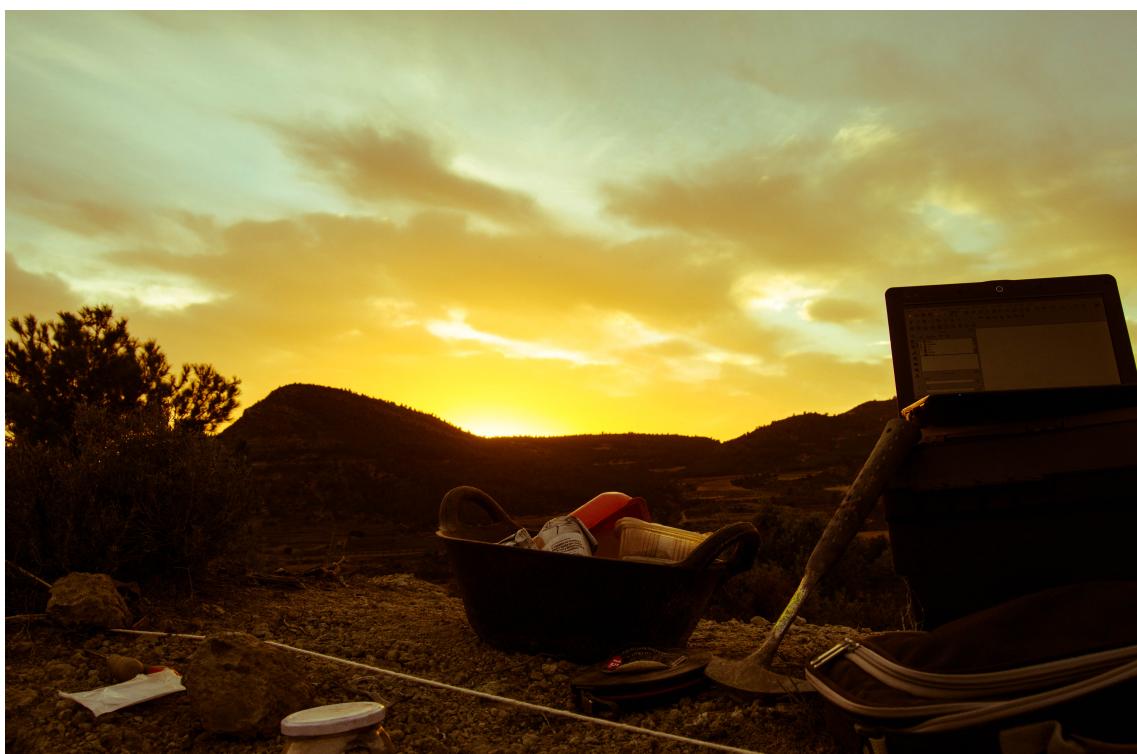


# Los estegosaurios (Dinosauria, Ornithischia) de la Formación Villar del Arzobispo (Titoniense) en Valencia

Marçal Joanes Rosés





# ÍNDICE

<b>1-Introducción</b>	1
<b>2-Objetivos</b>	4
<b>3-Antecedentes</b>	4
<b>4-Zona de trabajo. Comarca de los Serranos</b>	7
<b>5- Contexto geográfico y geológico</b>	8
5.1-Accesos	8
5.2-Situación geológica	10
5.2.1 El tránsito Jurásico – Cretácico	10
5.2.2 La Formación Villar del Arzobispo	13
5.2.3 La columna estratigráfica del yacimiento El Balsón	14
5.2.4 Interpretación del medio sedimentario del yacimiento El Balsón	17
<b>6-Material y métodos</b>	18
6.1-Material	18
6.2-Metodología de campo	19
6.3-Metodología de laboratorio	21
<b>7-Sistemática</b>	22
<b>8-Discusión</b>	34
<b>9-Conclusiones</b>	39
<b>10-Agradecimientos</b>	39
<b>11-Referencias</b>	40
<b>12-Anexos</b>	45



## 1-Introducción

Los estegosaurios (Suborden Stegosauria) (fig.1) forman parte del clado Thyreophora, dinosaurios con armadura (Galton *et al.*, 2014). Son herbívoros y su tamaño, en estado adulto, oscila entre los cinco y nueve metros de longitud con un peso que fluctúa entre una y tres toneladas (Galton, 2012). La cabeza es pequeña en proporción al resto del cuerpo donde se aprecian diversas sinapomorfías en el cráneo y el maxilar según el género (Galton *et al.*, 2004). En el esqueleto postcraneal, las vértebras son elevadas y con una mayor altura en los procesos transversos como consecuencia del tamaño de su cavidad visceral. (Galton, 2012). Este espacio, permite alojar una mayor musculatura en el plano sagital, aumentando la funcionalidad de los osteodermos (Galton *et al.*, 2004). Tiene las extremidades superiores cortas y masivas, mientras que las inferiores son más largas, hecho que indica una locomoción graviportal (Galton, 2012). La región caudal es alargada y constituye entre un tercio y la mitad de la longitud total del animal (Galton *et al.*, 2014). Por último, presentan un sistema de osteodermos parasagitales, constituidos por placas verticales y espinas orientadas caudodorsalmente (Escaso, 2014).

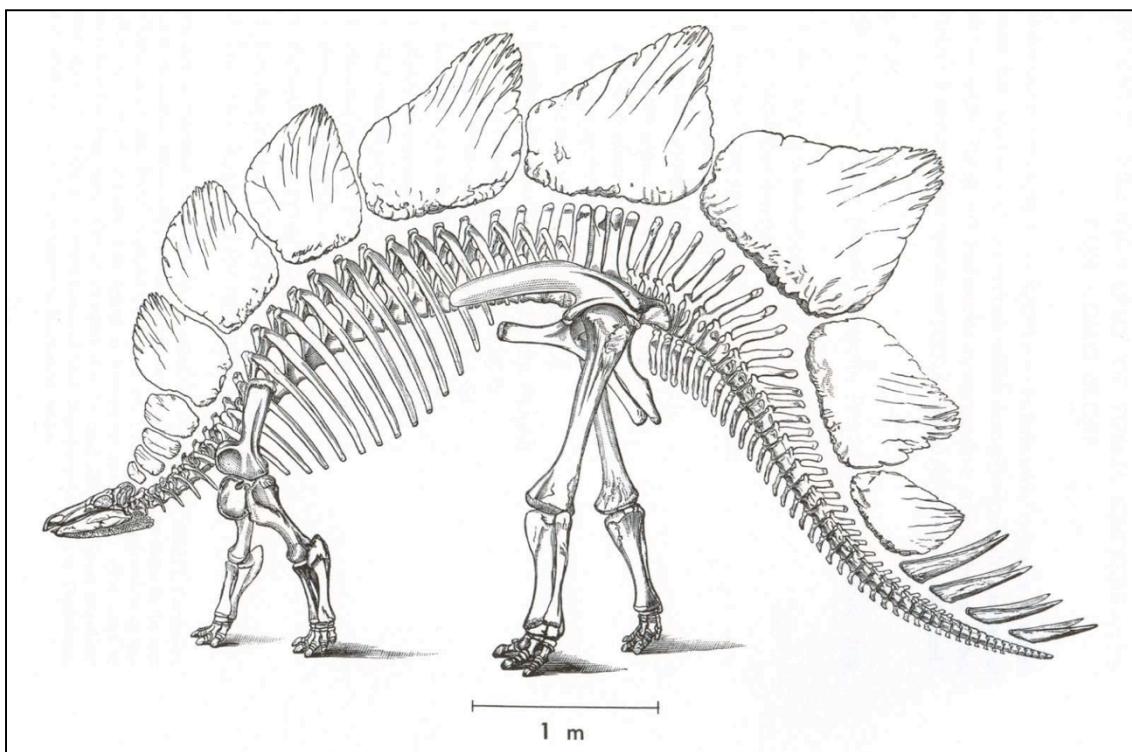


Figura 1. Esqueleto de *Stegosaurus*. Tomada de Ostrom y McIntosh (1966)

Se han planteado diferentes teorías sobre la función de las placas dérmicas. Por un lado desempeñarían una función defensiva frente a depredadores, una función disuasoria y también se les atribuye una función termorreguladora o una función de dinámica sexual (Benton, 2005). No obstante, recientemente se sugiere un dimorfismo sexual (Saitta 2015).

Las últimas propuestas filogenéticas de estegosaurios se han realizado a partir de más de 80 caracteres distribuidos entre esqueleto craneal, axial, apendicular y esqueleto dérmico (Maidment *et al.*, 2008). Recientemente Escaso (2014) propone las siguientes sinapomorfías para los estegosaurios:

- Alveolos dentarios no visibles en vista lateral.
- Apéndice dorsal presente en los procesos transversos de las vértebras caudales.
- Extremo final de la apófisis espinosa de las vértebras caudales anteriores más ancho lateromedialmente que anterioposteriormente.
- Cuerpos vertebrales caudales distales que presentan las mismas dimensiones.
- Placa dorsal del sacro que carece de forámenes entre las costillas sacras en los individuos adultos.
- Escotadura obturadora del pubis no articulada con la rama pélvica del proceso posterior del pubis.
- Expansión del proceso posterior del pubis respecto la rama pélvica.
- Fémur que carece del cuarto trocánter.
- Ausencia de tendones epaxiales osificados.

Los huesos de estegosaurios están citados desde el Jurásico Medio al Cretácico Inferior (Pereda-Suberbiola, 2005). Hay evidencias más antiguas de icnitas en el Hetangiense de Francia (Le Loeuff *et al.*, 1999; Lockley *et al.*, 2000), en el Jurásico Inferior de Australia (Hillet *et al.*, 1966; Molnar 1982) y en el Pliensbachiano de Marruecos (Jenny *et al.*, 1982). Una síntesis sobre estas evidencias se puede consultar en Galton *et al.* (2004). Los restos óseos más antiguos asignados a estegosaurios son dos fragmentos de fémur recuperados en el Retiense de Aust

Cliff, Inglaterra (Galton, 2005) y fragmentos proximales de un radio y una ulna del Bajociano Inferior de Escocia (Galton *et al.*, 2004). Los restos fósiles de estegosáuridos han sido hallados en todos los continentes a excepción de la Antártida (Galton *et al.*, 2004). Las últimas propuestas filogenéticas diferencian dos grupos en Stegosauridae, en uno se sitúan *Stegosaurus* y formas similares y en otro se agrupan formas cercanas a *Dacentrurus* (Dacentrurinae), además hay otros taxones sin una situación sistemática clara (Fig.2) (Mateus *et al.*, 2009).

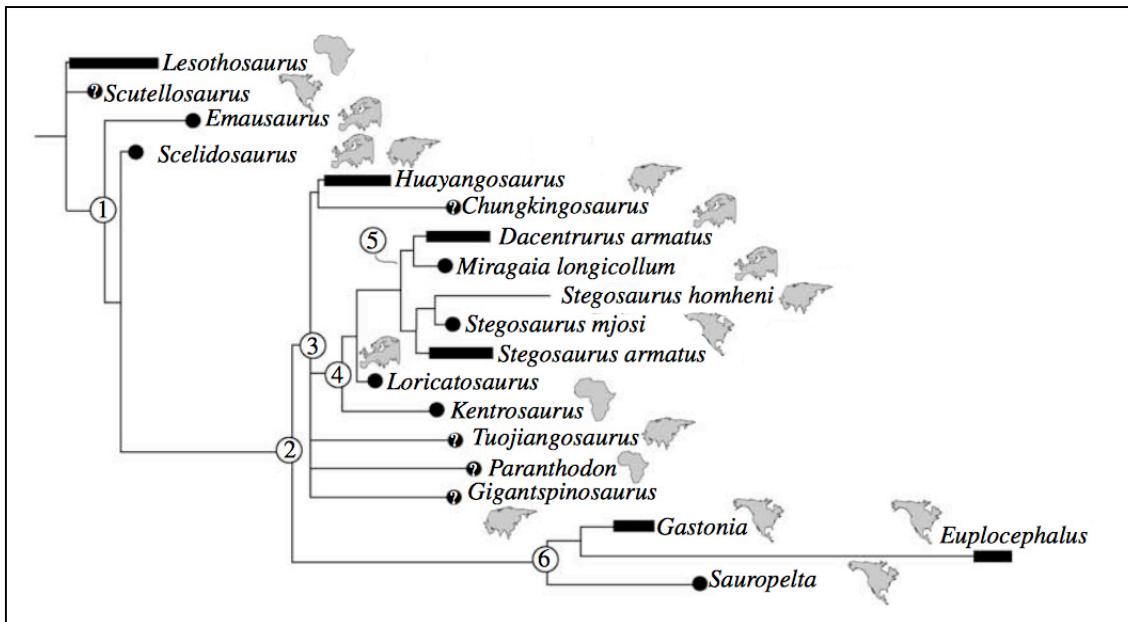


Figura 2. Relaciones filogenéticas dentro de Stegosauria. Modificada de Mateus *et al.*, 2009. Los números en los nodos significan; 1 (Thyreophora), 2 (Eurypoda), 3 (Stegosauria), 4 (Stegosauridae), 5 (Dacentrurinae), 6 (Ankylosauria)

Los estegosauroides son abundantes y diversos en el final del Jurásico de la Península Ibérica (Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995b; Escaso *et al.*, 2007; Mateus *et al.*, 2009; Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2013; Escaso, 2014). La Formación Villar del Arzobispo en Valencia es especialmente rica en restos directos de estos dinosaurios. En este trabajo ha sido estudiado el ejemplar del yacimiento El Balsón (Company *et al.*, 2010) a partir de material nuevo. Este ejemplar se asignó provisionalmente a Dacentrurinae, aunque la ausencia de material diagnóstico impidió una clasificación a nivel específico.

## **2-Objetivos**

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Master es la iniciación en la investigación en Paleontología. En este contexto, los objetivos concretos de este TFM son:

- Hacer un inventario y situar geológicamente los yacimientos con dinosaurios estegosaurios de la Península Ibérica y en especial de la Formación Villar del Arzobispo en el entorno de la localidad de Alpuente.
- Describir sistemáticamente nuevos restos postcraneales del estegosaurio del yacimiento del Balsón.
- Estudiar e identificar al estegosaurio de la Formación Villar del Arzobispo y confirmar que se trate de *Dacentrurus* o de otro taxón sin describir.

## **3-Antecedentes**

El registro europeo de los estegosaurios está compuesto principalmente por abundantes elementos postcraneales, aunque fragmentarios y con escasa diversidad taxonómica (Escaso 2007). La mayoría de los restos de estegosaurio de la península Ibérica (anexo 1) han sido incluidos en Dacenturinae y al taxón *Dacentrurus*. Además hay ejemplares sin posición sistemática en Asturias (Ruiz-Omeñaca, 2000, 2009; Pereda-Suberbiola *et al.*, 2003, 2005; Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2009, Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2013). También tenemos la descripción del dacentrurinae *Miragaia longicollum* en el Jurásico superior de Portugal (Mateus *et al.*, 2009). Recientemente se ha propuesto la presencia del taxón norteamericano *Stegosaurus ungulatus*, lo cual tiene una gran importancia paleobiogeográfica como prueba de una conexión intercontinental entre Norteamérica y Europa en el Jurásico Superior (Escaso 2014)

En la península Ibérica se han citado yacimientos con presencia de estegosaurios en distintas formaciones geológicas del Jurásico Superior (Kimmeridgiense-Titoniano y el Cretácico Inferior (Barremiense) (Fig. 3).

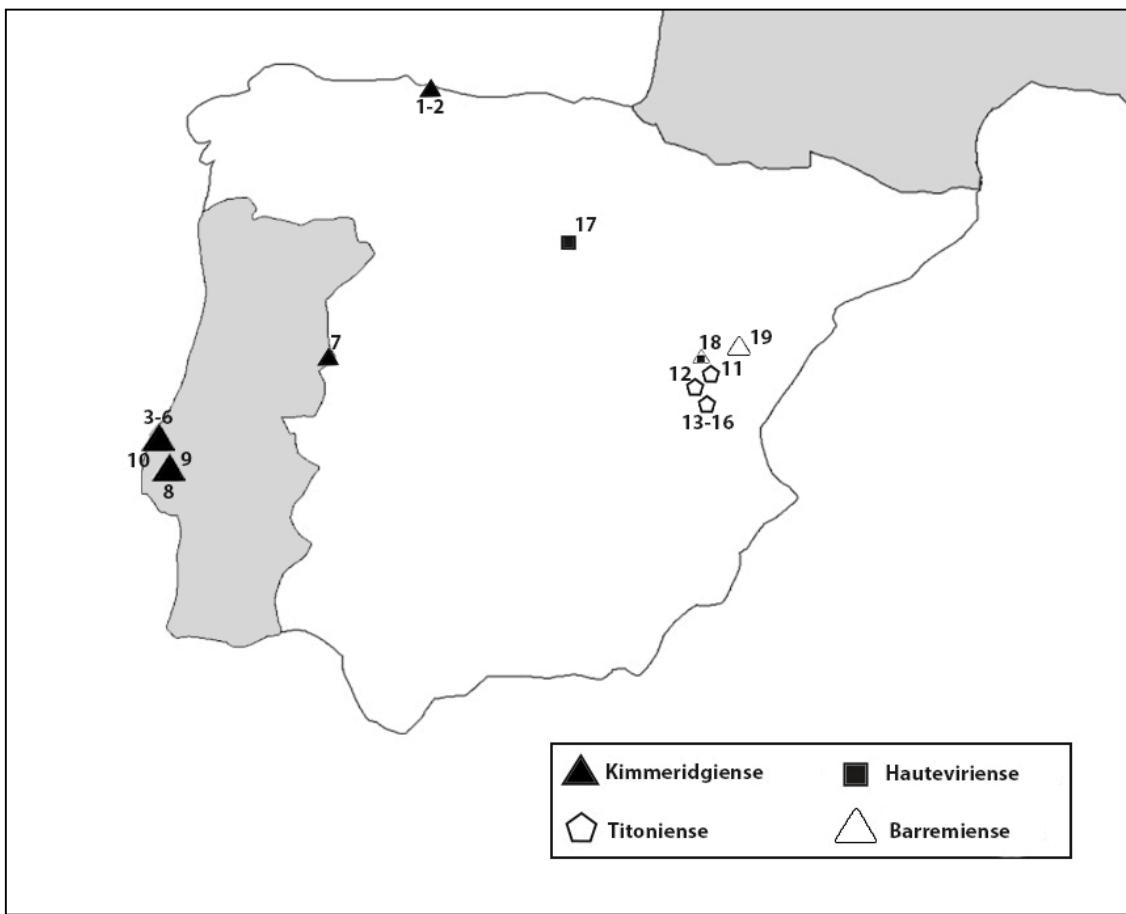


Figura 3. Yacimientos en localidades con presencia de estegosaurios y sus edades correspondientes.

1-Villaviciosa (Asturias); 2-Colunga (Asturias); 3-Lourinhã (Portugal); 4-Baleal (Portugal); 5-Foz do Arelo (Portugal); 6-Concelho do Lourinhã (Portugal); 7-Rebolaria (Portugal); 8-Moçâfaneira (Portugal); 9-Conelho do Torres Vedras (Portugal); 10 Concelho do Peniche (Portugal); 11-Castellar (Teruel); 12-Riodeva (Teruel); 13-Aras de los Olmos (Valencia); 14-Alpuente (Valencia); 15-La Yesa (Valencia); 16-Baldovar (Valencia); 17-Hontoria del Pinar (Burgos); 18-Galve (Teruel); 19-Castellote (Teruel).

Los restos fósiles más antiguos de estegosaurios de la Península Ibérica provienen del Kimmeridgiense de Asturias y Portugal. En el Kimmeridgiense de Villaviciosa (Asturias) en la Fm. Lastres, se ha recuperado los restos del esqueleto axial asignados a Stegosauridae indet. (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2009), en el Kimmeridgiense de Colunga (Asturias) en la Fm. Vega, se ha citado un centro caudal atribuido a Stegosauria indet. (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2013).

En la Fm. Bombarral (Kimmeridgiense Medio-Superior) de Lourinhã (Portugal), se han citado elementos del esqueleto axial, apendicular y una espina dérmica asignada a *Dacentrurus armatus* (Escaso, 2014). En la Fm. Praua da Amoreira-Porto Novo (Portugal) (Kimmeridgiense superior) también se han recuperado restos axiales y apendiculares clasificados como *Dacentrurus armatus* en

diferentes localidades portuguesas (Escaso, 2014). Igualmente se han descrito restos apendiculares de *Stegosaurus ungulatus* (Escaso *et al.*, 2007).

Por otra parte, en el Kimmeridgiense superior - Titoniense inferior de Lourinhã (Portugal), en la Fm. Sobral, también son abundantes los restos de estegosaurios representados por varios diversos taxones. Un conjunto de elementos craneales, axiales y apendiculares del mismo ejemplar se han asignado al nuevo taxón *Miragaia longicollum* (Mateus *et al.*, 2009); Así mismo se han descrito restos axiales y apendiculares pertenecientes a *Dacentrurus armatus* (Escaso, 2014).

Dentro del Kimmeridgiense Superior-Titoniense inferior de Rebolaria (Portugal), en la Fm. Alcobaça, se han citado elementos del esqueleto apendicular asignados a *Stegosaurus* sp. En el Titoniense inferior de Moçafaneira (Portugal), en las Formaciones Sobra y Freixal, se han descrito huesos axiales y una placa dérmica atribuidos a *Dacentrurus armatus* (Escaso, 2014).

La Fm. Villar del Arzobispo (Titoniense-Berriasiense) en Teruel y Valencia presenta una significativa abundancia en restos de estegosaurios citados en varias localidades. En El Castellar (Teruel) se ha descrito una espina dérmica asignada a *Dacentrurus* (Cobos *et al.*, 2009). En Riodeva (Teruel) se ha recuperado una amplia colección de restos axiales y apendiculares asignados a *Dacentrurus* (Cobos *et al.*, 2008, 2009). En Aras de los Olmos y Alpuente (Valencia) se han descrito elementos del esqueleto axial y apendicular clasificados *Dacentrurus armatus* (Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995a, 1999; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995b; Santafé-Llopis, 1996; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1997; Pereda-Suberbiola *et al.*, 2009; Suñer *et al.*, 2009; Company *et al.*, 2010). En La Yesa (Valencia) se han descrito huesos axiales y apendiculares de un único ejemplar asignados Dacenturinae Indet. (Company *et al.*, 2010). En Baldovar (Valencia) se ha recuperado una escápula y varios centros vertebrales caudales articulados con dos espinas dérmicas asignadas a Dacenturinae indet. (Company *et al.*, 2010).

Los restos en el Cretácico Inferior de la Península Ibérica son escasos, pero su presencia indica que este grupo estuvo presente en la parte más baja del Cretácico

Ibérico. En la parte inferior de la Formación Castellar (Berriasiense-Hauteriviense) y en la Formación Camarillas (Barremiense inferior) en Galve (Teruel) se ha citado restos fragmentarios asignados a Stegosauria indet. (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2005); En la Fm. Piedrahita de Muñó (Hauteviriense-Barremiense) de Hontoria del Pinar (Burgos), se ha descrito una vértebra dorsal y una placa dérmica asignadas a Stegosauria indet. (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2003). En la Fm. Artoles (Barremiense superior) de Castellote (Teruel) se han descrito algunos centros vértebras dorsales fragmentarios de Stegosauria indet. (Ruiz-Omeñaca, 2000).

#### **4-Zona de trabajo. Comarca de los Serranos**

La existencia de restos fósiles de dinosaurios en la Comarca de Los Serranos (Valencia) se conoce desde principios del siglo XX (Royo y Gómez 1926). En la década de los 1980 el ICP (Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont) desarrolló una actividad continua de prospección y excavación en la Comarca de Los Serranos, donde se encuentra focalizada una gran parte de su actividad en Alpuente y municipios circundantes (Anexo 1). Los Serranos, se debe a grupos de investigación pertenecientes al ICP, UV (Universitat de València), Unizar (Universidad de Zaragoza) y UPV (Universitat Politècnica de València).

Un total de seis yacimientos con restos fósiles de estegosaurio (Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995a, 1999; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995b; Santafé-Llopis, 1996; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1997; Pereda-Suberbiola *et al.*, 2009; Suñer *et al.*, 2009; Company *et al.*, 2010) han sido localizados en el área (fig.4). En la Formación Villar del Arzobispo de Valencia, es común la aparición de estos individuos. No obstante, también se han hallado fósiles de otros dinosaurios pertenecientes a saurópodos y terópodos (Sanz 1985; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1993; Santiesteban 1995; Casanovas-Cladellas *et al.*, 2001; Gaete *et al.*, 2002; Santiesteban *et al.*, 2002; Santiesteban *et al.*, 2003; Abella *et al.*, 2004; Suñer *et al.*, 2005; Santiesteban *et al.*, 2007a; Santiesteban *et al.*, 2007b; Santiesteban, 2008; Gascó 2009; Santiesteban *et al.*, 2009; Suñer *et al.*, 2009).

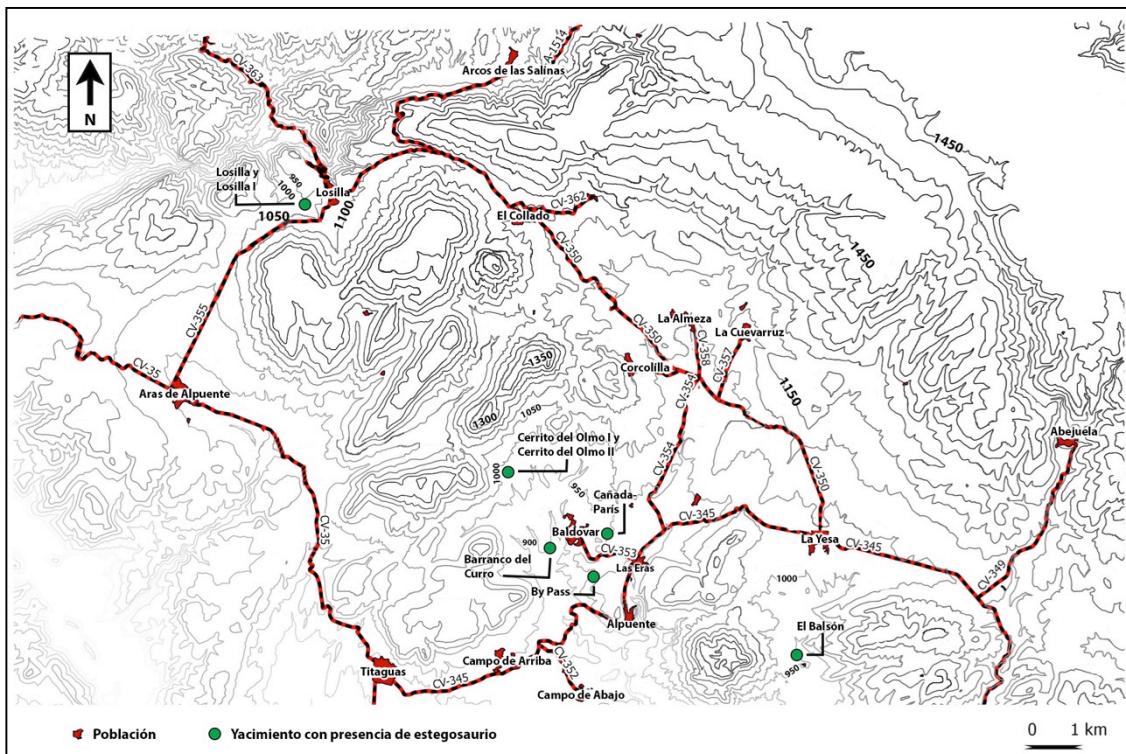


Figura 4. Situación geográfica de los yacimientos con restos directos de Stegosauria en los municipios de Alpuente, Aras de Alpuente y La Yesa.

## 5- Contexto geográfico y geológico

### 5.1-Accesos

El yacimiento paleontológico de El Balsón está ubicado en el municipio de La Yesa (Valencia), coordenadas  $39^{\circ}52'01.34''N - 0^{\circ}58'06.72''O$ . Su acceso se efectúa en la zona Este del pueblo, tomando la penúltima encrucijada dirección Sur. Esta carretera sigue próxima al cementerio municipal y discurre paralela a una extensa chopera cruzando un total de seis bifurcaciones. En la séptima bifurcación se accede a un camino no asfaltado. Sentido Sureste se encuentra un montículo con una carrasca en la parte superior y en la parte inferior un pequeño barranco rodeado por campos de labradío activos (Fig.5). A escasos metros de la base de esta carrasca se ubica el yacimiento (Fig.6).



Figura 5. Ubicación del yacimiento de El Balsón



Figura 6. Yacimiento de El Balsón

## 5.2-Situación geológica

### 5.2.1 El tránsito Jurásico - Cretácico

El tránsito Jurásico entre el Cretácico y el Terciario en la Cuenca Ibérica está bien representado en sedimentos marinos someros y continentales con amplios afloramientos. Este intervalo tiene un gran interés en la evolución de la Cuenca Ibérica al producirse la segunda fase de *rifting*. En consecuencia, resultan cuatro cuencas con subsidencia. La cuencas de Cameros, el Maestrazgo, Sur-ibérica y Columbres en el *off-shore* mediterráneo. (Vera, 2004). La subsidencia *syn-rift* inicia su origen durante el Oxfordiense terminal en la cuenca del Maestrazgo, en la cuenca de Cameros durante el Titoniense inferior mientras que en las cuencas Sur-Ibérica y Columbres sucede durante el Berriasiense. Por último, cabe destacar que en la transición Titoniense-Berriasiense, el proceso de *rifting* se extiende en la cuenca Ibérica, dando origen a grandes zonas de subsidencia con altas tasas de sedimentación, alcanzando potencias de 5km (Vera, 2004). Las cuencas implicadas en la Península Ibérica son las siguientes:

- Cuenca del Maestrazgo: Caracterizada por una constitución predominante de carbonatos marinos someros, interrumpidos a través de sistemas clásticos de carácter deltaico.
- Cuenca de Cameros: Determinada por estar compuesta a partir de depósitos aluviales y lacustres con inclusiones marinas puntuales.
- Cuenca Sur-Ibérica: Constituida en sus niveles basales y superiores mediante asociaciones de facies carbonatadas mixtas pertenecientes a ambientes marinos someros y litorales. Los niveles intermedios disponen de facies clásticas y carbonatadas correspondientes a ambientes continentales aluviales-lacustres.

La secuencia Titoniense-Berriasiense dispone de una gran extensión a lo largo de la Cordillera Ibérica Central y Oriental. En el Este, se extiende desde el punto de unión entre el Maestrazgo y la Cordillera Costera Catalana hasta la zona del levante con tasas de sedimentación diversas, constituidas mayoritariamente por depósitos marinos someros y litorales. En el área septentrional presenta depósitos aluviales

con potencias de 1 Km de espesor (Aurell *et al.*, 1994). La evolución paleogeográfica (Fig.7) del tránsito Jurásico-Cretácico se ha dividido en varias estadios (Vera, 2004):

- **Estadio I:** Desarrollado durante el Kimmeridgiense terminal. Se produce una rápida subsidencia coincidiendo con el ascenso del nivel del mar y una rápida inundación de la rampa carbonatada que había dominado el Jurásico Superior.
- **Estadio II y Estadio III:** El proceso de *rifting* forma zonas amplias con subsidencia acusada y altas tasas de sedimentación durante el tránsito entre el Jurásico y el Cretácico (Titoniense-Berriasiense). Como consecuencia se produce una diferenciación litológica en las diferentes cuencas, de manera que la Cuenca del Maestrazgo presenta gran variedad de depósitos carbonatados de plataforma. En la Cuenca de Cameros hay una acumulación de depósitos aluviales y lacustres. En la Cuenca Sur-Ibérica presenta depósitos carbonatados de ambientes marinos someros correspondientes a barras submareales.

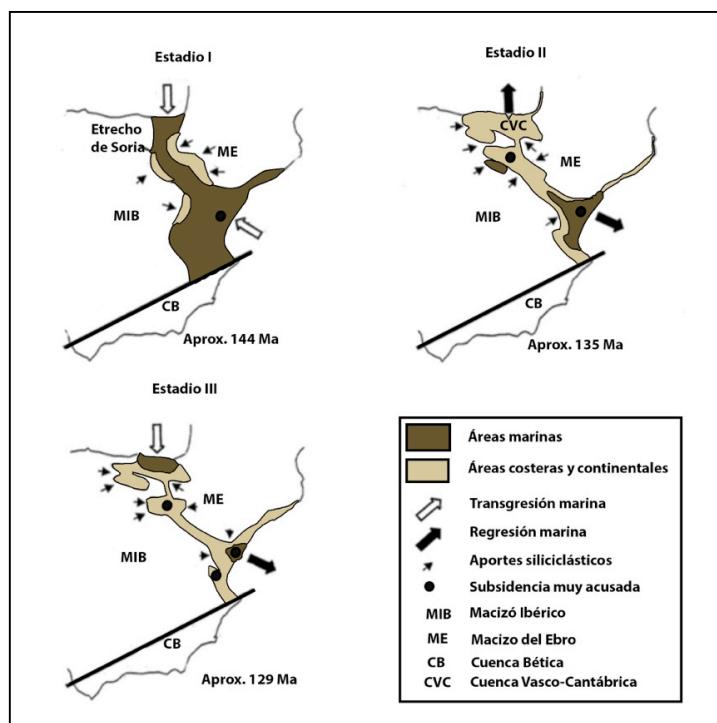


Figura 7. Evolución paleogeográfica del tránsito Jurásico-Cretácico.  
Ligeramente modificada de Vera (2004).

Hay varias formaciones geológicas en las que esta representada la secuencia (Fig.8). Siguiendo a Aurell *et al.* (1994) estas formaciones son las siguientes:

- *Formación Calizas con oncolitos de Higueruelas* (Titoniense). Es una formación constituida por calizas masivas o estratificadas en bancos gruesos con gran abundancia y variedad de aloquímicos siendo resaltado la presencia de oncoides.
- *Formación Calizas de Bovalar* (Titoniense-Berriasiense). Es una formación constituida por depósitos de calizas estratificadas en bancos métricos continuos.
- *Formación Calizas, areniscas y arcillas de Villar del Arzobispo* (Titoniense Superior-Berriasiense Medio). Es una formación de litología compleja compuesta por depósitos mixtos carbonatados-siliciclásticos con intercalaciones de niveles arcillosos y margosos.
- *Formación Calizas y dolomías de La Pleta* (Berriasiense). Es una formación integrada por depósitos de calizas con texturas *mudstone* y dolomicritas laminadas de tonalidades oscuras estratificadas.
- *Formación Dolomías de les Talaies d'Alcala* (Titoniense-Berriasiense). Es un formación formada por dolomías masivas.
- *Formación Calizas y margas de Cira* (Berriasiense inferior-medio). Es una formación constituida por calizas masivas o estratificada en bancos discontinuos y niveles margosos con fósiles carofítas.

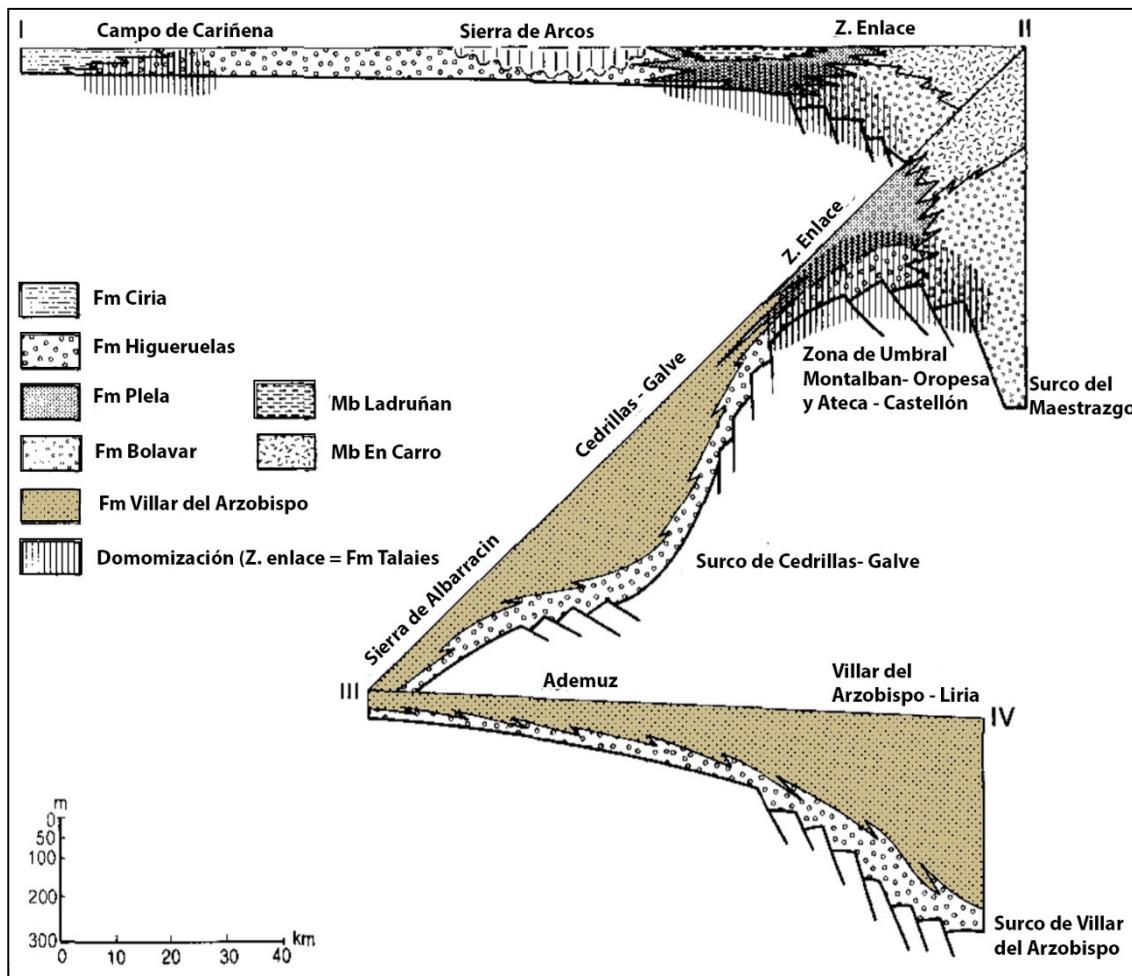


Figura 8. Distribución de las unidades litoestratigráficas en la Secuencia Titónico-Berriasiense en un panel de correlación. Modificada de (Aurell et al., 1994)

### 5.2.2 La Formación Villar del Arzobispo

La Formación Villar del Arzobispo representa a los depósitos en Facies *Purbeck* que marcan el tránsito Jurásico-Cretácico en la Cuenca del Maestrazgo. Se encuentra por encima de la Formación Calizas con oncolitos de Higueruelas y como suprayacente diferentes formaciones dependiendo de la zona de la Cuenca. En el área de Alpuente es la Formación Calizas de Aras de Alpuente (Mas *et al.*, 1984). La Formación Villar del Arzobispo está constituida por una serie mixta de areniscas-arenas finas homométricas y micáceas carbonatadas-siliciclásticas, presentando *ripples* y estratificación cruzada (Mas *et al.*, 1984). Estos autores han diferenciado dos tipos de asociaciones de facies en el área tipo:

- Facies con predominancia carbonatada: Constituida por calizas con texturas *wackestone* y *mudstone* de aspecto lajoso-nodular, margas, arcillas y en menor proporción *packstones*. Estas facies con baja energía se interpretan como ambientes submareales de *lagoon* protegido.
- Facies con predominancia siliciclástica: Formada por secuencias sin canalizadas con *wackestones-mudstone*, areniscas y lutitas. También presentan facies canalizadas, caracterizadas por areniscas y lutitas constituidas por depósitos de *lag* asociados con cantos blandos y fragmentos de troncos. Este conjunto de facies se interpreta como un sistema mareal.

La potencia de la Formación Villar del Arzobispo oscila entre los 550 metros en su área-tipo y de 650m en Alpuente (Santisteban *et al.*, 2010). Los sedimentos de esta formación en la zona de Alpuente han sido interpretados tradicionalmente con tres tipos de origen. Depósitos de llanura mareal detrítica asociada a plataformas carbonatadas, depósitos de transicionales formados en un delta dominado por oleaje y depósitos fluviales, deltaicos y mareales (Santisteban *et al.*, 2010). Estos autores interpretan que la Formación Villar del Arzobispo en la zona de Alpuente se depositó en sistemas deltaicos dominados por la acción del oleaje. En este sistema abundan los ambientes someros de areniscas con abundantes *ripples*, laminaciones de tipo *hummocky*, moldes de grietas de retracción e icnitas de dinosaurios (Santisteban *et al.*, 2008). Estas areniscas disponen en dos tipos de cuerpos sedimentarios. Las areniscas tabulares se han interpretado como depósitos de playa originados en el frente de los deltas. Las areniscas canaliformes se han interpretado como relleno de cauces encajados(Santisteban *et al.*, 2010).

### **5.2.3 La columna estratigráfica del yacimiento El Balsón**

Se ha levantado una columna estratigráfica de 5'62m en el yacimiento de El Balsón. Está dividida en trece niveles y compuesta por niveles de areniscas intercalados por niveles de limos (Fig.9).

*Eb-0:* Nivel yacente de limos arcillosos con presencia de roturas concoideas. Color gris en superficie y color marrón-grisáceo en corte fresco.

*Eb-1:* 0'1m de areniscas de color gris en superficie y color ocre en corte fresco con pequeñas micas. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal de base a techo con intercalaciones puntuales de estratificación cruzada de bajo ángulo.

*Eb-2:* 0'05m de limos de color gris oscuro en superficie y color marrón-grisáceo en corte fresco con pequeñas láminas. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal.

*Eb-3:* 0'14m de areniscas de color ocre en superficie y color ocre-rojizo en corte fresco con pequeñas micas. El tramo presenta una geometría tabular, mostrando áreas puntuales con oxidación en corte fresco.

*Eb-4:* 0'1m de areniscas de color ocre en superficie y color ocre-rojizo en corte fresco con pequeñas láminas negras. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal de base a techo con intercalaciones puntuales de estratificación cruzada de bajo ángulo.

*Eb-5:* 0'7m de areniscas de color ocre en superficie y color ocre-rojizo en corte fresco con pequeñas micas. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal.

*Eb-6:* 0'25m de limos de color gris en superficie y color marrón-grisáceo en corte fresco con presencia de roturas concoideas. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal.

*Eb-7:* 0'10m de limos de color gris en superficie y color marrón-grisáceo en corte fresco con presencia de roturas concoideas y madera fósil. El tramo presenta una geometría tabular con fragmentos madera fósil ferruginizada en techo.

*Eb-8:* 0'11m de areniscas de color ocre en superficie y un color ocre-rojizo en corte fresco con presencia de láminas. El tramo presenta una geometría tabular con fragmentos de madera fósil ferruginizada en base y laminación horizontal.

*Eb-9:* 1'81m de areniscas de color ocre en superficie y de un color gris-claro en corte fresco con presencia de láminas negras. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal.

*Eb-10:* 0'85m de limos de color gris en superficie y color marrón-grisáceo en corte fresco con presencia de roturas concoideas. El tramo presenta una geometría tabular con laminación horizontal.

*Eb-11:* 0'47m de areniscas de un color gris-oscuro en superficie y un color gris-claro en corte fresco con presencia de madera fósil. El tramo dispone en base de un paleocanal presentando estratificación cruzada de bajo ángulo a partir de este.

*Eb-12:* 0'94m de areniscas arcillosas de un color gris-oscuro en superficie y un color gris-claro en corte fresco conteniendo los restos fósiles del estegosaurio y con presencia de fragmentos carbonosos. El tramo presenta una geometría tabular con estratificación cruzada de bajo ángulo

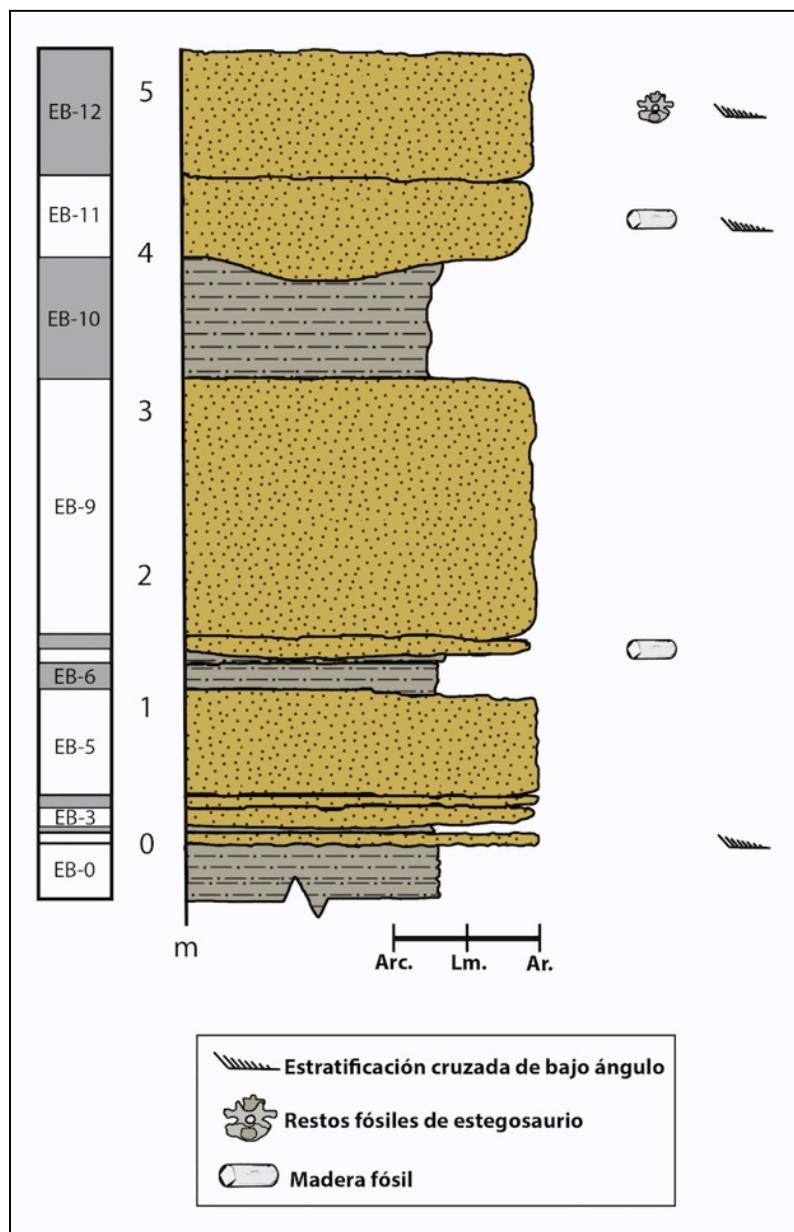


Figura 9. Columna estratigráfica de el yacimiento El Balsón.

#### 5.2.4 Interpretación del medio sedimentario del yacimiento El Balsón

Los restos fósiles del estegosáurido de El Balsón se encuentran en el nivel de arenisca EB-12 (Fig. 9). La matriz de esta arenisca está formada por arcillas compactadas con apenas cementación, cuarzo y feldespato potásico (Fig.10). La laminación horizontal presente en los niveles por debajo del nivel fosilífero (Fig. 9) se interpreta como que el medio presentaba una tasa de sedimentación estable, interrumpida por momentos de mayor energía representada por los niveles con estratificación cruzada de bajo ángulo con posible origen en el oleaje.

Los niveles de mayor potencia como el fosilífero, podría ser el resultado de aportes fluviales puntuales e importantes. Esto justificaría la mayor potencia de algunos niveles. El nivel EB-12 presenta un *lag deposit* que incluye gran cantidad de fragmentos vegetales. Los restos del estegosáurio se encuentran en la base del canal. Dicho esto y a partir del estudio realizado por Santisteban *et al.* (2010), se interpreta que las areniscas depositadas en el Balsón, constituyen un paleocanal fluvial dentro de un contexto deltaico.

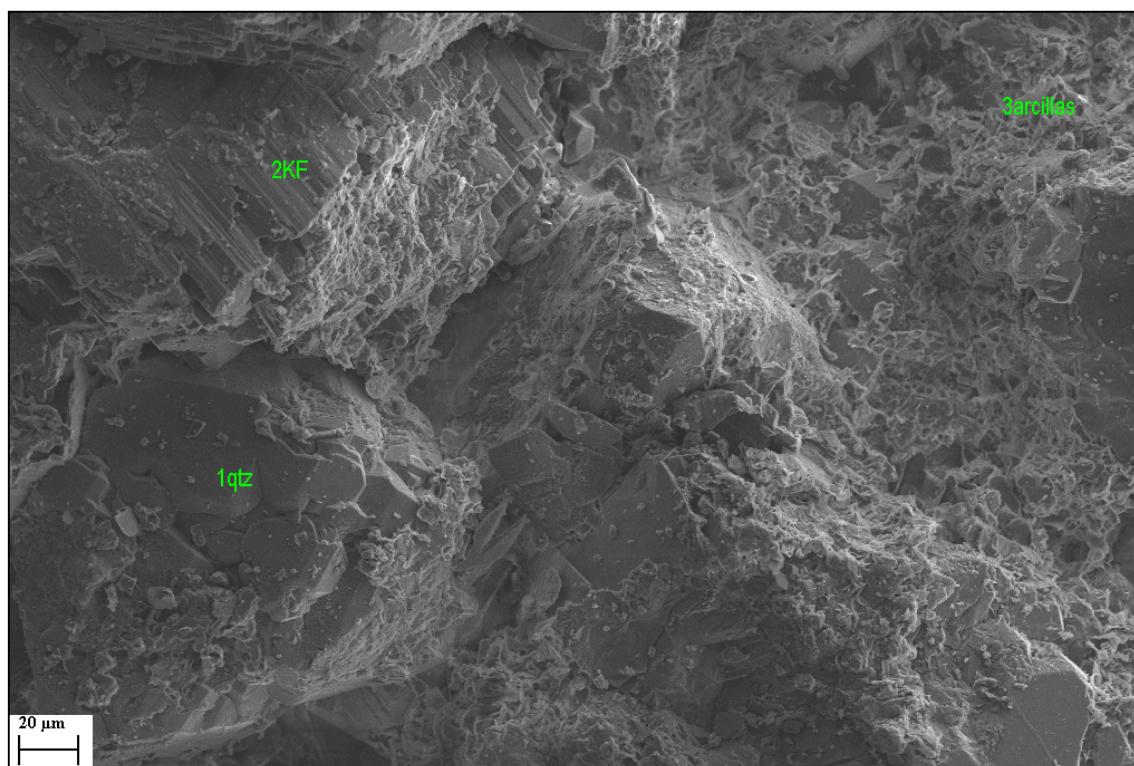


Figura 10. Imagen SEM a 20μm de la matriz del yacimiento El Balsón

Por otro lado, los fósiles del estegosaurio (Fig.11) presentan relación anatómica entre si pero no se han encontrado articulados. Los huesos fósiles, presentan indicios de abrasión en los proximales y distales de los huesos y centros vertebrales, sugiriendo un ligero transporte previo al enterramiento final. Además, muestran fracturas y deformaciones diagenéticas así como pequeñas trazas erosivas causadas por la acción de raíces posteriores al proceso de fosilización.



Figura 11. Yacimiento El Balsón. BI: Bloque Sacraílico; I: Isquion

## 6-Material y métodos

### 6.1-Material

#### **Abreviaciones:**

- MPA: Museo Paleontológico de Alpuente
- EB: El Balsón

El material estudiado proviene de la excavación realizada para este Trabajo Fin de Master, por tanto se trata de fósiles estudiados por primera vez. Una parte del estegosáurido de El Bolson fue publicado por Company *et al.* (2010) y no se ha reestudiado en este trabajo. El conjunto de vértebras fue extraído del campo mediante una protección de escayola, inicialmente se observaron cuatro de las cinco vértebras recuperados. La quinta vértebra, apareció en el proceso de preparación de los fósiles, por esta razón se asigna un número romano a cada una de éstas, precedido por EB-2013-02.

- **Material catalogado nuevo**
  - Vertebras cervicales: EB-2013-02-II; EB-2013-02-III.
  - Vértebras caudales: EB-2013-02-I; EB-2013-02-IV; EB-2013-02-V.
  - Costillas: EB-2013-01; EB-2013-05; EB-2013-11.
  - Chevron: EB-2014-16.
  - Escápula: EB-2013-08.
  - Isquion: EB-2013-03.
  - Pubis: EB-2014-03.
  - Fíbula: EB-2014-01.
- **Material catalogado (Company *et al.*, 2010)**
  - Vértebras Dorsales: MPA D-318; MPA D-319; MPA D-324; MPA D-332.
  - Costillas Dorsales: MPA D-320; MPA D-322; MPA D-323; MPA D-330; MPA D-333; MPA D-335; MPA D-337; MPA D-338; MPA D-344; MPA D-348.
  - Fémur: MPA D-317.

## 6.2-Metodología de campo

Las actuaciones en el yacimiento de El Bolson se han desarrollado con intervenciones puntuales en un intervalo que comprende 2007 al 2015 a excepción de los años 2008 y 2011 (fig.12).



Figura 12. Proceso de recuperación del bloque sacro-ilíaco en una momia de escayola.



Figura 13. Momia de espuma de poliuretano

Las técnicas de extracción de los fósiles han sido las habituales en los yacimientos de vertebrados del Mesozoico. Se puede resumir brevemente los pasos seguidos en la extracción de las vértebras objeto de este estudio.

- Limpieza general del yacimiento retirando todo tipo de escombros generados durante el periodo de inactividad.

- Limpieza individual de los fósiles visibles, lo que incluye consolidación (Paraloid B-72 diluido en alcohol con una concentración de 5%) de los huesos presentes en el yacimiento.
- Excavación con martillos-mazas y escoplos-cortafríos, de manera de ir individualizando los diferentes huesos fósiles. De manera paralela se produjo engasado de las superficies más frágiles. Esta actuación mitiga la vulnerabilidad de los huesos frente vibraciones causadas por el golpeo.
- La extracción de los fósiles se realizó con ayudas de protecciones de yeso (“momias”) reforzadas por bandas de estopa. En algún caso se usó espuma de poliuretano en sustitución del yeso. Debido a la fragilidad del material estas protecciones se reformaron con varillas de hierro en los huesos largos.



Figura 14. Proceso de recuperación del material.

### 6.3-Metodología de laboratorio

La preparación de los fósiles en el laboratorio ha sido realizada por el autor de este TFM. Se han seguido los siguientes pasos.



En primer lugar se accedió al interior de las momias de yeso en el laboratorio mediante un corte realizado con una amoladora de disco de diamante. Aquellas de menor tamaño o de espuma de poliuretano se utilizó una cizalla.

Figura 15. Preparación de la fibula

Una vez cortada, se usaron percutores de aire comprimido para separar la matriz de arenisca del hueso. En algunas partes del sedimento el material estaba menos consolidado por lo que se pudo separar con ayuda de instrumental manual como punzones.

Los fósiles estaban muy frágiles por lo que fue necesario realizar una consolidación conforme se separaba el fósil de la matriz. El consolidante usado fue Paraloid B-72 con una concentración del 5% diluido en alcohol. En algunas piezas fue necesario realizar engasados en el laboratorio para evitar la fracturación. El engasante se realizó con Paraloid B-72 con una concentración del 10% en alcohol (fig.15). Para pegar los fragmentos se han usados cianocrilatos y resinas epoxi con diferentes tiempos de reacción. Se ha reintegrado los volúmenes exclusivamente en las piezas que fuera necesario conseguir estabilidad estructural. Para esta reintegración se han usado resina epoxi de dos componentes en formato de pasta blanda.

## 7-Sistemática

Se ha seguido a Company *et al.* (2010) para la clasificación supragenérica,

Dinosauria Owen, 1842  
Ornithischia Seeley, 1888  
Stegosauria Marsh, 1887  
Dacenturinae Mateus, Maidment y Christiansen, 2009  
Dacenturinae indet.

### *Vértebras cervicales*

Material: Dos vértebras cervicales numeradas como EB-2013-02-II (fig.16) y EB-2013-02-III (fig.17).

Descripción: Se han conservado dos centros vertebrales deteriorados y fragmentados, dificultando la identificación de algunos caracteres. Carece de las espinas neurales. Dado las medidas (Tabla 1) EB-2013-02-II es anterior a EB-2013-02-III, ubicadas ambas entre las vértebras 3<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> fusionadas sus diapófisis

y parapófisis a las costillas cervicales, característico de *Dacentrurus armatus* (Galton, 1991).

EB-2013-02-II: Vértebra cervical anfícélica con superficies articulares cóncavas. La altura del centro es menor que la anchura en la cara posterior y anterior (Tabla 1). Medialmente se observan dos costillas cervicales fusionadas con la diapófisis y la parapófisis sin identificar el tubérculo y el capítulo. El canal neural es redondeado y abarca la longitud del centro neural así como estar lleno de arenisca, la anchura es mayor que la altura (Tabla 1).

EB-2013-02-III: Vértebra cervical anfícélica con las superficies articulares cóncavas, siendo muy asimétricas (Tabla 1). La altura del centro es menor que la anchura en la cara posterior y anterior (Tabla 1). Medialmente se observa una costilla cervical parcial fusionada y el punto de fusión de una segunda en la otra cara medial con la diapófisis y la parapófisis, sin distinguir el tubérculo y el capítulo. El canal neural es redondeado distribuyéndose a través del centro neural y presenta una anchura menor que la altura (Tabla 1). Se observa la base de la espina neural.

Sigla	MAIV	MAIACV	MAnACV	MAIPCV	MAnPCV	MAnCN	MAICN
EB-2013-02-II	119,92*	65,27*	86,67	62,05*	87,71*	32,73*	28,1*
EB-2013-02-III	125,22*	66,23	81,3	73,59	85,19*	20,08	41,44*

Tabla 1. Medidas vértebras cervicales. **MAIV**: Máxima Altura de la Vértebra; **MAIACV**: Máxima Altura Anterior del Centro Vertebral; **MAnACV**: Máxima Anchura Anterior del Centro Vertebral; **MAIPCV**: Máxima Altura Posterior del Centro Vertebral; **MAnPCV**: Máxima Anchura Posterior del Centro Vertebral; **MAnCN**: Máxima Anchura del Canal Neural; **MAICN**: Máxima Altura del Canal Neural; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

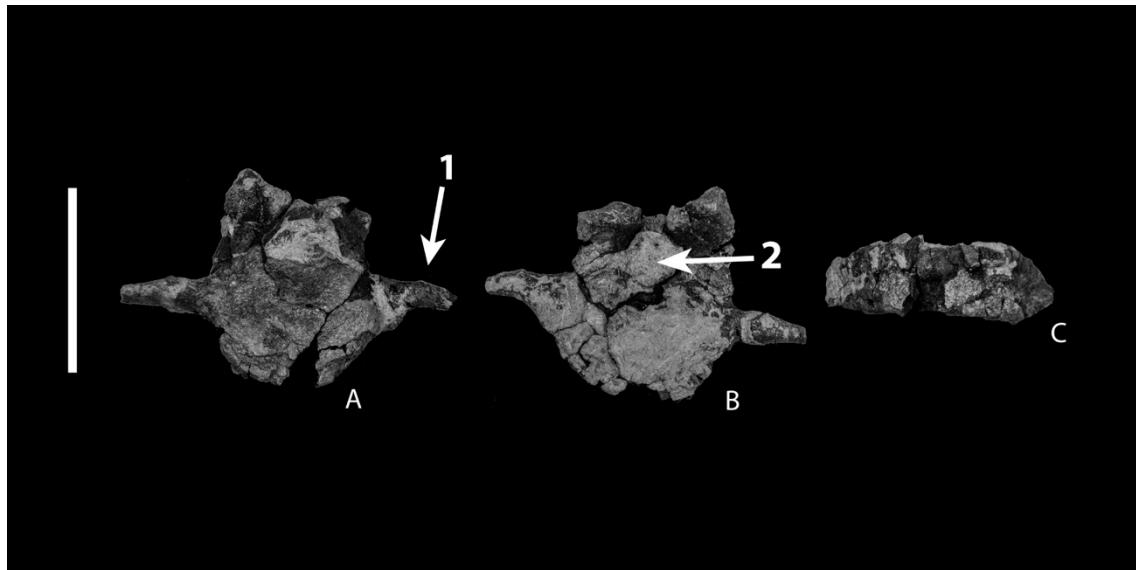


Figura 16. Vértebra cervical EB-2013-02-II; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Ventral. 1: Costilla cervical; 2: Canal neural. Escala 10 cm

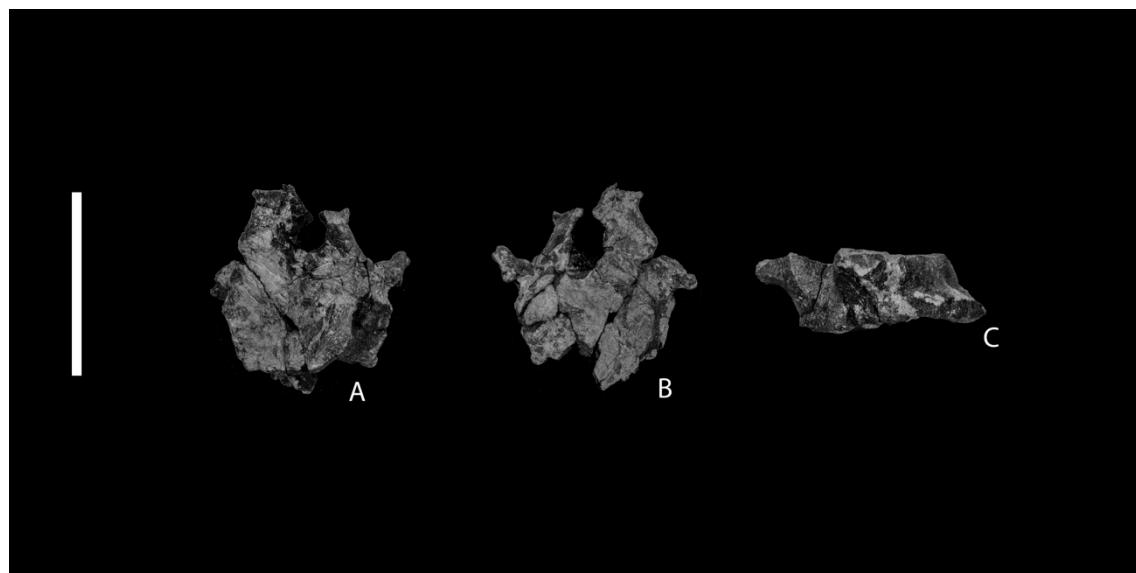


Figura 17. Vértebra cervical EB-2013-02-III; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Ventral. Escala 10 cm

#### *Vértebras caudales*

Material: Tres vértebras caudales , siendo estas EB-2013-02-I (Fig. 18), EB-2013-02-IV (Fig. 19) y EB-2013-02 V (Fig. 20).

Descripción: Las tres vértebras están deterioradas y fragmentadas. los procesos transversos menos desarrollados que en las vértebras dorsales, las dimensiones de las espinas neurales de EB-2013-02-I y EB-2013-02-V y la presencia de las facetas para el chevron en EB-2013-02 IV y EB-2013-02-V, permiten asignar las tres piezas como vértebras caudales (Galton, 1985).

EB-2013-02-I: Vértebra caudal anfícélica con las superficies articulares cóncavas. La altura del centro es menor que la anchura en la cara posterior y anterior (Tabla 2). Medialmente dispone de una concavidad pronunciada y la menor longitud de las tres vértebras. El canal neural es redondeado y abarca la longitud del centro vertebral, siendo más ancho que alto. Es la más alta de todas y aquella que conserva en mejor estado la espina neural. Se conservan las prezigapófisis y postzigapófisis con deformaciones. En la cara ventral, no se aprecia ninguna articulación para el chevron. Esto conjuntamente a la altura de la espina neural (Tabla 2) y la longitud del centro vertebral nos indica que se trata de una de las primeras vértebras caudales.

EB-2013-02-IV: Vértebra caudal anfícélica con las superficies articulares cóncavas. La altura del centro es menor que la anchura en la cara posterior y anterior (Tabla 2). Medialmente es cóncavo y con una longitud similar a EB-2013-02-V con ausencia de los procesos transversos. El canal neural es redondeado y abarca un tercio de la longitud del centro vertebral, siendo más ancho que alto. La espina neural está incompleta. Se conservan las prezigapófisis y postzigapófisis. En la cara ventral podemos observar los puntos de articulación para arcos hemiales. Esto, la longitud del canal neural y la longitud del centro vertebral indica que se trata de una de las vértebras caudales situadas en la medial de la cola.

EB-2013-02-V: Vértebra caudal anfícélica con las superficies articulares cóncavas. La altura del centro es menor que la anchura en la cara posterior y anterior (Tabla 2). Medialmente es más cóncavo que EB-2013-02-IV con ausencia de los procesos transversos. El canal neural es redondeado y abarca un tercio de la longitud del centro vertebral, siendo más ancho que alto. En vista anterior, se conserva las prezigapófisis y postzigapófisis izquierdas. En la cara ventral se observa las de articulaciones para los arcos hemiales. Al disponer de unas dimensiones similares a EB-2013-02-IV (Tabla 2) y las facetas para el chevron, ubican esta vértebra en una posición cercana a EB-2013-02-V.

Sigla	MAIV	MAIACV	MAnACV	MAIPCV	MAnPCV	MAnCN	MAICN	MAIEN	MAnEN
EB-2013-02-I	218,91*	65,76	80,11	65,38	89,8	27,06	31,24	98,67	21,02
EB-2013-02-IV	152,76*	56,06*	75	61,08	73,17	22,36*	29,26	65,07*	15,2
EB-2013-02-V	97,45*	56,00*	68,06	55,71	65,66	17,81	28,39	-	-

Tabla 2. Medidas vértebras caudales. **MAIV**: Máxima Altura de la Vértebra; **MAIACV**: Máxima Altura Anterior del Centro Vertebral; **MAnACV**: Máxima Anchura Anterior del Centro Vertebral; **MAIPCV**: Máxima Altura Posterior del Centro Vertebral; **MAnPCV**: Máxima Anchura Posterior del Centro Vertebral; **MAnCN**: Máxima Anchura del Canal Neural; **MAICN**: Máxima Altura del Canal Neural; **MAIEN**: Máxima Altura de la Espina Neural; **MAnEN**: Máxima Anchura de la Espina Neural; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

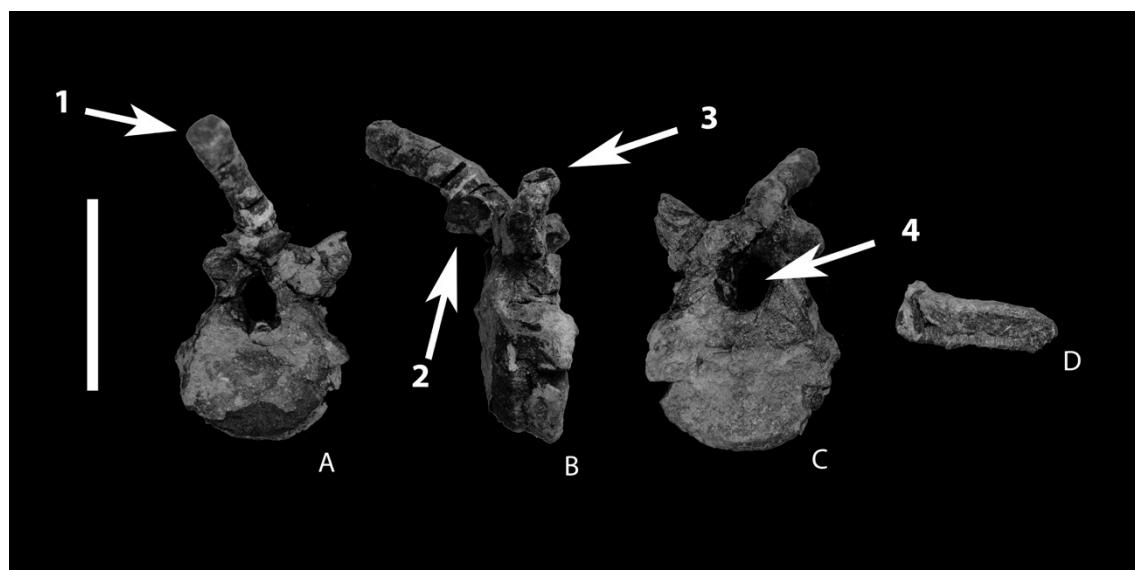


Figura 18. Vértebra caudal EB-2013-02-I; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Ventral. 1: Espina neural; 2: Postzigapófisis; 3: Prezigapófisis; 4: Canal neural. Escala 10 cm

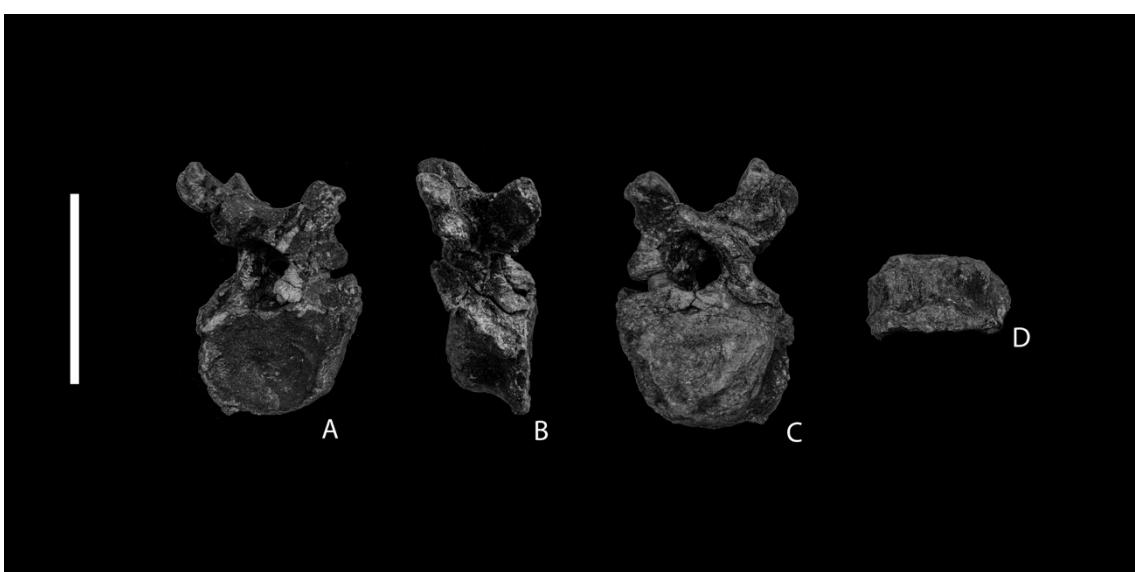


Figura 19. Vértebra caudal EB-2013-02-IV; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Ventral. Escala 10 cm

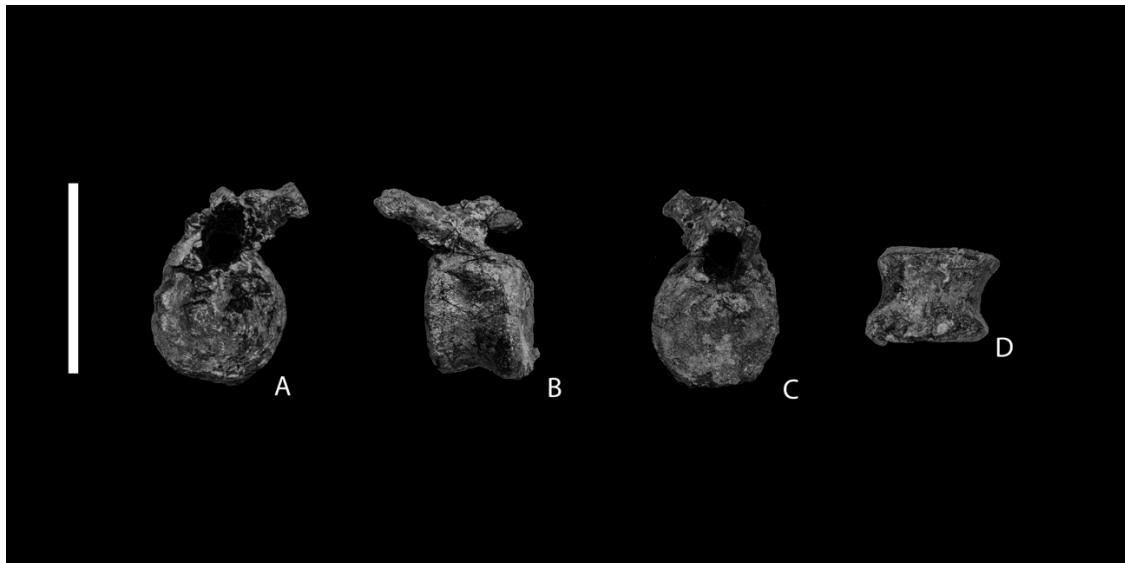


Figura 20. Vértebra caudal EB-2013-02-V; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Ventral. Escala 10 cm

#### *Costillas dorsales*

Material: Dos costillas numeradas como EB-2013-01 (Fig.21) y EB-2013-05 (Fig.22).

Descripción: EB-2013-01 es una costilla muy fragmentada y deformada, presenta una prolongación de la parte proximal intuyendo la posición del tubérculo sin presencia del capítulo. EB-2013-05 se trata de un fragmento de la zona medial de la costilla (Tabla 3).

Sigla	ML	MAn	MiAn	DTC
EB-2013-01	-	37,42*	-	-
EB-2013-05	-	31,19*	-	-

Tabla 3. Medidas costillas dorsales. **ML**: Máxima longitud; **MAn**: Máxima Anchura; **MiAn**: Mínima Anchura; **DTC**: Distancia del Tubérculo al Capítulo; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

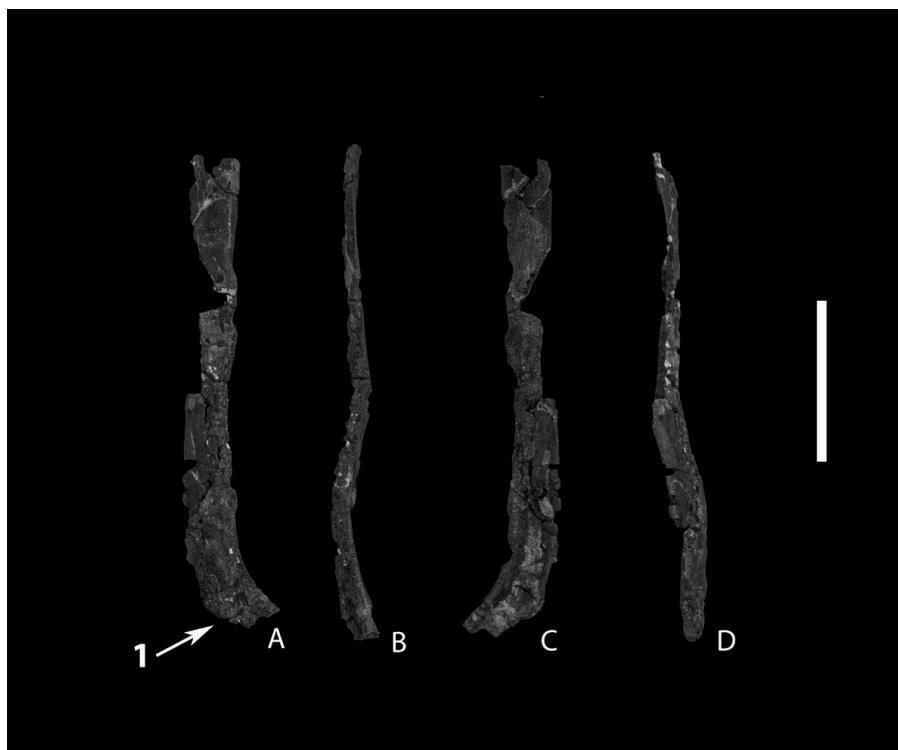


Figura 21. Costilla dorsal EB-2013-01; A: Posterior, B: Lateral, C: Anterior, D: Medial.  
1: Distancia tubérculo. Escala 10 cm



Figura 22. Costilla dorsal EB-2013-05; A: Posterior, B: Lateral, C: Anterior, D: Medial.  
Escala 10 cm

## Chevron

Material: Un chevron numerado como EB-2014-16

Descripción: EB-2014-16 conserva la articulación del canal hemal. La faceta de articulación es redondeada en el lateral izquierdo, con una superficie ancha y plana. El canal hemal dispone de una anchura considerable en proporción al resto del hueso (Tabla 4). Crea una pequeña concavidad que va desde la parte ventral del hueso hasta la dorsal, en vista posterior y anterior. Presenta una ligera concavidad en vista posterior y anterior.

Sigla	ML	MAn	MiAn	MAICH	MAnCH	MAnPAC	MAIPAC
EB-2014-16	41,77	-	14,75	34,08	-	12,37*	9,59*

Tabla 4. Medidas chevron. ML: Máxima Anchura; MiAn: Mínima Anchura; MAICH: Máxima Altura del Canal Haemal; MAnPAC: Máxima Anchura del Punto de Articulación del Chevron; MAIPAC: Máxima Altura del Punto de Articulación del Chevron; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

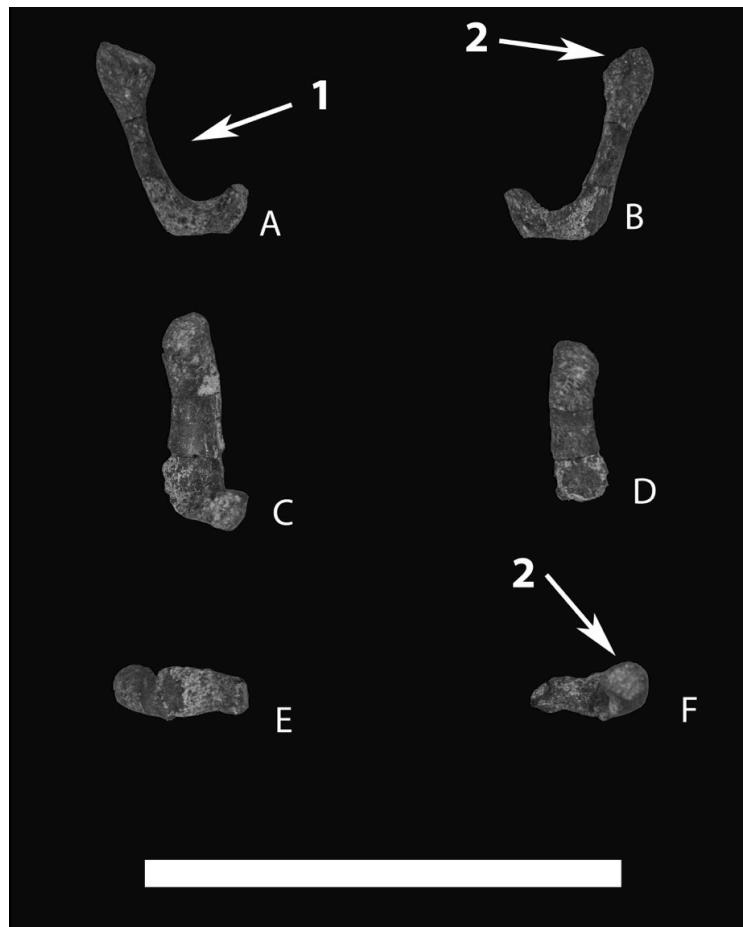


Figura 23. Chevron EB-2014-16; A: Posterior, B: Anterior, C: Lateral izquierda, D: Lateral Derecha F: Dorsal. 1: Canal Hemal; 2: Faceta de articulación. Escala 10 cm

### *Escápula*

Material: un fragmento de escápula numerada como EB-2013-08 (fig.24).

Descripción: Se ha conservado un fragmento del extremo proximal que solo permite identificar el hueso, pero no se han observado caracteres diagnósticos que permitan realizar un estudio más detallado.

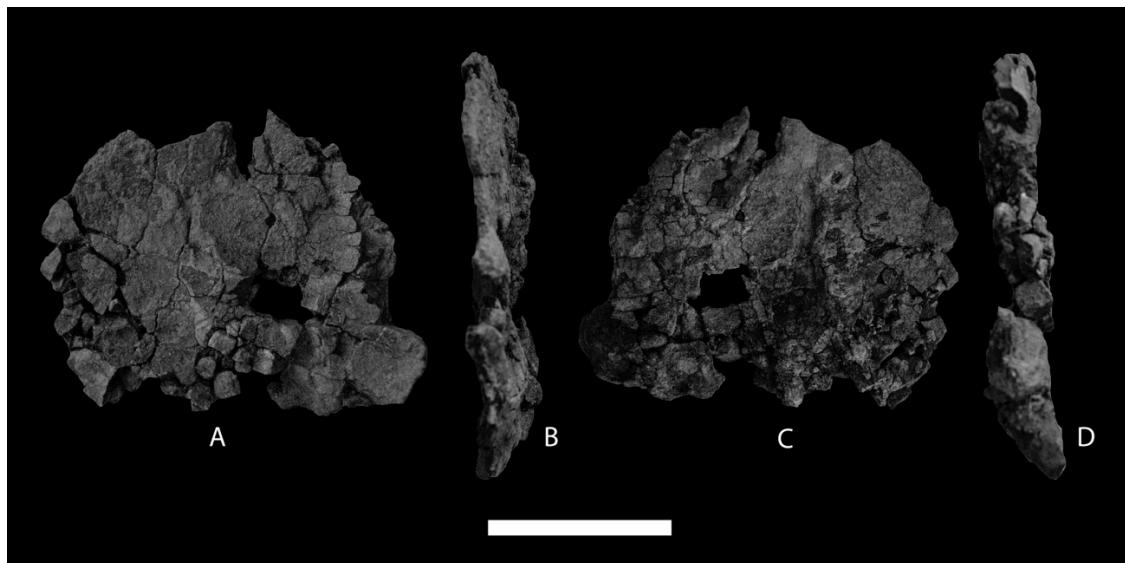


Figura 24. Escápula EB-2013-08; A: Lateral, B: Dorsal, C: Medial, D: Ventral. Escala 10 cm

### *Isquion*

Material: Un isquion izquierdo numerado como EB-2013-03 (Fig.25).

Descripción: El isquion presenta algunas fracturas que deforman el hueso. La rama ilíaca está inclinando  $26^{\circ}$  en vista dorsolateral. El acetáculo dispone de una forma de media circunferencia, aumenta su amplitud a en el pedúnculo ilíaco, estrechándose en el pedúnculo púbico en vista medial. En la parte distal, en vista dorsal se aprecia la sínfisis isquiálica conservada parcialmente, la parte más ancha del isquion (tabla 5). La superficie medial es convexa en la parte ventral y cóncava en los planos opuestos. La rama isquiática sufre acuñamiento cerca de la sínfisis isquiálica.

Sigla	ML	MAn	MiAn	MAnAc	MAIac	MAnPP	MAIPP	MAnPI	MAIPI
EB-2013-03	429,77*	169,5	23,42*	84,7	40,47	56,39*	-	62,06	40,34

Tabla 5. Medidas Isquion. **ML**: Máxima Longitud; **MAn**: Máxima Anchura; **MiAn**: Mínima Anchura; **MAnAc**: Máxima Anchura del Acetáculo; **MAIac**: Máxima Altura del Acetáculo; **MAnPI**: Máxima Anchura del Pedúnculo Iliaco; **MAIPI** Máxima Altura del Pedúnculo Iliaco; **MAnPP**: Máxima Anchura del Pedúnculo Público; **MAIPP**: Máxima Altura del Pedúnculo Público; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

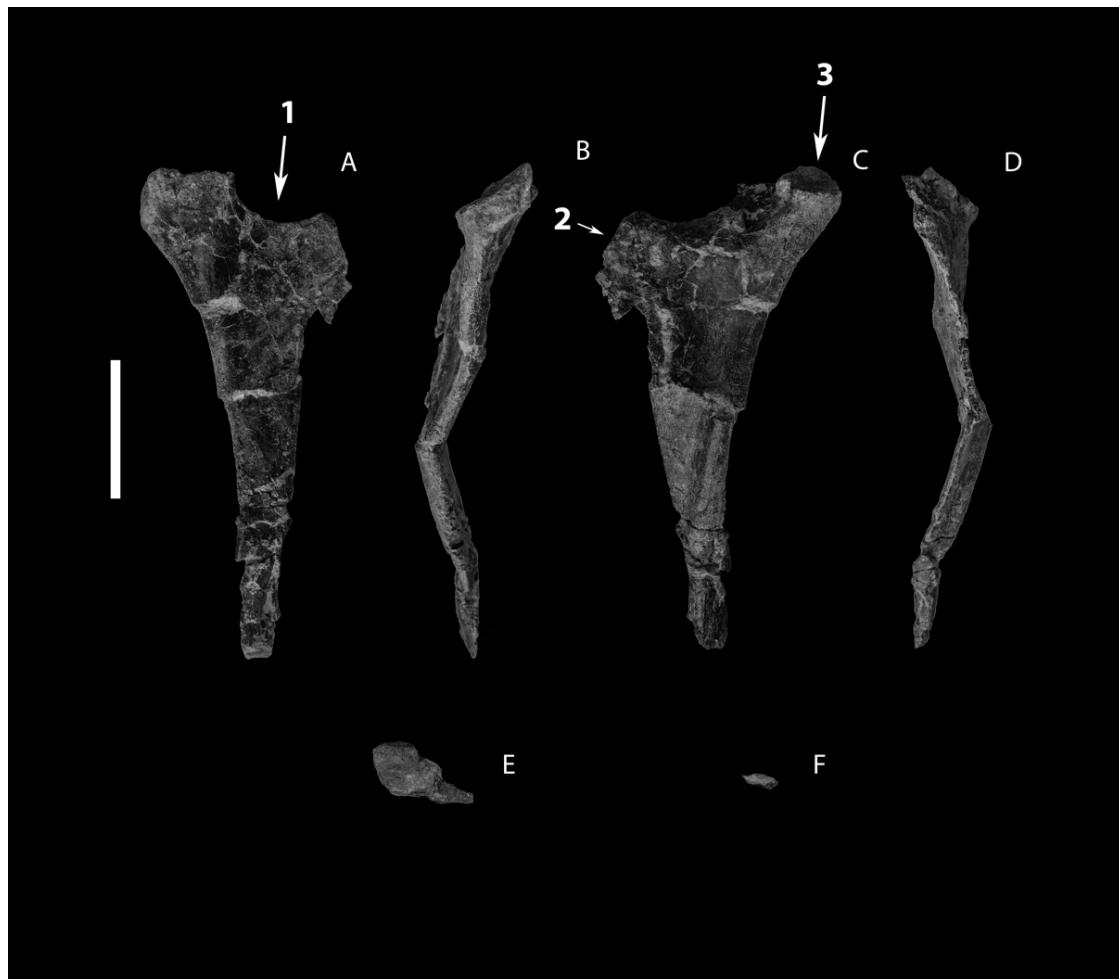


Figura 25. Isquion EB-2013-03; A: Medial, B: Dorsal, C: Lateral, D: Ventral, E: Anterior, F: Posterior: l. 1: Acetáculo; 2: Pedúnculo público; 3: Pedúnculo ilíaco. Escala 10 cm

### Pubis

Material: Pubis derecho numerado como EB-2014-03 (Fig.26).

Descripción: Se conserva el proceso anterior, parte de la rama pública, el nodo de obturación y parte del prepubis. El proceso anterior tiene forma de C, siendo más grueso y estrecho en comparación con el prepubis (Tabla 6). La rama pública está fragmentada denotando una ligera concavidad en su cara dorsal y una convexidad en la cara ventral, invirtiéndose esta en la base del acetáculo. El prepubis es convexo en vista ventral y cóncavo en vista dorsal.

Sigla	ML	MiAn	MAnPA	MiAIPA	MAnPP	MiAIPP	LPMO
EB-2014-03	-	-	68,24*	15,89*	45,11*	9,59*	475,84*

Tabla 6. Medias pubis. **ML**: Máxima Longitud; **MiAn**: Mínima Anchura; **MAnPA**: Máxima Anchura del Proceso Anterior; **MiAIPA**: Mínima Altura del Proceso Anterior; **MAnPP**: Máxima Anchura del Prepubis; **MiAIPP**: Mínima Altura del Prepubis; **LPMO**: Longitud desde el Prepubis hasta la Muesca de Obturación; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.

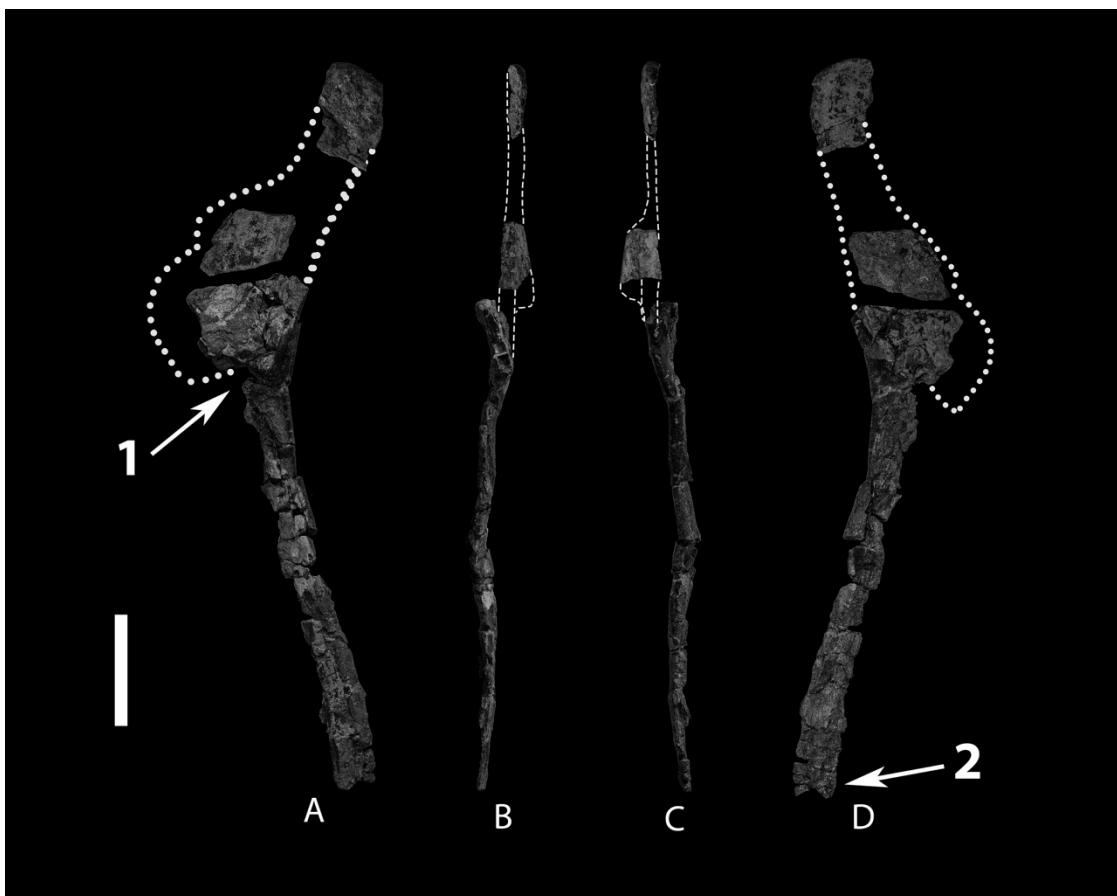


Figura 26. Pubis derecho EB-2014-03; A: Lateral, B: Dorsal, C: Ventral, D: Medial. 1: Nodo de obturación; 2:Proceso anterior. Escala 10 cm

### Fíbula

Material: Fíbula izquierda numerada como EB-2014-01 (Fig 27).

Descripción: EB-2014-01 es un hueso bien conservado, solo presenta una marca longitudinal producida en el proceso de extracción. EB-2014-01 es un hueso grácil recto con los finales proximal y distal expandidos lateromedialmente. En vista es convexa, reduciéndose la convexidad en la parte proximal. En la cara medial y lateral es más ancho en la parte distal y proximal, siendo más pronunciada en la

distal (Tabla 7). Los finales proximal y distal tienen forma de D, siendo más afilado el extremo distal en vista anterior que en el posterior.

Sigla	ML	MiAn	MAnP	MiAIP	MAnD	MiAID
EB-2014-01	410,71mm	31,91mm	59,02mm*	23,84mm*	70,16mm*	19,01mm*

Tabla 7. Medidas Fíbula. **ML**: Máxima Longitud; **MiAn**: Mínima Anchura; **MAnP**: Máxima Anchura del Proximal; **MiAIP**: Mínima Altura del Proximal; **MAnD**: Máxima Anchura del Distal; **MiAID**: Mínima Altura del Distal; \*: Medida aproximada. Medidas en milímetros.



Figura 27. Fíbula izquierda EB-2014-01; A: Posterior, B: Medial, C: Anterior, D: Lateral, E: Proximal, F: Distal. Escala 10 cm

## 8-Discusión

En la península Ibérica, la mayoría de los restos fósiles de estegosaurio han sido asignados a dacentrurinos (Anexo 1), bien *Dacentrurus* o *Miragaia*. Los restos fósiles de Stegosauridae del Balson fueron asignados inicialmente a *Dacentrurinae*, (Company *et al.*, 2010) sin mayores precisiones. Aunque ha sido citado *Dacentrurus* en el tránsito Jurásico-Cretácico de la península Ibérica, hay que tener en cuenta que el holotipo proviene del Jurásico Medio de Inglaterra. Por esta razón hay autores que apuntan que el material ibérico asignado a *Dacentrurinae* podría estar relacionado con *Miragaia*, un taxón temporal y geográficamente distinto (Mateus *et al.*, 2009). El interés del material de El Balsón es la existencia de huesos coincidentes con el holotipo de *Miragaia* que pueden ayudar esta cuestión.

Mateus *et al.* (2009) propone que las vértebras cervicales de *Miragaia longicollum* y el pubis dispone los siguientes caracteres diagnósticos:

- Centros cervicales anfíclicos, más largos anteroposteriormente que transversalmente.
- El centro vertebral se alarga progresivamente en la serie vertebral.
- Una quilla ventral está presente en los centros medios y posteriores.
- Costillas cervicales fusionadas a la parapófisis, con un proceso adicional en el capítulo.
- La espina neural dispone de dos crestas.
- El proceso anterior del pubis, dorsoventralmente profundo con una proyección dorsal en su extremo anterior en vista lateral, como *Dacentrurus*.
- El final distal del prepubis es débil y se expande dorsoventralemente.

Galton (1985; 1991) establece los siguientes caracteres diagnósticos para las vértebras cervicales y el isquion de *Dacentrurus*:

- Vértebras cervicales cortas.
- Costillas cervicales fusionadas entre las vértebras tres y diez.

- El final distal del isquion es curvo en el extremo medio.
- La parte distal del isquion es reta y se estrecha en vista lateral.
- Los centros anteriores de las vértebras caudales son masivos.

Las vértebras cervicales del estegosaurio de El Balsón son morfológicamente similares a las de *Dacentrurus* (Galton 1985; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995b; Cobos *et al.*, 2010) y a las de *Miragaia* (Mateus *et al.*, 2009). Sus centros vertebrales son similares, así como disponer de costillas cervicales fusionadas. Sin embargo los caracteres diagnósticos que permitiría diferenciarlos (doble cresta neural, proceso adicional en el capítulo de las costillas cervicales o la quilla ventral en los centros vertebrales) no se han conservado en el material estudiado.

Las vértebras caudales disponen de similitud con *Dacentrurus* (Galton 1985; 1991; Casanovas-Cladellas *et al.*, 1995b; Cobos *et al.*, 2010). Ambas se tratan de vértebras anfícélicas con las superficies articulares cóncavas. El canal neural es redondeado y abarca un tercio de la longitud del centro vertebral.

El chevron conservado, presenta una parte ventral redondeada y plana. Este carácter lo diferencia de los de *Stegosaurus stenops* (Ostrom *et al.*, 1966; Maidment *et al.*, 2015) y *Dacentrurus* (Galton, 1985) en los cuales es puntiagudo y cónico (fig. 31).

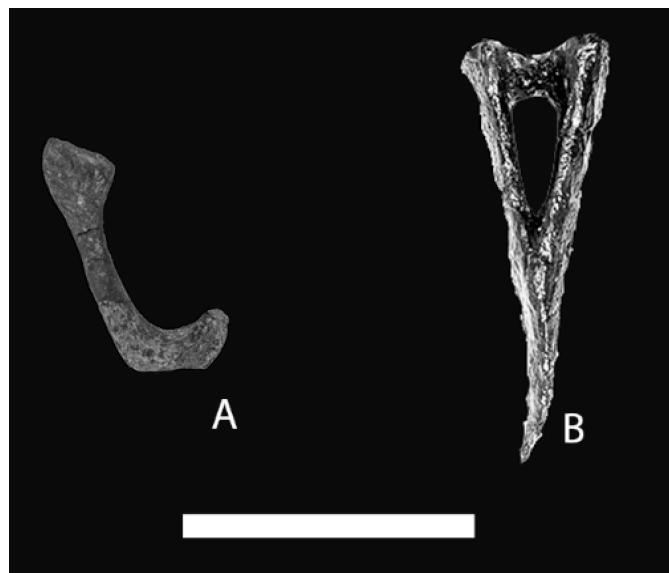


Figura 31. Comparación chevron. A: Chevron del ejemplar de El Balsón, B: Chevron de *Stegosaurus stenops* tomado de (Maidment *et al.*, 2015). Escala 10 cm.

La escápula es fragmentaria y con pocos caracteres identificables. En la Fig 28 se relaciona con la escápulas de *Stegosaurus stenops* (Ostrom *et al.*, 1966; Maidment *et al.*, 2015). No puede relacionarse en su totalidad con *Miragaia* (Mateus *et al.*, 2009) dado el estado de conservación.

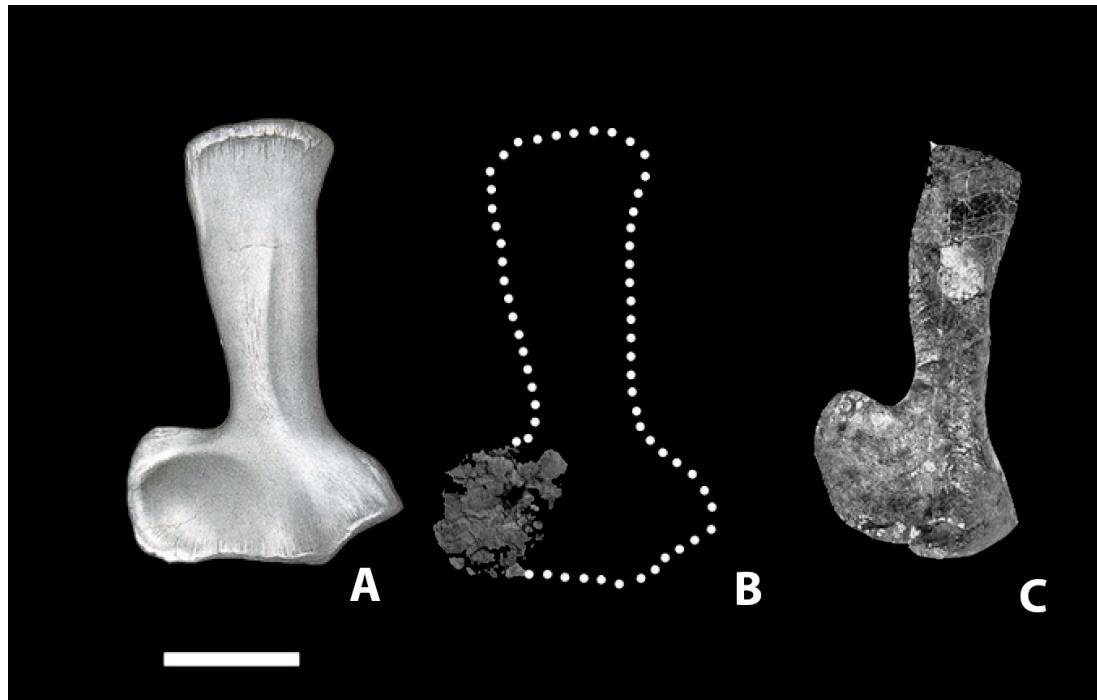


Figura 28. Comparación placa proximal de la escápula. A: escápula de *Stegosaurus stenops* tomada de (Ostrom *et al.*, 1966); B: Reconstrucción de la escápula del ejemplar de El Balsón; C: Escápulas de *Stegosaurus stenops* tomada de (Maidment *et al.*, 2015). Escala 10 cm.

El isquion (fig. 29) es morfológicamente similar a los figurados por Cobos *et al.* (2010) en la Formación Villar del Arzobispo de Teruel. Estos autores los incluyen en *Dacentrurus*. La rama isquiática del isquion de El Balsón presenta un acuñamiento progresivo hacia el extremo distal, adquiere cierta concavidad. Esto no coincide con los caracteres descritos en Galton (1985; 1991) para *Dacentrurus*. El acetáculo presentado es más ovalado que los asignados a *Dacentrurus* (Fig 30).

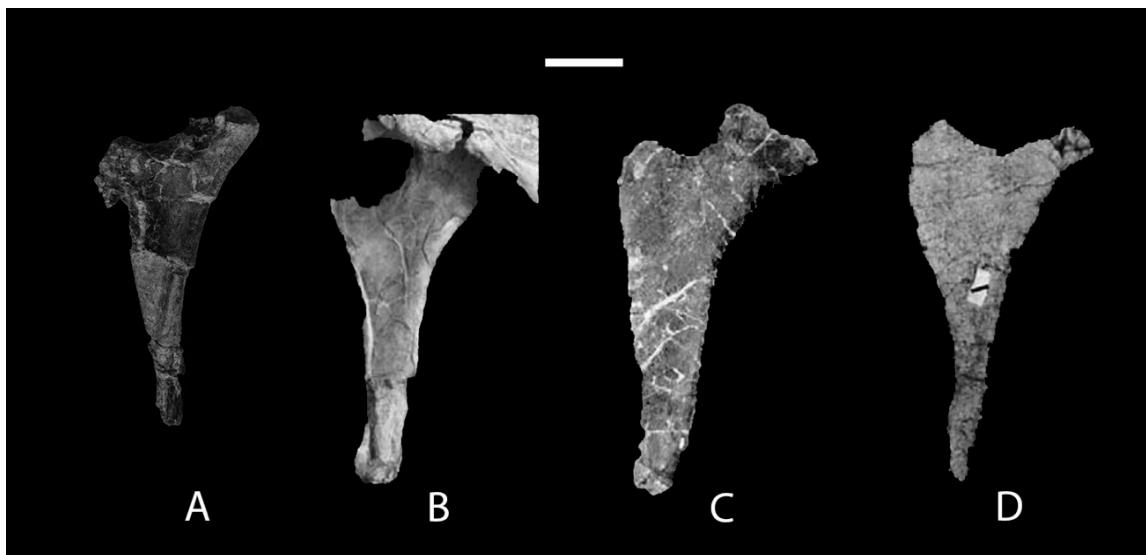


Figura 29. Comparación isquion. A: Isquion del ejemplar de El Balsón, B, C, D: Isquiones de *Dacentrurus* tomados de (Cobos *et al.*, 2010). Escala 10 cm.

El pubis del estegosáurido de El Balsón guarda una relativa igualdad con *Dacentrurus* (1985; 1991), pero es más parecido a *Miragaia* (Mateus *et al.*, 2009). El proceso anterior en todas sus vistas es muy similar a *Miragaia* (Mateus *et al.*, 2009), dispone de una concavidad al final de este que no está marcada en *Dacentrurus* (Galton 1985; 1991). La rama pélvica es mucho más curvada y el nodo de obturación es más redondeado que *Dacentrurus*, (Galton 1985; 1991), más cercano a *Miragaia* (Mateus *et al.*, 2009). No obstante Mateus et al., (2009) afirma que el pubis de *Miragaia* y *Dacentrurus* son similares, con un final distal del prepubis débil y expansivo en *Miragaia*, similar al presentado (Fig. 30).

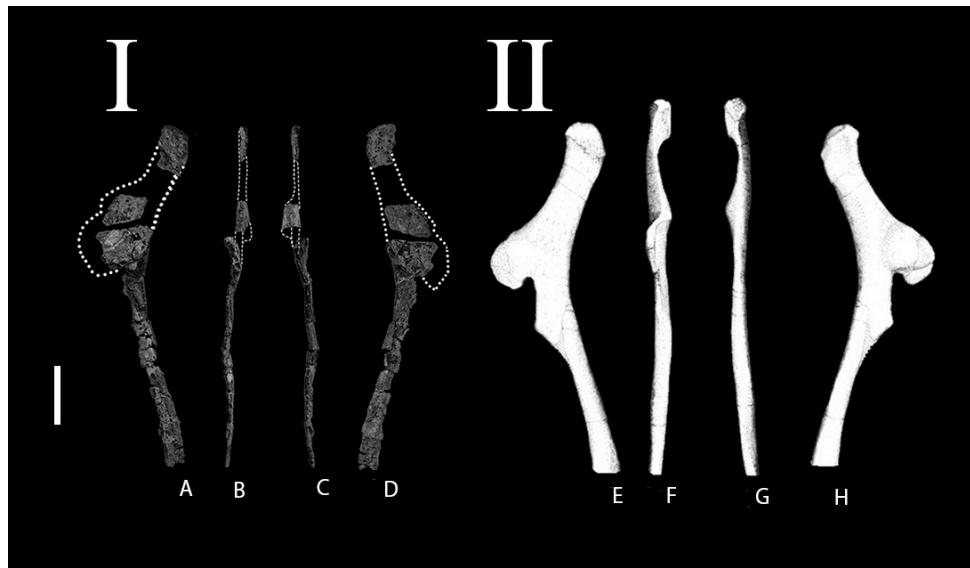


Figura 30. Comparación pubis. A: Lateral, B: Dorsal, C: Ventral, D: Medial, E: Lateral, F: Dorsal, G: Ventral, H: Medial. I: Pubis derecho del ejemplar de El Balsón, II: Reconstrucción del pubis derecho de *Miragaia* tomado de (Mateus et al., 2009). Escala 10 cm.

La fíbula del estegosáurido de El Balsón dispone de una gran semejanza con la descrita por Cobos *et al.* (2010) asignada a *Dacentrurus*. La fíbula estudiada es mucho más delgada y se ensancha progresivamente hacia el final de la zona proximal, en comparación con *Dacentrurus*. Ambas no presentan las mismas concavidad y convexidad en vista anterior en el medial de la rama fibular (Fig. 32).

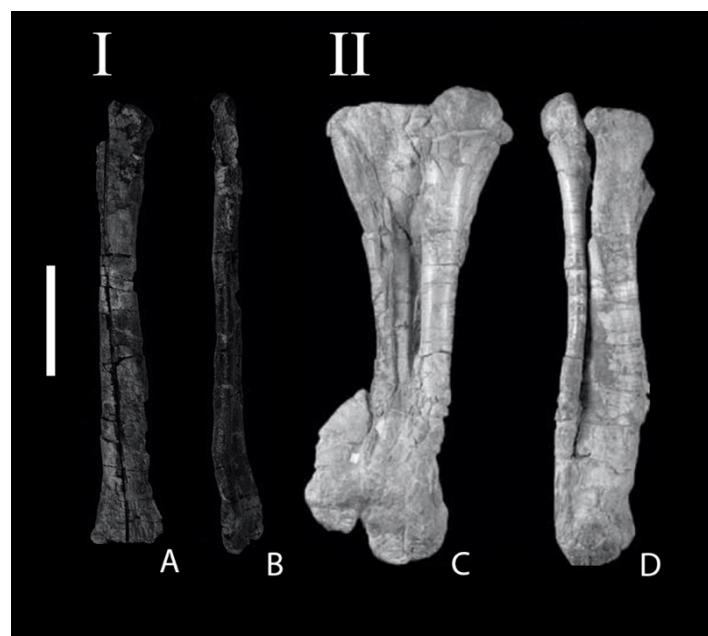


Figura 32. Comparación fíbula. A: Posterior, B: Medial, C: Posterior D: Medial. I: Fíbula izquierda del ejemplar de El Balsón, II: Tibia y fíbula izquierdos fusionados con el calcáneo y el astrágalo de *Dacentrurus* tomados de (Cobos et al., 2010). Escala 10 cm.

## **9-Conclusiones**

Se ha realizado un inventario de los yacimientos con dinosaurios estegosaurios de la Península Ibérica. Los estegosaurios son especialmente abundantes al final del Jurásico en todas las formaciones con vertebrados continentales de la Península Ibérica. Una de estas formaciones es la Formación Villar del Arzobispo donde se han inventariado dieciséis yacimientos en la Comarca de los Serranos (Valencia). Incluye El Balsón, estudiado en más detalle en el Trabajo Fin de Master.

Se ha realizado un estudio sistemático del material postcraneal de El Balsón. Esto ha permitido caracterizar diferencias morfológicas con el material tipo *Dacentrurus* del Jurásico Medio de Inglaterra. Las vértebras cervicales fusionadas a las costillas cervicales y el pubis presentan una mayor similitud con *Miragaia* que *Dacentrurus*. La fíbula, vértebras caudales, isquion y el chevron presentados, manifiestan diferencias morfológicas con *Dacentrurus*, pero no pueden ser comparadas con *Miragaia* por la ausencia de registro. Esto parece indicar que el estegosaurio de El Balsón y posiblemente del resto de yacimientos de la Formación Villar del Arzobispo se deba incluir en *Miragaia* o en un nuevo taxón.

## **10-Agradecimientos**

Agradecer toda la ayuda, supervisión y guía proporcionada por el tutor de este trabajo de TFM José Ignacio Canudo y a Julio Company. Gracias por la oportunidad brindada de trabajar en este proyecto y a su lado.

## 11-Referencias

- Abella, J., Suñer, M. 2004. Un nuevo diente aislado de terópodo del yacimiento de El Chopo (Alpuente, Los Serranos, Valencia). En: S. Ros Franch, H. Botella Sevilla y C. Martínez Pérez, Eds. 2004. Libro de Resúmenes del II Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología. 87-88.
- Aurell, M., Mas, J.R., Meléndez, A., Salas, R. 1994. El tránsito Jurásico-Cretácico en la Cordillera Ibérica: relación tectónica-sedimentación y evolución paleogeográfica. Cuadernos de Geología Ibérica, 18, 369-396.
- Casanovas-Cladellas, M. L., Santafé-Llopis, J. V., Pereda-Suberbiola, X. 1997. Nuevo material de estegosauroides en el Cretácico Inferior de Valencia (Aras de Alpuente, localidad de Losilla I). Paleontologia i Evolució, 28-29, 269-274.
- Casanovas-Cladellas, M.L., Santafé-Llopis, J.V., Pereda-Suberbiola, J., Santisteban-Bové, C. 1995a. Presencia, por primera vez en España, de dinosaurios estegosauroides (Cretácico inferior de Aldea de Losilla, Valencia). Revista Española de Paleontología, 10, 1, 83-89.
- Casanovas-Cladellas, M.L., Santafé-Llopis, J.V., Pereda-Suberbiola, J., Santisteban-Bové, C. 1999. Estegosauroides (Dinosauria) del jurásico superior-cretácico inferior de la comarca de los serranos (Valencia, España). Revista Española de Paleontología, nº extra Homenaje al Profesor J. Truyols, 57-63.
- Casanovas-Cladellas, M.L., Santafe-Llopis, J.V., Santisteban-Bove, C. 1993. First dinosaur teeth from the Lower Cretaceous of Benicatazara (Aras de Alpuente, Valencia). Revue de Paléobiologie, Vol. spec. 7, 37-44.
- Casanovas-Cladellas, M.L., Santafé-Llopis, J.V., Santisteban-Bové, C. 1995b. *Dacentrurus armatus* (Stegosauria, dinosauria) del Cretácico inferior de los serranos (Valencia, España). Revista Española de Paleontología, 10, 2, 273-283.
- Casanovas, M.L., Santafé, J.V., Sanz, J. 2001. Losillasaurus giganteus, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico - Cretácico de la cuenca de "Los Serranos" (Valencia, España). Paleontologia i Evolució, 32-33, 99-122.
- Cobos, A., Gascó, F. 2013. New vertebral remains of the stegosaurian dinosaur *Dacentrurus* from Riodeva (Teruel, Spain). Geogaceta, 53, 17-20.
- Cobos, A., Royo-Torres, R., Luque, L., Alcalá, L., Mampel, L. 2010. An iberian stegosaurs paradise: The Villar del Arzobispo Formation (Tithonian-Berriasian) in Teruel (Spain). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 293, 223-236.
- Company, J., Pereda Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I. 2010. New stegosaurian (Ornithischia, Thyreophora) remains from Jurassic-Cretaceous transition beds of Valencia province (Southwestern Iberian Range, Spain). Journal of Iberian Geology, 36, 2, 243-252.

Escaso, F., Ortega, F., Dantas, P., Malafaia, E., Silva, B., Sanz, J.L. 2007. Elementos postcraneales de *Dacentrurus* (Dinosauria: Stegosauria) del Jurásico Superior de Moçafaneira (Torres Vedras, Portugal). Cambra-Moo, O., Martínez-Pérez, C., Chamero, B., Escaso, F., de Esteban Trivigno, S. y Marugán-Lobón, J. (eds.) *Cantera Paleontológica*. Diputación Provincial de Cuenca, Cuenca, 157-171.

Gaete, R., Santisteban, C., Galobart, A., Company, J., Marín, D., Suñer, M. 2002. Algunos restos de saurópodos en la Formación Villar del Arzobispo (Jurásico Superior) de Alpuente (Los Serranos, Valencia). En: Congreso Internacional sobre Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos de España. Resúmenes de las comunicaciones y ponencias (Coord F. Pérez-Lorente). Logroño 27-29 de noviembre de 2002. 20-21.

Galton, P.M. 1985. British plated dinosaurs (Ornithischia, Stegosauridae). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 5, 211-254.

Galton, P.M. 1991. Postcranial remains of stegosaurian dinosaur *Dacentrurus* from Upper Jurassic of France and Portugal. *Geological et Palaeontologica*, 25, 299-327.

Galton, P.M. 2012. Stegosaurs. In: *The Complete Dinosaur*. Farlow, J.O. y Brett-Surman, M.K. (eds.). Ed. Indiana University Press. Bloomington & Indianapolis. 291-306.

Galton, P.M., Upchurch, P. 2004. Stegosauria. In: *The Dinosauria*, ed. D.B. Weishampel, P. Dodson & H. Osmólska. University of California Press, Berkeley, D.B. Weishampel, P. Dodson & H. Osmólska. Ed. University of California Press 343-362.

Gascó, F. 2009. Los dinosaurios de la colección del Museo de Ciencias Naturales de Valencia. *Paleolusitana*, 1, 221-227.

Luque, L., Cobos, A., Royo-Torres, R., Espílez, E., Alcalá, L. 2005. Caracterización de los depósitos sedimentarios con dinosaurios de Riodeva (Teruel). *Geogaceta*, 38, 27-30.

Maidment, S.C., Brassey, C., Barrett, P.M. 2015. The postcranial skeleton of an exceptionally complete individual of the plated dinosaur *Stegosaurus stenops* (Dinosauria: Thyreophora) from the Upper Jurassic Morrison Formation of Wyoming, U.S.A. *Plos One*, 10, e0138352.

Marsh, O. 1896. The Dinosaurs of North America. United States Geological Survey 16th Annual Report. 1894-95, 133-414.

Mas, J.R., Alonso, A., Meléndez, N. 1984. La formación villar del arzobispo: Un ejemplo de llanuras de marea siliciclasticas asociadas a plataformas carbonatadas, Jurásico terminal (NW. de Valencia y E. de Cuenca). *Publicaciones de geología*, 20, 175-187.

Mateus, O.C.R Maidment, M., Christiansen, A. 2009. A new long-necked 'sauropod-mimic' stegosaur and the evolution of the plated dinosaurs. *Proceedings of the Royal Society B*, 282, 1815-1821.

Meléndez-Hevia, I. 2004. *Geología de España*. Alcorcón (Madrid). Ed. Rueda. Capítulo 5, 467-527.

Ostrom J.H., McIntosh J.S. 1966. *Marsh's Dinosaurs, the collections from Como Bluff*. Yale University Press.

Pereda Suberbiola, X., Galton, P.M., Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I.. 2005. Dermal spines of stegosaurian dinosaurs from the Lower Cretaceous (Hauterivian-Barremian) of Galve (Teruel, Aragón, Spain). *Geogaceta*, 38, 35-38.

Pereda Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I., Company, J. 2009. Primera descripción de restos esqueléticos de dinosaurio ornitópodo en la Formación Villar del Arzobispo (tránsito Jurásico-Cretácico): yacimiento de Cerrito del Olmo (Alpuente, Valencia). *Geogaceta*, 47, 13-16.

Pereda-Suberbiola, X., Galton, P.M., Ruiz-Omeñaca J.I., Canudo, J.I. 2005. Dermal spines of stegosaurian dinosaurs from the Lower Cretaceous (Hauterivian-Barremian) of Galve (Teruel, Aragón, Spain). *Geogaceta*, 38, 35-38.

Pereda-Suberbiola, X., Astibia, H., Murelaga, X., Elorza, J.J., Gómez-Alday, J.J. 2000. Taphonomy of Late Cretaceous dinosaur-bearing beds of the Laño Quarry (Iberian Peninsula). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 157, 3-4, 247-275.

Pereda-Suberbiola, X., Galton, P., Torcida, F., Huerta, P., Izquierdo, L.A., Montero, D., Pérez, G., Urién, V. 2003. First stegosaurian dinosaur remains from the Early Cretaceous of Burgos (Spain), with a review of cretaceous stegosaurs. *Revista Española de Paleontología*, 18, 2, 143-150.

Pereda-Suberbiola, X., Galton, P.M., Torcida, F., Huerta, P., Izquierdo, L.A., Montero, D., Pérez, G., Urién, V. 2003. First Stegosaurian Dinosaur remains from the Early Cretaceous of Burgos (Spain), with a review of Cretaceous stegosaurs. *Revista Española de Paleontología*, 18, 2, 143-150.

Royo y Gómez, J. 1926. Nuevos vertebrados de la facies wealdica de Los Caños (Soria) y Benagéber (Valencia) y algunos moluscos cuaternarios de Villavieja (Castellón). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 26, 317-318.

Ruiz-Omeñaca, J.I., Pereda Suberbiola, X., Piñuela, L., García-Ramos, J.C. 2013. First evidence of stegosaurs (Dinosauria: Thyreophora) in the Vega Formation, Kimmeridgian, Asturias, N Spain. *Geogaceta*, 53, 37-40.

Saitta, E.T. 2015. Evidence for Sexual Dimorphism in the Plated Dinosaur *Stegosaurus mjosi* (Ornithischia, Stegosauria) from the Morrison Formation (Upper Jurassic) of Western USA. *Plos One* 10(4), e0123503.

Santafé-Llopis, J.V. 1996 Los estegosaurios y su presencia en el mesozoico de "Los serranos" (Valencia). Revista Española de Paleontología, 14, 105-111.

Santisteban C. de y Suñer, M. 2002. Generación de estructuras de carga y pseudonódulos asociados a la impresión de icnitas de grandes vertebrados continentales, posiblemente de dinosaurios, en el Jurásico superior y Cretácico inferior de Alpuente (Valencia). Geogaceta , 32 , 231-234.

Santiesteban, C. 1995. Los depósitos continentales con facies weald de la cubeta de Aras de Alpuente. Comarca de los Serranos. Valencia. Geogaceta. 17, 16-18.

Santisteban, C. Santos-Cubedo, A. 2010. Relación entre playas aterrazadas y cauces encajados, en depósitos deltaicos de la Formación Villar del Arzobispo (Cuenca ibero-levantina). Comunicaciones del V Congreso del Jurásico de España. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA). 135-148.

Santisteban, C., Gaete, R., Galobart, A., Suñer, M. 2003. Rastros de dinosaurios en el Jurásico terminal (facies purbeck) de Corcolilla (Los Serranos, Valencia). En: Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño 26-29 Noviembre 2002.Ed. Félix Pérez-Lorente26, 33-40.

Santisteban, C., M. Suñer y B. Vila. 2009. El yacimiento de icnitas de dinosaurios de Cañada Paris, Alpuente, Valencia. Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno, Salas de los Infantes, Burgos, 301-309.

Santisteban, C., Vila, B., Suñer, M. 2007. Huellas de dinosaurios conservadas en materiales del cortejo transgresivo en cauces encajados. Jurásico superior y Cretácico inferior de Alpuente, Valencia. Geogaceta, 42, 79-82.

Sanz, J.L. 1985. Nouveaux gisements de dinosaures dans le Crétacé espagnol. Les Dinosaures de la Chine a la France, 81-88.

Suñer, M. y Marín, M. D. 2005. Preparación de los restos fósiles de un dinosaurio saurópodo del yacimiento de Baldovar (Alpuente, Los Serranos, Valencia). III Trobada de joves investigadors en Paleontologia, Libre de Resums, 15-17 Abril. St Cornelli, 82.

Suñer, M., Martín, M. 2009. Un nuevo yacimiento del tránsito Jurásico-Cretácico de Alpuente (Los Serranos, Valencia, España). Datos preliminares. Paleolusitana, 1, 441-447.

Suñer, M., Santiesteban, C., Galobart, A. 2005. Nuevos restos de Theropoda del Jurásico Superior- Cretácico Inferior de la Comarca de los Serranos (Valencia). Revista Española de Paleontología, número extraordinario 10, 93-99.

Suñer, M., Santisteban, C. de & Galobart, A. 2009. Direct evidence of Titanosauriformes found in a Upper Jurassic site of Alpuente (Los Serranos, Valencia, Spain). Tenth international Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota, Teruel. Universidad Autónoma de Madrid (ed.), Delgado, A. & Fregenal Martínez, M. (coords.), 139-140.

Vera, J.A. 2004. Geología de España. Madrid. SGE-IGME. Capítulo 5, 465-654.

Taxón	Localidad	Yacimiento	Edad	Material	Referencia
Stegosaura Indet.	Castellote (Teruel)	Castellote NE	Barremiense inferior (Fm. Artoles)	Vértebras dorsales	(Ruiz-Omeñaca 2000)
Stegosaura Indet.	Galve (Teruel)	Barranco Espina	Barremiense inferior (Fm. Camarillas)	Espina dérmica	(Pereda-Suberbiola <i>et al.</i> , 2005)
Stegosaura Indet.	Hontoria del Pinar (Burgos)	Aldea del Pinar	Hauteviriense-Barremiense (Fm. Piedrahita de Muñó)	Vértebra dorsal y placa dérmica	(Pereda-Suberbiola <i>et al.</i> , 2003)
Stegosaura Indet.	Galve (Teruel)	La Canaleta	Hauteviriense Superior (Formación El Castellar)	Espina dérmica	(Pereda-Suberbiola <i>et al.</i> , 2005)
Dacentrurus	El Castellar (Teruel)	San Cristóbal	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras dorsales y caudales, sacro, isquion y pubis	(Cobos <i>et al.</i> , 2009)
Aff. Dacentrurus sp.	Riodeva (Teruel)	Están de Colón, La Quineta 2 y Prado de las Arenas	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	No descrito, sólo referencia	(Cobos <i>et al.</i> , 2008)
Aff. Dacentrurus sp.	Riodeva (Teruel)	El Romeral	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras cervicales y dorsales	(Cobos <i>et al.</i> 2008; Cobos 2009; Cobos <i>et al.</i> 2009;)
Aff. Dacentrurus sp.	Riodeva (Teruel)	Barrionda-El Humero	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras cervicales y caudales, bloque iliosacral, isquion, pubis, fémur, tibia, fíbula, calcaneum ,astragalus y placa dérmica	(Cobos <i>et al.</i> 2008; Cobos 2009; Cobos <i>et al.</i> 2009;)
Aff. Dacentrurus sp.	Aras de los Olmos (Valencia)	Losilla	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Espina dérmica de la cola	(Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> 1995a)
Dacentrurus armatus	Aras de los Olmos (Valencia)	Losilla I	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras dorsales, caudales y cervicales	(Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> 1995a; Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> 1995b; Santafé- Llopis, 1996; Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> , 1999)
Dacentrurus armatus	Alpuente (Valencia)	Cerrito del Olmo I	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras cervicales, dorsales y caudales, costillas e isquion	(Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> , 1997)
Dacentrurus armatus	Alpuente (Valencia)	Cerrito del Olmo II	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Fémur	(Casanovas-Cladellas <i>et al.</i> , 1999)

Taxón	Localidad	Yacimiento	Edad	Material	Referencia
<i>Dacentrurus armatus</i>	Alpuente	By Pass y Cañada-París	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vertebrales dorsales, sacrales y caudales, costillas cervicales y dorsales, chevron, pelvis, tibia, fíbula y ostendormos	(Suñer <i>et al.</i> , 2009)
Stegosauridae indet.	Villaviciosa (Asturias)	La Escalera	Kimmeridgiense (Fm. Lastres)	Vértebras cervicales, dorsales y costillas	(Ruiz-Omeñaca <i>et al.</i> , 2009)
Dacenturinae indet.	La Yesa (Valencia)	El Balsón	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Vértebras dorsales y centros caudales caudal, costillas dorsales y fémur	(Company <i>et al.</i> , 2010)
Dacenturinae indet.	Baldovar (Valencia)	Barranco del Curro	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Escápula, centros caudales articulados con dos espinas dérmicas	(Company <i>et al.</i> , 2010)
<i>Dacentrurus armatus</i>	Riodeva (Teruel)	Barranco Conejero	Titónico-Berriasiense (Fm. Villar del Arzobispo)	Centros cervicales	(Cobos <i>et al.</i> , 2013)
Stegosaura indet.	Colunga (Asturias)	No descrito	Kimmeridgiense (Fm. Vega)	Centro caudal	(Ruiz-Omeñaca <i>et al.</i> , 2013)
<i>Miragaia Longicollum</i>	Lourinhã (Portugal)	No descrito	Kimmeridgiense superior-Titónico Inferior (Fm. Sobral)	Vértebras cervicales, vértebras dorsales, escapula, húmeros, ulanas, radios, metacarplos, falanges y elementos craneales	(Mateus <i>et al.</i> , 2009)
<i>Dacentrurus armatus</i>	Baleal (Portugal)	Pedras Muitas	Kimmeridgiense Superior (Fm. Praua da Amoreira-Porto Novo)	Bloque scára-ilíaco, vértebras caudales, pubis, isquion, fémur, metacarpo y costillas	(Escaso 2014)
<i>Dacentrurus armatus</i>	Foz do Arelho (Portugal)	Murteiras	Kimmeridgiense Medio-Superior (Fm. Bombarral)	Vértebra caudal y vértebras cervicales, costillas dorsales, bloque sacro-ilíaco, pubis, isquion, fémur y espina dérmica caudal	(Escaso 2014)
<i>Dacentrurus armatus</i>	Lourinhã (Portugal)	Atalaia	Kimmeridgiense Superior- Titónico Inferior (Fm. Sobral)	Vértebras cervical i caudal bloque sacro-ilíaco, fémur y fragmentos de costilla sacra	(Escaso 2014)
Stegosaurus sp.	Rebolaria (Portugal)	Casal Novo	Kimmeridgiense Superior- Titónico Inferior (Fm. Alcobaça)	Pubis, ilion y fémur	(Escaso 2014)
Stegosaurus ungulatus	Concelho de Lourinhã (Portugal)	Vale de Pombas	Kimmeridgiense Superior (Fm. Praia da Amoreira-Porto Novo)	Tibia, fíbula, astrágalo, calcáneo, fémur, metatarsos y falanges	(Escaso 2014)

Taxón	Localidad	Yacimiento	Edad	Material	Referencia
Dacentrurus armatus	Concelho de Torres Vedras (Portugal)	Praia da Corva	Kimmeridgiense Superior (Fm. Praia da Amoreira-Porto Novo)	Espina caudal	(Escaso 2014)
Dacentrurus armatus	Concelho de Lourinhã (Portugal)	Praia Vermelha	Kimmeridgiense Superior (Fm. Praia da Amoreira-Porto Novo)	Vértebras caudales y espinas dérmicas	(Escaso 2014)
Dacentrurus armatus	Concelho de Peniche (Portugal)	Ferrel	Kimmeridgiense Superior- Titónico Inferior (Fm. Sobral)	Fémur	(Escaso 2014)

Tabla 1. Modificada de (Company *et al.*, 2010)