

HUELLAS SAURÓPODAS COLOSALES EN EL CRETÁCICO INFERIOR DE LA CUENCA DE CAMEROS. SOTO EN CAMEROS (LA RIOJA)*

ENRIQUE REQUETA LOZA^{1,2}, ARTURO COLINA AGUIRRE¹, ARTURO FERNÁNDEZ ORTEGA¹, JUAN CARLOS PEREDA OLASOLO^{1,2}, FÉLIX PÉREZ-LORENTE^{1,2,3}

RESUMEN

En este trabajo describimos y analizamos un par de huellas mano/pie saurópodos recientemente encontradas en un yacimiento cerca de la localidad de Soto de Cameros. Las huellas no se pueden clasificar a nivel de morfotipo o icnotipo icnotaxonómico dado que, como muchas huellas saurópodos, no tienen caracteres icnotaxonómicos claros, y no están acompañadas de otras de la misma rastrillada. No obstante su tamaño gigante y las conclusiones que se obtienen del mismo y de su situación estratigráfica, son de interés, al menos para la determinación del tipo de fauna dinosauriana de La Rioja y como aportación al registro global de huellas saurópodos gigantes.

Palabras clave: *Dinosaurios saurópodos, huellas colosales, Berriasiense, Grupo de Oncala, La Rioja.*

In this paper we describe and analyse a couple of sauropod manus/pes footprints recently found at a site near the town of Soto de Cameros. The footprints cannot be classified at morphotype or ichnotype ichnotaxonomic level because: as in many sauropod tracks, they do not have preserved clear ichnotaxonomic features, and they are not accompanied by footprints of the same trackway. However, the conclusions obtained from its giant size, about 120 cm of pes length, and the stratigraphic situation, are of interest for determining the type and age of dinosaur fauna of La Rioja and for their contribution to global record of giant-sized sauropod footprints.

Keywords: Sauropod dinosaurs, colossal footprints, Berriasian, Oncala Group, La Rioja.

* Registrado el 25 de mayo de 2021. Aprobado el 15 de diciembre de 2021.

¹ Asociación de Amigos del Museo de Enciso.

² Investigador del Instituto de Estudios Riojanos.

³ Universidad de La Rioja.

1. INTRODUCCIÓN

Describimos y citamos un nuevo par pie-mano de huellas saurópodas encontrado por uno de los autores del trabajo (ERL) en el paraje “Corrales de Zorraquín” (desde ahora CDZ). Generalmente no solemos trabajar en los afloramientos que tienen menos de cinco huellas, porque hay muchísimos dispersos por toda La Rioja, excepto aquellos que tienen alguna característica que consideramos extraordinaria. En este afloramiento hay un par de huellas de tamaño excepcional atribuibles a un enorme saurópodo.

En el entorno de Soto de Cameros hay varios yacimientos, la mayor parte de ellos descritos y estudiados desde hace mucho tiempo. Son los yacimientos de Soto I y Soto 2 (Casanovas et al., 1990, 1992), situados en el antiguo camino de Soto a Zenzano, y el yacimiento de Soto 3 (Casanovas et al., 1995e), más cerca del pueblo, en el camino de Soto a la ermita de San Babiles. Los tres yacimientos se encuentran en la Formación Leza Inferior de Doublet (2004) que coloca a la Formación Leza en el Grupo de Oncala, por debajo de los Grupos de Enciso y Urbión. Esta situación retrasa la edad de dicha Formación y de los yacimientos que contiene desde el Aptiense (Alonso y Mas, 1993) hasta el Berriasiense (Doublet, 2004). Más recientemente se ha vuelto a considerar a la Formación Leza dentro del Grupo de Enciso: edad Barremiense-Aptiense según Suárez González (2015) y Aptiense según Hernán-Martínez (2018). Moreno-Azanza et al. (2016) datan los niveles del yacimiento del Horcajo, estratigráficamente por encima de la Formación Leza en el intervalo Valanginiense-Hauteriviense, coincidiendo con las dataciones de las unidades heterolíticas (cf. Hernán-Martínez, 2018).

1.1. Situación geográfica y geológica



Figura 1. Camino de Soto a Santa Cecilia. Situación del yacimiento (CDZ) en un mapa topográfico 1:50.000 antiguo con toponimia.

El lugar está en el borde del camino de Soto en Cameros a Santa Cecilia, que sube por el barranco del Hoyedo (Figura 1: imagen con los nombres de los caminos tomada del Instituto Geográfico Nacional, <https://www.ign.es/web/cbg-area-cartografia>) en un afloramiento relativamente extenso de calizas. El punto está cerca de los corrales de Zorraquín (CDZ), de donde tomamos el nombre. Las capas están plegadas de manera que su orientación varía de un lado a otro del afloramiento. En la zona de la huella hemos medido la dirección de N60E y el buzamiento de 30SE. Las coordenadas UTM del punto, medidas en Google Earth, son 30T 549033E 4681864N (Figura 2).



Figura 2. Situación de CDZ en una imagen de Google Earth. Símbolo amarillo.

La capa con la huella es una de las capas de un paquete de estratos de calizas de color gris claro, cuya base no se ve en la zona. Las capas de calizas están meteorizadas hasta el punto de que toda la superficie de estudio está llena de huecos de disolución y fracturas, algunas rellenas por óxidos e hidróxidos de hierro. Debido a este hecho es posible que muchas huellas que pudiere haber están total o parcialmente erosionadas. De la misma manera hay huecos con apariencia de huellas que no hemos considerado. Las capas visibles tienen espesor variable de varios decímetros, y no se ven intercalaciones de margas u otro tipo de material.

Según el Mapa Geológico de España E: 1:50.000 (Hernández Samaniego et al., 1990) la unidad sedimentaria (Figura 3) en la que está el yacimiento es la número 20 -areniscas limolitas, margas y calizas- incluida en el ciclo sedimentario III equivalente al Grupo de Enciso. La edad que se le atribuye está en el intervalo Valanginiense-Hauteriviense y el ambiente sedimentario en el que sedimentó es de áreas lacustres marginales. En la Figura 3 se cartografían las unidades del ciclo IV (22 y 23) que tiene por encima, (Grupo de Oliván) y las del ciclo I (16 y 12) que tiene por debajo (Grupo de Urbión y Oncala respectivamente).

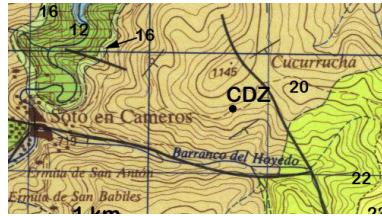


Figura 3. Situación de CDZ en la cartografía MAGNA 1:50.000. Hoja 242 Munilla. Los números 12, 16, 20, 22 y 23 son las unidades definidas en la Memoria de la misma hoja. Explicación en el texto.

Según Doublet (2004) son calizas de origen lacustre que pertenecen al Grupo de Oncala (Formación Leza Inferior), de edad Cretácico Inferior (Berriasiense). Este autor modifica la atribución y la edad del conjunto, así como el límite de alguna de las formaciones. En la cartografía (Figura 4) el yacimiento está dentro de la Formación Leza Inferior, que a su vez está bajo una "serie roja" (serie rouge) que sería parte de la Formación Leza Superior. En su distribución coloca todos los sedimentos del Grupo de Oncala, Urbión y Enciso de Hernández Samaniego et al. (1990) dentro de la formación Leza Inferior. La unidad 20 del Grupo de Enciso pasa a formar parte también de dicha Formación, mientras que la parte inferior del Grupo de Oliván (Unidad 22) entraría a formar parte de la Formación Leza Superior (Grupo de Oncala). En esta zona no existe el Grupo de Urbión, y el Grupo de Enciso está formado por lentejones discontinuos intercalados entre la Formación Leza Superior y el Grupo de Oliván (Unidad 23). Sobre la serie roja descansan los sedimentos del Grupo de Oliván y entre estas últimas se conserva algún lentejón carbonatado discontinuo del Grupo de Enciso.

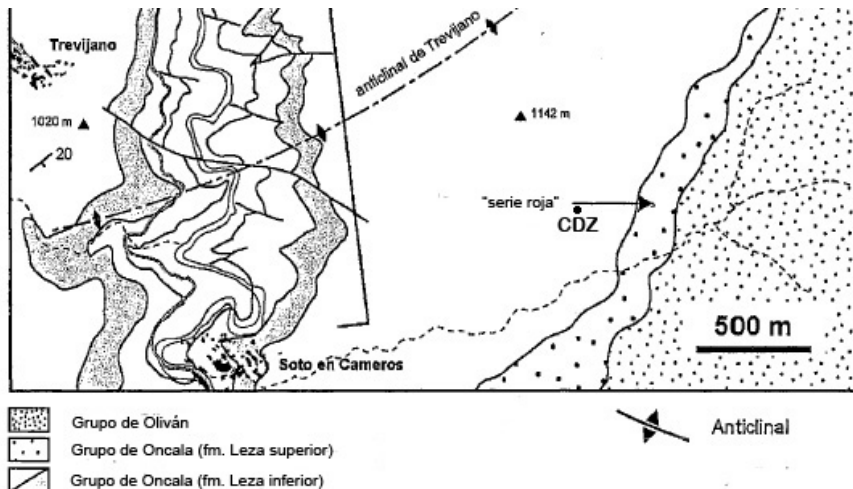


Figura 4. Situación del yacimiento CDZ según la cartografía geológica de Doublet (2004).

La edad del yacimiento CDZ, según los últimos datos (Doublet, 2004) sería Berriasiense. Esta edad está también de acuerdo con la datación Valanginiense- Hauteriviense de Moreno Azanza et al. (2016) hecha sobre carofitas en el yacimiento de El Horcajo (Trevijano) por encima de la Formación Leza Inferior. Como se ha dicho anteriormente, otros autores sitúan la edad de la Formación Leza en edad más moderna que oscila entre el Barremiense y el Aptiense (Alonso y Mas, 1993; Salas, 2015; Hernán Martínez, 2018).

2. METODOLOGÍA

Las huellas están en la parte baja del yacimiento, y para identificarlas hemos considerado la forma de la línea límite (cf. Pérez-Lorente 2015) de la mano y del pie, algunas estructuras asociadas con la línea límite que por su posición se pueden asociar con marcas de dedos, y la colocación relativa de ambas huellas, así como la rebaba muy patente asociada a la marca de la mano. Para la reproducción de las huellas hemos dibujado con tiza la línea límite de las dos huellas que hemos medido y fotografiado para construir la imagen en 3D. En este proceso se han usado los programas Agisoft Metashape, Meshlab y Paraview.

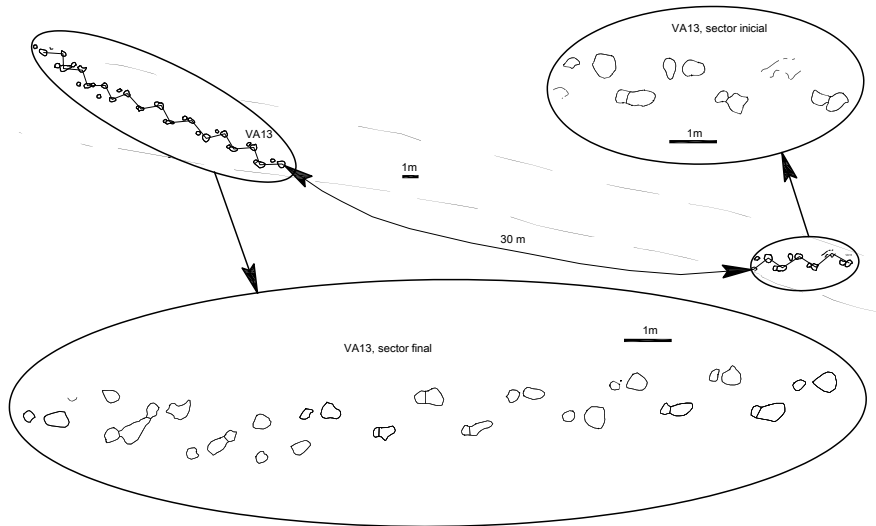


Figura 5. Primera rastreadura saurópoda estudiada en La Rioja: VA13. Barranco de Valdecevillo.



Figura 6. Parte final de la rastrillada VA13 en la que se ven los pares mano/pie izquierdos y derechos del final y los 6 pares de huellas derechas descubiertas en el año 2001.

Hemos hecho el estudio comparativo con el resto de las huellas del mismo tipo de La Rioja usando los trabajos publicados que las estudian, de los cuales hemos tomado sus dibujos sobre las huellas del mismo tipo ya descritas (Figuras 5, 6; Tabla 1). Con tales imágenes hemos construido la Figura 7 para comparar CDZ1 con otras huellas saurópodas de la Rioja.

Tabla 1

Yacimiento	sigla	lm//lp	lp	H	Formación	referencia
El Encinar	El Encinar .5i	//35-40			Grupo de Tera	Moratalla et al., 1996
La Cella	LACC1.,6i	16//32	34	1:2 4	Grupo de Oncala	Casanovas et al. 1995c
San Martín	1SM1.2d	15//35	35	1:2.3	Grupo de Oncala	Casanovas et al. 1995a
Valdemurillo	VDM-R2/10i	35//66	76		Grupo de Oncala	Moratalla 1993
Soto en Cros	2ST108	6-27//			Grupo de Oncala	Casanovas et al., 1992
	2ST109	//15-44				Casanovas et al., 1992
Corrales de Zorraquín	CDZ1	70//119	119	1:3.5	Grupo de Oncala	Este trabajo
Valdecevillo	VA13.xd	27//45	52	1:2.5	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1989

Yacimiento	sigla	lm//lp	lp	H	Formación	referencia
Era del Peladillo	3PL20.3	36//58	73	1:2.4	Grupo de Enciso	Casanovas et al., 1995b
	4PL43.1.16i	31//61	75	1:4.4	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1995b
	5.PL1.16i	25//59	75	1:3.3	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1997
	5PL9	24//64	80	1:3.2	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1997
	5PL11	29//56	81	1:2.1	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1997b
	7PL1.3d	40//65	72	1:2.1	Grupo de Enciso	Casanovas et al., 1998
Las Navillas	LN20.3i	27//68	75	1:3.1	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1995d
	LN11.3i	22//70	86	1:2.5	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1995b
El Sobaquillo	SVA	33//76	86	1:3.0	Grupo de Enciso	Casanovas et al. 1997a
Los Cayos	LCS2i	42//~62	~62		Grupo de Enciso	Moratalla, Hernán 2008
lm//lp valores medios de la longitud de la mano y del pie de las rastrilladas; lp longitud del pie mayor de la rastrillada; H hentreopodía						

Las abreviaturas que representan los caracteres icnológicos son las usadas tradicionalmente por nuestro equipo desde el año 1989 (Casanovas et al. 1989; Pérez-Lorente, 2015) que se ajustan a la nomenclatura de autores clásicos (cf. Leonardi, 1987; Haubold, 1971). Se utilizan también las fases de la pisada (fases T, W y K) de Thulborn y Wade (1989) para identificar las estructuras asociadas a las huellas. Para el cálculo de la heteropodía (relación de área entre la huella de la mano y la del pie) no empleamos ninguna aproximación, como la relación entre la longitud y la anchura de la huella (cf. Lockley et al., 1994), sino que empleamos el área verdadera delimitada por la línea límite de las huellas.

2.1. Revisión de antecedentes relacionados

Las primeras huellas saurópodas que se describieron en La Rioja fueron las del Barranco de Valdecevillo (Casanovas et al. 1989), en lo que es la rastrillada saurópoda (VA13) más larga de La Rioja (Figura 5). Esta rastrillada

se ha trabajado en dos ocasiones: una para la publicación de 1989 citada y otra (Figura 6), en los cursos de verano de 2001 cuando se vieron aflorar 12 huellas nuevas (Pérez-Lorente, 2001b). Si se considera la parte oculta de VA13, la rastrillada mide 53 metros. Esta distancia se divide en 23 metros (17 + 6) con las huellas de pies y manos derechos e izquierdos (sector final + inicial), y 8 metros con las marcas de los 6 pares de pies y manos derechos no estudiadas (Figura 6) y 12 metros cubiertos. Entre los años 1989 y 2001 la erosión sacó al aire los seis pares no publicados (Figura 6) ocultos en el año en que se cartografió (Figura 5). En ese intervalo de tiempo, la erosión eliminó la capa blanda que yace encima de la capa con huellas de Valdecevillo.

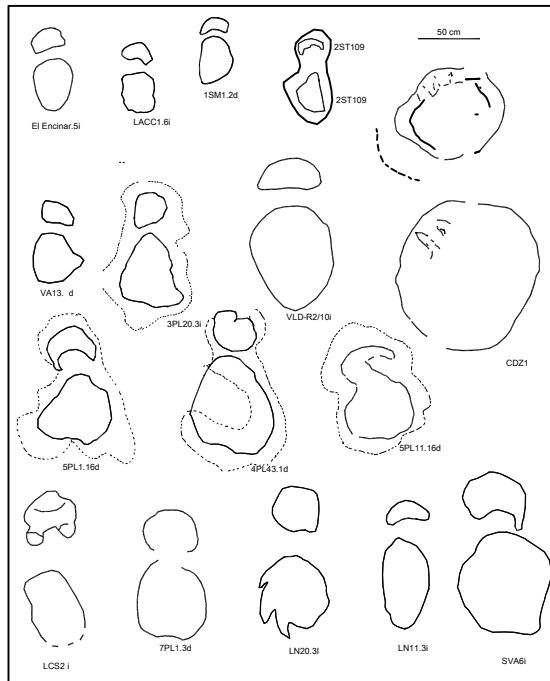


Figura 7. Huellas saurópodas relativamente bien conservadas de La Rioja. Los ejemplares son de huellas aisladas o representan a rastrilladas o manadas. El siglado de las huellas coincide con el de la Tabla 1.

En total hasta ahora se han encontrado y descrito en La Rioja 14 yacimientos con huellas saurópodas, algunos de los cuales tienen varios afloramientos separados con huellas de este tipo (la Era del Peladillo). Las dimensiones de estas huellas son mucho menores que CDZ por lo que la regla de Cope según la cual aumenta el tamaño corporal de los linajes de población a lo largo de su evolución (cf. Rensch, 1948) no se cumple con las huellas saurópodas descritas de La Rioja. Se han dibujado icnitas representativas de cada uno de ellos (Figura 7). Además de los yacimientos y afloramientos detallados en la Tabla 1, se han citado huellas saurópodas en el Grupo de Oncala (Trevijano, Fuenteamarga [Préjano], San Vicente de Robres), y en el

Grupo de Enciso (7PL de la Era del Peladillo en Igea) que no se han descrito ni dibujado porque no se dispone de sus imágenes o porque no hay datos fiables dada la mala calidad de sus huellas.

En las rastrilladas con datos suficientes, se ha calculado la relación Ar/a (amplitud de rastrillada/ anchura de la huella) para determinar la anchura de la pista según los parámetros de Boutakiout et al. (2020) y se obtiene que hay pistas de vía muy estrecha (5PL11), de vía estrecha (LN11, LN30) y de vía ancha (3PL20, 4PL43, 5PL16, 7PL1, LACC y VA13). No sabemos todavía a qué se debe esta variación. Hemos calculado también el valor de la heteropodía, para compararlo con los establecidos previamente (Lockley et al. 1994) y ninguno de los pares de huellas saurópodos de La Rioja tiene el índice de heteropodía con denominador grande, como el del modelo de Colorado 1/5 de Lockley et al., (1994). Los valores oscilan entre 1/2.1 y 1/4.4, es decir, intermedios entre el modelo de Portugal y el de Colorado.

Parabrontopodus disterci Meijide Fuentes, Fuentes Vidarte, Meijide Calvo 2001 está descrito en la parte soriana de la Cuenca de Cameros, como una huella saurópoda que mide entre 135 y 165 cm de longitud. Esta huella, estudiada también por Castanera et al. (2012), la había citado previamente Fuentes Vidarte (1996) pero no la había descrito completamente. La validez de esas medidas es incierta porque son contramoldes que tienen los bordes destruidos (Castanera et al., 2012). Las posibilidades de la longitud real de estas huellas no se conocen porque sería necesario conocer la línea límite de la estampa, de manera que sus dimensiones reales podrían ser tanto menores como mayores. García Ramos et al. (1995) identificaron la huella saurópoda más grande de España, de edad Jurásico Superior, que se encuentra en la Playa de la Griega en Asturias. Según García Ramos et al. (2008) tiene 125 cm de diámetro.

3. RESULTADOS

3.1. Icnología

CDZ1 (Figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12) se compone de dos huellas asociadas de tamaño distinto colocadas de manera coherente con el par de pisadas mano-pie de un dinosaurio saurópodo (Figura 8) icnopoyeta con el que las identificamos.

La huella de la mano mide 70 cm de largo por 78 cm de ancho, 4746 cm² de área. En la parte frontal tiene estrías y/o acanaladuras amplias y verticales (Figuras 9 y 10) que recorren una parte de su frente. Es posible que puedan ser marcas de la parte superior de dos dedos delanteros, durante la fase T, al penetrar (central y adjunto izquierdo) o de los metacarpianos correspondientes. Las paredes medial, delantera y lateral de la huella son verticales, con lo que se interpretan como estructuras directas (Gatesy, 2003) y no se trata de calcos (Pérez-Lorente, 2001a) sino de huellas reales (cf Requeta et al., 2006-7). La pisada está rodeada lateralmente por una rebaba muy desa-

rollada. La profundidad máxima de la probable suela de la mano respecto a la rebaba de extrusión es de 30 cm. La rebaba no se conserva ni medial ni posteriormente.



Figura 8. Imagen del estrato calizo del yacimiento CDZ y del par saurópodo mano/pie. Las personas de la fotografía son parte de los autores del trabajo.

La huella del pie mide 119 cm de largo por 110 cm de anchura y 16731 cm² de área. Es ligeramente más curva en la parte lateral. Tiene además unas marcas alargadas radiales, de las cuales dos están bien marcadas. La más larga de ambas mide 22 cm. Suponemos por esta razón que la huella es de pie izquierdo. La parte interior derecha es lisa, aunque levemente modificada por fracturas muy pequeñas que la atraviesan. El ángulo que forman el eje de la mano con el del pie (supuesta la línea media de la rastreada a la derecha del par mano/pie), es también congruente con un par mano/pie izquierdos. Identificamos que la huella del pie es saurópoda por la posición y forma de las marcas de uñas, completamente distinta a las de otro tipo de dinosaurios cuadrúpedos (tiroóforos o cerapodos). La heteropodia del par es de 1:3,5.

Ni la huella de la mano ni la del pie tienen caracteres biomórficos que sirvan para su clasificación. No se distinguen en el afloramiento más huellas de manera que no se pueden obtener medidas de los parámetros de rastreada, y por lo tanto no podemos clasificar la huella en ninguna de las categorías o morfotipos conocidos.

El ángulo entre el eje de la mano y el del pie, y la diferencia de tamaño posiblemente sean más propios de cuadrúpedos de vía estrecha. En La Rioja se han encontrado rastrilladas de ambos tipos, reconocidas por los autores que las estudiaron (Moratalla [1993], Moratalla et al. [2008] y los trabajos citados de Casanovas et al. cf. Pérez-Lorente [2015]). La determinación de la anchura de la rastrillada también se deduce del valor de la relación Ar/a de la Tabla 1. La heteropodía del par de huellas (1:3,5) está dentro del rango en el que están el resto de las huellas saurópodos de La Rioja, más próxima al modelo de Texas (Lockley et al., 1994).

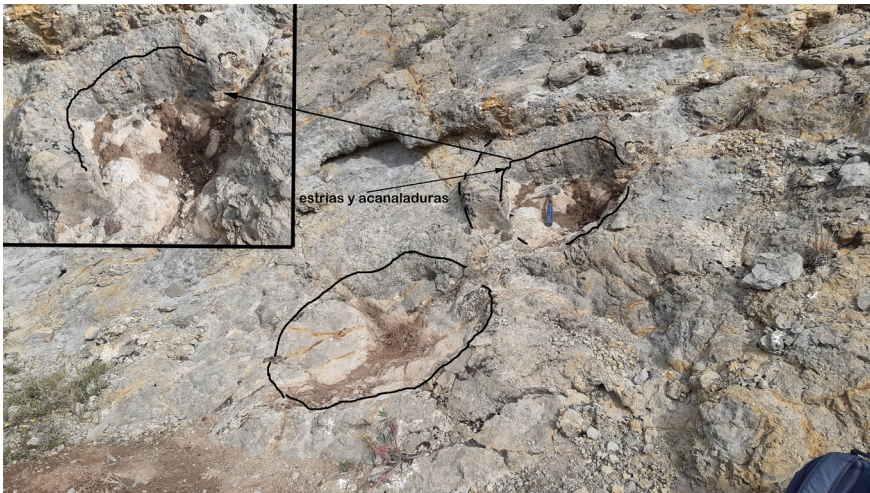


Figura 9. Detalle del par mano/pie de CDZ1 y ampliación de la huella de la mano.

Las huellas saurópodos de pie más pequeñas de La Rioja miden 15-16 cm (Tabla 1) de largo en los yacimientos de Soto (2ST), San Martín (1SM) y de Muro de Cameros (LACC) mientras que las mayores que son de Cervera del Río Alhama (LN) miden 86 cm de largo. Este par de huellas es el ejemplar mayor de huellas saurópodos de La Rioja, tanto en el tamaño del pie como en el de la mano; supera en 28 cm a la marca de mano más grande (mano de LCS), y en 43 cm a la mayor huella de pie (pie de LN11). La huella del pie debe ser menor que la original debido a que las medidas se hacen teniendo en cuenta la línea límite de la pisada, que se dibuja por el interior de la rebaba; es de suponer que el contorno se estreche debido a caída gravitacional - durante la fase K - del barro extruido - en la fase W - hacia el interior de la pisada.

3.2. Tamaño del icnopyeta

Hay varias fórmulas propuestas para determinar la altura del acetábulo de dinosaurios saurópodos a partir de la longitud del pie (Tabla 2). Si aplicamos todas ellas a la longitud de la huella del pie, obtenemos los resultados indicados en dicha tabla según los cuales la altura del acetábulo oscila entre

428 y 664 cm, en ambos casos una dimensión muy grande incluso entre la de los dinosaurios saurópodos.

Tabla 2

Cálculo	Altura en cm	Autor
$h=4'11$	488	Alexander (1976)
$h=4a$	440	Lockley et al. (1986)
$h=3'6l$	428	Ishigaki (1988)
$h=5'5l$	654	Thulborn (1990)
$h=4.586l$	544	González-Riga (2009)

La altura de la extremidad posterior, calculando la media de todas las alturas anteriores, es de 5,11 metros. Según Casanovas et al. (1997a) y Vila et al. (2013) la distancia glenoacetabular (DGA) de los dinosaurios saurópodos que ellos estudian es igual a la altura de la cadera (h); Mazzetta y Blanco (2001) dan una relación ligeramente mayor ($DGA= 1,09h$). Según estas determinaciones, la distancia entre la cintura escapular y la pelviana del autor de CDZ1 era de algo más de 5 metros. Esto lo convierte en uno de los saurópodos gigantes cuyas dimensiones no podemos calcular en este momento, a partir de los datos proporcionados por estas huellas.



Figura 10. Detalle de la huella de la mano con las estrías y acanaladuras verticales.

La longitud del animal resulta muy complicada de determinar a partir de los datos de que disponemos. Los dinosaurios saurópodos cuya extremidad posterior mide más de 5 metros son muy pocos en relación al resto

(cf. Molina-Pérez y Larramendi, 2020) y el tamaño de los mismos es muy variable, incluso dentro de la misma época geológica.

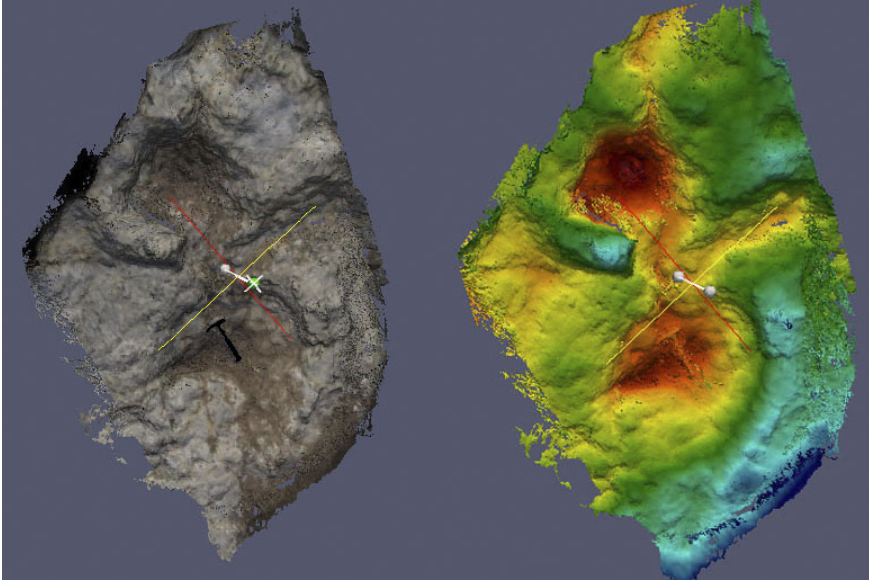


Figura 11. Imágenes de un modelo 3D de CDZ1. Se observa que las hendiduras de la parte derecha de la huella no son marcas de uñas sino fracturas que la deforman. Estas hendiduras que deforman el interior de la huella se pueden confundir con marcas de dedos o de uñas en la imagen con curvas de nivel de la figura siguiente.

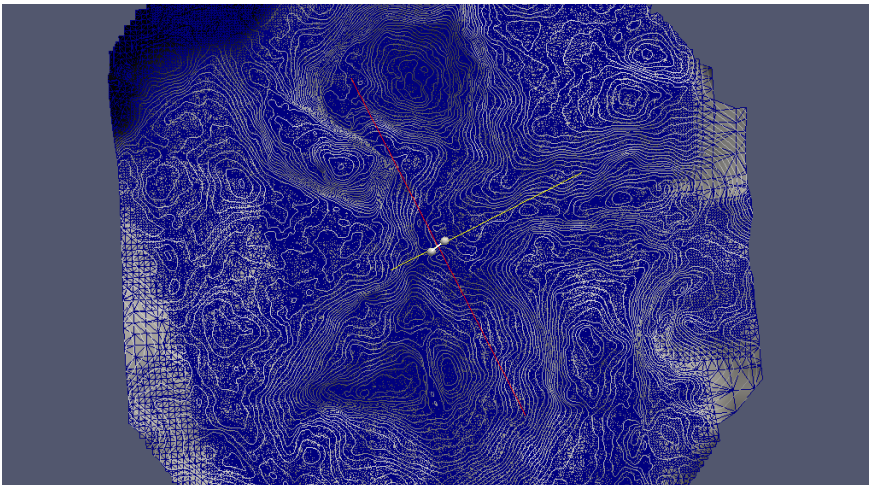


Figura 12. Curvas de nivel de CDZ1. El intervalo de las curvas es de 1 cm.

Según Molina-Pérez y Larramendi (2020) las huellas saurópodas mayores miden 175 cm y se encuentran en el Cretácico Inferior de Australia;

citan otros cuatro ejemplares de más de un metro (165, 124, 120 y 110 cm) en el Cretácico de España (2), Corea del Sur (1) y Mongolia (1) esta última en el Cretácico Superior. Además de las huellas de Asturias, citan también huellas saurópodos de más de un metro (150, 130 y 126 cm) en el Jurásico de Francia, Paquistán y Marruecos. Uno de nosotros (F.P.-L) describió tres rastrilladas de huellas saurópodos de más de un metro de largas (hasta 128 cm) en el Jurásico Medio-Superior de Marruecos (Boutakiout et al 2020).

4. DISCUSIÓN

4.1. Problemas de clasificación. Morfotipos definidos

Desde 2009 se han publicado varios trabajos (Royo Torres [2009], Santos et al. [2009], Castanera et al. [2016], Boutakiout et al., [2020]) con definiciones más ajustadas de morfotipos saurópodos. Estas definiciones están basadas en la forma de las huellas de manos y pies, su posición relativa entre ellas y con la línea media de las rastrilladas a las que pertenecen.

El par de huellas de CDZ no tienen caracteres biomórficos claros que sirvan para su asignación en uno de los morfotipos descritos, puesto que al no conocer la rastrillada no se pueden cotejar con las clasificaciones de Royo Torres (2009), Santos et al., (2009) ni Boutakiout et al. (2020). Es posible que la forma de la huella del pie se asemeje a la indicada por Castanera et al (2016) para las formas de la parte baja del Cretácico Inferior, sin marca alguna de uña en la mano.

5. CONCLUSIONES

Se describe una nueva huella saurópoda de la Formación Leza (Grupo Oncala, Berriasiense-Cretácico Inferior) de la Cuenca de Cameros. El tamaño de esta huella es destacable ya que es la mayor de La Rioja y de las mayores del mundo.

CDZ se suma a *Parabrontopodus disterci*, la huella del yacimiento de Los Campos (Soria) para confirmar que existieron formas gigantescas de saurópodos de tamaño similar a las mayores del mundo en el Cretácico Inferior de la Península Ibérica

El tamaño del icnopoyeta no cumple las reglas de que el gigantismo de los dinosaurios aumenta con el tiempo. Aunque parece que las excepciones a esta regla son abundantes entre los dinosaurios no saurópodos, este ejemplo se suma a dicha serie de excepciones, al menos en La Rioja, dado que la edad de CDZ es de la parte baja del Cretácico Inferior, y no hay huellas saurópodos mayores en el resto de yacimientos de La Rioja, generalmente más modernos (hasta el Albiense).

6. AGRADECIMIENTOS

Al Museo de Enciso y a la Universidad de La Rioja por el uso de sus instalaciones en la realización de este trabajo. Al IER por su soporte científico dentro de su apoyo a la investigación riojana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, R.M. (1976). Estimates of speed of dinosaurs. *Nature*, 261, 129-130.
- Alonso, A. y Mas, R. (1993). Control tectónico e influencia del eustatismo en la sedimentación del Cretácico Inferior de la cuenca de los Cameros, España. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 17, 285-310
- Boutakiout, M., Masrour, M. y Pérez-Lorente, F. (2020). New sauropod morphotype definition in the oriental section of Imilchil megatracksite, High Atlas (Morocco). *Journal of African Earth Sciences*, 161, 1-13.
- Casanovas, M.L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J.V. (1990). Huellas de dinosaurio en Soto en Cameros. La Rioja (España). *Zubia*, 8, 33-47
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. y Torcida, F. (1992). Un grupo de saurópodos en el yacimiento Soto 2. La Rioja (España). *Zubia*, 10, 45-52.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. y Torcida, F. (1995a). Dos nuevos yacimientos de icnitas de dinosaurios en La Rioja y en la provincia de Soria. *Coloquios de Paleontología*, 47, 9-23.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., y Torcida, F. (1995b). Huellas de dinosaurio en la Era del Peladillo 3. Primera nota. *Zubia*, 13, 83-101.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J. V. (1989). Huellas de dinosaurio de La Rioja. Yacimientos de la Virgen del Campo, La Senoba y Valdecevillo, 1-190. *Ciencias Tierra*, 12, 190 p.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J. V. (1995c). Icnitas terópodos y saurópodos en La Cela, Muro en Cameros (La Rioja, España), *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Nuevos yacimientos*. F. Pérez-Lorente (ed.) *Ciencias Tierra*, 18, 17-24.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J. V. (1995d). Icnitas de terópodos y saurópodos del yacimiento de Las Navillas (La Rioja, España), *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Nuevos yacimientos*. F. Pérez-Lorente (ed.) *Ciencias de la Tierra*, 18, 33-44.

- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J. V. (1995e). Pisadas de dinosaurio en el yacimiento Soto 3 (La Rioja. España). E *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Nuevos yacimientos*. F. Pérez-Lorente (ed). *Ciencias de la Tierra*, 18, 27-32.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J. V. (1997a). Sauropod trackways from site El Sobaquillo (Munilla, La Rioja, Spain) indicate amble walking. *Ichnos*, 5, 101–107.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. y Torcida, F. (1995d). La Era del Peladillo 4 (La Rioja. España). *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Nuevos yacimientos* F. Pérez-Lorente (ed.). *Ciencias de la Tierra*, 18, 45–52.
- Casanovas, M. L., A. Fernández, F. Pérez-Lorente, J. V. Santafé, and F. Torcida. 1997b. Pisadas de ornitópodos, terópodos y saurópodos en la Era del Peladillo, 5 (La Rioja, España). *Zubía* 15:229–246.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. (1998). Ocho nuevos yacimientos de huellas de dinosaurio. *Zubía*, 16,117–152.
- Castanera, D., Pascual, C., Canudo, J.I., Hernández, N., Barco, J.L. (2012). Ethological variations in gauge in sauropod trackways from the Berriáns of Spain. *Lethaia*, 45, 476–489
- Castanera, D., Santos, V. dos, Piñuela, L., Pascual, C., Vila, B., Canudo, J.I., Moratalla, J.J., 2018. Iberian sauropod tracks through time: variations in sauropod manus and pes track morphologies. In: Falkingham, P.L., Marty, D., Richter, A. (Eds.), *Dinosaur Tracks. The Next Steps*. Indiana University Press, pp. 120–137.
- Doublet, S. (2004). *Contôles tectonique et climatique de l'enregistrement stratigraphique dans un bassin continental de rift: le bassin de Cameros Tesis doctoral Universidad de Bourgogne*. Mem. inéd. 497 pp.
- Fuentes Vidarte, C. (1996). Icnitas de dinosaurios en Soria (España). *Zubía*. 14, 57-64.
- García-Ramos, J. C. y Gutiérrez Claverol, M. (1995). La geología de la franja costera oriental y de la depresión prelitoral de Oviedo-Cangas de Onís. Geología de Asturias, Aramburu, C. y Bastida, F. (Eds.), Ediciones Trea, Gijón, 247-258.
- García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Aramburu, C. y Ruiz-Omeñaca, J. I. (2008). Los yacimientos de icnitas de dinosaurios de Tereñes (Ribadesella) y de la playa de La Griega (Colunga) y su contexto paleoambiental. XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología *Guía de campo (Excursión A)*. 41 p.
- Gatesy, S.M., (2003). Direct and indirect track features: what sediment did a dinosaur touch? *Ichnos*. 10, 91-98.

- González-Riga, B. (2009). New sauropod dinosaurs from the Late Cretaceous of Mendoza province, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 29, 107A.
- Haubold, H. (1971). *Ichnia amphibiorum et reptiliorum fossilium*. *Handbuch der Paläoherpetologie*, Kuhn, O. (Ed.), 18, 1-124.
- Hernán-Martínez, F. J., (2018). Estratigrafía y sedimentología de las formaciones con icnitas de dinosaurios del Grupo de Enciso (Camerós, La Rioja, Aptiense). Tesis doctoral Universidad Politécnica de Madrid. 490 p.
- Hernández Samaniego, A., Ramírez Merino, J.I., Olivé, A., Álvaro, M., Ramírez del Pozo, J. y Meléndez, A. (1990). Mapa Geológico de España. E. 1 : 50.000, plan MAGNA nº 242 (Munilla). I.G.M.E. *Hoja y memoria*.
- Ishigaki, S. (1988). Les empreintes de dinosaures du Jurassique inferieur du Haut Atlas central marroccain. *Notes du Service Géologique du Maroc*, 44, 79-86.
- Leonardi, G. (Ed.) (1987). *Glossary and Manual of Tetrapod Footprint Paleornithology*. Departamento Nacional da produção mineral, Brasília, 75 pp.
- Lockley, M.G., Farlow, J.O. y Meyer, C.A. (1994). *Brontopodus* and *Parabrontopodus* ichnogen. nov. and the significance of wide- and narrow-gauge sauropod trackways. *Gaia* 10, 135–146.
- Lockley, M.G., Houck, K.J. y Prince, N.K. (1986). North America's largest dinosaur trackway site: implications for Morrison paleoecology. *Bulletin of the Geological Society of America*, 97, 1163-1176
- Mazzetta, G. V. y Blanco, R. E. (2001). Speeds of dinosaurs from the Albian–Cenomanian of Patagonia and sauropod stance and gait. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46, 235–246.
- Meijide Fuentes, F., Fuentes, C. y Meijide Calvo, M. (2001). Primeras huellas de saurópodo en el Weald de Soria (España). *Parabrontopodus disterci* nov. icnosp. *I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios*. Salas de los Infantes. 407-415.
- Molina-Pérez, R. y Larramendi, A. (2020). *Dinosaur. Facts and Figures. The Sauropods and other sauropodomorphs*. Princeton University Press, 272p.
- Moratalla, J.J. (1993). *Restos indirectos de dinosaurios del registro español: paleoicnología de la Cuenca de Cameros (Jurásico superior–Cretácico inferior) y paleoecología del Cretácico superior*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma, Madrid, Spain. vol I, 421 pp.
- Moratalla, J. J., y Hernán, J. (2008). Los Cayos S y D: dos afloramientos con icnitas de saurópodos, terópodos y ornitópodos en el Cretácico inferior del área de Los Cayos (Cornago, La Rioja, España). *Estudios Geológicos*, 64, 161–173.

- Moratalla, J., Sanz, J.L. y Jiménez, S. (1996). Nuevos yacimientos en Aldeanueva de Cameros y Trevijano. *Estrato*, 7, 111-113.
- Moreno-Azanza, M., Gasca, J.M., Díaz-Martínez, I., Bauluz Lázaro, B., Canudo Sanagustín, J.I., Fernández, A. y Pérez-Lorente, F. (2016). A multi-ootaxic assemblage from the Lower Cretaceous of the Cameros Basin (La Rioja; Northern Spain). *Spanish Journal of Palaeontology*, 31, 305-320.
- Pérez-Lorente, F. (2001a). *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Cultural Joven, 227 pp.
- Pérez-Lorente, F. (2001b). Campaña 2001. Actividades sobre yacimientos riojanos. *Estrato*, 13, 134-138.
- Pérez-Lorente, F., 2015. *Dinosaur footprints and trackways in La Rioja*. J.O. Farlow ed. Life of the past. Indiana University Press. 363 pp.
- Rensch, B. (1948). Histological changes correlated with evolutionary changes of body size. *Evolution*, 2, 218 -30. <https://doi.org/10.2307/2405381>.
- Requeta, E., Hernández Medrano, N. y Pérez-Lorente, F. (2006-2007). La Pellejera: descripción y aportaciones. Heterocronía y variabilidad de un yacimiento con huellas de dinosaurio de La Rioja (España). *Zubía monográfico*, 18-19, 21-114.
- Royo-Torres, R., 2009. Los dinosaurios saurópodos en la Península Ibérica. In: Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes. Burgos, pp. 139-166.
- Santos, V.F., Moratalla, J.J., Royo-Torres, R., 2009. New sauropod trackways from the Middle Jurassic of Portugal. *Acta Palaeontol. Pol.* 54, 409-422. <https://doi.org/10.4202/app.2008.0049>.
- Suárez, P. (2015). Sedimentología y paleogeografía de los sistemas de humedales costeros de la Fm. Leza (Cretácico Inferior, Cuenca de Cameros): implicaciones en el origen y desarrollo de los depósitos microbianos asociados. Tesis doctoral Universidad Complutense de Madrid. 363 p.
- Thulborn, A. (1990). *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 pp.
- Thulborn, T., Wade, M. (1989). A footprint as a history of movement. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette, M.G. Lockley eds. Cambridge University Press. 51-56.
- Vila, B., Oms, O., Galobart, A., Bates, K.T., Egerton, V.M. y Manning, P.L. (2013). Dynamic similarity in titanosaur sauropods: ichnological evidence from the Fumanya Dinosaur Tracksite (Southern Pyrenees). *PLoS ONE* 8:e57408 doi:10.1371/journal.pone.0072570