid, 73 p.
- Estévez, A., Renard, P. y Yébenes, A. (2004). En: *Geología de Alicante* (P. Alfaro, J. M. Adreu, A. Estévez y J. E. Tent-Manclús, Eds.). Universidad de Alicante, 161-177.
- Lancis, C., Tent-Manclús, J.E., Soria, J.M., Corbí, H., Dinarès-Turell, J. y Yébenes, A. (2010). *Revista Española de Micropaleontología* 42 (3), 321-344.
- Lancis, C., Tent-Manclús, J.E., Flores, J.A. y Soria, J.M. (2015). *Geologica Acta* 13(3), 211-228.
- Martínez del Olmo, W. (2011a). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 24, 173-185.
- Martínez del Olmo, W. (2011b). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 24, 237-257.
- Montenat, C., Ott d'Estevou, Ph. y Coppier, G. (1990). En: *Les Basins Néogènes du Domaine Bétiqque Orientale (Espagne)* (C. Montenat, Ed.). Institut Géologique Albert de Lapparent 12-13, 313-368.
- Peral, J., Corbí, H., Pérez Valera, F., Soria, J.M. y Tent-Manclús, J.E. (2018). *Geogaceta* 63, 3-6.
- Perea, H., Gràcia, E., Alfaro, P., Bartolomé, R., Lo Iacono, C., Moreno, X., Masana, E. y EVENT-SHELF Team (2012). *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12, 3151-3168.
- Soria, J.M., Caracuel, J.E., Corbí, H., Dinarès-Turell, J., Lancis, C., Tent-Manclús, J.E., Viseras, C. y Yébenes, A. (2008). *Sedimentary Geology* 203, 267-288.
- Tent-Manclús, J.E. (2003). *Estructura y estratigrafía de las sierras de Crevillente, Abanilla y Algayat: su relación con la Falla de Crevillente*. Tesis Doctoral, Univ. de Alicante, 970 p.
- Tent-Manclús, J.E., Estévez, A., Soria, J.M., Benabdeloued, N.Y.B., Corbí, H., Rey, J., Pina, J.A. y Yébenes, A. (2009). *Geogaceta* 47, 97-100.
- Tent-Manclús, J.E., Baeza-Carratalá, J.F., Soria, J.M. y Soler Llorens, J.L. (2016). *Geo-Temas* 16 (2), 303-306.
- Vara A. de la, Tent-Manclús J.E., Estévez A., Soria J.M., y Rey J. (2011). *Geogaceta* 50/2, 137-140.