

# UN NUEVO YACIMIENTO DE ICNITAS DE DINOSAURIO LA ILAGA (TERROBA, LA RIOJA. ESPAÑA). SUELO FLEXIBLE Y RASTRILLADAS PARALELAS.

Hernández Medrano, N.<sup>1</sup>, Pérez-Lorente, F.<sup>2,3</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se hace la descripción de un nuevo yacimiento de huellas terópodos de La Rioja, ubicado en un estrato calizo que pertenece al Grupo de Oncala (Cretácico inferior). La mayoría de las huellas forman parte de 14 rastrilladas de características similares de las cuales 3 se dirigen hacia el NW y 11 hacia el E, lo que sugiere comportamiento gregario de los dinosaurios que las imprimieron. Se distinguen dos tipos diferentes de icnitas cuya variación depende de la diferencia de consistencia del barro: huellas “normales” y huellas de “rotura”. Se puede postular que esta variación dependía del momento de paso. Es la primera vez que se describen este tipo de improntas debidas a la rotura de la capa superficial de comportamiento relativamente flexible y rígido.

Palabras clave: Huellas, Terópodos, Dinosaurios, Cretácico inferior, La Rioja, España

*In this paper a new dinosaur tracksite is described. The footprints are in the upper surface of a limestone bed from the lower Cretaceous Oncala Group. Most of the tracks, similar in morphology, are grouped in 14 trackways, three of them directed to the NW and the others to the E. The sub-parallel pattern of the two groups suggest a gregarious behaviour. Two different morphological types can be distinguished named as “normal footprints” and “breakage footprints”, originating from different substrate conditions. For the first time that “breakage footprints” are thus described, that are ascribed to the fracture of a relatively flexible and rigid surface. We hypothesize that evident differences between «normal» and «breakage footprints» reflect original substrate conditions that changed during the time interval occurring between two slightly different printing times.*

*Key words: Footprints, Theropods, Dinosaurs, Lower Cretaceous, La Rioja, Spain.*

---

<sup>1</sup> Jorge Vigón, 37 Logroño

<sup>2</sup> Universidad de La Rioja. Fundación Patrimonio Paleontológico. Madre de Dios 53. E-26006. Logroño. <sup>3</sup>Corresponsal.

## 0. INTRODUCCIÓN

En el valle del río Leza se conocían ya bastantes yacimientos algunos de los cuales se han encontrado en los últimos años, e incluso algunos de ellos se citan por primera vez en este volumen (Tabla 1).

TABLA 1

Yacimiento	Publicación	Edad
Cabezón de Cameros	Moratalla et al., (1992)	Aptiense
La Cela (A;B;C;D) (Muro de Cameros)	Casanovas et al., (1995b)	Berriasiense-Hauteriviense
El Contadero (Torremuña)	Pérez-Lorente, et al., (2000)	Barremiense sup-Aptiense
Hornillos (1,2,3,4,5) Hornillos de Cameros	Álvarez et al., (2001)	Aptiense
La Barguilla (Hornillos de Cameros)	Este volumen	Aptiense
Santisol (Hornillos de Cameros)	Este volumen	Aptiense
Santa Juliana (Hornillos de Cameros)	Este volumen	Aptiense
La Pellejera (Hornillos de Cameros)	En estudio	Aptiense
Camino a Tregujantes (Terroba)	Casanovas et al., (1995a)	Portlandiense-Berriasiense
La Ilaga (Terroba)	Este trabajo	Berriasiense-Valangiense
Soto (1,2,3) (Soto de Cameros)	Casanovas et al., (1990, 1992, 1995c).	Aptiense
Trevijano (1,2) (Trevijano)	Moratalla (1993)	Aptiense

Según los datos de la tabla, La Ilaga sería uno de los yacimientos más antiguos del entorno, junto con los de La Cela, el Contadero y Camino a Tregujantes. Resultaba extraño que en toda la zona del río Leza escasearan los yacimientos de icnitas de dinosaurio. Se conocían algunos afloramientos pequeños, en los que el número de pisadas era también bajo. A medida que ha aumentado la prospección y que las huellas fósiles son más conocidas entre los habitantes de la zona, se han prodigado los hallazgos hasta llegar al nivel en que hoy se encuentran.

## 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El yacimiento de La Ilaga (figuras 1 y 2) se encuentra en el término municipal de Terroba (La Rioja), en un paraje colindante al pueblo, anejo a la pared posterior de la Iglesia, entre ésta y la carretera. Las coordenadas UTM del afloramiento son 30TWM461787, dentro de la hoja nº 242 (Munilla) del MTN de escala 1:50.000. La altitud del punto es de 792 m.

La forma del relieve de la zona es variada, con áreas de pendientes acusadas y barrancos encajados. La estabilidad del terreno es alta en este lugar, aunque entre Soto y Terroba, debido a la composición de las capas de roca y a su disposición con respecto a las vertientes, hay deslizamientos de ladera bastante grandes, más visibles los situados al oeste del cauce del río Leza. Desde el punto de vista hidrogeológico las rocas son impermeables, a pesar de la fracturación. El drenaje es favorable y se efectúa por escorrentía superficial muy activa y por percolación a través de fisuras.

Las icnitas están en caliza algo arenosa de dirección N80E y buzamiento 25S cuya potencia se desconoce. Por encima, separado por una lámina muy fina posiblemente margosa, hay otra capa de caliza de 64 cm

de espesor. Toda la superficie del estrato que nos ocupa está cubierta por óxidos e hidróxidos de hierro que le dan coloración gris amarillenta, siendo más intensa en la parte baja que es la última que se ha limpiado. En esta parte también se ven con claridad abundantes grietas de desecación. La extensión de afloramiento es de unos 20 metros cuadrados.

El techo del estrato no mantiene la continuidad inicial sedimentaria porque está roto por varios juegos de diaclasas, de los que predominan los de dirección N130E y N60E. Las diaclasas que siguen la segunda de estas orientaciones son más patentes y están en relación con otras fracturas mucho más finas, rellenas de láminas de calcita tan gruesas como una hoja de papel. La orientación de las últimas, N40E, da un ángulo de 20° con las principales y son las denominadas «grietas de tracción en escalón», caracterizadas porque su dirección es la misma que la del empuje que las originó. Estos juegos de diaclasas estarían relacionados con dos fallas paralelas de dirección E-W que se encuentran justo al Norte y al Sur del pueblo.

La capa de caliza está en un paquete de estratos de la misma composición, que pertenecen a un conjunto en el que alternan margas y calizas tableadas, con estratificación irregular, laminación paralela y con lentejones arenosos que presentan estructuras de corriente. En la hoja del Mapa Geológico 1:50.000 (Hernández et al., 1990) están incluidas en la Unidad 13 o Unidad de Terroba que se supone de tránsito entre la Unidad del Río Leza (fundamentalmente caliza) y la de Muro de Cameros (fundamentalmente detrítica).

La edad es variable según la datación que se consulte (Tabla 2). Si estas calizas están bien colocadas en la columna estratigráfica admitida en los últimos trabajos, el afloramiento está en el grupo de Oncala de manera que la edad que se les debe asignar es Berriasiense-Valanginiense.

## 2. ESTUDIO ICNÍTICO

Para la clasificación de las huellas se emplean las bases de Haubold (1971) retocadas por Casanovas et al. (1989) que están de acuerdo con los criterios definidos por Thulborn (1990) y por Pérez-Lorente (2001). De acuerdo con este último (este volumen) se sustituyen las denominaciones carnosauria y coelurosauria por las de icnitas terópodos grandes e icnitas terópodos pequeñas. La altura de la extremidad de los autores de las pisadas se deduce con las fórmulas de Thulborn (1990) y, con ellas, se calcula la velocidad de desplazamiento mediante los métodos de Alexander (1976) y Demathieu (1986). Las relaciones numéricas y los criterios de medida son los empleados por Casanovas et al. (1989) y Pérez-Lorente (1996, 2001).

Las iniciales ILA son las del afloramiento. El número que sigue indica la rastrillada a la que pertenece la secuencia de huellas, el par o la pisada aislada. En cada rastrillada o par se numera cada pisada a partir de la que inicia la pista, de manera que para cada icnita de la misma rastrillada se emplean dos números: el primero que indica la rastrillada y que es común, y el segundo que indica el lugar que ocupa la huella en la misma. Así, ILA1.4 nombra la cuarta pisada de la primera rastrillada del yacimiento de La Ilaga.

En la primera columna de las tablas adjuntas, el signado de la huella se coloca a la izquierda o a la derecha de acuerdo con el pie que la imprime (izquierdo o derecho).

### 2.1. DESCRIPCIÓN

Los bordes de la mayor parte de las icnitas son redondeados, pero como hay muy pocas icnitas aisladas, se pueden deducir relativamente bien los caracteres generales de bastantes de ellas.

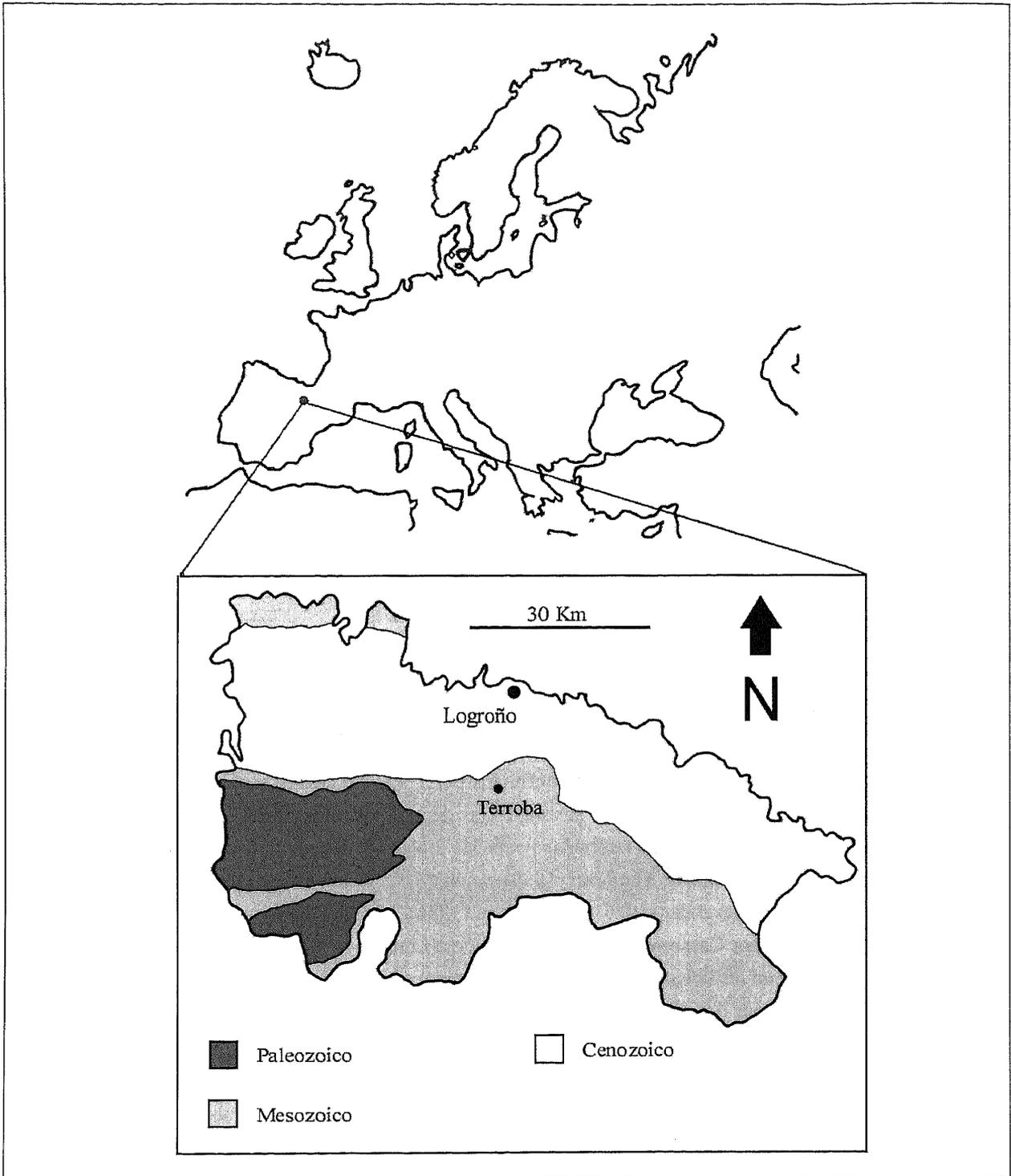


Figura 1. Situación de La Ilaga

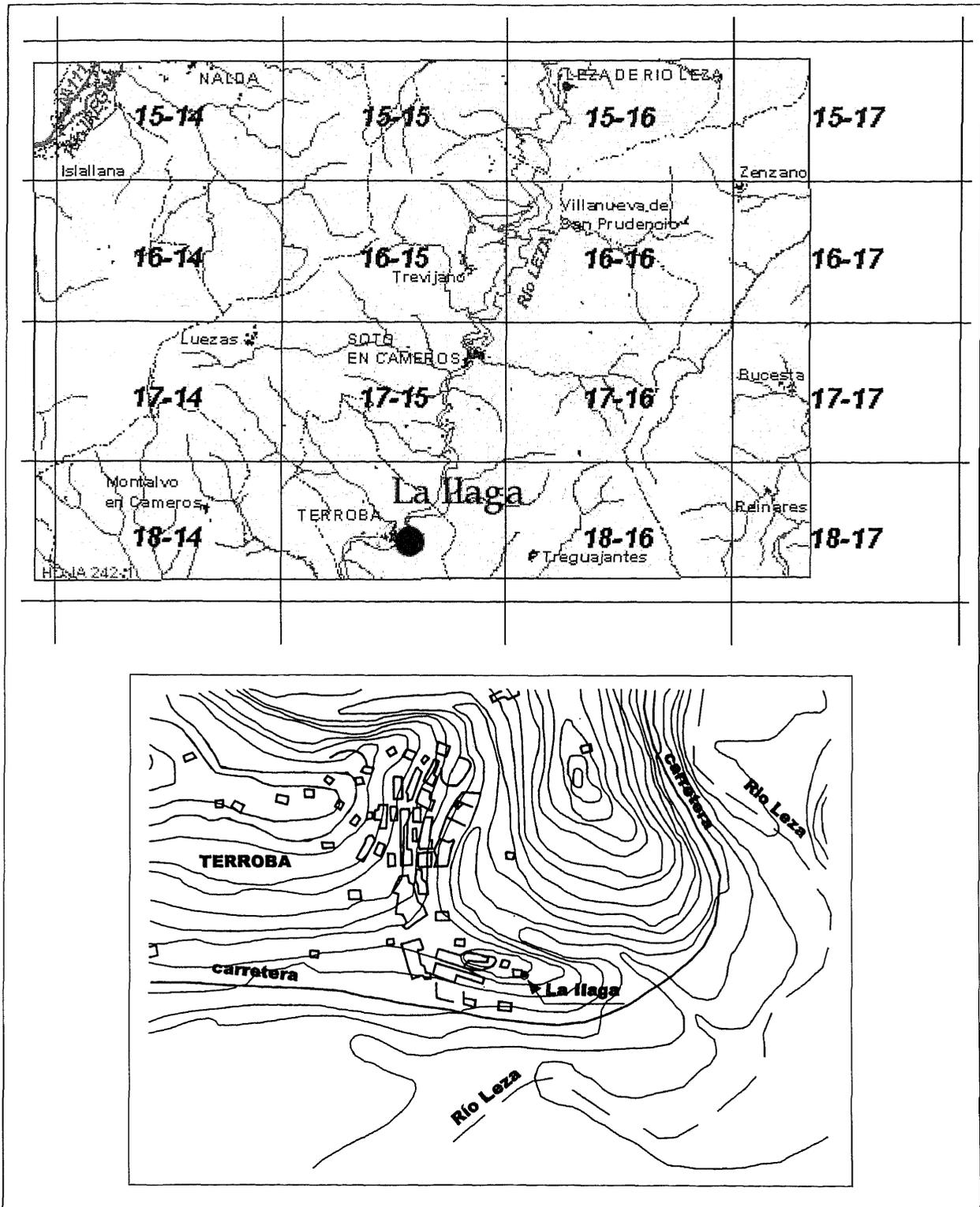


Figura 2. Localización precisa del yacimiento

TABLA 2

Autores	Grupo	Edad	Fósiles destacables
Kneuper-Haak (1965)	Oncala		<i>Globator nurrensis</i>
Salomón (1982)	Urbión/Enciso	Valanginiense	
Schudack (1987)	Oncala	Berriasiense terminal/ Valanginiense basal	Carofitas
Hernández et al. (1990)	Oncala	Portlandiense / Berriasiense	Carofitas
Gómez-Fernández (1992)	Urbión		
Mas et al., (1993)	Oncala	Berriasiense/Valanginiense	
Martín-Closas et al. (1998)		Berriasiense terminal/Valanginiense basal	

### **Rastrillada ILA1** (Figuras 3 y 4, tabla 3c)

Está formado por 4 huellas de las que sólo la primera está completa. Es uno de los rastros en los que se encontrarían más icnitas si se levantasen las calizas de la parte oeste del yacimiento. La profundidad media de las huellas es de 2 cm, y la mala impresión de las mismas impide ver señales de almohadillas o de uñas

Las pisadas son tridáctilas, más largas que anchas. En ILA1.1 e ILA1.3 quedan patentes los dedos alargados, de los que el III es el mayor. El ángulo interdigital II<sup>^</sup>III es ligeramente mayor que el III<sup>^</sup>IV (Tabla 3c). El talón es saliente (ILA1.1, ILA1.3).

La orientación media de las icnitas es de -2°, valor bastante alto para cualquiera de los tipos de dinosaurios bípedos.

La rastrillada es muy estrecha ( $Ar/a=0'29$ ) de manera que las icnitas pisan la línea media, y la marca del pie es estrecha ( $[l-a]/a=0'16$ ). A pesar de ello, las extremidades resultan gruesas ( $z/l=4'7$ ), y la velocidad de desplazamiento es de paso lento (3 Km./hora).

Aunque las extremidades resultan gruesas según este análisis, es posible que la marcha lenta del dinosaurio condicione este resultado. El resto de criterios apunta a que se trata de icnitas terópodos grandes.

### **Rastrillada ILA2** (Tabla 3c)

Son ocho huellas tridáctilas de las que algunas (ILA2.2, ILA2.5, ILA2.6, ILA2.8) están bien formadas, mientras que otras (ILA2.1, ILA2.3, ILA2.4, ILA2.7) sólo muestran una depresión redondeada en la que no se distinguen los dedos. Las improntas son similares a las del rastro anterior, cuya dirección y sentido de marcha son los mismos. Parece que hay superposición con otras huellas no identificadas, que debieron imprimirse en momentos diferentes: ILA2.2 se superpone a ILA21; a ILA2.7 se le superpone ILA28 (ILA2.2 tiene muchos detalles; de ILA2.7, quizá no se conserve más que parte de su contorno). La profundidad media de las marcas es de 5 cm.

Parece que los dedos tenían terminación acuminada, y que eran relativamente largos e independientes unos de otros. La punta tan afilada del dedo III de ILA2.8 probablemente se deba a caída del barro hacia el interior de la pisada, una vez que el pie ha salido del suelo. Muy cerca hay otra marca ILA11.2 con las mismas características por lo que quizá en esta zona hubiera barro más blando cuando pasaron los dinosaurios.

La longitud media es de 28 cm y la anchura de 27, lo que proporciona pisadas de relación  $(l-a)/a=0'04$  clasificadas como estrechas. La rastrillada es muy estrecha ( $Ar/a=0'2$ ), mientras que las extremidades salen gruesas y la marcha, andar lento.

Se identifica, lo mismo que el anterior, como de pisadas terópodos grandes.

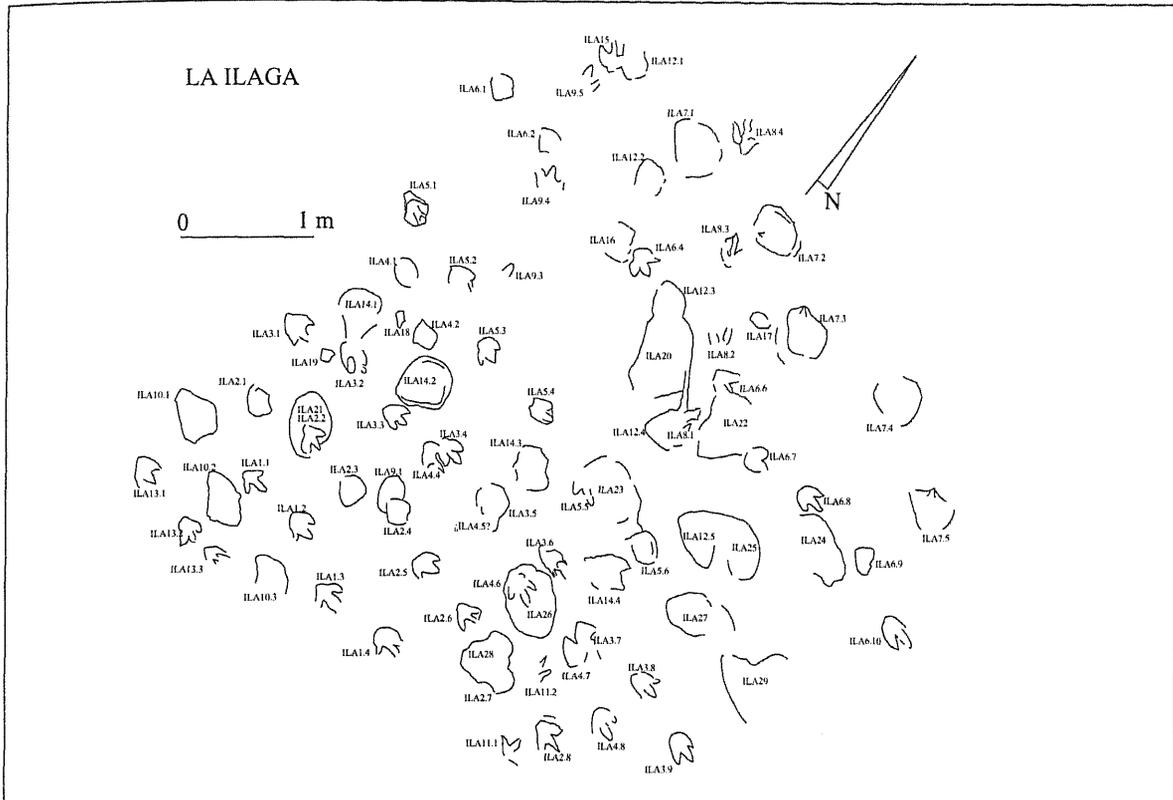


Figura 3. Cartografía de las huellas

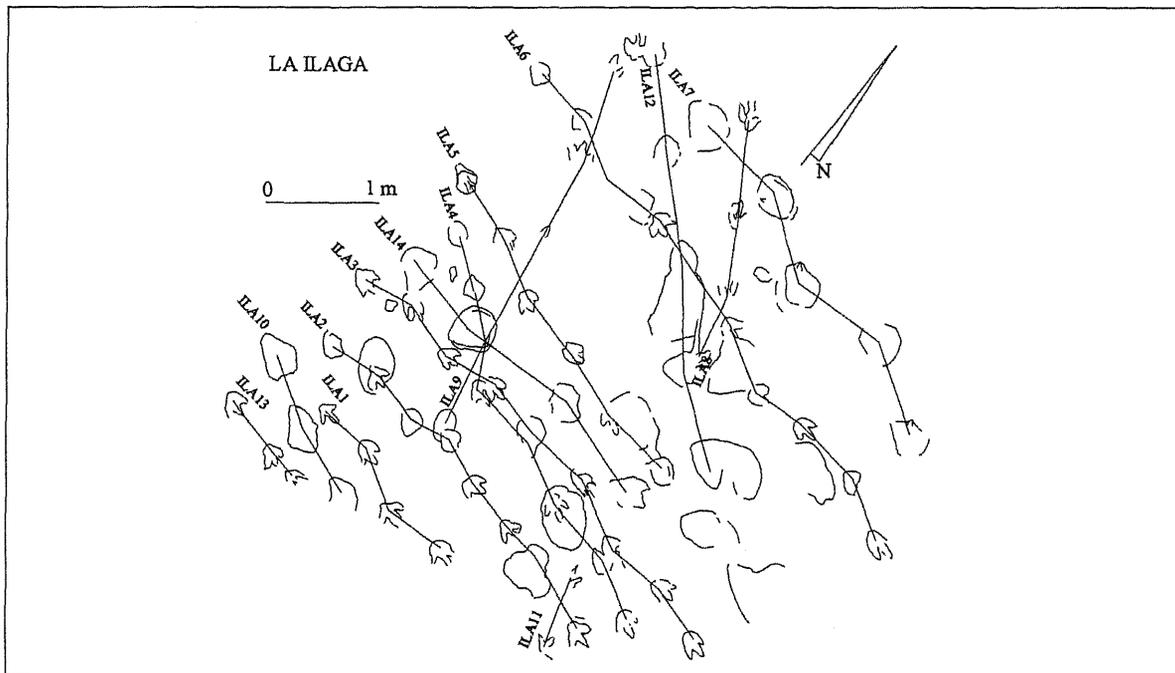


Figura 4. Representación de las rastrilladas

TABLA 3 A

pie	l	l <sub>t</sub>	a	O	Ar	Lr	P	Ap	z	h	II-III-IV 19--21----	II <sup>o</sup> III <sup>o</sup> IV 4--57	z/h	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	(l-a)/a	Ar/a	z/l	prof
ILAI5	31																		
ILAI4.4		46	35																
ILAI43		43					118												
ILAI4.2							133												
ILAI41							94												
media		44	35				115												
ILAI3.3												49--49							
ILAI3.2	27		23				14			133	20--22--22	60--33							
ILAI3.1	27		23				63			133	20--24--21	38--39							
media	27		23				38			133	20--23--21	49--40							
ILAI2.5			25																
ILAI2.4			31				113	176	235							0'08			
ILAI2.3			31			2'5	29	116	170	231									
ILAI2.2					6		117	165	230										
ILAI2.1					7		116												
media			29		5	29	115	170	232										
ILAI1.2							75												
ILAI1.1	24									120	19--22	41							
ILAI0.3			33								16--17	44							3
ILAI0.2		56	35		4	45	88	170	172										5'5
ILAI0.1		51	40				85												4
media		53	36		4	45	86	170	172										
ILAI9.5												35							
ILAI9.4							100		207		-----22	40--60	1'5	6'6	5'0			7'4	
ILAI9.3							107	180											
ILAI9.1	28		20							136						0'4			
media	28		20				103	180	207	136	-----22----	37--60	1'5	6'6	5'0	0'4		7'4	
ILAI8.4	34		27	0						161	22-----16	68--35				0'22			
ILAI8.3	32			7			112	180	195	153	-----25	40	1'2	5	4'3			5'9	
ILAI8.2				-11			82	158	155				1'0	3'4	3'4			4'6	
ILAI8.1					10		75				-----25--20	60							
media	33		27	-1	10	10	90	169	175	157	22--25--18	56--35	1'1	4'2	3'8	0'22		5'3	
ILAI7.5		55	55													0			9
ILAI7.4		49	46	-20	19	81	111	143	210							0'06	0'4		9
ILAI7.3		50	40	18	16	76	111	145	204							0'25	0'4		10
ILAI7.2		50	40	-9	12	67	101	153	211							0'25	0'3		9
ILAI7.1		59	46	0			115									0'28			9
media		52	45	-3	16	75	110	147	208							0'17	0'4		

UN NUEVO YACIMIENTO DE ICNITAS DE DINOSAURIO LA ILAGA (TERROBA, LA RIOJA, ESPAÑA). SUELO FLEXIBLE Y RASTRILLADAS PARALELAS

TABLA 3 B

pie	l	l <sub>t</sub>	a	O	Ar	Lr	P	Ap	z	h	II-III-IV	II <sup>III</sup> IV	z/h	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	(l-a)/a	Ar/a	z/l	prof
ILA6.10	37		22							175	25-25----	28---18				0'6			
ILA6.9	22		22	-8	6		75	164	150	112			1'1	3'9	3'6	0	0'27	5'5	
ILA6.8	29		24	-10	5	31	75	164	137	140	16-20-19	49---33	1	2'4	3'3	0'21	0'2	5	
ILA6.7	25		24	-21	40	45	62	146	137	124			1'0	2'4	3'3	0'05	0'4	5	
ILA6.6	27						81		135		---19-19	-----53							
ILA6.5									137				1'0	2'4	3'3			5	
ILA6.4	27		27							135	19-19-17	45-48				0			2'5
ILA6.2	25		22						145	124			1'1	3'7	3'5			5'3	
ILA6.1	25		25				66			124						0'1			
media	27		24	-13	16	38	72	158	143	133	20-21-18	41---38	1'1	3'6	3'4	0'12	0'3	5'16	5
ILA5.6																			
ILA5.5				19	3	35	81	168	154		---25-21	-----40	1'2	4'5	3'8			6'1	3
ILA5.4	25		21	10	4	32	75	170	155	124	19-21---	30-----	1'2	4'5	4	0'19	0'19	6'2	5
ILA5.3	25		25	-4	5	39	77	160	152	124	21-24-24	40-48	1'2	4'4	3'8	0	0'2	6	2'5
ILA5.2					2	35	75	172	156				1'2	4'6	3'9			6'2	4
ILA5.1		34	25				81									0'35			4
media	25	34	24	8	3	35	77	168	154	124	20-23-22	35-44	1'2	4'5	3'9	0'28	0'19	6'1	
ILA4.8	31		25							150	19 25----					0'25			3'5
ILA4.7	29			0	6	34	72	165	149	140			1	3'4	3'4			4'9	2
ILA4.6	31		27				76			150	19-27-19	30-48				0'14			4'5
ILA4.5									151				1	3'6	3'5			5	4
ILA4.4	31		25						150		---25----					0'24			
ILA4.3													0'76					3'1	
ILA4.2	29		24													0'2			4
ILA4.1	29		21				62									0'38			4
media	30		24	0	6	34	70	165	150	147	19-25-19	30-48	0'9	3'5	3'4	0'24		4'5	
ILA3.9	32		24							153	15-22-21	34-41				0'33			
ILA3.8	31		21	8	4	36	69	166	140	150	---22-20	-----37	0'9	3	3'1	0'47	0'2	4'2	3
ILA3.7	37			7	6	39	71	159	150	173	---31-19	18-36	0'9	3'3	3'3			4'5	4
ILA3.6	37		20				81			173						0'85			2
ILA3.5									137				0'9	2'8	3'3			4'1	
ILA3.4	31		25							150	16-25-19	38-40				0'25			2'5
ILA3.3	26		24	-16	7	34	60	151	131	128	21-20-16	30-40	0'8	2'6	2'9	0'08	0'3	3'9	1
ILA3.2	34		22	-13	7	37	72	150	131	160	21-25----	32	0'8	2'6	2'9	0'5	0'3	3'9	4'5
ILA3.1	34		27				62			160	20-24-22	25-41				0'25			4'5
media	33		23	-3	6	37	69	156	135	156	19-24-19	29-39	0'8	2'8	3	0'39	0'27	4'1	

TABLA 3 C

pie	l	l <sub>t</sub>	a	O	Ar	Lr	P	Ap	z	h	II-III-IV	II <sup>IV</sup> IV	z/h	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	(-a)/a	Ar/a	z/l	prof
IIA2.8	34		31							161	---26--22	45---50				0'08			5
IIA2.7					4	32	65		136				1	3'2	3'2			4'8	2'5
IIA2.6	26		26	10	5	32	74	164	131	128	20-22-20	44--32	0'9	3	3'1	0	0'19	4'6	5'5
IIA2.5	27		26	-34	5	32	62	160	117	133	20-21-17	28--55	0'8	2'5	2'8	0'04	0'19	4'3	2
IIA2.4	26		25	-17	9	42	59	140	100	128			0'7	3	2'4	0'04	0'35	3'5	5'5
IIA2.3					6	40	49	151	107				0'7	2'16	2'5			3'8	6'5
IIA2.2	27		26	-13	5	35	62	162	119	133	21-21-17	34---44	0'8	2'5	2'8	0'04	0'19	4'2	5
IIA2.1	29						57			141									4'5
media	28		27	-13	6	35	61	157	118	138	20-23-19	38--34	0'8	2'5	2'8	0'04	0'2	4'2	
IIA1.4			27								20-----	54---27							
IIA1.3				-8	10		71	146	136		24-----	37---71	1	3'2	3'2			4'8	1'5
IIA1.2	29		24	4	7	40	70	150	127	140	20-24-19	36--36	0'9	2'9	3'1	0'21	0'29	4'5	2
IIA1.1	27		24				61			135	14-25-15	43--37				0'12		1	
media	28		24	-2	9	40	67	148	131	137	20-24-17	42---43	1	3'0	3'1	0'16	0'29	4'7	

**Rastrillada ILA3** (Tabla 3b)

En ella hay 9 huellas lo que supone el segundo rastro en número de pisadas de este afloramiento. Casi todas las pisadas interfieren con otras secuencias de pasos y sólo se libran de esta deformación ILA3.1, ILA3.3, ILA3.8, ILA3.9. La profundidad de las marcas es diferente (probablemente debido al estado variable de dureza del barro) pues, mientras ILA3.3 apenas penetra 1 cm en la roca, ILA3.1 e ILA3.2 tienen 4'5 cm de profundidad.

Las marcas son tridáctilas formadas por dedos relativamente largos e independientes. Los dedos deberían tener almohadillas, de las que han quedado marcas impresas en ILA3.2 (marca de una almohadilla del dedo II). La marca del dedo III de ILA3.6 es como una incisión estrecha de la roca debido a su estrechamiento provocado por la caída del barro, que oblitera la señal.

A pesar de que la anchura relativa del pie es estrecha ( $[l-a]/a=0'39$ ) y que el tipo de pista también es muy estrecha ( $Ax/a=0'27$ ), la extremidad es gruesa ( $z/l=4'1$ ) y la velocidad de marcha lenta (3Km/h).

Las icnitas se clasifican como terópodos grandes.

**Rastrillada ILA4** (Tabla 3b)

Esta rastrillada está compuesta por 8 huellas de las que falta ILA4.3, aplastada probablemente por otra huella mayor ILA4.2. De ILA4.1, ILA4.2, ILA4.5, sólo queda un hueco ovalado. ILA4.3, ILA4.4, ILA4.5, ILA4.6 e ILA4.7 se superponen con otras icnitas. Las restantes muestran mejores detalles. La profundidad media de las huellas es de 4 cm.

Las huellas son estrechas ( $[l-a]/a=0'2$ ) y la rastrillada muy estrecha. Como en los grupos anteriores, las extremidades resultan gruesas ( $z/l=4'5$ ) y la velocidad de marcha, andar lento (3'5 Km/hora).

La dirección de las huellas es ligeramente distinta que la de los rastros anteriores. De todas maneras la línea media tiende a hacerse paralela con ellos desde la parte media (ILA4.4) en adelante.

Son huellas terópodos grandes.

**Rastrillada ILA5** (Tabla 3b)

Es un rastro formado por 6 huellas de las que ILA5.3 es la más completa, y son incompletas ILA5.2, ILA5.5 e ILA5.6. La última, ILA5.6, es un hueco subcircular en el suelo que se añade a esta rastrillada porque es la huella de un pie (con rebaba que la circunda) y por encontrarse en la continuación lógica de la secuencia de pasos. A esta icnita se le superpone ILA23 que la deforma ya que empuja el barro hacia su interior y, además, le produce una pequeña rotura. La profundidad de las marcas es de unos 4 cm.

Son tridáctilas. En algunas (ILA5.1, ILA5.5) el dedo III tiene marcas de almohadillas. Es muy probable que los dedos fueran largos y relativamente independientes. ILA5.1 resulta alargada hacia la parte proximal debido a la impresión de al menos parte del metatarso.

Es un rastro similar a los anteriores en varios aspectos. Las huellas son estrechas y el rastro muy estrecho. En este caso la velocidad es también andar lento (4 Km/hora) aunque en el límite con el andar a velocidad moderada. Otro hecho similar es que la dirección y el sentido de la marcha son paralelos a los de las rastrilladas ya descritas de este afloramiento.

Lo distingue de los rastros anteriores que las extremidades resultan normales, muy cerca del límite en el que pasan a delgadas, y la longitud de la pisada que, como algunas de las cifras anteriores, coloca a las icnitas entre terópodos grandes y pequeñas.

**Rastrillada ILA6** (Tabla 3b)

Si estuviera completa tendría 10 icnitas pero faltan ILA6.3 (aunque hay una depresión suave en el lugar en donde debería encontrarse) e ILA6.5 que no podemos ver porque está asociada a una marca mayor (si bien se aprecia parte de su contorno). La preservación de las primeras pisadas es deficiente ya que están a lo largo

TABLA 4

huella	ILA7.1	ILA7.2	ILA7.3	ILA7.4
altura	1 cm	variable, pero de varios centímetros		
anchura	8 cm	10 cm	15 cm	22 cm

de una fractura de la roca. Las que mejor se conservan son ILA6.4, ILA6.8, ILA6.10. La profundidad media de las impresiones es de 2'5 cm.

Las huellas son tridáctilas, con dedos aparentemente fuertes pero independientes y de terminación acuminada. No se observan marcas de almohadillas, y posiblemente el talón fuera saliente.

Es necesario examinar con cuidado los datos de esta rastrillada porque tiene una parte anómala que proporciona cifras negativas que no se deben emplear en el tipo de análisis que aquí se hace. Por tal razón los datos medios han de quedar excluidos y, para determinar el tipo de rastrillada (Ar/a), analizar solamente los anteriores a ILA6.8.

Las icnitas las clasificamos como terópodos grandes.

#### **Rastrillada ILA7 (Tabla 3a)**

Es una pista diferente a las anteriores, formada por 5 huellas ovaladas, sin señales de los dedos, algo más largas que anchas y con la parte proximal saliente.

En ILA7.2, ILA7.3 e ILA7.5 queda marcado el hallus, mientras que en todas las demás huellas no se puede observar - el estrato está fracturado donde debería hallarse su impresión.

Las cuatro primeras improntas tienen rebabas relativamente amplias en su parte delantera y en las laterales (Tabla 4).

La disposición de las rebabas indica que el barro fue empujado hacia adelante cuando el pie tocaba el suelo y lo hundía, con lo que resulta ser una estructura de la fase T (es decir del tiempo en el que el pie iba penetrando en el suelo).

En ILA7.2, ILA7.3 e ILA7.4 hay recristalización de calcita en el lugar en el que debería encontrarse el dedo IV y que va alternando de una huella a otra, por lo que debemos considerar la posibilidad de que, al formarse la huella, el dedo IV origine cierta debilidad en la roca que después facilita su rotura y relleno por el aporte de calcita. En el estrato hay otras recristalizaciones similares.

En ILA7.3, la prolongación de la parte proximal es mayor, con lo que la impresión del metatarso es más larga. Esto no significa que el dinosaurio fuese semiplantígrado, sino que en ocasiones, pies cuyo metatarso no es perpendicular al suelo, se hundan más de lo normal. Esta apreciación coincide con que la profundidad de esta huella es mayor y la rebaba que la rodea, más alta y más amplia que las demás del rastro.

De las medidas hechas se deduce que las extremidades eran gruesas, el pie estrecho y la pista también muy estrecha (aunque la amplitud del rastro es grande), características de todas las rastrilladas anteriores. Pero la longitud de todas estas huellas es mayor (en torno a 50 cm), la profundidad también es mayor (alrededor de 9 cm) y la zancada supera los 2 metros. Aunque pudiera tratarse de un dinosaurio de mayor tamaño, los argumentos apuntan en sentido contrario:

1° En los rastros semiplantígrados de dinosaurios, la zancada es mayor que en los digitígrados (Kuban, 1989).

2° La anchura mayor de la huella es aparente. No hay marcas de dedos que concreten cual es la anchura del pie que la produjo. Las observaciones apuntan que la anchura del pie era bastante menor que la de la impronta.

3° Como se verá más adelante, estas huellas tienen estructuras debidas al comportamiento semielástico de láminas planas algales.

***Rastrillada ILA8*** (Tabla 3a)

Rastro formado por cuatro huellas de las que ILA8.1 e ILA8.2 son incompletas. En ellas sólo hay uno o dos dedos debido a la impresión de otras huellas posteriores que las deforman. Es probable que esta pista sea la continuación de ILA11 que tienen la misma dirección y sentido de marcha - en este caso la rastrillada tendría, si estuviera completa, 9 huellas (2 de ILA11, 4 de ILA8 y tres intermedias no marcadas). Como la longitud de paso no es la misma, y como no coincide bien la posición de las pisadas derechas e izquierdas, se opta por considerarlas aparte.

La dirección que lleva esta rastrillada es diferente a la de las vistas hasta ahora (N-NW) pero las características son similares. Al estar las huellas incompletas no se pueden establecer con exactitud ni la velocidad ni otros parámetros, pero el hecho de que no estén separadas de la línea media y la longitud de paso sea mayor permiten suponer que son icnitas terópodos grandes producidas por un dinosaurio que probablemente se desplazaba a velocidad mayor.

***Rastrillada ILA9*** (Tabla 3a)

Es una rastrillada incompleta de 5 huellas en la que falta ILA9.2 - porque se le superpone ILA14.2. De ILA9.3 sólo ha quedado impreso un dedo. Como en casos anteriores, por similitud con las huellas de las 6 primeras rastrilladas descritas, debe tratarse de icnitas terópodos grandes, aunque no se puede decir mucho de ellas porque faltan datos básicos.

La trayectoria es hacia el Norte, casi paralela a ILA8, y como en ella, el paso es mayor y la amplitud de rastrillada debe ser mucho menor que el de las rastrilladas primeras. La velocidad, en consecuencia, tiene que ser también mayor.

***Rastrillada ILA10*** (Tabla 3a)

De esta rastrillada se citan tres huellas, aunque probablemente parte de la cuarta pisada aflore por debajo del estrato calizo superior.

ILA10.1 que es la mejor formada, tiene 51 cm de longitud, 40 cm de anchura y 4 cm de profundidad. De las otras dos marcas, que coinciden en cuanto a medidas con la anterior, sólo queda una suave depresión.

Probablemente estas marcas sean de un dinosaurio mayor que los que marcaron las pistas ILA1 a ILA6, pero coincide con ellos en la dirección y sentido de marcha.

***Rastrillada ILA11*** (Tabla 3a)

Está formado por dos huellas incompletas. Aunque la terminación de varios dedos es muy aguda, este detalle es secundario porque se debe a la caída de barro hacia el interior de la pisada. Junto a estas huellas se han citado también estructuras similares en ILA2.8 y en ILA3.6.

Como ya se ha comentado, es posible que ILA8 sea la continuación hacia el norte de la rastrillada a la que pertenecen este par de icnitas.

Las características de forma de las pisadas permite clasificarlas en terópodos grandes.

***Rastrillada ILA12*** (Tabla 3a)

Del examen del conjunto de huellas del yacimiento se observa que hay una serie de marcas redondeadas, que:

- Son de tamaño similar
- La distancia entre ellas es semejante (entre 113 y 117 cm)
- Se colocan a lo largo de la misma dirección.

Los detalles anteriores obligan a que se considere la posibilidad de que formen parte del mismo rastro. Dicho rastro estaría constituido por 5 marcas irregulares, en las que no han quedado señales de dedos, y que

están elongadas en la misma dirección que la de la posible rastrillada. El eje de las pisadas es paralelo a la línea media

Esta secuencia atraviesa el afloramiento con dirección próxima a ILA8 e ILA9 aunque es ligeramente oblicua a las anteriores. Se desconoce el sentido de marcha.

***Rastrillada ILA13*** (Tabla 3a)

Se encuentra en el borde Sur del yacimiento, y la constituyen tres pisadas que siguen una pista paralela y con el mismo sentido de desplazamiento que el grupo ILA1-ILA6.

Las características de las marcas son congruentes con las terópodos grandes. La profundidad de las pisadas es de unos 2 cm.

***Rastrilladas ILA14*** (Tabla 3a)

Entre ILA3 e ILA5 existen cuatro marcas irregulares, colocadas en una secuencia paralela a las rastrilladas anteriores. Probablemente serán parte del mismo rastro y por lo tanto se consideran así.

ILA14.1 está en una parte de estrato muy fracturada, por lo que suministra pocos datos fiables. La profundidad de esta marca, 12 cm, es mayor que la de las demás. ILA14.2 es similar a las del rastro ILA7, de manera que también hay estructuras de rotura y rebabas. La profundidad de esta huella es de 7 cm.

En ILA14.4 se dibuja la marca de los dedos que es corta y amplia. La forma aguda de la parte proximal de la pisada quizá haya sido impresa por el metatarso.

A partir de ILA14.4, aunque hay más huecos en el suelo, no se han considerado pertenecientes a este rastro debido a la arbitrariedad que tal decisión conlleva.

***Huellas aisladas***

En el borde superior del yacimiento se encuentra ILA15, aislada, muy similar a todas las icnitas terópodos descritas, pero aparentemente sin relación con ninguna secuencia del afloramiento. Se dirige hacia el Norte.

En la parte SE del estrato, que además es la más erosionada, existen otros huecos irregulares y de disposición desordenada, que en muchos casos se entrecruzan superponiéndose con algunas de las huellas. No se puede decir que exista relación alguna y no sabemos si son huellas y, ni siquiera, si son calcos.

## 2.2. FORMACIÓN Y ORDEN DE PASO

La primera observación se hace sobre las rastrilladas ILA8, ILA9 e ILA11, que siguen la dirección NNW. Estas pistas tienen características similares en cuanto a longitud de paso y zancada, velocidad, luz de rastrillada, etc. De todas las huellas, la icnita ILA9.1 está sobrepisada por ILA2.4, con lo que se deduce que la primera es anterior. Por asimilación se puede suponer que las tres rastrilladas subparalelas fueron dejadas por dinosaurios que iban juntos y por lo tanto, anteriores a ILA2.

Otras huellas sobrepisadas por ILA2 e ILA4 son ILA21 e ILA26. De esto se deduce que las segundas son también más antiguas, aunque no se puede precisar su situación temporal con respecto a los tres rastros iniciales.

En segundo lugar se produce el paso de un grupo de dinosaurios terópodos grandes, de tamaño parecido, idéntica velocidad de marcha y que dejan rastros que van hacia el Este con andar tranquilo. Las pistas asociadas en este grupo son ILA1, ILA2, ILA3, ILA4, ILA5, ILA6, e ILA13.

Siguiendo también la misma dirección y sentido que las anteriores, se encuentran ILA7, ILA10 e ILA14, aunque de éstas se desconoce si son del mismo tipo de dinosaurio, porque su forma es diferente, pro-

bablemente debida al comportamiento del barro durante la pisada. Algunas de las marcas de estas rastrilladas (ILA14.2 e ILA7.2) son semejantes no sólo en cuanto a forma, tamaño y profundidad, sino que también ambas tienen señales de rotura de la costra algal y rebabas notables, lo cual indica que las marcas se imprimieron sobre suelo con idéntico estado físico y de la misma composición. El hecho de que ILA14.2 esté en el lugar que debería estar ocupado por ILA4.3 e ILA9.2 demuestra que la primera de las tres es la más moderna.

En el conjunto se han separado las marcas englobadas en la rastrillada ILA12, debido a que se encuentran en una secuencia lógica de pasos de un rastro. Dada la deformidad de las huellas, no se tienen datos concretos. Si esta secuencia es parte de una rastrillada (ILA12), ésta es posterior a las anteriores puesto que las afecta: ILA8.1 está afectada por ILA12.2; ILA15 afectada por ILA12.5. La dirección que sigue ILA12 es NW-SE, distinta a las demás; no se sabe el sentido de marcha.

Finalmente hay marcas irregulares, algunas de las cuales son posteriores. Este hecho se aprecia con claridad en ILA5.6 en cuyo fondo hay barro ciado al imprimirse ILA23. Otras huellas como por ejemplo: ILA8.1, ILA6.6, ILA5.5, ... están borradas en parte por alguna de las marcas irregulares posteriores.

### 2.3. ICNITAS ALARGADAS

Las rastrilladas ILA7 e ILA10, aunque de contorno sin detalles, tienen todas sus huellas con terminación trasera alargada, así como las dos últimas de ILA14, de manera que suponemos que parte de la marca se debe a la impresión del metatarso. Son características comunes a las icnitas de estas rastrilladas que:

- a) En ninguna de ellas se aprecia la marca de los dedos delanteros (II, III, IV) excepto en ILA14.4.
- b) Son las marcas más profundas de todo el afloramiento.
- c) En algunas de ellas ha quedado marcado el hallus como una leve depresión.

La profundidad y la marca del hallus, son congruentes con la impresión del metatarso, o de parte de él debido a que el pie se hunde en el suelo al estar blando el sustrato, siguiendo el mismo criterio que Aguirrezabala et al., (1980). Es posible que la prolongación trasera de ILA5.1 tenga esta misma explicación.

## 3. ESTRUCTURAS DEL TECHO RELACIONADAS CON LAS ICNITAS

Al pasar los dinosaurios por el suelo fangoso, que era el que existía en este yacimiento, se imprimieron sus huellas. La parte superficial del estrato se desplazó y deformó debido a su influencia.

En general la forma de la marca producida depende:

- De elementos y procesos activos y pasivos que existían en el momento de su formación, como el peso, tipo y conducta del animal, y propiedades físicas del sustrato en donde pisaba el dinosaurio.
- De la deformación posterior debida a causas geológicas.
- Del estado de conservación actual.

En la Ilaga se han encontrado varias estructuras típicas de algunos de los elementos y procesos, que se describen a continuación.

### 3.1. REBABAS

Según Romero-Molina et al. (2001) estas estructuras se forman cuando el pie penetra en el barro y el fango que había en el hueco, ahora ocupado por el pie, sale hacia los alrededores de la huella. Podemos decir

que rebaba es la forma saliente producida por la acumulación de barro en los bordes de una pisada debido al desplazamiento de aquel al ser desalojado por la presión del pie (modificado de Pérez-Lorente, 2001). La cantidad de barro desplazado depende de la viscosidad y de la presión ejercida por el pie (Pérez-Lorente, 2001) durante las fases Te y W (Thulborn et al. 1989). Según la forma de las rebabas se puede en ocasiones saber cual fue el movimiento del pie.

En las huellas del rastro ILA7 se observa que las rebabas están mejor desarrolladas por delante y por los laterales. Esto nos indica que el animal ejerció su presión hacia el Este y por lo tanto que el sentido de marcha más probable fuese también hacia el Este. Esta orientación está de acuerdo con el estrechamiento de la parte occidental de algunas de las huellas, con la posición del hallus y con el sentido de marcha predominante de las rastrilladas de este yacimiento.

En todo el afloramiento, las rebabas están asociadas a las pisadas más profundas y no forman una franja abrupta alrededor de las huellas, sino que son ondulaciones amplias y poco acentuadas. Probablemente, y de acuerdo con lo que se va a escribir más adelante, había una capa superficial, coherente y flexible, bajo la cual fluyó el barro que desplazaba el pie (figura 5).

### 3.2. OBLITERACIÓN

Como ya ha descrito Pérez-Lorente (2001) una vez que el pie sale del barro, hay casos en que una parte del lodo desplazado cae al interior, provocando que se cierre parcial o totalmente, el hueco dejado por el autopodio. La caída hace que la marca de los dedos quede más estrecha de lo que era al originarse, llegando incluso a quedar una simple raya (cicatriz) como señal de los mismos.

Hay varias pisadas de este yacimiento en las que se produce esta caída de manera que en ILA3.6 e ILA3.7 la señal correspondiente al dedo III es una especie de estría, como una cicatriz dejada por el cierre total de la hendidura.

### 3.3. FLEXIÓN Y ROTURA DEL SUELO

Como ya se ha mencionado, durante la fase T y W (figura 5) el pie ejerce presión sobre el suelo que pisa, provocando que el barro se desplace hacia los lados y hacia arriba. Esta deformación, que modifica o destruye estructuras sedimentarias anteriores, puede quedar conservada permanentemente.

Las condiciones físicas del suelo son muy variables, de manera que la forma de las huellas será también variable. Además de las condiciones relativas a las propiedades físicas del barro, es necesario tener en cuenta si en él se desarrolla algún tipo de actividad orgánica capaz de producir algún efecto diferente, como pueden ser las algas.

En La Rioja hay bastantes afloramientos en donde los dinosaurios pisaban encima de láminas algales más o menos desarrolladas y potentes. Al menos en ocasiones, debajo de las mallas de algas, el barro está más blando, lo que permite que la lámina superficial pueda doblarse. Las estructuras que se encuentran, dependen del grosor de las láminas de algas, y del estado físico y espesor de la capa de barro blando que existe inmediatamente debajo.

En este afloramiento, hay bastantes icnitas, relativamente profundas en las que no se marcan las estructuras de los dedos, a no ser la del hallus. Estas huellas están rodeadas, frontal y lateralmente, por una rebaba poco pronunciada y amplia que acoge a todo el barro desplazado por debajo del pie. La estructura en la que el pie se

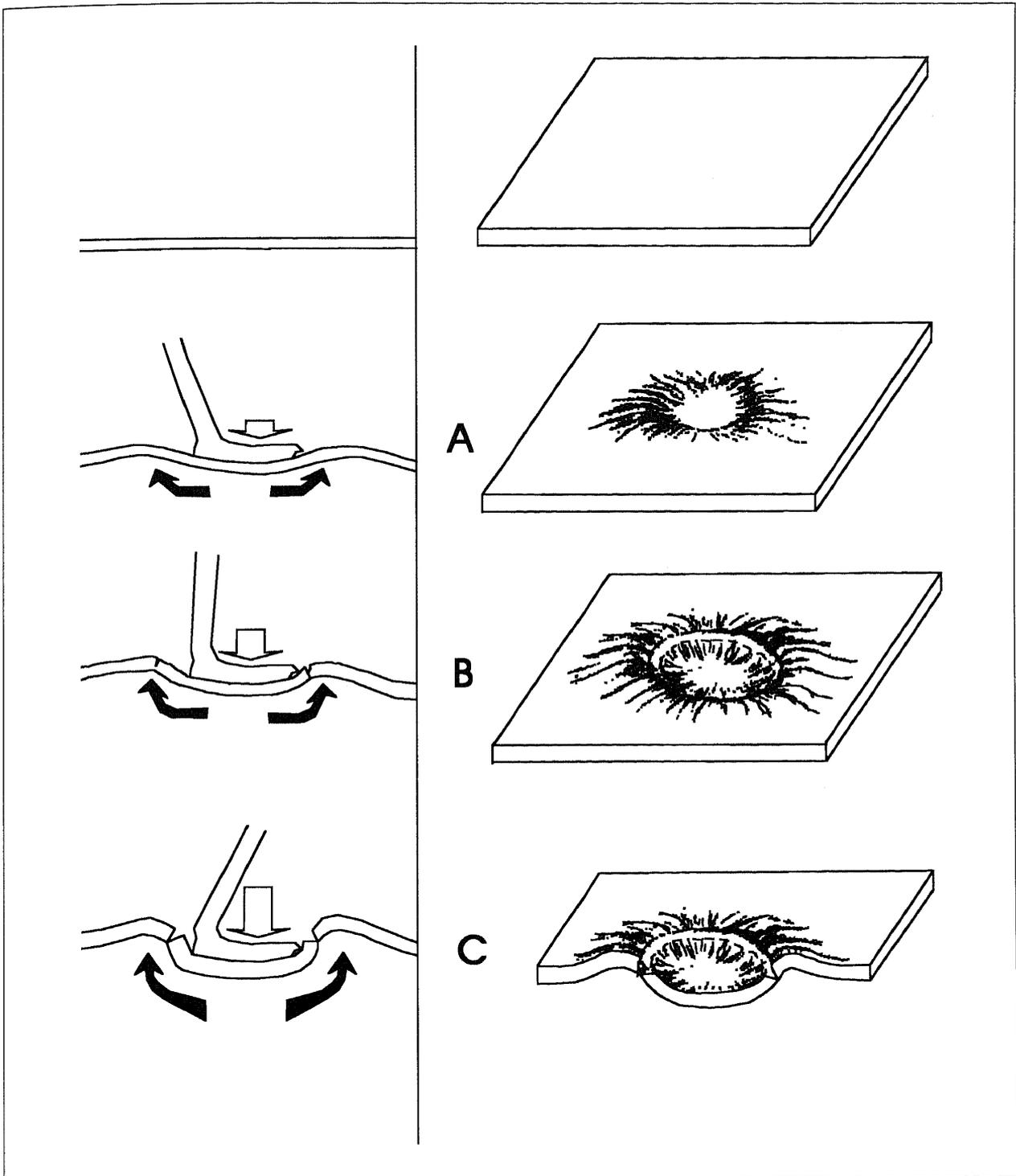


Figura 5.- Esquema de formación de las roturas

A - El dinosaurio pisa el suelo y comienza a hundirse la costra flexible. B - El pie se va hundiendo y el barro que hay bajo la costra fluye pero no extruye porque se lo implide la costra flexible. Comienza a romperse la costra flexible. C - Sigue la rotura de la costra produciendo una cicatriz subcircular. No quedan marcas de los dedos debido a la rigidez de la costra; el pié no la atraviesa sino que la hunde bajo su «planta».

hunde pero no atraviesa la capa superficial se produce porque ésta es flexible. No ocurre lo mismo en el lugar en el que se encuentra el hallus, que queda marcado, porque éste no incide paralelamente al suelo sino verticalmente o con cierta inclinación. Habría pues una capa flexible superficial bajo la cual el barro estaba muy blando

A veces se supera el límite de flexibilidad de la lámina, y ésta se rompe parcialmente dando una cicatriz circular que limita la parte hundida de la pisada (figura 5). El barro blando infrayacente no sale porque cuando la tensión en la lámina supera su resistencia, el barro ya ha sido desplazado. Probablemente el espesor de la lámina flexible (suponiendo que el aplastamiento de la capa desde su enterramiento a la litificación fue del orden del 50%) era mayor de 8 centímetros.

### 3.4. GREGARISMO

En este afloramiento hay huellas profundas y superficiales que pueden tener unas caracteres diferentes de las otras. Por una parte hay huellas profundas y redondeadas y sin marcas claras de los dedos, mientras que por otra, hay icnitas poco marcadas en las que se distingue bien la forma de los dedos. Esta diferencia podría deberse a las siguientes razones:

1ª Las produjeron dinosaurios de grupos taxonómicos diferentes.

2ª Los dinosaurios que las dejaron eran del mismo grupo pero pasaron en momentos diferentes.

3ª Las propiedades físicas del suelo del afloramiento variaban mucho de un punto a otro, incluso durante el mismo momento en que pasaron los dinosaurios.

De estos puntos no parece que el último sea cierto porque las rastrilladas con ambos caracteres alternan. Lo más probable es que:

a) En el primer momento de la historia de este yacimiento, el barro no tuviese ninguna discontinuidad física importante en su superficie (se marcaron muchos de los rastros en los que se identifican las señales de los dedos, e incluso hay estructuras de obliteración debidas a la poca viscosidad, o elevada fluidez, del barro que cae al interior de los huecos de los dedos).

b) Se desarrollara una capa con algas superficial, levemente flexible y resistente, de varios centímetros de espesor. Esta disposición originó una superficie de fuerte discontinuidad física, bajo la cual se acumuló más agua (se marcaron los rastros en los que no se identifican los dedos delanteros).

Los dinosaurios que dejan las secuencias paralelas son del mismo grupo icnológico si se tienen en cuenta tanto las características de las huellas como las de las rastrilladas (paso, zancada, dirección, etc.).

Unos dinosaurios atravesaron el lugar antes, y otros después, de que se hubieran desarrollado las algas. En ambos casos las direcciones de las rastrilladas son paralelas por lo que probablemente fueran grupos de comportamiento gregario. Debido a la pequeñez del afloramiento no disponemos de criterios para pensar en que no fueran condiciones de hábitat o barreras naturales las que condicionaran la dirección de las rastrilladas.

## 4. CONCLUSIONES

El yacimiento de la Ilaga tiene gran cantidad de icnitas si se considera su número en relación con las dimensiones del afloramiento; prácticamente todo el estrato está cubierto de huellas.

Casi todas las huellas están formando parte de rastrilladas que se agrupan en tres conjuntos paralelos de direcciones W-E, SSE-NNW y SE-NW.

La forma de las pisadas indica que el barro se comportó de manera diferente en dos momentos de la historia del yacimiento, una en el que el barro era de características físicas homogéneas y otra en la que se formó una costra flexible debido, a las algas que se desarrollaron en la superficie, o a cambios en la humedad y propiedades físicas del suelo.

En el primer grupo se distinguen dos asociaciones según la deformación que producen en el barro. Las características generales conducen a pensar en comportamiento gregario de los dinosaurios que las imprimieron.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Angel Colón, a su familia y a José Antonio Íñiguez, el alcalde, por habernos mostrado el yacimiento y por todas las atenciones que han tenido con nosotros durante los días de trabajo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirrezabala, L. M., Viera, L.I., 1980.- Icnitas de dinosaurios en Bretún (Soria). *Munibe*. (32), 257-279.
- Alexander, N., 1976.- Estimates of speed of dinosaurs. *Nature*. (261), 129-130.
- Álvarez, S., y 29 más 2001.- El yacimiento de huellas de dinosaurios de Hornillos de Cameros (La Rioja. España). *Zubía*. (18), 73-95.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., 1990.- Huellas de dinosaurio en Soto de Cameros (La Rioja. España). *Zubía*. (8), 47-91.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., 1995c.- Huellas fósiles de dinosaurios de la Rioja. Nuevos yacimientos (La Rioja. España). *Ciencias de la Tierra*. (18), 27-31.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., Torcida, F., 1992.- Un grupo de saurópodos en el yacimiento Soto 2. La Rioja. España. *Zubía*. (10), 45-52.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., 1989.- *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Yacimientos de Valdecevilla, la Senoba y la Virgen del Campo*. IER. *Ciencias de la Tierra*. (12), 190 pp.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., 1995a.- Un terópodo carnosaurio en el camino de Treguajantes (La Rioja. España). *Ciencias de la Tierra*. (18), 13-14.
- Casanovas, M. L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., 1995b.- Icnitas terópodos y saurópodos en La Cela. Muro en Cameros (La Rioja. España). *Ciencias de la Tierra*. (18), 17-24.
- Demathieu, G. R., 1986.- Nouvelles recherches sur la vitesse des vertébrés, auteurs des traces fossiles. *Geobios*. (19), 327-333.
- Gómez Fernández, J. C. 1992.- *Análisis de la cuenca sedimentaria de los Cameros durante sus etapas iniciales de relleno en relación con su evolución paleogeográfica*. Tesis Universidad Complutense de Madrid. Mem. inéd. 343 pp.
- Haubold, H., 1971. *Ichnia amphibiorum et reptiliorum fossilia*. En O. Kuhn ed. *Handbuch der Paläoherpetologie*. (18:18), 124 pp.
- Hernández, A., Ramírez, J. J., Olivé, A., Álvaro, M., Ramírez del Pozo, J., Meléndez, A. 1990.- *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000, Hoja nº 242. Munilla*. ITGE. Hoja y Memoria.

- Kneuper-Haak, F., 1965.- Ostrakoden aus dem Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten). *Beihefte Geologischen Jahrbuch*. (44), 165-209.
- Kuban, G., 1989. Elongate dinosaur tracks. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette y M.G. Lockley eds. Cambridge University Press. 57-72
- Martín Closas, C., Alonso, A., 1998.- Estratigrafía y biostratigrafía (Charophyta) del Cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica). *Revista de la Sociedad Geológica de España*. (11), 253-269.
- Más, R., Alonso, A., Guimerá, J. 1993.- Evolución tectonosedimentaria de una cuenca extensional intraplaca: la cuenca finijurásica-eocretácica de los Cameros (La Rioja-Soria). *Revista de la Sociedad Geológica de España*. (6), 129-144.
- Moratalla, J. J., 1993.- *Restos indirectos de dinosaurios del registro español: Paleoicnología de la Cuenca de Cameros y paleoología del Cretácico superior*. Tesis doctoral. U. Autónoma de Madrid.(Mem. inéd)
- Moratalla, J. J., Sanz, J. L., Jiménez, S., Lockley, M. G., 1992.- A quadrupedal ornithopod trackway from the early Cretaceous of La Rioja (Spain): inferences on gait and hand morphology. *Journal of vertebrate Paleontology*. (12), 150-157.
- Pérez-Lorente, 1996.- Pistas terópodos en cifras. *Zubia*. (14), 37-55.
- Pérez-Lorente, F., 2001.- *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Ed. Cultural Joven. 227 pp.
- Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M. M., Pereda, J. C., 2000.- Icnitas ornitópodas del Contadero (Torremuña, La Rioja, España). Estructuras de barro y baja velocidad de marcha. En *Investigación humanística y científica en La Rioja*. Tomo homenaje a J.L. Fernández Sevilla y M. Balmaseda Aróspide. IER. 29-41.
- Romero-Molina, M. M., Pérez-Lorente, F., Rivas, P., 2001.- Estructuras asociadas con huellas de dinosaurio en La Rioja (España). *Zubia*. (19), 61-96.
- Salomón, J., 1982.- *les formations continentales du Jurassique superieur-Cretacé inferieur en Espagne du Nord (Chaîne Cantabrique et NO Ibérique)*. *Mem. Université de Dijon*. (6), 228 pp.
- Schudack, M., 1987.- Charophytenflora und Fazielle entwicklung der Grezschisten mariner Jura/Wealden in der nordwestlichen Iberischen Ketten (mit vergleichen zu Asturien und Kantabrien). *Palaeontographica*. (B. 204), 1-180.
- Thulborn, T., 1990.- *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall ed. 410 pp
- Thulborn, T., Wade, M., 1989.- A footprint as a history of movement. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette y M. G. Lockley eds. Cambridge University Press. 51-56.