

Calibración temporal del Ordovícico Superior en el Sinclinal de Cañaverál, Monfragüe (Zona Centroibérica)

Temporal calibration of the Upper Ordovician in the Cañaverál Syncline, Monfragüe (Central Iberian Zone)

Martín Garrido Susaño¹ y Pedro Barba Regidor²

¹ Departamento de Geología. Universidad de Salamanca. Plaza de la Merced, s/n. 37008, Salamanca, (Spain).

martings@usal.es; barba@usal.es

ABSTRACT

The Cañaverál Syncline in the Monfragüe National Park contains a complete Ordovician series, where the Upper Ordovician presents one of the most complete and best exposed sections of the Central Iberian Zone (ZCI). The detailed stratigraphic study of the series has made it possible to differentiate two major formations; the Puente del Cardenal Formation and the Villarreal de San Carlos Formation, as well as to recognise the sedimentary environments, significant surfaces and sedimentary crusts. By means of sequence stratigraphy, these surfaces have been calibrated by relating them to glacioeustatic variations deduced from the isotopic curves of Bergström et al. (2009).

Key-words: Sequence stratigraphy, discontinuity, Hirnantian glaciation, sedimentary crust, maximum flooding surface (smi).

Geogaceta, 73 (2023), 51-54

<https://doi.org/10.55407/geogaceta95278>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

RESUMEN

El Sinclinal de Cañaverál en el Parque Nacional de Monfragüe contiene una serie completa del Ordovícico, donde el Ordovícico Superior presenta una de las secciones más completas y mejor expuesta de la Zona Centroibérica (ZCI). El estudio estratigráfico de detalle de la serie ha permitido diferenciar dos grandes formaciones; la Formación Puente del Cardenal y la Formación Villarreal de San Carlos, además de reconocer los medios sedimentarios, superficies significativas y cortejos sedimentarios. Por medio de la estratigrafía secuencial se han calibrado dichas superficies al relacionarlas con variaciones glacioeustáticas deducidas de las curvas isotópicas de Bergström et al., (2009).

Palabras clave: Estratigrafía secuencial, discontinuidad, Glaciación Hirnantense, cortejo sedimentario, superficie de máxima inundación (smi).

Fecha de recepción: 30/06/2022

Fecha de revisión: 28/10/2022

Fecha de aceptación: 02/12/2022

Introducción

Una de las mejores secciones del Ordovícico Superior en el Dominio del Complejo Esquisto Grauváquico de la Zona Centroibérica aflora en el flanco sur del Sinclinal de Cañaverál, dentro del sector del Parque Nacional de Monfragüe entre el Puente del Cardenal y Villarreal de San Carlos.

El objetivo de este trabajo es la calibración temporal (datación) de la sucesión estratigráfica utilizando la identificación de superficies significativas en estratigrafía secuencial, íntimamente relacionadas con las variaciones glacioeustáticas y su relación con la curva isotópica del ¹³C, modificada de Bergström et al., (2009) (Fig. 1).

Como indica Jablonski (1991) durante el Hirnantense, tuvo lugar una gran catástrofe ambiental que termina con un 85% de todas las especies conocidas. Son numerosas las evidencias del desarrollo simultáneo a aquella extinción de un inmenso casquete polar sobre Gondwana, con estriados glaciares en lo que hoy es el Sahara Central, grandes acumulacio-

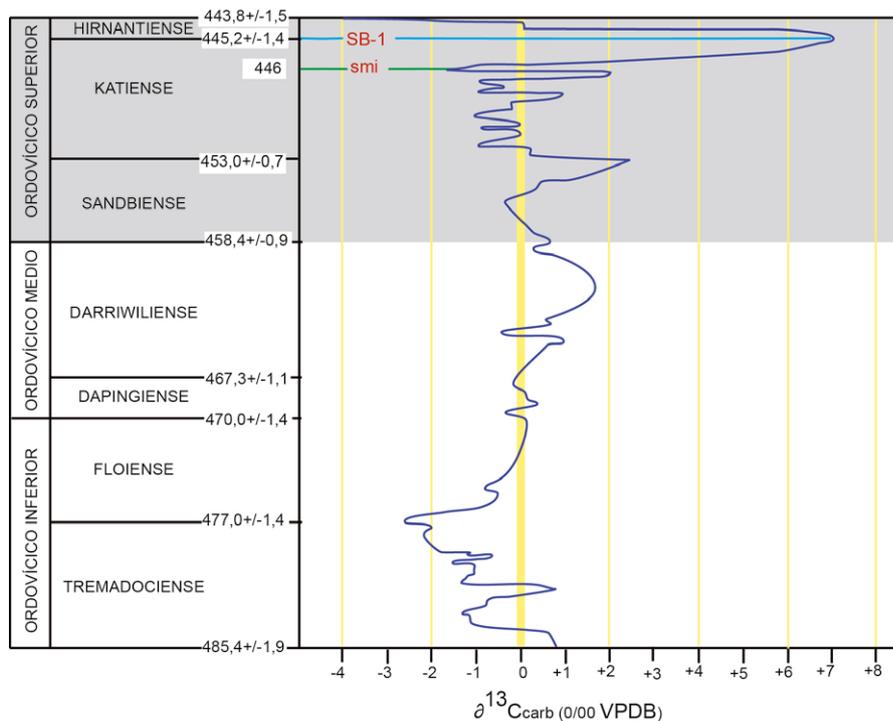


Fig. 1.- Curva isotópica del ¹³C modificada de Bergström et al., (2009), adaptada a la escala temporal de los pisos del Ordovícico. Se han identificado las discontinuidades smi como el mínimo isotópico y SB-1 como el valor máximo de la glaciación.

Fig. 1.- ¹³C isotopic curve modified from Bergström et al., (2009), adapted to the time scale of the Ordovician floors. The smi discontinuities have been identified as the isotopic minimum and SB-1 as the maximum value of the glaciación.

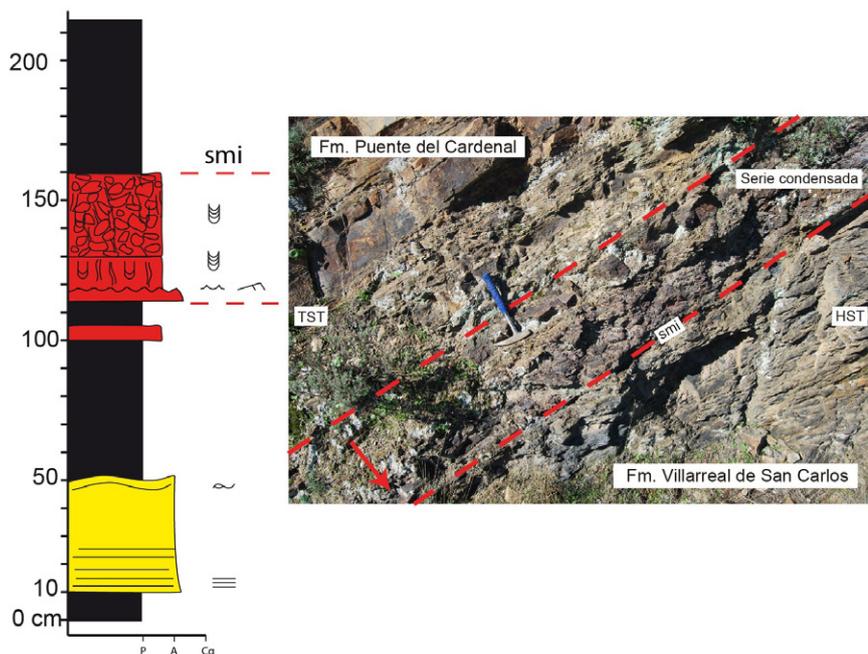


Fig. 2.- Columna estratigráfica y fotografía de la serie condensada, donde se marca la superficie de máxima inundación (smi) como límite entre las formaciones Puente del Cardenal y Villarreal de San Carlos. Ver figura en color en la web.

Fig. 2.- Stratigraphic column and photograph of the condensed series, where the maximum flooding surface (smi) is marked as the boundary between the Puente del Cardenal and Villarreal de San Carlos formations. See color figure in the web.

nes de brechas glaciares en el Anti-Atlas de Marruecos y en Sudáfrica, además de frecuentes bloques (*dropstone*) en sedimentos pelíticos de toda la zona mediterránea, situada entonces en los márgenes norte del paleocontinente Gondwana.

Cómo se aprecia en la curva de isótopos de carbono de Bergström *et al.*, (2009), a techo del Ordovícico Superior se observan fuertes variaciones. Así, al final del Katiense un pico fuertemente negativo indicaría un periodo interglacial. En el límite Katiense-Hirnantense, un pico

positivo muy marcado originado por la glaciación causa un descenso importante del nivel del mar. El posterior interglacial queda marcado en la gráfica por valores negativos del isótopo de C ocupando la parte superior del Hirnantense. Tanto el ascenso como el descenso del nivel del mar son procesos muy rápidos.

Identificación de superficies

En el presente volumen, Garrido Susaño y Barba Regidor (2023) diferencian

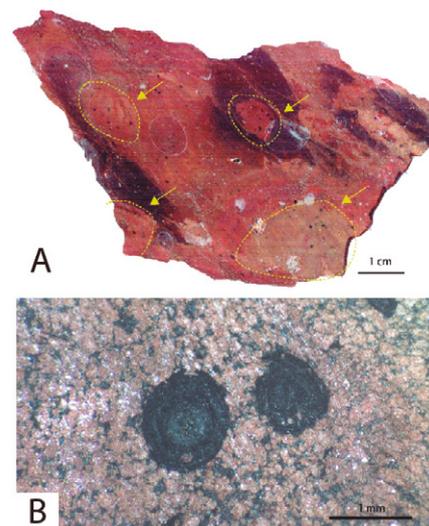


Fig. 3.- A) Sección pulida de una muestra de la serie condensada. B) Detalle de los pellets del interior de las bioturbaciones. Ver figura en color en la web.

Fig. 3.- A) Polished section of a sample of the condensed series. B) Detail of the pellets inside the bioturbations. See color figure in the web.

dos miembros dentro de la Formación Puente del Cardenal: uno inferior, donde dominan las areniscas correspondientes a sistemas deltaicos, y otro superior, de carácter lutítico depositado en ambiente de *shoreface* inferior. Entre ambos se localiza una superficie transgresiva (st).

El tránsito entre las dos formaciones son 60 cm de limolitas arenosas de color rojo e intensa bioturbación que le proporciona un aspecto brechoide (Fig. 2).

Las galerías de bioturbaciones presentan geometría cilíndrica y superficie ovalada con relleno plurilaminar de carácter concéntrico (Fig. 3A), donde son visibles *pellets* fecales de 1 mm, de color gris oscuro, esféricos y con estructura

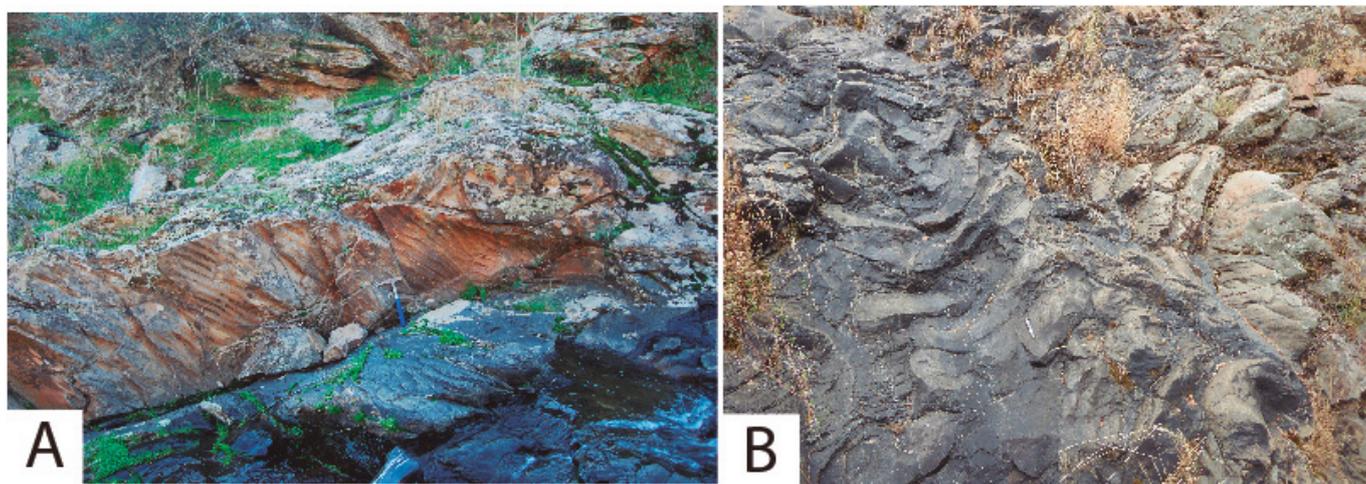


Fig. 4.- A) Bloque deslizado con ripples de ola de cresta recta. B) Tramo deslizado del Miembro Desorganizado de la Formación Villarreal de San Carlos. Ver figura en color en la web.

Fig. 4.- A) Slipped block with straight-crested wave ripples. B) Slipped section of the Disorganized Member of the Villarreal de San Carlos Formation. See color figure in the web.

concéntrica (Fig. 3B).

Los minerales identificados en este nivel mediante difracción de rayos X son: cuarzo, filosilicatos (micas+clorita) y siderita de forma dominante. Con la espectroscopía de infrarrojos VNIR-SWIR se aprecia elevado contenido en hierro.

Este nivel de tránsito es una serie condensada relacionada con periodos de nivel de mar muy alto en el ciclo eustático (Loutit *et al.*, 1988), constituyendo su techo la superficie de máxima inundación (smi) en el tránsito de unas facies de plataforma de *shoreface* inferior hacia un *shoreface* inferior distal (Fig. 3).

Esta serie condensada debe relacionarse con el mínimo glacial del Katiense, de edad 446 Ma (Fig. 1).

En la Formación Villarreal de San Carlos, Garrido Susaño y Barba Regidor (2023), diferencian dos unidades: Miembro Organizado, depositado en un ambiente de *shoreface* inferior distal que evoluciona hacia un *shoreface* inferior proximal con barras y canales submareales, y Miembro Desorganizado, depositado en ambientes de talud continental. El límite entre ambos es una superficie erosiva e irregular que puede corresponder con una discontinuidad de tipo 1 (SB-1) relacionada con un descenso brusco y rápido del nivel de mar, originado por la glaciación del inicio del Hirnantense (445,2+/-1,4 Ma), como queda reflejada en la curva de isótopos de carbono de Bergström *et al.*, (2009) con la presencia de un pico fuertemente positivo.

Este rápido descenso glacioeustático provocaría emersión de la plataforma marina somera y la erosión de los depósitos litificados y semiconsolidados (Fig. 4A y 4B), que posiblemente pudieron haber sido fracturados previamente por procesos sísmicos relacionados con el *rifting* Ordovícico.

Como se observa en estas dataciones, el valor temporal entre un interglacial y un máximo glacial es de aproximadamente 1 Ma, indicando velocidades muy altas en el ciclo glacioeustático.

En el límite Ordovícico Superior-Silúrico, sucede el siguiente interglacial a 443,8+/-1,5 Ma (Bergström *et al.*, 2009).

Estratigrafía secuencial

La identificación de las superficies significativas en estratigrafía secuencial (Van Wagoner *et al.*, 1988): st, smi y SB-1, permite separar diferentes cortejos sedimentarios (Fig. 5).

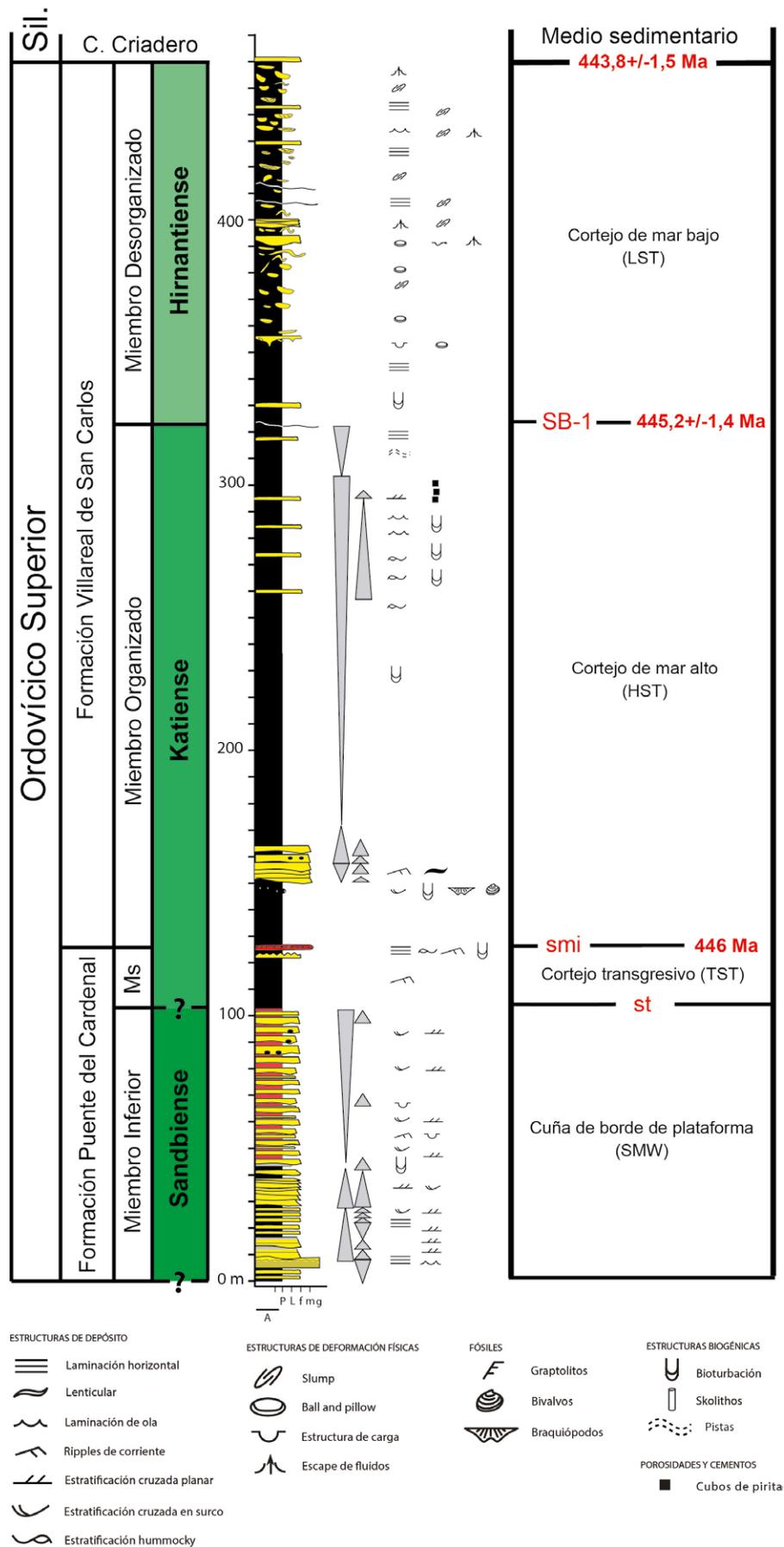


Fig. 5.- Columna estratigráfica del Ordovícico Superior. En el cuadro de la derecha se muestran los cortejos sedimentarios en función de las discontinuidades identificadas y sus edades calibradas.

Fig. 5.- Stratigraphic column of the Upper Ordovician. The table on the right shows the sedimentary crusts according to the discontinuities identified and their calibrated ages.

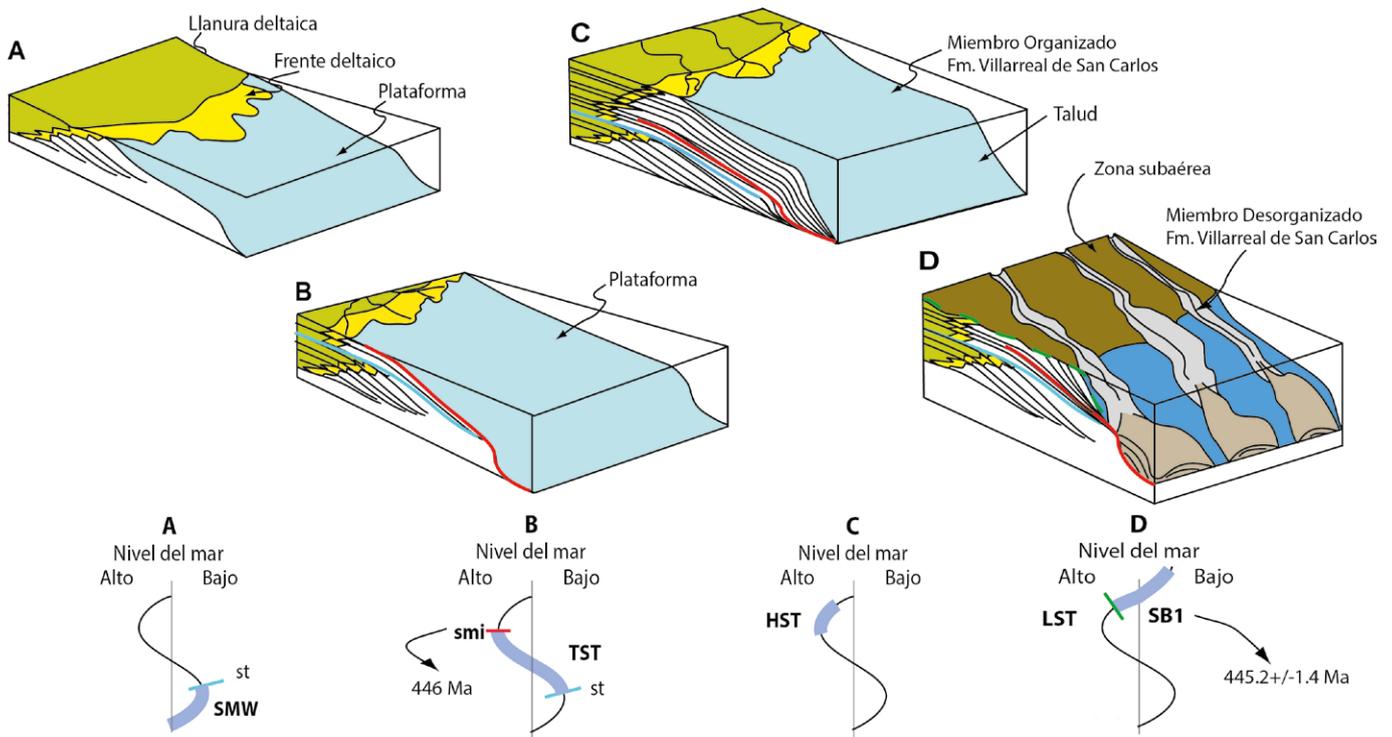


Fig. 6.- Evolución de los cortejos sedimentarios en el Ordovícico Superior en función de las variaciones del nivel del mar. A) Cuña de borde de plataforma (SMW) de la Fm. Puente del Cardenal. B) Cortejo transgresivo (TST) de la Fm. Puente del Cardenal. C) Miembro Organizado de la Fm. Villarreal del San Carlos. D) Miembro Desorganizado de la Fm. Villarreal de San Carlos.

Fig. 6.- Evolution of sedimentary crusts in the Upper Ordovician as a function of sea level variations. A) Shelf-margin wedge (SMW) of the Puente del Cardenal Fm. B) Transgressive system tract (TST) of the Puente del Cardenal Fm. C) Organized member of the Villarreal de San Carlos Fm. D) Disorganized member of the Villarreal de San Carlos Fm.

El cortejo por debajo de la superficie transgresiva (st) corresponde a depósitos dentro del ciclo eustático en condiciones de mar bajo y de borde de plataforma, denominado cuña de borde de plataforma (SMW, *shelf margin wedge system tract*, Fig. 6A), claramente progradante y en tránsito gradual con la unidad inferior (Pizarras de Río-Ordovícico Medio).

El cortejo transgresivo (TST, *transgressive system tract*, Fig. 6B) abarcaría hasta la superficie de máxima inundación (smi).

Por encima, hasta límite de secuencia de tipo 1 (SB-1) se deposita un nuevo cortejo, de nivel de mar alto (HST, *highstand system tract*, Fig. 6C) y posteriormente debido a la rápida y gran Glaciación Hirnantense se produjo el descenso del nivel del mar de forma brusca y el depósito del cortejo correspondiente (LST *lowstand system tract*, Fig. 6D).

Conclusiones

Uno de los objetivos de este trabajo ha sido reinterpretar todo el Ordovícico Superior del Sinclinal de Cañaveral en el Parque Nacional de Monfragüe mediante el estudio de la estratigrafía secuencial.

Se interpretan los medios sedimentarios, superficies significativas y se calibran temporalmente según las edades de Bergström *et al.*, (2009) para el δ de ^{13}C .

Como se aprecia en la calibración de las diferentes superficies correspondientes a mínimos interglaciales y máximos glaciales, se producen a gran velocidad, brusca a escala geológica, y con grandes aportes de sedimentos a la cuenca (más de 200 m).

Se identifican los medios y cortejos sedimentarios desde la base de la Formación Puente del Cardenal hasta el techo del Ordovícico, correspondiente con la Formación Villarreal de San Carlos (Fig. 6).

Agradecimientos

El presente estudio ha sido financiado por el proyecto PID2020-117332GB-C21. Depósitos minerales estratégicos tardivariscos: impronta estructural y geofísica, del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Referencias

- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C. y Dronov, A. (2009). *Lethaia* 42, 97-107.
- Garrido Susaño, M. y Barba Regidor, P. (2023). *Geogaceta* 73, 47-50.
- Jablonski, D. (1991). *Science* 253, 754-757.
- Loutit, T.S., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1988). *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM)*, Special publication 42, 183-213.
- Van Wagoner, J.C., Posamentier, H.W., Mitchum, R.M., Vail, P.R., Sarg, J.F., Loutit, T.S. y Hardenbol, J. (1988). *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (SEPM)*, Special publication 42, 89-45.