

# Aportaciones de un nuevo yacimiento de icnitas saurópodas de la Formación Camarillas (Barremiense inferior, Galve, Teruel)

*The contributions of a sauropod footprint new site. Camarillas Formation (lower Barremian, Galve, Teruel)*

Jesús Herrero Gascón <sup>(1)</sup> y Félix Pérez-Lorente <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Guias de Galve S.L., Mayor Baja, 10, E-44168. Galve. guiasdegalve@msn.com

<sup>(2)</sup> Universidad de La Rioja. Madre de Dios, 51-53. E-2006 Logroño/Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja. Portillo, 3. E-26586-Enciso. felix.perez@unirioja.es

## ABSTRACT

Important sites of direct and indirect dinosaur fossils can see in the Galve area. This paper shows the sauropod footprint structures found in a new ichnite outcrop in the Cabezo de San Cristobal. The tracksite is situated in a sandstone of the Camarillas Formation (lower Barremian). It is the first time of the sauropod footprints are described in this Formation and therefore the latest from the Teruel province. In the mostly prints, the shaft base is a dead zone composed by a broken fragment of the sandstone level intruded several decimetres in deeper argillaceous sediments. Four of the five sauropod tracksites from Galve were made in a moment of waterlogged sediment in agreement with the cautious dinosaurs hypothesis.

**Key words:** Sauropod footprints, lower Barremian, Camarillas Formation, Galve, Spain

Geogaceta, 46 (2009), 67-70

ISSN: 0213683X

## Introducción

Galve es una de las poblaciones de Teruel con mayor riqueza de yacimientos de restos directos e indirectos de vertebrados del Mesozoico referidos en un centenar trabajos publicados. El trabajo realizado en la zona durante muchos años, resultado de prospecciones programadas, hallazgos casuales y comunicación por gente que transita por el término del pueblo ha permitido sumar el número tan grande de puntos con fósiles de este tipo que hoy se conocen en el lugar.

Uno de estos yacimientos con icnitas de dinosaurio, descubierto por uno de nosotros (J.H.G.) está en el cabezo de San Cristóbal, toponímico que se ha tomado para su nombre. Las coordenadas del punto son 30T 0678982/4501814 (en la hoja nº 543 [ALFAMBRA] del MTN 1:50.000) y las huellas están en una capa de arenisca de color grisáceo de dirección N175E y buzamiento 15-20E.

Según la cartografía del Plan Magna (Godoy *et al.*, 1983) el punto citado está en la Unidad Areniscas y arcillas rojas del Hauteriviense-Barremiense inferior-medio, en Facies Weald. La cartografía más moderna (Soria, 1996) lo incluye en la Formación Camarillas, de edad Barremiense inferior, de la subcuenca de Galve.

Hasta ahora, se han citado restos directos e indirectos de dinosaurios en varias de las formaciones que afloran en la subcuenca (Fig. 1). En la propia Formación Camarillas se han descrito restos directos de mamíferos y otros vertebrados (tortugas, cocodrilos, pterosaurios, lagartos, ...) entre los cuales los dinosaurios (terópodos, saurópodos, ornitópodos y tireóforos) están muy bien representados (Ruiz Omeñaca *et al.*, 2004).

El Cabezo de San Cristóbal es uno de los lugares más modernos con huellas de dinosaurio de la provincia de Teruel ya que en la misma formación sólo se ha citado el del Hoyo (Alcalá *et al.*, 2003; Andres *et al.*, 2007) y sólo le son posteriores el de Ariño en la Formación Alacón, Barremiense (Canudo *et al.*, 2000) y el de Abenfigo en la Formación Mosqueruela, Cenomaniense (Meléndez *et al.*, 2003).

## Los yacimientos con icnitas saurópodas de Teruel

El número de yacimientos conocidos con icnitas saurópodas de la provincia de Teruel, nombrados de más antiguo a más moderno, serían:

- En la Formación Villar del Arzobispo Cobos *et al.* (2008) mencionan 14 al que habría que sumar el denominado

en este trabajo de José María Herrero.

- En la Formación El Castellar solamente hay un yacimiento con huellas que quizá pudieran ser de saurópodos en Los Corrales del Pelejón (Pérez-Lorente, 2004) aunque de atribución muy problemática. Previamente Casanovas *et al.* (1983-84) habían descrito en él icnitas tridáctilas.
- Finalmente en la Formación Camarillas estaría el yacimiento que se estudia en este trabajo.

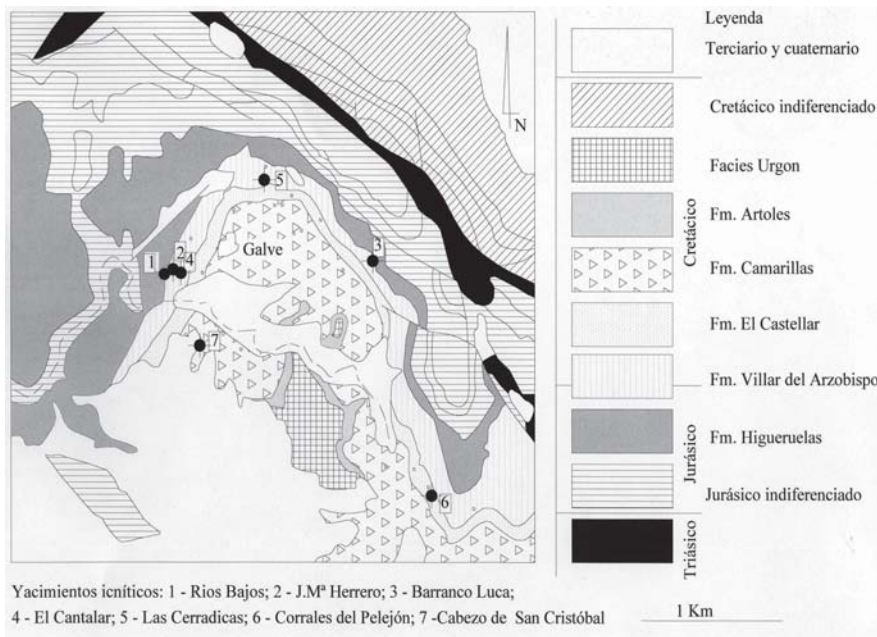
En muchos de ellos (Barranco Luca, Ababuj, El Pozo, Camino el Berzal, ...) es imposible, o muy difícil, ver rastrilladas saurópodas porque o bien son como caos de pisadas, o bien porque no hay el número de icnitas suficiente para confirmar las secuencias de pasos. El Cabezo de San Cristóbal no es una excepción.

En Ariño (Canudo *et al.*, 2000) hay un yacimiento cuyas huellas son de atribución muy dudosa y que, por lo tanto, no se utiliza en este estudio.

## Los yacimientos con icnitas de Galve

De más antiguo a más moderno, los yacimientos e icnitas encontradas son:

- Ríos Bajos en la parte alta de la Formación Higuieruelas (Jurásico



**Fig. 1.- Mapa geológico de Galve y situación de los yacimientos paleoicnológicos. Modificado de Soria (1996).**

*Fig. 1.- Geological map of the Galve area and paleoichnological sites location. Modified from Soria (1996).*

Superior, Titónico), huellas terópodos (algunas de las cuales tienen marca de metatarso).

- Barranco Luca en la parte baja de la Formación Villar del Arzobispo (Jurásico Superior, Titónico), huellas saurópodos.
- José María Herrero en la misma Formación (Titónico-Berriasiense, inmediatamente debajo del yacimiento de Cuesta Lonsal), huellas saurópodos (en estudio)
- El Cantalar en la parte media de la misma Formación (Berriasiense inferior y medio), huellas terópodos con marca de cola y de un cocodrilo muy grande.
- Las Cerradicas en la parte alta de la misma Formación (Berriasiense inferior y medio), huellas saurópodos, terópodos y ornitópodos de marcha cuadrúpeda.
- Los Corrales del Pelejón en la Formación El Castellar (Hauteriviense superior) huellas terópodos, ornitópodos y probablemente saurópodos.
- Cabezo de San Cristóbal en la Formación Camarillas (Barremiense Inferior), huellas saurópodos.

La edad precisa (Fig. 2) de las formaciones y de los yacimientos (Pérez-Lorente, 2004; Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004) va desde el Titónico al Barremiense.

#### Descripción del yacimiento y de las icnitas

El yacimiento (Fig. 3) se compone de seis marcas redondeadas de tamaño grande y pequeño y una subhuella (*sensu* Romero-Molina *et al.*, 2003) de la que solo se ve su perfil lateral. El contorno de las primeras es redondeado y los bordes del hueco de la huella son bastante abruptos y de paredes casi verticales. No se aprecian señales de detalles anatómicos ni de la «planta» ni de los «laterales» del pie (almohadillas, dedos, uñas, ...), por lo que no hay datos biomórficos que sirvan para determinar el tipo de autopódodo que las produjo. No se pueden suponer producidas por autopodios con dedos bien diferenciados (terópodos u ornitópodos). Dado lo anterior, y que están asociadas pisadas grandes y pequeñas con la misma disposición que la que normalmente se encuentra en yacimientos de icnitas saurópodos, atribuimos a este icnotipo las marcas descritas.

Las dimensiones de las huellas son difíciles de medir porque ninguna tiene la línea de contorno completa, y porque tampoco se puede asegurar cual es su sentido de marcha y por lo tanto cuales son las partes anteriores (distales) y posteriores (proximales) de cada icnita (o de su autopódodo correspondiente). No obstante si se hace una suposición de la posición de los ejes la medida de las dimensiones máximas oscila entre 90 y 100 cm.

Se podría interpretar que las pisadas forman parte de una misma rastrillada, pero el afloramiento es demasiado estrecho y pequeño para llegar a esta conclusión. En el caso que así fuera serían de *Brontopodus* Lockley, Farlow y Meyer, 2000, o saurópodo de vía ancha (Farlow, 1992).

Las huellas atraviesan un nivel de areniscas gruesas de color gris, cementadas por limos con cierta proporción de carbonatos que están intercaladas en arcillas predominantemente rojas con niveles más finos de tonos verde claro. En corte fresco las areniscas son de color verde-azulado, de grano medio a grueso, probablemente con cantos blandos de limos verdes. En el techo hay huecos redondeados del orden del centímetro quizá debidos tanto a bioturbación como a erosión.

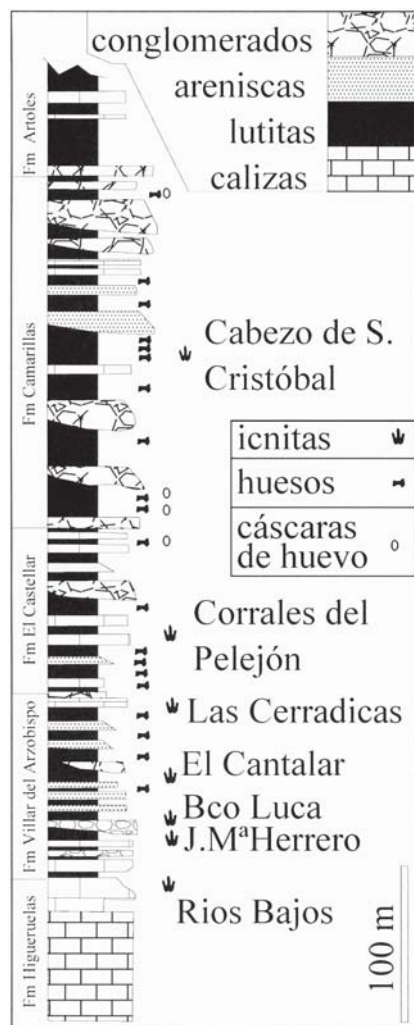
En corte lateral (Fig. 4) se observa la superposición estratigráfica siguiente:

- Base de arcillas rojas de espesor no medido
- Una capa de arcillas verdes de unos 15 cm. de potencia
- Arcillas rojas en una capa de unos 5 cm. de potencia
- Capa de arenisca compacta con huellas. La parte superior tiene abundantes estructuras de bioturbación y, o la meteorización que le dan aspecto oqueroso. El espesor de la capa oscila entre 10 y 15 cm.
- Techo de arcillas rojas de espesor no medido.

Parte del nivel arenoso, a manera de zona neutra, está intruido en la arcilla subyacente, dejando subhuellas con niveles superiores, similares a muchas de las icnitas descritas en Asturias (García Ramos *et al.*, 2006). A pesar del hundimiento del pie solo se sugiere alguna rebaba circular causada por extrusión de barro. En el perfil de CSC1.1 se aprecia un pliegue, probablemente de arrastre; el nivel de limos verdes se dobla en los laterales de las huellas probablemente por dos causas: una por arrastre producido al introducirse el pie en el barro y otra por caída gravitatoria o colapso de las paredes arcillosas en la fase K o de salida del autopódodo (Thulborn y Wade, 1989).

#### Estructuras asociadas a las icnitas saurópodos de Galve según la litología

Las icnitas saurópodos se hallan en cinco de los siete yacimientos citados y las rocas que las contienen son tanto areniscas, como arcillas o rocas carbonatadas. El tipo de estructuras que

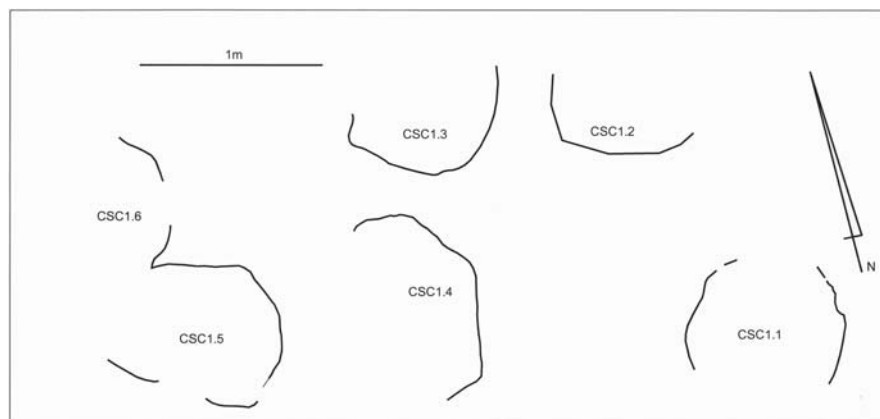


**Fig. 2.-** Serie estratigráfica (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) de Galve. Situación de los yacimientos de restos directos e indirectos de dinosaurios. Modificada de Ruiz Omeñaca *et al.* (2004).

*Fig. 2.- Stratigraphical section (Upper Jurassic-Lower Cretaceous) of Galve. Direct and indirect dinosaur fossil sites situation. Modified from Ruiz Omeñaca *et al.* (2004).*

acompañan a las icnitas es diferente según la litología de los niveles icníficos. En detalle las asociaciones de roca/estructura son:

- En areniscas y arcillas está el yacimiento de José María Herrero (las areniscas son contramoldes de relleno y las arcillas forman el hueco, paredes y fondo de las icnitas). En los contramoldes de areniscas suelen quedar reproducidas las estructuras directas (Gatesy, 2003) de las paredes y fondo de los huecos (estrías, acanaladuras, ...). Tales estructuras son la copia de lo que se quedó marcado en las arcillas encajantes.
- En calizas (Barranco Luca), son claras las estructuras indirectas



**Fig. 3.-** Pisadas del yacimiento Cabezo de San Cristóbal.

*Fig. 3.- Footprints of the Cabezo de San Cristóbal site.*

(rebabas, calcos) y no son patentes las estructuras directas, si es que las hay en este yacimiento. Las huellas están bien marcadas, con paredes relativamente profundas, pero sin detalles anatómicos de dedos o uñas, ni marcas relativas al movimiento del pie en el barro excepto la dejada por la propia formación de la huella y las rebabas. Es posible que las paredes de las huellas se deformaran por la plasticidad del barro y que hubiera cierta erosión posterior antes del enterramiento.

- En limos arenosos calcáreos (Las Cerradicas) se distinguen muy bien las marcas de los dedos de los pies saurópodos. Las icnitas son poco profundas por lo que el suelo debía ser relativamente más duro que en los casos anteriores. Probablemente esta resistencia del suelo a la penetración sea responsable de las impresiones separadas de los dedos de los pies.
- En el cabezo de San Cristóbal, como ya se ha dicho, algunas icnitas (Fig. 4) doblan la capa de arenisca (Fig.1) mientras que otras (CSCa.2, CSC1.3) la atraviesan y la rompen de manera que una subhuella (*sensu* Romero-Molina *et al.*, 2003) a manera de zona neutra, está intruida como un pistón en las arcillas rojas inferiores arrastrando las arcillas verdes también en su bajada.

#### Características físicas del sustrato pisado

Pérez-Lorente (2001) distingue, tres tipos de propiedades físicas del barro según la deformación del suelo hollado y las estructuras resultantes. Las propiedades las denomina con los nombres de: vis-

cosidad, coherencia y adherencia. La viscosidad la define como la resistencia a la penetración del pie (un suelo muy viscoso será muy resistente, mientras que a medida que la viscosidad disminuya, la penetración del pie será mayor); la coherencia es la propiedad que permite mantenerse rectas las paredes del hueco de la huella (un suelo coherente es capaz de mantener paredes verticales aunque la pisada sea muy profunda, si la coherencia es menor, la probabilidad de colapso es mayor); la adherencia mide la capacidad del barro para quedar pegado a la planta o a la suela de los autopodios (a menor adherencia, menor arrastre del barro). No es normal encontrar estructuras relacionadas con la última de las propiedades

Según las propiedades citadas, la viscosidad sería mayor en las Cerradicas (poca penetración del pie), intermedia en Barranco Luca, y menor en José María Herrero (huellas profundas), mientras que la coherencia sería mayor en este último (paredes verticales de los huecos) y baja en Barranco Luca (colapso parcial de las paredes). En el cabezo de San Cristóbal, la situación es más compleja porque mientras que la capa superior del suelo pisado es de viscosidad alta (se alcanza el límite de rotura casi sin deformación plástica) por debajo la viscosidad y la coherencia es muy baja (casi un fluido), lo que indica condiciones diferentes a los anteriores.

Tres de los cuatro yacimientos con icnitas saurópodas (José María Herrero, Barranco Luca y Cabezo de San Cristóbal) se produjeron cuando el suelo era muy blando, congruente con la hipótesis de los dinosaurios precavidos (García Ramos *et al.*, 2002) que defiende que los herbívoros, encuentran mejor protección en esas condiciones. En ninguno de estos tres hay icnitas terópodos.

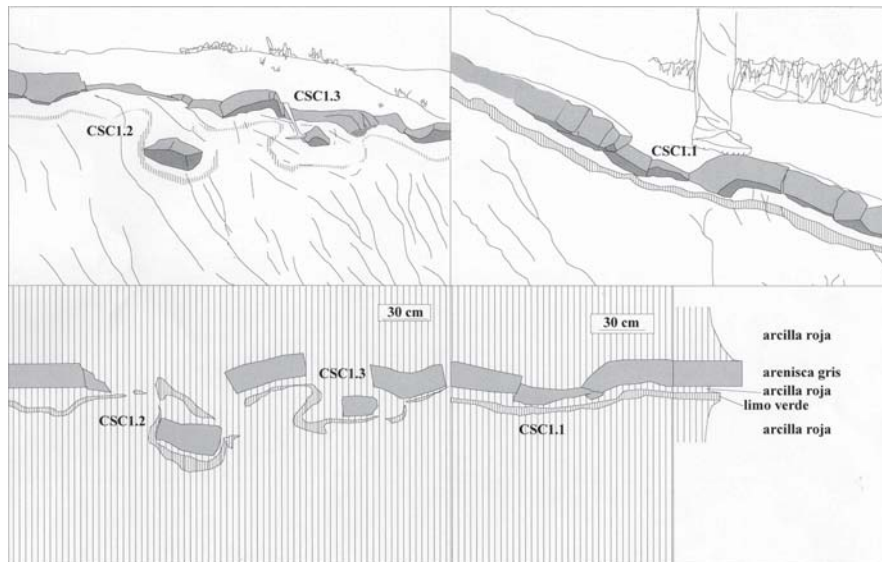


Fig. 4.- Imágenes del yacimiento y detalle de las estructuras de las icnitas.

Fig. 4.- Site partial pictures and detailed drawing of ichnite structures.

### Conclusiones

Se describen por primera vez huellas posiblemente saurópodos en la Formación Camarillas, lo que supone que son las icnitas más modernas descritas en la Subcuenca de Galve y las más modernas de este tipo en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Las estructuras asociadas a las pisadas del Cabezo de San Cristóbal son también diferentes a las estudiadas hasta ahora lo que debe suponer nuevos hábitats sobre los que caminaban los grandes dinosaurios saurópodos de la zona.

Los datos expuestos son congruentes con dinosaurios saurópodos que prefirieron pasar por terrenos blandos, lo cual está de acuerdo con la hipótesis de los dinosaurios precavidos.

### Agradecimientos

A la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón por la concesión de permiso (expediente nº 124/

2009) para investigar en el área citada. A la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis que habiendo realizado un informe técnico sobre el mismo yacimiento, se ha mostrado partidaria de que publicáramos nuestros resultados.

### Referencias

- Alcalá, L., Cobos, A. y Royo-Torres, R. (2003). En: *XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Libro de resúmenes*, 28-29.
- Andrés, J.A., Alcalá, L., Barco, J.L., Canudo, J. I., Cobos, A. y García, J.C. (2007). *Un paseo con los dinosaurios por Aragón (Yacimientos de icnitas de dinosaurio). Serie: difusión* (Concejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Ed.), 110 p.
- Canudo, J.I., Alberto, S., Barco, J.L., Royo-Torres, R. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2000). *Cauce*, 4, 9-15.
- Cobos, A., Royo-Torres, R., Alcalá, L., Luque, L. y Aberasturi, A. (2008). En: *XXIV Jornadas de la Sociedad Española*

*de Paleontología*. (J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela y J.C. García-Ramos, Eds.), *Libro de resúmenes*, 25-26.

- Farlow, J. O. (1992). *Zubía*, 10, 89-138.
- García-Ramos, J.C., Piñuela, L. y Lires, J. (2002). En: *Congreso internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*, (F. Pérez-Lorente, Coord.) *Resúmenes*, 24.
- García-Ramos, J.C., Piñuela, L. y Lires, J. (2006). *Atlas del Jurásico de Asturias*. Ediciones Nobel, 225 p.
- Gatesy, S.M. (2003). *Ichnos*, 10, 91-98.
- Godoy, A., Olivé, A. y Moissenet, E. (1983). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 542 (Alfambra)*. IGME
- Lockley, M.G., Farlow, J.O. y Meyer, C.A. (2000). *Gaia*, 10, 135-145.
- Meléndez, A., Ezquerro, R., Zurita, E. y Pérez-Lorente, F. (2002). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (F. Pérez-Lorente, Coord.) *Ciencias de la Tierra*, 26, 137-146.
- Pérez-Lorente, F. (2001). *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Gobierno de La Rioja, 227 p.
- Pérez-Lorente, F. (2004). En: *Dinosaurios de Teruel*. (L. Alcalá y A. Cobos, Coords.), *Fundamental*, 2, 13-32.
- Romero-Molina, M.M., Pérez-Lorente, F., Rivas, P., (2003). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (F. Pérez-Lorente, Coord.) *Ciencias de la Tierra*, 26, 13-32.
- Ruiz Omeñaca, J.I., Canudo, J.I., Aurell, M., Badenas, J.L., Barco, J.L. y Cuenca-Bescós, G. (2004). *Estudios Geológicos*, 60, 179-202
- Soria, A.R. (1996). *La sedimentación en las cuencas marginales del surco ibérico durante el Cretácico Inferior*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 363 p.
- Thulborn, R.A. y Wade, M. (1989). En: *Dinosaur Tracks and Traces* (D.D. Gillette y M.G. Lockley Eds.) Cambridge Univ. Press, 51-56.