

I. SIRIGU (*), M. TONGIORGI (*)

NUOVE IMPRONTE DINOSAURIANE NEL TRIASSICO SUPERIORE DEI MONTI PISANI

Riassunto - Dopo quasi un secolo, sono riprese le ricerche di impronte di Tetrapodi nel Triassico dei Monti Pisani. Al passaggio tra il Membro delle Quarziti bianco-rosa e quello delle Quarziti viola zonate della Formazione di Monte Serra (Carnico), in due diversi siti, sono state rinvenute alcune impronte dinosauriane. Nei pressi del Monte Verruca, è stata trovata una impronta singola attribuibile ad un piede dinosauriano. Ad Agnano, è stata invece raccolta una lastra contenente due controimpronte che si sono rivelate le impressioni di un piede sinistro di stile dinosauriano e di una piccola mano tridattila. La prima impronta è probabilmente attribuibile ad un Dinosaurio carnivoro di media taglia; le altre due, con maggior sicurezza, ad un Dinosaurio Ornitischio primitivo.

Parole chiave - Verrucano, Silicoclastico, Trias, Delta, Impronte, Dinosauri.

Abstract - *New dinosaur foot-prints (Upper Triassic) from the Monti Pisani, Italy.* The Triassic silicoclastic, continental to shallow-marine and deltaic sequence called «Verrucano», from the Monti Pisani (near Pisa, Tuscany) has been recently investigated again for Tetrapod footprints. Near the boundary between the Light-pinkish Quartzite and the Purple-banded Quartzite members of the Monte Serra Quartzite Formation (Carnian), two different sites yielded Dinosaur footprints. Near Monte Verruca an isolated footprint has been collected and tentatively identified as produced by a Dinosaur foot. Near the Agnano village, a probable set (natural cast) were discovered, which may be attributed to an Ornitischian Dinosaur.

Key words - Verrucano, Silicoclastic, Trias, Delta, Footprints, Dinosaur.

INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dopo i nuovi ritrovamenti di orme di tetrapodi nel Verrucano della Spezia (Sirigu e Nicosia, 1996), sono riprese, dopo quasi un secolo, analoghe ricerche anche nel Triassico dei Monti Pisani, allo scopo di ulteriormente chiarire le relazioni stratigrafiche e paleoambientali tra il Verrucano di queste due località. Il Verrucano dei Monti Pisani è stato ampiamente studiato nel secolo scorso, a partire dal classico lavoro di Savi (1832). I moltissimi studi che ne seguirono sono ampiamente riassunti da Rau e Tongiorgi (1974), nel loro capitolo sulla storia delle ricerche geologiche sui Monti Pisani (pagg. 236-252), al quale rimandiamo. E' però con Trevisan (1955) che si può far iniziare quel filone di moderne ricerche (Schiaffino e Tongiorgi, 1962; Rau e Tongiorgi, 1968a, 1968b;

etc.) che ha portato alla completa ricostruzione della stratigrafia verrucana e alla pubblicazione della carta geologica dei Monti Pisani (Rau e Tongiorgi, 1974), seguita da un ulteriore,, dettagliato studio sedimentologico (Tongiorgi, Rau, e Martini, 1977).

In sintesi, il Verrucano triassico dei Monti Pisani risulta costituito da due formazioni silicoclastiche: la Formazione della Verruca (Rau e Tongiorgi, 1968a) e la Formazione delle Quarziti di Monte Serra (Rau e Tongiorgi, 1968b). La prima è continentale, depositata in un ambiente che si evolve da conoide prossimale e fiume a canali intrecciati (*braided stream*) fino alla pianura a meandri fluviali. L'età di questa formazione è probabilmente identificabile con la parte terminale del Trias Medio (cf. Martini, Rau e Tongiorgi, 1986; Rau, Tongiorgi e Martini, 1988). La seconda comincia con un episodio lagunare, datato in base alla sua fauna malacologica al Cordevolico (Rau e Tongiorgi, 1966), cui seguono depositi quarziticci di ambiente costiero e, alla sommità, di piana deltizia.

È in questa parte superiore del Verrucano (al passaggio tra il Membro delle Quarziti bianco-rosa e quello delle Quarziti viola zonate della Formazione di Monte Serra, parzialmente tra loro eteropici) che sono state rinvenute le nuove impronte qui descritte. L'ambiente, come si è detto, è quello di un delta progredente, con le sue varie facies, da quelle più o meno grossolane, di canale (Quarziti bianco-rosa), a quelle fini di bassa piana deltaica (*flood plain bay*) e di palude costiera (Quarziti viola zonate).

Varie caratteristiche sedimentologiche (Tongiorgi, Rau, e Martini, 1977) indicano per il Verrucano un clima di tipo semi-arido, a una latitudine di 10-15° Nord (Irving, 1964); tuttavia, il ritrovamento di rari resti vegetali nelle Quarziti viola zonate (Sirigu, osservazione inedita) e soprattutto la presenza di numerosissime impronte da corrente e la stessa abbondanza di tracce di vita animale, tutto sembra parlare a favore di un paesaggio, al momento della deposizione dei livelli più alti del Verrucano, dominato dalla esistenza di ampie zone almeno periodicamente umide.

I PRECEDENTI RITROVAMENTI DI ORME DI TETRAPODI NELLA PARTE ALTA DEL VERRUCANO

Orme di tetrapodi nella parte alta del Verrucano sono state per la prima volta rinvenute da Tommasi, nella seconda metà dell'800 (1886); seguono poi le ricche

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria 53, 56100 Pisa, Italia.

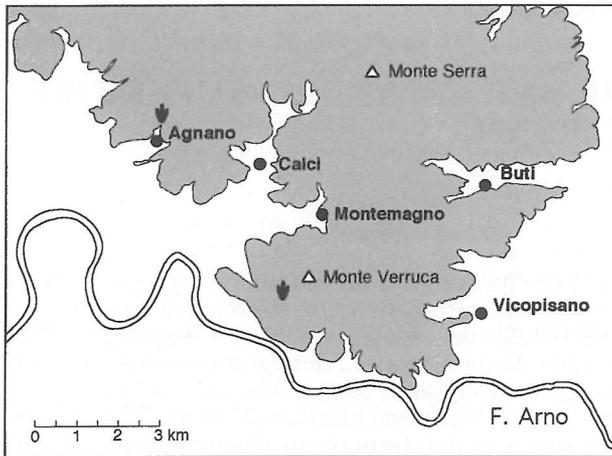


Fig. 1 - Carta schematica della pianura dell'Arno e della parte sud-occidentale dei Monti Pisani, tra Agnano e il Monte Verruca ed il Monte Serra. Col simbolo dell'impronta dinosauriana sono indicati due siti di ritrovamento delle orme di Dinosauri: nella Valle della Polla, presso Agnano (in alto a sinistra) e sul versante sud-occidentale della Verruca (in basso a destra).

raccolte di Fucini (1915) e la completa revisione effettuata da von Huene (1940a, 1940b, 1941). Il materiale studiato da von Huene (si veda anche la rassegna di Tongiorgi, 1980) e conservato nel Museo di Paleontologia dell'Università di Firenze, comprende quasi esclusivamente impronte isolate e necessita pertanto di una revisione che integri i dati delle collezioni storiche con i nuovi ritrovamenti. È comunque certa la presenza di «tecodonti» di piccole e medie dimensioni, piccoli lacertoidi e dubbi procolofonidi, unitamente a una impronta isolata di dinosauro.

Nuovo materiale, mai studiato fin'ora in dettaglio, è stato poi raccolto da Rau e Tongiorgi (1974) ed è attualmente quasi tutto depositato al Museo di Storia Naturale e del Territorio dell'Università di Pisa. Tra questo materiale, vale la pena di segnalare una bella pista (Rau e Tongiorgi, 1974, pag. 332, fig. 113) attribuibile ad un «tecodonte», purtroppo distrutta da lavori di cava prima che ne sia stato possibile il recupero. Altro materiale, tra cui un bel piede di *Chirotherium* Kaup, 1835, è conservato nel Museo Civico di Pescia (Lucca).

Tra tutti i numerosi reperti sopra menzionati, come



Fig. 2 - Fotografia dell'impronta della coppia mano-piede di Agnano, Valle della Polla (SGAG1 e SGAG2).

abbiamo visto, si annovera una sola impronta dinosauriana. Questa impronta costituiva l'olotipo di *Coelurosaurichnus* Huene, 1941 (pag. 14, tav. 2, fig. 3); essa è stata recentemente revisionata da Leonardi e Lockley (1996) e *Coelurosaurichnus* considerato sinonimo di *Grallator* I. Hitchcock, 1858. In attesa di una generale revisione di tutta l'icnofauna (peraltro in programma da parte di vari studiosi), abbiamo creduto utile segnalare fin d'ora due nuovi ritrovamenti, ambedue attribuibili a dinosauri.

LE NUOVE RICERCHE: MATERIALI, METODI, CATALOGAZIONE

a) I materiali studiati e i siti di ritrovamento

Le nuove ricerche effettuate sui Monti Pisani hanno fornito una grande messe di icniti, la maggior parte delle quali appartenenti al genere *Rhynchosauroides* Maidwell, 1911. Questo genere non era mai stato citato in predenza sui Monti Pisani, anche se von Huene aveva istituito nella stessa località il nuovo genere

Rhynchocephalichnus Huene, 1941 (1941, pag. 14), affine al precedente e probabilmente di esso sinonimo.

Tutte le impronte di recente raccolta sono state trovate alla sommità del Membro delle Quarziti bianco-rosa della Formazione del Monte Serra e, soprattutto, in tutta l'estensione verticale del sovrastante Membro delle Quarziti viola zonate, in rocce quarzitiche a grana variabile da media a fine.

Due diversi siti, ambedue nella parte alta delle Quarziti bianco-rosa, hanno fin'ora fornito nuove impronte attribuibili a dinosauri. Essi sono: 1) il versante sud-occidentale del Monte Verruca, presso Calci (Pisa), poche decine di metri sopra Casa Focetta, lungo la strada forestale che sale verso la sommità; 2) il versante destro della Valle della Polla, a monte di Agnano (San Giuliano, Pisa), in corrispondenza del taglio di una cava di quarziti abbandonata.

In ambedue i siti esaminati non è stato possibile recuperare se non impronte isolate, poiché nelle superfici circostanti non vi era traccia di altre impronte (Agnano) o perché le condizioni dell'affioramento (Verruca: un taglio artificiale di strada) non permettevano una ricerca a più ampio raggio.

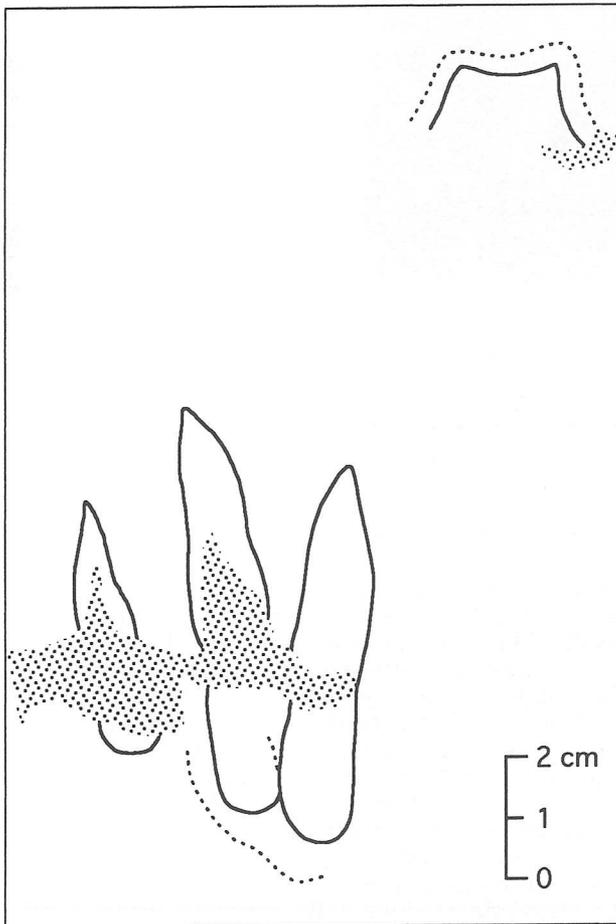


Fig. 3 - Disegno schematico della coppia mano-piede di Agnano, Valle della Polla (SGAG1 e SGAG2).

b) Metodi di misurazione e di studio

Per le misurazioni dei parametri delle impronte è stato seguito il metodo classico indicato da Haubold (1971, 1984) e Leonardi (1987). Per la sistematica icnologica, si fa riferimento a Haubold (1971); per quella basata sui resti ossei, a vari articoli in Weishampel *et al.* (1990).

Per quanto riguarda le identificazioni tassonomiche, ci preme sottolineare che, quando si analizzano impronte tridattile (soprattutto quando queste provengono da strati del basso Mesozoico), l'attribuzione ad un determinato gruppo di dinosauri richiede sempre una certa prudenza, anche quando ci si trovi di fronte a materiale ben conservato e organizzato in piste. A maggior ragione, cautela è necessaria quando si abbia a che fare, come nel nostro caso, con impronte che non mostrano le impressioni dei cuscinetti.

D'altra parte, va tenuto conto che nel Triassico i vari gruppi sono ancora poco diversificati, in particolare per quanto riguarda la morfologia del piede. Del resto, le prime fasi evolutive dei dinosauri sono conosciute solamente attraverso pochi reperti, per lo più frammentari, tanto che un sistema sicuro di discriminazione non può dirsi ancora individuato (vedi, ad esempio: Demathieu, 1990; Farlow & Lockley, 1993;). Per questi motivi, l'interpretazione zoologica delle impronte fossili qui descritte dovrà essere accolta con una certa prudenza, proporzionata alle reali difficoltà esistenti.

c) Catalogazione museale

I reperti sono depositati presso il Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa, a Calci (Pisa). La sigla provvisoria di catalogo è SGAG1 e SGAG2 (impronte di Agnano, Valle della Polla) e CAVR1 (impronta di Calci, Verruca).



Fig. 4) - Fotografia dell'impronta di piede della Verruca, presso Casa Focetta (CAVR1).

RISULTATI

Nei pressi del Monte Verruca, alla sommità delle Quarziti bianco-rosa, è stata trovata una impronta singola costituita da tre ovali di diverse dimensioni disposti ai tre vertici di un triangolo, attribuibili ad un piede dinosauriano (CAVR1).

Ad Agnano, in livelli di poco più alti di quelli della Verruca, poco al di sotto delle Quarziti viola zonate, è stata invece raccolta una lastra contenente due controimpronte (SGAG1 e SGAG2) che si sono rivelate un piede sinistro di stile dinosauriano e una piccola mano tridattila. Le controimpronte non sono in buono stato di conservazione. È probabile che dopo il passaggio dell'animale, l'acqua sia tornata a scorrere sulla superficie oppure che l'animale abbia transitato su un sedimento sul quale scorreva ancora un velo d'acqua; inoltre, parte della superficie della controimpronta di piede risulta mancante, probabilmente a causa dei danni prodottisi durante il recupero dell'impronta da parte di inesperti raccoglitori. L'impronta della Verruca può essere attribuita ad un dinosauro carnivoro (*Ceratosaurs* o *Herrerasauridae*) od anche, ma meno probabilmente, ad un «tecodon-

te» evoluto. La coppia mano-piede di Agnano è con maggior sicurezza identificabile come appartenente a un piccolo dinosauro ornitischio.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Anche un sommario esame delle impronte di tetrapodi ritrovate in passato e conservate nelle collezioni dei diversi musei toscani, mostra che la stragrande maggioranza delle piccole impronte è contenuta in litotipi violacei a grana fine e sottilmente laminati. Tali litotipi sono facilmente identificabili in quei depositi di intercanale (*overbank deposits*) che caratterizzano la facies di delta emerso della parte alta del Verrucano. Al contrario, le impronte dinosauriane recentemente scoperte sono in rocce un po' più grossolane, probabilmente identificabili come depositi sabbiosi di canale (*distributary channels*).

La stessa ripartizione delle impronte appartenenti a diverse classi dimensionali è stata già notata da Lockley e Conrad (1989) nel Triassico del New Mexico (USA). Essa può essere forse attribuita ad una diversa scelta delle zone di movimento effettuata da animali di

diversa taglia, in relazione alle caratteristiche fisiche del substrato, più o meno adatto a sorreggere animali di peso elevato.

Le aree di intercanale al tetto del Verrucano dei Monti Pisani erano con tutta probabilità aree umide per lunghi periodi, molto spesso sommerse da veli d'acqua, come dimostrano le numerosissime impronte in seminuoto, le impronte di trascinamento da corrente, lo stesso ritrovamento di tracce di vegetali. Un substrato di questo tipo doveva essere inadatto a sostenere animali di un certo peso, che invece si trovavano a loro agio nelle fasce sabbiose intorno ai canali.

La distribuzione osservata potrebbe però essere dovuta ad una preservazione selettiva.

Infatti in ambienti di energia elevata come quelli di canale e di margine di canale, le impronte hanno poca probabilità di preservarsi. In questo caso solo le tracce degli animali in grado di produrre delle sottoimpronte possono essere rinvenute nelle facies più grossolane come suggerito da Seilacher (com. pers.).

Da un punto di vista stratigrafico, le impronte dinosauriane confermano l'età carnica della Formazione delle Quarziti di Monte Serra, già supposta da Rau e Tongiorgi (1974) grazie al ritrovamento di bivalvi cordevolici nel Membro degli Scisti verdi, alla base di questa formazione.

Più precisamente, la presenza di una impronta attribuibile ad un dinosauro ornitischio suggerisce un'età del passaggio Quarziti bianco-rosa - Quarziti viola zonate ad Agnano non più antica del Carnico. La rarità delle impronte di dinosauri in tutti i livelli studiati sembra, d'altra parte, suggerire una loro età non posteriore al Norico medio, antecedente cioè a quella espansione dei dinosauri che è stata rilevata in tutto il mondo.

NOTE PALEONTOLOGICHE

a) *La coppia mano-piede di Agnano*

La lastra raccolta ad Agnano contiene, come si è detto, due controimpronte, delle quali la più grande (SGAG1) è sicuramente identificabile come l'orma di un piede tridattilo. La seconda (SGAG2), di minori dimensioni, è invece quella di una piccola mano.

La controimpronta SGAG1 è digitigrada e mostra una mesassonia non molto accentuata. Per lo stato di conservazione, le dimensioni dell'impronta non sono rilevabili con precisione, soprattutto nella parte anteriore dei diti, dove l'impronta è più dilavata, mentre nella parte posteriore la presenza di un ampio bordo di espulsione ne facilita la delimitazione. Le misure rilevate (che vanno intese come approssimative) sono indicate di seguito, insieme alle divergenze:

	II	III	IV	TOT.
Lunghezza (mm)	42	61	56	72
	II-III	III-IV		
Divergenze	9°	16°		

La controimpronta SGAG2 è anch'essa tridattila, digitigrada e mesassonica. Le sue dimensioni sono

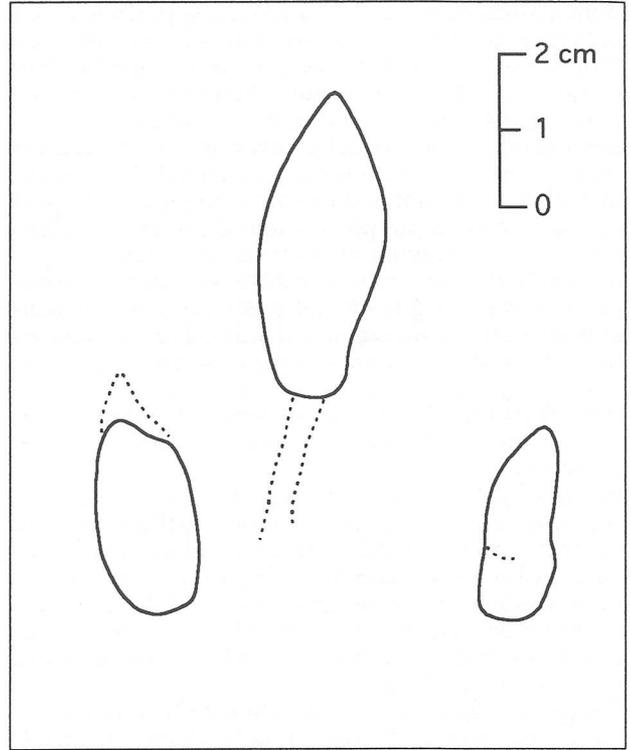


Fig. 5 - Disegno schematico dell'impronta di piede della Verruca, presso Casa Focetta (CAVR1).

molto ridotte (circa 2 cm di lunghezza totale); misurazioni più precise non sono state possibili a causa della pessima impressione. Le dita mostrano una divergenza totale molto alta e non si ha traccia di artigli.

Considerando che le due controimpronte sono impresse sulla stessa lastra, si può supporre si tratti di una coppia mano-piede. Se questa ipotesi è giusta, l'angolo tra l'asse del piede e l'asse della mano è di 26° e la distanza mano-piede circa 9 cm.

La posizione relativa delle due impronte può far sorgere qualche dubbio sulla loro connessione, senza però escluderla a priori. Infatti, prendendo in esame materiale icnologico dinosauriano comparabile col nostro (per esempio *Atreipus* Olsen & Baird, 1986), si nota che la posizione della mano rispetto al piede è molto variabile, anche all'interno della stessa pista, e che alcuni esemplari hanno una configurazione simile a quella da noi rilevata.

D'altra parte, nel nostro caso ci troviamo di fronte ad una singola coppia mano-piede e non di fronte ad una pista; non siamo quindi sicuri che la posizione osservata sia quella tipica della normale deambulazione. Potrebbe, infatti, trattarsi di una coppia impronta in un momento di difficoltà o in corrispondenza di un improvviso cambio della direzione di marcia.

A sostegno della nostra ipotesi (che si tratti, appunto, di una singola coppia mano-piede) depone anche il fatto che le due controimpronte sono ben assortite

dimensionalmente e che su tutta la superficie da cui proviene la lastra non sono state rilevate altre impronte con dimensioni confrontabili a quelle della coppia. Le altre icniti individuate testimoniano il passaggio di piccoli lacertoidi in seminuoto.

Sostenendo l'ipotesi della relazione tra le due impronte, che è secondo noi la più probabile, il nostro materiale si avvicina molto all'icnogenere *Atreipus*, caratterizzato da un piede tridattilo di tipo grallatoride e da una piccola mano tridattila o talvolta quadridattila. Il nostro materiale differisce, però, da *Atreipus* per avere il dito III del piede più corto rispetto agli altri diti, la divergenza del dito II e IV minore e la mano troppo inclinata verso l'esterno. Per questi motivi e per la prudenza che ci vuole quando ci si trovi di fronte a materiale scadente ed isolato, preferiamo limitarci ad un confronto con l'icnogenere in questione.

Per quanto riguarda l'attribuzione zoologica, le indicazioni più interessanti vengono dall'analisi della controimpronta SGAG1. Si nota, infatti, che il dito III è molto corto rispetto ai diti II e IV, una caratteristica questa che, come già notato da Olsen & Baird (1986) e da Farlow e Lockley (1993), è tipica degli ornitischii mentre nei saurischii a piede tridattilo il dito III è molto più lungo.

Per quanto riguarda la mano (SGAG2), si può affermare che, non essendovi traccia alcuna di artigli, l'autore doveva avere falangi ungueali molto ridotte o comunque molto arrotondate; ancora una volta, si tratta di una caratteristica degli ornitischii, sconosciuta nei dinosauri carnivori primitivi. Anche il fatto che ci troviamo di fronte ad un animale quadrupede ci fa scartare i dinosauri carnivori (sia *Ceratosauria* che *Herrerasauridae*), che erano sicuramente bipedi e avrebbero appoggiato la mano solo per caso.

Un'altra possibile ipotesi è quella che l'autore fosse un «tecodonte» molto avanzato tipo *Ornitosuchus* Walker, 1964 che, secondo alcuni autori, avrebbe potuto lasciare impronte virtualmente indistinguibili da quelle dei dinosauri (King & Benton, 1996); è probabile però che un animale semibipede di questo tipo, durante la camminata quadrupede avesse avuto una tendenza alla plantigradia, non riscontrata nella nostra impronta. Il riferimento a *Ornitosuchus* è reso ulteriormente poco verosimile se si tiene conto che la mano di questo animale era pentadattila, mentre la mano di Agnano è chiaramente tridattila.

In conclusione, si può affermare che la lastra di Agnano conserva la testimonianza del passaggio di un piccolo dinosauro ornitischio. Ove la nostra attribuzione tassonomica fosse confermata da altri ritrovamenti, si tratterebbe, data l'età delle rocce in cui le impronte sono state rinvenute, di una tra le più antiche testimonianze riguardanti questo tipo di dinosauri.

b) L'impronta della Verruca

L'impronta della Verruca (CAVR1) si presenta come tre ovali di diverse dimensioni, disposti ai tre vertici di un triangolo. Essa consiste infatti dell'impressione delle sole parti distali dei diti II, III, IV, indicando con questo una camminata su suolo già indurito, dove non sarebbe stato facile imprimere, se non nel

momento di massima pressione (essendo minima la superficie di contatto tra il piede dell'animale ed il suolo). Questo tipo di impronta non è infrequente tra il materiale icnologico dinosauriano, come risulta, in particolare, dagli studi di Thulborn (1989).

Data la scarsa evidenza degli artigli nell'impronta della Verruca, normalmente molto marcati in questo tipo di impronta, potrebbe in realtà trattarsi di una sottoimpronta. In base alle caratteristiche morfologiche preservate, è impossibile stabilire quale sia l'impressione del dito II e quale quella del dito IV e quindi se il piede sia destro o sinistro. Chiaramente, è anche impossibile fornire misure, sia pure solo approssimative; tuttavia, può essere stimato l'ordine di grandezza del piede (almeno una decina di centimetri di lunghezza).

Per quanto riguarda l'attribuzione zoologica, lo stato di conservazione dell'impronta rende difficile qualsiasi interpretazione. Le uniche caratteristiche osservabili sono la tridattilia e la relativa lunghezza del dito III rispetto al II ed al IV. Questo ci può far affermare che l'autore della pista poteva essere un piccolo dinosauro carnivoro (*Ceratosauria*, *Herrerasauridae*) oppure un «tecodonte» avanzato, simile a *Ornitosuchus* oppure, ancora, un «tecodonte» tipo *Lagosuchus* Romer, 1971 (anche se i rappresentanti da noi conosciuti di questo gruppo avrebbero lasciato impronte molto più piccole di quella da noi trovata).

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il prof. Giuseppe Leonardi ed il prof. Umberto Nicosia per la lettura critica del manoscritto e gli utili suggerimenti ed il prof. Adolf Seilacher per i preziosi consigli.

BIBLIOGRAFIA

- Demathieu, G.R., 1990. Problems in discrimination of tridactyl dinosaur footprints, exemplified by the Hettangian trackways, the Causses, France. *Ichnos*, 1: 97-100.
- Farlow, J.O. e Lockley, M.G., 1993. An osteometric approach to the identification of the makers of Early Mesozoic tridactyl Dinosaur footprints. In: S. G. Lucas e M. Morales (edd.), *The nonmarine Triassic*. New Mexico Mus. nat. Hist. Sci. Bull., 3: 123-130.
- Fucini, A., 1915. Fossili wealdiani del Verrucano tipico del Monte Pisano. *Palaeontographia Italica*. 21: 55-96.
- Haubold, H., 1971. *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. In: *Handbuch der Paläoherpetologie*, pt. 18. 7+124 pagg., Gustav Fischer, Stuttgart.
- Haubold, H., 1980. *Saurienfahrten*. 231 pagg., A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Huene von, F., 1940a. Das Alter des Verrucano auf Grund zahlreicher Reptilfahrten. *Eclogae geol. Helv.*, 32 (2): 184-185.
- Huene von, F., 1940b. Saurienfahrten aus dem Verrucano des Monte Pisano. *Zbl. Mineral. Geol. Paläont.*, Abt. B, 11: 349-352.
- Huene von, F., 1941. Die Tetrapoden-fährten im Toskanischen Verrucano und ihre Bedeutung. *N. Jhb. Mineral. Geol. Paläont.*, Abt. B, 86: 1-34.
- Irving, E., 1964. *Paleomagnetism and its applications to geological and geophysical problems*. 16+399 pagg., Wiley and Sons, New York.
- King, M.J. e Benton, M.J., 1996. Dinosaur in the Early and Mid Triassic? - The footprint evidence from Britain. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 122: 213-225.

- Leonardi, G. (ed.), 1987. Glossary and manual of Tetrapod print Palaeoichnology. 9+75 pagg., Cons. nacn. Desenvolvimento cie. tecnol., Brasilia.
- Leonardi, G. e Lockley, M.G., 1996. A proposal to abandon the ichnogenus *Coelurosaurichnus* Huene, 1941 - a junior synonym of *Grallator* I. Hitchcock, 1858. *J. Vert. Palaeont.*, 15 (3): 40A (abstr.).
- Lockley, M.G. e Conrad, K., 1989. The paleoenvironmental context, preservation and paleoecological significance of Dinosaur tracksites in the Western USA. In: D. D. Gillette e M.G. Lockley (edd.), *Dinosaur tracks and traces*. Cambridge Univ. Press, New York, 121-134.
- Martini, I.P., Rau, A. e Tongiorgi, M., 1986. Syntectonic sedimentation in a Middle Triassic rift, Northern Apennines, Italy. *Sediment. Geol.*, 47: 191-219.
- Olsen, P.E. e Baird, D., 1986. The ichnogenus *Atreipus* and its significance for Triassic biostratigraphy. In: K. Padian (ed.), *The beginning of the Age of Dinosaurs*. Cambridge Univ. Press, New York, 61-87.
- Rau, A. e Tongiorgi, M., 1966. I Lamellibranchi triassici del Verrucano dei Monti Pisani. Nuova revisione. *Palaeontographia Italica*, 61: 187-234.
- Rau, A. e Tongiorgi, M., 1968a. Formazione della Verruca. *Stud. illustr. Garta geol. Italia, Formazioni Geologiche*, 1: 19-33, Roma.
- Rau, A. e Tongiorgi, M., 1968a. Quarziti di Monte Serra. *Stud. illustr. Garta geol. Italia, Formazioni Geologiche*, 1: 41-56, Roma.
- Rau, A. e Tongiorgi, M., 1974. Geologia dei Monti Pisani a Sud-Est della Valle del Guappero. *Mem. Soc. geol. ital.*, 13: 227-408.
- Rau, A., Tongiorgi, M. e Martini, I.P., 1988. La successione di Punta Bianca: un esempio di rift «abortivo» nel Trias Medio del Dominio Toscano. *Mem. Soc. geol. ital.*, 30: 115-125.
- Savi, P., 1832. Lettera al Sig. G. Guidoni di Massa concernente osservazioni geognostiche su i terreni antichi toscani. *Nuovo Giorn. Letterati*, 24: 202-224, Pisa.
- Schiaffino, L. e Tongiorgi, M., 1962. Stratigrafia del Verrucano dei Monti Pisani. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Ser. A*: 69 (2): 382-445.
- Sirigu, I., e Nicosia, U., 1996. Piste di rettili triassici nel territorio della Spezia. *Mem. Acc. lunigianese Sci., Sci. nat.*, 64-65: 251-256, La Spezia.
- Thulborn, R.A. e Wade, M., 1989. A footprint as a history of movement. In: D. D. Gillette e M.G. Lockley (edd.), *Dinosaur tracks and traces*. Cambridge Univ. Press, New York, 51-56.
- Tommasi, A., 1886. I fossili degli strati più antichi della Verruca. In: A. Tommasi, *Note paleontologiche*. *Boll. Soc. geol. ital.*, 4: 199-222.
- Tongiorgi, M., 1980. Orme di Tetrapodi dei Monti Pisani. In: AA. VV., *I vertebrati fossili italiani, Catalogo della Mostra, Verona 1980*. 77-84.
- Tongiorgi, M., Rau, A. e Martini, I.P., 1977. Sedimentology of early-Alpine, fluvio-marine, clastic deposits (Verrucano, Triassic) in the Monti Pisani (Italy). *Sediment. Geol.*, 17: 311-332.
- Trevisan, L., 1955. Il Trias della Toscana e il problema del Verrucano triassico. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Ser. A.*, 62: 1-30.
- Weishampel, D.B., Dodson, P. e Osmólska, H. (edd.), 1990. *The Dinosauria*. Univ. California Press, Berkeley, 16+ 733 pagg.

(ms. pres. il 14 maggio 1997; ult. bozze il 17 settembre 1997)

