

ORIENTACIÓN DE LAS HUELLAS DE DINOSAURIOS EN LA SIERRA DE CAMEROS*

CARLOS MARTÍN ESCORZA¹

RESUMEN

En las capas wealdicas de la Sierra de Cameros se encuentran registrados un número importante de huellas de Dinosaurios. Según los datos publicados hasta ahora la cifra supera ya los 6.000 (ver Tabla I). Aunque este número es importante, debe considerarse que se reparten entre varios 'Grupos' que tienen espesores de cientos, o de miles de metros, y sobre un extensión que supera los 10.000 km².

La orientación de marcha de tales huellas se conoce para un total de 840 tipo Terópodo y 122 tipo Ornitópodo, considerando como unidad una huella aislada o un rastro compuesto de varias huellas. La distribución en diagrama circular con intervalos cada 20°, nos señala que sobre estas muestras de datos los ornitópodos no tienen una orientación preferente significativa, mientras que en el caso de los terópodos se acumulan en los sectores que se dirigen hacia el Sur.

Aunque se da una interpretación plausible sobre este resultado, también se exponen diversos factores a tener en cuenta debidos a la misma metodología de extracción de los datos, así como al carácter biológico que tiene el origen de cada una de estas huellas.

En cualquier caso, parece indudable que la orientación de las huellas de Dinosaurio ha de ser un factor más a tener en cuenta para la correcta interpretación de sus condiciones ambientales en vida y de su comportamiento.

The Wealdic Formation (Lower Cretaceous) of the Sierra de Cameros (Iberian Range, Spain), is a Dinosaur Megatracksite. According to the published data up

* Conferencia leída el 30 de julio de 2001 en Enciso (La Rioja)

1 Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. 28006 Madrid. escorza@mncn.csic.es

until now there are about 6.000 ichnites (see Table I). Though this number is important, it must be considered that are distributed between several stratigraphic 'Grupos' that have thicknesses of hundreds, or of thousands of meters, and on an extension greater than 10.000 km².

The march direction of such tracks is known for a total of 840 theropod and 122 ornithopod types, considering as unit so isolated track as a trackway composed of several tracks. The distribution in graph to circulate with intervals each 20°, indicates that the ornithopods do not have a meaningful direction, while are accumulated in the sectors that are toward the South in the theropods.

Though is given a possible interpretation on this result, also are exposed various factors to take into account due to the methodology extraction of the data, as well as to the biological character that has the origin of each one of these tracks.

In any case, seems certain that the direction of the Dinosaur tracks there has of be a factor to take into account for the correct interpretation of environmental conditions and/or Dinosaur social behavior.

0. INTRODUCCIÓN

La Sierra de Cameros es uno de los entornos geológicos del mundo donde pueden apreciarse un gran número de huellas de Dinosaurios del Jurásico superior - Cretácico inferior. Desde que fue hecha la primera comunicación sobre la existencia de estos icnofósiles (Casanovas Cladellas & Santafé Llopis, 1971) con la indicación de dos yacimientos y un número de 31 huellas, hasta la actualidad han pasado justamente treinta años, y los últimos datos publicados sólo de material encontrado por uno de los grupos de trabajo volcados en la zona, señalan un total de 58 yacimientos que recogen un número de 4.424 huellas, incluyendo entre ellas 91 rastros (cifras calculadas a partir de los datos ofrecidos por Pérez Lorente, 2001, a, p. 213). Y según se anuncia en ese mismo trabajo, sólo en La Rioja, con datos de hasta 1996, habrían sido registrados 6.696 huellas (op. cit., p. 217), aunque podrían llegar a ser de 'unas 8.000' según Pérez Lorente (2001, b).

Naturalmente este rápido, se puede decir que rapidísimo, incremento del número de huellas y de yacimientos en el área no es sino reflejo de la potencialidad que allí existe y de la gran labor que han desarrollado diferentes equipos de investigación durante estos años, tratando de encontrar y dando a conocer nuevos datos acerca de este extraordinario patrimonio. Y esa ha sido principalmente la tarea desarrollada hasta ahora. Conviene, sin embargo, en la medida de lo posible hacer un tiempo de reflexión para tratar de observar el conjunto con algo de perspectiva, ya que el número de datos supera ampliamente el que podría considerarse como significativo y es posible que, tras la etapa de hallazgos y de primeras propuestas de análisis, sea este el momento adecuado para establecer una visión general, no retrospectiva, sino de lo que tenemos hasta el momento actual. Este pretende ser el objetivo de este artículo que además se referirá, de manera deliberadamente sesgada, hacia los problemas y el estado de la cuestión en lo referente a la orientación de marcha, de la marcha en vida, que pone en evidencia toda huella de Dinosaurio.

1. REFERENCIAS ESTRATIGRÁFICAS

Para referenciar la posición estratigráfica de los yacimientos y de las huellas de

Dinosaurios de esta zona, en este trabajo se va a hacer uso de la nomenclatura y conceptos definidores generales introducidos por Tischer en 1966 con relación a considerar básicamente agrupados estos sedimentos wealdenses en cinco Grupos, que de muro a techo son: Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván. Los cuales tienen la propiedad fundamental de ser eficientes y sencillos de diferenciar en el campo, se les ha diferenciado en los mapas geológicos realizados a escala 1:50.000 por los diversos realizadores de los mismos y, aunque se pierde lógicamente precisión, se gana en sencillez y fácil reconocimiento. Por otra parte la posible pérdida de precisión cronológica tampoco sería posible alcanzarla en la mayoría de los casos, pues tanto por las discusiones existentes al respecto, como la falta de criterios determinantes concretos, implicarían quizá una estar dentro de una confusión innecesaria para los fines que se persiguen en este caso. La utilización de estos Grupos diferenciadores tiene además la ventaja de que desde que se definieron se viene considerando que alternativamente tienen un carácter dominante detrítico y calcáreo respectivamente.

Según ello y haciendo uso de la cartografía geológica editada recientemente por el IGME (actual ITGE) a escala 1:50.000 se ha registrado el número de km² que ocupan en superficie cada uno de esos Grupos en esa cartografía. De esta manera se puede exponer en la figura 1 la superficie de afloramiento relativa en que se distribuyen en la Sierra de Cameros los cinco Grupos mencionados.

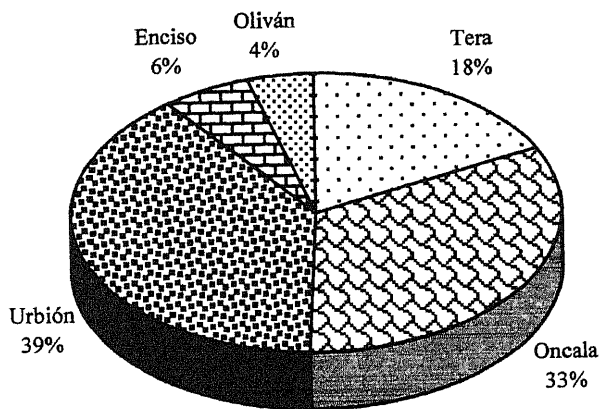


FIGURA 1. Proporción de la superficie ocupada por los Grupos wealdicos en la zona de Cameros. Calculado en base a la observación de las cuadrículas de 1 km² de los 19 mapas geológicos MAGNA del ITGE, a escala 1:50.000 publicados de la zona, los cuales se citan en las referencias. El total de km² ocupado por los cinco Grupos es de 3.837 km².

Y como la figura 1 refleja se pueden observar las diferencias en la proporción de afloramientos en que dichos Grupos se muestran en la superficie de la Sierra de Cameros. Los Grupos de naturaleza predominantemente calcárea, Oncala y Enciso, suman la proporción con que se presenta el detrítico Urbión.

También conviene decir que la distribución de estos afloramientos por la zona no es uniforme como, en efecto, se muestra en la figura 2 realizada a partir de los registros tomados cada km² sobre los MTN en los que hay cartografía geológica. Dicha distribución está indicada sobre los centros de la malla rectangular definida por los límites de tales MTN a escala 1:50.000.

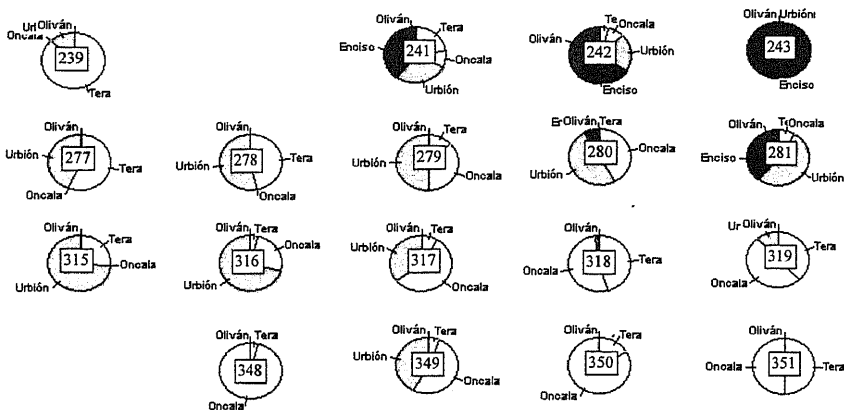


FIGURA 2. *Distribución de la proporción relativa de superficie de afloramiento de cada uno de los Grupos (Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván) sobre la red cuadrangular que abarca la Sierra de Cameros definida por los límites de los MTN que abarcan dicha zona. En dicha malla se han dejado en blanco las cuadrículas correspondientes a los mapas de los que todavía no se ha publicado su cartografía geológica a escala 1:50.000. En el centro de cada círculo porcentual se indica el número a que corresponde cada MTN, según su nomenclatura a nivel nacional.*

De la observación de la figura 2 se desprende que el Grupo Enciso, el que menor proporción de afloramiento presenta en la zona, es más frecuente encontrarlo en las áreas del NE de la Sierra de Cameros.

2. NÚMERO DE HUELLAS Y SU DISTRIBUCIÓN

Resulta conveniente que antes de iniciar un análisis sobre las huellas de Dinosaurios en la Sierra de Cameros, conozcamos la cantidad de huellas sobre las que estamos tratando y de cómo se distribuyen geográfica y geológicamente (Tabla I). Siempre sobre la base de que estas cifras se van a referir a las que están citadas en trabajos ya publicados y por tanto que ya tienen referencia de responsabilidad por sus autores.

Para la construcción de la Tabla I se ha revisado la bibliografía existente que se cita en cada caso. Como quiera que algunos de los yacimientos ha sido estudiado por más de un grupo de autores, las referencias se exponen en orden cronológico.

Tabla 1. Yacimientos de icnitas de Dinosaurios en la Sierra de Cameros, según los datos publicados hasta junio de 2001. N = número de icnitas (aisladas o formando parte de grupos).

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
Acrijos	Cornago	11	Casanovas et al (1995, b)
Barranco de la Sierra del Palo		6	Pérez Lorente (2001)
Barranco Valdeño		17	Pérez Lorente (2001)
Camino a Cenzano	Soto de Cameros		Moratalla García et al (1997)
Camino fuente del Chorro	Matasejún	49	Sanz Pérez (1993)
Camino Igea - Valdebrajes		10	Pérez Lorente (2001)
Camino Valdebrajes abajo		52	Pérez Lorente (2001)
Castillejo	Matasejún	4	Sanz Pérez (1993)
Castillo de Cornago	Cornago	4	Martín Escorza (este trabajo)
Chorrón del Saltadero	Muro de Aguas	23	Moratalla García et al (1988, a, b)
Contadero	Torremuña		Moratalla García et al (1988, b)
Corral de la Peña La Peña	Bretún	53	Aguirrezabala y Viera (1980)
Corral de Valdefuentes		27	Pérez Lorente (2001)
Cuestralomo Costalomo	Salas de los Infantes	17	Platt & Meyer (1991); Bengochea et al (1993)
Del Río		4	Pérez Lorente (2001)
El Contadero	Ajamil	41	Pérez-Lorente et al (2000)
El Encinar 1	Aldeanueva de Cameros	6	Moratalla García et al (1997)
El Encinar 2	Aldeanueva de Cameros		Moratalla García et al (1997)
El Majadal	Yanguas	15	Cámara & Durantez (1981); Sanz et al (1997)
El Reseco	Igea		Moratalla García et al (1997)
El Royo	El Royo	43	Sanz et al (1999)
El Villar	Igea		Agirrezabala et al (1985)

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
El Villar Enciso o Poyales	Enciso	31	Casanovas y Santafé (1971); Viera y Torres (1979); Moratalla et al (1988, f;1997)
Era del Peladillo 1	Igea	305	Pérez Lorente (2001)
Era del Peladillo 2	Igea	252	Casanovas et al (1993, a)
Era del Peladillo 3	Igea	500	Pérez Lorente (2001)
Era del Peladillo 4	Igea	66	Casanovas et al (1995, f)
Era del Peladillo 5	Igea	248	Pérez Lorente (2001)
Era del Peladillo 6	Igea	242	Pérez Lorente (2001)
Era del Peladillo 7	Igea	98	Pérez Lorente (2001)
Fonsarracín	Igea	86	Agirrezabala et al (1985)
Fuente La Haya	Matasejún	2	Sanz Pérez (1993)
Fuente Lacorte El Frontal	Bretún	114	Aguirrezabala y Viera (1980)
Fuente Podrida	Igea		Moratalla García et al (1997)
Fuentesalvo	Villar del Río	9	Sanz et al (1997)
Guitera	Enciso	2	Casanovas y Santafé (1974)
Hayedo	San Vicente de Robres	61	Díaz et al (1990); Casanovas Cladellas et al (1990, a)
Hornillos 1	Hornillos de Cameros		Moratalla García et al (1997)
Hornillos 2	Hornillos de Cameros	21	Pérez Lorente (2001)
Hornillos 3	Hornillos de Cameros	18	Pérez Lorente (2001)
Hornillos 4	Hornillos de Cameros	6	Pérez Lorente (2001)
Hornillos 5	Hornillos de Cameros	3	Pérez Lorente (2001)
La Aguzadera	San Román de Cameros	5	Moratalla García et al (1997)
La Cañada	Igea	69	Agirrezabala et al (1985); Moratalla García et al (1997, 1988, b)
La Cella A	Muro de Cameros	75	Casanovas et al (1995,c)

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
La Cela B	Muro de Cameros	67	Pérez Lorente (2001)
La Cela C	Muro de Cameros	23	Pérez Lorente (2001)
La Cela D	Muro de Cameros	8	Pérez Lorente (2001)
La Cuesta de Andorra	Enciso	14	Casanovas y Santafé (1971); Viera y Torres (1979); Moratalla García et al (1997, 1988, b; Casanovas et al (1993, a)
La Cuesta del Peso	Préjano	9	Moratalla García et al (1997)
La Dehesa	San Román de Cameros	4	Moratalla García et al (1997)
La Dehesa	Torremuña	8	Moratalla García et al (1997)
La Dehesa	Villar del Río		Sanz et al (1997)
La Lliaga			Pérez Lorente (2001)
La Magdalena	Préjano	7	Moratalla García (1987); Moratalla García et al (1988, a, b)
La Mantecasa	Bretún	41	Aguirrezabala y Viera (1980)
La Mata	Peroblasco	16	Moratalla García et al (1997)
La Muga	Enciso	14	Caro et al (1995)
La Pellejera			Pérez Lorente (2001)
La Presa	Cornago		Moratalla García et al (1997)
La Regadera	Cornago	71	Moratalla García et al (1997)
La Senoba	Enciso	22	Casanovas y Santafé (1987); Moratalla García et al (1988, b; 1997)
La Sierra	Matasejún		Sanz Pérez (1993)
La Solana	Valdeperillo		Moratalla García et al (1997)
La Solana del Chorrón	Valdemadera		Moratalla García et al (1997)
La Torre	Igea	708	Agirrezabala et al (1985); Casanovas-Cladellas et al (1987)
La Torre 2 Niveles 2, 3, y 4	Munilla	454	Viera et al (1984)
La Umbría del Portillo	Munilla	19	Moratalla García et al (1988, b; 1997)

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
Las Adoberas	Matasejún		Sanz et al (1997)
Las Barguillas			Pérez Lorente (2001)
Las Costanillas	San Pedro Manrique	11	Sanz et al (1997)
Las Cuestas	Santa Cruz de Yanguas	3	Aguirrezala y Viera (1983)
Las Hoyas	Arnedillo	5	Moratalla García et al (1997)
Las Mortajeras	Munilla	287	Casanovas Cladellas et al (1993, a)
Las Navas	Igea	90	Agirrezabala et al (1985)
Las Navillas	Cervera del Río Alhama	238	Casanovas et al (1995, e)
Las Recayas	Ambas Aguas		Moratalla García et al (1997)
Los Campos I	Huérteles	50	Sanz et al (1997)
Los Cayos	Cornago	273	Sanz et al (1985); Moratalla García (1987); Moratalla García et al (1988, b)
Los Colmenares	Aldeanueva de Cameros	3	Moratalla García et al (1997)
Los Tormos	Santa Cruz de Yanguas	13	Sanz et al (1997)
Malvaciervo	Munilla	62	Casanovas Cladellas et al (1993, a)
Mambrillas de Lara	Mambrillas de Lara	18	Platt & Meyer (1991)
Munilla	Munilla	148	Pérez Lorente (2001)
Munilla I San Vicente, norte o El Sobaquillo	Munilla	160	Viera y Aguirrezabaka (1982); Casanovas et al (1995, g)
Munilla II La Canal	Munilla	157	Moratalla García et al (1997)
Munilla II Nivel I o Peñaportillo	Munilla	133	Viera et al (1984); Casanovas Cladellas et al (1993, a)
Navalerrero	Peroblasco		Moratalla García et al (1997)
Navalsaz	Enciso	119	
Peña Untura	San Román de Cameros	7	Moratalla García et al (1997)
Peña Uñor	Salas de los Infantes	25	Bengochea et al (1993)

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
Poyales El Villar	Enciso	86	Casanovas Cladellas et al (1993, b)
Regumiel Zona A El Frontal	Regumiel de la Sierra	66	Bengochea et al (1993); Sanz et al (1997)
Regumiel Zona B Regumiel II	Regumiel de la Sierra	15	Bengochea et al (1993); Sanz et al (1997)
Reventa	Quintanar de la Sierra	4	Sanz et al (1997)
Romeral	Peroblasco		Moratalla García et al (1997)
Salgar de Sillas	Los Campos	53	Mejide Fuentes et al (1999)
San Martín 1	San Martín de Jubera	2	Moratalla García et al (1997)
San Martín 2	San Martín de Jubera	30	Moratalla García et al (1997)
San Martín 3	San Martín de Jubera	35	Pérez Lorente (2001)
San Roque	San Pedro Manrique	47	Sanz et al (1997)
San Vicente de Robres. # Hayedo ?	San Vicente de Robres	55	Pérez Lorente (2001)
Santa Ana	Igea	2	Agirrezabala et al (1985); Moratalla García et al (1988, b; 1997)
Santa Cristina	Villar del Río	32	Fuentes Vidarte & Mejide Calvo (1998)
Santa Cruz	Santa Cruz de Yanguas	110	Agirrezabala y Viera (1983)
Santa Cruz, oeste		6	
Santa Cruz, sur	Santa Cruz de Yanguas		Sanz et al (1997)
Santa Juana			Pérez Lorente (2001)
Santa Lucía	Muro de Aguas	3	Moratalla García et al (1988, b; 1997)
Santisol			Pérez Lorente (2001)
Sevantes	Villar del Río	11	Martín Escorza (este trabajo)
Sol de Pita	Préjano	27	Moratalla García et al (1997)
Sol de Pita 2	Préjano		Moratalla García et al (1997)
Soto 1	Soto de Cameros	37	Casanovas Cladellas et al (1999, b)
Soto 2	Soto de Cameros	10	Moratalla García et al (1997)

Yacimiento	Municipio	N	Referencia
Soto 3	Soto de Cameros	38	Casanovas et al (1995, d)
Tomilloso	Préjano		Moratalla García et al (1997)
Treguajantes	Treguajantes	11	Casanovas et al (1995, a)
Trevijano 1	Trevijano	7	Moratalla García et al (1997)
Trevijano 2	Trevijano	10	Moratalla García et al (1997)
Vadillos	Trevijano		Moratalla García et al (1988, b)
Valdebrajos Valdevajés o El Puente	Grávalos	72	Agirrezabala et al (1985); Moratalla et al (1988, b); Casanovas-Cladellas et al (1991); Viera y Torres (1992), Casanovas et al (1992)
Valdecantos	Santa Cruz de Yanguas	8	Agirrezabala y Viera (1983)
Valdecevilla	Enciso	117	Casanovas y Santafe (1974); Viera y Torres (1979); Moratalla García et al (1988, b; 1997)
Valdecillo E		18	Pérez Lorente (2001)
Valdelavilla	Valdelavilla	54	Pascual y Sanz Pérez (2000)
Valdemayor	Cabezón de Cameros	20	Moratalla García et al (1988, b); Moratalla García et al (1992); Moratalla García et al (1997)
Valdemurillo	Préjano	17	Moratalla García et al (1997)
Valdenocedillo	Cornago	9	Casanovas-Cladellas et al (1988)
Valdete Fuente Rinilla	Préjano	16	Moratalla García (1987); Moratalla García et al (1988, a, b)
Virgen del Campo II	Enciso	24	Pérez Lorente (2001)
Virgen del Campo Virgen del Campo I	Enciso	290	Casanovas-Cladellas et al (1987); Moratalla García et al (1988, b; 1997)
Virgen del Prado	Aguilar del Río Alhama	32	Moratalla et al (1997)

Asimismo a partir de los datos hasta ahora publicados se puede analizar la distribución espacial que presentan el número de huellas, sumando en esa cifra tanto las huellas aisladas como las que se encuentran formando parte de rastros. Dicha distribución espacial se expone en la figura 3 haciendo uso de la rejilla cuadrangular definida por los límites de los Mapas Topográficos Nacionales (MTN) a escala 1:50.000. En dicha figura también se ha representado de forma aproximada los límites interprovinciales de La Rioja, Burgos y Soria.

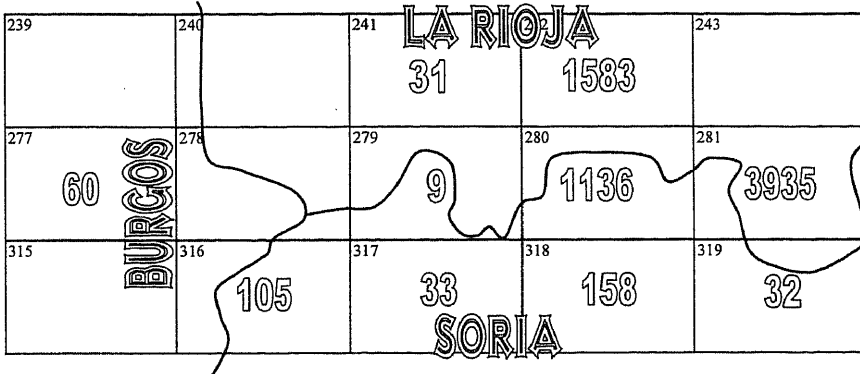


FIGURA 3. *Distribución del total de 7.082 huellas que bien formando parte de rastros o aisladas se han registrado a través de las publicaciones existentes en la Sierra de Cameros. Su distribución espacial se ha diferenciado en base a la red cuadrangular definida por los límites de los MTN a escala 1:50.000 en los que se encuentran huellas. Se ha representado también, de forma aproximada, el borde de los límites interprovinciales que recoge la zona. En la esquina superior izquierda de cada cuadrícula se indican las numeraciones que le corresponde en la nomenclatura de los MTN.*

De la figura 3 se desprende que el más importante número de huellas que hasta ahora se han encontrado en la zona corresponde al MTN nº 281, Cervera del Río Alhama, con una cifra cercana a las 4.000 huellas, y considerando sólo los MTN números 242, 280 y 281, se obtiene una cifra de 6.654 huellas, es decir casi el 93 % del número del que se dispone localización. Como se puede ver en dicha figura, corresponden estas zonas a terrenos que quedan dentro de las administración de La Rioja y Soria.

3. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA MEDIDA DE LA ORIENTACIÓN DE LA HUELLAS DE LOS DINOSAURIOS

Desde que el dinosaurio en vida dejó sus huellas en el lodo hasta que ahora se analizan sobre un estrato endurecido y, como veremos, normalmente plegado, han ocurrido muy diversos hechos a diversas escalas y de importancia variada que suponen una suma de incidencias a tener en cuenta para tratar de analizar y de concluir deducciones generales acerca de una posible interpretación de la orientación que presentan tales huellas.

Por una parte se dispone ya de un suficientemente número de datos como para tratar de establecer alguna conclusión general sobre este tema, pero trataremos de hacer ver que aun llevados por ese objetivo, no podemos olvidar que estamos ante un conjunto estratigráfico, wealdico, que en la Sierra de Cameros se presenta con un total de casi 5.000 m de potencia a lo largo de una extensión de más de mil kilómetros cuadrados de extensión, y todo ello sometido a la acción de la deformación Alpina que ha dejado todas estas formaciones falladas y plegadas dando lugar a estructuras de muy diversa y variada importancia.

Y también se deben tener en cuenta otros hechos, quizá de menos escala pero, como trataremos de hacer ver, igualmente influyentes en la dificultad del análisis y estudio de la orientación de los dinosaurios.

Aunque debemos exponer todos estos factores para tenerlos siempre en cuenta a la hora de valorar los resultados, es cierto que, precisamente el conocimiento de dichas dificultades y sus errores es lo que nos va a permitir establecer con más firmeza las conclusiones que podamos extraer del análisis.

3.1. Factores estratigráficos.-

Se refieren a la consideración que debe hacerse en relación a que cada huella pertenece a un estrato y a la dificultad de establecer correlaciones precisas cronológicas con respecto a otras huellas contenidas en otros estratos, tanto por debajo o por encima o como de estratos situados en otras áreas.

Incluso a escala de Grupos, por los datos conocidos hasta ahora, las huellas de dinosaurios en la Sierra de Cameros son más frecuentes en capas del Grupo Enciso

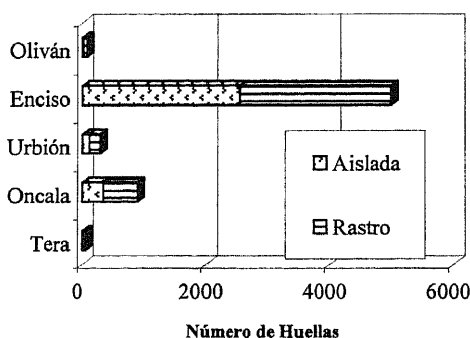


FIGURA 4. *Distribución en prismas acumulados del número de huellas hasta ahora registradas en la Sierra de Cameros. Diferenciadas: según su pertenencia en los cinco Grupos wealdicos que se manejan para la zona; y según se presenten en huellas aisladas o en rastro. El total de huellas es de 6.320, y de ellas 3.020 pertenecen a huellas aisladas y 3.300 se encuentran formando parte de rastros. (Datos obtenidos a partir de los publicados en las referencias que se citan).*

(Pérez-Lorente, 19xx, 1996), aunque también se pueden encontrar en el Grupos Urbión y Oncala (muy pocas en este último caso según Pérez-Lorente, 1996).

Haciendo acopio de los datos que se han publicado, por nuestra parte se ha construido una gráfica (figura 4) en la que se expone la distribución del número de huellas que presenta cada uno de los Grupos. EL número de huellas que recoge esta gráfica es de 6.320, menor que el número total de huellas conocidas, debido a que algunos de los datos que se exponen en las publicaciones no señalan el punto preciso donde se encuentra el yacimiento ni en que Grupo se halla. Dado el elevado número de huellas a que se refiere este resultado y al hecho de abarcar el 87,2% del total de huellas conocidas, las conclusiones que de él se deduzcan pueden ser consideradas como significativas.

En la figura 4 destaca el máximo del número de huellas que se hallan en las capas del Grupo Enciso, tanto en su presencia aislada como formando parte de rastros, con un total de huellas descubiertas de 5.002. Le sigue en número, aunque con mucho menor importancia, el Grupo Oncala, y después muy por debajo el Grupo Urbión.

Atendiendo a la naturaleza de las capas que componen estos Grupos, los resultados de la figura 4 llevan a casi obligada conclusión de que hay más huellas en los Grupos en los que predominan las facies calcáreas y son menos frecuentes en los dominan los sedimentos clásticos. Pero conviene matizar sobre ello, ya que, si el litológico fuera el único factor a considerar en esa distribución de frecuencia de huellas, hay un déficit todavía no descubierto en el Grupo Oncala; y, por otra parte, cabría señalar como excepcional la presencia de huellas en el Grupo Oncala, aunque sean comparativamente escasas. Por lo que cabe concluir que la litología calcárea del sedimento favorece la existencia y/o conservación de las huellas, pero no es determinante exclusivo de su presencia.

Como ya se ha expuesto en la figura 2, es precisamente el Grupo Enciso el segundo en menor proporción de superficie de afloramiento en la Sierra de Cameros y según los esquemas de Tischer (1966) y Durantez Romero (1982), también es el Grupo que tiene menor espesor. Así que, a la vista de estos nuevos resultados, se puede deducir que el Grupo Enciso es el de mayor densidad (Tabla II) en cuanto a la frecuencia de huellas, y quizá, por tanto, es más susceptible de hallar en él nuevos yacimientos.

Tabla II. En la que se expresa diferenciados por Grupos wealdicos, el número de yacimientos, el número de huellas y la máxima potencia que se conoce para cada uno de dichos Grupos según Tischer (1966) y Durantez Romero (19). Además se indica el valor teórico del número de yacimientos y de huellas por cada 1.000 m de potencia de cada una de las citadas formaciones.

	Número de Yacimientos	Número de Huellas	Espesor Máximo	Número de Yacimientos/1.000 m	Número de Huellas /1.000 m
Oliván	3	79	1.000	3,0	3,0
Enciso	56	5.002	600	76,7	7.286,7
Urbión	13	289	2.000	5,5	140,5
Oncala	23	898	2.300	10,0	317,4
Tera	3	52	1.000	3,0	50,0

Teniendo en cuenta el espesor máximo encontrado en cada uno de los Grupos (Durantez Romero, 1982), en la Tabla II se exponen también los valores teóricos que resultan de distribuir las anteriores cifras por cada 1.000 m de potencia en cada uno de los Grupos. Como allí se deduce es el Grupo Enciso el que presenta en teoría un mayor rendimiento tanto en el número de yacimientos como en el número de huellas.

3.2. Factores biológicos o primarios.-

Son los que tienen influencia durante la formación de la huella, por tanto en vida del animal, y que tienen que ver con el desplazamiento de los mismos individuos y con los caracteres del sedimento que pisan.

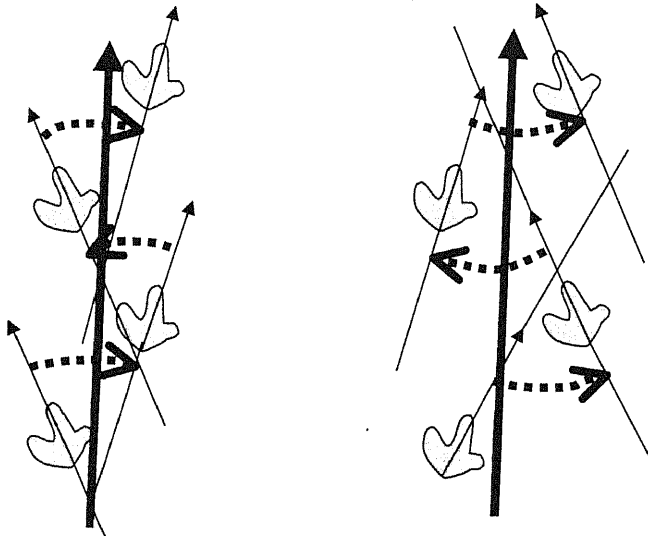


FIGURA 5. *Dos posibles maneras de andar en los dinosaurios: en A, los pies se disponen con las puntas hacia fuera, dando origen a una secuencia de huellas que se orientan de forma 'centrífuga' con respecto al vector que señala su verdadera sentido de marcha; en B, los pies giran en sentido contrario, dejando huellas orientadas hacia dentro, de forma 'centrípeta', con relación a ese mismo vector. En cada caso el ángulo entre la orientación de dos pies consecutivos tiene signo contrario, pro ejemplo, entre el pie izquierdo y derecho en el caso centrífugo dicho ángulo gira en el mismo sentido de las agujas del reloj, en el caso centrípeta, en sentido contrario al de las agujas del reloj. Para ambos es evidente que existe un error, que según las observaciones de rastros reales en el campo y fotografías, puede ser considerado próximo a los 20° con la dirección de marcha verdadera. Tales observaciones manifiestan igualmente que en el caso de los dinosaurios la forma de andar centrípeta, o zamba, es la dominante.*

El sentido de marcha que se puede definir a través de las huellas que forman un rastro como el de la figura 5 compuesto de 4 pisadas parece ser adecuado. Pero, tal como se quiere hacer mostrar en dicha figura, la observación de una sola huella para la determinación de dicho sentido tiene dificultades. Por supuesto que tal como parece al diverger la orientación que dicha huella señala con la del verdadero sentido de marcha obtendremos un error, pero a este se le debe añadir el hecho de que la manera de andar del espécimen que también influirá en el valor diferencia entre el aparente y el verdadero sentido de marcha. Por ejemplo, si el tipo de andar es con las plantas de los pies hacia el exterior (figura 5.A) o si lo es convergente hacia el interior (figura 5.B).

Lo dos diferentes tipos de andar se pueden determinar a partir del ángulo de las trayectorias aparentes de dos pisadas consecutivas: en el caso de un andar 'centrífugo' el ángulo entre el pie izquierdo y derecho tiene el sentido de las agujas del reloj; en el caso del andar 'centrípeto' o zambo, dicho ángulo tiene el sentido contrario al de las agujas del reloj.

Hasta ahora no parecen existir datos respecto a estas tipologías locomotoras de los Dinosaurios, pero por el material fotográfico publicado y por las observaciones propias efectuadas en varios yacimientos, parece que el caso de andar centrípeto, o zambo, es el dominante en los dinosaurios. Así que, al medir la orientación de una huella aislada es altamente probable que dicho valor no coincida con la verdadera orientación de marcha del espécimen. La diferencia entre ese valor 'aparente' y el 'verdadero' parece ser en general cercano a los 20°, pero faltan análisis cuantitativos y esta cifra debe ser tomada sólo como estimativa.

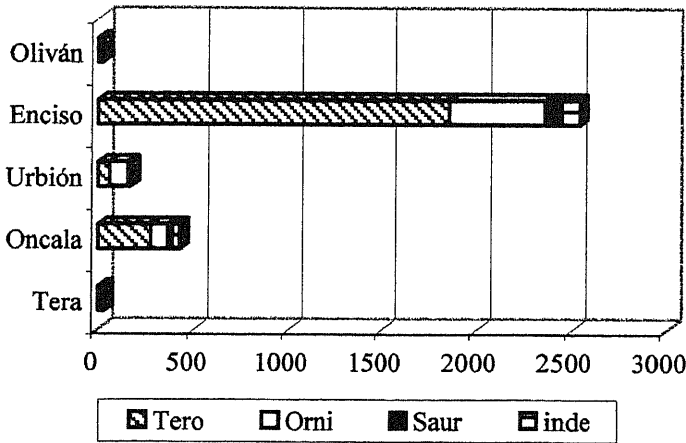


FIGURA 6. *Distribución del número de huellas aisladas que se han publicado hasta la fecha como existentes en la Sierra de Cameros. Diferenciadas por su pertenencia a capas de los distintos Grupos wealdicos en que se han agrupado las facies de esta zona. Se aprecia que es también en el Grupo Enciso donde hay mucha mayor cantidad de todos los tipos de huellas (Terópodos, Ornitópodos, Saurópodos e indeterminadas).*

Desde los primeros resultados que se conocen acerca de la orientación de la marcha de los Dinosaurios en la Sierra de Cameros (Martín Escorza, 1986), quedó ya diferenciada la distinta pauta que se obtienen para las huellas de tipo Terópodo de las de tipo Ornitópodo. Es interesante hacer resaltar que en esta zona, y a diferencia de otras y quizá de la mayoría, los tipos de huellas de Dinosaurios muestran una predominancia de la de tipo Terópodo sobre el Ornitópodo, en contra incluso de lo que por su origen (carnívoro - herbívoro, respectivamente), se pudiera lógicamente pensar. Esta circunstancia excepcional no se ha explicado todavía, quizá para ello sea preciso revisar incluso el método de clasificación y diferenciación entre uno y otro tipo, o quizá estemos ante un conjunto de peculiar interpretación. En cualquier caso los datos recogidos hasta ahora señalan que, para las huellas aisladas, la frecuencia con que se presentan los diversos tipos (Terópodo, Ornitópodo, Saurópodo) según su distribución en los cinco Grupos weáldicos señalados, es el que indica la figura 6, donde también se exponen el número de huellas con carácter indeterminado.

3.3. Factores estructurales o tectónicos.

Cada huella o cada traza de huellas define un sentido de marcha, una orientación con respecto al Norte geográfico actual, esta orientación se puede hacer asimilar a un vector con módulo unidad. Nos encontramos pues ante un estructura lineal que, a diferencia de otras que se encuentran en Geología Estructural (lineaciones mineralógicas, cristalinas, estrías de deslizamiento de fallas, intersección de planos, etc), tienen, además de una dirección, un sentido de las dos posibles en cada línea.

Estos vectores se encuentran sobre los planos sedimentarios, que como ya hemos dicho en el caso de la Sierra de Cameros están inclinados, por lo que la medición directa de la orientación del sentido en cada vector - huella, no tiene porque coincidir con la 'verdadera' dirección de marcha, ya que debemos suponer que todas las huellas de Dinosaurios se marcaron sobre un substrato que se encontraba en posición horizontal.

Suponiendo que las formaciones weáldicos de esta zona fueron sometidas, durante la fase tectónica en que fueron deformadas, a un plegamiento simplemente rotacional con el eje de giro horizontal (lo cual aunque puede ser posible en algunos casos no tiene que ser lo sucedido en todas las formaciones), haciendo girar cada capa que contiene la huella o las huellas hasta colocar dicho estrato de nuevo en posición horizontal, se colocaría de nuevo las huellas al menos lo más próximas posible a su verdadero sentido de marcha (no teniendo en cuenta de momento otros posibles movimientos rotacionales con eje de giro vertical). Por métodos de técnicas habituales en Geología Estructural y haciendo uso de cálculos a través de la trigonometría esférica se pueden hacer estos giros por medio de los parámetros definidores en el espacio de cada uno de dichos vectores unitarios, por lo que el 'retrogiro' se convierte en realidad en un cálculo factible de automatizar en una computadora.

Para el caso general la situación geométrica en 3D y las fórmulas que deben hacerse uso de encuentran en el programa *Rotali*, escrito en Basic específicamente para hacer esta operación sobre huellas de Dinosaurios que se encuentran en capas inclinadas y bajo los supuestos anteriormente expuestos (Martín Escorza, 1986).

El proceso es que: a partir de una capa con inclinación *inc* en la que se halla

una huella (figura 7.A y B) la dirección 'aparente' de la marcha en vida del Dinosaurio es la del vector que define su propia pisada y que tiene una orientación *ori* respecto a la línea horizontal *On* contenida en el estrato que está definida por el ángulo *OnP*. Sometida esta capa a un giro con eje horizontal hasta colocarla ella misma en posición horizontal (figura 7.B), que es como debemos suponer estaba cuando el Dinosaurio dejó en ella su huella; en esta posición el vector asociado a la huella no está en la misma dirección que antes sino que señala la *OnG*, con respecto a la misma línea *On* que permanece invariante. El valor de la diferencia angular entre ambas orientaciones es el ángulo *dif*, (figura 7.C) que sería el error que cometeríamos si tras medir la orientación directamente en el plano vertical *OP* no se hace una rotación que lo restituya a la horizontal.

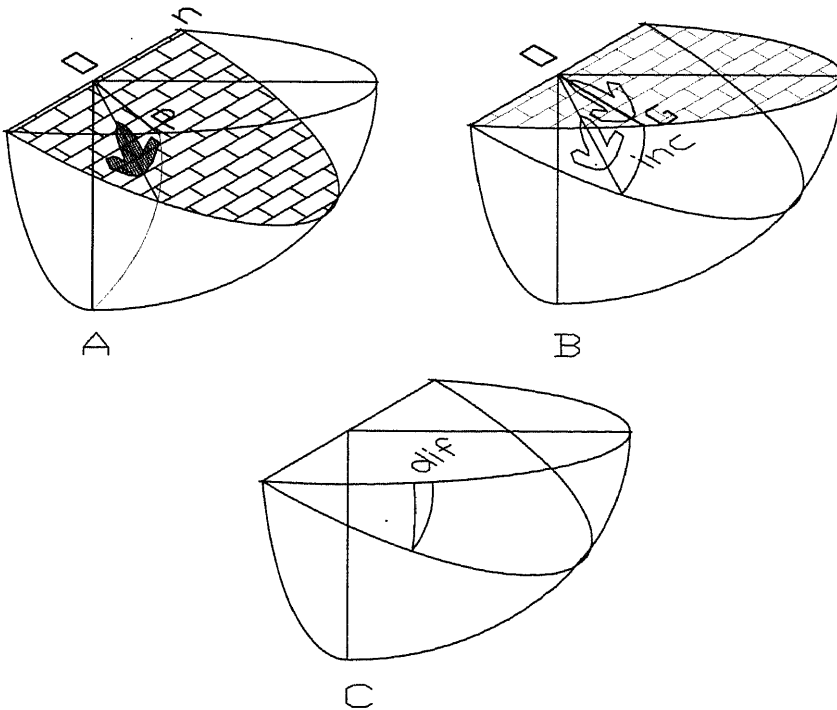


FIGURA 7. *Relación espacial entre los distintos parámetros angulares que entran en juego en la determinación de la orientación en vida de las huellas de los Dinosaurios, debido a encontrarse estas impresas en capas plegadas. A.- cada huella define un vector unidad orientada según el sentido de la marcha que llevaba el dinosaurio cuando dejó su huella; B.- aunque ahora estén sobre un estrato inclinado lo cierto es que la huellas fueron dejadas en un substrato horizontal, por lo tanto debemos girar la capa que la contiene por medio de un mecanismo de plegamiento que suponemos sencillo: una rotación con eje horizontal hasta que la capa quede en esa posición; C.- dif es la diferencia angular o error que se puede cometer entre considerar o no esta restitución de la capa a la horizontal, que depende de ambos ángulos.*

El valor de *dif* es función de los dos ángulos *ori* y *inc* que varían entre 0° a 90° ambos. Aunque conviene tener en cuenta que *ori* puede hacerlo en sentido positivo o negativo respecto a la línea de máxima inclinación del estrato y ello trae como consecuencia que debamos considerar en que situación se encuentra la huella respecto a esa línea pues en uno u otro caso *dif* cambia de signo. Pero lo importante que nos interesa aquí es conocer como influye esta situación del plegamiento de las capas en la determinación de la orientación, o lo que es lo mismo, cual es el error que se comete considerando o no esta rotación en su registro.

La figura 8 es la variación de esos dos parámetros angulares, *ori* y *inc* entre los 0° y los 90° y el valor que toma la diferencia angular *dif*.

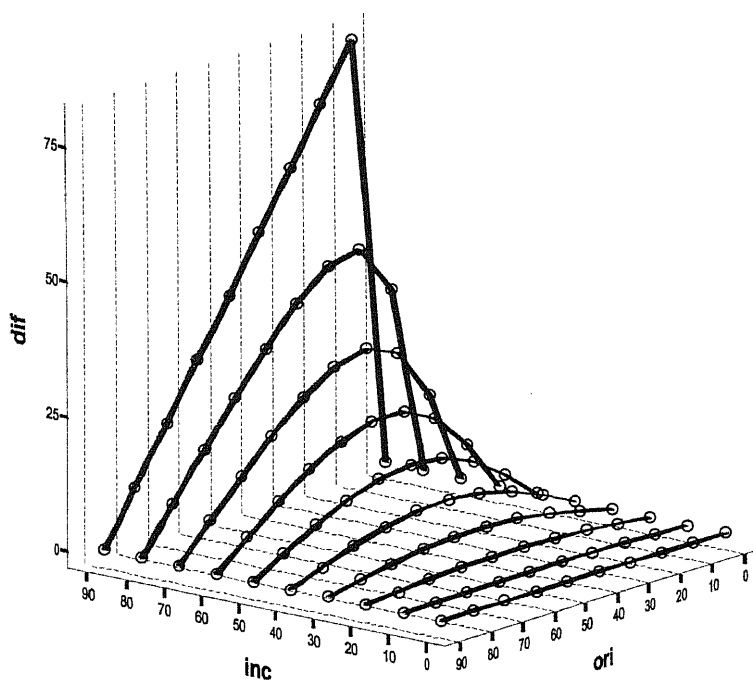


FIGURA 8. Variación de la diferencia angular *dif* en función de la de *ori*, en el plano horizontal, y *inc*, en el plano vertical del estereograma 3D correspondiente a la figura 7.

4. RESULTADOS DE ORIENTACIÓN DE MARCHA EN LOS DINOSAURIOS DE LA SIERRA DE CAMEROS

En la Sierra de Cameros las capas mesozoicas han sido sometidas a los plegamientos alpinos y es raro encontrar alguna en posición horizontal, aunque también cabe decir que es asimismo excepcional hallarlas verticales, aunque esto es posible y así se citan en las cercanías de algunas de las fallas más destacadas que afectan a la zona. El hecho es que las huellas de dinosaurios en la Sierra de Cameros se encuentran sobre capas inclinadas. Y así, recogiendo los datos propios y los que se

encuentran publicados en los referentes a la dirección e inclinación de las capas en las que se hallan impresas las huellas de los Dinosaurios de la zona, se dispone de un total de 49 pares de estos parámetros de otros tantos yacimientos distribuidos por la Sierra de Cameros. Los datos de otros autores corresponden a los que se encuentran en: Aguirrezabala y Viera (1980, 1983); Aguirrezabala et al (1985); Bengoechea et al (1993); Casanovas y Santafé (1971, 1974); Casanovas Cladellas et al (1987, 1990, a, 1991, 1992, 1995, b,c, d, f, g, 1999, b, 1993, a); Fuentes Vidarte & Meijide Calvo (1998); Díaz et al (1990); Meijide Fuentes et al (1999); Moratalla García (1987); Moratalla García et al (1988, a, b, 1997); Pascual y Sanz (2000); Pérez Lorente (2001); Platt & Meyer (1991); Sanz et al (1985, 1997, 1999); Sanz Pérez (1993); Viera y Torres (1979, 1992); Viera y Aguirrezabala (1982); Viera et al (1984).

Todos ellos muestran una variación en la inclinación de la capa que contiene las huellas, como la que está representada en la figura 9, es decir con sus valores medios próximos o alrededor de los 25°.

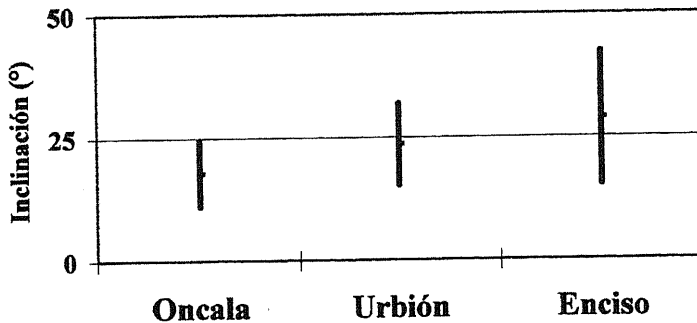


FIGURA 9. *Distribución de la inclinación o buzamiento de las capas que contienen huellas de Dinosaurios en la Sierra de Cameros. Su valor se conoce directamente o a través de la bibliografía que se cita. Para el caso del Grupo Oncala el número de yacimientos es de 13; para el Grupo Urbión es de 5; y para el Grupo Enciso es de 31. El valor medio corresponde al señalado con la barrita horizontal y la vertical en cada caso señala la desviación típica según cada Grupo.*

Es decir que para las huellas de la Sierra de Cameros registrando los datos de orientación e inclinación del vector de sentido de marcha de cada huella o rastro, con sólo considerar los valores obtenidos en el plano vertical que contiene al vector, sin hacer el cálculo de la rotación de la capa, se obtienen errores del mismo orden que se pueden dar por cualesquiera de los otros procesos que se hayan hecho la toma de datos, a excepción de la toma de datos en capas con inclinaciones próximas a la vertical. Ello facilita la toma de datos directamente sobre los mismos planos elaborados sobre distintos yacimientos de esta zona, en los que se indica la posición del Norte geográfico, y así aprovechar el inmenso trabajo desarrollado por los diferentes equipos que en estos últimos años han elaborado sobre el terreno estos mapas de los yacimientos.

En el Grupo Enciso, sobre distintos afloramientos comprendidos entre Enciso y Navalsaz, se tomó una muestra de 85 huellas distribuidas en diferentes capas. Con ellas se determinó al dirección de avance teniendo en cuenta el buzamiento de dichas capas obteniéndose (Martín Escorza, 1986) que para las 68 huellas tipo Terópodo había una mayor frecuencia hacia el Sur, mientras que para las 17 huellas tipo Ornitópodo no se mostraba ninguna preferencia en su orientación de marcha.

Los datos de orientación recogidos por el autor en los yacimientos de: La Mantecasa, El Corral de la Peña, Fuente Lacorte, Castillo de Cornago, La Virgen del Campo, Valdecevillo, El Villar-Poyales, Valdebrajos, La Cañada, San Vicente y Cervantes, además de los extraídos a partir de la figuras de: Aguirrezabala et al (1985); Bengochea et al (1993); Caro et al (1995); Casanovas Cladellas et al (1987, 1993, a, b, 1995, a, c, d, e, f); Casanovas Cladellas y Santafé (1971, 1974); Díaz et al (1990); Fuentes y Meijide (1998); Meijide Fuentes et al (1999); Moratalla García (1987); Moratalla García et al (1988, a, 1992, 1997); Pascual y Sanz (2000); Pérez-Lorente et al (2000); Platt y Meyer (1991); Sanz et al (1999); Sanz Pérez (1993); Viera y Aguirrezabala (1982); Viera y Torres (1979), completan una muestra de 962 registros para toda la Sierra de Cameros, en la que se han diferenciado los tipos Ornitópodo de las de tipo Terópodo. Esta cifra aun siendo amplia para la que se manejaba en esta región, y también para el resto de las áreas con huellas de Dinosaurios, no deja de ser sino parte de las posibles que pueden ser sucesivamente en el futuro registrarse. Pero la cifra parece ya importante y abre paso a al consideración de que las conclusiones que de sobre sus resultados puedan extraerse deben ser considerados ya como significativos, en espera desde luego siempre posible pero ya poco probable de que las nuevas tomas de datos que se hagan en el futuro puedan dar sorprendentes cambios a los que ahora ya se muestran.

Para mostrar gráficamente la orientación de las huellas se va a hacer uso de los diagramas de orientación circulares, o diagrama circular que recogen en intervalos angulares preestablecidos los agrupamientos que en dichos sectores se acumulan los resultados. Puesto que el sentido de marcha del Dinosaurio puede ser cualquiera, dichos diagramas se han de exponer considerando valores desde 0° a 359° , haciendo coincidir el valor de 0° con el Norte geográfico actual. Dadas las características de los objetos que se están considerando y teniendo en cuenta las consideraciones que aquí se han expuesto, se considera que los intervalos angulares de 20° son suficientemente amplios para recoger y mitigar los errores que los factores citados, y otros metodológicos, se hayan podido introducir, y lo suficientemente amplios para ofrecer un resultado que sea aplicable a la escala general de la zona, sin entrar en concreciones de orientación que como hemos visto no vienen al caso. Así pues se mostrarán tales orientaciones en un círculo subdividido en 18 sectores, cuya longitud es proporcional a la frecuencia de los datos que incluye.

Como ya se había mostrado en anteriores trabajos (Martín Escorza, 1986, 1988) las orientaciones se distribuyen de manera diferente según sean las huellas producidas por Ornitópodos que por Terópodos. La figura 10.A es la representación de 122 huellas ornitópodas de la Sierra de Cameros, y como se ve en ella no hay una dirección preferente que destacar del conjunto (la desviación típica direccional es de $72,9^\circ$).

La figura 10.B corresponde a la representación por el mismo procedimiento de un total de 840 huellas tipo Terópodo cuya orientación se ha registrado en la Sierra de Cameros sea de forma aislada o en rastro. La figura 10.B, a diferencia de la 10.A, muestra una frecuencia máxima con preferencia hacia el Sur (la desviación típica circular es: $22,3^\circ$). Puesto que la muestra es sensiblemente más alta que la utiliza-

da en resultados precedentes de la misma zona, por lo que no cabe sino argumentar que nos encontramos ante un hecho destacable, que entra dentro de aquellos caracteres (abundancia de Terópodos sobre Ornitópodos, por ejemplo) peculiares que encierran las capas weáldicas de la Sierra de Cameros.

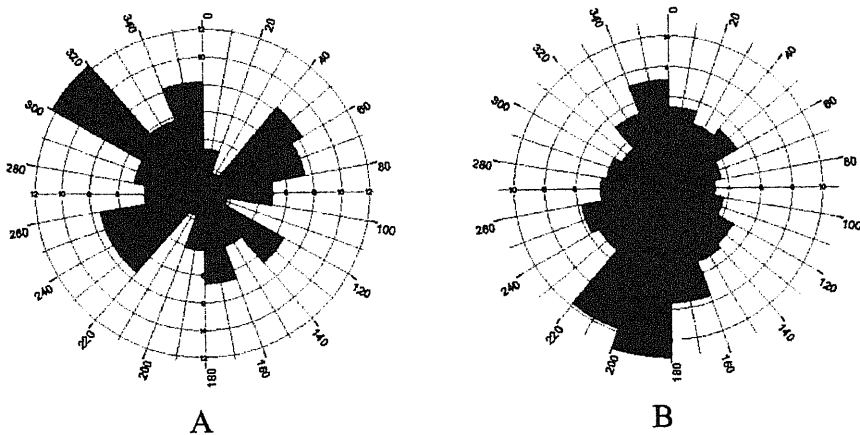


FIGURA 10. *A.-Representación en diagrama en círculo de las orientaciones de 122 huellas (aisladas o en rastro) de tipo Ornitópedo de la Sierra de Cameros. Los intervalos angulares en que se han agrupado los datos es de 20°, y el valor 0°, hacia arriba, corresponde al Norte geográfico actual. B.- El mismo método de representación para señalar la orientación de 840 huellas (aisladas o en rastro) esta vez de tipo Terópodo de la Sierra de Cameros.*

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las huellas de Dinosaurios weáldicas de tipo Terópodo en la Sierra de Cameros muestran un significativo predominio de su marcha dirigida hacia al Sur. Aunque a veces este carácter no se tiene en cuenta (Moratalla et al., 1997) este factor puede ser fundamental, o al menos debe ser considerado, si se quiere establecer una interpretación paleoambiental e incluso paleobiológica de estas huellas. Y es necesario encontrar para ello una explicación integrada en el conjunto de los otros datos y como sugiere Leonardi (1997) postular para ello cual es el motivo.

Puede ser que un régimen climático estacional, con las consecuencias de variación o cambio de unas condiciones favorables a otras desfavorables en las posibilidades de alimentación, puedan incidir de forma activa en un obligado desplazamiento o migración de los Terópodos hacia lugares más provechosos; si ello fuera así la predominancia de un sentido de marcha respecto al que presumiblemente debieron hacer 'de vuelta' puede relacionarse con que precisamente el cambio de clima, pro ejemplo hacia un régimen más lluvioso, haya hecho desaparecer las huellas de marcha en uno de los sentidos de desplazamiento, conservándose mayoritariamente sólo uno de ellos.

Si, como parece, este predominio es independiente tanto de la posición geográfica, como de la posición cronológica durante la época wealdica, nos hallaríamos ante una permanencia de las condiciones paleogeográficas en la zona.

Es muy probable que esta interpretación haya de ser corregida tanto por la incorporación de nuevos datos de este tipo, como por una discriminación de los mismos en el espacio y en el tiempo. También es más que probable que se deban hacer matizaciones al tener en cuenta otros factores (sedimentológicos, estratigráficos, etc) que pueden y deben hacerse en el futuro. Pero por ahora se deja expuesta esta razón a falta de otra más plausible.

6. AGRADECIMIENTOS

A Felix Pérez Lorente y al Gobierno Autonómico, por la oportunidad de hacerlos pasar unos días de convivencia y aprendizaje sobre los yacimientos de La Rioja, mi tierra, durante este verano del 2001.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agirrezabala, L. M.; Torres, J. A. & Viera, L. I. (1985): El Weald de Igea (Cameros - La Rioja). Sedimentología, bioestratigrafía y paleoicnología de grandes reptiles (Dinosaurios). *Munibe*, 37: 111-138.
- Agirrezabala, L. M. & Viera, L. I. (1980): Icnitas de Dinosaurios en Bretún (Soria). *Munibe*, 32: 257-279.
- Agirrezabala, L. M. & Viera, L. I. (1983): Icnitas de dinosaurios en Santa Cruz de Yanguas (Soria). *Munibe*, 35: 1-13.
- Bengochea, A.; Izquierdo, L. A.; Martínez, J. M.; Molinero, J. L.; Montero, D.; Torcida, F. & Urien, V. (1993): Icnitas de Dinosaurios en el sureste de la provincia de Burgos. *Boletín Geológico y Minero*, 104: 243-258.
- Cámara Rupelo, P. & Durantez Romero, O. (1981): *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 280. Enciso*. IGME.
- Caro, S.; Fuentes, C.; Mejjide, M. & Pérez-Lorente, F. (1995): Una rastrillada nueva de ornitópedo encontrada en el barranco de la Muga (Soria - La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 25-26.
- Casanovas Cladellas, M. L. y Santafé Llopis, J. V. (1971): Icnitas de reptiles mesozoicos en la provincia de Logroño. *Acta Geológica Hispánica*, 6: 139-142.
- Casanovas Cladellas, M. L. y Santafé Llopis, J. V. (1974): Dos nuevos yacimientos de icnitas de Dinosaurios. *Acta Geológica Hispánica*, 9: 88-91.
- Casanovas-Cladella, M. L.; Pérez-Lorente, F.; Santafé-Llopis, J. V. & Fernández Ortega, A. (1987): Nuevos datos icnológicos del Cretácico inferior de la Sierra de Cameros (La Rioja, España). *Paleontología i Evolució*, 19, (1985): 3-18.
- Casanovas-Cladellas, M. L.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1989): Huellas de dinosaurios en Valdenocerillo (Cornago, La Rioja). *Zubia*, 7: 29-35.

- Casanovas Cladella, M. L.; Ezquerria Miguel, R.; Fernández Ortega, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé Llopis, J. (1990, a): Huellas de Dinosaurios en San Vicente de Robres (La Rioja, España). *Zubía*, 8: 33-47.
- Casanovas Cladellas, M. L.; Ezquerria Miguel, R.; Fernández Ortega, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé Llopis, J. (1990, b): Huellas de dinosaurios en Soto de Cameros (La Rioja, España). *Zubía*, 8: 49-71.
- Casanovas-Cladellas, M. L.; Fernández-Ortega, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé-Llopis, J. V. (1991): Dinosaurios coelúnididos gregarios en el yacimiento de Valdevajas (La Rioja, España). *Revista Española de Paleontología*, 6: 177-189.
- Casanovas Cladellas, M. L.; Fernández Ortega, A.; Pérez Lorente, F. & Santafé Llopis, J. V. (1992): Nota de contrarréplica. *Revista Española de Paleontología*, 7: 97-99.
- Casanovas Cladellas, M. L.; Ezquerria Miguel, R.; Fernández Ortega, A.; Pérez-Lorente, F.; Santafé Llopis, J. V. & Torcida Fernández, F. (1993, a): Icnitas de dinosaurios. Yacimientos de Navalsaz, Las Mortajeras, Peñaportillo, Malvaciervo y la Era del Peladillo 2 (La Rioja, España). *Zubía*, 5: 9-133.
- Casanovas Cladellas, M. L.; Ezquerria Miguel, R.; Fernández Ortega, A.; Pérez-Lorente, F.; Santafé Llopis, J. V. & Torcida Fernández, F. (1993, b): Icnitas digitígradas y plantígradas de dinosaurios en el afloramiento de El Villar-Poyales (La Rioja, España). *Zubía*, 5: 135-163.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1995, a): Un terópodo carnosaurio en el camino a Tregujantes (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 13-14.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Ondiviela, M. C.; Pérez-Lorente, F.; Santafé, J. V. & Serrano, R. (1995, b): El rastro del barranco de Acrijos (Cornago, La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 15-16.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1995, c): Icnitas terópodos y saurópodos en La Cela, Muro de Cameros (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 17-24.
- Casanovas, M. L.; Ezquerria, R.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F.; Santafé, J. V. & Torcida, F. (1995, d): Pisadas de dinosaurios en el yacimiento Soto 3 (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 27-31.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1995, e): Icnitas de terópodos y saurópodos del yacimiento de La Navillas (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 33-44.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F.; Santafé, J. V. & Torcida, F. (1995, f): La Era del Peladillo 4 (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 45-52.
- Casanovas, M. L.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1995, g): Dinosaurios terópodos del afloramiento de Munilla (La Rioja, España). *Ciencias de la Tierra*, 18: 53-57.

- Casanovas, M.; Fernández, A.; Pérez-Lorente, F. & Santafé, J. V. (1997): Sauropod trackways from site El Sobaquillo (Munilla, La Rioja, Spain) indicate amble walking. *Ichnos*, 5: 101-107.
- Díaz, E.; Pina, C. M. & Ponce, P. (1990): Estudio de unas trazas icnológicas en el Cretácico inferior de San Vicente de Robres (La Rioja). *Geogaceta*, 7: 78-81.
- Durantez Romero, O. (1982): Facies Purbeck-Weald. En: *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Cervera del Río Albama*. IGME.
- Fuentes Vidarte, C. & Meijide Calvo, M. (1998): Icnitas de dinosaurios terópodos en el Weald de Soria (España). Nuevo icnogénero Kalohipus. *Estudios Geológicos*, 54: 147-152.
- Hernández Samaniego, A.; Ramírez Merino, J. I. & Olivé Davó, A. (1990): Cartografía. En: *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Munilla*. ITGE.
- Leonardi, G. (1997): Problemática actual de las icnitas de Dinosaurios. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 10: 341-353.
- Martín Escorza, C. (1986): Las icnolineaciones de dinosaurios wealdenses de Enciso-Navalsaz. *Zubía*, 4: 33-43.
- Martín Escorza, C. (1988): Orientación de las icnitas de dinosaurios en el Valle del Cidacos (La Rioja). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Actas)*, 84: 32-34.
- Martín Escorza, C. (1992): Gregarismo y Dinosaurios. *Revista Española de Paleontología*, 7: 97.
- Meijide Fuentes, F.; Fuentes Vidarte, C. & Meijide Calvo, M. (1999): Primeras huellas de Saurópodo en el Weald de Soria (España, Parabrontopodus Distercii, nov. Ichnoesp. *Actas de la I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su entorno. Salas de los Infantes (Burgos)*, 407-415.
- Moratalla García, J. (1987): *Icnología de dinosaurios en el Cretácico inferior del área de Cameros (La Rioja)*. 270 págs. + 6 Lám. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Madrid.
- Moratalla, J. J.; Sanz, J. L. & Jiménez, S. (1988, a): Nueva evidencia icnológica de dinosaurios en el Cretácico inferior de La Rioja (España, a). *Estudios Geológicos*, 44: 119- 131.
- Moratalla García, J.; Sanz García, J. L. & Jiménez García, S. (1988, b): *Yacimientos paleoicnológicos de La Rioja. (Huellas de dinosaurios)*. Gobierno de La Rioja - Iberduero. 95 págs.
- Moratalla, J.J.; Sanz, J.L.; Jiménez, S. & Lockley, M.G. (1992): A quadrupedal ornithopod trackway from the Lower Cretaceous of La Rioja (Spain): Inferences on gait and hand structure. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 12: 150-157.
- Moratalla García, J.; Sanz García, J. L. & Jiménez García, S. (1997, a): *Dinosaurios en La Rioja. (Guía de yacimientos paleoicnológicos)*. Gobierno de La Rioja-Iberdrola. 175 págs.

- Moratalla, J. J.; Sanz, J. L. y Jiménez, S. (1997, b): Información paleobiológica y paleoambiental inferida a partir de las icnitas de Dinosaurios: problemas, límites y perspectivas. *Revista Española de Paleontología*, 12: 185-196.
- Pascual Arribas, C. y Sanz Pérez, E. (2000): Icnitas de dinosaurios en Valdelavilla (Soria, España). *Estudios Geológicos*, 56: 41-61.
- Pérez-Lorente, F. (1996): Determinación y análisis de huellas de dinosaurios. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4.2: 100-106.
- Pérez-Lorente, F.; Romero Molina, M.M. & Pereda Olásolo, J.C. (2000): Icnitas ornitópodas del Contadero (Torremuña, La Rioja, España). Estructuras de barro y baja velocidad de marcha. *Investigación Humanística y Científica en La Rioja. Homenaje a J.L. Fernández Sevilla y M. Balmaseda*, 29-41.
- Pérez Lorente, F. (2001, a): *Paleoicnología*. Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja. 227 págs.
- Platt, N.H. & Meyer, C.A. (1991): Dinosaur footprints from the Lower Cretaceous of northern Spain: Their sedimentological and palaeoecological context. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 86: 321-333.
- Sanz, J. L.; Moratalla, J. J. & Casanovas, M. L. (1985): Traza icnológica de un dinosaurio iguanodóntido en el Cretácico inferior de Cornago (La Rioja, España). *Estudios Geológicos*, 41: 85-91.
- Sanz Pérez, E. (1993): Icnitas de Dinosaurios en Matasejún (Soria). *Boletín Geológico y Minero*, 104: 359-369.
- Sanz, J. L.; Moratalla, J.; Rubio, J. L.; Fuentes, C. & Meijide, M. (1997): *Huellas de dinosaurios de Castilla y León. Burgos y Soria. Guía paleontológica*. Junta de Castilla Y León. 87 págs.
- Sanz, E.; Pascual, C. & Báñez, S. (1999): Icnitas de dinosaurios en las facies Weald de "El Royo" (Soria, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geol.)*, 95: 101-115.
- Tischer, G. (1966): El delta wealdico de las montañas ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos. *Notas y Comunicaciones, Instituto Geológico y Minero de España*, 81: 53-78.
- Viera, L. I. y Torres, J. A. (1979): El Wealdico de la zona de Enciso (Sierra de Cameros) y su fauna de grandes reptiles. *Munibe*, 31: 141-157.
- Viera, L. I. & Aguirrezabala, L. M. (1982): El Weald de Munilla (La Rioja) y sus icnitas de Dinosaurios (I). *Munibe*, 34: 245-270.
- Viera, L. I.; Torres, J. A. & Aguirrezabala, L. M. (1984): El Weald de Munilla (La Rioja) y sus icnitas de dinosaurios. (II). *Munibe*, 36: 3-22.
- Viera, L. I. y Torres, J. A. (1992): Nota de réplica y crítica. *Revista Española de Paleontología*, 7: 93-96.