

LA PELLEJERA: DESCRIPCIÓN Y APORTACIONES. HETEROCRONÍA Y VARIABILIDAD DE UN YACIMIENTO CON HUELLAS DE DINOSAURIO DE LA RIOJA (ESPAÑA)

LUIS ENRIQUE REQUETA LOZA¹
NIEVES HERNÁNDEZ MEDRANO¹
FÉLIX PÉREZ-LORENTE²

RESUMEN

Se muestran los datos procedentes del segundo yacimiento de La Rioja en cuanto a huellas descubiertas sobre la misma capa (tras la Era del Peladillo) y es también el segundo en cuanto a potencial si se limpiara en toda su extensión (tras el del Barranco de Valdegutiérrez). La Pellejera es de gran complejidad por tres factores principales: el gran número de huellas; la heterocronía de las impresiones; y la gran variabilidad del comportamiento del sustrato. La profundidad de las icnitas varía desde menos de 5 mm hasta unos 20 cm y contiene tanto estampas como calcos y subhuellas. En él se encuentra el mayor rastro terópodo pequeño de La Rioja (30 metros y 31 huellas) y las únicas huellas de ornitópodos semiplantígrados halladas en Europa. Estos últimos rastros son de tal rareza que en el mundo sólo se han descrito en un yacimiento de Estados Unidos.

Palabras clave: huellas, semiplantígradas, dinosaurios, Cretácico Inferior, Cuenca de Cameros, La Rioja. España.

This study shows data from the second most important track site of La Rioja in footprints discovered in the same bed (first: "Era del Peladillo"). This outcrop is also the second in potential ichnites (first: "Bco. de Valdegutierrez") after a future cleaning of its boundaries (without digging). Three main facts make this study even more complex: the large number of footprints, the fact that not all the footprints belong to the same time period, and the variety of the land behaviour. This track site contains true footprints, undertracks and subprints. Depth footprints changes from less than 5 mm to 20 cm. This outcrop has the longest small theropod trackway of La Rioja (30 meters and 31 ichnites). This track site also has the only semiplantigrated ornithopod footprints discovered in Europe. These trackways are so rare that only another trackway has ever been described in United States.

1. Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja, Portillo, 3, E-25586 Enciso

2. Universidad de La Rioja. Edificio CT. Madre de Dios, 53, E-26006 Logroño

Key words: *semiplantigrated, footprint, dinosaur, Lower Cretaceous, Cameros Basin, La Rioja, Spain.*

0. INTRODUCCIÓN

En el año 2001 Juan José Santos, nos mostró este yacimiento que había descubierto hacía varios años. El lugar era una ladera rocosa sobre la que había abundantes piedras sueltas que dejaban entre ellas espacios de roca sin cubrir. En estos espacios se veían algunas icnitas, en general con estructuras de calcos y algunos huecos muy grandes para que fueran huellas teniendo en cuenta el tamaño y profundidad mayor de la media general (incluidas las de yacimientos no riojanos).

Hace varios años que en La Rioja no se permiten excavaciones paleontológicas sobre icnitas de dinosaurio si no se dispone del proyecto y los fondos para la protección de las superficies afloradas. En este caso, no era necesario excavar para sacar a la luz el techo de ningún estrato, sino eliminar los elementos procedentes de su propia alteración y descomposición.

La primera limpieza se hizo durante el verano de 2002 con alumnos de los cursos de verano y campos de trabajo. El reticulado del yacimiento y la cartografía de las huellas afloradas se hizo con alumnos del curso de Paleocnología de la Universidad de La Rioja en el 2003, año en el que se comenzó su estudio.

El entorno contiene abundantes yacimientos de los cuales algunos estaban estudiados (Álvarez et al., 2000; Viera et al., 1996) y otros (descubiertos por la familia Santos) que fueron descritos más tarde (Pérez-Lorente, 2003). Este yacimiento, junto con otros del entorno, se incluyeron en la lista de Geosites recomendada por ProGEO a la UNESCO y que en España llevó a cabo el IGME. El proyecto en el que se incluyó se llama "Fósiles e icnofósiles del Cretácico Inferior" y se realizó en la Universidad de La Rioja y en la Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja.

El estudio del yacimiento resulta muy complejo por tres factores principales:

- a) el gran número de huellas que contiene
- b) la variabilidad de los procesos de formación de sus icnitas
- c) el número de icnotaxones diferentes y la dificultad de identificación de algunos de ellos.

En el proceso de estudio de los datos seguido por el equipo que presenta este trabajo, se comienza con la descripción del conjunto del afloramiento y de su contenido, en la línea mantenida por la revista *Zubía*. Este trabajo es a su vez necesario para que sirva de referencia a la investigación que se seguirá a continuación. Independientemente, este artículo servirá de base para el inventario y catálogo del IDPI (Icnitas de Dinosaurio de la Península Ibérica) y de los BIC (Bienes de Interés Cultural) del Gobierno de La Rioja.

1. LOCALIZACIÓN

La Pellejera está en la hoja número 242 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (Munilla), en el término municipal de Hornillos de Cameros (La Rioja). El afloramiento ocupa un sector pequeño de la ladera Sur del arroyo de Barbadillos (figura 1). Sus coordenadas UTM para la localización en el MTN 50.000 son: 30TWM452743, a unos 1.025 metros de altitud. La extensión del yacimiento es de 840 m².

Las icnitas se encuentran en una capa de areniscas limosas de dirección N100E y buzamiento 18N. Dicha capa, según la cartografía del mapa geológico a escala 1:50.000 (Hernández *et al.*, 1990), está incluida en la Unidad 21 del Grupo Enciso, denominada Unidad de Hornillos de Cameros-Munilla. La unidad esta constituida por “alternancia de margas, margo-calizas y calizas, a veces arenosas, con esporádicos niveles de areniscas intercaladas.” Según los autores, la edad es Valanginiense-Hauteriviense, de las Facies Weald, Cretácico Inferior. Dataciones aparentemente más precisas, indican que la edad de la unidad sería Aptiense superior-Albiense inferior (Mas y Alonso.,

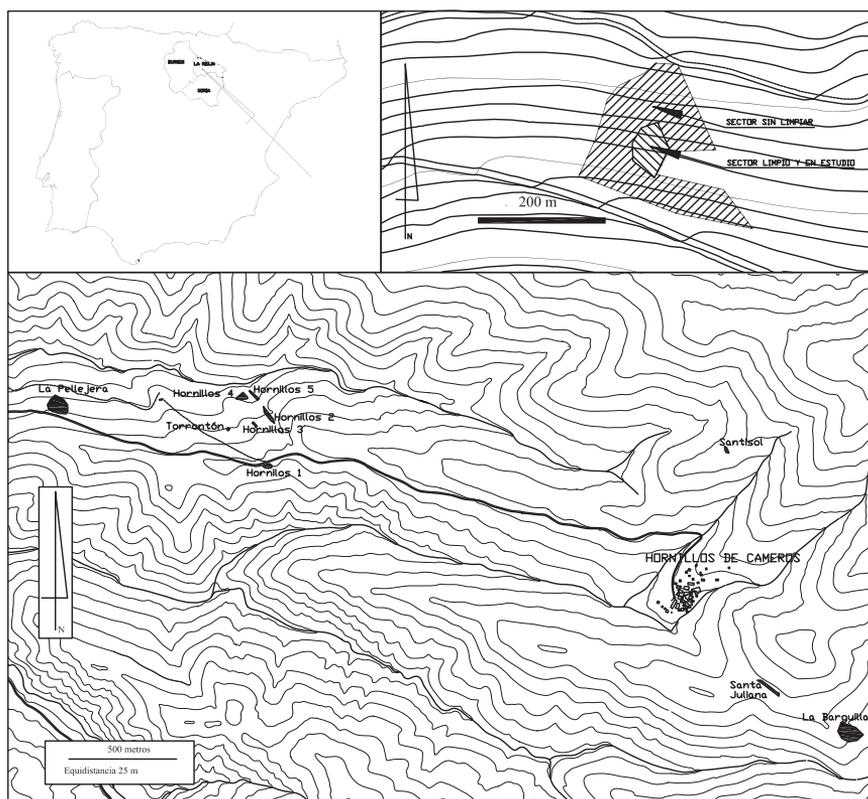


Figura 1. La Pellejera y yacimientos del entorno próximo.

1991), congruente con la edad Barremiense superior-Albiense inferior dada por Doublet (2004) para el Grupo de Enciso.

2. ESTUDIO ICNÍTICO

El total de pisadas encontradas (figura 2) es de 717 de las que 6 son marcas de mano asociadas con marcas de pie. 579 icnitas forman parte de rastros (figura 3), 4 pertenecen a dos pares de huellas y 138 son impresiones aisladas (figura 4) o sin relación con rastrillada alguna.

El signado que se ha adoptado consta de las letras LP (iniciales de La Pellejera) que sirve para denominar el entorno. Como éste es el primer sector que se trabaja (figura 1), el conjunto reproducido se ha llamado 1LP, de manera que en próximos años se irán descubriendo y estudiando 2LP, 3LP, ... Las rastrilladas e icnitas aisladas se escribirán con la secuencia 1LPx, siendo x un número correlativo; por ejemplo 1LP17 sirve para nombrar al conjunto de huellas que forman la rastrillada 17. La primera de las pisadas de la secuencia será 1LP17.1.

En este estudio se incorporan definiciones y conceptos de los cuales algunos han sido poco empleados y otros son nuevos (superficie de marcha, superficie original y superficie de estudio). *Superficie de marcha* (Fornós et al., 2002) es aquella sobre la que camina el vertebrado que deja las huellas. *Superficie original* (Gatesy, 2003) es la superficie de marcha que rodea a la huella y que no ha sido deformada por la pisada. Nosotros vamos a aplicar el nombre de *superficie de estudio*, a aquella sobre la que se examinan o se encuentran las huellas de un yacimiento. En general la superficie de marcha y la de estudio no es la misma, dado que en muchos casos los dinosaurios caminan sobre barro que desaparece antes del depósito de la capa siguiente. Aunque ambas superficies suelen estar en el techo de un nivel sedimentario, esta afirmación no es universal porque los vertebrados también caminan sobre superficies erosivas (superficie de marcha), y porque la erosión posterior a la impresión de las huellas es capaz de eliminar parcialmente niveles superiores a la estampa (superficie de estudio).

Otros conceptos poco empleados son los de estructuras directas e indirectas (Gatesy, 2003) y estampa (Boutakiout et al., 2006). *Estructuras directas* son las que se forman directamente en contacto con la piel del vertebrado (se puede definir como la materialización de la interfase piel/suelo); *estructuras indirectas* son las deformaciones inducidas en los sedimentos por la pisada (que no contactan con la piel). *Estampa* es la estructura directa que reproduce la parte inferior del autopodio. La depresión de cada superficie bajo la pisada se llama *hueco*. El conjunto de estructuras, directas e indirectas son lo que denominamos: pisada, huella, impresión, impronta o icnita.

La nomenclatura empleada para la identificación de las pisadas es la de Romero et al. (2003a) que sintetiza todos los intentos de clasificación hechos hasta dicha fecha.

2.1. Descripción de rastros de La Pellejera

2.1.1. RASTRILLADA 1LPI. (FIGURAS 3 Y 5; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 4 grandes huellas que se continúan con otras hacia la parte superior del yacimiento no estudiadas porque están muy fracturadas. La parte delantera (digitigrada) es redondeada, mientras que la parte posterior se prolonga en un saliente alargado que indica la marca dejada por el metatarso.

La longitud media total de las icnitas (l_t) es de 80 cm pero si se les resta la porción del metatarso impresa se quedan en 54 cm (l). Su anchura es de 50 cm. Las huellas son muy profundas (21 cm) y a excepción de la primera, están ocupadas en su interior por parte del sedimento de la capa superior, que se imbuje en ellas al pisar el dinosaurio.

No se aprecia en ninguna huella señales de dedos ni almohadillas, tampoco se aprecia claramente el talón debido a la impresión del metatarso. Al carecer de marcas significativas no se puede precisar con seguridad el tipo de dinosaurio autor de estas pisadas, aunque por la relación entre la zancada y la longitud de la huella, se puede deducir que poseía extremidades gruesas con pies estrechos. En varias de las pisadas (figura 10) se aprecia el ángulo formado entre el eje del metatarso y el del pie digitigrado (Pérez-Lorente, 1993).

Dado que: a) no se observan marcas de dedos; b) el contorno de la icnita es redondeado y; c) son tan anchas como largas, estas pisadas se clasifican como ornitópodos.

La altura de su acetábulo (h) superaba los 3'30 m, que se ha obtenido aplicando el método de Thulborn (1990) para ornitópodos grandes. Como a su vez son icnitas plantígradas, para este cálculo se ha considerado la longitud (l) de la huella prescindiendo de la parte correspondiente al metatarso (l_t-l). De esta forma se obtiene la altura total de la cadera del dinosaurio en posición normal, pero la altura efectiva en el momento que dejó este rastro es la anteriormente calculada menos la porción de metatarso que se hunde en el barro (l_t-l), valor que hay que descontar de la altura total (Casanovas et al. 1993).

Las características del rastro son muy desiguales debido probablemente a la plasticidad del barro. Tanto la orientación, como la amplitud de rastrillada (que da idea del balanceo del animal al caminar), como la longitud del paso y de la zancada son muy variables. No ocurre lo mismo con la luz de rastrillada y el ángulo de paso que en todos los casos es similar. La velocidad estimada en el desplazamiento es lenta (entre 3 y 4 Km/h).

Todos los rasgos de la rastrillada son compatibles con un animal que tiene dificultad para caminar sobre una capa blanda.

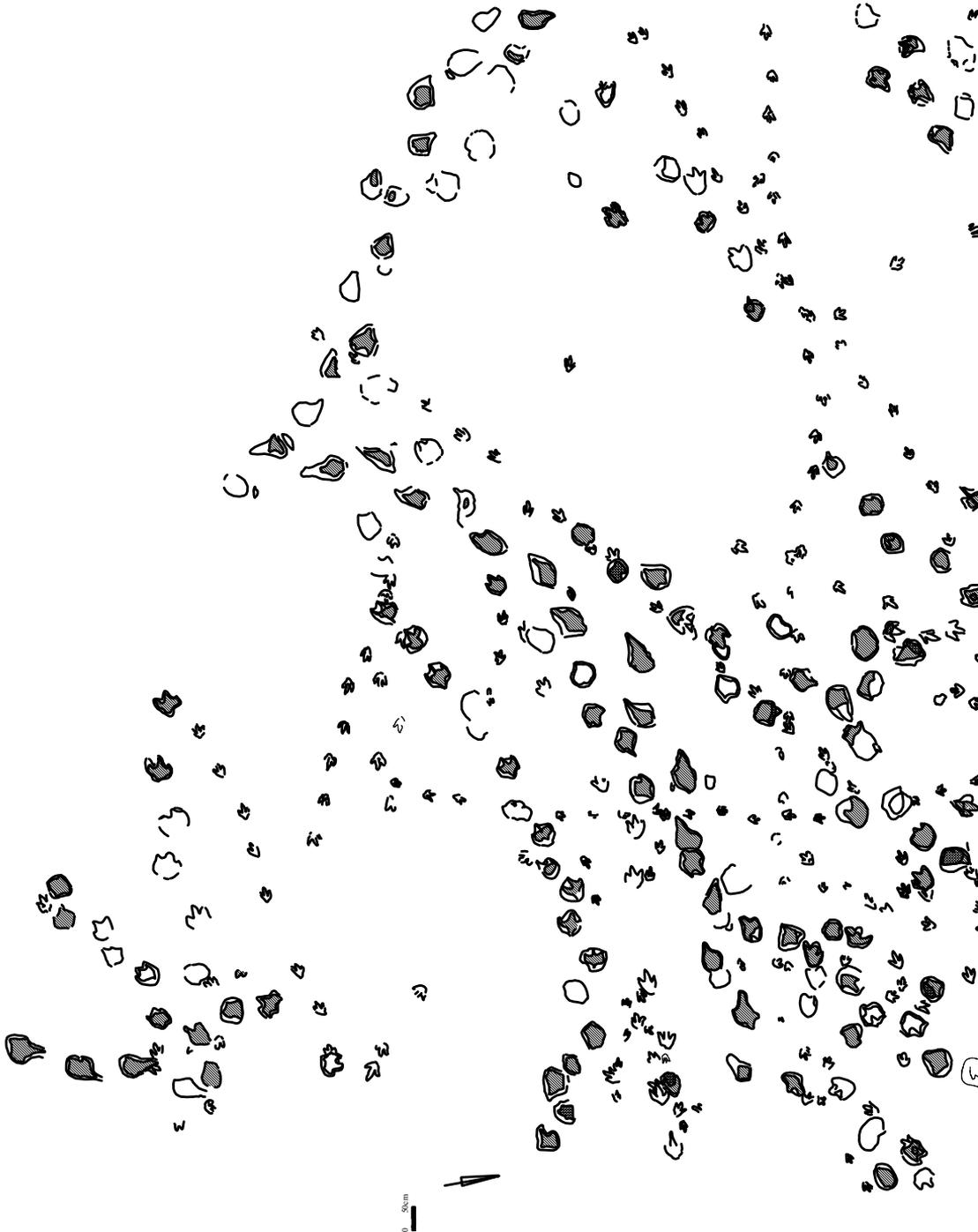
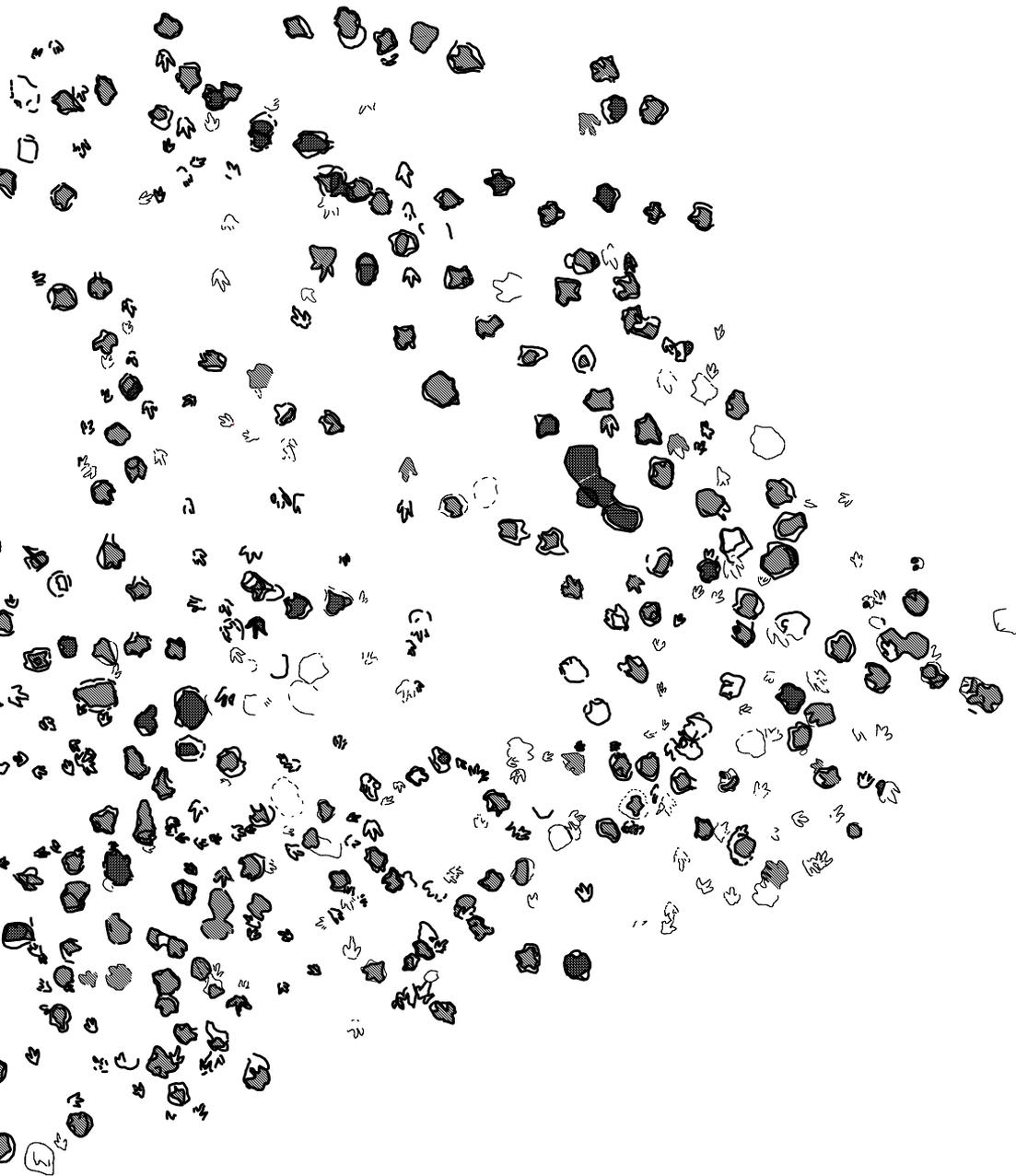


Figura 2



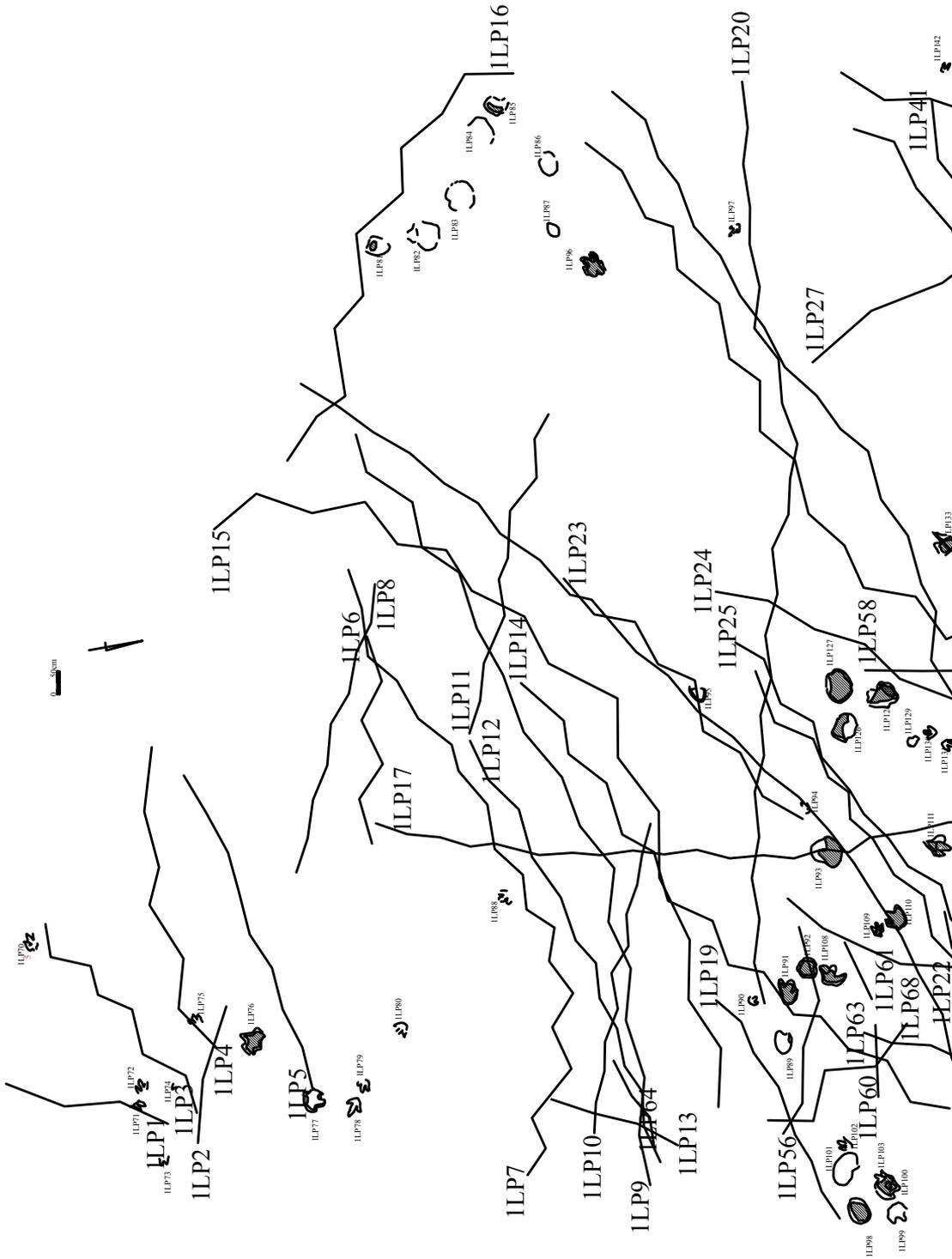


Figura 3

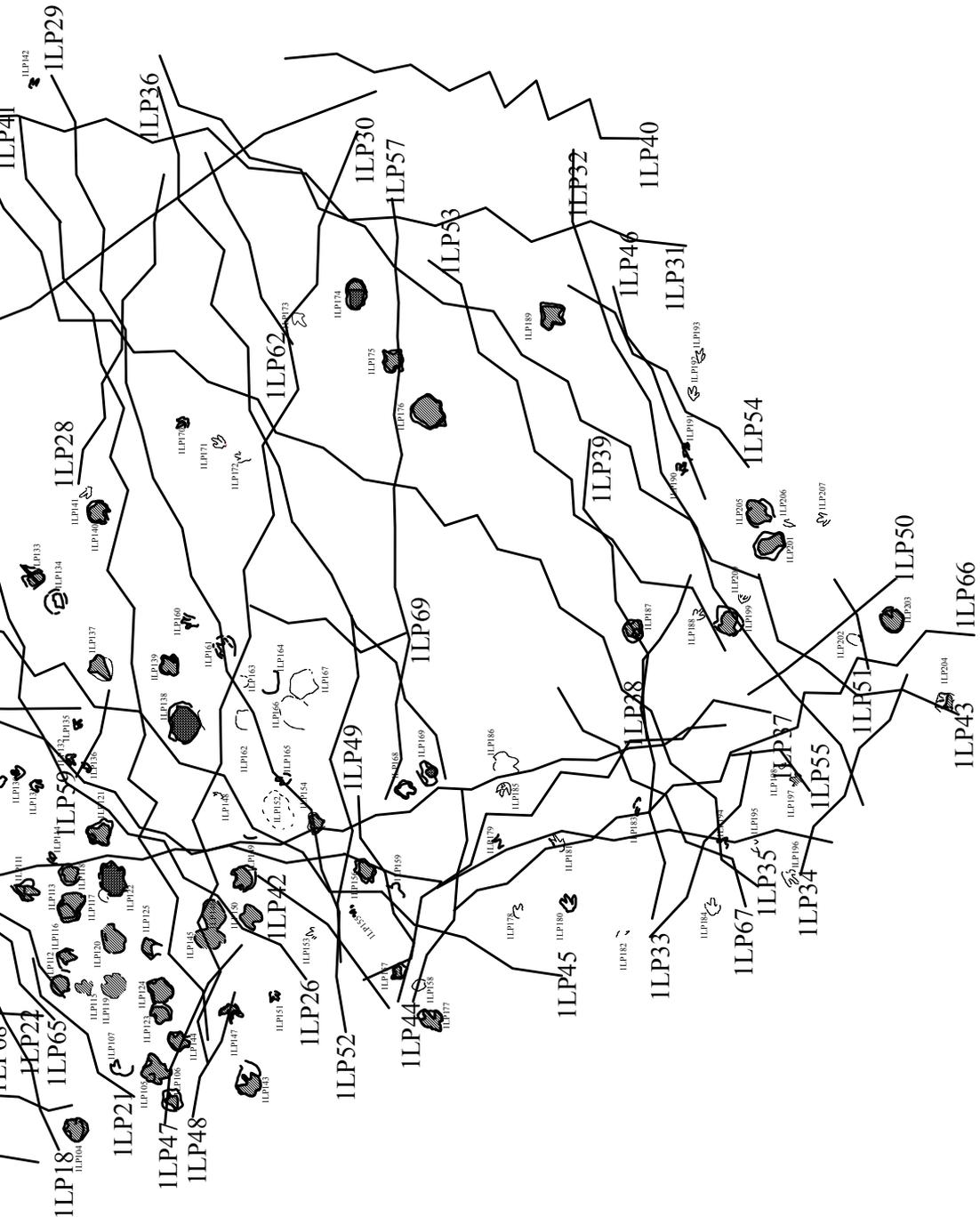
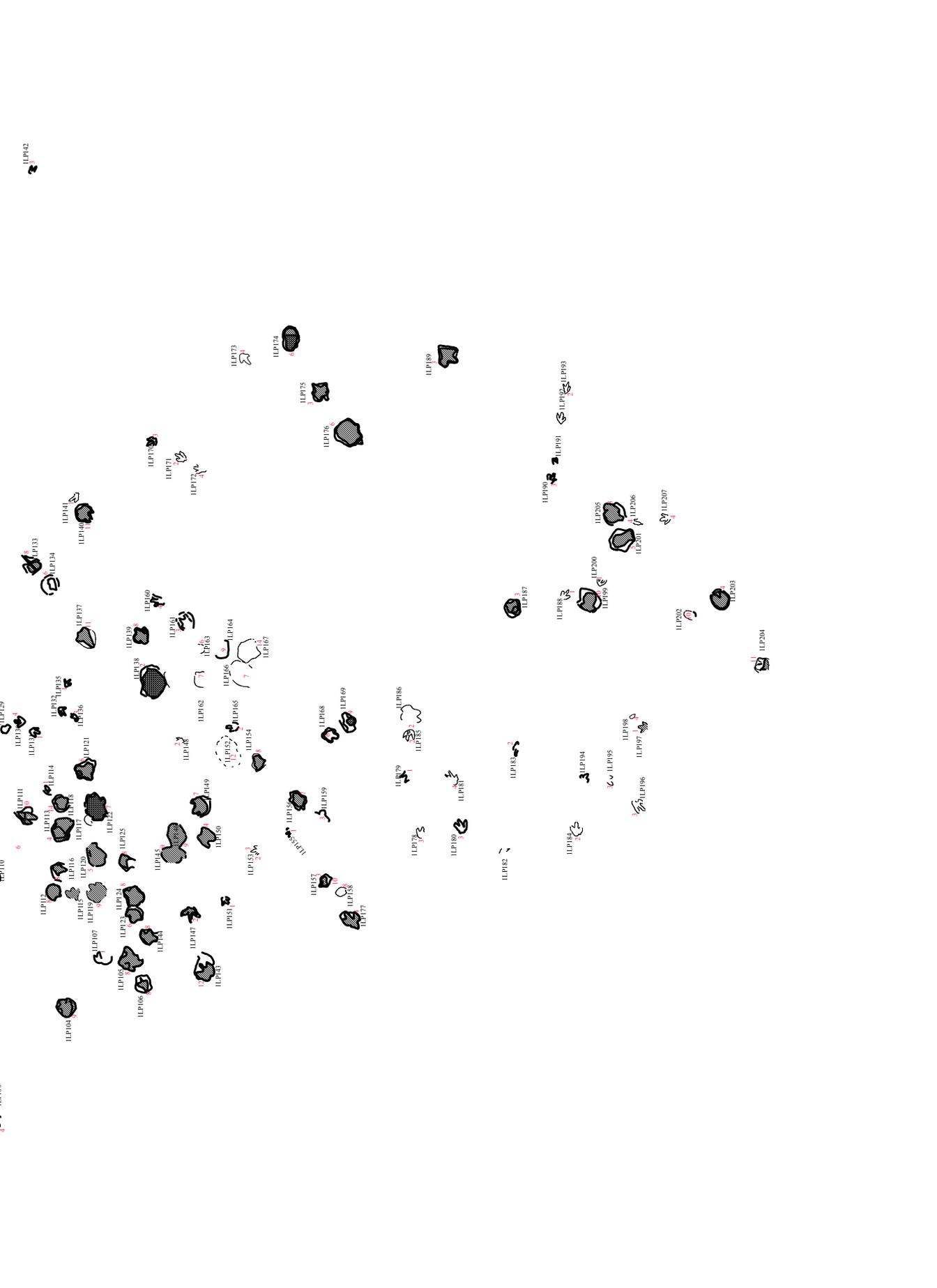




Figura 4



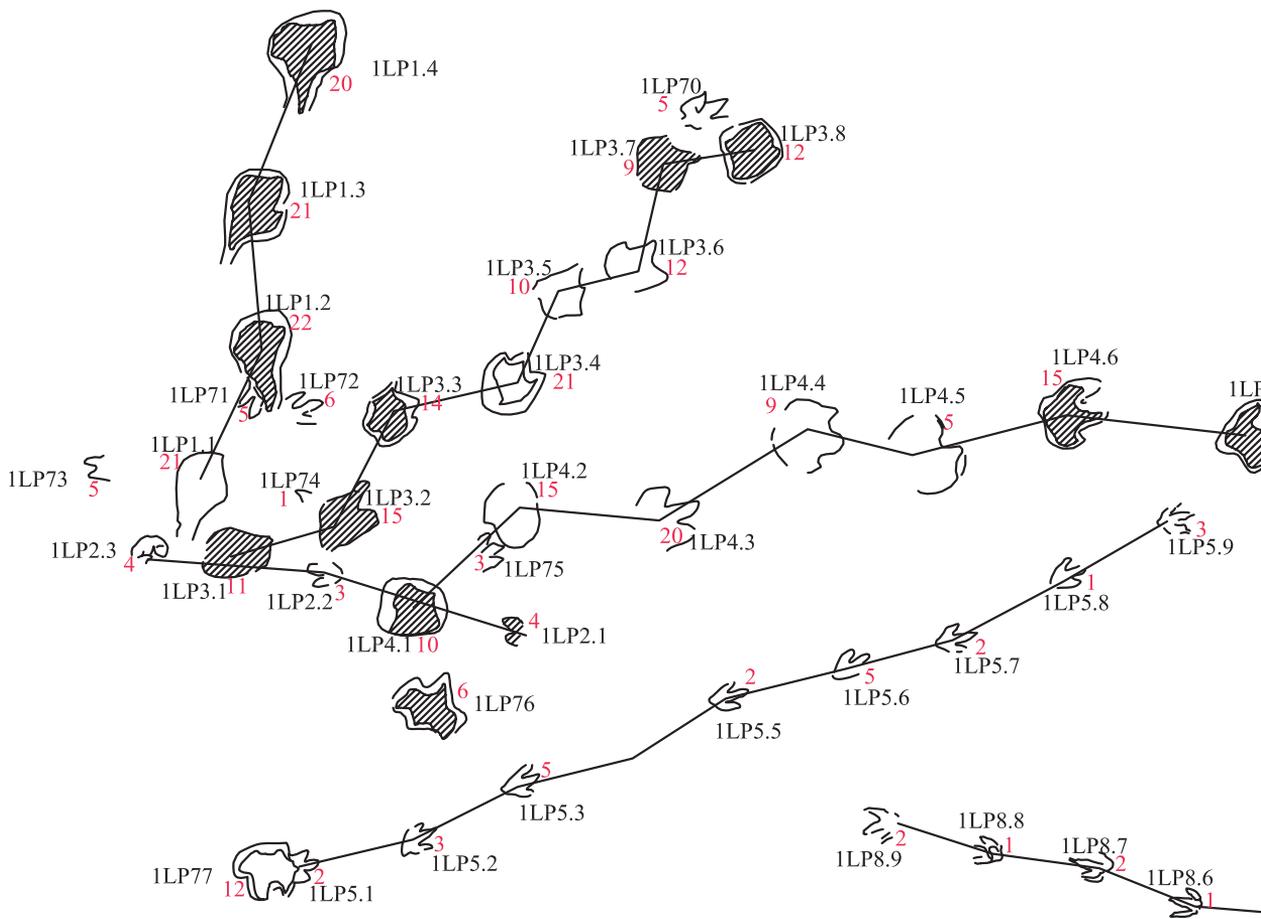


Figura 5

0 50cm



.9

1LP15.1



1LP15.2p



1LP15.2m

1LP15.3



1LP18.24



1LP8.5



1LP16.10

1LP18.23

1LP16.9

1LP16.8



TABLA 1

Rastro	l	lt	a	O	Ar	Lr	P	Ap	z	h	II,III,IV	II ³ III ¹ IV	z/h	V1	V2	(I-a)/a	Ar/a	z/l	pr	lt-l
ILP1.4	56	84	59							348						-0'05				28
ILP1.3	55	81	50	-25	12	69	136		241	342			0'7	3'0	3'7	0'10	0'25	4	21	26
ILP1.2	54	81	49	7	16	69	112	153°	229	334			0'7	2'7	3'5	0'10	0'33	4	22	27
ILP1.1	50	71	44				125	147°		312						0'14			21	21
Media	54	79	50	-9	14	69	124		235	334			0'7	2'8	3'6	0'07	0'29	4	21	
ILP2.3																				
ILP2.2	27			7	10		152	165°	309	135	11 - 15 ---	32	2	13	7			11	3	
ILP2.1							157				6 - 15 ---	39							4	
Media	27			7	10		155			135	8 - 15 ---	-- 35	2	13	7			11	3'5	
ILP3.8	56		50							376						0'12				12
ILP3.7	50		46	-20	21	90	66	113	125	333			0'3	0'9	1'9	0'09	0'46	2	9	
ILP3.6	45		50	0	15	81	85	127	130	297	4-14-10		0'4	1	1	0'10	0'30	3	12	
ILP3.5	50		44	15	12	69	62	140	141	333			0'5	1'1	2'1	0'14	0'28	3	10	
ILP3.4	55		45	-24	17	77	85	133	166	368	6-12 - 9		0'5	1'5	2'5	0'22	0'39	3	21	
ILP3.3	47		41	-19	21	81	96	125	166	315			0'5	1'5	2'5	0'16	0'51	3	14	
ILP3.2	62		44	-17	20	79	92	130	166	422	--22--		0'5	1'5	2'5	0'42	0'45	3	15	
ILP3.1	59		40				94			397						0'48			11	
Media	53		45	-10	18	80	83	128	149	355	5 - 19 - 9	24 40	0'4	1'3	2'2	0'19	0'4	3	13	
ILP4.7	55		56							368	14-19-5	40 40				-0'02			12	
ILP4.6	55		57	-11	17	84	141	150	255	368	7-22-19	27 30	0'7	2'9	3'7	-0'04	0'30	5	15	
ILP4.5			64	-13	16	82	122	147	209				0'6	2'1	3'0	-1'00	0'25		5	
ILP4.4	55		56	-27	20	94	94	133	210	368	4-15-10	14 32	0'6	2'1	3'0	-0'02	0'36	4	9	
ILP4.3			50		19	85	134	145	237		12-25--	24 28	0'6	2'6	3'5	-1'00	0'38		20	
ILP4.2			52		21	92	116	135	212				0'6	2'1	3'1	-1'00	0'40		15	
ILP4.1	56		54				115			376						0'04			10	
Media	55		56	-17	18	88	120	142	225	370	9 - 20 - 8	26 32	0'6	2'4	3'3	-0'43	0'34	4	12	
ILP5.9	30		24							145	12-16-12	24 30				0'25			3	
ILP5.8			22	0	1	26	95	180	197		7--- - 10	25 26	1'3	5'2	4'4	-1'00	0'04	5	1	
ILP5.7	34		22	10	5	36	102	168	186	161	-27	26 28	1'2	4'7	4'2	0'51	0'22	5	2	
ILP5.6	34		20	-19	1	22	85	176	185	161	9-16 ---	23	1'2	4'7	4'1	0'70	0'06		5	

LA PELLEJERA: DESCRIPCIÓN Y APORTACIONES. HETEROCRONÍA Y VARIABILIDAD DE UN YACIMIENTO CON HUELLAS DE DINOSAURIO DE LA RIOJA (ESPAÑA)

ILP15.12	62	94	49	-10	20	87	131	147	276	391			07	33	40	028	0'4	4'4	12	31
ILP15.11	62	87	50	-30	21	87	160	143	276	397			07	33	40	025	0'4	4'4	13	25
ILP15.10	59	94	49	0	40	90	131	115	250	362			07	2'8	3'6	020	0'8	4'2	7	35
ILP15.9	62	86	61	-6	24	90	164	140	270	399			07	3'2	3'9	002	0'4	4'3	16	23
ILP15.8	62	87	52	-13	19	84	122	145	238	397			06	2'6	3'4	019	0'4	3'8	9	25
ILP15.7	59	82	45	-20	15	77	129	148	225	374			06	2'4	3'2	031	0'3	3'8	14	23
ILP15.6	47	66			25	91	106	123	191				05	1'8	2'8			4'0	10	18
ILP15.5	52	70	37	-7	20	84	110	138	201	333			05	2'0	2'9	040	0'5	3'8	17	17
ILP15.4	70	96	42	-16	27		107	123	200	451			05	2'0	2'9	065	0'6	2'9	11	26
ILP15.3	65	100	54	-19	22	82	107	148	225	406			06	2'4	3'2	020	0'4	3'5	17	35
ILP15.2	50	77	50	-19	32	119	125	117	203	305			05	2'0	2'9		0'6	4'1	13	27
ILP15.1	59		44				112		456							034			14	
Medias	58	83	47	-13	24	88	127	137	236	373			06	2'6	3'4	026	0'5	4'1	12	
ILP16.11	47	67	52													-0'10			14	
ILP16.10	47	66		12	12		119	187	200					2'3	3'1				14	
ILP16.9	47	67	56				90		295							-0'15			16	20
ILP16.8	50	62	45						200										12	
ILP16.7	47	59	47						303							0'00			11	11
ILP16.6	50	62	45	-12	35	113	137	119	238	320			48	3'0	3'7	0'11	0'8	4'8	17	12
ILP16.5	46	62	54	-23	27	97	137	128	229	288			59	2'8	3'5	-0'15	0'5	5'0	25	16
ILP16.4	61	75	59	-6	29	100	117	120	194	398			32	2'1	3'0	0'03	0'5	3'2	20	14
ILP16.3			52				106									-1'00			16	
ILP16.2																			13	
ILP16.1	56	75	40					175		357						0'40				19
Medias	51	66	50		26	103	117	145	212	327			43	2'5	3'3	-0'11	0'6	4'3	15	
ILP17.40	26									125	9-14-12	13 32							2	
ILP17.38									135				12	4'2	3'6					
ILP17.37	26				4	25	64	165	136	125	-6	-- 33							2	
ILP17.36	19		16	-10	6	27	72	160	148	88	7-14--	20 --	12	4'2	3'6			5'2	1	
ILP17.35	19		19	10	6	31	71	164	139	88	4-10--	18 33	13	4'8	3'9	0'19	0'4	7'8	1	
ILP17.34	22		19	-8	2	22	69	170	141	106	12-12-10	0 33	13	4'4	3'7		0'3	7'3	1	
										106	6-12-6	33 25	13	4'5	3'8	0'18	0'1	6'3	2	

ILP17.33	22		19	-7	55	27	72	168	143	106	10-16- 6-12-11	25	37	1'3	4'5	3'8	0'18	3'0	6'4	2
ILP17.32			19			71						18	30				-1'00			3
ILP17.29	27		16							134	6-14-5	24	18				0'72			3
ILP17.28	26		19			76				125	6-17-9	25	25				0'37			1
ILP17.26	22								135	106	-10-10	--	43							5
ILP17.25	21		16	0	5	31	79	166	149	98	10-12-6	14	42	1'3	4'9	4'0	0'31	0'3	7'1	1
ILP17.24	22		20	10	4	22	72	168	139	106	9-11-10	40	38	1'3	4'4	3'7	0'13	0'2	6'2	1
ILP17.23	25		19	-9	4	31	70	165	140	120	9-15-10	30	35	1'3	4'4	3'7	0'32	0'2	5'6	1
ILP17.22	25			5	6	32	70	161	143	120	-12-6	--	24	1'3	4'6	3'8			5'7	2
ILP17.21			16	0	5	27	74	165	145		7-12-9	7	12	1'3	4'7	3'9	-1'00	0'3		1
ILP17.20	20		19	-4	2	26	72	170	153	93	10-11-9	25	37	1'4	5'1	4'1	0'05	0'1	7'6	3
ILP17.19	30		20	-3	4	31	79	168	156	148	12-20-10	12	36	1'4	5'3	4'2	0'50	0'2	5'2	2
ILP17.18	20		22			77				93	9-12-12	47	32				-0'11			1
ILP17.14	24		20							115	9-14-10	14	45				0'20			1
ILP17.13	29		21	-8	5	30	69	164	143	142	5-16-10	20	30	1'3	4'6	3'8	0'38	0'2	4'9	1
ILP17.12	22		17	0	6	31	75	160	143	106	6-11-6	18	12	1'3	4'6	3'8	0'29	0'3	6'4	1
ILP17.11	21		17	0	6	31	81	160	139	98	6-12-9	7	20	1'3	4'4	3'7	0'20	0'3	6'6	1
ILP17.10			19	0	2	26	72	173	138		9-12-9	14	38	1'2	4'3	3'7	-1'00	0'1		2
ILP17.9	19		19	0	2	30	66	176	136	88	9-11-11	8	50	1'2	4'2	3'6	0'00	0'1	7'2	1
ILP17.8	22			7	1		71	175	134	106	-12-6	--	27	1'2	4'1	3'6			6.0	1
ILP17.7					1		64	178	135					1'2	4'2	3'6				1
ILP17.6	19		16		4		71			88	5-9-9	30	17				0'19	0'2		2
ILP17.3	26		15							125	7-11- -15-15	34	--				0'73			1
ILP17.2	24		19	-15	4	25	65	164	139	115	-15-15	--	34	1'3	4'4	3'7	0'26	0'2	5'8	3

ILP24.13	39		26	24	12	60	120	156	238	181	--20-15	32	1'5	6'8	5'2	0'50	0'48	4	6
ILP24.12			30			125					11-17-10	32 15							2
ILP24.11	27																		
ILP24.10	27		22																
ILP24.7	35		26							165	9-21-14	28 27				0'35			4
ILP24.6	34		26	0	14	54	125	155	249	161	--21---	25	1'5	7'3	5'5	0'31	0'5	4'6	5
ILP24.5	44		30	-16	11	47	130	158	236	201	12-31-12	25 52	1'5	6'7	5'2	0'47	0'4	3'6	5
ILP24.4	36		31	-6	14	47	111	152	218	169	12-21---	53 32	1'3	5'9	4'8	0'16	0'5	4'2	3
ILP24.3	27		20	10	7	39	112	161	235	135	9-19-4	19 33	1'4	6'6	5'2	0'38	0'4	5'9	3
ILP24.2			29	-11	1	49	125	157	236			20 31	1'5	6'7	5'2	0'0			2
ILP24.1			29				116				6-19-6	16 26							3
Medias	34		29	2	10	50	119	155	233	163			1'4	6'6	5'1	0'23	0'3	4'5	3
ILP25.12	19		14							88	--15-10	15				0'36			1
ILP25.11	19		15				81			88	9-14-9	12 27				0'27			1
ILP25.8	21		16							98	7-13---	30					0'31		1
ILP25.6	22							140		106	5-9---	20	1'5	5'2	4'0				1
ILP25.1	33																		
Medias	(20)		15				81		140	95			1'5	5'2	4'0	0'31			1
ILP26.28	26										--16--								1
ILP26.27	26		17				25				10-11-4								1
ILP26.26	31		22	-14	4	30	92	169	178	149	9-16-10	26 27	1'2	4'8	4'2	0'38	0'18	5'5	1
ILP26.25	34		19	0	6	31	87	160	155	161	15-17-9	19 17	1'1	3'8	3'6	0'79	0'32	4'7	1

TABLA 2

rastros	l	a	O	Ar	Lr	P	Ap	z	h	z/h	v1	v2	A-a/a	Ar/a	z/l	pr	icn	n° hue-llas	sentido	
icnitas terópodos grandes																				
ILP2	27		7	10		155	165	309	135	2	13	7			11	4-S	t	3	N114	D
ILP5	33	23	-6	4	30	95	172	186	157	1'2	4'7	4'2	0'11	0'19	5	3-N	t	8(9)	N258	b
ILP6	34	28	6	20		97	131	176	162	1'1	4'1	3'9	0'24	0'72	5	3-N	t	6	N99	C
ILP8	29	23	-10	2	27	85	163	163	142	1'1	4'2	3'8	-0'13	0'12	5'6	2-N	t	8(9)	N115	D
ILP9	51	38	11	10	62	125	160	235	229	1'0	4'4	4'3	0'05	0'34	5	5-N/S	t	12(19)	N274-250	cb
ILP11	30	21	4	2'5		85	171	170	145	1'2	4'4	4'0	0'41	0'10	5'9	1-N	t	5(10)	N293	d
ILP13	49	30	7	3	31	98	172	197	220	0'9	3'5	3'7	-0'32			4-N	t	4	N208	b
ILP18	32	22	6	4	27	95	171	190	155	1	4'0	4'3	0'45	0'2	5'6	2-N	t	19(24)	N257-232	b
ILP20	29	22	-1	8	37	88	159	179	143	1'2	4'9	4'2	0'36	0'34	5'4	2-N	t	23(24)	N99	C
ILP21	34	25	9	14	58	96	144	191	161	1'2	4'7	4'2	0'37	0'55	4'2	1-N	t	5	N242	b
ILP22	32	27	1	5		105	171	202	153	1'3	5'5	4'6	0'16	0'2	5'6	1-N	t	5	N205-223	b
ILP24	34	29	2	10	50	119	155	233	163	1'4	6'6	5'1	0'23	0'3	4'5	3-N/S	t	15(21)	N39-9	BA
ILP26	30	20	-4	7	35	93	161	179	145	1'2	5'0	4'2	0'41	0'34	5'4	2-N	t	22(28)	N231-260-246	b
ILP27	31	25	11	6	56	166	162	302	148	2	11'3	6'9	0'31	0'4	5'0	2-N	t	7(9)	N333	d
ILP28	29	23	-6	8	43	83	152	149	139	1'1	3'7	3'5	0'32	0'3	5'3	1-N	t	7(9)	N295	d
ILP29	35	29	-5	8	40	112	161	214	166	1'3	5'5	4'6	0'2	0'3	6'4	2-N	t	15(20)	N83	C
ILP30	41	38	-2	20	59	149	149	267	202	1'3	6'4	5'2	0'09	0'52	6'5	4-S	t	10(18)	N115-104	C
ILP32	54	42	-1	12	58	140	162	275	244	1'1	5'2	5'0	0'3	0'5	5'1	4-S	t	11(12)	N76	B
ILP33	40	35	7	14	59	117	150	225	186	1'2	5'3	4'6	0'10	0'4	5'6	3-N	t	5	N308	d
ILP34	39	34	-9	11	47	97	155	189	198	0'8	3'7	3'7	0'2	0'3	4'8	3-N	t	5(6)	N308	d

ILP36	42	28	8	22	120	138	231	194	1'4	4'5	4'3	0'4	0'3	6'3	3-N/S	t	12(15)	N84-70	B
ILP38	28	24	1	2	26	75	148	136	1'1	3'8	3'5	0'4	0'4	5'3	1-N	t	6	N301	d
ILP39	43	32	-2	11	57	113	224	198	1'0	4'9	4'5	0'3		4'7	3-S	t	6(10)	N92	C
ILP42	35		10	15	50	194	162	381	2'3	9	8'3				3-S	t	3	N54	B
ILP44	38	22	1	7	42	96	162	182	1'0	1'8	2'8	0'9		4'8	2-N	t	5(6)	N296	d
ILP47	30	29				131	196	154	1'3			0'01		6'5	4-N	t	4(5)	N306	d
ILP49	50	34				105	224					0'45			5-N	t	4(6)	N87	C
ILP51	45	29	-9	7	41	100	168	199	0'8	3'8	3'9	0'57			2-N	t	3	N260	b
ILP52	46	35	10	16	41	137	300	210		7'4	5'8	0'32			3-N	t	5(6)	N283	d
ILP56	27	21				127	231	135	1'7	8'0	5'6	0'22			2-N	t	4(5)	N286	d
ILP57	42	30				95	157	191	0'8	2'7	3'1	0'28		4	2-S	t	8(15)	N100	C
ILP58	44	42	13			137	180	275	0'9	3'9	4'3				4-N	t	3	N11	A
ILP59	28	27	0	7		97	161	193	1'4	5'8	4'6	0'05	0'27	5'5	3-N	t	3	N300	d
ILP61	40	29				144	185	185				0'41			2-N	t	2	N255	b
ILP62	43	32				106		197				0'5			3-N	t	3(5)	N255	b
ILP63	29	27				66						0'04			2-N	t	3(5)	N25	B
ILP64	31	25	3	5	35	69	164	129	0'8	2'5	3'1	0'18	0'17	4'1	3-2N?	t	4	N257	b
ícnitas terópodos pequeñas																			
ILP10	25	17	5	2	24	65	173	131	1'1	3'6	3'4	0'21	0'14	5'0	2-N	t	8(11)	N290	d
ILP12	24	17	-14	5	27	75	162	148	1'3	4'7	3'9	-0'01	0'29	6'2	1-N	t	8(14)	N76	B
ILP17	23	18	-2	6	28	72	167	141	1'3	4'5	3'8	0'09	0'4	6'0	2-N	t	31(40)	N18-80-354	A
ILP19	24	18	-7	6	31	92		163	1'4	5'6	4'3	0'32	0'28		1-N	t	6(8)	N71	B
ILP25	20	15				81		140	1'5	5'2	4'0	0'31			1-N	t	4(7)	N63	B

ILP48									91		186						1-N	t	3(4)	N299	d
ILP60	25	24						169			127	127					1-N	t	2	N278	c

icnitas ornitópodas

ILP3	53	45	-10	18	80	83	128	149	355	0'4	1'3	2'2	0'19	0'4	3	13-S	o	8	N243	b
ILP4	55	56	-17	18	88	120	142	225	370	0'6	2'4	3'3	-0'43	0'34	4	12-S	o	7	N256-281	c
ILP14	63	53	-9	19	85	98	131	176	427	0'4	1'3	2'4	0'23	0'3	2'9	10-S	o	15(16)	N56	B
ILP50	25	26				122			158				-0'1			4-S	o	3(5)	N153	D
ILP53	48	45	-8	14	80	99	151	191	319	0'6	2'1	2'9	0'13	0'36	4'3	7-S	o	10(11)	N65	B
ILP54	62	57	-2	18	84	96	143	175	374	0'5	1'5	2'5	0'14	0'38	3'0	6-S	o	7	N237	b
ILP55	46	55		25	100	103	116	175	210	0'8	3'0	3'4	-0'1	0'4	3'8	5-S	o	3	N217	b
ILP66	55	55		10	74	87	146	179	371	0'5	1'7	2'6	0'0	0'17	3'2	8-S	o	11(17)	N161	D
ILP67	52	47				95	140	170	347	0'5	1'6	2'5	0'09	0'35	3'2	8-S	o	7(8)	N241	b
ILP68	50	46	-23	26	113	106	120	186	337	0'5	1'9	2'8	0'07	0'6	3'7	8-S	o	4(5)	N154	D
ILP69	50	55	-6	13	80	86	149	166	335	0'5	1'6	2'5	-0'08	0'25	3'3	6-S	o	4(5)	N202	b

icnitas semiplantigradas

ILP1	54	50	-9	14	69	124	150	235	334	0'7	2'8	3'6	0'07	0'29	4	21-S	os	4	N205	b
ILP7	55	49	-5	14	76	88	144	162	369	0'4	1'4	2'4	0'14	0'29	2'9	11-S	os	19	N297-253	b
ILP15	58	47	-13	24	88	127	137	236	373	0'6	2'6	3'4	0'26	0'5	4'1	12-S	os	17+4m	N9-61-89	ABC
ILP16	51	50		26	103	117	145	212	327	4'3	2'5	3'3	-0'11	0'6	4'3	15-	os	11+2m	N147-118	D
ILP23	53	52	-8	18	86	99	134	183	395	0'5	1'5	2'6	0'04	0'3	2'6	11-S	os	8(9)	N55	B
ILP31	44	48	-6	17	76	109	138	203	290	0'7	2'7	3'3	-0'1	0'4	4'8	11-S	os	15(17)	N202	b
ILP35	44	48	-9	19	80	101	136	187	201	1'0	3'1	3'5	-0'0	0'4	4'8	9-S	os	19(26)	N244-221-231	b

ILP37	48	50	-15	31	93	107	97	201	309	1'0	2.2	3'0	-0'05	0'6	3'9	9-S	os	8(12)	N155	D
ILP40	51	54		15	88	89	137	157	340	0'4	1'4	2'4	-0'1	0'2	3'1	13-S	os	7(12)	N205	b
ILP41	47	46	-5	19	83	116	138	213	296	0'7	2'8	3'5	0'01	0'4	4'7	9-S	os	19(20)	N89	C
ILP43	54	59	-10	15	55	103	140	201	352	0'5	2'1	3'0	-0'02	0'2	3'7	8-S	os	22(23)	N230	b
ILP45	53	46	-2	16	80	104	140	195	330	0'6	2'1	3	0'18	0'3	3'5	9-S	os	22(28)	N212-229-249	b
ILP46	37	25				62		192	181	1'0	4'1	4'0	0'4		5'1	3-S	ts	4(6)	N77	B
ILP65	45	53		10	70	87	157	174	298	0'6	2	2'8	-0'16	0'18	3'9	7-S	os	6(8)	N248	b
<p>l, longitud de la pisada a, anchura de la pisada O, orientación Ar, amplitud de rastrillada Lr, luz de rastrillada lt, longitud total</p>																				
<p>h, altura del acetábulo z/h, zancada relativa v1, velocidad (Alexander) v2, velocidad (Demathieu) l-a/a, longitud relativa de la huella Ar/a, anchura relativa de rastrillada</p>																				
<p>II-III-IV, longitud de los dedos II⁺III⁺IV, ángulo entre los dedos lt-l, longitud metatarsiana P, paso Ap, ángulo de paso z, zancada</p>																				
<p>z/l, esbeltez pr, profundidad de la huella N (pr) sin relleno de sedimentos S (pr) con relleno de sedimentos icn, icnotipo (t, terópoda; o, ornitópoda; os, ornitópoda semiplantigrada)</p>																				
<p>nº de huellas, real (total del rastro) A, N350E-N10E; a, N170E-N190E B, N10E-N80E; b, N190E-N260E C, N80E-N110E; c, N260E-N280E D, N110E-N170E; d, N280E-N350E</p>																				

2.1.2. RASTRILLADA 1LP2 (FIGURAS 3 Y 5; TABLAS 1 Y 2)

Rastro de 3 huellas incompletas y poco marcadas. De la primera se imprimen los dedos III y IV, de la segunda falta el dedo IV y de la tercera sólo ha quedado la señal de un dedo, probablemente el II, que parece sobrepisar a una huella aislada.

La longitud media de las icnitas es de 27 cm; no se puede medir su anchura. La profundidad media es de 3 cm. Son huellas tridáctilas, más largas que anchas, con dedos bien marcados, gruesos y de punta acuminada, aunque debido a la erosión en algunos casos la terminación es redondeada. No han quedado marcas de almohadillas y su talón, apreciable sólo en la segunda pisada, es redondeado.

Por la forma de las icnitas, se considera que son huellas terópoda grandes, producidas por un dinosaurio cuya altura de acetábulo es de 1'35 m.

El dinosaurio que estampó esta rastrillada tenía las extremidades delgadas y dejó pasos muy homogéneos (1'55 m de media). La velocidad de desplazamiento deducida era rápida, superior a 7 Km/h.

2.1.3. RASTRILLADA 1LP3 (FIGURAS 3 Y 5; TABLAS 1 Y 2)

Rastro completo formado por 8 huellas grandes e irregulares. Casi todas ellas contienen sedimento de la capa superior, como ocurre en la rastrillada 1LP1.

Se trata de pisadas equidimensionales, con longitud similar a su anchura, en torno a 50 cm, y 13 cm de profundidad. Los dedos -sin señales de almohadillas, gruesos, cortos y de terminación redondeada- no han quedado marcados en todas las huellas. La señal del talón es redondeada. La orientación es negativa.

Las características anteriores son de un ornitópedo grande, con extremidades muy gruesas y de altura del acetábulo superior a 3'5 m.

La rastrillada es muy estrecha, con pisadas sobre la línea media. Tanto el paso como la zancada son muy variables y la velocidad deducida es muy baja -caminaba muy lentamente, entre 1 y 2 Km/h.

Como en el rastro 1LP1 estos datos son compatibles con la dificultad del dinosaurio para caminar debido probablemente a la plasticidad del barro.

2.1.4. RASTRILLADA 1LP4 (FIGURAS 3 Y 5; TABLAS 1 Y 2)

La rastrillada 1LP4 está completa y formada por 7 huellas grandes y desiguales, similares a las del rastro anterior. Las huellas 1LP4.1, 1LP4.6 y 1LP4.7 contienen en su interior relleno de la capa superior. La forma de todas ellas es bastante irregular, algunas como la 1LP4.3 y 1LP4.5 están incompletas.

Tanto la longitud como la anchura son de alrededor de 55 cm y la profundidad media es de 12 cm. Sólo en algunas han quedado impresas las

marcas de los dedos que son gruesos y cortos, acabados de forma redondeada y sin ninguna señal de almohadillas dactilares. El talón redondeado se aprecia muy claramente en las últimas huellas del rastro.

Por todas estas características se deduce que se trata de huellas ornitópodas grandes, con orientación negativa, y se estima para el dinosaurio que las originó una altura de cadera de 3'7 m sustentada por extremidades gruesas de pies anchos.

La rastrillada, es estrecha (con pisadas tangentes a la línea media). Tanto la amplitud del rastro como la media de pasos y zancadas son muy variables, probablemente debido a la plasticidad del suelo. La velocidad de marcha es muy baja entre 2 y 3 Km/h, lo que indica una forma de andar lenta.

2.1.5. RASTRILLADA 1LP5 (FIGURAS 3 Y 5; TABLAS 1 Y 2)

Rastro incompleto formado por 9 huellas bien formadas. Falta 1LP5.4 por rotura del estrato; 1LP5.1 sobrepisada por 1LP77 sólo muestra marca de los tres dedos y finalmente en la huella 1LP5.6 falta la impresión del dedo II.

Las icnitas son más largas (33 cm) que anchas (23 cm) y poco profundas (3 cm). Los dedos están bien marcados y son estrechos, largos, algunos acabados en punta y sin señales de almohadillas. Destaca la señal de la uña en la terminación de varios dedos. La marca del talón es apuntada y la orientación negativa.

Todas estas características indican icnitas terópodas grandes de pies estrechos, producidas por extremidades de 1'60 m de altura, de normales a gruesas.

La pista es muy estrecha con pisadas sobre la línea media. Tanto el paso como la zancada se mantienen constantes, 95 cm para el paso y 1'86 m para la zancada como valores medios. La velocidad estimada de la marcha era moderada (4 Km/h).

2.1.6. RASTRILLADA 1LP6 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está formado por 6 huellas, ninguna de las cuales está completa.

La longitud media de las icnitas es de 34 cm, de 28 cm la anchura y su profundidad es de 3 cm. Son huellas tridáctilas, con dedos estrechos y bien marcados pero sin almohadillas, acabados en punta. En 1LP6.3 y en 1LP6.5 las impresiones de los dedos tienen constricciones laterales que atribuimos a almohadillas grandes. El talón, aunque es redondeado en 1LP6.3, tiene una escotadura en 1LP6.1 y es saliente en el resto de pisadas que se aprecian.

La forma de los caracteres es de icnitas terópodas grandes, aunque estrechas, producidas por un dinosaurio cuya altura de acetábulo sería 1'60 m. La orientación de las pisadas es muy variable, y las extremidades serían de normales a gruesas.

La rastrillada es ancha. Tanto la longitud del paso, próximo a 1 m de media, como de la zancada de 1'70 m son bastante homogéneas. El avance se produjo a 4 Km/h que se considera andar a velocidad moderada.

2.1.7. RASTRILLADA 1LP7 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está constituido por 19 pisadas grandes, deformadas y diferentes unas de otras. La mayor parte de ellas tienen en su interior restos de la capa superior que ocupan el fondo de las huellas.

La forma de las pisadas es distinta porque contienen gran variedad de estructuras. Además del relleno con sedimentos hay colapso de barro (1LP7.6, 1LP7.7, 1LP7.12, 1LP7.15 y 1LP7.17) y estrías de uñas que quizá en parte sean también estructuras de colapso a lo largo de incisiones de dedos (Boutakiout et al, en revisión).

Se trata de icnitas redondeadas, algunas tan mal marcadas que quedan reducidas a una oquedad. Las improntas 1LP7.3, 1LP7.6, 1LP7.7, 1LP7.8 tienen la parte posterior alargada probablemente debida a la impresión del metatarso. Hay más icnitas con saliente trasero al que se le puede atribuir el mismo origen.

La longitud media de la pisada digitígrada es de 55 cm; 1LP7.3 que es semiplantígrada mide 72'5 cm. La anchura está en torno a 50 cm y la profundidad a 11 cm. En algunas pisadas están bien marcados los dedos.

Por la longitud, anchura y forma de las huellas, casi tan anchas como largas, se clasifican como ornitópodas, y se deduce que las hizo un dinosaurio de gran talla (altura de acetábulo estaba en torno a 4 m). La orientación de las pisadas es negativa. Las extremidades eran muy gruesas.

La pista es muy estrecha con pisadas sobre la línea media. La trayectoria describe una curva muy suave, pasando de la dirección E-W en su inicio a la dirección NE-SW al final de la misma. Tanto el paso como la zancada que son muy variables, se acortan en el sector de máxima curvatura de la línea media. La velocidad de desplazamiento se considera muy lenta, alrededor de los 2 Km/h.

La variación de todos los parámetros deducidos, la irregularidad y desigualdad en la forma de las huellas y el hecho que por lo menos una de ellas sea semiplantígrada, son congruentes con la posibilidad de que el dinosaurio tuviese dificultades para caminar por este lugar.

2.1.8. RASTRILLADA 1LP8 (FIGURAS 3, 5 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está formado por 8 huellas de un conjunto que tendría 9 si no faltara 1LP8.3, borrada por estar pisada por 1LP7.17. La mejor conservada es la 1LP8.5 que además de estar completa tiene marcas de almohadillas dactilares.

Son huellas bien impresas, más largas que anchas ($l = 29$ cm y $a = 23$ cm) y poco profundas (1 - 2 cm). Los dedos están bien marcados, son largos, estrechos y de terminación acuminada. En 1LP8.5 y 1LP8.7 se aprecian

claramente las uñas del dedo III y en 1LP8.5 y 1LP8.8 las señales de almohadillas. El talón generalmente es apuntado.

El tipo de dinosaurio autor de estas icnitas era un terópodo grande con altura de cadera de 1,45m. La orientación de las pisadas es negativa, producidas por pies estrechos.

La rastrillada es muy estrecha con pisadas sobre la línea media, con pasos de 85 cm y zancadas de 1'63 m bastante constantes. El desplazamiento era a una velocidad moderada de 4 Km/h.

2.1.9. RASTRILLADA 1LP9 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

En este rastro habría 17 huellas, de las que falta: 1LP9.5 por estar el estrato roto; 1LP9.13 y 1LP9.14 en donde se cruza con la rastrillada 1LP15; 1LP9.9 y 1LP9.16. La 1LP9.12 está parcialmente ocupada por sedimento de la capa superior. Las últimas no son más que unas oquedades de forma redondeada, mientras que en la primera parte de la pista las huellas están muy bien formadas.

Las icnitas tienen 51 cm de longitud media, 38 cm de anchura y 5 cm de profundidad. Las marcas de dedos son estrechas y largas, algunos con terminación acuminada. En el dedo III de la 1LP9.1 estos rasgos son especialmente acusados, probablemente por caída gravitatoria del barro tras la salida del pie del fango. No se aprecian marcas de almohadillas dactilares. El talón es redondeado en algunas huellas mientras que en otras es ligeramente apuntado.

Estas características son compatibles con un terópodo grande, con una altura de acetábulo de 2'20 m, con unas extremidades gruesas de pies estrechos.

La pista, muy estrecha, tiene 1'20 m de paso medio y 2'35 m de zancada. La velocidad de desplazamiento, de 4 Km/h, se considera moderada. La trayectoria, muy similar a la del rastro 1LP7, describe una ligera curva pues sigue la dirección E-W al principio y pasa suavemente hacia el SW al final, en las pisadas donde la curvatura de la línea media es máxima los pasos y zancadas se hacen menores.

Hay varias anomalías hacia la parte final de la pista que quizá se deban a que en 1LP9 se han agrupado dos rastrilladas diferentes. Los cambios detectados son: pasos y zancadas menores; contorno de las huellas menos definido y más redondeado; interior de las icnitas relleno con sedimentos posteriores a la superficie de estudio .

2.1.10. RASTRILLADA 1LP10 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Rastro incompleto formado por 11 huellas apenas impresas. Faltan las 1LP10.5, 1LP10.6 y 1LP10.7, por encontrarse el estrato roto y de 1LP10.11 sólo queda una ligera señal.

Las huellas son más largas (25 cm) que anchas (17 cm) y su profundidad es de 1 cm. Son tridáctilas con señales de dedos largas y estrechas de

terminación acuminada, sin marcas de almohadillas. El talón, donde queda bien impreso, es saliente, apuntado hacia atrás, en ocasiones bilobulado (1LP10.8; 1LP10.10).

Las pisadas, clasificadas como terópodos, son de un dinosaurio pequeño con extremidades de 1,20 m. de altura, que poseía unas extremidades gruesas y pies estrechos.

La rastrillada es muy estrecha: pisadas sobre la línea media. Tanto el paso (65 cm) como la zancada (1'31 m) y la amplitud del rastro son bastante constantes. El desplazamiento se produjo a velocidad lenta de 3'5 Km/h.

2.1.11. RASTRILLADA 1LP11 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro si estuviera completo tendría 10 huellas pero faltan 1LP11.4, 1LP11.5, 1LP11.7, 1LP11.8 y 1LP11.9. La 1LP11.1 está representada exclusivamente por un dedo.

Son huellas tridáctilas alargadas de 30 cm de largo por 21 cm de anchura y de 1 a 2 cm de profundidad. Tienen marcas de dedos largos y estrechos terminados en punta, en la 1LP11.3 dos de los dedos con señales de uñas. Carecen de marcas de almohadillas. El talón de 1LP11.2 es bilobulado y fuertemente asimétrico. Probablemente al ser tan poco profunda, sólo han quedado impresas las señales de las almohadillas y no el cierre trasero completo del talón, mientras que en otras huellas más profundas, como en la 1LP11.10, al haber más apoyo del pie en el suelo, el talón aparece saliente hacia atrás

Con estas características las icnitas se clasifican como terópodos grandes, de extremidades de normales a gruesas, pies estrechos y con el acetábulo a 1'40 m de altura.

El rastro es muy estrecho. El paso es constante de 85 cm de media y la zancada de 1'70 m. El dinosaurio caminaba a una velocidad moderada alrededor de 4 Km/h.

2.1.12. RASTRILLADA 1LP12 (FIGURAS 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Si estuviera completa tendría 13 huellas, pero faltan: 1LP12.2, 1LP12.3, 1LP12.4 por causas que se desconocen; 1LP12.7 y 1LP12.8 porque el estrato está allí roto; y 1LP12.12 que está sobrepisada por otra mayor.

Las huellas son más largas (23 cm) que anchas (17 cm), y son poco profundas (1 cm). Las impresiones de los dedos son estrechas y largas y de terminación acuminada; no existen señales claras de almohadillas; el talón en las pocas huellas que ha quedado marcado es redondeado, aunque no es significativo para interpretar la icnita.

Por estas características estas huellas se clasifican como terópodos y se deduce que el dinosaurio que las produjo era uno de los dos menores que pasaron por el yacimiento. La altura de acetábulo es de 1m y las extremidades deducidas son de normales a delgadas con pies estrechos.

Los rasgos de la rastrillada no se pueden especificar con exactitud por la falta de varias huellas intermedias, pero es una pista muy estrecha. La velocidad a la que se desplazaba el animal era moderada (alrededor de 4 Km/h).

2.1.13. RASTRILLADA 1LP13 (FIGURA 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 4 huellas. De 1LP13.1 apenas marcada, sólo queda la impresión de dos dedos; 1LP13.2 está sobrepisada por otra del rastro 1LP9, confluyendo en este punto cuatro icnitas de distintos rastros; 1LP13.4 es una oquedad ovalada con sedimentos de la capa superior, que interfiere con el rastro 1LP7.

Son icnitas tridáctilas, con longitud estimada de 49 cm y de 30 cm su anchura. La profundidad es muy variable: en las dos primeras huellas apenas 1 ó 2 cm; en las otras dos es mayor (especialmente en la última 8 cm). La última de las icnitas tiene relleno de capas superiores. Esta variación, que también la muestran otros rastros en esa zona, quizá se deba a menor viscosidad del suelo en este punto. Los dedos son largos y fuertemente acuminados, sin almohadillas señaladas. El talón no se puede precisar en ningún caso.

De las huellas se deduce que son terópodos grandes, que la altura del acetábulo es de 2,20 m y que los pies eran anchos.

No se pueden precisar más características de la pista que las siguientes: el paso medio mide 98 cm y la zancada 1'98 m; la velocidad deducida era lenta, en torno a 3 Km/h.

2.1.14. RASTRILLADA 1LP14 (FIGURAS 3, 6 Y 7; TABLAS 2 Y 3)

Formada por 16 grandes huellas de las que sólo falta 1LP14.6. Las características más aparentes son: icnitas muy profundas (14 cm); la mayor parte ocupadas con sedimento de capas superiores; oquedades de dimensiones variables muy irregulares, a veces redondeadas; sin marcas de dedos ni del talón.

Su longitud oscila entre 40 y 85 cm y su anchura entre 45 y 62 cm. En el relleno del fondo de las huellas hay señales de los dedos.

Es muy difícil determinar el tipo icnítico al que asignar estas pisadas dado que la mayor parte de ellas además son subhuellas. La forma redondeada de los dedos puede ser un carácter debido más a la estructura (subhuella) que a estructuras anatómicas del autopodio. Solamente sería discriminativa la similitud entre la longitud y la anchura y la mayor probabilidad de que los dedos tengan solo una almohadilla. Como no hay ninguna indicación de marcas de uñas afiladas, al tratarse de huellas tan largas como anchas, es mucho más probable que sean ornitópodos. Si esta atribución es cierta, la altura de acetábulo es superior a 4 m. Esta medida puede estar falseada por la diversidad de los datos obtenidos. Las extremidades eran gruesas de pies estrechos y la orientación de las pisadas negativa.

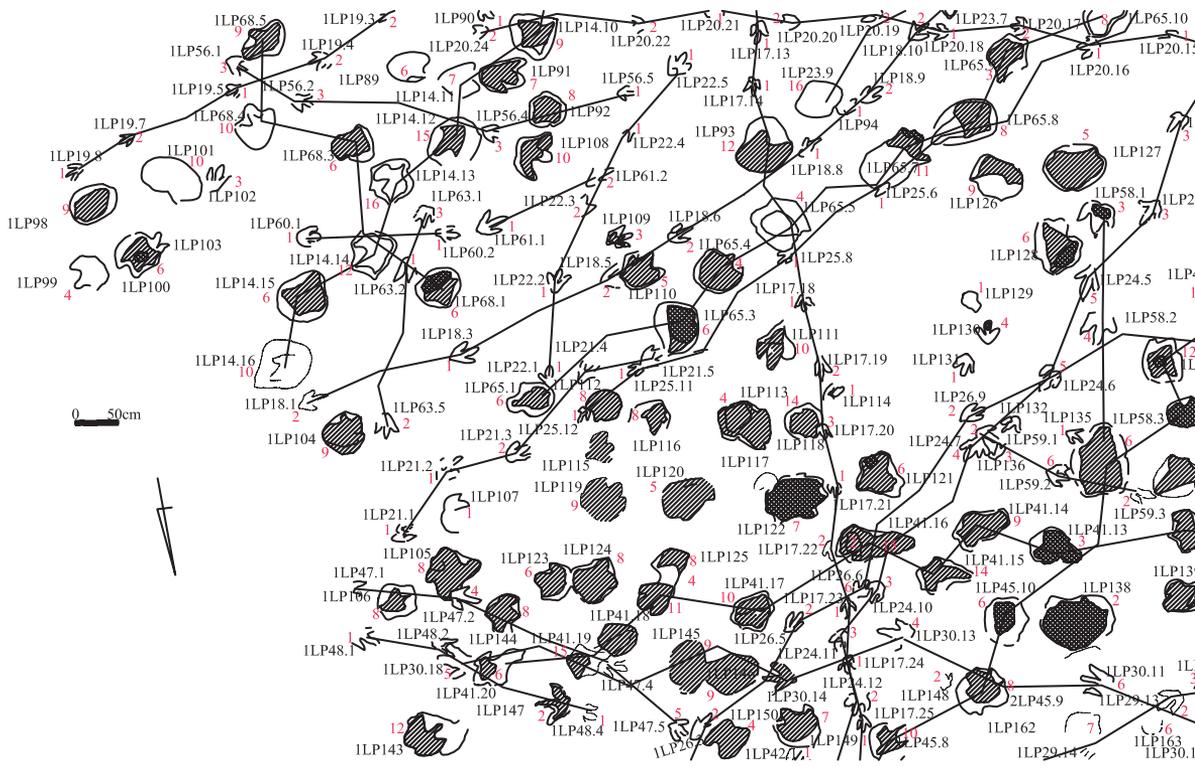


Figura 7

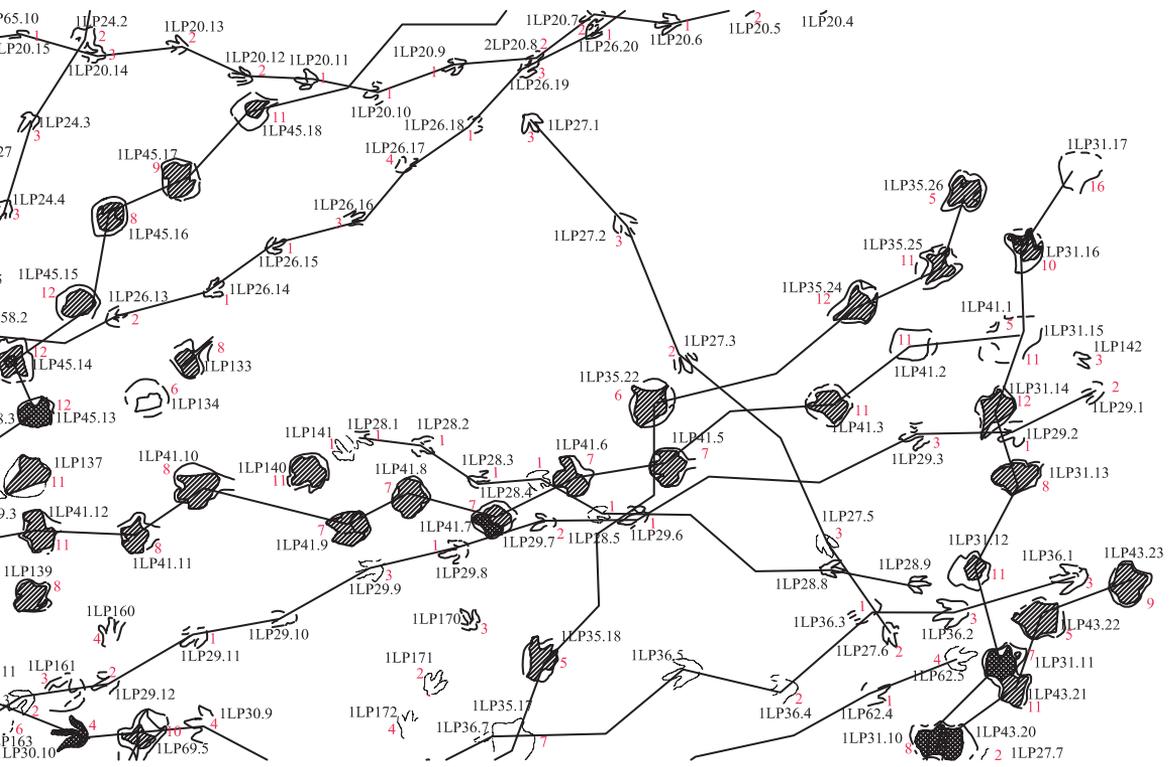


TABLA 3

Pisada	l	a	pr		figuras	observaciones
1LP70	37		5-N	t	3,5	quizá de la misma rastrillada 1LP72
1LP71			5-N	t	3,6	solo la marca de dos dedos
1LP72	>34	>31	6-N	t	3,6	quizá de la misma rastrillada que 1LP71
1LP73			5-N	ni	3,6	marca de dos dedos
1LP74			1-N	ni	3,6	marca de un dedo
1LP75		31	3-N	t	3,6	
1LP76	53	56	6-S	o	3,6	
1LP77	52	52	12-N	o	3,10	
1LP78	46	37	4-N	t	3,10	
1LP79	31	28	2-N	t	3,10	
1LP80		35	4-N	t	3,10	
1LP81			9-S	ni	3,13,14	
1LP82			13-N	ni	3,13,14	
1LP83			15-N	ni	3,14	
1LP84			-N	ni	3,14	
1LP85			-S	ni	3,14	
1LP86			4-N	ni	3,14	
1LP87			22-N	ni	3,14	
1LP88			3-N	t	3,11	atribución terópoda dudosa
1LP89	46	42	6-N	o	3,15	
1LP90	24	22	1-N	t	3,16	
1LP91	57	54	7-S	o	3,16	
1LP92	47	44	8-S	o	3,16	
1LP93			12-S	o	3,16,21	
1LP94	26		1-N	t	3,16	atribución terópoda dudosa
1LP95			16-N	ni	3,17	
1LP96	62	46	7-S	o	3,18	
1LP97	35	24	1-N	t	3,19	
1LP98			9-S	ni	3,20	
1LP99	46	44	4-N	o	3,20	
1LP100	53	52	6-S	o	3,20	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP101			10-N	ni	3,20	
1LP102	>34	25	3-N	t	3,20	quizá de la misma rastrillada que 1LP103
1LP103			-N	t	3,20	quizá de la misma rastrillada que 1LP102
1LP104	50	50	9-S	o	3,20	
1LP105			8-S	o	3,20,21	
1LP106	51	44	8-S	o	3,20,25	
1LP107			1-N	ni	3,20,21	
1LP108	44	59	10-S	o	3,16,21	
1LP109	30	27	3-S	t	3,21	
1LP110	52	50	5-S	o	3,21	
1LP111	61	49	10-S	o	3,21	
1LP112	42	41	8-S	o	3,21	
1LP113			4-S	o	3,21	
1LP114			2-N	t	3,21	

LA PELLEJERA: DESCRIPCIÓN Y APORTACIONES. HETEROCRONÍA Y VARIABILIDAD DE UN YACIMIENTO CON HUELLAS DE DINOSAURIO DE LA RIOJA (ESPAÑA)

1LP115			-S	o	3,21	
1LP116	44	47	8-S	o	3,21	
1LP117			-N	ni	3,21	
1LP118			3-S	ni	3,21	
1LP119	54	46	9-S	o	3,21	
1LP120			5-N	ni	3,21	
1LP121			6-S	ni	3,21	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP122			7-S	ni	3,21	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP123	45	46	6-S	o	3,21	
1LP124			8-S	o	3,21	
1LP125			8-N	ni	3,21	
1LP126			9-S	ni	3,22	
1LP127			5-S	ni	3,22	
1LP128			6-S	ni	3,22	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP129			1-N	ni	3,22	
1LP130	28	30	4-S	t	3,22	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP131	27	26	1-N	t	3,22	
1LP132	29	28	2-N	t	3,22	
1LP133			8-S	o	3,22	atribución ornitópada dudosa
1LP134			6-N	ni	3,22	
1LP135	25	21	1-N	t	3,22	
1LP136			3-N	t	3,22	
1LP137	56	50	11-S	o	3,22	¿impresión del metatarso?
1LP138			2-S	ni	3,22,27	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP139	35	46	8-S	o	3,22,27	relleno por encima de la superficie de estudio
1LP140	55	51	11-S	o	3,23	
1LP141	32		1-N	t	3,23	
1LP142			3-N	t	3,24	
1LP143			12-S	o	2,25	
1LP144	39	51	8-S	o	3,20	
1LP145			9-S	ni	3,26	
1LP146			9-S	ni	3,26	
1LP147	42	52	2-S	t	3,26	
1LP148			2-N	t	3,26	
1LP149	55	57	7-S	o	3,26	
1LP150			4-S	ni	3,26	
1LP151	29	25	1-N	t	3,26	
1LP152			AS-N	ni	3,26	
1LP153			2-N	t	3,26	
1LP154			8-S	o	3,26	
1LP155			1-N	t	3,26	
1LP156			7-S	o	3,26	
1LP157			10-S	ni	3,26	
1LP158			8-N	ni	3,26	
1LP159			3-N	o	3,26	atribución ornitópada dudosa
1LP160			4-N	t	3,27	

1LP161	54	47	3-N	o	3,27	
1LP162			7-N	ni	3,27	
1LP163			6-N	ni	3,27	
1LP164			9-N	ni	3,27	
1LP165	35		2-N	t	3,27	
1LP166			7-N	ni	3,27	
1LP167			14-N	ni	3,27	
1LP168	44	38	6-N	o	3,26,27	
1LP169			9-N	o	3,27	
1LP170	30	31	3-N	t	3,28	
1LP171	34	27	2-N	t	3,28	
1LP172	36		4-N	t	3,28	
1LP173	41	34	4-N	t	3,28	
1LP174			6-S	o	3,28	
1LP175	57	54	3-N	o	3,28	
1LP176			6-N	o	3,28	
1LP177	58	46	4-N	o	3,26	
1LP178	31		3-N	ni	3,30	
1LP179			1-N	t	3,30	
1LP180	39	34	3-N	t	3,30	quizá forme parte del mismo rastro que 1LP181
1LP181			4-N	t	3,30	quizá forme parte del mismo rastro que 1LP180
1LP182			-N	t	3,30	
1LP183	38		2-N	t	3,30	
1LP184	38	32	2-N	t	3,30	
1LP185	32	31	2-N	t	3,31	
1LP186	55	57	2-N	o	3,31	
1LP187			3-S	o	3,31	
1LP188	>31	26	1-N	t	3,31	
1LP189	64	60	3-S	o	3,32	
1LP190		24	3-N	t	3,32	
1LP191			6-N	t	3,32	
1LP192	32	25	-N	t	3,32	
1LP193	32	21	2-N	t	3,32	
1LP194			-N	t	3,34	
1LP195			3-N	ni	3,34	
1LP196	42	31	3-N	t	3,34	
1LP197		32	1-S	ni	3,35	
1LP198			4-N	ni	3,35	
1LP199			10-S	ni	3,35	
1LP200			1-N	t	3,35	
1LP201			5-S	ni	3,35	
1LP202			10-N	ni	3,35	
1LP203	56	51	4-S	o	3,35	
1LP204			11-S	ni	3,35	
1LP205			3-S	ni	3,36	
1LP206			4-N	t	3,36	
1LP207		30	4-N	t	3,36	
1LP208						

La pista se considera muy estrecha con pisadas sobre la línea media. La desigualdad del paso y de la zancada da idea de la forma tan torpe de caminar del animal, provocada posiblemente por la plasticidad del suelo. La velocidad de desplazamiento era muy lenta, en torno a 2 Km/h.

2.1.15. RASTRILLADA 1LP15 (FIGURA 3, 5 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está completo y lo componen 17 huellas muy grandes. Algunas de ellas están acompañadas de otras más pequeñas colocadas por delante como ocurre en las 1LP15.1, 1LP15.2, 1LP15.8 y 1LP15.12. Son pisadas muy profundas con sedimentos superiores en su interior, es decir subhuellas. El contorno de las pisadas grandes es subtriangular porque están alargadas posteriormente debido a la impresión del metatarso. Son huellas semiplantígradas. El barro a su alrededor da amplias rebabas relacionadas con la plasticidad del barro al pisar el dinosaurio.

Las marcas atribuidas a las manos, se sitúan delante de las pisadas de las patas y tienen contorno elipsoidal.

Es difícil precisar las medidas reales de las icnitas por su irregularidad, pero es evidente que su tamaño es grande. La longitud media de las pisadas es de 83 cm. 1LP15.3 mide 1 m de longitud, incluida la parte correspondiente al metatarso. Si se descuenta la longitud correspondiente a la impresión del metatarso la pisada media digitígrada mide 58 cm de larga. La anchura media es de 50 cm y su profundidad es de 13 cm aunque este último valor sólo se debe emplear como indicativo ya que el fondo de las huellas está ocupado por sedimentos de capas superiores. No se conoce ni la superficie original, ni la de marcha, ni la estampa. No se aprecian marcas de los dedos.

El tipo de icnita al que se deben atribuir estas pisadas no se puede precisar, pero como en casos anteriores lo más probable es que sean ornitópodos. Aunque la forma de andar en casi toda la rastrillada es semiplantígrada la primera huella no lo es. No es por lo tanto un dinosaurio de andar exclusivamente semiplantígrado. Una posibilidad es pensar que el animal adoptara esta posición, apoyando parte del metatarso en el suelo y ocasionalmente la mano, por el estado de plasticidad del substrato. La orientación de las pisadas es negativa y la altura calculada para la cadera, deducida como en la rastrillada 1LP1, está próxima a 3,8 m. Las extremidades eran gruesas con pies estrechos.

La luz de rastrillada de 88 cm y la amplitud de 24 cm indican pista ancha aunque estos parámetros son muy variables. La longitud del paso y de la zancada es de 1'27 m y 2'36 m respectivamente. Su línea media no es recta, sino que describe una pequeña curvatura, similar a la que se ha descrito en los rastros 1LP7 y 1LP9 aunque en este caso el sentido de la marcha es contrario, la dirección cambia de NE-SW al principio de la rastrillada a E-W al final de la misma. La velocidad estimada en el desplazamiento es lenta, en torno a 3 Km/h.

El hecho que haya marcas de manos es una anomalía y no es porque su forma usual de andar fuera cuadrúpeda sino quizá por la anomalía que supone el andar cuadrúpedo. Estas marcas de mano son pequeños huecos ovalados situados junto a la huella del pie correspondiente, en todos los casos se trataría de la mano izquierda.

En varias de las marcas (figuras 5, 6 y 10) se aprecia el ángulo detectado por Pérez-Lorente (1993) entre el eje del metatarso y el del pie digitígrado. Con sus 20 metros de longitud, es el mayor rastro ornitópodo semiplantígrado conocido.

2.1.16. RASTRILLADA 1LP16 (FIGURA 3, 5 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 11 huellas semiplantígradas similares a las del rastro anterior. La 1LP16.2 es como una oquedad alargada que se encuentra en el borde del yacimiento parcialmente cubierta por el estrato superior.

Son huellas muy profundas, la cuarta 20 cm y la quinta 25 cm, prácticamente todas con sedimentos de la capa superior en el fondo y, como en el rastro 1LP15, alguna de las icnitas grandes lleva parejas marcas más pequeñas, hecho que es patente en 1LP16.3 y que también se detecta en 1LP16.7; semejantes a las descritas en el rastro 1LP15. Son más largas (60 cm de media con el metatarso) que anchas (50 cm). No hay señales de dedos ni de almohadillas. Todas las pisadas tienen marca del metatarso. La orientación de las huellas es negativa.

No es posible determinar qué tipo de dinosaurio ha originado estas huellas, pero como en casos anteriores no parece que fuera plantígrado, ni cuadrúpeda la forma de andar habitual, sino más bien apoyaba parte del metatarso y ocasionalmente la mano. Se considera que, como en rastros precedentes, son icnitas ornitópodas grandes en las que el eje del pie digitígrado y el del metatarso forman ángulo. Para la deducción de la altura de la cadera se siguen los criterios descritos en 1LP1, y alcanza 3,25 m. Las extremidades eran gruesas y los pies estrechos.

La rastrillada es ancha. Tanto la longitud del paso como la de la zanca son variables. Sus valores medios son 1'18 m y 2'12 m. La velocidad de la marcha era muy lenta, no superaba los 3 Km/h.

Todas estas características son compatibles con la dificultad para caminar del dinosaurio debida a las condiciones físicas del suelo en aquel momento.

2.1.17. RASTRILLADA 1LP17 (FIGURAS, 3, 6, 7, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro es el más largo (30 m) del yacimiento y probablemente de La Rioja y de toda la Cuenca de Cameros. Si estuviera completo dispondría de 40 huellas pero faltan algunas intermedias: 1LP17.4, 1LP17.5, 1LP17.15, 1LP17.16, 1LP17.17, 1LP17.27, 1LP17.30, 1LP17.31 y 1LP17.39, generalmente por estar sobrepisadas por otras posteriores mucho más profundas. Hay icnitas en este rastro muy poco marcadas y por ende incompletas.

Las huellas son pequeñas (longitud media de 23 cm y 18 cm de anchura), y poco profundas (del orden de 1 cm). Son tridáctilas, con dedos largos y estrechos, ocasionalmente con terminación acuminada e incluso con señales de uñas. En algunas quedan impresas almohadillas dactilares como en las 1LP17.1, 1LP17.11 y 1LP17.35. El talón a veces es bilobulado (1LP17.6, 1LP17.8, 1LP17.13, 1LP17.14, 1LP17.35 y 1LP17.36), a veces saliente y apuntando hacia atrás.

El autor de las pisadas, por estas características, parece un terópodo pequeño con el acetábulo a 1'10 m del suelo, extremidades de normales a delgadas de pies estrechos. La orientación es negativa.

La rastrillada atraviesa prácticamente todo el yacimiento desde la parte superior a la inferior, con dirección N-S. Es muy estrecha, con huellas sobre la línea media. Tanto el paso como la zancada son bastante constantes, alrededor de 70 cm y de 140 cm respectivamente. El desplazamiento era a velocidad moderada en torno a 4 Km/h.

2.1.18. RASTRILLADA 1LP18 (FIGURAS 3, 5 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Formado por 24 huellas de las que faltan 1LP18.2, 1LP18.4, 1LP18.7, 1LP18.15 y 1LP18.18. Algunas de las icnitas visibles no son completas, la mayor parte carecen de la marca del talón y en 1LP18.22 no hay señales de los dedos.

Tienen 30 cm de longitud media, 22 cm de anchura y 2 cm de profundidad. Son tridáctilas con dedos bien marcados, estrechos y largos, terminados en muchos casos en punta. Aunque no se encuentran impresiones de almohadillas completas, en algunas icnitas, por ejemplo en 1LP18.6, se conservan algunas de esas estructuras. El talón es saliente y apuntado.

Las pisadas son terópodas grandes, y de ellas se deduce que la altura de acetábulo es de 1'54 m. Las pisadas tienen orientación positiva. Las extremidades son normales y los pies estrechos.

El rastro es muy estrecho - pisa sobre su línea media. El dinosaurio se desplazaba describiendo en su trayectoria una suave curva al principio, paralela a la descrita en varios rastros anteriores, para continuar en línea recta siguiendo la dirección NE-SW. La velocidad de desplazamiento se considera moderada entre 4 y 5 Km/h.

2.1.19. RASTRILLADA 1LP19 (FIGURA 3, 6 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro lo constituirían 8 huellas si estuviera completo, pero faltan 1LP19.2 y 1LP19.6. Del resto sólo tiene completo su contorno 1LP19.7. De 1LP19.3 ha quedado la marca de un dedo.

Son huellas tridáctilas pequeñas de 24 cm de longitud, 20 cm de anchura y menos de 1 cm de profundidad. Los dedos son estrechos, largos, y de terminación acuminada. En 1LP19.7 ha quedado marcada una almohadilla dactilar. La marca del talón, donde es perceptible, es apuntado hacia atrás.

Las icnitas se clasificarían como terópodos pequeñas, y de ellas se deduce que la altura del acetábulo del animal tendría 1'15 cm de altura, así como que los pies serían estrechos.

El rastro es muy estrecho con pisadas sobre la línea media. Se considera que la velocidad de desplazamiento era marcha de velocidad moderada a alta, entre 4 y 5 Km/h.

2.1.20. RASTRILLADA 1LP20 (FIGURAS 3, 6 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está formado por 24 huellas, sólo falta 1LP20.23 por estar sobrepisada por otra más profunda del rastro 1LP14. Esta pista interfiere también con 1LP.26 por lo que las huellas 1LP20.7 y 1LP20.8 se encuentran incompletas al estar unidas a las correspondientes del 1LP.26. Varias de ellas son incompletas o se manifiestan por un simple hueco porque son someras.

Las icnitas son tridáctilas, de longitud media 29 cm, de anchura 22 cm y de profundidad entre 1 y 2 cm. Los dedos son estrechos y largos de terminación acuminada. Sólo 1LP20.11 ha conservado una marca de almohadilla dactilar. El talón en las huellas que se encuentra conservado a veces es bilobulado como en 1LP20.12 y 1LP20.13 y en otras ocasiones saliente como en las 1LP20.3 ó 1LP20.10.

Estas huellas de orientación negativa, son terópodos grandes. La altura del acetábulo es próxima a 1'50 m. Las extremidades eran de normales a delgadas, con pies estrechos

El rastro es estrecho. Tanto el paso (90 cm) como la zancada (170 cm) son muy constantes. La trayectoria de desplazamiento es prácticamente recta, siguiendo la dirección E-W, sólo se observa una pequeña sinuosidad. La marcha se produjo a una velocidad de marcha moderada, alrededor de 4 Km /h.

2.1.21. RASTRILLADA 1LP21 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 5 huellas, de las que solo 1LP21.3 está completa. Son icnitas que tienen de longitud media 34 cm, 25 cm de anchura, y 1 cm de profundidad. Son pisadas tridáctilas de dedos largos y estrechos terminados en punta (en 1LP21.1 está impresa la uña del dedo II). El talón es saliente.

Estas huellas se clasifican en terópodos grandes. La altura de acetábulo sale de 1'60 m, las extremidades son gruesas, y los pies estrechos.

La rastrellada es ancha. Tanto el paso como la zancada son muy variables y la velocidad de avance era de marcha moderada, entre 4 y 5 Km /h.

2.1.22. RASTRILLADA 1LP22 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está formado por 5 huellas. En 1LP22.2 y 1LP22.5 se dibuja el contorno completo mientras que de 1LP22.4 sólo se dibuja la marca de un dedo.

Son tridáctilas de longitud 32 cm, de 27 cm de anchura y de 1 cm de profundidad. Las señales de los dedos son largas y estrechas, acabadas en punta, sin marcas de almohadillas y con la forma del talón apuntado.

Las icnitas son de tipo terópodo grande con una altura de acetábulo de 1'50 m y con extremidades normales de pies estrechos.

La rastrillada es muy estrecha y no regular porque todas las huellas están a un lado de la línea media. El paso y la zancada son variables con una longitud media en el paso de 1 m y de 2 m en la zancada. La velocidad estimada para el desplazamiento era de moderada a alta, entre 4 y 6 Km/h.

2.1.23. RASTRILLADA 1LP23 (FIGURAS 3, 6 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 9 huellas grandes y profundas, sólo falta 1LP23.8. Su hueco está relleno y en 1LP23.2 incluye ripples en su superficie más alta. Esto es indicativo de que ni siquiera el dinosaurio pisó sobre esta capa sino bastante más arriba, es decir que la superficie de marcha ha sido erosionada. Dicha superficie estaba a más de 8 cm por encima de la superficie de estudio de este yacimiento. Antes de la compactación la separación entre la superficie de estudio y la superficie de marcha tendría que ser superior a dicha cifra.

La mayor parte de las icnitas son: irregulares; de contorno diferente entre ellas; más o menos redondeadas. Solo en algún caso con marcas de dedos, y en otros con el inicio de la señal del metatarso, como es el caso de la huella 1LP23.3. La longitud media de las icnitas es de 53 cm (excepto 1LP23.3 con la impresión del metatarso mide 67'5 cm) la anchura media de 52 cm y la profundidad muy variable con una media de 11 cm.

En las huellas en las que se pueden apreciar marcas de dedos se observa que éstos son cortos, anchos y de terminación redondeada. En el interior de las icnitas en las que existe relleno, se distingue mejor la forma de los dedos.

Por las características anteriores: se clasifican dentro del tipo ornitópodo grande; se deduce que la altura de acetábulo superaba los 4 m y que poseía extremidades gruesas con pies anchos.

La rastrillada es muy estrecha con pisadas sobre la línea media. La longitud de paso es desigual, dando idea de la dificultad del dinosaurio al caminar, probablemente debido a la plasticidad del subsuelo. La velocidad estimada en el desplazamiento es baja, avanzaba andando muy lentamente, entre 1 y 2 Km/h. Es una rastrillada de características muy similares y paralela a la 1LP14.

2.1.24. RASTRILLADA 1LP24 (FIGURAS 3, 6, 7, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro si estuviera completo estaría formado por 24 huellas. El primer tramo de la pista es continuo hasta la huella 1LP24.7. A partir de ese punto hay una zona con alta densidad de huellas, en la que se superponen varias rastrilladas lo que ocasiona la falta de las icnitas: 1LP24.8, 1LP24.9,

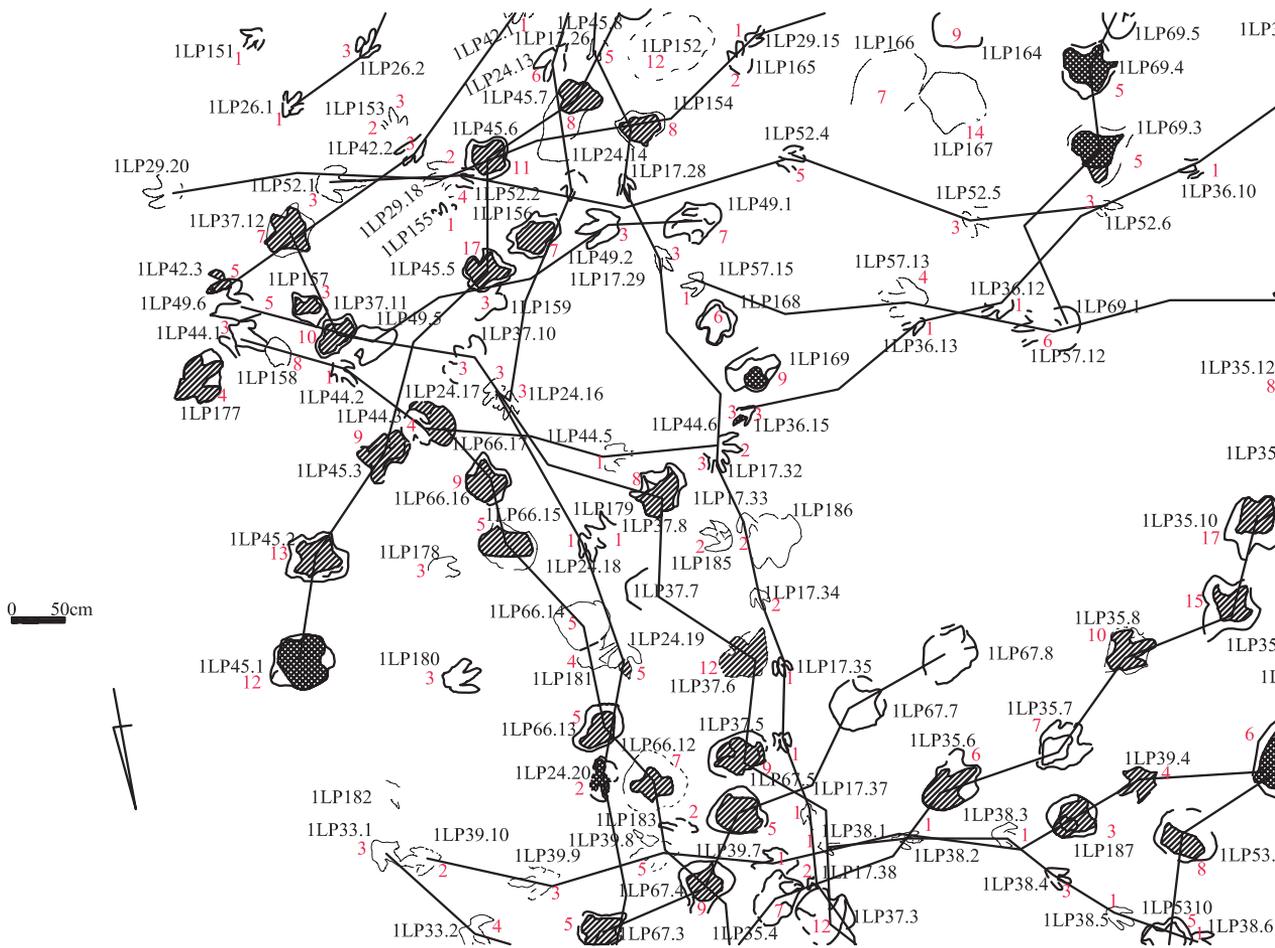


Figura 8

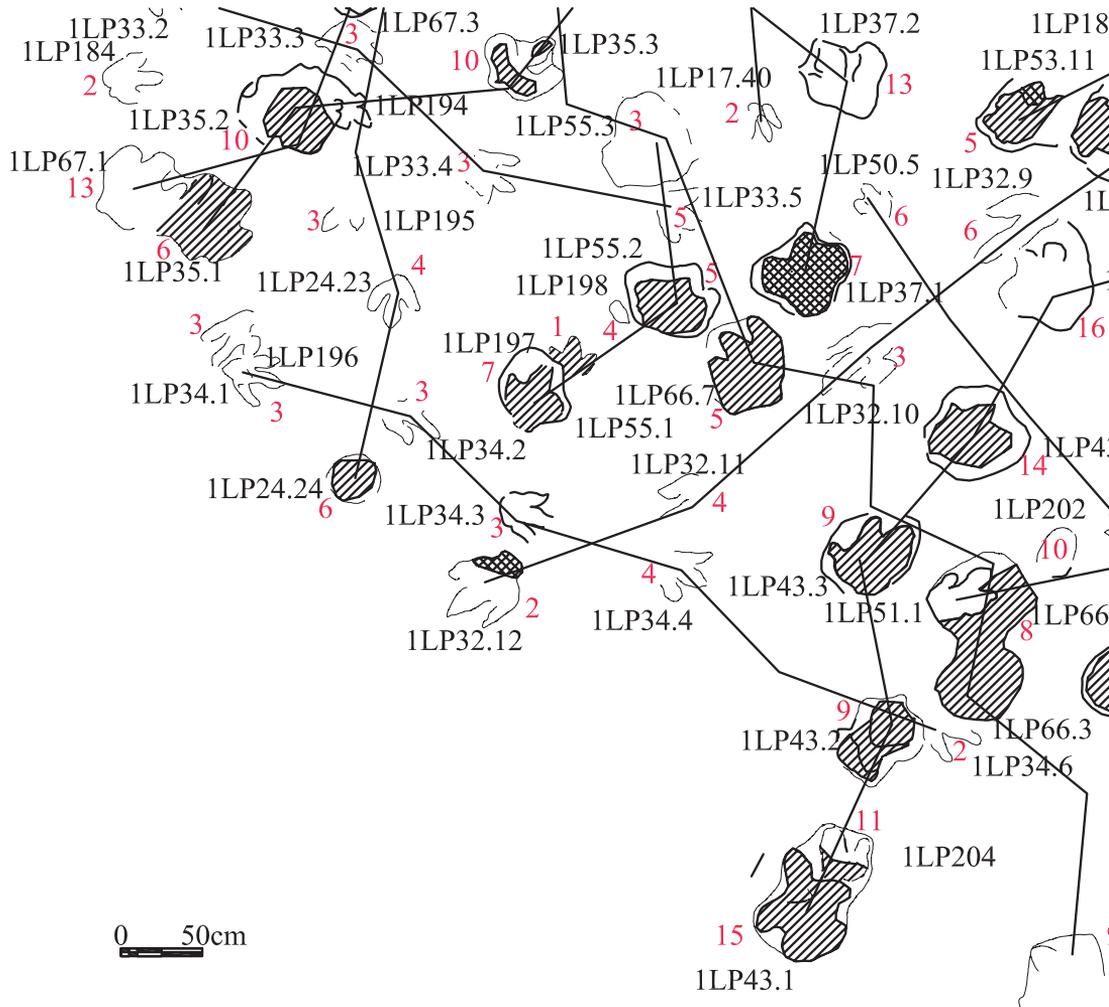
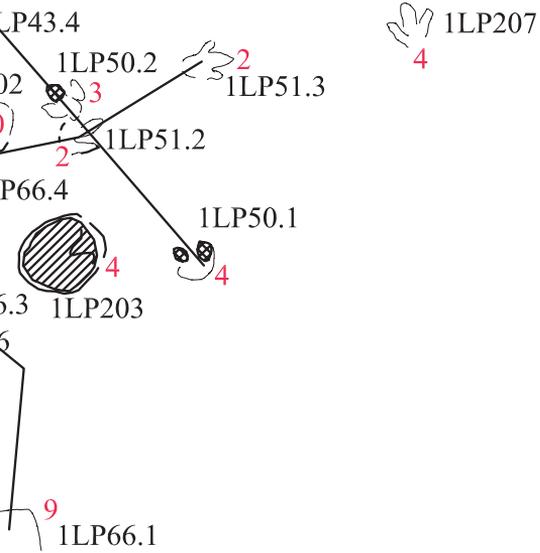
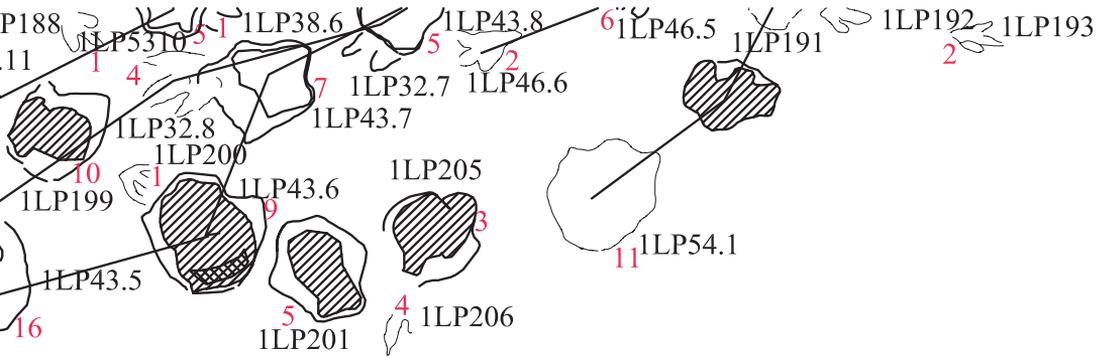


Figura 9



1LP24.15, 1LP4.21 y 1LP24.22. Es muy difícil comprobar la continuidad del rastro porque su línea media se curva, cambiando de dirección, en el sector en el que abundan huellas aisladas muy similares lo que dificulta la identificación de las mismas. Se ha optado por considerar que son de esta rastrillada: las de contorno y dimensiones más similares, y las separadas por pasos y zancadas de medidas coincidentes. Una razón más para tener precauciones a la hora de considerar los datos de esta rastrillada es que hasta 1LP24.18 las pisadas no tienen relleno de niveles superiores y a partir de esta huella si que lo poseen. Las huellas 1LP24.16 y 1LP24.17 son más pequeñas y su posición es anómala por lo que es posible que no sean de esta rastrillada.

En conjunto se trata de huellas tridáctilas de longitud media de 34 cm, de 29 cm de anchura y de 3 cm de profundidad. Tienen dedos largos y acuminados, sin marcas de almohadillas y ocasionalmente con señales de uñas. El talón en varias pisadas es bilobulado.

Todas las características anteriores son de icnitas terópoda grandes, de las que se deduce que el acetábulo estaba a 1'60 m del suelo. Las extremidades eran gruesas de pies estrechos

La pista es muy estrecha con huellas sobre la línea media. La velocidad del desplazamiento era de marcha entre moderada y alta 5 a 6 Km/h.

2.1.25. RASTRILLADA 1LP25 (FIGURAS 3, 6 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro si estuviera completo estaría formado por 12 huellas pero faltan varias intermedias, 1LP25.2, 1LP25.3, 1LP25.4, 1LP25.5, 1LP25.7 y 1LP25.9. No se encuentra ninguna icnita completa. 1LP25.1 está muy separada de las huellas finales del rastro. Dado además que, la medida de la longitud de esta icnita es muy grande (33 cm) no se considera en el cálculo de los valores medios de la pista.

Son pisadas tridáctilas, pequeñas (las menores del yacimiento), poco profundas, con una longitud media de 21 cm y 14 cm su anchura, muy someras. Los dedos son largos, estrechos y acuminados, bien diferenciados. Es posible (1LP25.1) que la forma del talón sea bilobulada.

Estas características de las icnitas indican: que son terópoda pequeñas; que la altura de acetábulo era inferior a 1m; y que los pies eran estrechos .

La pista la ha dejado un dinosaurio que caminaba con pasos regulares de 81 cm y zancadas de 1'40 m. La velocidad del desplazamiento era de marcha moderada entre 4 y 5 Km/h.

2.1.26. RASTRILLADA 1LP26 (FIGURAS 3, 6, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Si este rastro estuviera completo tendría 28 icnitas. Faltan varias en la primera parte de la pista: 1LP26.4, 1LP26.7, 1LP26.8, 1LP26.10, 1LP26.11 y 1LP26.12, quizá por influencia de la gran cantidad de otras pisadas que hay en esta zona. La segunda parte del rastro, a partir de 1LP26.13, está completo a pesar que se entrecruza con 1LP20 y dos de sus huellas interfieren.

Las dos últimas icnitas están paralelas y separadas 20 cm sin que se tengan datos para saber porqué.

Son pisadas tridáctilas más largas (30 cm) que anchas (20 cm), su profundidad es de 1 ó 2 cm. Tienen los dedos bien diferenciados, estrechos y largos, acabados en punta, sin marcas aparentes de almohadillas y con el talón unas veces redondeado y otras saliente.

Las pisadas son terópodos grandes. La altura de acetábulo es de 1'40 m. Las extremidades eran normales con pies estrechos.

La rastrillada es muy estrecha con pisadas sobre la línea media. Tanto el paso como la zancada son muy constantes de 90 cm y 180 cm respectivamente. La velocidad estimada del desplazamiento era de andar moderado, en torno a 4 Km/h.

2.1.27. RASTRILLADA 1LP27 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro completo tendría 9 huellas pero faltan 1LP27.4 y 1LP27.8 por estar en una zona rota del estrato.

Son icnitas similares a las del rastro anterior, más largas (30 cm) que anchas (25 cm), su profundidad es de 2,5 cm. Son tridáctilas con dedos largos, estrechos y acuminados, sin marcas claras de almohadillas ni de uñas, con el talón en la 1LP27.1 saliente mientras que en el resto de las huellas no se encuentra bien trazado.

Las icnitas son terópodos grandes de las que se deduce que la altura del acetábulo era de 1'48 m. El dinosaurio tenía extremidades gruesas con pies estrechos.

La pista es tan estrecha que las pisadas están prácticamente alineadas. Tanto el paso 1,66 m como la zancada superior a 3 m son muy largos. El avance del dinosaurio fue rápido, el de mayor velocidad deducida en este yacimiento, aproximadamente entre 7 y 12 km/h. No se puede dar esta cifra como verdadera porque la irregularidad de colocación de las pisadas es patente como se aprecia en el examen de la longitud de pasos en la tabla 1.

2.1.28. RASTRILLADA 1LP28 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 9 huellas tridáctilas de las que faltan 1LP28.6 y 1LP28.7.

Son huellas alargadas de longitud media de 29 cm, anchura de 23 cm y profundidad de 1 cm. Los dedos son estrechos, largos y acuminados. 1LP28.8 es completa y 1LP28.9 tiene bien marcadas las almohadillas dactilares. El talón en las huellas que se marca parece bilobulado, aunque en otras es redondeado o saliente.

Las pisadas entran en el grupo terópodos grandes, y de ellas se deduce que la altura del acetábulo era 1'40 m, que las extremidades eran gruesas y los pies estrechos.

La pista es muy estrecha. Tanto la longitud del paso (83 cm) como de la zancada (1'50 cm) son bastante homogéneas, el avance se produjo a velocidad de andar lento a moderado, alrededor de 3 ó 4 Km/h.

2.1.29. RASTRILLADA 1LP29 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 20 huellas de las que faltan cinco (1LP29.4, 1LP29.5, 1LP29.16, 1LP29.17 y 1LP29.19). El contorno totalmente cerrado solo se encuentra en 1LP29.13.

Las pisadas tienen dedos relativamente largos, estrechos y separados. En la mayoría de las huellas sólo se aprecia la marca de los dedos y en las huellas que conservan marca del talón, éste es saliente. En las huellas 1LP29.3, 1LP29.6 y 1LP29.9 hay constricciones laterales en las marcas de los dedos que se asocian a almohadillas dactilares. El ángulo entre los dedos II y III es menor que el III[^]IV, y donde se ha podido medir la longitud de las huellas es mayor que su anchura con $(l-a)/a$ 0'2 de valor medio. Todas estas características pertenecen a huellas terópoda grandes.

La extremidad del dinosaurio que produjo el rastro tenía una altura de 166 cm y los valores de zancada y paso eran bastante homogéneos.

De las medidas obtenidas, la velocidad deducida corresponde a un andar moderado (5 Km/h), congruente con el dato de $Ar/a = 0,3$ o rastrillada estrecha. El valor de z/l se asocia a extremidades delgadas.

2.1.30. RASTRILLADA 1LP30 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Si estuviera completo, este rastro tendría 18 icnitas impresas. No se conservan 8 de ellas (1LP30.2, 1LP30.5, 1LP30.6, 1LP30.7, 1LP30.12, 1LP30.15, 1LP30.16 y 1LP30.17). Muchas de las pisadas tienen niveles superiores embutidos en su interior por el mismo pie que las produce. En algunas de ellas sobresale el barro, y en otras se aprecian estructuras directas como las estrías de colapso de los dedos con deslizamiento hacia delante (1LP30.10).

La dificultad para dibujar los contornos de las huellas es tanta, que no se han podido realizar gran parte de las medidas y cálculos. Las pisadas suministran información suficiente para afirmar que las marcas de dedos largos estrechos y separados con marca del talón saliente. La terminación de los dedos es acuminada y el dedo III es el más largo. En la huella 1LP30.13 se aprecian constricciones en los dedos correspondientes a almohadillas. Son huellas terópoda grandes. El ángulo interdigital II[^]III es menor que el III[^]IV (25° - 34°).

El valor de la velocidad calculado es variable aunque alto ya que el valor menor es de 4'4 Km/h y el mayor de 8'2 Km/h siendo la media de 5'8 Km/h.

La variabilidad de las medidas es muy alta debido a la diferencia entre la longitud de la zancada y en el contorno de las huellas. El número de datos es tan pequeño que, a pesar de ser el rastro tan grande, los resultados no son significativos.

2.1.31. RASTRILLADA 1LP31 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Esta rastrillada está formada por 17 pisadas de las que faltan 2 (1LP31.7 y 1LP31.9). La mayor parte de las huellas tiene ocupado el hueco por niveles superiores embutidos en él. En varias pisadas (1LP31.5, 1LP31.10, 1LP31.11) parte del relleno sobresale por encima de la superficie de estudio. El valor medio (11 cm) de la profundidad de la superficie más baja que se puede medir de las huellas es muy grande.

Las pisadas, subhuellas y los rellenos muy deformados, son más anchos que largos salvo en 1LP31.5, 1LP31.6 y 1LP31.11. Las marcas de los dedos son anchas, muy cortas y con terminación redondeada. En ninguno se aprecia marca de uñas ni de almohadillas. El valor de $(l-a)/a = -0.1$, se corresponde con huellas muy anchas. El talón es ancho y redondeado y en algunas icnitas queda marca del metatarso alargada hacia atrás (huellas 1LP31.4, 1LP31.5, 1LP31.14, 1LP31.16).

Estas características se relacionan con pisadas ornitópodas.

El índice z/l da valores de 4.8 indicador de extremidades muy gruesas, mientras que el cociente $Ar/a = 0.4$ se corresponde con rastrillada ancha. Los valores de la zancada y el paso, a partir de 1LP31.12, son dispares. A partir de esta huella las pisadas 1LP31.14 y 1LP31.16 son semiplantígradas. Según Kuban (1989) se puede interpretar como que el animal al hundirse más en el barro, deja la marca de parte del metatarso, con lo que las dificultades para desplazarse son mayores y el paso y zancada varían tanto.

2.1.32. RASTRILLADA 1LP32 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Es un rastro en el que sólo falta una huella (1LP32.2) de las 12 de que consta. De todas las icnitas solo tiene el contorno completo 1LP32.6 y casi completo 1LP32.1. Muchas de ellas albergan parte de sedimentos de las capas superiores en su interior, y en algún caso, dichos sedimentos sobresalen por encima de la superficie de estudio. Las mayores profundidades visibles de calco varían desde 1 a 6 cm siendo la media de 4 cm.

Las pisadas tienen de longitud media 54 cm, y de anchura 42 cm. Los dedos son alargados y relativamente estrechos, separados y con terminación acuminada. En algunas pisadas (1LP32.5 y 1LP32.6) se marca más de una almohadilla por dedo. El ángulo entre el dedo II y el III es menor que el III y IV. Los dedos III y IV forman una uve de ramas desiguales que dejan en su parte trasera talón saliente. En la pisada 1LP32.10 el dedo II se encuentra más separado del dedo III de lo que lo está el dedo IV; una estructura típica de huellas terópodas. Los caracteres descritos son propios de pisadas terópodas grandes.

Los valores de velocidad calculados está entre los 5.6 y 4.7 km/h, es decir, andar moderado. Este valor es coherente con el índice de Ar/a en torno a 0.5 que se corresponde a rastrillada estrecha.

2.1.33. RASTRILLADA 1LP33 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Se compone de cinco huellas, de las que no falta ninguna. Todas las pisadas tiene su contorno incompleto.

La longitud media es de 40 cm, su anchura 35 y su profundidad 3 cm. Los dedos no se pueden medir en casi ninguna de las huellas. Aparentemente son largos, relativamente separados y con ángulo interdigital grande. Su terminación (cuando ha quedado marcada) es acuminada y el talón es saliente (primera huella) y bilobulado (en la segunda). Todos estos datos hablan de un rastro terópodo.

Las huellas pisan la línea media, acorde con un valor de $Ar/a = 0'4$ de rastrillada muy estrecha. Los valores de paso y zancada son uniformes y la velocidad de desplazamiento estimada era moderada, entre 5'3 y 4'6 km/h.

2.1.34. RASTRILLADA 1LP34 (FIGURAS 3 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro que contiene cinco de las seis huellas que tendría si estuviese completo. Ninguna de ellas muestran su contorno completo. 1LP34.1 es casi completa pero interfiere con una de las icnitas aisladas. 1LP34.6 también está afectada por su interferencia con otra.

La longitud media es de 40 cm, su anchura de 34 y su profundidad de 3 cm. Los dedos son relativamente largos e independientes y muestran ángulo interdigital bastante variable. ($II^{\wedge}III$ menor que $III^{\wedge}IV$). La terminación es acuminada y, como se ve en la primera pisada, hay marca de las garras. Según la relación $(l-a)/a$, el pie es ligeramente más largo que ancho. Estos datos se corresponden con huellas del tipo terópodo.

La velocidad deducida de marcha es andar lento (3'7 km/h), la rastrillada muy estrecha y las extremidades gruesas.

2.1.35. RASTRILLADA 1LP35 (FIGURAS 3, 7, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Es un rastro muy largo que conserva 19 huellas de las 26 que tendría en caso de estar completo (faltan 1LP35.5, 1LP35.13, 1LP35.14, 1LP35.19, 1LP35.20, 1LP35.21 y 1LP35.23). A lo largo del mismo hay muchos cambios en la forma de las pisadas: huellas digitígradas al comienzo del rastro (1LP35.1, 1LP35.3 y 1LP35.4), marcas como meros huecos en las que no se puede distinguir apenas nada (pisadas 1LP35.11 y 1LP35.12) y al final, muchas huellas son semiplantígradas, al conservarse parte del metatarso (huellas 1LP35.9, 1LP35.18, 1LP35.24, 1LP35.25 y 1LP35.26). Todas las huellas tienen introducidas en su interior subhuellas de niveles superiores.

Es prácticamente imposible medir ningún elemento dadas las características de las icnitas. Se han hecho medidas que proporcionan las siguientes cifras medias: longitud de la pisada digitígrada 44 cm; anchura, 48 cm y profundidad 7 cm. Las primeras improntas (1LP35.1 a 1LP35.8) tienen marcas de dedos anchas, cortas y de terminación redondeada en la que no se observa señal de uñas. El ángulo interdigital ha sido imposible de medir y el talón es amplio y redondeado. En los huecos de las pisadas 1LP35.11 y

1LP35.12 no se distingue ningún carácter y a partir de la huella 1LP35.18, son semiplantígradas y en ellas, la impresión trasera del metatarso es alargada y estrecha. Las marcas de dedos tienen las mismas características.

Si observamos las tablas 1 y 2, vemos que en el primer tramo del rastro el valor de la zancada y del paso son más largos que al final de la rastrillada. Lo mismo ocurre con el valor de la velocidad: andar lento en general (3'3 km/h), menor en las últimas huellas (4'3-3'8 frente a 3'1 al final). El rastro sale muy estrecho y las extremidades gruesas.

Con todo lo descrito, dada la forma redondeada de la icnita y los dedos cortos, aparentemente no separados y de terminación redondeada, se asignan a ornitópodos.

2.1.36. RASTRILLADA 1LP36 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Contiene 12 de las 15 huellas que formarían el rastro completo; faltan 1LP36.6, 1LP36.11 y 1LP36.14.

Tal como se ha considerado el rastro, se pueden diferenciar dos partes. La primera, desde la primera huella hasta la 1LP36.9 y la siguiente, desde la huella 1LP36.10 hasta la última. En el primer grupo, su longitud media es de 47 cm y su anchura de 34 cm. Sus dedos son más largos que anchos, están separados y apariencia robusta. No se observan almohadillas y la terminación de los mismos es acuminada y se ven marcas de las garras. En el segundo grupo, el tamaño es más pequeño, aunque sólo se ha podido tomar la longitud de la última pisada (26 cm) y su anchura (16 cm.) sensiblemente inferiores a las del primer tramo. Las diferencias se mantienen con las velocidades de desplazamiento, 4'7 km/h al principio y 3'2 km/h al final y con los valores de zancada y paso (ver tabla 1).

Aunque existen diferencias métricas entre ambas partes del rastro, se puede asignar ambas a un mismo tipo de huella, en este caso terópoda. Quedaría por determinar si el rastro pertenece a un mismo dinosaurio cuyas últimas huellas son más pequeñas por motivos de comportamiento del barro, como pensamos en este caso. O son dos rastros distintos por las diferencias vistas en las medidas. No se observa diferencia en la profundidad de las pisadas (siempre menor de 3 cm) aunque sí en que la última de las huellas conserva parte del relleno de su hueco.

2.1.37. RASTRILLADA 1LP37 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

El rastro conserva 10 huellas de las 12 que tendría si estuviese completo, faltan 1LP37.4 y 1LP37.9. La variación de la forma de las pisadas a lo largo del rastro es notable.

La longitud media de las pisadas es de 48 cm, la anchura de 50 cm y la profundidad de 9 cm. En las dos primeras huellas, los dedos son cortos, anchos con terminación redondeada y sin marca de uñas. En la huella 1LP37.2 el dedo III tiene forma romboidal. Sólo se aprecia una almohadilla por dedo y el talón es saliente y muy redondeado. En cambio, las pisadas 1LP37.3, 1LP37.5 tienen los dedos más largos y mucho más estrechos y son menos

redondeadas aunque relativamente más anchas. Esta variación se atribuye al comportamiento del barro y movimiento del pie del animal durante la pisada. Hay estructuras de colapso en los dedos de algunas huellas, marcas de metatarso (1LP37.12) y abundantes subhuellas alguna de las cuales sobresalen por encima de la superficie de estudio (1LP37.1).

El valor calculado de velocidad (2 km/h) corresponde a un andar lento, que se relaciona con un valor de $Ar/a = 0.6$ de rastrillada ancha y una zancada relativa ($z/h = 1$) baja. La relación z/l es congruente con extremidades gruesas. Según los datos que nos aporta este rastro podemos asignar las huellas al tipo ornitópoda.

2.1.38. RASTRILLADA 1LP38 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro completo formado por seis huellas, ninguna de las cuales muestra su contorno totalmente cerrado. El trazado es anómalo con icnitas situadas, 1LP38.3 y 1LP38.4 al otro lado de la línea media del que les corresponde. Algunos de los datos de la tabla son negativos, por tal causa, y también por ello se eliminan de las referencias generales de datos medios.

La longitud de las huellas varía muy poco y son más largas (28 cm) que anchas (24 cm). La profundidad media de las pisadas es baja (1 cm). Los dedos están separados y su longitud es mayor que la anchura. En la pisada 1LP38.2 se aprecian dos almohadillas en el dedo III y terminación acuminada dejada por una garra. El talón es saliente y redondeado y el ángulo entre los dedos II y III es menor que entre los dedos III y IV. Todas estas características se asocian a huellas terópoda.

Del análisis de los datos se deduce que la velocidad de desplazamiento (3.6 km/h) es de andar lento, a pesar de salir un valor de $Ar/a = 0.4$ perteneciente a un rastro muy estrecho. La extremidad es gruesa.

2.1.39. RASTRILLADA 1LP39 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro conserva 6 de las diez huellas que debería tener si no faltasen impresiones intermedias. Muchas de las icnitas están incompletas y otras 1LP39.3 y 1LP39.4 están cubiertas por niveles superiores de los cuales el más alto es posible que sea la superficie de marcha de esta rastrillada.

Las pisadas tienen 43 cm de longitud media, 32 cm de anchura y 8 cm de profundidad. Muestran las marcas de los dedos más largas que anchas, separadas y con terminación acuminada, con señales de garras (1LP39.1 y 1LP39.8). En los dedos se ven varias almohadillas y el ángulo interdigital entre los dedos II y III es siempre mayor que el correspondiente a los dedos III y IV (ver tabla). El valor de $l-a/a = 0.3$ pertenece a un tipo de pie estrecho. El talón es saliente en la mayoría y bilobulado en 1LP39.1 y está formado por una sola almohadilla. Los valores de longitud de pisada son bastante homogéneos y dan un valor medio de altura de extremidad de 198 cm.

Del resto de medidas de rastrillada no se han podido tomar muchas, sólo dos de cada carácter. La velocidad media estimada es de 4.6 km/h (andar moderado).

Las características vistas son de rastro formado por huellas terópodos.

2.1.40. RASTRILLADA 1LP40 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

En este rastro se conservan 7 de las 12 huellas que le corresponden. La forma de las huellas es muy variable. Muchas de las icnitas tienen su interior ocupado por sedimentos posteriores a la superficie de estudio, y en ocasiones (1LP40.2) el sedimento removido por el pie sobresale sobre la citada capa.

Se alternan huellas digitígradas con semiplantígradas (1LP40.3, 1LP40.8 y 1LP40.12). La longitud es, en consecuencia variable, lo mismo que la anchura. Las icnitas son profundas y la media medida es de 13 cm.

Las huellas digitígradas apenas han conservado los dedos por lo que no se han podido medir. En general las huellas tienen un contorno redondeado y difícilmente se distingue el talón. En la huella 1LP40.3: el dedo IV es largo, estrecho y de terminación acuminada, debido a caída del barro blando; la marca del dedo III es corta, estrecha y de terminación redondeada. En esta pisada ha quedado posiblemente la marca del dedo I.

Las icnitas semiplantígradas, muestran dedos cortos y anchos de terminación redondeada. La parte trasera es alargada, estrecha y corresponde a la marca dejada por el metatarso. En general las huellas del rastro son más anchas que largas, el valor medio de $l-a/a = -0.1$ corresponde a pie ancho.

De las medidas se deduce que: la velocidad es baja (1'4-2'4 Km/h); el rastro es ancho; las extremidades son gruesas (z/l está en el límite con extremidades muy gruesas). La altura de la extremidad del animal es de 344 cm.

2.1.41. RASTRILLADA 1LP41 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Esta pista la constituyen 20 huellas grandes de las que falta 1LP41.4 porque el estrato está roto en su sector. Todas son irregulares en cuanto a forma, tamaño y profundidad.

La mayoría de las pisadas son redondeadas, algunas con la parte posterior prolongada, otras son triangulares con la zona del talón alargada, en ambos casos esta elongación es impresión del metatarso. Casi la mitad de las icnitas de este rastro son semiplantígradas. Casi todas son subhuellas ya que en su interior hay introducidos fragmentos de capas superiores, en algún caso como 1LP41.7 y 1LP41.14, la subhuella es tan potente que sobresale por encima de la superficie de estudio de La Pellejera.

La longitud varía de 37 a 56 cm, pero si se considera el metatarso en las huellas que ha quedado impreso esta variación va de 50 a 94 cm. La anchura no es tan variable siendo su media de 46 cm. La profundidad media medida es de 9 cm. En muy pocas icnitas han quedado señales de dedos, que son cortas, anchas y redondeadas, no hay vestigio de almohadillas ni otras marcas identificativas. El talón aunque no se puede precisar con seguridad por la impresión ocasional del metatarso parece que es redondeado.

Por todas estas características y por su similitud con otros rastros de este mismo yacimiento, se deduce que son huellas ornitópoda grandes, en algunos casos con apoyo del metatarso, debido probablemente a la plasticidad del suelo, aspecto que es consecuente con la irregularidad de forma y profundidad grande y variable. La orientación de las pisadas es negativa y han sido producidas por un animal de extremidades gruesas con pies anchos, cuya altura del acetábulo, calculada de forma idéntica a 1LP1, era de 3 m.

La rastrillada es estrecha con pisadas sobre la línea media. Tanto el paso como la zancada son muy variables, oscilando de 75 a 187 cm el paso y de 127 a 287 cm la zancada. En cuanto a la anchura y luz del rastro son así mismo muy dispares. Estos datos dan idea de la dificultad del dinosaurio para caminar. La velocidad estimada era muy lenta, alrededor de 3 Km/h. El desplazamiento se efectuó en dirección W-E.

2.1.42. RASTRILLADA 1LP42 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por tres huellas incompletas de las cuales 1LP42.3 tiene relleno que sobresale por encima de la superficie de estudio.

Los pies debían ser más largos que anchos por la magnitud de los dedos visibles, su profundidad oscila entre 1 y 5 cm. La marca de los dedos es más larga que ancha y están relativamente separados; el talón es bilobulado en 1LP42.3. No se observan más estructuras que ayuden a clasificar el tipo de huella con lo que se identifican como pisadas terópoda.

La zancada es grande en comparación con el tamaño del pie. La relación z/h es 2'3 que es indicativo de trote. La velocidad obtenida oscila entre 9'8 y 8'3 Km/h, velocidad que no se puede precisar debido a que la muestra tiene pocos elementos - es necesario que haya más pisadas para deducir sin riesgo tal velocidad.

2.1.43. RASTRILLADA 1LP43 (FIGURAS 3, 7, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro compuesto por 23 pisadas de las cuales falta la 1LP43.13. A veces son meros huecos en el terreno, donde es difícil diferenciar marcas claras de dedos, almohadillas, uñas, talón.... Además la mayoría conserva parte del relleno de las capas superiores. En muchas de las pisadas, tal relleno sobresale por encima del techo de la superficie de estudio.

Las dimensiones de las huellas son muy variables como consecuencia de su irregularidad. En algunas de las improntas está total o parcialmente impreso el metatarso (1LP43.10, 1LP43.11, 1LP43.16, 1LP43.19). La longitud media del pie digitígrado es de 54 cm, la anchura de 59 cm y la profundidad de 8 cm. No se distinguen marcas de dedo excepto en las pisadas 1LP43.1, 1LP43.9 y 1LP43.14 en las que son anchas redondeadas. No hay señal de uñas ni de almohadillas y la marca del talón es amplia y redondeada. La orientación de las huellas es francamente negativa (-10°).

Las huellas son más anchas que largas y el valor de $(l-a)/a = -0'02$, correspondiente a huellas anchas. Con la suma de los caracteres descritos se clasifican como huellas ornitópodas.

El valor de Ar/a resulta 0'2, lo que se relaciona con rastrilladas muy estrechas cuyas huellas pisan la línea media. El dinosaurio, cuya altura del acetábulo se ha estimado en 352 cm caminaba con velocidad baja (3 km/h, andar lento). El valor de la relación z/l (3'7) sería propio de extremidades gruesas, muy próximo al límite (3) señalado para las extremidades muy gruesas.

2.1.44. RASTRILLADA 1LP44 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

El rastro contiene cinco de las seis huellas que tendría si estuviese completo, falta 1LP44.4. Es un rastro en el que las pisadas, que no tienen relleno, han quedado mal marcadas. Otra limitación a la toma de medidas es la interferencia de las pisadas con las de otros rastros - así: 1LP44.3 con 1LP24.17 y con 1LP45.3; 1LP44.6 con 1LP17.32; y probablemente 1LP44.2 con otra de asignación dudosa.

Es probable que la longitud media de las pisadas sea próxima a 38 cm, su anchura a 22 y su profundidad media a 2 ó 3 cm. Examinado el rastro, las pisadas se configuran de manera que su longitud es superior a su anchura. Las marcas de dedos están separadas, y son: alargadas, estrechas, de terminación acuminada en 1LP44.6 (en el resto no se conserva el final de los dedos). La marca del talón es bilobulada en 1LP44.1 o saliente y redondeada en 1LP44.3. En general, las huellas tienen un contorno subovalado. Corresponden a pisadas terópodos.

La altura de la extremidad del dinosaurio era de 179 cm y lenta la velocidad de desplazamiento (2'3 km/h).

2.1.45. RASTRILLADA 1LP45 (FIGURAS 3, 6, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 28 huellas si estuviera completo pero faltan, 1LP45.4, 1LP45.11, 1LP45.19, 1LP45.20, 1LP45.21 y 1LP45.27. La línea media tiene sentido SSW al principio (hasta 1LP45.8) para pasar a SW después, describiendo una pequeña curva hacia la mitad de la pista. Son pisadas muy irregulares y deformadas, algunas con subhuellas en su interior que en ocasiones sobresalen por encima de la superficie de estudio (1LP45.1, 1LP45.3, 1LP45.7, 1LP45.8, 1LP45.10, 1LP45.13, 1LP45.14, 1LP45.22). A veces la huella es a manera de un hueco cuya superficie inferior está ocupada por una subhuella que no tiene porqué contener la estampa (1LP45.23, 1LP45.25, 1LP45.26, 1LP45.28). Es posible que en algunas marcas quede impresionado total o parcialmente el metatarso (1LP45.8, 1LP45.10).

Las icnitas son algo más largas (53 cm) que anchas (46 cm) y bastante profundas (9 cm), y aunque aparentemente son redondeadas la relación $(l-a)/a$ tiene valor de pisadas estrechas. Son tridáctilas de dedos cortos, gruesos y terminación redondeada. No se ven señales de almohadillas porque ninguna de las superficies (probablemente todas calcos) tiene detalles sufi-

cientes. El talón también deja contorno redondeado. La orientación media es negativa.

Son huellas ornitópodas grandes a las que la altura del acetábulo que les corresponde es de 330 cm lo que indica un dinosaurio relativamente grande.

La rastrillada es estrecha, en principio en desacuerdo con la velocidad tan baja del dinosaurio (2'5 km/h) y con el tipo de extremidad grueso ($z/l=3'5$).

2.1.46. RASTRILLADA 1LP46 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por seis pisadas de las que faltan dos (1LP46.2 y 1LP46.4). De todas las icnitas se conserva el relleno en 1LP46.1 que sobresale sobre la superficie de estudio. Esta misma huella tiene la señal de la uña del dedo III en la punta del mismo. Otras características del rastro son que 1LP46.3 interfiere con 1LP54.4 y que en 1LP46.6 hay marca del metatarso o quizá de deslizamiento del pie durante la fase T (Thulborn and Wade, 1989; Pérez-Lorente, 2001) antes de la entrada del autopodio en el suelo.

La longitud media de la pisada es de 37 cm, su anchura de 29 y su profundidad de 3 cm. 1LP46.3 tiene contorno ovalado, marcas de dedos separados, más largos que anchos y con pequeños estrangulamientos que deben corresponder a almohadillas dactilares. La terminación de los dedos es acuminada y la marca del talón es saliente. Estas características corresponden a huellas terópodas.

La velocidad deducida (4 km/h) es de caminar lento. Del resto de relaciones se deduce que el dinosaurio tenía pie estrecho y extremidades gruesas.

Los resultados de las relaciones no están basados en datos suficientes para considerarlos totalmente aceptables.

2.1.47. RASTRILLADA 1LP47 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Consta de 5 huellas de las que se conservan 4, falta 1LP47.3. y solo 1LP47.2 tiene el contorno completo. Las icnitas no tienen relleno.

La longitud media de la pisada es de 30 cm, la anchura de 29 cm y la profundidad de 4 cm. Tienen dedos relativamente largos y separados, de terminación acuminada. No se ven marcas de almohadillas aunque sí de la disposición de los dedos laterales con respecto al central (talón en el dedo IV; dedo II separado) y, en concordancia con el talón bilobulado de 1LP47.5. Todo ello permite diagnosticar que la pisada es terópoda.

De las relaciones se deduce que el pie era estrecho y la extremidad delgada. La velocidad de desplazamiento (4'8 km/h) era de caminar moderado.

2.1.48. RASTRILLADA 1LP48 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Formado por 4 icnitas de la que falta 1LP48.3. Huellas incompletas en las que no se pueden hacer más medidas que las de paso y zancada. Además falta 1LP48.3 por lo que proporciona pocos datos.

1LP48 y 1LP47 son dos rastros semejantes ya que son paralelos y cercanos, llevan el mismo sentido, la sucesión de pisadas es igual (ambos comienzan con pisada derecha) y con características morfológicas parecidas. Las marcas de las pisadas tienen los dedos separados, son más largos que anchos y de terminación acuminada.

2.1.49. RASTRILLADA 1LP49 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Consta de 4 huellas de las 6 que tendría si estuviese completo. No tienen relleno de sedimentos procedentes de niveles superiores. La pisada en la que los caracteres son claros es 1LP49.2. En ella se ve la señal de dedos fuertes, relativamente separados, más largos que anchos y con terminación acuminada. El ángulo interdigital entre II[^]III es menor que entre III[^]IV. El talón es bilobulado y se aprecian sectores estrangulados del dedo III que se corresponderán con límites entre almohadillas. El valor de $(l-a)/a = 0'45$ es de huellas estrechas. Son icnitas terópodos.

No se ha podido calcular la velocidad de desplazamiento. La altura de la extremidad, a partir de un dato, es de 224 cm.

2.1.50. RASTRILLADA 1LP50 (FIGURAS 3 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por cinco huellas de las que faltan 1LP50.3 y 1LP50.4. Las pisadas mejor conservadas son las dos primeras en las que el relleno sobresale por encima de la superficie de estudio. Son más anchas que largas, de contorno redondeado, con los dedos anchos, cortos y de terminación redondeada. En la pisada 1LP50.2 se observa que el dedo II está separado de los dedos III y IV. Sólo se observa la marca de una almohadilla por dedo y la marca del talón es amplia y redondeada. El índice $(l-a)/a = -0'1$, corresponde a huellas anchas. Probablemente son huellas ornitópodos.

2.1.51. RASTRILLADA 1LP51 (FIGURA 3 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por tres huellas con dedos relativamente separados, más largos que anchos y con terminación acuminada. Son pisadas cuya longitud es mayor que su anchura $(l-a)/a = 0'57$. El dedo central III es el principal y sólo se ha conservado la marca del talón en una de ellas, la primera, y es amplio. Son huellas terópodos.

La velocidad de desplazamiento calculada es de 3'8 km/h, la longitud de la extremidad del dinosaurio se estima en 205 cm., andar varo ($O = -9^\circ$) y mientras se desplazaba pisaba la línea media.

2.1.52. RASTRILLADA 1LP52 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por seis pisadas de las que falta 1LP52.3 para estar completo. El contorno incompleto de las huellas no permite hacer una descripción precisa. En el dedo III de 1LP52.1 y de 1LP52.5 se observan estrechamientos que corresponden a marcas de almohadillas. La terminación de los dedos es acuminada, lo que se asocia con la marca dejada por la garra del animal. En 1LP52.1 el contorno es ovalado, con la marca del talón

redondeada y con ángulo $\text{II}^{\wedge}\text{III}$ menor que $\text{III}^{\wedge}\text{IV}$. Estas características se asocian con huellas terópodas.

El resto de medidas que se pueden hacer es escaso: la velocidad de desplazamiento es de 6'8 km/h, con un valor del paso muy variable y la altura de la extremidad de 209 cm.

2.1.53. RASTRILLADA 1LP53 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

El rastro contiene diez de las once huellas que tendría si estuviese completo. Las huellas que lo forman casi no muestran marcas de estructuras del pie, lo que para su clasificación comporta dificultades. La marca de los dedos está poco definida salvo en 1LP53.3, que son cortos, anchos y con terminación redondeada. La huella es tan larga como ancha. Con estas características, la clasificación de las huellas como tipo ornitópodas es la más probable.

Respecto a las extremidades la longitud es de 320 cm., gruesas ($z/l = 4'6$), una zancada relativa menor que 2 ($z/h = 0'6$) y una velocidad calculada de 2'6 km/h (andar lento).

Las icnitas 1LP53.6, 1LP53.7 y 1LP53.8 están tapadas por una banda continua de niveles superiores, tan anchos como ellas, deformados por partes, y que han quedado soldados a la capa de estudio a través de los rellenos de las tres icnitas. Excepto 1LP53.1, todas las demás pisadas están rellenas por sedimentos deformados de capas superiores. La mayor parte de estos rellenos sobresalen por encima de la superficie de estudio.

2.1.54. RASTRILLADA 1LP54 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Está formado por siete icnitas irregulares tanto en su contorno como en su presentación. La superficie de estudio está deformada por las pisadas que se muestran como huecos (1LP54.1, 1LP54.3) rellenos de niveles superiores (1LP54.2, 1LP54.6) que a veces sobresalen por encima de ella (1LP54.4, 1LP54.5, 1LP54.7). Son huellas anchas y a veces tan largas que es posible que incluyan la marca del metatarso (1LP54.1, 1LP54.3, 1LP54.4, 1LP54.7).

Son pisadas largas (57 cm) anchas (57 cm) y profundas (6 cm). Tienen contorno redondeado aquellas en las que se distingue la pisada digitigrada. Se diferencian tres dedos aparentemente anchos y de terminación redondeada. En alguna huella (1LP54.6) los dedos son estrechos y acuminados por la deformación del barro de la capa de estudio que les da esa forma. La orientación de las huellas es francamente negativa (-14°). Las icnitas se clasifican como ornitópodas.

De las relaciones se deduce que el dinosaurio caminaba a marcha lenta. El pie era estrecho y la extremidad gruesa. La pista según la relación Ar/a es muy estrecha (pisadas sobre la línea media).

2.1.55. RASTRILLADA 1LP55 (FIGURAS 3 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Rastro compuesto por tres huellas con y sin relleno de capas superiores, en las que no se marcan bien los caracteres identificativos.

La longitud media de las huellas medidas es de 46 cm, su anchura de 55 cm y la profundidad media de 5 cm. Son marcas redondeadas en las que se reconoce la impresión de los tres dedos. Por la relación entre la longitud y la anchura y por la falta de detalles que indiquen dedos largos y separados, se asimilan más a pisadas ornitópodas que a terópodos.

La velocidad de desplazamiento es de andar lento. Del resto de relaciones se obtiene que los pies eran anchos, las extremidades gruesas y la rastrillada estrecha.

2.1.56. RASTRILLADA 1LP56 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro tiene 5 huellas pero falta 1LP56.3. Es dudoso que la última pertenezca a esta rastrillada pues es más pequeña que el resto y la longitud del paso anterior excesivamente largo.

Sólo 1LP56.1 tiene contorno completo. Su longitud es de 27 cm, su anchura de 25 cm y su profundidad de 2'5 cm. Por la forma de los dedos, largos, estrechos y acuminados, se asignan estas pisadas a terópodos pequeñas. La altura del acetábulo es de 1'35 m.

Faltan huellas intermedias para precisar las características del rastro, no obstante parece una pista producida por pies estrechos que caminaban a velocidad de moderada a alta (5 a 8 Km/h).

2.1.57. RASTRILLADA 1LP57 (FIGURAS 3 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro conserva ocho de las quince huellas que tendría en caso de estar completo. Sólo una de las huellas (1LP57.9) contiene relleno de capas superiores introducido en su interior.

De las medidas obtenidas se observa que las pisadas son más largas (42 cm) que anchas (30 cm) y poco profundas (2 cm). La marca de los dedos corresponde a dedos poderosos, separados, más largos que anchos y de terminación acuminada. El talón es bilobulado en 1LP57.4 y 1LP57.15, mientras que es saliente y redondeado en 1LP57.1, 1LP57.2, 1LP57.9 y 1LP57.13. Marcas de almohadillas se aprecian en 1LP57.10 en el dedo III. El índice $(l-a)/a = 0'28$ indica huellas estrechas. Con estas características se clasifican las pisadas como terópodos.

El resto de medidas sobre la rastrillada son escasas y dispares. La velocidad calculada es 2'8 km/h.

2.1.58. RASTRILLADA 1LP58 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Rastro formado por 3 huellas, las dos primeras muy bien formadas pero la última coincide con otra del rastro 1LP45 de manera que no proporciona datos. También 1LP58.1 aunque está muy bien definida tiene parte con resto de la subhuella.

Son pisadas grandes, tridáctilas tan largas como anchas (44 x 42 cm) y de profundidad 4 cm. Los marcas indican dedos robustos, largos, con fuertes uñas como puede comprobarse en los dedos III de 1LP58.1, y II de 1LP58.2.

No hay señales de almohadillas y el talón bien visible en la huella 1LP58.1 es bilobulado.

Estas pisadas son terópodos grandes. La altura de acetábulo es de 3'21 m.

No se puede especificar más de la rastrillada por falta de huellas. La longitud del paso es de 1'40 m. y de la zancada 2'75 m. La velocidad deducida es andar moderado (4 Km/h).

2.1.59. RASTRILLADA 1LP59 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Rastro de 3 huellas tridáctilas de las cuales 1LP59.3 está incompleta. La longitud media es de 29 cm y la anchura 27 cm. La profundidad es de 3 cm.

Son huellas terópodos grandes, originadas por extremidades gruesas de pies estrechos que forman un rastro muy estrecho. La altura estimada del acetábulo es de 1,37 m. La velocidad era andar moderado entre 4 y 5 Km/h.

2.1.60. RASTRILLADA 1LP62 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Conserva tres de las cinco pisadas que debería tener para estar completa. La huella más completa para hacer la descripción es la primera.

La marca de los dedos es larga y estrecha, están separados entre sí y el dedo II forma un ángulo menor con el dedo III que éste con el IV. Además aparece más separado que los III y IV. El talón es bilobulado y los dedos presentan estrangulaciones que se asocian a la marca de almohadillas y la terminación es acuminada, producto de las garras. Son huellas terópodos.

El único valor del paso es 106 cm. y la altura de la extremidad es 197 cm.

2.1.61. RASTRILLADA 1LP63 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Se conservan solamente tres de las cinco huellas que debería contener.

La longitud media de las icnitas es de 29 cm, la anchura de 27 cm y la profundidad de 3 cm. Las pisadas son tridáctilas de dedos relativamente largos y de terminación acuminada. El talón es bilobulado en 1LP63.5. Todos los caracteres descritos se corresponden con icnitas terópodos.

2.1.62. RASTRILLADA 1LP64 (FIGURA 3 Y 6; TABLAS 1 Y 2)

Este rastro está formado por 4 pisadas. En 1LP64.2. el hueco está ocupado por niveles superiores a la superficie de estudio, a manera de relleno que sobresale por encima de la misma. La orientación de la primera huella no concuerda bien con la del rastro.

Son huellas tridáctilas con dedos estrechos acabados en punta. La longitud es de 30 cm, la anchura de 25 cm y la profundidad media medida de

3 cm. No se puede especificar la forma del talón al no estar impreso en ninguna de las icnitas.

Su autor es un terópodo grande.

2.1.63. RASTRILLADA 1LP65 (FIGURA 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

El rastro completo tendría 10 pisadas de las cuales faltan 1LP65.2 y 1LP65.6. El contorno de las icnitas es irregular pero suficiente para deducir algunos caracteres significativos importantes. La rastrillada tiene huellas semiplantígradas (1LP65.1, 1LP65.3, 1LP65.8 y posiblemente 1LP65.7); es posible que 1LP65.1 tenga marca del hallus. Casi todas las pisadas tienen relleno en el hueco de la huella, que en 1LP65.3 y 1LP65.7 sobresale por encima de la capa de estudio.

La longitud media de la icnita completa es de 73 cm, su anchura de 53 cm y su profundidad de 7 cm. La longitud media de la pisada digitígrada se ha estimado en 45 cm y la del metatarso en 33. Tienen caracteres tridáctilos aunque no se han podido medir ni los dedos ni el ángulo que forman. El talón de la icnita digitígrada que se muestra es de contorno amplio y redondeado. La relación entre la longitud y la anchura del pie indican que era ancho. Son icnitas ornitópodas.

De las relaciones se deduce que: andaba con lentitud (2'4 Km/h); tenía extremidades gruesas y que la rastrillada era muy estrecha.

2.1.64. RASTRILLADA 1LP66 (FIGURA 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 3)

Contaría con 17 pisadas si estuviera completa. Faltan 1LP66.2, 1LP66.4, 1LP66.6, 1LP66.8, 1LP66.10 y 1LP66.11. Son marcas redondeadas la mayor parte de las cuales tienen embutidos en el hueco de la huella niveles superiores a manera de subhuellas.

La longitud media es de 55 cm, lo mismo que su anchura; la profundidad media es de 8 cm. Se muestra la condición tridáctila en las improntas 1LP66.5, 1LP66.9, 1LP66.13 y 1LP66.14, en las que también se aprecia que los dedos del dinosaurio serían cortos y anchos y armados con pezuñas o con uñas no afiladas. Las marcas de talón son amplias y redondeadas. La relación entre la longitud y anchura del pie da pisada ancha (0'0).

El apartado anterior es la descripción de caracteres atribuibles a las pisadas ornitópodas y por lo tanto a las que se asignan estas pisadas.

Del resto de relaciones se deduce que: el animal caminaba con andar lento (2'1 km/h); sus extremidades eran gruesas y que la rastrillada es estrecha.

2.1.65. RASTRILLADA 1LP67 (FIGURAS 3, 8 Y 9; TABLAS 1 Y 2)

Esta secuencia contiene 7 de las 8 pisadas que la formarían (falta 1LP67.6). En conjunto son huellas de contorno redondeado e irregular, relativamente diferentes unas de las otras. Algunas contienen relleno de capas superiores intruidas en el hueco a manera de subhuellas.

La longitud media de las huellas es de 52 cm, la anchura de 47 cm y la profundidad de 8 cm. Son icnitas tridáctilas que muestran terminación redondeada de las marcas de los dedos y talón amplio y redondeado, aunque de pie relativamente estrecho. Se puede decir, a pesar de que no se puede medir, que la orientación es negativa. Los caracteres anteriores son propios de icnitas ornitópodas.

Las relaciones obtenidas con los datos indican que: el dinosaurio se desplazaba con andar lento (2 Km/h); que su extremidad era gruesa y la rastrillada muy estrecha.

2.1.66. RASTRILLADA 1LP68 (FIGURAS 3 Y 7; TABLAS 1 Y 2)

Secuencia de icnitas irregulares en la forma y en el relleno formada por 5 huellas de la que falta 1LP68.2. El relleno de 1LP68.3 sobresale por encima de la superficie de estudio.

Son icnitas redondeadas de longitud media 50 cm, anchura 46 cm y profundidad 8 cm. Son tridáctilas como así lo indican claramente algunas de las pisadas, que tienen marcas de dedos redondeados, relativamente cortos, anchos y apretados. No hay indicaciones de uñas afiladas y el talón es amplio y redondeado. El tipo de pie, aunque estrecho, está muy cerca del límite de pie ancho. La orientación es negativa. Todos los caracteres enunciados son típicos de icnitas ornitópodas.

De las relaciones se ha deducido que el dinosaurio tenía las extremidades gruesas, caminaba a marcha lenta (2'3 Km/h) dejando una rastrillada ancha.

2.1.67. RASTRILLADA 1LP69 (FIGURAS 3, 7 Y 8; TABLAS 1 Y 2)

Es una sucesión de cinco huellas de las que se conservan cuatro, que muestran algunas estructuras diferentes en cada una de ellas (falta 1LP69.2). Dos tienen prolongación trasera como si el metatarso hubiera quedado grabado.

Las pisadas digitígradas tienen de longitud media 50 cm de anchura, 55 y 6 cm de profundidad. Son tridáctilas y aparentemente tienen los dedos cortos y gruesos y de terminación redondeada. El talón parece amplio y redondeado. Son icnitas algo más anchas que largas. Estas características son las comunes en las icnitas ornitópodas. La velocidad de desplazamiento varía según la fórmula utilizada entre 2'5 y 1'6 Km/h.

2.1.68. PARES DE HUELLAS (TABLAS 1 Y 2)

En este apartado se comentan cuatro icnitas que se asocian en dos pares de huellas de manera que cada uno de ellos pertenecen a una rastrillada.

1LP60. Par de huellas terópodas grandes (figuras 3, 7).

1LP. 61. Par de huellas terópodas grandes (figuras 3, 7).

Es posible que las icnitas 1PL70-1PL72, 1LP102-1LP103 y 1LP180-1LP181 (figuras 3 y 4; tabla 3) pertenezcan también a pares asociados cada uno con una rastrillada. El último par quizá forme parte de la rastrillada 1LP62. Los tres pares son también de icnitas terópodos.

2.1.69. ICNITAS AISLADAS (FIGURAS 3 Y 4; TABLA 3)

Como se ha dicho, hay 138 icnitas aisladas repartidas por todo el yacimiento. Se encuentran de todos los tipos descritos en las rastrilladas (terópodos grandes, pequeñas, ornitópodos, semiplantígradas, con relleno y con el hueco de la huella vacío). Se encuentran concentradas en la mitad inferior izquierda del afloramiento, pero no se ha observado ninguna razón que lo justifique.

En particular se han clasificado como terópodos a 50 de las pisadas, ornitópodos a 42, una icnita es ornitópoda semiplantígrada y hay 45 que no se han identificado.

2.2. Síntesis

2.2.1. ICNITAS TERÓPODAS PEQUEÑAS

Se agrupan bajo esta denominación aquellas pisadas con caracteres terópodos y con longitud menor de 25 cm.

Los caracteres terópodos son: pie más largo que ancho, dedos relativamente largos e independientes, de terminación acuminada, talón saliente y varias almohadillas dactilares por dedo.

Hay 7 rastrilladas de icnitas terópodos pequeñas que contienen 62 huellas. En este apartado se incluye el par 1LP60.

La trayectoria del sentido de marcha (tabla 2) no muestra máximo definido de manera que sumadas a las rastrilladas terópodos grandes no modifican sustancialmente los diagramas de orientación (figura 11).

Destaca la rastrillada 1LP17 (figuras 3, 6, 7, 8 y 9) por su longitud - ya que atraviesa prácticamente todo el afloramiento por su parte más ancha - y por la pequeñez de sus huellas que son de las menores del yacimiento. Si no faltaran huellas intermedias del mismo, estaría formado por 40 icnitas. Otro rastro largo con icnitas terópodos pequeñas es 1LP18 con 24 (figura 3).

Las pisadas son poco profundas (en algunos casos menos de 1 cm), y en muchos casos están deformadas o borradas por otras huellas que las sobrepisan. Las pisadas terópodos pequeñas que forman parte de rastrilladas no contienen relleno de capas superiores.

2.2.2. ICNITAS TERÓPODAS GRANDES

Las características biomórficas de estas huellas son similares a las de las anteriores. Se diferencian por la longitud de las pisadas, superior a 25 cm

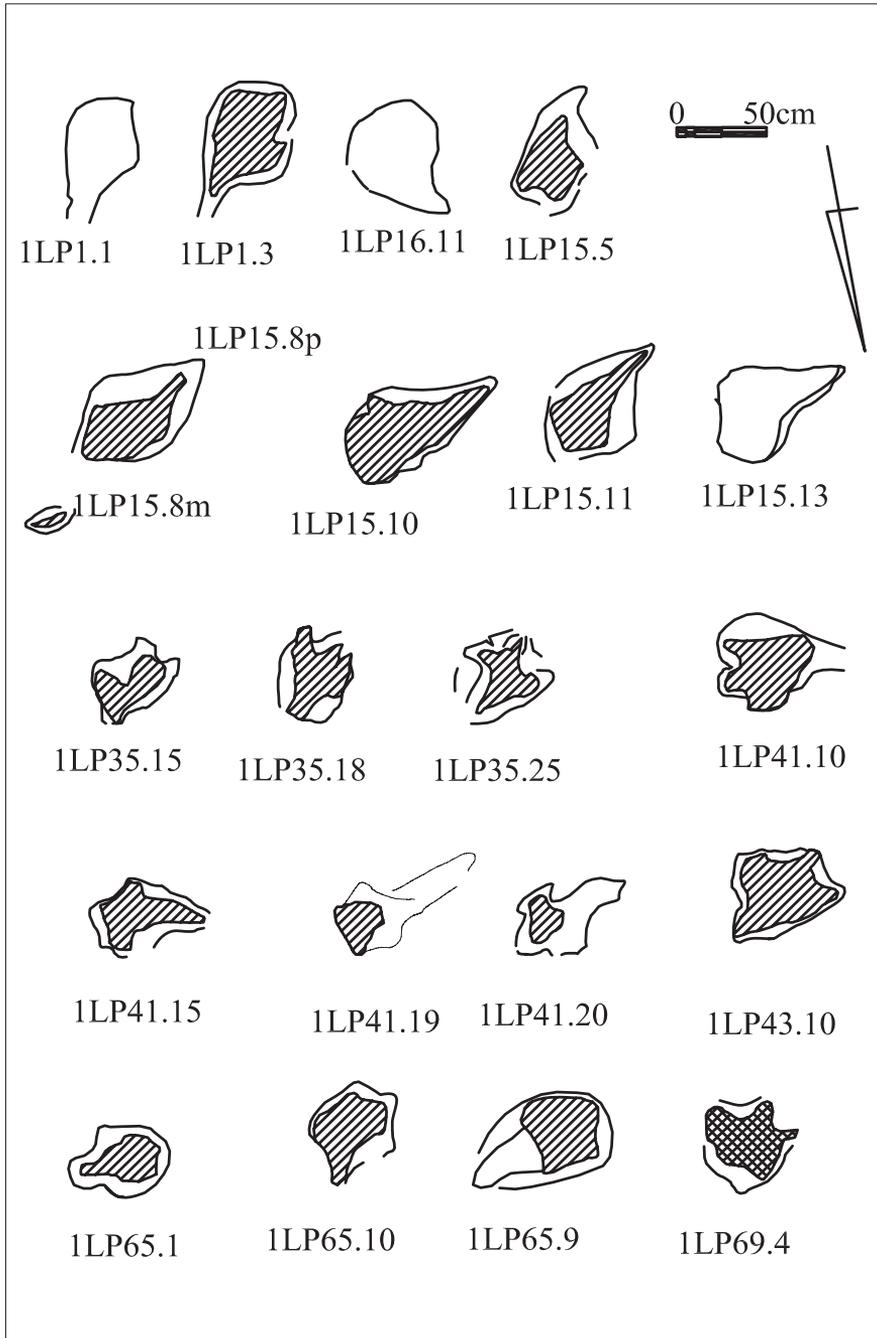


Figura 10

en éstas. La talla media de las encontradas en La Pellejera se sitúa en torno a 40 cm.

Se han contado 273 huellas asociadas en 36 rastrilladas y un par (1LP61). Los rastros mayores (1LP20 y 1LP26) contienen 23 y 22 pisadas, y si estuvieran completos, conservarían 24 y 28 respectivamente.

El hueco de las icnitas suele ser poco profundo y, salvo pocos casos, no contiene restos de capas superiores.

Las trayectorias de las rastrilladas distribuidas por el sentido de marcha, se agrupan dado que predominantemente siguen hacia el SO y hacia el NO. En menor número hay rastros que van hacia el Este y hacia el Noreste. Ninguno va hacia el Sur y el resto de orientaciones (Oeste y Norte) casi no las sigue ninguno de los dinosaurios (figura 11).

2.2.3. ICNITAS ORNITÓPODAS GRAVIPORTALES

Se les aplica este nombre porque son icnitas anchas en las que no se distinguen marcas de dedos separados. En aquellas en las que se pueden distinguir, sus marcas son relativamente cortas y anchas, de manera que las almohadillas parecen estar en contacto a lo largo de los dedos.

Consideramos ornitópoda a las huellas de este yacimiento que son redondeadas, grandes, con marcas de tres dedos cortos y anchos de terminación redondeada. La longitud media de estas marcas oscila entre 25 y 63 cm y su profundidad es variable aunque en casi todas las huellas, muy grande (la profundidad media de sus rastrilladas va de 4 a 13 cm).

Se han contado 79 huellas repartidas en 11 rastros. Esto supone que las secuencias de icnitas son relativamente largas ya que de media salen 8 pisadas por rastro. Se han contado 111 pisadas de ellas 42 están aisladas y el resto se incluyen en varios rastros.

Todos los rastros de este tipo tienen el hueco de la huella relleno por sedimentos de capas superiores a la superficie de estudio.

El sentido prioritario de marcha mostrado en estas rastrilladas es hacia el SO, en parte coincidente con el de los dinosaurios terópodos. Le siguen en importancia las icnitas dirigidas hacia el SE. No hay rastrilladas hacia el Norte ni hacia el NO así como tampoco se encuentran pistas con dirección Este o Sur.

2.2.4. ICNITAS SEMIPLANTÍGRADAS

Hay 13 rastros de huellas grandes, muchas que superan 60 cm de longitud, llegando en algunos casos a 100 cm (1LP15.3). De las medidas se obtiene la longitud de los pies (metatarso y dedos) y en las tablas 1 y 2 se indica también la longitud de los pies digitígrados a los que se ha restado la marca deducida del metatarso. En general son icnitas grandes.

La forma de las pisadas consiste en una parte delantera amplia y otra trasera estrecha y alargada. En la parte delantera se aprecian marcas de los

dedos. Se considera que la parte delantera amplia es la marca del pie digitigrado y la trasera estrecha y alargada, la del metatarso.

Junto a 6 de estas icnitas, y en dos rastros diferentes, ha quedado las marcas de manos de dinosaurio. Son señales, cuyo eje mayor es transverso a la línea media del rastro, mucho menos profundas y modificadas por la deformación causada por el barro desplazado por los pies del mismo animal.

El total de huellas de los 13 rastros es de 164. Las rastrilladas contienen bastantes pisadas. Destacan las siguientes:

- 1LP15 que contiene 21 huellas, cuatro de las cuales tienen una marca de mano asociada.

- 1LP16 que contiene 13 huellas, dos de las cuales tienen también marca de mano.

- 1LP35 formada por 19 huellas (26), algunas de las icnitas no tienen marca del metatarso.

- 1LP41 formada por 20 huellas (21), algunas de las icnitas no tienen marca del metatarso.

La longitud del paso es irregular en todos los casos.

Excepto 1LP46, todos los rastros son ornitópodos. Algunos tienen todas las huellas semiplantígradas, mientras que en otros no ocurre lo mismo. Aunque la profundidad de las impresiones es grande, puede ser muy variable en los que muestran improntas de ambos tipos (graviportales y semiplantígradas). El rastro terópodo es el menos profundo de todos ellos. Todos estos rastros tienen el hueco de la huella relleno por sedimentos de capas superiores a la capa de estudio.

En estudios anteriores (Pérez-Lorente, 1993) hay citadas huellas semiplantígradas ornitópodas. Los autores que las mencionaron por primera vez supusieron que la parte asociada al metatarso se debía a una almohadilla fibrosa sobre la que descansaba su parte distal (Langston, 1960; Leonardi, 1979). La impresión trasera de las huellas de La Pellejera no es compatible con tal hipótesis por su longitud y estrechez. Pérez-Lorente (1993) considera que el andar varo de los dinosaurios está relacionado con el movimiento no parasagital del pie digitigrado y del metatarso, y lo mostró para icnitas terópodos. En este yacimiento, resulta difícil ver tal relación por la dificultad en encontrar la posición de los dedos en las huellas. A pesar de ello hay varias pisadas de las rastrilladas 1LP1, 1LP15, 1LP31 y 1LP35 en las que se puede observar el ángulo entre el eje del metatarso y el de los pies.

Contra las hipótesis comprobadas de mayor velocidad de los rastros semiplantígrados (Romero-Molina et al., 2003b) resulta muy llamativa la velocidad tan baja obtenida aquí (2'2-3'1 km/h). Pero, de acuerdo con la experiencia, la velocidad media de los rastros graviportales, es menor (1'84-2'7 Km/h). Comprobada la velocidad en la gráfica de Casanovas et al. (1995, c.f. figura 11) se observa que son congruentes los datos de tamaño de los dinosaurios y velocidad, con lo cual no es necesario pensar en que las condicio-

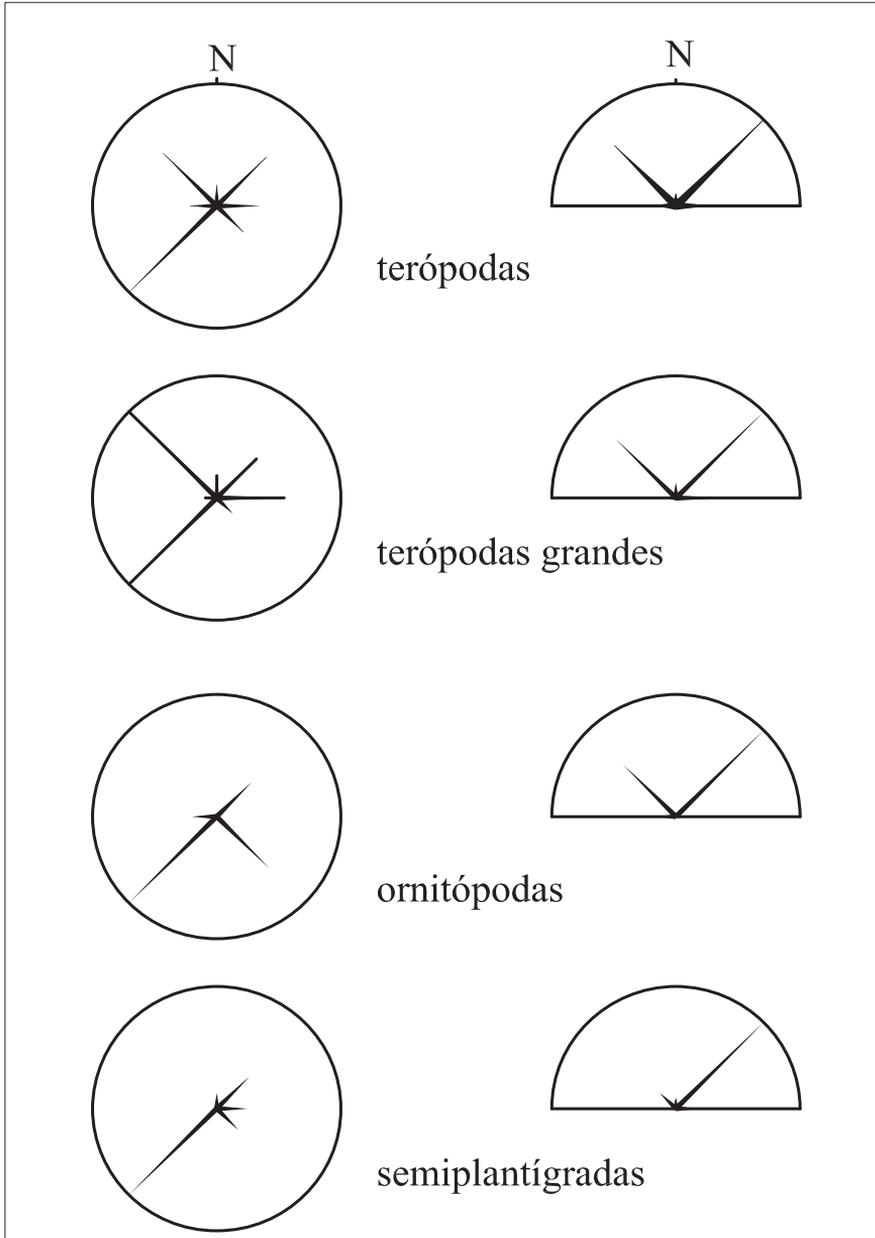


Figura 11. Izquierda sentido de los rastros; derecha dirección de los mismos.

nes del terreno o la profundidad de las pisadas influirían en la velocidad de desplazamiento de los ornitópodos de La Pellejera.

3. ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LAS HUELLAS

3.1. Subhuellas y calcos

Una estructura notoria de las icnitas de este yacimiento es que todas están grabadas sobre la superficie de estudio (sin romperla), algunas con el hueco ocupado con restos de estratos superiores. En este caso, la superficie de estudio, no está rota sino deformada bajo las pisadas, y en los huecos están embutidos los sedimentos de la misma manera que las subhuellas definidas en afloramientos asturianos (García-Ramos et al., 2002b): es decir que con el contorno del pie del dinosaurio, se han roto partes de capas superiores, colocadas ahora en el interior del hueco de la icnita. Algunos de estos rellenos están deformados por el movimiento que sigue el pie en las fases de la pisada. La superficie de estudio bajo los rellenos son calcos, algunos de los cuales han perdido el relleno por erosión dejando huecos de profundidad variable aunque en general bastante grande.

Las estructuras observadas en el afloramiento indican que los rellenos no muestran la estampa o estructura directa asociada a la base del pie. En algunos casos el relleno está completamente deformado debido a que el pie del dinosaurio mezcla el sedimento; algunas huellas muestran cicatrices estrechas y largas coincidentes y coaxiales con las marcas de los dedos. En los rellenos hay capas con rizaduras de corriente deformadas, lo que indica que el pie del dinosaurio se apoyó por encima de ellas. Las subhuellas que sobresalen por encima de la superficie de estudio, no muestran tampoco evidencias de estructuras directas. El pie de algunos dinosaurios se debió apoyar más de 25 cm por encima de la superficie de estudio, o dicho de otra manera, por encima del fondo visible actual de los huecos de las huellas. Esta distancia entre la superficie de estudio y la de marcha se deduce del relleno del hueco de algunas huellas que sobresale por encima de la superficie de estudio sumando la profundidad del hueco y la altura que sobresale la subhuella.

En muchas icnitas terópodos han quedado marcas de las almohadillas dactilares y de las constricciones laterales de las impresiones de los dedos. Tales señales se han interpretado como estructuras directas aunque es posible que no lo sean porque hubiese una capita de barro entre la superficie original y la superficie de estudio. A pesar de ello, tal capa debería de ser tan fina que se puede despreciar a la hora de hacer deducciones sobre la estructura del pie de los dinosaurios caminantes.

3.2. Hueco

La profundidad de las marcas es diferente según el tipo de icnita. Las ornitópodos son muy profundas (la mayor medida de las icnitas es de 22, 25 y 22 cm para 1LP1.2, 1LP16.5 y 1LP87 respectivamente) mientras que otras son superficiales (menos de 1 cm). Aunque la profundidad de las huellas

debe depender del tipo de dinosaurio que las deja, Pérez-Lorente (2001) deduce que es función directa del estado del barro (viscosidad) y no del peso del dinosaurio. Las icnitas terópodos del yacimiento son superficiales (sobre todo las terópodos pequeñas) y las ornitópodos y semiplantígradas son profundas. Por tal razón y aplicado a un yacimiento, si sobre el mismo suelo hay huellas de diferente profundidad, debieron quedar estampadas en momentos en los que las condiciones del suelo fueron diferentes. En La Pellejera, las condiciones de humectación del sustrato variaron entre el paso de unos y de otros dinosaurios.

3.3. Rebabas

Se producen por la extrusión del barro que ocupa el hueco de la pisada. Al penetrar el pie en el suelo, desplaza igual cantidad de barro que el volumen segmento de la extremidad que lo penetra. Gran parte de las icnitas profundas (ornitópodos) tienen rebabas espectaculares. Hay rizaduras de corriente que se adaptan a la deformación del techo del estrato producido por las rebabas, es decir que los “ripples” se pliegan acompañando a la deformación de los sedimentos. De esto se deduce que en tales huellas la superficie de estudio no es la superficie de marcha.

La modificación del techo producida por el movimiento del barro desalojado al penetrar los pies bajo el suelo llega a ser tan manifiesta que, a lo largo de las rastrilladas 1LP14 y a partir de 1LP15.9, el suelo extruido produce una onda en el terreno – las rastrilladas corren por encima y a lo largo de la cresta de la onda.

3.4. Otras deformaciones

Como se ha citado antes, hay icnitas que están trastocadas por otras posteriores: unas son del mismo rastro - huellas de las manos deformadas por el barro desplazado por los pies del mismo animal- mientras que otras son debidas a las pisadas de otros individuos que pasan después por el mismo sitio. Esta interacción se muestra con claridad en el caso de improntas terópodos sobrepisadas y, o deformadas por otras ornitópodos.

El análisis de estas estructuras proporciona información sobre la sucesión de etapas relacionadas por el estado físico cambiante del barro y los tipos de dinosaurios que pasaron sucesivamente por el lugar.

3.5. El paso de los dinosaurios

Las icnitas terópodos son poco profundas, no son subhuellas y tienen señalados caracteres anatómicos o estructuras directas (constricciones laterales, marcas de almohadillas, talón bilobulado) es decir que son estampas. Son huellas someras a pesar de que los pies con dedos delgados y separados deben atravesar mejor el barro que los pies graviportales. Las conclusiones que se deducen de lo anterior es que para ellas, la superficie de estudio es la superficie de marcha y que en el momento de paso de estos animales, el suelo era relativamente coherente y viscoso.

Las icnitas ornitópodas (digitígradas y semiplantígradas) son profundas, subhuellas y calcos sin estructuras directas. Penetran en el barro aunque son pies con dedos cortos gruesos y juntos o poco separados, deforman la capa de estudio e introducen en ella un paquete importante de niveles superiores. Para estas pisadas se deduce que, aunque los niveles estratigráficos embutidos en el hueco eran relativamente coherentes (no se destruyen las estructuras sedimentarias en muchos de ellos) los niveles bajos (superficie de estudio e inferiores) eran poco viscosos. Las huellas ornitópodas son posteriores a las terópodos porque éstas son calcos y subhuellas y porque en las zonas de interferencia de rastros, las ornitópodas deforman a las terópodos.

Si, como se ha mostrado, las icnitas ornitópodas digitígradas y semiplantígradas son subhuellas y calcos, posteriores y más profundas que las terópodos, los niveles inferiores a la superficie de estudio debían ser más blandos cuando pasaron los herbívoros. Parece que la única justificación posible es que la cantidad de agua contenida en los sedimentos fuera menor cuando pasaron los carnívoros.

4. ORIENTACIÓN DE LAS RASTRILLADAS

En la figura 2 están representadas huellas, y los rellenos de barro de las icnitas en las que se conservan. Si se compara con la figura 3 en la que están dibujadas las rastrilladas, se nota que están ordenadas a lo largo de trayectorias definidas.

Cada una de las rastrilladas tiene caracteres que es preciso analizar, algunos de los cuales (estructuras que acompañan a las huellas) ya se han citado. Por otra parte, la morfometría y la biometría de huellas y rastros proporcionarán datos sobre dimensiones, velocidad y aspectos relativos a la postura de los dinosaurios.

Se advierte que las rastrilladas con todas sus icnitas semiplantígradas están sólo en la mitad Sur del afloramiento en donde tales tipos de marcha son continuos. En el resto del yacimiento los rastros muestran icnitas de uno y otro tipo según las zonas atravesadas. Aparentemente tal distribución no sigue criterio lógico.

La proyección del sentido de marcha de los dinosaurios se ha hecho dividiendo el círculo de proyección en 8 sectores. La dirección se ha proyectado solamente en la mitad superior de la circunferencia de manera que los datos de la última son menos indicativos. Se observa que las direcciones predominantes van hacia los cuadrantes y que coincidiendo con las tres posiciones geográficas (Norte, Este y Oeste) casi no hay rastros. Si se examinan las rosas de los vientos de las rastrilladas, se aprecia que los ornitópodos tienen una dirección y sentido claros hacia el SO.

No se puede hablar de gregarismo en todo este conjunto porque dinosaurios pequeños y grandes, terópodos y ornitópodos van en la misma dirección. Es probable que tal tipo de conducta existiera, pero la distribución similar, en dos capas de dirección diferente, con condiciones del substrato

distintas, para dos tipos de agrupaciones de dinosaurios muy distintas, es más favorable a la interpretación de que fueron condiciones geográficas o de hábitat las que marcaron esta pauta. Hay paralelismo entre rastros, incluso de trayectoria curva, de dinosaurios diferentes como 1LP7 (ornitópodo) 1LP9 (terópodo grande) y 1LP25 (semiplantígrado).

Dado que los dinosaurios terópodos pasaron cuando el suelo era relativamente resistente, y los ornitópodos en circunstancias totalmente opuestas (suelo muy blando que se hundía mucho al paso de los animales) es probable que tal distribución se relacione con el comportamiento de los dinosaurios en el mismo sentido que propone García-Ramos et al. (2002a).

5. CONCLUSIONES

La Pellejera es uno de los yacimientos mayores de La Rioja en el que se han encontrado 717 pisadas habiéndose limpiado la quinta parte del yacimiento.

La diferencia de estructuras asociadas a las huellas implica que dos tipos de dinosaurios muy diferentes pasaron por este lugar, separados por un intervalo de tiempo no calculado pero grande. Es probable que las condiciones de hábitat regularan este paso.

Se describen por primera vez rastrilladas ornitópodas semiplantígradas en Europa, algunas parcialmente cuadrúpedas. En varias de ellas alternan el andar semiplantígrado y digitígrado. Se prueba que tanto el andar cuadrúpedo como el semiplantígrado era también opcional en este tipo de dinosaurios. Varios de los rastros son los más largos y con más huellas de ornitópodos semiplantígrados descritos.

La diferencia de profundidad de los rastros terópodos y ornitópodos indica que el sustrato era más blando durante el paso de los segundos. Las estructuras asociadas a las icnitas indican, paradójicamente, que los terópodos fueron anteriores. Esto lleva a deducir que la cantidad de agua del sedimento aumentó posteriormente al paso de los terópodos.

La historia del yacimiento se resume en las siguientes fases:

1- Paso de dinosaurios terópodos que no dejaron huellas profundas. Las marcas de almohadillas indican que muchas de estas pisadas son estampas o estructuras directas.

2- Etapa de sedimentación con acumulación de, al menos 25 cm de sedimentos.

3- Paso de dinosaurios ornitópodos sobre material arenoso con fondo profundo fluido. Estos dinosaurios, introducen con sus autopodios, material sedimentario de las capas superiores en las inferiores –producen subhuellas-, de la misma manera que un émbolo. El contorno del material in-truído tiene el mismo contorno que el de los autopodios.

6. GLOSARIO

CALCOS (*Undertracks, ghost marks*) Estructuras similares a huellas en niveles inferiores a la superficie de marcha inducidas por las pisadas. Llegan a formar simples depresiones curvas que se llaman pliegues de fondo (*axial downfold*, Loope, 1986). Quizá el primero de los términos empleados en inglés es el de *transmitted prints* o *stacked tracks* de Hitchcock (1858) cuya correspondencia sería con calcos o con huellas apiladas.

ESTAMPA (*Strict sense footprint*, Allen, 1997) Es la estructura directa que reproduce la parte inferior del autopodio. Parte basal de la pisada en la superficie de marcha.

ESTRUCTURAS DIRECTAS (*direct structures*, Gattesy, 2003) Son las estructuras que se forman en el contacto con la piel del autopodio del vertebrado.

ESTRUCTURAS INDIRECTAS (*indirect structures*, Gattesy, 2003) El resto de estructuras de una huella producidas por la pisada o deformaciones inducidas por el pie y que no contactan con la piel.

SUBHUELLA (García Ramos et al., 2002) Fragmento de roca de niveles superiores embutido en el sustrato con un émbolo en niveles inferiores por un pie durante una pisada. Sería una variación de la capa neutra (*dead zone* de Allen, 1997) que ha perdido la continuidad con la superficie de marcha.

SUPERFICIE DE MARCHA (*Tracking surface*. Fornós et al., 2002) Superficie superior del suelo sobre la que camina el vertebrado. La piel del pie del vertebrado contacta con esta superficie.

SUPERFICIE ORIGINAL (*pre track surface*, Gattesy, 2003) Superficie de marcha que rodea a la huella y que no está desplazada ni deformada por la pisada.

AGRADECIMIENTOS

En todas estas tareas han participado tres instituciones riojanas: 1) La limpieza de La Pellejera se ha hecho con alumnos de un curso de verano y de un campo de trabajo dirigidos por la Fundación Patrimonio Paleontológico. 2) La toma de datos se ha hecho con los alumnos de dos cursos de Paleocnología de dinosaurios de la Universidad. 3) En las actividades anteriores también ha participado la Dirección de Juventud del Gobierno de La Rioja. El número de estudiantes que han trabajado sobre el yacimiento han sido de 90 distribuidos en: 30 para la limpieza durante un mes; 30 para la toma de datos en el campo durante dos días para hacer la cartografía de las icnitas; 30 para hacer las medidas de profundidad y revisión de errores durante otros dos días. A los alumnos y a las instituciones les mostramos nuestro agradecimiento por su ayuda.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, J. R. L., 1997. Subfossil mammalian tracks (Flandrian) in the Severn Estuary, S. W. Britain: mechanics of formation, preservation and distribu-

- tion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* (B, 352), 481-518.
- Álvarez., Aragón, E., Azofra, S., Barrau, J., Benzal, M. P., Berger, S. J., Camarón, J. M., Catalán, I., Coda, A., Colomé, L., Gallego, E., Garrido, A., Gonzalo, M., Hernández, A., Del Hoyo, P., López, S., Lorente, N., Madariaga, F. J., Marín, M. E., Martínez, D., Menéndez, J., Monea, A., Pérez, J., Rodríguez, A., Sáenz, V., Sáenz, M. E., Sáenz, M., Torrónategui, I., Yanguas, M., Zorzano, C., 2000.- El yacimiento de huellas de dinosaurio de Hornillos de Cameros. *Zubía*. (18), 73-95.
- Boutakiout, M., Caro, S., Hadri, M., Nouri, J., Pérez-Lorente, F., 2006. The syngenetic structure suite of dinosaur footprints in finely laminated sandstone. Site nº1 of Bin-el-Puidane (1BO; Central Atlas. Morocco). *Ichnos*, (13). 69-79.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Montero, D., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., Torcida, F., Viera, L. I., 1995.- El yacimiento de La Canal (Munilla, La Rioja. España). La variación de velocidad en función del tamaño del pie de los ornitópodos. *Zubía*. (13), 55-81.
- Casanovas, M. L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V., Torcida, F., 1993.- Icnitas digitígradas y plantígradas en el afloramiento de El Villar-Poyales (La Rioja. España). *Zubía monográfico*. (5), 135-163.
- Doublet, S., 2004. *Contrôles tectonique et climatique de l'enregistrement stratigraphique das un bassin continental de rift: le bassin de Cameros*. Thèse Université de Bourgogne. 494 pp.
- Fornós, J. J., Bromley, R.G., Clemmensen, L. B., Rodríguez-Pérez, A., 2002. Tracks and trackways of *Myotragus balearicus* Bate (Artiodactyla, Caprinae) in Pleistocene aeolianites from Mallorca (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. (180), 277-313.
- García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Lires, J., 2002a. Terópodos precavidos y refugios para saurópodos. Hipótesis basadas en icnitas de dinosaurios del Jurásico de Asturias. En *Congreso internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. F. Pérez-Lorente coord. (resúmenes), p.24.
- García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Lires, J., 2002b. Icnitas de dinosaurio, tipos de sedimento y consistencia del sustrato. En *Congreso internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. F. Pérez-Lorente coord. (resúmenes), 25-26.
- Gatesy, S.M., 2003. Direct and indirect track features: what sediment did a dinosaur touch? *Ichnos*. (10), 91-98.
- Hernández, A., Ramírez, J. L., Olivé, A., 1990. *Mapa Geológico de España. 1:50.000. Hoja 242 (MUNILLA)*. IGME (hoja y memoria).
- Kuban, G., 1989. Elongate dinosaur tracks. En *Dinosaur tracks and traces*. D. D. Gillette y M.G. Lockley eds. Cambridge University Press. 57-72.

- Langston, W., 1960. A hadrosaurian ichnite. *Natural History Papers of the National Museum of Canada*. (4), 1-9.
- Leonardi, G., 1979. New archosaurian trackways from the rio do Peixe basin, Paraiba. Brazil. *Annales de la Universitá de Ferrara*. (5), 239-249.
- Mas, R., Alonso, A., 1991.- Sistemas lacustres costeros del Cretácico Inferior de la Cuenca de los Cameros: controles tectono-eustáticos. *III Coloquio de estratigrafía del Cretácico español*. (resúmenes), 1-47.
- Pérez-Lorente, F., 1993.- Dinosaurios plantígrados en La Rioja. *Zubía monográfico*. (5), 189-228.
- Pérez-Lorente, F., 2001. *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Gobierno de La Rioja y Fundación Cajarioja. 227 pp.
- Pérez-Lorente, F., 2003. Aportaciones de los yacimientos de la Barguilla, Santisol y Santa Juliana (Hornillos de Cameros, La Rioja. España) En *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos*. F. Pérez-Lorente coord. *Ciencias de La Tierra*. (26), 161-194.
- Romero, M. M., Pérez-Lorente, F., Rivas, P., 2003a. Análisis de la parataxonomía utilizada con las huellas de dinosaurio. En *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos*. F. Pérez-Lorente coord. *Ciencias de La Tierra*. (26), 13-32.
- Romero-Molina, M. M., Sarjeant, W. A. S., Pérez-Lorente, F., López, A., Requeta, E., 2003b. Orientation and characteristics of theropod trackways from the Las Losas Palaeoichnological site (La Rioja. Spain). *Ichnos*. (10), 241-254.
- Thulborn, T., 1990. *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 pp.
- Thulborn, T., Wade, M., 1998. A footprint as a history of movement. En *Dinosaur tracks and traces*. D.D. Gillette y M.G. Lockley eds. Cambridge University Press.
- Viera, L.I., Torres, J.A., 1996. Nuevos datos paleontológicos en el área de Hornillos de Cameros. *Estrato*. (7), 114-117.