

# MISCELLANEA INGV

2001 - 2021: Vent'anni di ricerche sulle  
"Ciampate del diavolo".  
Dalla leggenda alla realtà scientifica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

64

## **Direttore Responsabile**

Valeria DE PAOLA

## **Editorial Board**

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)  
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)  
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)  
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)  
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)  
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)  
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)  
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)  
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)  
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)  
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)  
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)  
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)  
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)  
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

## **Redazione**

Francesca DI STEFANO - Coordinatore  
Rossella CELI  
Barbara ANGIONI  
Massimiliano CASCONI  
Patrizia PANTANI  
Tel. +39 06 51860068  
redazionecen@ingv.it

**REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO**

© 2014 INGV Istituto Nazionale  
di Geofisica e Vulcanologia  
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI  
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**



# MISCELLANEA INGV

## 2001 - 2021: Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica

Editors: Paolo Mietto<sup>1</sup>, Adolfo Panarello<sup>2</sup> e Mauro Antonio Di Vito<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

<sup>2</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>3</sup>INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano

Accettato 13 giugno 2021 | Accepted 13 June 2021

Come citare | *How to cite* Mietto P., Panarello A., Di Vito M.A. (Eds.), (2022). 2001-2021: Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica. Misc. INGV, 64: 1-248, <https://doi.org/10.13127/misc/64>

In copertina Ultimo tratto della Pista A delle "Ciampate del diavolo" | Cover Last section of Trackway A of the "Devils' Trails"

Con il patrocinio di:



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



DIPARTIMENTO  
DI GEOSCIENZE



Dipartimento di  
Scienze Umane,  
Sociali e della Salute



Gli *Editors* desiderano ringraziare Francesca Di Stefano e Barbara Angioni per i preziosi consigli redazionali e per la puntualità e precisione durante il complesso *iter* editoriale e di *desktop/publishing* che hanno reso possibile la pubblicazione del presente volume e dei relativi Supplementi.



# INDICE

<b>Presentazione</b> Carlo Doglioni	7
<b>Prefazione</b> Mario Pagano	8
<b>Introduzione</b> Paolo Mietto	9
<b><i>Abstract</i></b>	<b>11</b>
<b>Il valore dell'Icnologia umana</b> Adolfo Panarello <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/1">https://doi.org/10.13127/misc/64/1</a>	13
<b>Storia della scoperta e cronistoria delle ricerche</b> Paolo Mietto e Adolfo Panarello <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/2">https://doi.org/10.13127/misc/64/2</a>	19
<b>Riscontri archivistici sull'origine del toponimo "Ciampate del diavolo"</b> Marco De Angelis <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/3">https://doi.org/10.13127/misc/64/3</a>	29
<b>Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso</b> Adolfo Panarello, Giuseppe Pandolfo, Paolo Mietto <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/4">https://doi.org/10.13127/misc/64/4</a>	33
<b>Il geosito delle "Ciampate del diavolo"</b> Mauro Antonio Di Vito <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/5">https://doi.org/10.13127/misc/64/5</a>	49
<b>Tora e Picilli. Appunti di geografia storica</b> Gennaro Farinaro <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/6">https://doi.org/10.13127/misc/64/6</a>	57
<b>Uomini e fauna a Foresta: il contesto paleoambientale</b> Maria Rita Palombo <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/7">https://doi.org/10.13127/misc/64/7</a>	69
<b>Osservazioni preliminari sulla frequentazione umana preistorica dell'areale del Roccamonfina</b> Italo Biddittu e Adolfo Panarello <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/8">https://doi.org/10.13127/misc/64/8</a>	101

<b>Rilevare, analizzare e interpretare le orme umane fossili</b>	<b>107</b>
Adolfo Panarello <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/9">https://doi.org/10.13127/misc/64/9</a>	
<b>L'icnosito della località "Foresta" di Tora e Picilli e le impronte umane fossili</b>	<b>123</b>
Adolfo Panarello, Gennaro Farinaro, Paolo Mietto <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/10">https://doi.org/10.13127/misc/64/10</a>	
<b>Il tocco del "diavolo": un'istantanea fotografica sulla preistoria</b>	<b>165</b>
Adolfo Panarello, Luigi Mazzardo, Paolo Mietto <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/11">https://doi.org/10.13127/misc/64/11</a>	
<b>Il sentiero più antico del mondo</b>	<b>177</b>
Adolfo Panarello e Paolo Mietto <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/12">https://doi.org/10.13127/misc/64/12</a>	
<b>Osservazioni sui meccanismi di locomozione dell'autore della "Pista A" delle "Ciampate del diavolo"</b>	<b>195</b>
Alessandro Mondanaro, Adolfo Panarello, Maria Modafferi, Marina Melchionna, Carmela Serio, Francesco Carotenuto, Stefano Tavani, Paolo Mietto, Pasquale Raia <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/13">https://doi.org/10.13127/misc/64/13</a>	
<b>Segni umani recenti sulla pendice delle orme preistoriche</b>	<b>203</b>
Paolo Mietto e Adolfo Panarello <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/14">https://doi.org/10.13127/misc/64/14</a>	
<b>Una sfida al "diavolo": il problema della conservazione e della valorizzazione</b>	<b>225</b>
Adolfo Panarello, Gennaro Farinaro, Paolo Mietto <a href="https://doi.org/10.13127/misc/64/15">https://doi.org/10.13127/misc/64/15</a>	
<b>Conclusioni</b>	<b>235</b>
Paolo Mietto	
<b>Ringraziamenti</b>	<b>236</b>
<b>APPENDICE: Elenco delle pubblicazioni dell'Équipe che ha in studio il sito delle "Ciampate del diavolo"</b>	<b>239</b>

## Presentazione

L'editoria dell'INGV nasce con l'intento di pubblicare in forma estesa e fruibile, contributi scientifici rigorosi, ma anche patrimoni di conoscenze che, se non pubblicate, rimarrebbero appannaggio di pochi esperti di settore.

Leggere gli articoli di questo volume sulle "Ciampate del diavolo" ci porta nel mondo fantastico della scienza che, oltre a darci informazioni straordinarie, ci fa viaggiare con la fantasia, come in un romanzo. I temi trattati nel volume coprono molte delle discipline che vengono sviluppate nelle ricerche dell'INGV e che possono contribuire sempre più a ricostruire i fenomeni naturali e il loro impatto sul territorio e sull'ambiente biologico.

Le famose "Ciampate del diavolo" sono impronte di ominini di circa 350.000 anni fa, tra le più antiche al mondo, impresse sui depositi di eruzioni del vulcano di Roccamonfina, quando questo era nella sua attività più intensa, dominata da eruzioni pliniane e collassi calderici. Le tracce di ominini e di animali testimoniano una intensa frequentazione del sito e aprono a una serie di quesiti di carattere paleoambientale, di disponibilità di risorse e di dinamiche di resilienza del mondo animale e vegetale rispetto a eventi estremi come le eruzioni vulcaniche esplosive.

Il volume è caratterizzato da una forte interdisciplinarietà che parte dall'icnologia e passa alla paleontologia, alla vulcanologia, alla stratigrafia, all'archeologia, alla geomorfologia, alla paleobotanica e alla ricostruzione del paesaggio antico, strumenti di conoscenza per ricostruire un momento di vita sul vulcano Roccamonfina, che ha lasciato delle tracce indelebili, inquadrandolo in una cornice ultramillenaria di dinamica del nostro pianeta.

Lo sforzo degli autori nel rendere fruibili queste conoscenze va proprio nella direzione di voler contribuire alla creazione di basi solide su cui progettare anche ipotesi di sviluppo sostenibile di un territorio, con testimonianze che sono uniche al mondo, quanto labili e vulnerabili se non si provvede tempestivamente alla loro salvaguardia e valorizzazione.

Diffondere conoscenza è un percorso virtuoso che incuriosisce e inevitabilmente richiama altre scoperte attraverso progetti scientifici nell'ambito di discipline sempre più complementari.

Vedere quelle orme ci pone domande appassionanti sui nostri antenati: come vivevano, come potevano camminare su quei depositi piroclastici, di cosa si nutrivano, cosa pensavano vedendo quel vulcano? Oggi abbiamo la fortuna di poter rivivere come in un'indagine poliziesca almeno alcuni di questi interrogativi, leggendo il passato per guardare al nostro futuro e al rispetto della Terra.

Grazie agli autori per aver voluto pubblicare sulla Miscellanea dell'INGV i risultati delle loro interessantissime ricerche. Buona lettura.

Carlo Doglioni

Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



## Prefazione

Questo volume sull'importante geosito preistorico di Tora e Piccilli, che ricade nell'ambito del Parco Regionale Roccamonfina-Foce Garigliano, scoperto ormai da quasi mezzo secolo, e preceduto da molti e accurati studi preliminari, era atteso da tempo, e costituisce una pietra miliare per la conoscenza del Paleolitico della Campania settentrionale, a lungo molto poco conosciuto, ma che ha potuto beneficiare in questi ultimi anni di nuovi studi e scoperte, talvolta eccezionali, come anche quelle del vicino Molise.

Il libro affronta anche il complesso problema della conservazione di queste delicate impronte umane rimaste impresse nella cenere vulcanica solidificatasi in tufo, scegliendo giustamente la conservazione in sito (che era auspicata anche per Gricignano e Nola, ma con risultati fallimentari), cui è connessa anche la possibilità di una valorizzazione nell'ambito dei percorsi turistico-culturali del Parco. Per quanto riguarda il consolidamento del tufo e dell'arenaria, ottimi risultati ha dato il silicato di etile. Per la protezione durevole si propone ad esempio di eseguire bassi muretti in schegge tufacee sui quali si impostino durevoli sporti in materiale oscurante tipo cortex. Ma la Soprintendenza è pronta a collaborare col Parco e gli Esperti, primi tra tutti gli Autori del volume, per l'individuazione della soluzione, anche innovativa, più valida e efficiente, sicura, economica e durevole. I lavori rivestono carattere di urgenza, visto il pericolo di rapido deperimento del sito preistorico (sono state individuate e studiate anche tracce e impronte più recenti).

La preistoria, si sa, non ha finora goduto dell'interesse e delle fortune che essa ha in altri paesi europei, ad esempio in Francia grazie allo scavo di Terra Amata e dell'Archeodromo. Ma certamente l'interesse sta crescendo in questi ultimi anni, anche grazie a bellissimi documentari e alle sempre più evolute e precise ricostruzioni virtuali. Pertanto la Soprintendenza da me diretta si è fatta promotrice della creazione di una mostra-laboratorio della preistoria e protostoria della Campania, nella sede di S. Felice di Benevento, dove allo scopo ha acquisito l'adiacente edificio della ex Casa del Direttore del Carcere, dotato di un bel giardino panoramico utilizzabile dalle Scuole, e dove sono conservati i fossili di Pietraroia, tra i quali è il celebre cucciolo di dinosauro Ciro; dell'acquisizione e del restauro dell'ex carcere borbonico di S. Maria Capua Vetere, edificato sul foro cesariano-augusteo della città e destinato a contenere il polo educativo e formativo della Soprintendenza per il Casertano, laboratori di diagnostica e restauro e magazzini archeologici attrezzati e visitabili; del restauro e dell'esposizione dei reperti di Gricignano e della nuova centrale a metano di Presenzano (questi ultimi vanno dall'antica età del bronzo alla prima età del ferro, e saranno esposti in sito grazie al contributo finanziario della GEIKO, che ha supportato la Soprintendenza in vari modi); all'esplorazione delle grotte del Matese.

Auguriamo dunque a questo libro il successo che merita, e auspichiamo che altri ne seguano, affinché la Campania non sia più una zona grigia, ma riprenda a pieno titolo il posto che merita nell'archeologia preistorica e protostorica italiana ed europea.

Mario Pagano

Soprintendente Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Caserta e Benevento

Professore di Tutela e valorizzazione dei Beni Archeologici

(Università Suor Orsola Benincasa di Napoli)

## Introduzione

Dopo vent'anni di ricerche scientifiche, indagini e studi sul sito con impronte umane fossili medio-pleistoceniche, conosciute come le "Ciampate del diavolo", è tempo di bilanci. Bilanci che vogliamo presentare in questo volume monografico, non solo per mezzo dei risultati raggiunti nel corso delle nostre ricerche, ma soprattutto attraverso l'enorme mole di dati che hanno permesso di raggiungere quelle conclusioni, che sono state via via pubblicate nelle più prestigiose riviste scientifiche del settore. Sono i dati, di per sé oggettivi e quindi posti al di fuori delle interpretazioni, infatti, che costituiscono la base e la vera qualità di una ricerca scientifica.

Nel corso delle ricerche, condotte in questi venti anni dall'Équipe scientifica che ho avuto e ho l'onore di coordinare, il sito di Foresta nel territorio casertano di Tora e Piccili è passato, da un luogo in cui le credenze popolari vedevano il diavolo camminare sulla lava incandescente, a uno dei più importanti siti con impronte umane fossili del Pianeta; anzi, inizialmente, è stato considerato il luogo più antico della Terra in cui fossero conservate impronte di piedi attribuibili all'Uomo. Questa prima considerazione, pubblicata già nel 2013 sulla prestigiosa rivista scientifica *Nature*, ha suscitato un interesse scientifico e mediatico enorme e veramente universale, proiettando Tora e Piccili quale, seppur provvisorio, ombelico del Mondo.

Ma le "Ciampate del diavolo" non erano e non sono solo questo, anzi l'antichità ne è stato il carattere più effimero scalzato, poco dopo quella segnalazione, da analoghe ma più antiche scoperte effettuate in Africa. Il nostro sito è, invece, l'unico tuttora conosciuto in cui le impronte umane siano state impresse su un pendio originariamente inclinato, non di origine eolica. Fatto questo che da subito aveva permesso di ipotizzare studi specifici e specialistici – poi effettivamente realizzati – sulla dinamica del movimento di quei nostri antichi antenati. Inoltre, è l'unico sito conosciuto in cui, oltre alle impronte di piedi, siano state individuate anche impronte di mani, usate per la deambulazione e non per scopi rituali. Anche questa prima intuizione è stata, non solo pienamente confermata, ma arricchita con la segnalazione di impronte, seppur parziali, di altre parti del corpo umano.

Fin da subito, infine, l'Équipe scientifica era stata colpita da una serie di solchi irregolari che, evidentemente, erano in qualche modo connessi con le impronte umane, ma di difficile interpretazione: ne è risultato il sentiero preistorico più antico del Pianeta. Nel corso delle ricerche, condotte anche attraverso interventi di pulizia della superficie improntata, ci è stato permesso di riesumare molte più impronte di uomini e animali rispetto a quanto osservato inizialmente. Sorprendentemente, malgrado le ricerche siano ancora in corso, anche il quadro del popolamento faunistico che coesisteva con l'Uomo circa 350.000 anni fa, in pieno periodo glaciale, si è fatto più chiaro accertando, fra l'altro, la presenza di impronte di un piccolo elefante, le uniche conosciute in Italia.

Anche il contesto archeologico in cui inserire le impronte fossili umane di Foresta era poco chiaro agli inizi della ricerca e non è stato ancora completamente risolto. Compatibilità cronologiche e posturali dedotte dai resti scheletrici trovati soprattutto in Spagna, rendono molto plausibile l'attribuzione delle nostre impronte ad *Homo heidelbergensis*, la specie umana che ha conquistato il continente europeo. Ma insieme alle impronte questi nostri antichi progenitori, che hanno calpestato il suolo vulcanico del Roccamonfina, ci hanno lasciato anche tracce della loro presenza fisica, attraverso rari ma preziosi manufatti litici che ora stanno emergendo nel territorio; uno trovato addirittura in situ al contatto fra la superficie calpestata e lo strato tufaceo che successivamente l'aveva sepolta, permettendone la fossilizzazione.

Troverete tutto questo e molto di più nella Monografia che qui presento, ma soprattutto troverete l'ampia e dettagliata documentazione relativa a ogni singola impronta e a ogni singola traccia presente nel sito delle "Ciampate del diavolo"; documentazione in gran parte ottenuta grazie ai rilievi e alle elaborazioni grafiche e digitali accuratissime che hanno permesso ad

Adolfo Panarello, vero *deus ex machina* in questi venti anni di indagini scientifiche, di conseguire il Dottorato di ricerca presso l'Università di Cassino, proprio su questi argomenti.

Mi auguro che il lettore provi anche almeno un po' delle emozioni che ci hanno accompagnato in questi anni di lavoro; non troverà invece il calore e l'affetto con cui, io personalmente e insieme ai vari componenti dell'Équipe che mi ha accompagnato in questi anni, siamo stati accolti e seguiti nel nostro lavoro dagli abitanti di Tora e Piccili e soprattutto del borgo di Foresta, vero centro logistico delle nostre indagini scientifiche. Quell'accoglienza rimane indelebilmente fissata nei nostri cuori, insieme al ricordo di quel 10 ottobre 2010 in cui, proprio nella piazzetta di Foresta, l'allora sindaco Angelo de Simone ha voluto onorare i membri dell'originaria Équipe scientifica con la cittadinanza onoraria di Tora e Piccilli. Noi confidiamo, con questo nostro lavoro, al quale via via si sono aggiunti tanti altri colleghi e ricercatori, che troverete fra gli autori dei vari capitoli di questa Monografia, di avere meritato questo onore.

Paolo Mietto

Direttore dell'Équipe scientifica già Professore di Stratigrafia  
(Università degli Studi di Padova)



## *Abstract*

Questo volume contiene il resoconto di vent'anni di ricerche scientifiche, di indagini e di studi sul sito con impronte umane fossili mediopleistoceniche, conosciuto come sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo", ubicato sulle pendici nord-orientali del vulcano Roccamonfina, nella località Foresta del Comune di Tora e Piccilli (Italia centro-meridionale). Le orme fossili umane e animali datate radiometricamente a  $349\pm 3$  ka B.P. sono qui descritte nei minimi dettagli e contestualizzate nel panorama icnologico mondiale.

Oltre alle immagini, viene anche fornito un dataset dimensionale di tutte le orme umane rilevate e studiate e del sentiero preistorico, finora più antico del mondo, dal quale molte di esse si diramano coordinandosi in piste.

La trattazione è arricchita con discussioni metodologiche che fanno il punto sullo stato dell'arte della ricerca icnologica.

Infine, anche le emergenze storico-archeologiche e quelle antropologico-culturali sono prese in considerazione, fornendo un quadro completo ed esaustivo di uno degli icnositi umani più antichi e importanti del mondo e del suo intorno territoriale.

*This book gives a detailed report of twenty years of scientific research, investigations and studies on the site with Middle Pleistocene fossil footprints, known as "Devil's Trails" paleontological site, which is located on the north-eastern slopes of the Roccamonfina volcano, in the locality of Foresta (municipality of Tora e Piccilli, Central-Southern Italy). The fossilised human and animal footprints, radiometrically dated to  $349\pm 3$  ka years ago, are described here in detail and contextualised in the worldwide ichnological panorama.*

*In addition to the images, a dimensional dataset is also provided of all the human footprints detected and studied and of the world's oldest prehistoric pathway so far, from which most of the footprints branch out coordinating themselves into trackways.*

*The report is enriched with some methodological observations that provide a state of the art of human ichnological research.*

*Finally, historical-archaeological and anthropological-cultural evidence is also considered and discussed so providing a complete and detailed picture of one of the oldest and most important human ichnosites in the world and its territorial surroundings.*



# Il valore dell'Icnologia umana

Adolfo Panarello

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

Keywords Icnologia umana; Seguire le impronte umane; Storia dell'icnologia; Simbolismo delle orme | *Human Ichnology; Tracking humans; History of Ichnology; Footprint symbolism*

## Abstract

Seguire le impronte è una delle attività umane più antiche. Dal suo valore pratico nell'inseguimento delle prede, si è gradualmente evoluta in un'attività simbolica e poi anche in un'astrazione artistica, mistica e magica. Oggi, l'analisi delle impronte (soprattutto di quelle umane) è diventata una scienza a sé stante, e viene applicata per diversi scopi in contesti paleontologici, archeologici e forensi. In questo articolo, ripercorriamo le tappe essenziali della crescente dignità dell'icnologia, evidenziando il suo enorme e affascinante potere di aiutarci a capire meglio chi siamo, da dove veniamo e quale può essere il nostro futuro.

*Tracking footprints is one of the oldest human activities. From its practical value in stalking prey, it has gradually evolved into a symbolic activity and then also into an artistic, mystical, and magical abstraction. Today, analyzing footprints (especially human ones) has become a science in its own right, and is applied for different purposes in palaeontological, archaeological, and forensic contexts. In this paper, we retrace the essential stages of the growing dignity of tracking, highlighting its enormous and fascinating power to help us better understand who we are, where we come from, and what our future may be.*

Capire chi siamo, da dove proveniamo, come ci evolviamo e quale sarà il nostro futuro rappresenta, dalla più remota antichità, una sfida che non perde mai il suo fascino, il suo interesse, le sue enormi difficoltà. Tutte le scienze concorrono a delineare un profilo dell'Uomo sempre più dettagliato – eppure sempre troppo povero – e non vi è scoperta che ne riguardi l'evoluzione fisica o socio-intellettuale che non susciti grande scalpore e non riscuota grandissimo interesse. Fra tutte le discipline, ve n'è una, l'Icnologia umana che, a partire dalla seconda metà degli anni '70 del secolo scorso, ha riscosso e riscuote un'attenzione sempre maggiore, per la sua capacità di leggere e interpretare le azioni di nostri antenati vicini e lontani, nel tempo e nello spazio, come eventi vivi, ancora in corso di svolgimento, capaci di comunicare logiche evolutive e comportamentali come nessun'altra testimonianza sembra capace di fare.

La Paleoicnologia umana, in particolare, studia, nello specifico, le impronte fossili dei rappresentanti del nostro genere, i quali, dovunque e in qualunque epoca siano vissuti, se hanno lasciato tracce, non sfuggono alla sua analisi rigorosa. Tale disciplina è “giovane”, metodologicamente ancora in evoluzione, ma già sufficientemente matura per essere definita “Scienza” con una sua precisa dignità. Il paleoicnologo è un po' geologo, un po' paleontologo, un po' etno-archeologo, un po' storico, un po' antropologo, un po' filosofo, un po' artista...

L'uomo cerca ed esamina le tracce fin dalla più remota antichità e, ancora oggi, sente l'attività del “tracciare” quasi come un'esigenza intima e pratica.

Seguire le tracce, oggi, può non significare, esclusivamente, seguire le orme propriamente dette ma può, più genericamente, riferirsi alla volontà o alla necessità di ripercorrere e comprendere un tracciato informatico, un iter burocratico, una frequenza elettromagnetica, i vari momenti



dell'evoluzione di un pensiero, ecc. Tuttavia, fra i popoli primitivi, “seguire le tracce” significava, precipuamente, cercare, trovare e capire i segni lasciati da una possibile preda o da un possibile predatore, da una femmina con cui accoppiarsi o da un antagonista “sociale”; significava, semplicemente e istintivamente, seguire gli odori, i segni del movimento e, “in primis”, le impronte sul terreno, cioè sopravvivere.

Prove concrete, evidenti e inoppugnabili dell'antichità e della precisa natura del “tracciare” si trovano nei repertori figurativi degli artisti preistorici, in cui, fra l'altro, sono successioni di orme di animali [Guthrie, 2005] prima erroneamente interpretate come raffigurazioni di organi genitali femminili (ma sarebbero state tracce anche in questo caso). Gli artisti della preistoria volevano, probabilmente, consegnare ad altri la memoria delle prede cacciate o degli animali con cui condividevano l'habitat o, più probabilmente, volevano indicare dei sentieri di caccia o percorsi preferenziali nel movimento che avevano avuto l'opportunità di sperimentare con successo nel loro empirico vivere quotidiano [Guthrie, 2005: 268-269]. Le popolazioni che vivono oggi la loro preistoria culturale non si comportano diversamente. Basta cercare e ammirare le produzioni figurative dei popoli delle aree del pianeta che meno delle altre hanno avuto contatti con la cosiddetta “civiltà”, per trovare numerosi esempi di ciò.

Un'attività così intima non poteva non evolversi con l'evoluzione generale del pensiero e, infatti, si è gradualmente evoluta diventando capacità di leggere i “segni” non solo fisici, ma anche metafisici, aprendo anche alla possibilità di seguire le orme non solo dei viventi ma anche degli immortali, delle divinità. In tal modo, le zone percorribili si sono estese verso orizzonti illimitati, forse meno concreti ma non meno avvincenti, cioè quelli della sfera magica e spirituale [Sarjeant, 1987; Mayor, 2000, 2005; Mayor & Sarjeant, 2001; Bord, 2004; Panarello, 2016]. Le “tracce” di questo mondo in quello concreto e sensoriale non potevano che essere dei simboli e, così, si è sviluppato un esteso repertorio legato, soprattutto, ai mezzi di contatto fra l'immanente e il trascendente. Un esempio significativo, in tal senso, è dato dal simbolo “Sole”, uno dei più antichi, che viene rappresentato prima con una semplice croce [Wilson, 1894] e poi, nello svastica, si arricchisce di piccole appendici nelle zone terminali dei segmenti intersecati. Tali appendici, da alcuni simbolisti, sono state interpretate come piccoli piedi attraverso i quali i raggi del sole possono toccare la “pelle”, la superficie della “madre Terra” [Cirlot, 1971]. Un altro esempio significativo, in tal senso, può essere certamente visto nell'allineamento de *Las Huellas del Sol* o *Las Pisadas del Sol*, nell'Isola del Sol, ubicata nella parte meridionale del Lago Titicaca, in Bolivia. In questo posto, due grandi desquamazioni del fondo roccioso a forma di piedi sono state viste dalle popolazioni Inca come le orme del dio Sole e raggiunte, in modo rituale, lungo un sentiero a cui vengono attribuiti valori mistici: nella loro intima percezione, esse sono le impronte lasciate dal dio Sole quando, per la prima volta, spiccò il salto verso il cielo [Bauer et al., 2004].

Com'è ovvio concludere, tali simbolismi, alimentati dalla naturale evoluzione dei processi cognitivi e comunicativi, ha ispirato le più svariate e fantasiose espressioni artistiche e, ancora oggi, non è affatto difficile veder nascere sempre nuove forme di “orme” nel nostro quotidiano visuale e materiale.

Quando, in questo processo di crescita cognitiva, l'attenzione venne a concentrarsi sempre più sulla figura e sull'identità dell'Uomo, l'importanza del “tracciare” crebbe esponenzialmente e praticamente tutte le popolazioni del pianeta in tutti i tempi sono rimaste catturate dal potere evocativo e arcano delle orme lasciate dai nostri simili.

In tal modo, alcuni simbolisti hanno voluto vedere nel piede una simbolizzazione dell'anima, dal momento che esso è capace di garantire la postura eretta e, in qualche modo, lo hanno voluto riferire anche alla rettitudine o alla poca dignità spirituale [Stewart, 1998], credendo anche che il piede abbia il potere di trasmettere emanazioni personali, benefiche o malefiche, al suolo calpestato. Cosicché camminare a piedi scalzi su un terreno consacrato è simbolo di rispetto [Esodo, 3: 5] e “seguire le impronte” di un santo o di un malvagio, può significare, genericamente, essere un giusto o un ingiusto, un buono o un cattivo [Cirlot, 1971; Ronnberg-Martin, 2010].

Le orme impresse hanno rappresentato anche un simbolo di possesso e un piede deforme (equino, caprino, palmato, di dimensioni sproporzionate) è istintivamente associato, nell'immaginario subalterno, a esseri demoniaci e, potenzialmente, malefici [Biedermann, 1994].

In ogni caso, qualunque sia la lettura, mistica o pratica, che si voglia dare alle orme, il dato oggettivo che si può e si deve considerare è che mai la presenza di un'impronta è sfuggita all'attenzione dell'uomo [Panarello, 2016] e il semplice interesse si è mosso sempre più nella direzione di una progressiva analisi, basata su metodologie sempre più rigorose e oggettive, tali da trasformare la pratica personale in pratica oggettiva, cioè in "scienza".

Dall'epoca in cui lo storico greco Erodoto interpretò una gigantesca depressione nelle rocce della Scizia (odierna Moldavia) come l'orma di Ercole [Mayor & Sarjeant, 2001], sono passati molti anni e le tecniche di rilievo e di studio si sono fatte sempre più rigorose, sostituendosi quasi totalmente alle elucubrazioni cervelotiche e improbabili che hanno accompagnato le impronte di santi, diavoli e giganti, i quali si sono, così, trasformati in uomini e animali estinti.

Per gli scienziati attuali, le impronte fossili sono prove tangibili, rare, preziosissime, sono evidenze uniche, che hanno il potere straordinario di rimaterializzare non solo la struttura, ma anche il comportamento, di esseri viventi che popolarono la nostra stessa Terra in tempi lontani e che nessuno ha mai visto né potrà mai rivedere in vita [Mayor & Sarjeant, 2001]. Per usare una metafora, le impronte fossili sono dei fotogrammi di una sequenza dell'esistenza rimasti impressi su una pellicola fotografica dalla consistenza rocciosa e, proprio come in una proiezione cinematografica, restituiscono azioni complete e paesaggi reali e non semplici oggetti e personaggi statici.

L'importanza della Paleoicnologia è oggi universalmente riconosciuta ed è soprattutto grazie alle orme fossili che noi possiamo sapere cosa facevano i frequentatori paleolitici delle grotte francesi, come i nostri antenati del medio Pleistocene trascorrevano il loro vivere quotidiano, all'aria aperta e nella vita di tutti i giorni, mentre interagivano con il paleoambiente e con gli altri esseri viventi del loro tempo compiendo scelte acute e consapevoli o superficiali e sbagliate [Panarello, 2016, 2020; Panarello et al., 2020 con bibliografia].

L'icnologia, come dice giustamente Jean Clottes: «*révele la côté vivant des actions préhistoriques*» [1993] e, quindi, è una scienza di primaria importanza, l'unica forse – in concerto con le altre – capace di aiutare gli studiosi dell'antichità a perseguire il loro obiettivo primario, che è quello di ricostruire gli scenari, i personaggi, le azioni, le culture e la vita quotidiana di tempi passati e lontanissimi.

La scoperta, nel 1976, delle impronte umane di Laetoli (Leakey, 1978) ha segnato non solo l'inizio della creazione di una branca specifica della paleoicnologia dedicata agli ominini, ma anche l'inizio di uno studio sempre più approfondito delle evidenze e tale studio è diventato via via più severo quando ci si è accorti che è facilissimo confondere una falsa orma con una orma vera [Panarello, 2016; Panarello & Mietto, 2017; Panarello et al., 2018, 2020]. Questo processo di affinamento del rilievo e dell'analisi è stato favorito dal progresso tecnologico che ha reso possibili rilievi di una precisione prima impensabile. Oggi bastano uno *smartphone* e un *software* di modellazione 3D per avere dati di precisione rigorosa e obiettività scientifica e questo, chiaramente, è alla portata di tutti, anche di un ragazzino che incontra qualcosa che lo incuriosisce e ha la possibilità di portare via con sé non solo una foto ricordo, ma anche una quantità importante di dati potenzialmente valutabili ai fini dell'interpretazione scientifica.

Per concludere, piace citare, per la sua straordinaria intensità, un passo di R. Dale Guthrie, docente emerito di Zoologia alla University of Alaska (Fairbanks), che riassume e comunica, con la massima efficacia, il pregio e la magia di una scienza, quella icnologica, unica nel suo genere, che completa e valorizza esponenzialmente tutte le altre (tante), che ne costituiscono la spina dorsale:

«Lo studio delle impronte insegna la verità di causa ed effetto ed è anche un gioco creativo. Profondamente empirica e ragionata e, al tempo stesso, immaginativa

per visualizzare cose mai viste, lo studio delle impronte è in ogni caso una scienza; ci si trova costantemente a formulare ipotesi e a verificarle. È esemplificativa di altri aspetti della caccia ai grandi mammiferi per il fatto che le deduzioni logiche devono essere pensieri complessi combinati con l'intuizione perché funzionino bene. Ma è anche simile all'arte e alla scienza. Gli icnologi possono lavorare bene come squadra, discutere e dibattere le interpretazioni e scambiarsi le osservazioni tra di loro. Di solito, c'è poco esercizio d'autorità, dal momento che lo studio delle orme è probabilistico e le affermazioni saranno sempre da verificare. Funziona meglio se condotto in modo aperto e democratico; nessuno professa la verità rivelata o una risposta sicura. Come nella scienza o nell'arte, gli elementi chiave sono l'osservazione e la risposta creativa, una discussione ragionata libera e interattiva fra le persone coinvolte, e poi un ritorno ad osservare le prove a portata di mano» [Traduzione di Adolfo Panarello da Guthrie, 2005: 269].

## Bibliografia

- Bauer B.S., Futrell M., Cipolla L., Covey R.A., Terry J. (2004). *Excavations at Inca Sites on the Island of the Sun*. In Stanish C., Bauer B.S. (eds.). *Archaeological Research on the Islands of the Sun and Moon, Lake Titicaca, Bolivia: Final Results of the Proyecto Tiksi Iqarka*. Los Angeles: University of California, UCLA: 43-82.
- Bibbia - Esodo, 3: 5
- Biedermann H. (1994). *Dictionary of Symbolism: Cultural Icons and the Meanings Behind Them*. New York: Meridian Book.
- Bord J. (2004). *Footprints in Stone: The significance of foot- and hand-prints and other imprints left by early men, giants, heroes, devils, saints, animals, ghosts, witches, fairies and monsters*. Loughborough (UK): Heart of Albion.
- Cirlot J.E. (1971). *A Dictionary of Symbols*. London: Routledge.
- Clottes J. (1993). *Ichnologie*. In Groupe de réflexion sur l'art pariétal paléolithique, *L'art pariétal paléolithique, Techniques et méthodes d'études*. Paris: éd. du CTHS: 59-66.
- Guthrie D.R. (2005). *The Nature of Paleolithic Art*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Leakey M.D. (1978). *Pliocene footprints at Laetolil, Northern Tanzania*. *Antiquity*, 52 (205): 133
- Mayor A. (2000). *The First Fossil Hunters: Paleontology in Greek and Roman Times*. Princeton-Oxford: Princeton University Press.
- Mayor A. (2005). *Fossil Legends of the First Americans*. Princeton-Oxford: Princeton University Press.
- Mayor A., Sarjeant W.A.S. (2001). *The folklore of footprints in stone: From classical antiquity to the present*. *Ichnos*, 8 (2): 143-163.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The "Combined Method" helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M. & Mietto P. (2018). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25(1): 66-75. DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinano G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456.
- Ronnberg A., Martin K. (eds.) (2010). *The Book of Symbols: Reflections on archetypal images*. Köln: Taschen.

- Sarjeant W.A.S. (1987). *The study of fossil vertebrate footprints. A short history and selective bibliography*. In Leonardi G. (ed.), *Glossary and manual of tetrapod footprint palaeoichnology*. Brasilia: Departamento Nacional da Producao Mineral: 1-19.
- Stewart W. (1998). *Dictionary of Images and Symbols in Counselling*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Wilson T. (1894). *Swastika. The Earliest Known Symbol and its Migrations*. LaVergne (USA): Kessinger Publishing's Rare Reprints, 2009.



# Storia della scoperta e breve cronistoria delle ricerche

Paolo Mietto<sup>1</sup> e Adolfo Panarello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

<sup>2</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

Keywords Leggenda delle “Ciampate del diavolo”; Orme del Roccamonfina; Foresta; Tora e Piccilli | *Devil's Trails legend; Roccamonfina footprints; Foresta; Tora and Piccilli*

## Abstract

Il racconto tradizionale, divenuto poi leggenda, narrava di misteriose impronte impresse “nella roccia” o “nella lava”, lasciate da un misterioso essere soprannaturale, forse “il diavolo”, che riusciva a camminare sul deposito vulcanico ardente senza riportare danni. Nel tempo, questa leggenda è stata gradualmente sostituita prima da una serie di ipotesi infondate e infine da una realtà scientifica ancora più affascinante: le “Ciampate del diavolo” sono impronte fossilizzate di uomini e animali vissuti in epoca preistorica. In questo articolo si ripercorrono, anche attraverso le parole dei protagonisti, la storia ventennale e le tappe della ricerca scientifica che hanno trasformato la leggenda popolare in una sorprendente realtà scientifica.

*The traditional tale, which later became a legend, told of mysterious footprints imprinted “in the rock” or “in the lava”, left by a mysterious, supernatural being, perhaps “the devil”, who was able to walk on the burning volcanic deposit without damage. Over time, this legend has been gradually replaced first by a series of unfounded assumptions and finally by an even more fascinating scientific reality: the “Devil's Trails” (“Ciampate del diavolo”) are fossilized footprints of men and animals who lived in prehistoric times. In this paper, the twenty-year history and steps of scientific research which have transformed the popular legend into an astonishing scientific reality are retraced, also through the words of the protagonists.*

## L'immaginario locale e la leggenda delle “Ciampate del diavolo”

La tradizione locale raccontava di impronte misteriose impresse «nella roccia» o «nella lava», lasciate da un essere misterioso, soprannaturale, forse «il diavolo», capace di sfidare il tremendo calore del vulcano e di camminare sulla roccia fusa rimanendo indenne. La tradizione divenuta leggenda, la «leggenda delle ciampate del diavolo», era stata affiancata, nel corso del tempo, da altre ipotesi: alcune, semplicistiche e fantasiose, nel racconto della gente comune, che parlavano di «impronte di dinosauro» o di «fenomeni erosivi», e un'altra, più vicina al vero, che sosteneva che le misteriose «orme incavate nella scarpata di tufo grigio» si dovessero probabilmente attribuire ai Sanniti [Iulianis, 1986]. Altre menzioni parlavano, senza troppa convinzione, di «impronte profonde di piedi nudi affondati nella dura pietra» [Iulianis, 2002]; di «orme impresse nella roccia lavica» [Caputi, 2000]; di «orme misteriose incise nella roccia» [Bernasconi et al., 2002]; oppure, genericamente, di «orme» [AA.VV., 1996]. La divulgazione della scoperta della realtà scientifica delle “ciampate del diavolo” nel loro essere orme umane fossili preistoriche, avvenuta attraverso le pagine della prestigiosa rivista scientifica *Nature* [Mietto et al., 2003], ebbe luogo il 13 marzo 2003 e nacque dalla segnalazione effettuata da due studiosi locali, Adolfo Panarello e Marco De Angelis, al prof. Paolo Mietto, illustre paleontologo dell'Università di Padova, avvenuta nel



mele di agosto 2001. Nessuno, prima di loro, aveva mai affrontato il problema dello studio delle cavità misteriose con metodologia scientifica e, men che meno, aveva mai sentito la necessità di fornire prove oggettive a sostegno di qualsivoglia ipotesi o intuizione, verosimile o inverosimile che fosse.

## Il ritrovamento, la scoperta e la sua prima divulgazione

L'esistenza delle strane depressioni sulla pendice tufacea era, dunque, già nota agli abitanti del luogo, i quali, tuttavia, non erano mai riusciti a spiegarne la reale natura. Essi pensarono che quelle strane tracce, essendo ubicate su una superficie che un tempo era stata incandescente (perché di origine vulcanica), potessero essere solo l'opera di un essere soprannaturale. La loro forma globale, d'altro canto, era simile a quelle degli zoccoli d'asino, e le loro enormi dimensioni (i primi osservatori considerarono l'intera cavità come se fosse un'orma) sembravano appartenere più a un gigante che a un essere umano di dimensioni normali. Pensarono, dunque, che solo un enorme demone (che viene spesso raffigurato con zampe asinine o caprine) potesse aver camminato su quella superficie incandescente rimanendo indenne e lasciandovi le sue impronte. Questa spiegazione, frutto di una cultura subalterna, sebbene non del tutto convincente, fu accettata da tutti e, divenuta leggenda, ha resistito a lungo. L'opinione pubblica locale, infatti, come accennato, non abbandonò del tutto il senso di arcano che aveva originato la leggenda dell'origine soprannaturale delle orme e neppure il menzionato storico locale, che le aveva attribuite ai Sanniti aveva pensato che nel V-II secolo a.C., epoca in cui esemplari di tale popolazione italica poterono, eventualmente, frequentare i luoghi, il substrato era già roccia consolidata e non poteva, quindi, essere impresso da alcuno.

La verità, come predetto, venne a galla il 4 agosto 2001, quando Adolfo Panarello, accompagnato dal suo amico e collega Marco De Angelis, effettuò un sopralluogo *in loco* e si rese conto della verità. Questo il suo racconto della scoperta, pubblicato, nel 2005, in un opuscolo a tiratura limitata [Panarello, 2005]:

«Se dovessi raccontare di essere andato a vedere le "Ciampate del diavolo", perché ero stato incuriosito, come tanti altri, dalla plurisecolare leggenda che le descriveva come impronte misteriose impresse nella lava e/o dalla curiosità di sapere che cosa esse realmente fossero, racconterei il falso. Semplicemente, pur conoscendo e tenendo in debita considerazione l'assunto che dietro ogni leggenda c'è sempre un fondo di verità, non ho mai creduto che qualcuno potesse lasciare le proprie impronte nella lava fusa e per tale ragione, sebbene avessi sentito più volte parlare di loro da amici escursionisti o letto da pubblicazioni amatoriali e turistiche una varietà di ipotesi sulla loro natura, purtroppo mai suffragate dalla benché minima prova, sebbene fossi stato più volte sollecitato dal mio amico Marco De Angelis, guida G.A.E., ad andarle a vedere, non mi ero mai preoccupato troppo della loro esistenza e non avevo mai voluto visitare il sito, temendo di dovermi recare in una delle tante zone del nostro territorio trasformate in discariche a cielo aperto dalla noncuranza e dall'inciviltà di gran parte dei visitatori.

Impegnato nello studio della storia e dell'architettura delle strutture difensive del territorio dell'antica piana di *Patenaria*, tra cui è anche il *Castrum Thorae*, ho cominciato a interessarmi del territorio ove sono le impronte fossili solo quando alcune evidenze etimologiche, archivistiche e araldiche mi avevano portato a supporre che la Foresta, ovvero il territorio ove si trova il livello con le impronte, anche detto *Farat* (...), potesse essere stato frequentato da tempi molto lontani e che potesse essere stato la *silva venationis* di uno dei castelli che stavo studiando. Il secondo toponimo, infatti (*Farat*), banalizzazione grafica di *Faràttè*, di cui fino ad oggi

non si conoscono attestazioni, non si può escludere che derivi da un germanismo di origine longobarda come, ad esempio, un eventuale antroponimo *Faroald* (...), o la ben nota voce *fara*, presente in moltissimi toponimi italiani, evidenziando anche il possibile incrocio con *fratta* nel suo significato locale di “boschetto”, “macchia intricata”, “luogo celato” (...). Foresta, invece, che potrebbe comunque essere collegata a *Farattè*, è termine più tardo.

Nelle *Rationes Decimarum Italiae* relative ai secoli XIII e XIV si fa menzione di una «*ecclesia S. Andree ad Thorum*», ubicata nella Diocesi di Teano, in regola con il pagamento della decima per gli anni 1308-1310 (...). Nel registro delle decime, dunque, per la chiesa di S. Andrea, che ancora esiste nella frazione che oggi si chiama Foresta, non è nominata la sua pertinenza ad un abitato che anche all'epoca avesse tale nome.

Ora, se si osserva che il compilatore dei “Registri delle decime” nomina sempre i toponimi dei centri di pertinenza delle chiese, anche quando essi fanno riferimento ad abitati di infime dimensioni, è logico concludere che, nel 1308-1310, un villaggio degno di nota, a Foresta, non esisteva ancora. Tale possibilità mi è stata confermata da un attento esame delle poche strutture dell'abitato attuale, dove solo un paio di archetti a sesto acuto sembrano potersi riferire a scelte architettoniche di gusto gotico, mentre la maggioranza delle altre strutture murarie esistenti è quasi tutta molto più tarda.

Il toponimo Foresta faceva dunque riferimento a qualcosa di diverso da un abitato e, in effetti, il corretto significato della parola foresta è quello di “selva esterna alle mura” (...). Non manca, infatti, la documentazione medievale che testimonia che i signori feudatari e i loro vassalli amavano avere territori di caccia nei pressi dei loro castelli. Anzi, quando ciò non era possibile, si procedeva alla *forestatio*, ossia alla trasformazione di un comune terreno o di una comune *silva* in *silva venationis* e vi erano terribili sanzioni per chi ne violava i confini (...). In Britannia, poi, sempre nel medioevo, alcuni feroci signori ordinarono addirittura l'abbattimento di chiese e case private per realizzare le foreste di caccia (...), ma non vi sono elementi per sostenere che ciò sia accaduto anche nei luoghi di cui si tratta, per cui mi sembra di poter escludere del tutto che la denominazione di “Ciampate del diavolo”, riferita alle orme “misteriose” sia da associare ad un evento cruento. Se anche fosse, in assenza, finora, di testimonianze oggettive che lo attestino, non sento di poterlo affermare. Infine, mi risulta dalle testimonianze dei locali che esse non sono mai state sentite come minacciose e che la loro presunta “malefica” origine veniva semplicemente utilizzata per scoraggiare i ragazzini dal transitare su quel ripido e scivoloso pendio fiancheggiante un pericoloso invasivo idrico.

Per tornare al toponimo e concludere, sembra che la più verosimile tra tutte le possibilità, sia quella che “Foresta” fosse il nome usato per indicare i territori di caccia dei signori del vicino *Castrum Thorae* e, in effetti, la selva si estende fuori dalle mura del *castrum*, ma a poca distanza da esso. La dizione *ad Thorum* (“presso Tuoro” o “presso Tora”) usata nei registri delle decime degli anni 1308-1310, riferita alla chiesa di S. Andrea e già menzionata, non fa che avallare tale convinzione.

La zona, per non essere mai nominata, nella pur scarsa documentazione medievale e rinascimentale, con un toponimo di dignità tale da essere riferito ad un insediamento umano, deve essere rimasta sostanzialmente disabitata o frequentata solo per la caccia e le coltivazioni almeno fino alla fine del secolo XVII o ai primi anni del secolo XVIII, quando fu ivi edificato un mulino ad acqua (...) di cui sopravvivono ancora alcuni ruderi (...)» [Panarello, 2005 con bibliografia].

Dell'esistenza e dell'attività di tale mulino già nella metà del secolo XVIII (e quindi della sua precedente edificazione), nonché della sua pertinenza alla Camera Ducale di Tora si è sicuri per l'esistenza di un *Catasto Generale della Università della Terra di Tora, e suoi Casali, in Provincia di Terra di Lavoro* (...) dell'anno 1754, presso l'Archivio di Stato di Napoli [Catasti Onciari, n. 1347]. Alcuni stralci testuali, in esso presenti, si rivelano, infatti, preziosi non solo per documentare quanto suddetto ma anche per individuare con precisione la toponomastica circostante la formazione rocciosa che ospita le "Ciampate del diavolo", le quali, nel medesimo Catasto, non sono mai menzionate esplicitamente. Sono, invece, nominati l'invaso idrico del mulino ("lo fosso del mulino", "fosso d'acqua plu.", "lo fosso d'acqua del mulino"), il suo sbarramento (la "Parata nova", ecc.), il torrente, in parte di adduzione, attualmente denominato "Fosso Rionale" (lo "Rivoanale", e "lo rivo d'acqua corrente", "rivo d'acqua del Molino", "lo fosso d'acqua corrente", "Rivo d'acqua che va allo molino", ecc.), la "via pubblica" e gli altri fondi vicini a quello detto "La Limatella", da cui prese il nome il mulino. Le trascrizioni di alcuni passi del citato Catasto Generale, che fanno riferimento agli elementi summenzionati si possono leggere nella citata opera di Adolfo Panarello [2005].

È un dato di fatto, confermato anche da molti anziani locali, che nei primi anni del 1900, il mulino "della Limatella" era già un rudere e che la zona cosiddetta della "parata", cioè della "diga" che arginava le acque dell'invaso idrico, che fungeva da bacino di adduzione del medesimo mulino, veniva frequentata solo per ragioni agricole dagli abitanti delle frazioni Tuoro e Foresta. Questi utilizzavano lo scrimolo settentrionale del medesimo bacino anche come sentiero/scorciatoia per raggiungere la vicina frazione di Piccilli.

Adolfo Panarello, continua così il suo racconto della scoperta:

«(...) per trovare riscontri anche archeologici alla teoria della selva di caccia, vale a dire qualche frustolo di ceramica medievale o resti strutturali della medesima epoca, o altro, il 4 agosto 2001 accettai, finalmente, l'invito del mio amico Marco De Angelis a recarmi con lui a visitare la Foresta. Con l'occasione avrei anche visto le "Ciampate del diavolo". Accedemmo alla località provenendo dal lato di Piccilli e fui subito colpito da una indicazione a forma di freccia che indicava il sito e la direzione da seguire per raggiungerlo. Non c'era bisogno di guide, l'ampio sentiero in discesa si percorreva con grande facilità. Man mano che procedevo con il mio amico, Marco De Angelis, ero sempre più catturato dalla bellezza dei luoghi, dall'impatto naturalistico: nonostante la stagione estiva, un verde rigoglioso avvolgeva i pendii ricoperti da castagni secolari e, su di una grande radura, volteggiava un falcone in caccia che rompeva il silenzio assoluto lanciando nell'aria il suo verso stridulo. Tutto aveva un fascino particolare e, forse per semplice suggestione, l'aria mi sembrava piena di arcano. Appena superata la radura, un sentiero in grande pendio, sulla destra, peraltro bene individuato da una piccola staccionata lignea, apriva il varco verso un boschetto intricato solcato da un torrentello di acqua biancastra (...).

Da lontano, per la presenza del menzionato boschetto (oggi non più esistente), che occupava quasi tutta la concavità di quello che era stato l'invaso idrico del mulino ad acqua, non si notava con chiarezza il pendio con le impronte, ma solo un forte dislivello a destra sul cui fondo scorreva l'acqua del nominato torrente, il Fosso rionale – la quale dopo aver superato con un salto di alcuni metri lo sbarramento murario in elementi pseudo-isodomi di tufo locale (la parata propriamente detta), andava a riempire delle vaschette naturali – e una scaletta di chiara origine antropica, tagliata nel banco di tufo, la quale, dopo tre gradoni (...), curvava bruscamente, in direzione Nord-Ovest, per sfumarsi in uno stretto sentiero, più propriamente uno scrimolo stretto a sinistra dal dislivello dell'invaso e a destra da un ripido pendio roccioso ancora non bene distinguibile, perché totalmente rivestito da una folta vegetazione spontanea. Dopo pochi passi, sulla destra,

completamente spoglio di vegetazione e rivestito solo di muschi e licheni era un enorme banco di tufo bruno sul quale si notava, evidentissimo, un allineamento a forma di “Z”, di profondissime depressioni: erano quelle le “Ciampate del diavolo”? Marco De Angelis, che aveva visitato più volte i luoghi in compagnia di escursionisti, annuì. Rimasi senza fiato» [Panarello, 2005].

L'intuizione e la comprensione della realtà, da parte dei due studiosi, fu immediata e, d'altro canto, il ragionamento induttivo era fin troppo semplice per non lasciare di stucco: il vulcano di Roccamonfina, come è ben noto, non ha più di 700.000 anni [Radicati di Brozolo et al., 1988]; l'unità geologica su cui erano le depressioni (in successioni geometricamente coordinate e non in ordine sparso) era costituita da un banco di tufo e non da lava (come recitava la leggenda), il che rendeva possibile il fatto che il fondo potesse essere stato impresso in un momento in cui era già raffreddato ma non ancora consolidato; infine, le depressioni erano evidentemente le impronte litificate di un bipede che procedeva a passo regolare, scegliendo anche il percorso migliore per compensare la ripidità del pendio, cosicché il Panarello, concluse:

«(...) non conoscevo la presenza *in loco* di altri bipedi intelligenti del Quaternario tranne l'uomo. La visione di un'altra pista, più orientale, che conteneva anche i segni di una lunga scivolata, non fece che confermare quello che avevo pensato. Con Marco De Angelis discussi a lungo della possibilità che potessero essere impronte di ominini cercando di ragionare per esclusione, espungendo ogni altra possibile eziologia. Quello che mi era sempre sembrato impossibile, mi appariva ora assolutamente plausibile (...)» [Panarello, 2005].

La prima tentazione dei due studiosi fu quella di pubblicare subito la notizia. Poi, però, fecero propria la metodologia scientifica, che vuole che solo ciò che viene provato obiettivamente e accettato dalla comunità degli specialisti può essere proposto come modello scientifico e divulgato. Allora, consapevoli che nessuno dei due aveva le conoscenze e le strutture necessarie per agire in autonomia, essi decisero di rivolgersi a uno specialista di orme fossili, un professionista che potesse aiutarli a fugare ogni dubbio in modo rigoroso ed esaustivo. La scelta cadde su uno dei più illustri paleoicnologi italiani, il prof. Paolo Mietto, docente all'Università di Padova, il quale, ricevuta la segnalazione, decise di verificare la correttezza dell'intuizione.

E qui lasciamo la parola a Paolo Mietto, attraverso una delle tante interviste conseguenti l'uscita del numero di *Nature* che divulgava la scoperta delle “Ciampate del Diavolo”, come quella delle più antiche orme pienamente umane conosciute nel nostro Pianeta:

«La scoperta di impronte di dinosauri nel Triassico delle Dolomiti, che testimoniavano l'indiscussa presenza di questi animali nel territorio italiano – possibilità che, a causa della evoluzione geologica del nostro Paese durante l'intervallo di vita dei dinosauri, era ritenuta impossibile – mi aveva dato una certa notorietà, anche al di fuori dell'ambiente scientifico. Così mi capitava, sovente, di ricevere segnalazioni di possibili impronte fossili da parte di colleghi, appassionati o semplici escursionisti. Fu così che nell'agosto del 2001 ricevetti via *e-mail* la segnalazione di possibili impronte fossili, da parte di un certo Adolfo Panarello dell'Università di Cassino; impronte che io intendevo di dinosauro, ingannato in questo da una immagine allegata alla *e-mail* in cui si notava una depressione rotondeggiante. La cosa mi incuriosì assai perché, in quel momento, erano conosciute impronte di dinosauri solo nelle Alpi Meridionali e in Puglia, così la possibilità di trovarne in Centro Italia rivestiva un indiscusso interesse. Interesse che manifestai subito al mio interlocutore, chiedendo però qualche ragguaglio sulla situazione geologica del sito

con le presunte orme. A breve giro di posta Panarello mi segnalò che le potenziali orme erano impresse in rocce vulcaniche, pertinenti al vulcano di Roccamonfina. Nemmeno a farlo apposta, quando sostenni all'università l'esame di Vulcanologia, la domanda più rilevante che mi venne posta fu proprio il vulcano di Roccamonfina! Sapevo pertanto che tale vulcano aveva una storia geologica recente, confinata all'ultimo milione di anni, e che, quindi, qualunque cosa fossero le orme che mi erano state segnalate, queste non potevano, per incompatibilità temporale, essere attribuibili a dinosauri, dato che questi ultimi si erano estinti circa 60 milioni di anni fa. Mi venne però in mente la possibilità che le orme in questione potessero essere riferibili a elefanti; sarebbe stata una bella scoperta, dal momento che impronte di pachidermi non erano mai state segnalate nel nostro Paese. Così garantii a Panarello il mio interesse per la segnalazione e assicurai una mia visita prima dell'arrivo dell'inverno. Purtroppo in settembre, durante la ricerca di nuove impronte di dinosauro nelle Dolomiti, subii un piccolo incidente che mi bloccò per alcuni mesi. La visita programmata a Roccamonfina si realizzò finalmente il 28 febbraio 2002, quando giunsi alla stazione ferroviaria di Cassino, ove, ad aspettarmi, c'era Adolfo Panarello. Dopo le presentazioni salii con lui in auto e ci dirigemmo verso la località di Piccilli, da dove partiva il sentiero che conduceva alle presunte orme. Figuratevi la mia sorpresa nel trovarmi, all'imbocco del sentiero, un grande cartello turistico che promuoveva la visita alle "Ciampate del Diavolo". Essendo la prima volta che mi imbattevo in questa dicitura, chiesi spiegazioni ad Adolfo, temendo in cuor mio il peggio. E infatti, disse lui, ci sono queste orme che la gente del posto ritiene fatte dal diavolo, l'unico essere in grado di camminare indenne nella lava fusa. Confesso, come sono certo temeva anche Adolfo, che se mi avessero parlato subito delle "ciampate", probabilmente non sarei stato così disponibile a intraprendere il viaggio. Comunque, giacché ero lì, valeva la pena di andare a vedere queste "ciampate", e così ci incamminammo lungo il sentiero per Foresta. Giunti alla Parata nuova, sempre accompagnato da Adolfo che mi parlava degli aspetti storici del luogo ma teneva ben celato il suo pensiero, superai il Fosso Rionale e cominciai a risalire il pendio delle "Ciampate del diavolo". Raggiunsi così la parte inferiore di quella che sarà poi la Pista B e rimasi raggelato da quello che vedevo. Erano apparentemente orme gigantesche, profonde, ma allineate veramente come una pista di un animale bipede. L'ipotesi che mi si affacciava prepotentemente davanti non era possibile, pensai fra me e me, era troppo incredibile. So che a un certo punto esclamai: "... ma queste sono state fatte a mano... non possono essere realmente orme". Poi però mi accorsi che lateralmente alla "pista" bipede c'erano alcune piccole depressioni, apparentemente allineate in una pista quadrupede, che mostravano le caratteristiche indiscutibili che permettono di distinguere un'orma fossile da un semplice buco nella roccia. In particolare la presenza di cuscinetti laterali all'orma dovuti all'espulsione del fango dal peso dell'animale durante il movimento. E quelle che stavo vedendo erano veramente orme di un animale quadrupede di media taglia. A quel punto realizzai che la superficie in cui erano impresse le "Ciampate del diavolo" era stata realmente una superficie in grado di essere deformata dal passaggio di animali e, poi, di subire quei processi di fossilizzazione che hanno permesso alle impronte di giungere fino a noi. L'esame del substrato geologico, in cui erano impresse le orme, dava indicazioni compatibili con questa interpretazione. Non si trattava infatti di lava ma di materiale di caduta, legato alla fase esplosiva del vulcano; materiale in origine sciolto ed evidentemente intriso d'acqua al momento del passaggio degli animali. Adolfo, elettrizzato dal vedere che le sue interpretazioni – peraltro a me sconosciute fino a quel momento – stavano per essere confermate, mi portò a vedere quella che



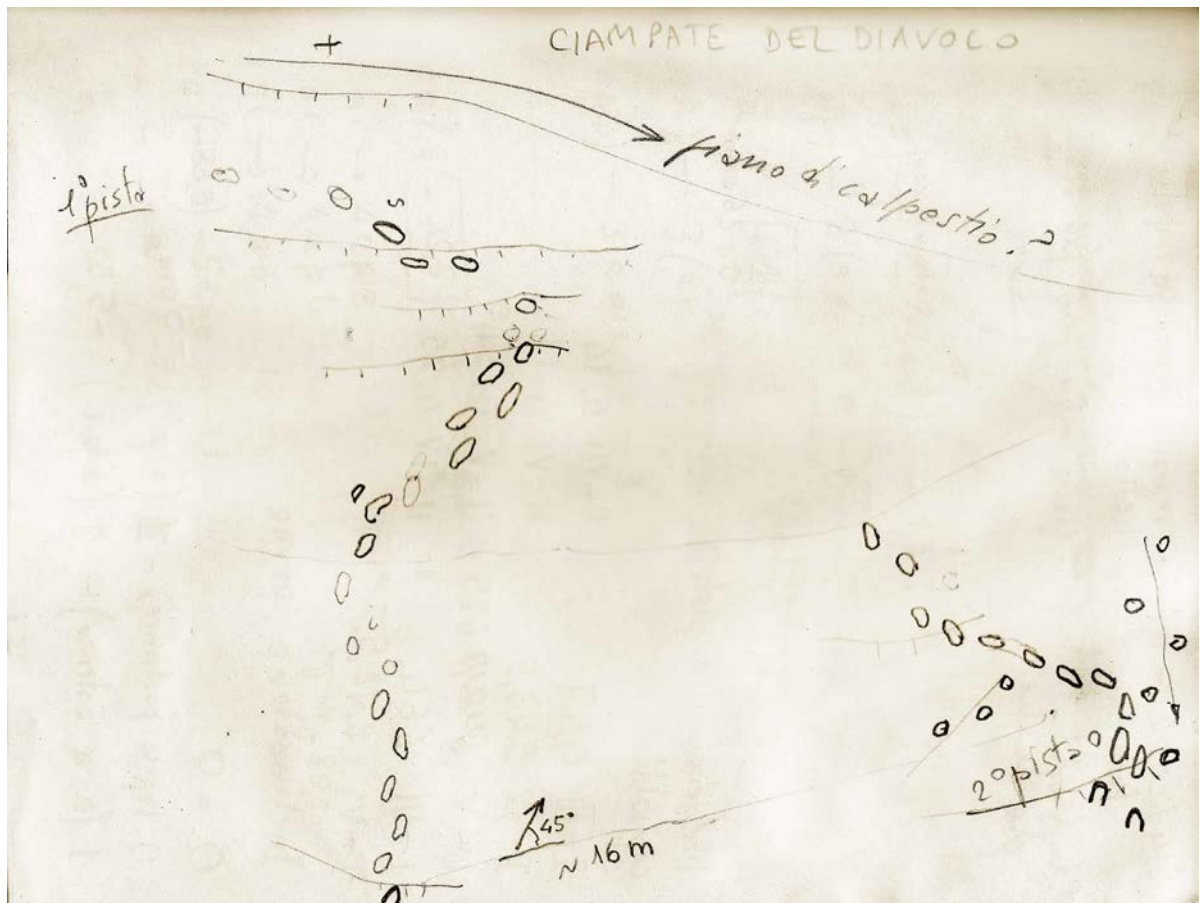
diventerà la Pista A, quella cioè che scende il pendio formando una evidente grande zeta, in corrispondenza di un aumento locale della inclinazione del pendio. Qui, che si trattasse di una pista lasciata dal passaggio di un animale ad andatura bipede era fuori discussione. Ma di che animale si trattava? Mi si affacciavano alla mente solamente due possibilità: a lasciare quelle impronte erano stati o scimmie antropomorfe oppure ominini. La questione era sostanziale e a risolverla è stata proprio un’orma della Pista A, un’orma appena impressa nella roccia e per questo chiaramente identificativa delle caratteristiche della pianta del piede del suo autore. E quella pianta mostrava, senza ombra di dubbio alcuno, la presenza dell’arco plantare, caratteristica questa esclusiva degli ominini appartenenti al genere *Homo*! Sì, Adolfo Panarello e Marco De Angelis, che nel frattempo ci aveva raggiunto, avevano intuito correttamente la realtà: le “Ciampate del diavolo” erano in realtà le impronte lasciate dal passaggio di uomini preistorici antichissimi. Oltretutto, dal momento che la fase esplosiva del vulcano di Roccamonfina si aggirava grossomodo fra 500 e 300 mila anni fa, quelle impronte umane erano anche le più antiche mai trovate nel nostro Pianeta! La scoperta aveva dell’incredibile ed era sicuramente in grado di suscitare un grande interesse sia nel mondo scientifico che in quello mediatico. L’eccitazione e l’euforia di quei momenti non è descrivibile, ma rimane indelebilmente impressa nelle nostre menti. Alla sera telefonai a Marco Avanzini, icnologo del Museo di Trento, il mio più stretto collaboratore nelle ricerche sulle impronte fossili e gli comunicai la sensazionale scoperta, per la verità – come giusto – accolta con un certo riserbo. Il giorno dopo tornammo sul sito, accompagnati anche dal dott. Francesco Cortellessa, perché volevo esaminare meglio la pista B, senz’altro più complessa della Pista A. In particolare, alla base di un gradino naturale, le impronte, prima ben delineate nella pista a destra e a sinistra, si trasformavano in una lunga scia che aveva l’aspetto di una scivolata. Per verificare questa ipotesi mi misi a ripercorrere scalzo la stessa pista e in effetti, in quel punto, scivolai anch’io. Per rimanere in equilibrio appoggiai automaticamente la mano sinistra contro la parete e il mio palmo incontrò, proprio in quel punto, una depressione del tutto compatibile con l’orma di una mano. Fu un grido corale di sorpresa ed entusiasmo quello che accompagnò questo attimo indimenticabile. Anche in corrispondenza di un successivo salto del pendio, dove le orme diventano profondissime lasciando intuire anche l’impronta del polpaccio, altre due depressioni potevano essere attribuite a mani. Già dopo questo primo sopralluogo mi resi conto dell’importanza e dell’unicità del sito: il più antico al Mondo con orme umane, l’unico con impronte di mani usate per la deambulazione, l’unico sito in cui le impronte sono state impresse su una superficie originariamente inclinata, fatto questo che poteva permettere osservazioni sulla dinamica del movimento di quei nostri antenati mai ipotizzate fino a quel momento, e poi la presenza di impronte animali che avevano transitato nello stesso luogo (...).

Paolo Mietto, già dopo questo sopralluogo, si rese conto della realtà e del grandissimo potenziale paleontologico del geosito e costituì subito la prima vera Équipe scientifica che, di lì a poco, avrebbe cominciato a documentare oggettivamente la realtà paleoicnologica delle “Ciampate del diavolo”. I componenti di tale prima équipe furono i seguenti: prof. Paolo Mietto (Geologo – Università di Padova); dott. Adolfo Panarello (Etnoarcheologo – Università di Cassino); dott. Marco De Angelis (Storico); dott. Marco Avanzini (Paleontologo – Museo Tridentino di Scienze Naturali di Trento); prof. Giuseppe Rolandi (Vulcanologo – Università di Napoli “Federico II”).

Nel giro di pochi anni, il gruppo di ricerca, sempre guidato da Paolo Mietto, ottenute le dovute autorizzazioni dalla competente Soprintendenza Archeologica e del Comune di Tora e Piccilli,



effettuò i primi rilievi ed ottenne le prime inconfutabili risposte scientifiche, che confermavano l'autenticità delle orme fossili, ne fornivano una prima descrizione dettagliata, ne spiegavano i meccanismi di messa in posto e di conservazione, fornivano una prima identità al possibile "camminatore" preistorico e le collocavano in un intervallo temporale fra 385.000 e 325.000 anni fa [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008]. All'équipe di ricerca si sono, successivamente, aggiunti la dott.ssa Lisa Santello (Vulcanologa - Università di Padova), il dott. Matteo Belvedere (Paleontologo - Università di Padova); il prof. Italo Biddittu (Archeologo - Istituto Italiano di Paleontologia Umana); la prof.ssa Maria Rita Palombo (Paleontologa e Paleoecologa - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"); il prof. Pasquale Raia (Geologo - Università degli Studi di Napoli "Federico II"); il dott. Mauro Antonio Di Vito (Vulcanologo - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Osservatorio Vesuviano); la prof.ssa Donatella Magri (Botanica - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"); l'architetto Gennaro Farinaro. Anche altri studiosi internazionali hanno dato un loro contributo e, fra questi, è doveroso menzionare almeno il prof. Matthew R. Bennett (Bournemouth University, UK), il prof. Hans-Ulrich Schmincke (Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel, D) e il prof. Stephen Sparks (University of Bristol, UK).



**Figura 2.1** Schizzo del sito delle "Ciampate del diavolo" eseguito il 28 febbraio 2002 e tratto dal quaderno di campagna di Paolo Mietto. Vi sono delineate le due piste preistoriche umane, con anche le possibili impronte di mani della 2<sup>a</sup> pista (poi Pista B) e, sempre in corrispondenza di quest'ultima, le due piste attribuite ad animali. Vi è infine abbozzato il "piano di calpestio", che poi risulterà essere il sentiero preistorico più antico del Mondo.

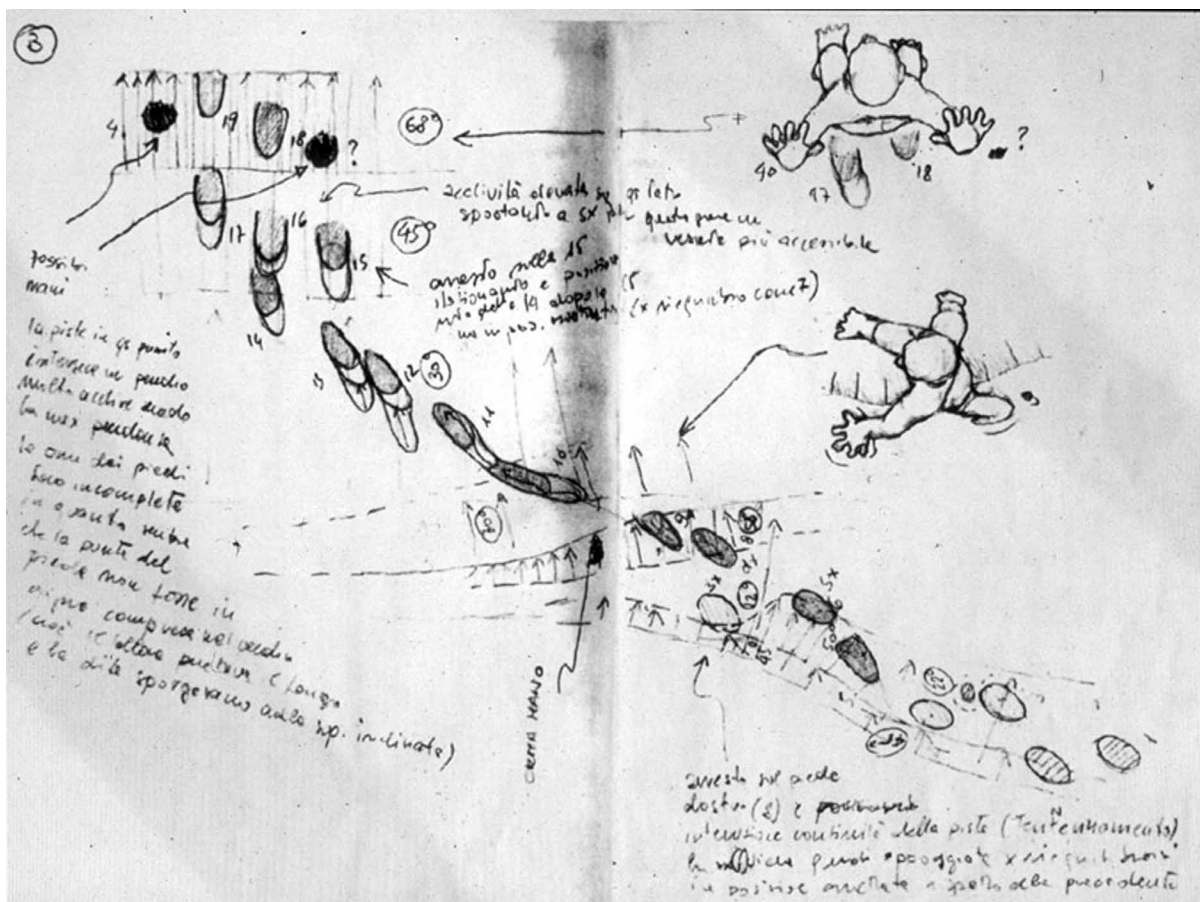
I risultati dei primi rilievi portarono a realizzare, inoppugnabilmente, che le "Ciampate del diavolo" erano, fino ad allora, le più antiche impronte riferibili al genere "*Homo*" mai ritrovate nel mondo intero. Questa notizia, robustamente suffragata da dati scientifici, meritò la

pubblicazione su una delle più prestigiose riviste del mondo. *Nature*, infatti, il 13 marzo 2003, annunciò la scoperta e l'annuncio fu seguito da un grandissimo clamore mediatico planetario.

## Il lavoro sul campo e le acquisizioni scientifiche

A partire dal mese di luglio 2005, i lavori sul campo sono continuati fino al 2016, consentendo di raccogliere dati con metodologie sempre più raffinate e rigorose, che hanno consentito di confermare e/o smentire le prime impressioni e di incrementare la qualità e la quantità delle evidenze da valutare. Le ricerche sono ancora in corso, perché il geosito delle "Ciampate del diavolo" è un giacimento inesauribile e lo sarebbe ancora di più, se si estendessero, con scavi e sondaggi mirati, le zone da esaminare. Tuttavia, il materiale disponibile è già sufficiente per fissare le importanti verità pubblicate su alcune delle più importanti riviste scientifiche del mondo.

Nel corso del 2005 furono effettuati ben due interventi di pulizia: il primo, dal 22 al 30 luglio e il secondo dal 24 al 26 ottobre. Tali interventi consentirono prima di ripulire completamente, da muschi e depositi detritici, il pendio vero e proprio (cioè la superficie che era stata notata dagli scopritori) e poi di riesumare le adiacenze. In conseguenza di questa azione, furono riportate alla luce la parte bassa del pendio e quasi tutta la cengia che lo domina. Su questa cengia si snoda quello che è stato recentemente dimostrato essere, finora, il più antico sentiero preistorico del mondo [Panarello et al., 2017].



**Figura 2.2** Schizzo interpretativo della Pista B in due momenti tipici: il primo quando l'individuo scivola e, per non cadere, appoggia alla parete la mano sinistra e il secondo nel momento in cui scende in avanti il ripido pendio, aiutandosi con le mani. Lo schizzo è stato compilato il 5 aprile 2002 ed è tratto dal quaderno di campagna di Marco Avanzini.

Un terzo intervento di pulizia ebbe luogo dal 12 al 17 ottobre 2009, con la riesumazione della parte più orientale del pendio.

Infine, un ultimo intervento, effettuato nel 2010 (dal 4 al 9 ottobre), ha consentito di ripulire completamente lo spazio del sentiero preistorico e le immediate adiacenze.

In questo lasso di tempo, tutte le evidenze riesumate furono fotografate e rilevate con le tecniche tradizionali, cioè con rilievi da contatto diretto mediante teli di polietilene, con fotografie a luce controllata e con calchi in materiale siliconico (CTS Silical 100, CTS Silical 110 e CTS Silical 115).

Purtroppo, la pulizia progressiva del sito non ha riportato alla luce solo nuove e interessanti evidenze icnologiche, ma anche i segni di una invasiva e prolungata attività di cava per l'estrazione di tufelli da impiegare nell'edilizia. I molti segni lasciati dai cavapietre suggerirono grande prudenza nell'interpretazione delle nuove evidenze, con la realizzazione (dal 2013 al 2016) di studi specifici volti a decodificare l'evoluzione della paleosuperficie anche in funzione dei segni antropici dei cavapietre e dei frequentatori occasionali nelle varie epoche [Panarello, 2016].

Le attività di studio sono continuate ininterrottamente fino al 2016, con rilievi fotogrammetrici di altissimo dettaglio, i quali hanno consentito di valutare in modo obiettivo ed esaustivo tutte le evidenze finora riesumate, censite e rilevate.

I risultati delle prolungate analisi, proseguite fino ad oggi, hanno fornito i dati che costituiscono il modello che viene proposto in quest'opera.

## Bibliografia

- AA.VV. (1996). *Nel territorio del Monte S. Croce c'è...* Napoli-Roccamonfina: Unione Europea, Regione Campania (Assessorato all'Agricoltura Se.S.I.R.C.a.) e Comunità Montana "Monte S. Croce".
- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Bernasconi R., Giovini D., Taffuri T., Tomeo F., Zenga N. (eds.) (2002). *Guida ai sentieri naturali e all'antica viabilità rurale. Emergenze Archeologiche, Architettoniche, Storiche e Ambientali*. Roccamonfina: Comunità Montana "Monte Santa Croce".
- Caputi I. (ed.) (2000). *Alto Casertano. L'isola che c'è*. Marina di Minturno: Caramanica Editore.
- Iulianis A. (1986). *Tora e Piccilli. Storia, tradizioni e immagini*. Napoli: Nuove Edizioni.
- Iulianis A. (2002). *Tora e Piccilli separati in casa*. Venafro: EVA Edizioni.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Panarello A. (2005). *Le impronte umane fossili di "Foresta": per una lettura storica del sito e una corretta interpretazione della scoperta scientifica*. Vairano Scalo: Intergraphica.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M.R., Mietto P. (2017). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Radicati di Brozolo F., Di Girolamo P., Turi B., Oddone M. (1988). *<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar and K-Ar dating of K-rich rocks from the Roccamonfina Volcano, Roman Comagmatic Region, Italy*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52: 1435-1441.

# Riscontri archivistici sull'origine del toponimo "Ciampate del diavolo"

Marco De Angelis

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Lettere e Filosofia

Keywords "Ciampate del diavolo"; Archivio di Stato di Caserta; Toponimo | "Devil's Trails"; Prehistoric footprints; Caserta State Archives; Toponym

## Abstract

Questo studio indaga sulle origini del toponimo "Ciampate del diavolo", nome con cui gli abitanti di Tora e Piccilli identificano le impronte preistoriche del sito di Foresta. I risultati di questa ricerca, svolta principalmente nei fondi archivistici dell'Archivio di Stato di Caserta, dimostrano come approcci metodologici apparentemente distanti, come le ricerche archivistiche e lichenometriche, possano convergere verso una sintesi comune.

*This study investigates the origins of the toponym "Devil's trails", which is the name used by the inhabitants of Tora and Piccilli to identify the prehistoric footprints of the Foresta site. The results of this research, mainly carried out in the archival collections of the Caserta State Archives, demonstrate how apparently distant methodological approaches, such as archival researches and lichenometric, can converge towards a common synthesis.*

Il toponimo "Ciampate del diavolo" ha da sempre destato grande interesse. Nel momento in cui l'équipe diretta dal Prof. Paolo Mietto iniziò a studiare nel 2001 il sito di Foresta la ricerca scientifica doveva rispondere anche alle domande "come" e "quando" abbia avuto origine il toponimo in questione.

La base di partenza era determinata dal fatto che il toponimo "Ciampate del diavolo" era presente nella tradizione locale da diverse generazioni, tramandato oralmente di padre in figlio dagli abitanti di Tora e Piccilli, e in particolare di Foresta; questi ultimi erano i principali frequentatori del sentiero che passa sul banco di tufo leucitico che conservava quelle che venivano considerate delle enormi impronte lasciate da un essere soprannaturale.

Per quanto riguarda questo primo aspetto è da considerare che per gli abitanti del casale di Foresta il passaggio per il sentiero era obbligato. Essi erano costretti a percorrerlo, anche più volte al giorno, per approvvigionarsi di acqua all'unica fonte più vicina al centro abitato e per recarsi al mulino detto della "Limatella". A causa del continuo passaggio il sentiero ha subito nel corso degli anni continui lavori di manutenzione (canalette di scolo, gradini scavati nel tufo, ritocchi alle pareti tufacee per facilitare il passaggio). Il transito era maggiore nella stagione estiva a causa della cronica mancanza d'acqua, che metteva a dura prova la popolazione di Tora e Piccilli. Le poche fontane presenti sul territorio non riuscivano a soddisfare le esigenze degli abitanti e degli animali.

L'Intendente di Terra di Lavoro, in un rapporto diretto al Ministro degli Affari Interni, del 31 marzo 1824, così presentava la situazione:

«Nel Comune di Tora e Piccilli dipendente dal Distretto di Gaeta si prova una penuria d'acqua, e particolarmente nella stagione calorosa, essendo obbligati quelli abitanti di andare ad attingere in luoghi lontani per gli usi della vita. (...)» [Archivio di Stato di Caserta, 1824].



Nel 1825 il centro di Piccilli aveva due fontane pubbliche, invece, Tora veniva approvvigionata da un acquedotto alimentato da un'unica sorgente [Archivio di Stato di Caserta, 1831].

Il sentiero di Foresta veniva frequentemente percorso dagli abitanti del casale, in particolar modo nella stagione estiva, in quanto anche loro, come quelli di Tora e Piccilli, non riuscivano a soddisfare il loro bisogno primario d'acqua. Ciò si evince, da una perizia del 7 novembre 1825, dell'ingegnere Teodoro Paolotti, incaricato dall'Intendente della Provincia di Terra di Lavoro, nella quale si accennava anche agli aspetti geologici del territorio:

«Il Comune riunito di Tora e Piccilli è affatto privo di acqua potabile. Una volta gli abitanti per cagione della scarsezza se ne disputavano una bevuta proveniente dalla murata, ma ora, perché essa è anche diminuita, perché il formaletto conduttore in parte ostrutto, e in parte ruinato, appena si vede gocciolare nell'abitato di Tora (...). (...) esaminai che quantunque la posizione di quelli abitati sia in una collina eminente formata tutta di tufi, e terre vulcaniche, ove le sorgive difficilmente possono far vedersi, giusta le leggi geologiche, menocche [sic] non si giunga ad una profondità immensa (...)».

L'ingegnere Paolotti individuò una fonte in località Casale, nei pressi della strada che conduce a Orchi e Roccamonfina. Solo che la sorgente era di proprietà privata. Gli abitanti di Tora erano così costretti ad utilizzare furtivamente l'acqua. L'ingegnere proponeva all'Intendente di far acquistare al comune il terreno dov'era la fonte, soprattutto per evitare eventuali disordini, e aggiungeva:

«Secondo la perizia, e le circostanze ristrette del Comune, quest'acqua per ora anderà [sic] a servire all'abitato di Tuoro, pe quindi a miglior tempo passare all'altro di Tora ch'è il principale del Comune pel maggior numero delle anime, ove potranno anche accedere gli abitanti de' vicini rioni di Tuoro Rosso, e Foresta» [Archivio di Stato di Caserta, 1831].

È quindi provato che gli abitanti di Foresta, data la scarsità d'acqua, erano costretti, anche più volte al giorno, a passare per il detto sentiero per fare rifornimento d'acqua all'unica fonte più vicina al centro abitato.

Nel momento in cui sul banco di tufo iniziarono a notare delle enormi depressioni nella roccia è facile stabilire come sia nato il toponimo, quelle enormi impronte solo il diavolo le avrebbe potute lasciare impresse.

Il toponimo non compare mai nei documenti scritti, infatti ricerche condotte nell'Archivio di Stato di Caserta nei fondi notarili e nelle carte dell'Intendenza borbonica a partire da documenti che risalgono al XVII secolo non viene mai accennato ad una località denominata "Ciampate del diavolo". Da questo si deduce che il toponimo è accertato nella sola tradizione orale, il che è tipico di una civiltà contadina.

Ma per l'équipe scientifica era importante anche stabilire "quando", cioè in che epoca era nato il toponimo "Ciampate del diavolo", perché la sua origine, considerata l'intensa frequentazione del sito, avrebbe coinciso con la riesposizione delle impronte all'aria aperta una volta venuta meno la coltre di copertura del blocco di tufo, composta da terriccio e vegetazione.

Infatti, l'équipe durante le sue ricerche si era resa conto che l'esposizione del paleostrato che custodiva le impronte non doveva essersi verificata da molto tempo. Altrimenti, l'azione degli agenti naturali non avrebbe risparmiato le impronte, oppure sarebbero arrivate ai nostri giorni in pessimo stato di conservazione, risultando così difficilmente distinguibili.

Una prima datazione lichenometrica, basata sul fattore di crescita dell'*Aspicilia cinerea*, realizzata da Adolfo Panarello, confermò che la superficie di tufo non era stata esposta da molti secoli [Panarello et al., questo volume]. Il banco di tufo riaffiorò in superficie, privo della sua copertura di detriti, da non più di 200 anni, soltanto alcuni settori, come la cengia apicale,

risultavano esposti per un periodo maggiore.

Da ciò si deduce che all'incirca 200 anni fa le persone che continuamente transitavano lungo il sentiero iniziarono a notare quelle che per loro erano delle "Ciampate".

Ma, dal punto di vista scientifico, ci si chiedeva quale fosse stata la causa che portò al dilavamento della superficie e a far riemergere gradualmente le impronte. Le ricerche d'archivio hanno messo in evidenza che nell'inverno del 1816, l'intero territorio dei comuni uniti di Tora e Piccilli venne sconvolto da una serie di violente alluvioni. Le strade interne ed esterne dei due centri furono rese inagibili e si verificarono numerose frane e smottamenti che interessarono i sentieri e le principali vie di comunicazione del Comune.

Il 23 febbraio 1816, in una lettera indirizzata al Sotto Intendente del Distretto di Gaeta, il sindaco di Tora e Piccilli, Francesco D'Elia, affermava che le strade di Piccilli erano:

«(...) talm:<sup>te</sup> guaste, che sono intraficabili [sic], come al pari lo sono molte strade esterne di q.<sup>o</sup> Comune per gli avvenuti alluvioni. (...)» [Archivio di Stato di Caserta, 1816].

Il 16 aprile 1816, la popolazione di Piccilli venne chiamata a contribuire alla sistemazione delle strade del paese fornendo una prestazione individuale lavorativa [Archivio di Stato di Caserta, 1816].

Il 3 settembre 1816, i due periti, incaricati dal comune di Tora di presentare un rapporto sullo stato delle strade del territorio, Giuseppe di Cesare e Giovanni de Iulianis, dichiaravano che le strade del territorio comunale, a causa delle alluvioni dell'inverno precedente, erano state rese nella quasi totalità impraticabili. Nella loro relazione i due decurioni dimostrarono di aver effettuato una attenta osservazione dei danni arrecati dalle piogge alla rete viaria.

Una conferma che anche nel territorio della frazione di Foresta furono registrati i danni delle alluvioni ci viene fornita dal manifesto pubblico («bando») del 7 settembre 1817, riguardante l'appalto per la sistemazione delle strade, dove si richiedevano venti giornate, per una spesa di 4 ducati, per la sistemazione delle strade dei casali di Tuoro e Foresta. L'appalto non venne aggiudicato, in quanto alla data del 19 settembre 1817, «all'accensione dell'ultima candela», «nessun'ablato» si era presentato [Archivio di Stato di Caserta, 1818]. Successivamente, i lavori furono eseguiti da ogni capo famiglia del comune. Infatti, al numero d'ordine 41, dell'«Estratto dello Stato discusso quinquennale per Tora, e Piccilli», del 2 dicembre 1819, si apprende che:

«41. Per gli accomodi degl'acquedotti, e fontane di Tora D:<sup>i</sup> sei, giacche (sic) per l'accomodo delle strade, il Decurionato stima supplirsi co' una giornata per Capo di Famiglia per turno, alfine di non gravare la Popolazione di un maggior pagam.<sup>to</sup>». [Archivio di Stato di Caserta, 1819].

Nel corso dell'inverno del 1820 avvennero altre forti alluvioni che interessarono la zona. Le precipitazioni furono di tale intensità che le acque del torrente denominato Fosso Rionale, che passa direttamente sotto il sito delle impronte, trascinarono via il ponte che collegava i due centri di Tora e Piccilli. La violenza delle acque fu tale che la muratura di sostegno del ponte venne spazzata via insieme alle strutture in legno. Secondo quanto si apprende da una lettera del 27 dicembre 1820 del sindaco rivolta al Sotto Intendente:

«(...) i passati e stragrandi alluvioni han portato via i due tavoloni, ch'esistevano in un picciol ponte ch'esiste tra questo, e il riunito Com.<sup>o</sup> di Piccilli, tanto che sbarbicata la fabrica del med.<sup>o</sup> ponte (...)» [Archivio di Stato di Caserta, 1820].

Questo farebbe presumere che la straordinaria piena potrebbe essere stata determinata anche da una frana che aveva ostruito momentaneamente il suo corso.

La violenza delle precipitazioni rese impraticabili anche le strade di collegamento con gli altri centri e quelle che conducevano ai terreni coltivati.



Altre alluvioni che resero inagibili le vie di comunicazione del territorio comunale avvennero nell'autunno del 1833. [Archivio di Stato di Caserta, 1834].

In conclusione si può affermare, in base ai risultati dell'indagine lichenometrica e della ricerca archivistica, che le impronte iniziarono ad emergere dallo strato detritico tra il 1807 e il 1833. È a partire da questo periodo, corrispondente più o meno al primo trentennio dell'Ottocento che la coltre di detriti che copriva il tufo che custodiva da millenni le impronte preservandole dagli agenti atmosferici venne asportata, probabilmente a causa di una frana oppure gradualmente a causa delle violente piogge di quegli anni. È a partire da questo periodo, pertanto, che nacquero il toponimo e la relativa leggenda delle "Ciampate del diavolo"<sup>1</sup>.

## Bibliografia

Panarello A., Pandolfo G., Mietto P. (questo volume). *Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 33-48.

## Riferimenti archivistici

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2166, fasc. anno 1816.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2167, fasc. anno 1818.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2167, fasc. anno 1819.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2168, fasc. anno 1820.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2170, fasc. anno 1824.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2173, fasc. anno 1831.

Archivio di Stato di Caserta, Intendenza Borbonica, Affari Comunali, Tora, b. 2173, fasc. anno 1834.

---

<sup>1</sup>Il testo di questo contributo è quello, rielaborato, della relazione presentata al convegno di studi "Ciampate del diavolo": mezzo passo nella leggenda... Un passo nella storia", Tora e Picilli, 17 ottobre 2009.

# Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso

Adolfo Panarello<sup>1</sup>, Giuseppe Pandolfo<sup>2</sup>, Paolo Mietto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>2</sup> Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Ingegneria Industriale

<sup>3</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords Lichenometria; Impronte fossili; Riesposizione della paleosuperficie; *Aspicilia cinerea*; “Ciampate del diavolo” | *Lichenometry; Fossil footprints; Paleosurface re-exposition; Aspicilia cinerea; “Devil's Trails”*

## Abstract

Una prima determinazione del valore del fattore di crescita annuale (0,766 mm/anno) di *Aspicilia cinerea* è stata effettuata attraverso l'applicazione di un sistema lichenometrico calibrato nei dintorni del sito paleontologico delle “Ciampate del diavolo” (vulcano di Roccamonfina). L'applicazione di questo parametro ad alcuni campioni all'interno di questo sito ha permesso ai ricercatori di sapere che la riesposizione della superficie che conserva le impronte fossili umane e animali non è iniziata prima dei primi anni del 1800. Questo sembra perfettamente compatibile con le testimonianze d'archivio. Questa convergenza cronologica non solo ha aiutato a comprendere le dinamiche e i tempi della riesposizione di queste preziosi icniti del medio Pleistocene, ma ha anche rivelato l'utilità e l'efficacia dell'interazione di più discipline nell'analisi di contesti paleoicnologici e paleogeografici dove non è consentito, o è impossibile effettuare indagini invasive.

*A first determination of the value of the annual growth factor (0.766 mm/yr) of *Aspicilia cinerea* has been done through the application of a lichenometric system calibrated in the surroundings of the “Devil's Trails” palaeontological site (Roccamonfina volcano). The application of this parameter to some samples within this site allowed researchers to know that the re-exposure of the surface preserving fossil human and animal footprints did not start before the early 1800s. This seems perfectly compatible with the archive witnesses. This chronological convergence has not only helped to understand the dynamics and timing of the re-exposition of these valuable mid-Pleistocene ichnites but has also revealed the usefulness and effectiveness of the interaction of several disciplines in the analysis of palaeoichnological and palaeogeographical contexts, where invasive investigations are not allowed or impossible to be carried out.*

## Introduzione

È ben nota la deperibilità dei materiali nei quali è possibile la fossilizzazione di orme di ominini e animali preistorici [Panarello, 2016 e bibliografia citata]. Per tale ragione, quando i ricercatori si trovarono, per la prima volta, di fronte al pendio che conserva le famose “Ciampate del diavolo” (*Devils' Trails*), ossia icniti umane fra le più antiche del mondo [Mietto et al., 2003], si chiesero subito quanto tempo potesse essere passato dal momento della loro riesposizione [De Angelis, questo volume]. La leggenda locale parlava di un “tempo immemorabile”, ma era evidente che non poteva essere così. Il tempo non poteva essere stato lunghissimo, altrimenti ben pochi dettagli morfostrutturali sarebbero sopravvissuti agli attacchi degli agenti naturali e antropici.

Fortunatamente, il pendio di Tufo Leucitico Bruno che conserva le orme fossili è colonizzato da una moltitudine di licheni epilitici e, fra questi, è l'*Aspicilia cinerea*, che si presta ottimamente a valutazioni di tipo lichenometrico [Worsley, 2005]. Se, infatti, si riesce a effettuare una taratura, determinando il fattore di crescita del lichene in quell'ambiente e in quel microclima, lo stesso fattore di crescita potrà essere usato per stabilire quanto tempo è passato dal momento in cui la vita ha ripreso a colonizzare quella superficie, precedentemente sepolta dalla coltre detritica. Sfortunatamente, per la località oggetto di studio, non sono noti dati igrometrici che siano anteriori al secolo XX e la dimensione del campione non è tale da ridurre sensibilmente il margine di errore, perciò l'intervallo di tempo relativo all'approssimazione dev'essere considerato e mantenuto sufficientemente largo.

Con questa consapevolezza e con l'aiuto della documentazione archivistica disponibile, che ha consentito di colmare – almeno in parte – alcune lacune ambientali, si è scelto comunque di percorrere la via lichenometrica, sebbene solo orientativa, per cercare di determinare le epoche di riesposizione della paleosuperficie impressa, corrispondente al tetto del livello stratigrafico denominato LS7 [Panarello et al., 2017 con bibliografia], sul quale – com'è noto – sono conservate icniti umane accertate risalenti ad epoca medio-pleistocenica [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2016; Panarello et al., 2020 con bibliografia]. Nel seguire questa linea, si è tenuto in debito conto che i valori del fattore di crescita annua dell'*Aspicilia cinerea* hanno distribuzione sostanzialmente normale [Orombelli & Porter, 1983; Roccardi & Bianchetti, 1988; Catalano et al., 2016] e che la crescita della dimensione del tallo è influenzata da molteplici fattori ambientali e fisiologici [Worsley, 2005].

## Metodologia, raccolta e analisi dei dati

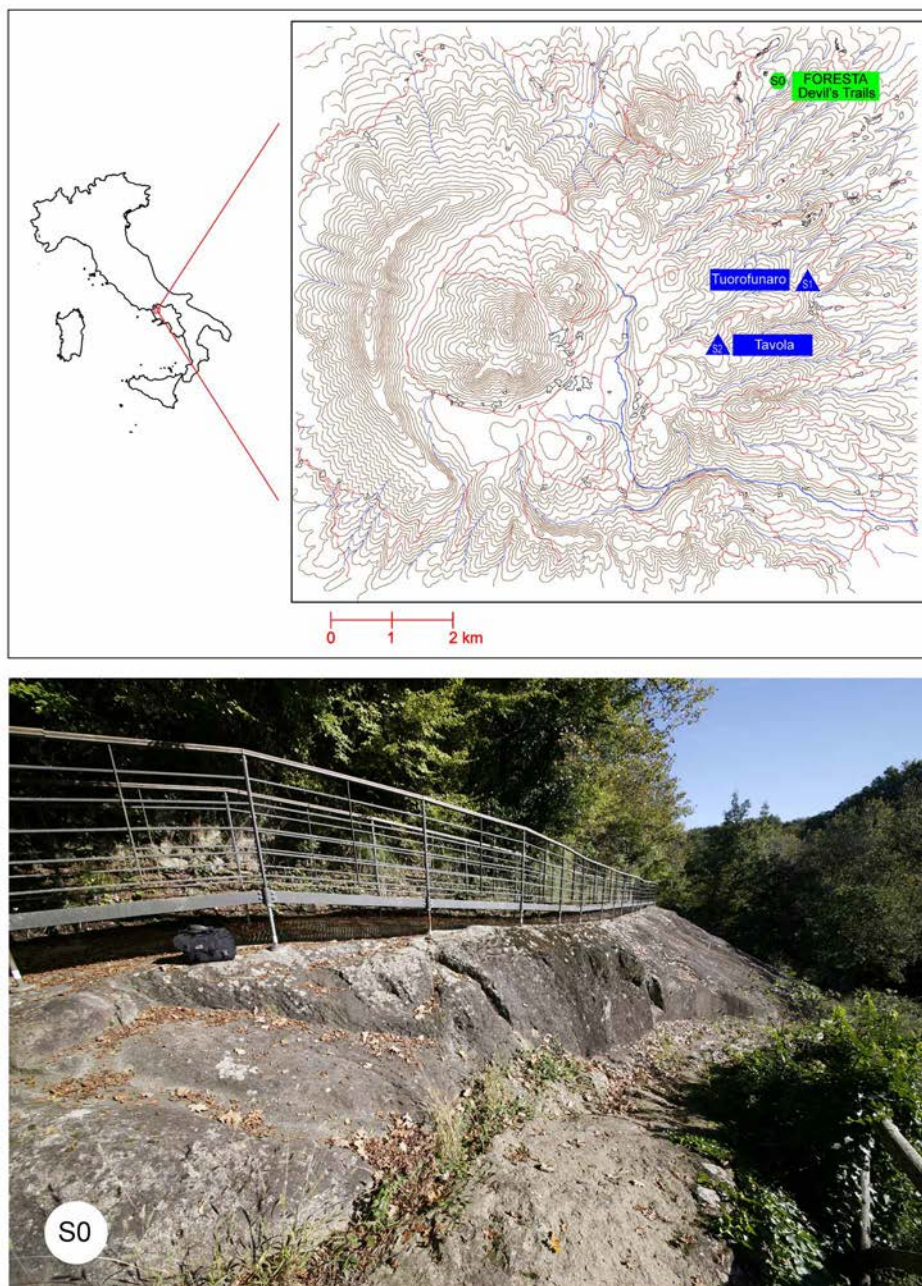
Solo due siti utili alla taratura lichenometrica dell'*Aspicilia cinerea* sono stati individuati in ambienti ragionevolmente vicini al sito paleontologico della località "Ciampate del diavolo" - frazione Foresta del Comune di Tora e Piccilli, prov. di Caserta, qui denominato S0 (WGS84 41° 19.954'N - 14° 1.485'E) (Figura 4.1).

Le misure dei talli dei licheni sono state effettuate, mediante un calibro analogico, con la metodologia descritta da Worsley [2005], cioè misurando il diametro del cerchio più grande che può essere alloggiato entro i bordi del lichene campione, evitando di inserire talli coalescenti. Si sono cercate, per la misurazione dei licheni da utilizzare nella taratura del sistema di misura, strutture databili con certezza, ubicate in un contesto microclimatico e strutturale pressoché compatibile con quello del sito S0. Le strutture individuate, denominate rispettivamente S1 e S2 (Figure 4.1, 4.2, 4.3), hanno la caratteristica comune di poter rendere uguale a zero la misura del diametro originario dei talli degli esemplari di *Aspicilia cinerea* che vi si trovano. Entrambe, infatti, seppure con funzionalità e modi diversi, hanno la caratteristica di mostrare superfici dello stesso tufo del sito S0 su cui sono stati effettuati tagli in epoca pienamente precisabile. Ciò consente di avere almeno due campioni utili e utilizzabili ai fini della taratura lichenometrica.

La struttura S1 (WGS84 41°18.383'N - 14°1.787'E) (Figura 4.2) è un'abitazione dismessa, ubicata nella località Tuorofunaro del comune di Marzano Appio, in provincia di Caserta, a una quota di m. 385±3 s.l.m, distante circa 3000 m. (in linea d'area) dal sito S0. Essa è interamente costruita utilizzando blocchi prismatici (tagliati, ovviamente, su tutte le facce) di Brown Leucitic Tuff (BLT) di provenienza locale, del tutto identico a quello che costituisce il substrato LS7 del sito S0. L'anno di costruzione dell'abitazione, che non ha mai subito restauri o ritocchi, è il 1908, come risulta dall'incisione presente sulla chiave di volta (pure tufacea) del portale al piano terra. Le pareti della casa sono tutte coperte da licheni, ma si è scelto di utilizzare come campioni solo quelli presenti sulla parete esposta in modo identico al sito S0 (220° S-W).

I campioni misurati di *Aspicilia cinerea*, che appaiono raggruppati in due zone sulla stessa parete (individuati con le lettere TF), sono n. 60. I dati geografici e le quote sono stati misurati con un rilevatore GPS Garmin Etrex10 (precisione  $\pm 3\text{m}$ ).

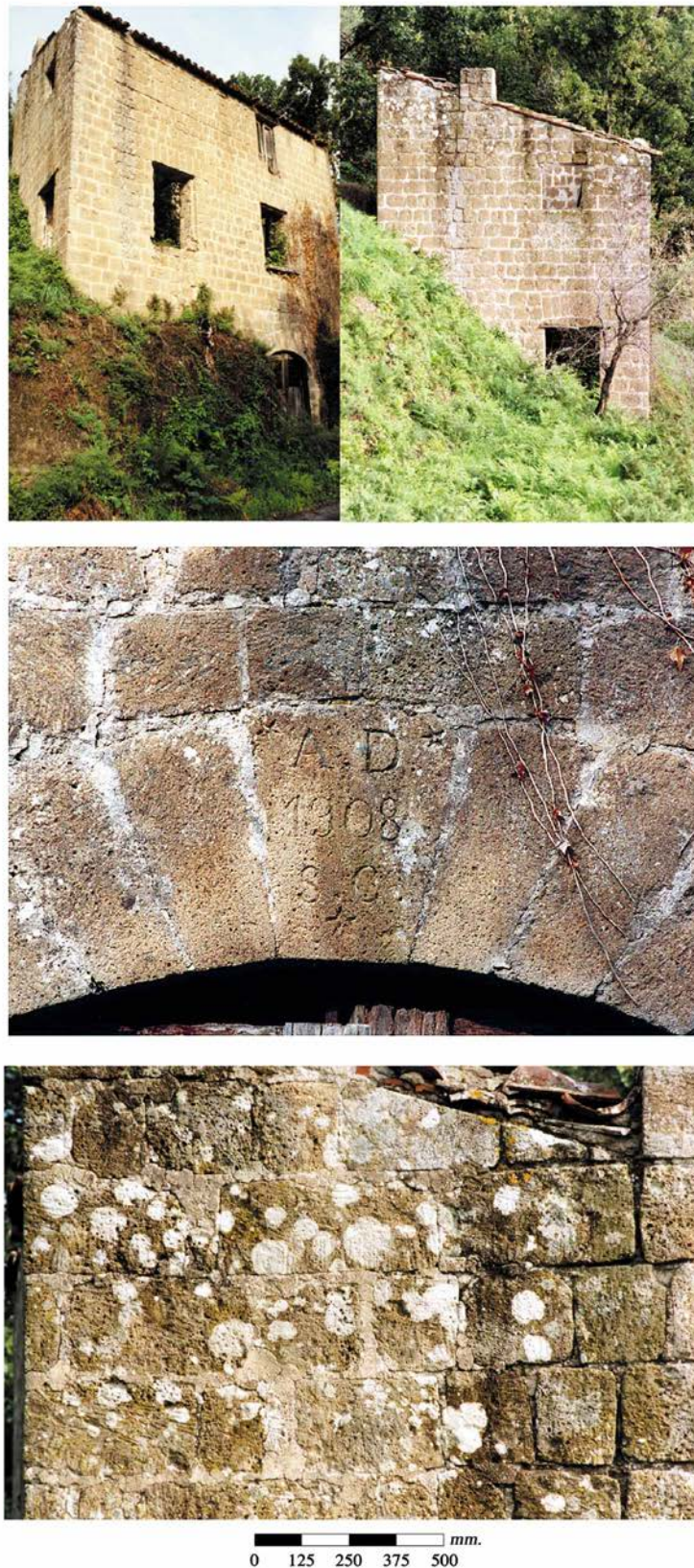
La struttura S2 (WGS84 41°17.880'N - 14°0.839'E) (Figura 4.3) è una cava per l'estrazione di tufelli rettangolari per uso edilizio, delle dimensioni di cm 30x40 circa, ubicata nei pressi della frazione Tavola del Comune di Roccamonfina, a una quota di m 560 s.l.m., distante circa 4000 m (in linea d'aria) dal sito S0. Tale cava, che si apre per ampio tratto nella dorsale più meridionale tra quelle create dalla stessa serie di flussi piroclastici, che generò anche quella che comprende il sito S0, è dismessa dal 1973, come testimonia la documentazione in possesso del suo proprietario, sig. Silvio Cianci, già residente a Roccamonfina e deceduto recentemente. L'esposizione della parete, su cui sono state effettuate le misurazioni, è pari a 230° S-W.



**Figura 4.1** Localizzazione geografica dei siti analizzati per la presente indagine lichenometrica e immagine fotografica, da Ovest, del pendio tufaceo del sito paleontologico delle “Ciampate del diavolo” (S0), nel territorio di Tora e Piccilli.



Nella struttura S2 sono stati misurati N. 80 esemplari di *Aspicilia cinerea*. I dati geografici e le quote sono stati misurati con un rilevatore GPS Garmin Etrex10 (precisione  $\pm 3m$ ).



**Figura 4.2** Località Tuorofunaro, Comune di Marzano Appio (Sito S1), ubicazione in Figura 1. Ruederi del fabbricato colonizzato da licheni del tipo *Aspicilia cinerea*: a) facciata sud-est; b) facciata sud-ovest; c) particolare dell'arco della facciata sud-est con la data incisa del 1908; d) particolare della zona su cui sono stati misurati i licheni.



L'esame dei campioni e la regolarità della crescita dell'*Aspicilia cinerea*, in contesti microclimatici simili, ha consentito di calcolare, come si dirà, due fattori di crescita annua (uno per ciascuna delle località selezionate), i quali si rivelano molto utili, se applicati nella misurazione degli stessi licheni presenti nel sito S0, per determinare, con ragionevole approssimazione, l'epoca di riesposizione della paleosuperficie con le icniti umane e animali e di comprenderne, in modo più chiaro, le modalità e i tempi di attuazione. È, tuttavia, conveniente ribadire che il valore del fattore di crescita annuo calcolato dev'essere considerato solo orientativo per la mancanza di dati ambientali dettagliati e dalla ridotta dimensione del campione. Altrettanto doverosamente va evidenziata una sostanziale convergenza fra le epoche calcolate utilizzando la taratura lichenometrica e quelle suggerite e documentate da atti ufficiali [De Angelis, questo volume, pp. 29-32].



**Figura 4.3** Località Tavola, Comune di Roccamonfina (Sito S2), formazione di Tufo Leucitico Bruno interessata dal taglio di cava: parete sulla quale sono stati campionati i licheni del tipo *Aspicilia cinerea*.

La media aritmetica dei valori della crescita annua del lichene *Aspicilia cinerea* per il sito S1 (Tuorofunaro di Marzano Appio), denominato S1\_GF, sulla base dei campioni misurati, è pari a 0,64466 mm/yr (varianza: 0.063; deviazione standard: 0.25) (Tabella SM1, Figura 4.2).

La media aritmetica dei valori della crescita annua del lichene *Aspicilia cinerea* per il sito S2 (Tavola di Roccamonfina), denominato S2\_GF, sulla base dei campioni misurati, è pari a 0,85675 mm/yr (varianza: 0.070; deviazione standard: 0.26) (Tabella SM2, Figura 4.3).

Le tabelle SM1 e SM2, in cui sono registrati tutti i dati delle rilevazioni sul campo, nei siti S1 e S2, sono riportate in appendice.

Sulla base dei dati raccolti, è stato, così, possibile, calcolare, il fattore di crescita annuo, mediante il seguente, semplice procedimento statistico, che sembra il migliore e il più appropriato per il caso specifico.



La media e la deviazione standard nei valori sono stati così calcolati:

$$\bar{x}_c = \frac{n_1 \cdot \bar{x}_1 + n_2 \cdot \bar{x}_2}{n_1 + n_2},$$

dove  $n_1$  è l'ampiezza campionaria del campione raccolto nel sito S1,  $n_2$  è l'ampiezza campionaria del campione raccolto nel sito S2, e  $x_1$  e  $x_2$  sono le medie campionarie calcolate per i dati raccolti nei siti S1 e S2, rispettivamente.

Nello specifico:

$$\bar{x}_c = \frac{n_1 \cdot \bar{x}_1 + n_2 \cdot \bar{x}_2}{n_1 + n_2} = \frac{60 \cdot 0.645 + 80 \cdot 0.857}{60 + 80} = 0.766.$$

Deviazione Standard:

$$S_c = \sqrt{\frac{n_1 \cdot [S_1^2 + (\bar{x}_1 - \bar{x}_c)^2] + n_2 \cdot [S_2^2 + (\bar{x}_2 - \bar{x}_c)^2]}{n_1 + n_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{60 \cdot [0.063 + (0.645 - 0.766)^2] + 80 \cdot [0.074 + (0.857 - 0.766)^2]}{60 + 80}} = 0.257$$

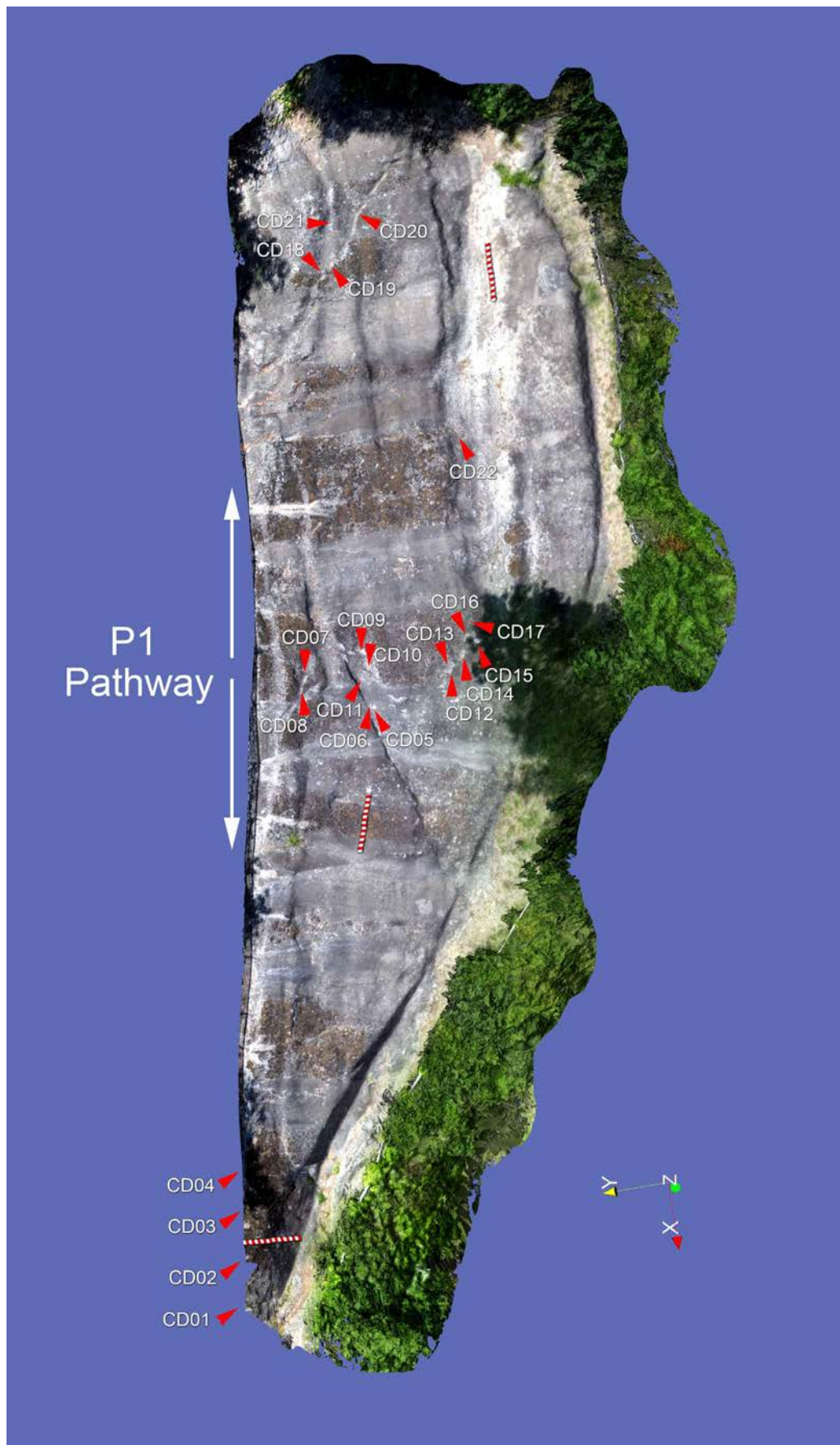
Applicando il valore di crescita annuo calcolato ai campioni rilevati nel sito S0 e disposti planimetricamente come in Figura 4.4, è stato possibile compilare la seguente Tabella 1. In appendice, nelle Figure SM1 e SM2, sono, invece, fornite le immagini fotografiche di alcuni dei più significativi fra i campioni misurati nel medesimo sito S0.

L'epoca di riesposizione della paleosuperficie con le impronte è stata anche schematizzata nel *Box-Plot* in Figura 4.5, elaborato utilizzando il software PAST [Hammer et al., 2001].

## Discussione

Se si esamina il sito S0 suddividendolo in più microzone, come rappresentate come nella Figura 4.4 e nelle Figure SM1-SM2, si nota subito come la sua riesposizione non sia stata omogenea, ma, soprattutto, si nota come i fondi delle orme fossili (ubicate per lo più nella parte medio/bassa del pendio) siano le superfici che sono state meno esposte, perché ripulite per ultime dai detriti o, più verosimilmente, perché più volte ricoperte da materiale ridepositato nel tempo.

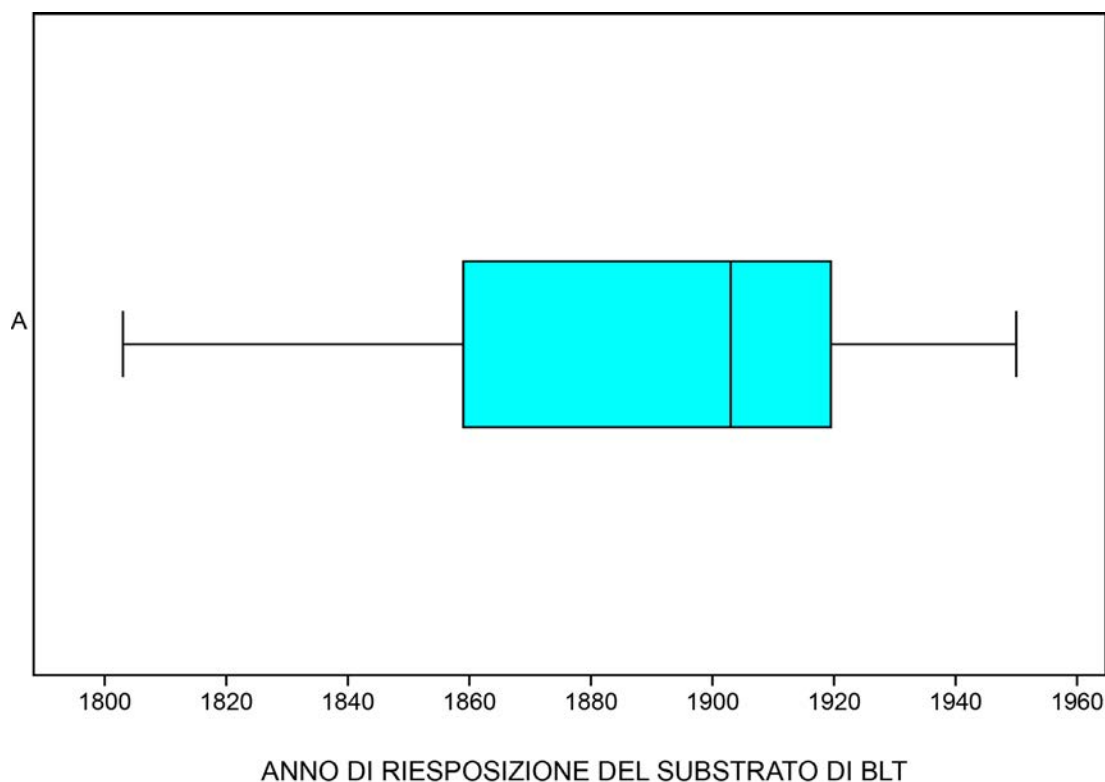
Anche le ricerche d'archivio testimoniano che il toponimo "Ciampate del diavolo" e, quindi, anche le orme da cui esso trae origine, sono relativamente recenti. Infatti, nel "Catasto Generale della Uñtà Della Terra di Tora, e suoi Casali, in Provincia di Terra di Lavoro (...)", del 1754, presso l'Archivio di Stato di Napoli [ASNa Catasti Onciari, n. 1347], sono nominati sia il mulino ad acqua, di cui sopravvivono i ruderi sull'attuale Fosso Rionale, sia le strutture ad esso pertinenti, sia i numerosi fondi ad esso adiacenti o vicini, ma mai esplicitamente le "Ciampate del diavolo", o qualcosa che possa far pensare a loro [ASNa, Catasto Generale [...] del 1754, ff. 177; 178; 191; 192; 199; 211-212; 225-226; 293; 411; 475]. Ciò suggerisce che, nel 1754, esse non erano ancora state notate o prese in considerazione, forse perché non erano ancora molto evidenti, anche se alcuni licheni testimoniano che piccole zone del pendio impresso potevano essere esposte già nella seconda metà del secolo XVIII (Tabelle 1, SM1, SM2). La cospicua documentazione archivistica compulsata presso archivi pubblici (Archivio di Stato di Caserta) e privati (Archivio privato della famiglia Giulio de Simone di Tora), che copre un arco cronologico dal secolo XVIII al XX, ha confermato le prime impressioni suggerite dai licheni e dalle notazioni



**Figura 4.4** Località Foresta, Comune di Tora e Picilli (Sito S0). Mappa generale del sito con le localizzazioni dei 22 campioni di riferimento di licheni del tipo *Aspicilia cinerea*, sui quali sono stati effettuati i calcoli applicando il fattore di crescita annuo locale, pari a 0,766 mm/anno. L'asta metrica di comparazione misura 2 m. L'immagine è stata generata dal modello 3D creato in fotogrammetria mediante il software Agisoft Photoscan PRO (comparatore: 2m).

Campioni	Località	Quota (m/s.l.m.)	Substr.	Orien.	Data del rilievo	Diametro del tallo alla data del rilievo (mm)	Fattore medio di crescita applicato (mm/anno)	Età del campione (anni)	Anno di riesposizione del substrato
CD01 (Sentiero P1)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	111,50	0.766	145.56136	- 1860
CD02 (Sentiero P1)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	76,00	0.766	99.21671	- 1906
CD03 (Sentiero P1)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	114,50	0.766	149.47781	- 1855
CD04 (Sentiero P1)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	155,00	0.766	202.34987	- 1803
CD05 (Pendio)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	135,00	0.766	176.24021	- 1829
CD06 (Pendio)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	137,00	0.766	178.85117	- 1826
CD07 (Orma A08)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	114,00	0.766	148.82507	- 1856
CD08 (Orma A07)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	60,00	0.766	78.32898	- 1927
CD09 (Orma A12)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	79,00	0.766	103.13316	- 1902
CD10 (Orma A13)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	103,00	0.766	134.46475	- 1870
CD11 (Pendio)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	74,00	0.766	96.60574	- 1908
CD12 (Orma A22)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	42,00	0.766	54.83029	- 1950
CD13 (Orma A22)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	46,00	0.766	60.05222	- 1945
CD14 (Orma A23)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	65,50	0.766	85.50914	- 1919
CD15 (Pendio)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	80,00	0.766	104.43864	- 1900
CD16 (Orma A24)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	50,00	0.766	65.27415	- 1940
CD17 (Orma A25)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	70,00	0.766	91.38381	- 1914
CD18 (Orma B06)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	78,00	0.766	101.82768	- 1903
CD19 (Orma B07)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	78,00	0.766	101.82768	- 1903
CD20 (Scivolata)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	90,00	0.766	117.49347	- 1887
CD21 (Orma mano)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	70,00	0.766	91.38381	- 1914
CD22 (Taglio)	Foresta	290	BLT	S-W	2005-01-04	64,00	0.766	83.55091	- 1921

**Tabella 1** Dati relativi ai campioni misurati nella Località Foresta (“Ciampate del diavolo”), Comune di Tora e Piccilli (Caserta); tipo di lichene: *Aspicilia cinerea*; quota del microsito: ca. m. 292 s.l.m.; esposizione della superficie con i licheni rilevati: 220° Sud-Ovest; data del rilievo: 4 gennaio 2005; rilevatore: Adolfo Panarello (Ulteriori dettagli nelle Figg. SM1, SM2).



**Figura 4.5** Box-Plot dell'epoca di riesposizione del substrato di Tufo Leucitico Bruno del sito paleontologico delle “Ciampate del diavolo” in base all'età dei campioni di *Aspicilia cinerea*, misurati con l'applicazione del fattore di crescita annuo determinato in 0,766 mm/mm. Come si può agevolmente vedere, la mediana dei valori ricade intorno al 1903.

del suddetto Catasto Onciario: bisogna giungere ai primi anni del Novecento per trovare la prima menzione del toponimo “Ciampate del diavolo” e attingere solo alla tradizione orale, poiché – come predetto – non ne è stata finora trovata alcuna traccia nella documentazione ufficiale.

Gli eventi determinanti ai fini della comprensione delle dinamiche di riesposizione della paleosuperficie impressa e della prima notazione delle cavità delle orme nel loro complesso, da parte della gente comune, sono ampiamente documentati [De Angelis, questo volume] ed è, perciò, possibile fornire dati precisi su cosa accadde.

A partire dall’inverno del 1816, l’intero territorio dei “comuni uniti” di Tora e Piccilli venne sconvolto da una serie di violente alluvioni che procurarono danni importanti sia alle strutture pubbliche e private sia alla viabilità primaria e secondaria. Questi eventi accelerarono anche lo scollamento e lo scorrimento della coltre detritica che aveva occultato, per millenni, le impronte fossili [De Angelis, questo volume, pp. 29-32].

Considerando le evidenze strutturali rilevabili e rilevate e utilizzando la base di studi antropologico-culturali, che documentano i legami strettissimi tra gli eventi catastrofici e i processi di auto-colpevolizzazione popolare in contesti sociali subalterni [Di Nola, 1987, 2000; Cocchiara, 2004], è relativamente facile individuare il tempo e il modo in cui si originò la leggenda delle “Ciampate del diavolo”: 1) le piogge torrenziali devastarono il territorio; 2) gli eventi catastrofici sono generalmente visti come punizioni divine e associati alla comparsa del diavolo; 3) il diavolo viene generalmente rappresentato nell’iconografia tradizionale con zampe d’asino o di gigante; 4) le profonde cavità, riaffiorate per l’azione di dilavamento della copertura detritica effettuata dalle piogge torrenziali, sono state viste come le tracce lasciate dal punitore divino [di Nola, 1987; Cocchiara, 2004].

Per tornare all’aspetto rigorosamente tafonomico, legato alla riesposizione del substrato, impresso in epoca preistorica, si può, dunque, riassumere dicendo che, a partire dalla prima metà del secolo XIX, le piogge torrenziali e l’azione dell’uomo provocarono una progressiva e graduale rimozione della coltre di detriti che occultava le cavità con le icniti, mettendo in evidenza, in un primo momento, solo la parte più alta e acclive del pendio, nonché le parti apicali dei bordi delle depressioni più profonde. In momenti successivi, gradualmente, tornarono alla luce le intere strutture icnologiche. Il cedimento definitivo della copertura detritica e la conseguente rarefazione e scomparsa della vegetazione a macchia mediterranea, che occultava la paleosuperficie, rese sempre più evidenti le cavità impresse dai piedi umani preistorici, allineate in un sistema tale da suggerire una passeggiata misteriosa, ed è proprio in questo momento che, probabilmente, ebbe origine il minaccioso toponimo delle “Ciampate del diavolo”.

Il suddetto processo di rimozione della copertura detritica del pendio tufaceo impresso fu agevolato e accelerato dal taglio antropico della formazione, degradante dolcemente verso il fondovalle, che aveva avuto luogo in precedenza. Ciò, creando un sensibile dislivello, ne favorì lo scivolamento verso l’alveo del torrente Fosso Rionale e la sua caduta sul fondo dell’invaso di raccolta delle acque per l’azionamento delle macine del mulino detto “della Limatella”. Il taglio del pendio summenzionato è provato, oltre che da un preciso ed esplicito riferimento alla costruzione di una “parata nova” (di una nuova diga) e, quindi, a un modificato bacino di raccolta delle acque, presente nel menzionato Catasto Onciario del 1754 presso l’Archivio di Stato di Napoli [Panarello, 2005], anche da diffusi segni di taglio antropico (fori allineati di piccozze e scalpelli) negli strati inferiori della formazione geologica di tufo leucitico bruno sulla quale sono le orme fossili.

Infine, il crollo del cornicione roccioso più alto, che si raccordava all’antico sentiero preistorico [Panarello et al., 2017], ossia il prolungamento verso est della cengia apicale, rese necessaria la creazione di un nuovo sentiero (quello attualmente percorribile), per la cui funzionalizzazione furono praticati ulteriori tagli nel banco di tufo originario, e la definitiva estirpazione della vegetazione spontanea. Le varie “ripuliture” delle propaggini del sito e del sito stesso, verificatesi nel corso del XX secolo, per la necessità di migliorare l’accesso e la percorribilità del nuovo

sentiero o, semplicemente, per la curiosità di osservare meglio le orme “misteriose”, hanno reso le piste di impronte fossili sempre più evidenti. Man mano che la leggenda a esse legata si diffondeva, le “Ciampate del diavolo” attiravano sul posto un numero sempre maggiore di curiosi ed escursionisti, ignari del loro significato scientifico, ma colpiti dall’arcano che le avvolgeva (peraltro alimentato dal toponimo minaccioso).

La gradualità della riesposizione è testimoniata anche dallo stato di conservazione dei dettagli anatomici e strutturali delle orme fossili, il quale è migliore nei punti non interessati dal deflusso delle acque piovane. Peggiora sensibilmente, invece, nelle zone interessate dai ruscellamenti e in quelle in cui le frequenti e incaute rimozioni di detriti e vegetali da parte di mani inesperte e l’azione disgregatrice dei muschi hanno continuato a danneggiare la superficie di tufo.

Recentemente (27 marzo 2018), abbondanti piogge, hanno riesposto, nel punto di coordinate WGS84 41°19.901’N - 14°01.410’E, un lacerto murario lungo 4 m e spesso 1,40 m, costruito con elementi di tufo locale delle dimensioni di 21x21x50 cm. La sua direzione (110° E) incidente, in quel punto, il corso del Fosso Rionale, e il suo orientamento verso il villaggio di Piccilli, fanno ipotizzare che possa trattarsi di una parte del ponte nominato nei documenti archivistici menzionati [De Angelis, questo volume, pp. 29-32], oppure di una struttura di sbarramento, a monte, dell’invaso idrico del mulino. Ovviamente, solo dopo nuove indagini specifiche, si potranno avere risposte definitive.

## Conclusioni

L’età dei campioni di *Aspicilia cinerea*, rilevati e analizzati nel sito paleontologico delle “Ciampate del diavolo” dopo la taratura del sistema lichenometrico e la determinazione in 0,766 mm/yr del valore del fattore di crescita annuo, riassume chiaramente che la riesposizione del sito, iniziata nella parte più alta e in quelle più acclivi del pendio, non iniziò prima dei primi anni del 1800 e subì una sensibile accelerazione nei primi anni del 1900, fra il 1903 e il 1914, come suggerisce la moda statistica degli anni ai quali si possono datare i 22 campioni analizzati “*in situ*”.

Ciò appare perfettamente compatibile con quanto suggeriscono i documenti d’archivio, che raccontano di una violenta serie di alluvioni fra il 1816 e il 1831, che fu alla base di un’accelerazione dello scorrimento verso il fondovalle della copertura detritica della paleosuperficie impressa [De Angelis, questo volume, pp. 29-32]. Tale scorrimento rallentò intorno al 1950, fino a creare l’aspetto che il sito paleontologico aveva al momento della prima rilevazione scientifica [Mietto et al., 2003].

Fin dal primo sopralluogo compiuto nel sito S0 nel 2001, era apparso evidente che la riesposizione della paleosuperficie impressa non poteva essersi verificata da moltissimo tempo, a dispetto delle leggende locali che suggerivano “tempi immemorabili” per l’origine della leggenda delle “Ciampate del diavolo”. Se così fosse stato, infatti, l’azione degli agenti naturali e quella dell’uomo non avrebbero certo consentito che esse sopravvivevano fino a noi. La misurazione lichenometrica ha confermato tutto ciò, fornendo anche un prezioso parametro biometrico utilizzabile – seppure con ampia approssimazione – in tutto l’areale del vulcano Roccamonfina e anche in altri contesti analoghi, verificando e confermando, sul campo, l’utilità e l’efficacia dell’interazione di più discipline nell’analisi dei contesti paleoicnologici e paleogeografici, in cui non si vogliono o non si possano effettuare indagini invasive. Infine, ha consentito di fornire ulteriori conferme alla datazione e alla motivazione alla base di una credenza duratura e coinvolgente, come quella delle “Ciampate del diavolo”, dimostrando, ancora una volta, che ogni leggenda, sebbene con qualche inevitabile errore di tradizione, ha sempre un fondo di verità.



## Ringraziamenti

Si ringraziano: il geom. Vittorio Ragucci (†) di Roccamonfina, per aver collaborato alla raccolta di tutti i dati storici utili ai fini del presente studio; il dott. Luigi Cinque, per la sua preziosa collaborazione nelle fotogrammetrie effettuate con il drone e l'ing. Angelo de Simone, per aver autorizzato l'accesso all'Archivio Privato della sua famiglia.

## Bibliografia

- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179–189.
- Catalano I., Mingo A., Migliozi A., Aprile G.G. (2016). *The lichens of Roccamonfina volcano (southern Italy)*. *Nova Hedwigia*, 103 (1-2): 95-116.
- Cocchiara G. (2004). *Il diavolo nella tradizione popolare italiana*. Roma: Editori Riuniti: 82-85.
- De Angelis M. (questo volume). *Riscontri archivistici sull'origine del toponimo “Ciampate del diavolo”*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle “Ciampate del diavolo”. Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 29-32.
- di Nola A.M. (1987). *Il diavolo. Le forme, la storia, le vicende di Satana e la sua universale e molteplice presenza presso tutti i popoli dall'antichità ai nostri giorni*. Roma: Scipioni: 301-302.
- di Nola A.M. (2000). *La generazione dei deicidi una leggenda di Collarmele*. In Bellotta I., Giancristofaro E. (eds.), *Alfonso Maria di Nola. Scritti rari*, vol. 1. Corfinio 2000: 175-180.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). *PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis*. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1), 9pp, [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Mietto, P., Avanzini, M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Orombelli G., Porter S.C. (1983). *Lichen Growth Curves for the Southern Flank of the Mont Blanc Massif, Western Italian Alps*. *Arctic and Alpine Research*, 15 (2): 193-200.
- Panarello A. (2005). *Le impronte umane fossili di “Foresta”: per una lettura storica del sito e una corretta interpretazione della scoperta scientifica*. Vairano Scalo: Intergraphica.
- Panarello A. (2008). *Cave e cavatori di tufo nell'areale del sistema vulcanico del Roccamonfina (Caserta). Primi passi nella conoscenza del patrimonio archeominerario dell'alta Terra di Lavoro*. Napoli: Autorinediti.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleocnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Di Vito M.A., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil's tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35(3): 444–456: 1-13. DOI: 10.1002/jqs.3186
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M.R., Mietto P. (2017). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476–490.
- Roccardi A., Bianchetti P. (1988). *The distribution of Lichens on some stoneworks in the surroundings of Rome*. *Studia Geobotanica*, 8: 89-97.
- Worsley P. (2005). *Lichenometry*. In Goudie A., Lewin J., Richards K., Anderson M., Burt T., Whalley B., Worsley P. (eds.), *Geomorphological Techniques*. 2nd ed. London: Taylor & Francis: 488-495.

# Appendice

Campione	Località	Quota (m/s.l.m.)	Dataz. Substrato	Substrato	Diametro originario del tallo del campione all'epoca del taglio della formazione	Data del rilievo	Diametro del tallo alla data del rilievo (mm)	Età del campione (anni)	Fattore di crescita annuo (mm/anno)
TF01	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	78,80	96	0,82
TF02	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	97,60	96	1,01
TF03	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	97,60	96	1,01
TF04	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	29,30	96	0,30
TF05	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF06	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	129,30	96	1,34
TF07	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	73,20	96	0,76
TF08	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	124,40	96	1,29
TF09	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	129,30	96	1,34
TF10	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF11	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF12	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF13	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	92,70	96	0,96
TF14	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	75,60	96	0,78
TF15	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	90,30	96	0,94
TF16	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	95,20	96	0,99
TF17	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	87,80	96	0,91
TF18	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	65,90	96	0,68
TF19	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	78,10	96	0,81
TF20	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	78,10	96	0,81
TF21	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	61,00	96	0,63
TF22	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	61,00	96	0,63
TF23	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	73,20	96	0,76
TF24	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	73,20	96	0,76
TF25	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	48,80	96	0,50
TF26	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF27	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	65,90	96	0,68
TF28	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	48,80	96	0,50
TF29	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	48,80	96	0,50
TF30	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	61,00	96	0,63
TF31	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	61,00	96	0,63
TF32	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	51,20	96	0,53
TF33	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	40,30	96	0,41
TF34	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	39,00	96	0,40
TF35	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	45,10	96	0,46
TF36	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF37	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	63,45	96	0,66
TF38	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	48,80	96	0,50
TF39	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	31,70	96	0,33
TF40	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	13.11.04	58,60	96	0,61
TF41	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	48,80	96	0,50
TF42	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	36,60	96	0,38
TF43	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	73,20	96	0,76
TF44	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	61,00	96	0,63
TF45	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	63,40	96	0,66
TF46	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	53,70	96	0,55
TF47	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	63,40	96	0,66
TF48	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	43,90	96	0,45
TF49	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	39,00	96	0,40
TF50	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	63,40	96	0,66
TF51	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	41,50	96	0,43
TF52	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	41,50	96	0,43
TF53	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	26,80	96	0,27
TF54	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	26,80	96	0,27
TF55	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	61,00	96	0,63
TF56	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	43,90	96	0,45
TF57	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	29,30	96	0,30
TF58	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	41,50	96	0,43
TF59	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	24,40	96	0,25
TF60	TFunaro	385	1908	BLT	0,00	14.11.04	100,00	96	1,04

**Tabella SM1** Dati relativi alla Località: TUOROFUNARO ("TFunaro"), Comune di Marzano Appio (Caserta); tipo di lichene: *Aspicilia cinerea*; quota del microsito: ca. m. 385 s.l.m.; esposizione della superficie con i licheni rilevati: 220° Sud-Ovest; data del rilievo: 13 novembre 2004; rilevatore: Adolfo Panarello; la datazione 1908 del substrato di BLT è incisa sulla chiave di volta (ancora in giacitura primaria) del portale a tutto sesto (Figura 4.2).

Campione	Località	Quota (m/s.l.m.)	Dataz. Substrato	Substrato	Diametro originario del tallo del campione all'epoca del taglio della formazione	Data del rilievo	Diametro del tallo alla data del rilievo (mm)	Età del campione (anni)	Fattore di crescita annuo (mm/anno)
TA01	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	36,30	31	1,17
TA02	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,70	31	0,79
TA03	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA04	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	31,50	31	1,01
TA05	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA06	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA07	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA08	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA09	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	14,50	31	0,46
TA10	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	19,40	31	0,62
TA11	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA12	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	14,10	31	0,45
TA13	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA14	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA15	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA16	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA17	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA18	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA19	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA20	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	39,70	31	1,28
TA21	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	31,50	31	1,01
TA22	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA23	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA24	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	29,10	31	0,93
TA25	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	43,60	31	1,40
TA26	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	26,60	31	0,85
TA27	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	55,70	31	1,79
TA28	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	38,70	31	1,24
TA29	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA30	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA31	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA32	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	15,70	31	0,50
TA33	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA34	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA35	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA36	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA37	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA38	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA39	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	30,30	31	0,97
TA40	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	25,40	31	0,81
TA41	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA42	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA43	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA44	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,90	31	0,80
TA45	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	31,50	31	1,01
TA46	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	43,60	31	1,40
TA47	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA48	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	29,10	31	0,93
TA49	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	22,80	31	0,73
TA50	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	25,40	31	0,81
TA51	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA52	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA53	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	25,90	31	0,83
TA54	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	43,60	31	1,40
TA55	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	25,40	31	0,81
TA56	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA57	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	27,60	31	0,89
TA58	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	31,50	31	1,01
TA59	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	33,90	31	1,09
TA60	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA61	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	30,50	31	0,98
TA62	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	15,30	31	0,49
TA63	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	19,40	31	0,62
TA64	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	14,10	31	0,45
TA65	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	25,40	31	0,81
TA66	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA67	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	19,90	31	0,64
TA68	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	19,90	31	0,64
TA69	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	38,70	31	1,24
TA70	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA71	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	24,20	31	0,78
TA72	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	14,50	31	0,46
TA73	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	19,40	31	0,62
TA74	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	48,40	31	1,56
TA75	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA76	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA77	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	23,70	31	0,76
TA78	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	21,80	31	0,70
TA79	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	14,50	31	0,46
TA80	Tavola	560	1973	BLT	0,00	15.11.04	15,70	31	0,50

**Tabella SM2** Dati relativi alla Località: TAVOLA ("Tavola"), Comune di Roccamonfina (Caserta); tipo di lichene: *Aspicilia cinerea*; quota del microsito: ca. m. 560 s.l.m.; esposizione della superficie con i licheni rilevati: 230° Sud-Ovest; data del rilievo: 15 novembre 2004; rilevatore: Adolfo Panarello; la datazione al 1973 del substrato di BLT è stata confermata dall'ultimo coltivatore della medesima, dal sig. Silvio Cianci, ed è documentata nel "primo versamento" del Corpo delle Miniere, presso l'Archivio di Stato di Napoli [Panarello, 2008] (Figura 4.3).



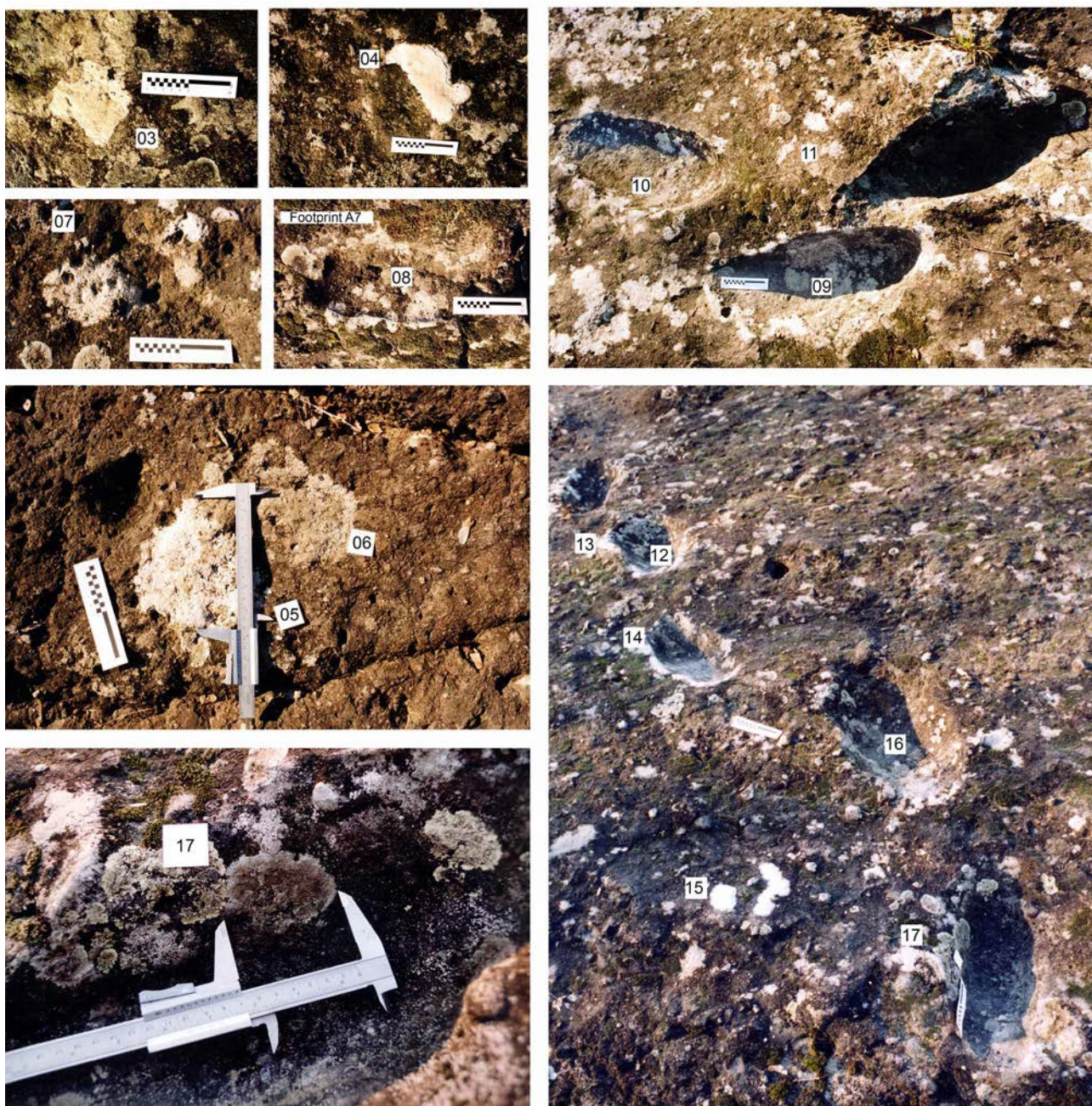


Figura SM1 Località Foresta, Comune di Tora e Picilli. Sito S0 – “Ciampate del diavolo”: immagini fotografiche di alcuni dei campioni di *Aspicilia cinerea* su cui sono stati effettuati calcoli applicando il fattore di crescita annuo locale pari a 0,766 mm/anno.





**Figura SM2** Località Foresta, Comune di Tora e Picilli. Sito S0 – “Ciampate del diavolo”: immagine fotografica del campione CD20 ubicato sul bordo della grande scivolata fossile al centro della pista B [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2016; Panarello et al., 2017].





# Il Geosito delle “Ciampate del diavolo”

Mauro Antonio Di Vito

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, sezione di Napoli Osservatorio Vesuviano

Keywords Stratigrafia; Ignimbrite; Eruzioni esplosive; Vulcano di Roccamonfina; Tufo Leucitico Bruno | *Stratigraphy; Ignimbrite; Explosive eruption; Roccamonfina volcano; Brown Leucitic Tuff*

## Abstract

Il sito delle “Ciampate del diavolo”, sul fianco nord-orientale del vulcano Roccamonfina, è un sito unico al Mondo grazie alle sue peculiarità geologiche ed antropologiche. Il ritrovamento di impronte di ominini al di sopra di un deposito ignimbritico, impresse in nel periodo di maggiore attività del vulcano, dà spazio a numerose questioni circa le condizioni paleoambientali esistenti sul vulcano ed i complessi processi che hanno permesso la formazione e la conservazione delle impronte. La nota dedica particolare attenzione al contesto dell’attività del vulcano ed alle caratteristiche della serie dei Tufi Leucitici Brunni, in quanto le impronte note come “Ciampate del diavolo” sono presenti sulla superficie di una delle unità più alte della sequenza di questi tufi.

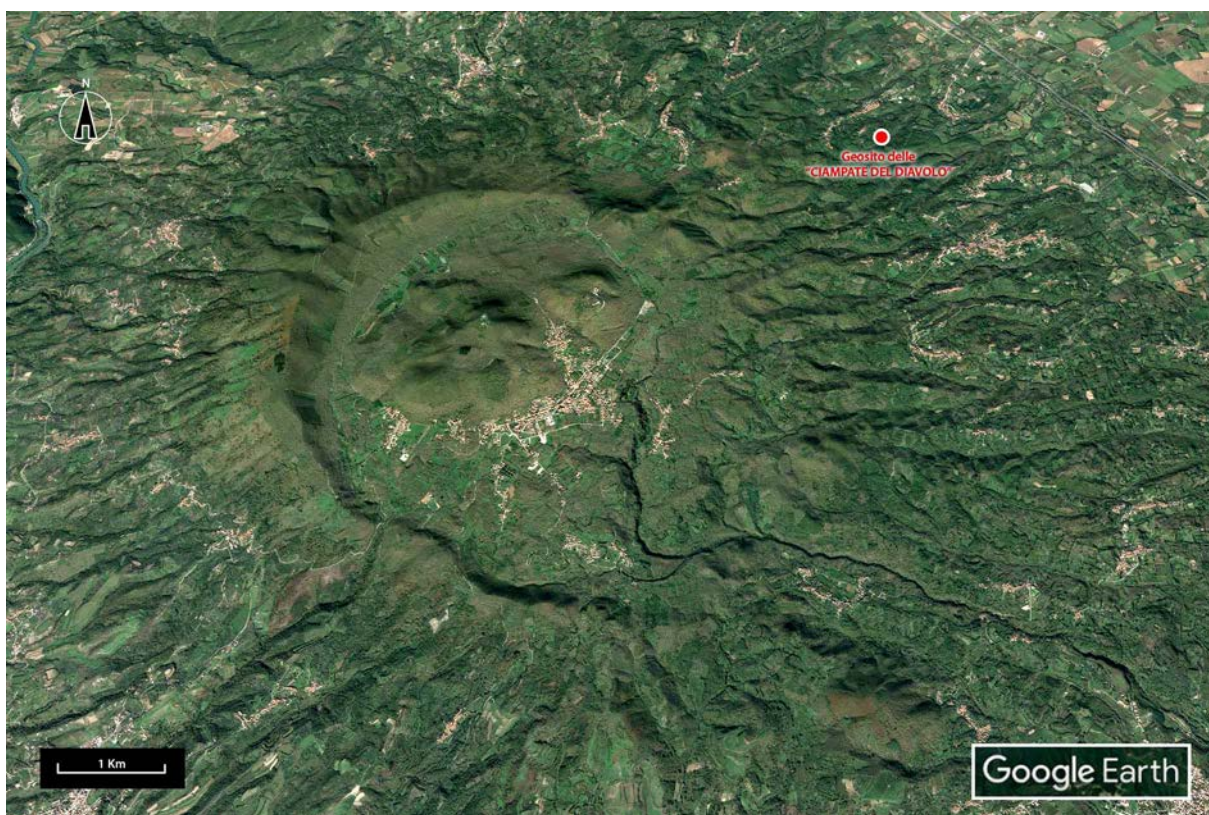
*The “Ciampate del diavolo” geosite is unique in the World due to its geological and anthropological peculiarities. Finding hominin footprints on the ignimbrite deposits of 350,000 years ago, imprinted in the period of greatest activity of the volcano, opens up numerous questions about the palaeoenvironmental conditions of the volcano and the complex processes that allowed the generation and conservation of the footprints. The note pays particular attention to the framing of the volcano's activity and to the features of deposits of the Brown Leucitic Tuff series, as the human fossil footprints known as "Ciampate del Diavolo" are preserved on the surface of one of the highest units in the sequence.*

Il Roccamonfina è uno stratovulcano di medie dimensioni di forma tronco-conica con un raggio di circa 10 km. È ubicato lungo la costa settentrionale della Campania (Italia), ad una distanza di circa 60 km a nord-ovest dei vulcani attivi dell’area napoletana (Somma-Vesuvio, Campi Flegrei e Ischia). Il vulcano non erutta da almeno 50.000 anni e non è considerato attivo (Figure 5.1, 5.2). Questo vulcano è il più meridionale della provincia magmatica romana, una grande regione a vulcanismo potassico, che si estende dalla Toscana meridionale all’alta Campania e comprende, oltre al Roccamonfina, i grandi complessi vulcanici dei Vulsini, Sabatini e Colli Albani.

L’edificio vulcanico del Roccamonfina si estende dal versante occidentale dell’Appennino Centrale al margine tirrenico, tra le linee tettoniche Ancona-Anzio/Olevano-Antrdoco e Ortona-Roccamonfina [Peccerillo, 2017] (Figura 5.2). Il vulcano si è accresciuto nel “graben” del Garigliano, all’intersezione dei sistemi di faglie NE-SW, NW-SE e N-S che interessano le sequenze carbonatiche appenniniche mesozoico-cenozoiche [Giordano et al., 1995 con bibliografia]. I suoi prodotti si sovrappongono alle sequenze carbonatiche mesozoico-cenozoiche e al *flysch* miocenico [De Rita e Giordano 1996; De Rita et al., 1997; 1998].

L’attività del Roccamonfina ha avuto luogo da 630 a 53 ka [Giannetti 1979a,b; Watts 1987; Radicati di Brozolo et al., 1988; Ballini et al., 1989a; Cole et al., 1992; De Rita e Giordano 1996]. La sua storia magmatica è stata suddivisa in due fasi, separate da collassi calderici. Le rocce ultrapotassiche ricche in leucite, con caratteristiche geochimiche simili a quelle di altri vulcani della provincia romana, sono relative alla fase precedente la calderizzazione dell’edificio, mentre nella fase successiva, la seconda fase, sono stati eruttati magmi di composizione shoshonitica,

che hanno generato coni di scorie e cupole laviche sia all'interno dell'area calderica che lungo i fianchi esterni dell'edificio vulcanico pre-caldera. Durante la sua lunga storia il vulcano ha prodotto sia eruzioni esplosive, alcune delle quali di grande volume, che effusive.

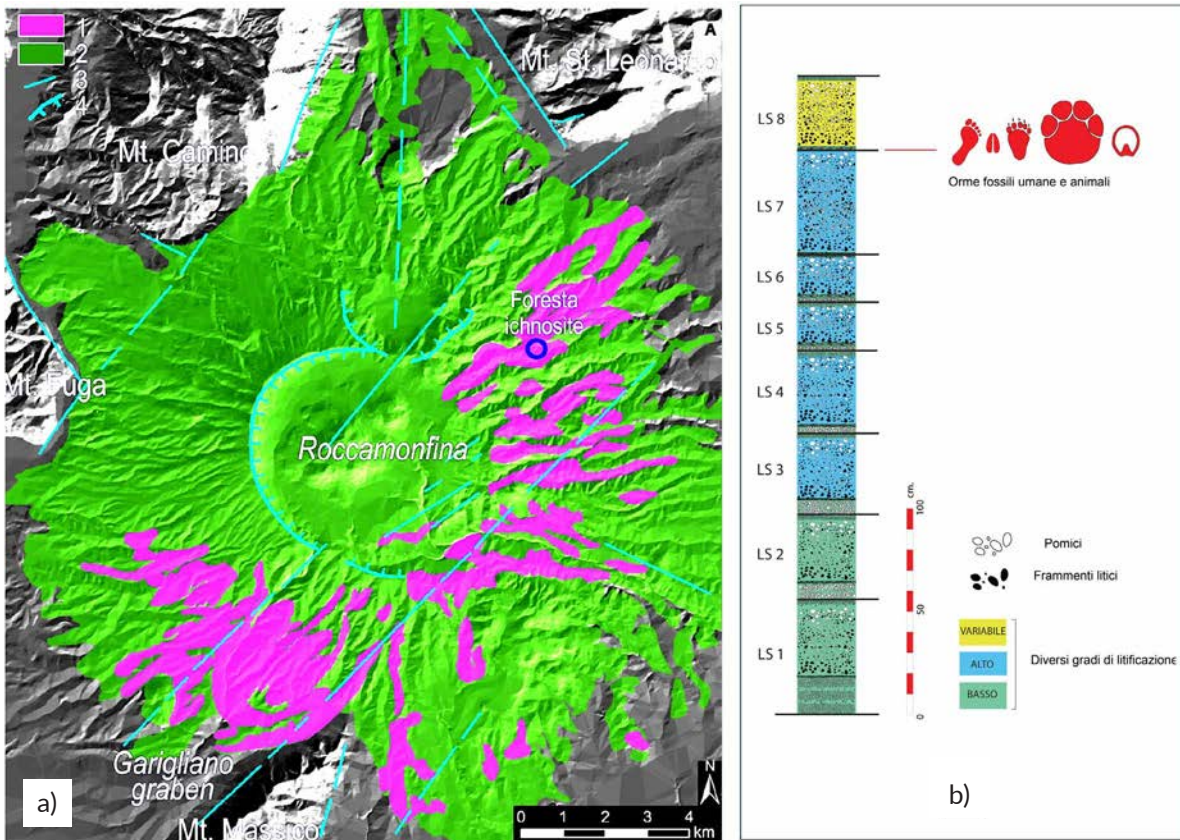


**Figura 5.1** Vista dall'alto dell'edificio vulcanico del Roccamonfina, con indicazione del geosito delle "Ciampate del diavolo" (Elaborato da Google Earth).

Sulla base della composizione dei magmi emessi e del "timing" delle eruzioni, De Rita e Giordano [1996] hanno suddiviso la storia di questo vulcano in tre periodi principali di attività. Le rocce vulcaniche più antiche datate hanno un'età di 630 ka [Ballini et al., 1989a]. L'attività più antica (primo periodo) è stata dominata da eruzioni effusive che hanno generato colate di lave molto ricche in leucitiche e da minori eruzioni esplosive di modesta intensità che hanno generato depositi cineritici da caduta e da corrente piroclastica, e depositi secondari di colate di fango. Queste sequenze di lave prevalenti hanno formato l'edificio vulcanico principale [Di Girolamo et al., 1991]. Il passaggio al successivo secondo periodo è marcato da una serie di collassi calderici che hanno interessato la parte sommitale dell'edificio vulcanico [De Rita e Giordano 1996]. Questo periodo è durato tra 385 e 230 ka [Luhr e Giannetti, 1987] ed è stato caratterizzato da eruzioni ad elevata esplosività, di tipo pliniano, che hanno generato almeno cinque unità piroclastiche principali, dominate da depositi da corrente piroclastica [Giannetti e Luhr 1983; Luhr e Giannetti 1987; Ballini et al., 1989b; Cole et al., 1993; Bosi e Giordano 1997; Giordano 1998a;b]. Queste unità compongono le complesse sequenze del Tufo Leucitico Bruno (BLT) e dei Tufi Bianchi Trachitici (WTT) [De Rita et al., 1998]. Il terzo periodo di attività è durato tra i 155 e i 50 ka [Cortini et al., 1975; Fornaseri, 1985; Radicati di Brozolo et al., 1988] ed è stato caratterizzato dalla messa in posto di piccole cupole laviche di composizione trachitica e di colate laviche di composizione shoshonitica, prive di leucite, i cui centri di emissione erano localizzati sia all'interno della caldera che lungo i fianchi dell'edificio vulcanico. Rouchon et al.



[2008] hanno proposto un nuovo modello evolutivo basato su analisi geochimiche, età K-Ar e osservazioni geomorfologiche a cui si rimanda per ulteriori dettagli. La storia vulcanica e deformativa, i processi evolutivi, le dinamiche eruttive e di messa in posto dei prodotti e l'evoluzione del paesaggio del Roccamonfina sono, tuttavia, ancora in discussione e necessitano di indagini approfondite.



**Figura 5.2** a) Mappa geologica semplificata del Roccamonfina. Modello di elevazione zenitale TINITALIA DEM, risoluzione 10m, INGV; 1) Tufo Leucitico Bruno (BLT, ~ 350 ka BP); 2) Vulcaniti del Roccamonfina (53÷630 ka); 3) Principali sistemi di faglie; 4) Limiti della Caldera. b) Stratigrafia dei depositi di BLT con indicazione dei rapporti tra le singole unità (modificato da Santello [2010]).

Nella presente monografia viene dedicata particolare attenzione ai depositi della serie del BLT in quanto sulla superficie di una delle unità più alte della sequenza sono conservate le impronte umane fossili note come “Ciampate del diavolo”. Il BLT è dominato da depositi ignimbrici, la cui stratigrafia, distribuzione e le variazioni di facies suggeriscono che esse furono generate da una sequenza di eventi esplosivi avvenuti durante i collassi delle caldere centrale e settentrionale [Luhr e Giannetti, 1987]. Questi depositi ignimbrici furono generati da correnti piroclastiche di densità (PDCs) più o meno diluite e turbolente e da minori *fallout*. Le correnti, prodotte dal collasso di colonne eruttive pliniane durante eruzioni esplosive sommitali, scorsero lungo profonde valli radiali delle pendici meridionali e orientali del vulcano e le colmarono parzialmente. I loro depositi si rilevano fino ad una distanza di circa 7 km dal bordo della caldera principale. Sulla base dei rilievi più recenti [Santello, 2010; Santello et al., 2008] è possibile definire che il BLT è composto da almeno 8 unità eruttive e deposizionali diverse, numerate da LS1 a LS8, dal basso verso l'alto (Figura 5.2b). Le singole unità che, come detto, sono composte prevalentemente da depositi da PDCs, sono separate da sottili strati di ceneri e lapilli da caduta o da superfici erosionali (“*unconformity*”) che indicano brevi pause nella deposizione,

probabilmente dell'ordine di settimane/mesi. Questo breve intervallo tra le diverse deposizioni è suggerito dal fatto che non si è rilevata la presenza di paleosuoli tra le diverse unità.

Le impronte umane e di altri mammiferi sono state rilevate sulla sommità dell'unità LS7 (Figura 5.2b), impresse su una superficie articolata e ad alto angolo, con pendenza media di ~30° e con massimi fino a 80° [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008]. L'area di affioramento è presente in una piccola valle distale, posta ad una distanza di circa 4,5 km dal bordo calderico [Panarello, 2016; Panarello et al., 2017]. Cole et al. [1993], sulla base di analisi sedimentologiche e di "facies" hanno proposto che queste unità ignimbriche di medio volume siano state depositate da correnti che scorrevano in regime turbolento nelle aree più prossimali che, via via che scorrevano, si sono trasformate in flussi laminari e poi in densi flussi di massa prima della loro messa in posto finale. La loro fluidizzazione era strettamente connessa con la quantità di aria che veniva inglobata durante lo scorrimento dei flussi (processo operante prevalentemente nelle fasi di collasso della colonna e lungo i fronti dei flussi) e funzione anche della velocità delle correnti e dai salti idraulici in corrispondenza delle rapide variazioni di pendenza lungo il loro percorso. Nelle aree più prossimali, i depositi ignimbrici sono molto eterogenei ed includono livelli e lenti di breccie composte in prevalenza da materiale litico, "facies" laminate e corpi ignimbrici massivi. Le parti basali delle unità, nelle aree a maggiore fluidizzazione, si presentano erosive sulle sottostanti. Nelle aree intermedie prevalgono i depositi ignimbrici massivi contenenti localmente livelli multipli di breccie anche all'interno delle singole unità deposizionali. Le "facies" più distali sono sempre ignimbriche ma localmente contengono lenti di pomici con scarsa matrice fine. Le "facies" descritte sono state legate a regime deposizionale dei flussi da turbolento a non turbolento, via via più lento e meno fluidizzato. La presenza di strutture da degassazione ("pipes") nei corpi ignimbrici suggerisce che le PDCs erano ad alta temperatura e contenevano una notevole quantità di gas. Al momento non si dispone di stime di temperatura di deposizione. In ogni caso il processo di zeolitizzazione ed i tipi di zeoliti di neoformazione suggeriscono temperature dei depositi inferiori a 300° C.

L'unità LS7 è un'unità massiva, composta da cenere da medio-grossa a fine, debolmente stratificata, contenente abbondanti pomici chiare di dimensioni generalmente centimetriche e abbondanti frammenti litici, in prevalenza composti da lave. L'unità è fortemente litificata e di colore marrone chiaro-ocraceo a causa di processi di trasformazione (zeolitizzazione) a carico della componente vetrosa del deposito.

Lo spessore dell'unità LS7 è localmente circa 4 metri, la sua giacitura è suborizzontale e in paraconcordanza con le unità sottostanti. Le orme di ominini e mammiferi furono lasciate poco dopo la messa in posto dei flussi piroclastici dell'unità LS7, quando il materiale era ancora plastico e abbastanza raffreddato da permettere i passaggi con andatura relativamente "normale". È importante notare che la superficie imprimibile al tetto di LS7 (Figura 5.2b) non è una superficie di strato, ma è una superficie di erosione, risultato di processi erosivi rapidi avvenuti subito dopo la messa in posto del corpo ignimbrico e operanti lungo l'intera valle. Infatti la forte inclinazione verso l'asse della valle della superficie impressa suggerisce che il corpo ignimbrico di LS7, la cui superficie doveva essere relativamente orizzontale in quanto il flusso aveva parzialmente riempito una valle preesistente, sia stato inciso ed eroso e una parte del deposito ignimbrico sia stata rimobilizzata verso valle. La consistenza del deposito doveva essere fangosa e la sua temperatura accettabile per il passaggio di ominini e animali. Le orme si sono conservate grazie ad un processo di litificazione della parte rimanente del deposito ignimbrico per effetto della zeolitizzazione che ha trasformato le particelle di vetro in minerali di chabasite e phillipsite. Questo processo si è probabilmente sviluppato in tempi relativamente brevi [Cappelletti et al., 2006], evitando così ulteriori processi erosivi che avrebbero danneggiato o cancellato le orme fossili.

L'unità LS7 è mantellata dall'unità ignimbrica LS8, depositata verosimilmente dopo un lasso di tempo tale che le due unità non costituiscono un'unica unità di raffreddamento. Infatti queste



sono separate, oltre che dalla superficie erosionale su cui sono impresse le impronte, anche dagli strati basali dell'unità LS8, non interessati da processi di litificazione.

La base di LS8 è infatti costituita da uno strato sottile, di spessore variabile da 2 a 11 cm, che sovrasta la superficie erosionale su LS7, in cui si possono distinguere due parti: un'unità  $\alpha$  inferiore, composta da minuscoli cristalli di K-feldspati e pirosseni, e da piccoli frammenti litici e juvenili e l'unità  $\beta$ , di colore grigio-arancio, da 1 a 10 cm di spessore, composta principalmente da minuscoli frammenti di cenere e da cristalli di augite, sanidino, Ti-biotite e zeoliti [Santello, 2010]. Segue l'unità ignimbratica vera e propria che costituisce la gran parte di LS8, anch'essa interessata da processi di litificazione per neoformazione di zeoliti.

Per le eruzioni che hanno generato il BLT sono state proposte diverse età, che ricadono nell'intervallo tra 385 e 325 ka [vedi ad esempio Appleton, 1972; Giannetti, 1979a;b; Luhr e Giannetti, 1987; Radicati di Brozolo et al., 1988; Ballini et al., 1989a;b, 1990; Cole et al., 1992; De Rita e Giordano, 1996]. Una datazione puntuale di LS7, basata sull'analisi dettagliata e selettiva con sonda laser di singoli cristalli di leucite presenti nel deposito di ceneri, è stata effettuata da Scaillet et al. [2008]. L'età ottenuta di  $345 \pm 6$  ka suggerisce che le tracce lasciate sull'unità LS7 siano attribuibili alla fine del MIS 10, in un tempo vicino alla Terminazione Climatica IV. Un'ulteriore datazione radiometrica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  sia di LS7 che di LS8 ha suggerito un intervallo di tempo molto breve (entro l'errore delle età disponibili, circa  $349 \pm 3$  ka) tra i due eventi esplosivi [Santello, 2010: 68-69], e conferma che le tracce umane sono state impresse durante una fase glaciale (MIS 10).

Ulteriori ricerche geologiche e vulcanologiche sono in corso ed hanno come scopo principale la definizione della sequenza stratigrafica del BLT e la ricostruzione dell'evoluzione paleoambientale del contesto in studio. Questo permetterà di ricostruire in maggior dettaglio lo stato dell'unità LS7 nel momento in cui essa fu impressa dagli ominini e dagli animali che vi camminarono.

Le impronte fossili del geosito di Tora e Piccilli sulla superficie evoluta ed erosa dell'unità LS7, ancora abbastanza morbida e sufficientemente raffreddata da consentire la formazione di impronte, hanno importanti implicazioni vulcanologiche. Tracce simili sono state trovate, ad esempio, sui depositi piroclastici del Vesuvio. Esse furono lasciate da popolazioni dell'Età del Bronzo Antico durante il loro allontanamento dalle aree prossimali dell'eruzione pliniana delle pomice di Avellino [Di Vito et al. 2009]. Tali impronte furono lasciate su un deposito che aveva una temperatura iniziale di circa  $300^\circ\text{C}$ , ma che fu impresso quando poteva avere temperature inferiori ai  $50^\circ\text{C}$ . Nell'esempio citato, il tempo necessario per il raffreddamento era di poche ore. Nel caso del sito delle “Ciampate del diavolo”, lo spessore maggiore dell'unità LS7 implica certamente un tempo di raffreddamento maggiore e suggerisce che le impronte siano state lasciate quando il fondo, ancora fangoso e non zeolitizzato, era tale da permettere di camminare a passo abbastanza regolare per un lungo tratto. Si è ipotizzato, perciò, che la pausa tra le deposizioni delle unità LS7 e LS8 sia stata abbastanza lunga da consentire un passaggio tranquillo di ominini e animali, ma non tanto lunga da consentire la formazione di paleosuoli, che finora, non sono ancora stati individuati all'interno della superficie di contatto tra le suddette unità.

## Bibliografia

- Appleton J.D. (1972). *Petrogenesis of Potassium-rich Lavas from the Roccamonfina Volcano, Roman Region, Italy*. *Journal of Petrology*, 13 (3): 425-456.
- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.

- Ballini A., Barberi F., Laurenzi M.A., Mezzetti F., Villa I.M. (1989a). *Nuovi dati sulla stratigrafia del vulcano di Roccamonfina*. Bollettino Gruppo Nazionale Vulcanologia, 2: 533–556.
- Ballini A., Frullani A., Mezzetti F. (1989b). *La formazione piroclastica del tufo trachitico bianco (White Trachytic Tuff–WTT auctorum)*. Bollettino Gruppo Nazionale Vulcanologia, 2: 557–574.
- Ballini A., Barberi F., Laurenzi M.A., Mezzetti F., Oddone M., Villa I.M. (1990). *Chrono-Stratigraphy of Roccamonfina volcanic complex*. In Civetta L., Capaldi G., Orsi G., Peccerillo A. (eds.), *Genesi e differenziazione del magmatismo potassico del Bordo Tirrenico, Atti del convegno autunnale della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia (Ischia 15-18 ottobre 1990)*. Estratto da Plinius n. 4, Supplemento italiano all'European Journal of Mineralogy, s.n.
- Bosi V., Giordano G. (1997). *Stress field evolution in central Italy during middle-late Pleistocene: new information from southern Latium*. Il Quaternario, 10: 631–636.
- Cappelletti P., Rolandi G., de' Gennaro M. (2006). *Zeolitization processes in Roccamonfina ignimbrite (Southern Italy): a help in recording fossil human tracks?* In Bowman R.S. and Delap S.E. (eds.), *Zeolite '06 - 7th International Conference on the Occurrence, Properties, and Utilization on Natural Zeolites - Socorro, New Mexico USA, 16-21 July 2006*: 66–68.
- Cole P.D., Guest J.E., Duncan A.M., Chester D.K., Bianchi R. (1992). *Post-collapse volcanic history of calderas on a composite volcano: an example from Roccamonfina, southern Italy*. Bulletin of Volcanology, 54: 253–266.
- Cole P.D., Guest J.E., Duncan A.M. (1993). *The emplacement of intermediate volume ignimbrites: A case study from Roccamonfina volcano, Southern Italy*. Bulletin of Volcanology, 55: 467–480.
- Cortini M., Roberti N., Scandone R. (1975). *Geocronologia e Paleomagnetismo del Vulcano Roccamonfina*. Annali di Geofisica, 28: 129–138.
- De Rita D. & Giordano G. (1996). *Volcanological and structural evolution of Roccamonfina volcano (Italy): origin of the summit caldera*. In McGuire W.J., Jones A.P. & Neuberg J. (eds.), *Volcano Instability on the Earth and Other Planets*, Geological Society, London, Special Publications, 110: 209–224.
- De Rita D., Giordano G., Milli S. (1997). *Forestepping-backstepping pattern of volcanoclastic successions: Roccamonfina volcano, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 78 (3-4): 267–288. DOI:10.1016/S0377-0273(97)00005-X
- De Rita D., Giordano G., Milli S. (1998). *Forestepping-backstepping stacking pattern of volcanoclastic successions: Roccamonfina volcano, Italy*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 80 (1-2): 155, 157–178. DOI:10.1016/S0377-0273(97)00069-3
- Di Girolamo P., Melluso L., Morra V. (1991). *Magmatic activity northeast of Roccamonfina volcano (Southern Italy): Petrology, geochemistry and relationships with campanian volcanics*. Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen, 163 (2-3): 271–289.
- Di Vito M.A., Zanello E., Gurioli L., Lanza R., Sulpizio R., Bishop J., Tema E., Boenzi G., Laforgia E. (2009). *The Afragola settlement near Vesuvius, Italy: The destruction and abandonment of a Bronze Age village revealed by archaeology volcanology and rock-magnetism*. Earth and Planetary Science Letters, 277: 408–421.
- Fornaseri M. (1985). *Geochronology of volcanic rocks from Latium (Italy)*. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, 40: 73–106.
- Giannetti B. (1979a). *The geology of Roccamonfina caldera (Campanian Province, Italy)*. Giornale di Geologia (Ser. 2), 43: 187–206.
- Giannetti B. (1979b). *Studio geologico-petrografico della caldera del vulcano di Roccamonfina (Italia centro-meridionale)*. Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, 100: 311–374.
- Giannetti B. and Luhr J.F. (1983). *The white trachytic tuff of Roccamonfina volcano (Roman Region, Italy)*. Contributions to Mineralogy and Petrology, 84: 235–252.
- Giordano G. (1998a). *Facies characteristics and magma–water interaction of the White Trachytic Tuffs (Roccamonfina Volcano, southern Italy)*. Bulletin of Volcanology, 60: 10–26.
- Giordano G. (1998b). *The effect of paleotopography on lithic distribution and facies associations*

- of small volume ignimbrites: the WTT Cupa (Roccamonfina volcano, Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 87: 255–273.
- Luhr J.F., Giannetti B. (1987). *The Brown Leucitic Tuff of Roccamonfina Volcano (Roman region, Italy)*. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 95: 420-436.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Panarello A. (2016). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Storia, Letteratura e Territorio - Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale (Italia).
- Panarello A., Santello L., Farinano G., Bennett M.R., Mietto P. (2017). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476–490.
- Peccerillo A. (2017). *The Ernici-Roccamonfina Province*. In Peccerillo A., *Cenozoic Volcanism in the Tyrrhenian Sea Region*. Cham: Springer, pp. 125-143.
- Radicati di Brozolo F., Di Girolamo P., Turi B. and Oddone M. (1988).  *$^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  and K-Ar dating of K-rich rocks from Roccamonfina volcano, Roman Comagmatic Region, Italy*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52: 1435–1441.
- Rouchon V., Gillot p.Y., Quidelleur X., Chiesa S., Floris B. (2008). *Temporal evolution of the Roccamonfina volcanic complex (Pleistocene), Central Italy*. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 177: 500-514.
- Santello L., Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Rolandi G. (2008). *Stratigraphic features of Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina Volcano, Southern Italy) related to the presence of Pleistocene human footprints*. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 3: 704-705.
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra - Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova (Italia).
- Scaillet S., Vita-Scaillet G., Guillou H. (2008). *Oldest human footprints dated by Ar/Ar*. *Earth and Planetary Science Letters*, 275: 320-325.
- Watts M.D. (1987). *Geothermal exploration of Roccamonfina volcano, Italy*. *Geothermics*, 16: 527–528.



# Tora e Piccilli. Appunti di geografia storica

Gennaro Farinaro

Architetto, Piazza Umberto I 19, Tora e Piccilli (CE)

Keywords Tora e Piccilli; "Ciampate del diavolo"; Icnosito di Foresta; Geografia storica del Roccamonfina; Antichi sentieri | *Tora and Piccilli; "Devil's Trails"; Foresta ichnosite; Roccamonfina historical geography; Ancient routes*

## *Abstract*

Il sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" non solo conserva un gran numero di impronte fossili umane e animali di epoca preistorica, ma anche un sentiero fossile della stessa età, che è stato dimostrato essere il più antico finora conosciuto al mondo. La sua direzione è ancora indicata sulle carte topografiche attualmente in uso e questo fatto testimonia una persistenza inequivocabile nelle scelte insediative che durano da circa 350.000 anni. Queste scelte sembrano essere molto condizionate dalla geomorfologia vulcanica dell'area in cui si trova l'importante sito paleontologico. In questo contributo descriviamo brevemente queste caratteristiche, associandole alle principali strutture antropiche che hanno caratterizzato nei secoli la sua evoluzione geo-storica.

*The "Ciampate del diavolo" palaeontological site does not only preserves a large number of fossil human and animal footprints of prehistoric time, but also a fossil pathway of the same age, which has been proven to be the oldest known in the world so far. Its direction is still shown on the topographical maps currently in use and this fact testifies to an unequivocal persistence in settlement choices lasting for about 350 ka. These choices appear to be very much conditioned by the volcanic geomorphology of the area in which the important palaeontological site lies. In this report we briefly describe these characteristics, associating them with the main anthropic structures characterizing over the centuries its geo-historical evolution.*

Il territorio di Tora e Piccilli si distende sulle propaggini nord-orientali dell'edificio vulcanico del Roccamonfina, caratterizzate morfologicamente dalla presenza di una serie di rilievi collinari che degradano dalla parte alta del vulcano verso valle, generate dai ripetuti collassi calderici e da estesi ed intensi processi geomorfologici [Santello, 2009].

A differenza degli opposti versanti, protesi verso il mare, dove il profilo della caldera vulcanica disegna un'orografia che ne disvela immediatamente la natura, quelli orientali risultano molto più articolati e segnati da un'alternanza di rilievi collinari e profonde forre, disposti con un andamento sostanzialmente radiale, dalla sommità dell'edificio verso la base.

Per tali motivi, lasciandosi alle spalle gli ultimi lembi della Piana di Patenara, diretti in quota, verso il centro calderico ed attraversando il territorio di Tora e Piccilli<sup>1</sup> si percorrono una sequenza di dorsali, senza soluzione di continuità, i cui fianchi restano segnati da stretti fossati, incisi dall'azione dei corsi d'acqua a carattere prevalentemente torrentizio che costituiscono il reticolo idrografico principale del suo territorio<sup>2</sup>.

Questo assetto geomorfologico ha inevitabilmente condizionato tanto le modalità di fruizione, tanto le scelte insediative, specie quelle avvenute a partire dal Medioevo, quando l'assetto

<sup>1</sup> Da una quota minima di 163 m. s.l.m., registrata nei pressi della Casilina, ad una quota massima di quasi 550 m. s.l.m. nei pressi del ponte Novelletto, a monte dell'abitato di Tuoro.

<sup>2</sup> In particolare, si fa riferimento al Fosso Rianale, al Fosso Mandurini, al Fosso Viapiana e al Rio Pesche, quest'ultimo posto al confine con il territorio di Marzano Appio.



territoriale, fino ad Epoca classica caratterizzato unicamente da insediamenti sparsi, concentrati verso la zona pianeggiante, fu segnato in quota da una rete sempre più capillare di piccoli centri, spesso associati a strutture fortificate, disegnando un volto del tutto inedito per questo areale. Il fondovalle del territorio comunale è caratterizzato da una zona pianeggiante stretta fra le ultime propaggini del Roccamonfina e le prime formazioni carbonatiche del pre-appennino (Monte San Leonardo, Monte Cesima) che conformano uno stretto, quanto stabile e sicuro passaggio. Questo strategico lembo di territorio ha rappresentato per l'uomo, fin dalla Preistoria, il transito più sicuro fra la Valle del Liri e la Pianura Campana, da preferirsi tanto ai più pericolosi valichi appenninici, quanto alle zone più prossime al mare, sottoposte a continui impaludamenti. Un passaggio obbligato, quindi, utilizzato dagli Etruschi per colonizzare la Campania, poi dai Sanniti e monumentalizzato dai Romani dopo la conquista di questo territorio, verso la metà del IV sec. a.C., prima della più celebre consolare che interessa – a Ovest, lungo la linea litoranea – l'areale del Roccamonfina: la Via Appia. Il medesimo territorio era toccato – a Est – dal tracciato della Via Latina, che, partendo da San Pietro Infine (*Statio ad Flexum*), apriva il varco verso *Casilinum* e Capua [Panarello, 2007]. Ciò che preme sottolineare, focalizzando l'attenzione al territorio strettamente considerato, è che la Via Latina descritta da Strabone [Geografia, Libro V], a differenza della Via Appia, non conobbe oblio e fu usata senza soluzione di continuità, anche quando, durante il Medioevo, fu denominata Casilina (dal nome della sua destinazione, *Casilinum*, l'odierna Capua), subendo, fino ad epoca moderna, modeste variazioni di tracciato. Fu questa la strada della sofferta deportazione di Erchemperto verso Capua<sup>3</sup> che ne comprova, almeno indirettamente, l'uso nell'Alto Medioevo. Questa la viabilità usata dai pellegrini per raggiungere Roma e ancora, nella maggior parte dei casi, la cosiddetta *via Francisca* [Stopani, 2005] con la quale raggiungere il profondo Sud per salpare verso la Terrasanta. Un tratto di essa, come accennato, attraversa il territorio di Tora e Picilli e, benché la sede dell'antico tracciato sia ormai quasi del tutto obliterata, esso rimane facilmente individuabile dalle posizioni, secondo il costume romano [Caiazza, 1995], dei ruderi di alcuni monumenti sepolcrali. Non è, quindi, affatto casuale che, in forma serratissima, per i medesimi vincoli geomorfologici, tutte le moderne vie di comunicazione (odierna Statale SS. N° 6 Casilina, ferrovie, autostrada, TAV), ne seguano sostanzialmente l'andamento. Questo lascia ben comprendere il ruolo strategico svolto da questo territorio.

La viabilità che dalla Casilina si dirige verso il centro medievale di Tora (il *Castrum Thorae*), si pone ortogonalmente ad essa e, fino a pochi anni orsono, si presentava secondo un disegno netto e ben distinguibile. Tale viabilità, priva di accentuate curvature e tesa a seguire una di quelle "piste naturali" di cui si è accennato, era orientata verso il centro calderico (Figura 6.1). Il reticolo viario, certo non casualmente, collegava l'area più significativa della *Rufrium*<sup>4</sup> romana, della quale sono ancora visibili i ruderi dei suoi edifici pubblici, con il centro medievale, strategicamente ubicato in modo da obbligare quanti intenti a proseguire verso la *Rocce Monfini*, ad attraversare le due porte di cui era dotata la seconda cerchia di mura. Andamento, oggi, solo in parte percepibile<sup>5</sup> e radicalmente mutato con l'edificazione della viabilità post-unitaria, la rotabile Tora-Conca della Campania, la cui costruzione iniziò nel 1874 [Farinaro, 2017]. Se la fortificazione di Tora avvenne probabilmente solo a partire dal XII sec., dal momento che documenti più antichi fanno menzione unicamente di una "*curtis*" [Panarello et al., 2007], gli elementi desumibili dal territorio,

<sup>3</sup> Erchemperto, *Storia dei Longobardi* (a cura di Carucci A.). Salerno: Ripostes, 2003: 57.

<sup>4</sup> Importante *statio* della Via Latina, posta fra i centri di *Ad Flexum* (S. Pietro Infine) e *Teantum*, già *vicus* di epoca sannita dislocato ai piedi dell'abitato della Presenzano medievale. Il centro pubblico fu traslato dai Romani a cavallo della via consolare, investendo anche la loc. S. Felice ed il territorio di Tora e Picilli.

<sup>5</sup> Il tracciato, ancora ben indicato sulla cartografia ottocentesca, dopo aver attraversato la loc. Torelle, costeggiava il limite dell'area occupata nel corso del Settecento dal convento di San Antonio (l'attuale Via Frondelle), per dirigersi a monte della loc. Croci, direttamente ai piedi della porta orientale del *castrum*, da tempo scomparsa, la cui collocazione è ricordata unicamente dal toponimo "alle colonne" [Panarello et al., 2007].

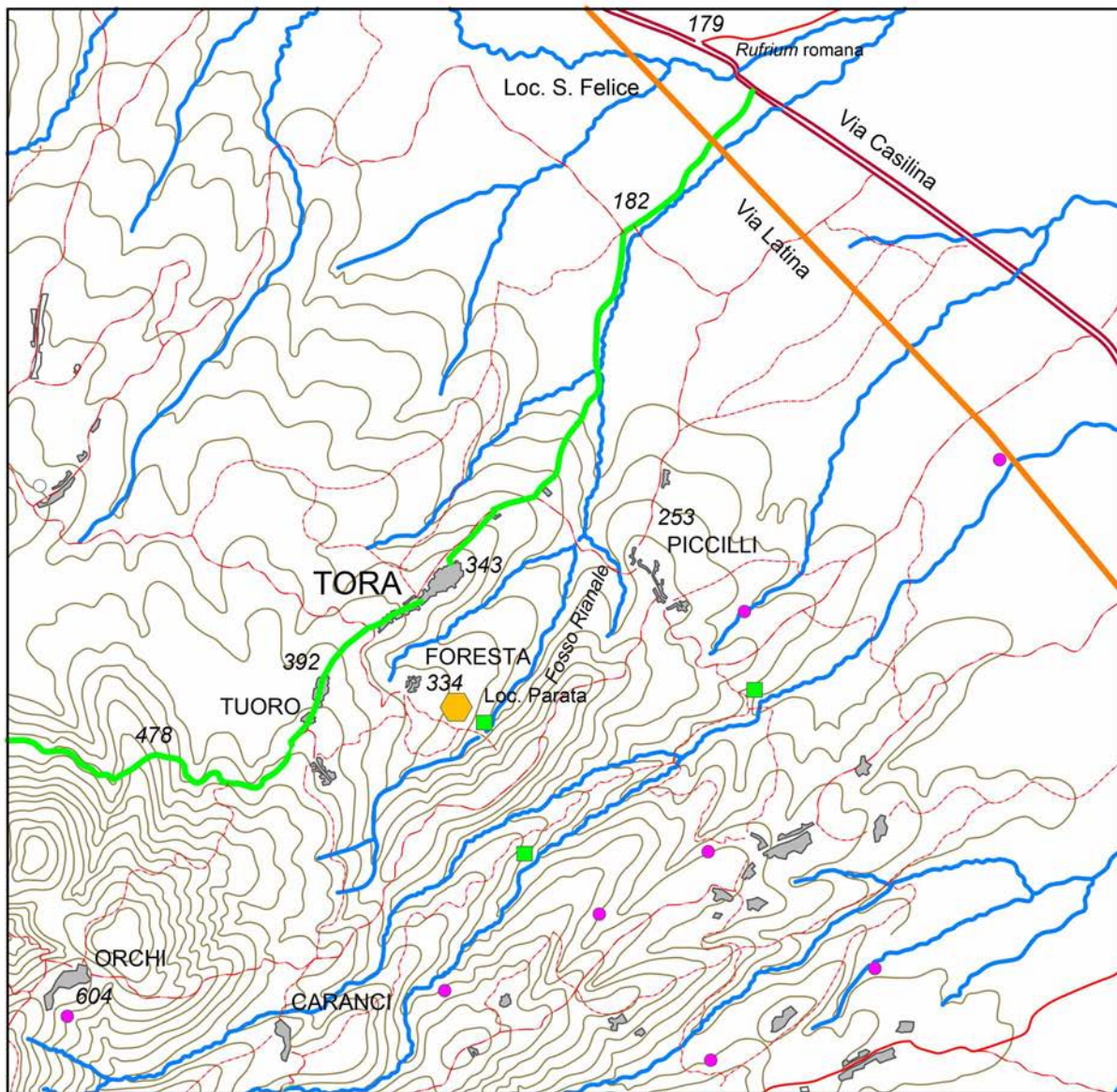


Figura 6.1 Cartografia desunta dalla carta del Reale Ufficio Topografico Napoletano del 1840 (rielaborazione dell'Autore). Curve di livello con incrementi di 18,5 m.



suggeriscono una più marcata vetustà di questo tracciato che potrebbe rappresentare uno dei percorsi più antichi, non solo di Tora e Piccilli, quanto dei versanti orientali del Roccamonfina, in uso già in epoca classica per lo sfruttamento agricolo anche del territorio collinare, a beneficio delle numerose ville rustiche che sorgevano a breve distanza dalla consolare [Farinaro, 2017].



Figura 6.2 Ponte sul Fosso Rianale.

A partire da questo asse di collegamento, orientato da est a ovest, dovette ramificarsi, a partire dal Basso Medioevo, una rete di viabilità secondaria, con il medesimo orientamento, nella maggior parte dei casi consistente in semplici sentieri percorribili a piedi o, nel migliore dei casi, con animali da soma, ugualmente tesa ad assecondare l'orografia dei luoghi. Questa rete, a giudicare da quanto ancora leggibile in epoca contemporanea ha, infatti, preferito sfruttare le dorsali collinari, così da risultare più stabile e duratura, necessitando di poche opere infrastrutturali, quali ponti, opere di contenimento, rilevati, indispensabili, invece, ai tratti di collegamento trasversali, obbligati a guardare i profondi fossati presenti fra una teoria di rilievi e quella contigua. Una delle opere più significative, a tal fine, è rappresentata dal ponte sul fosso Rianale, grazie alla quale risultavano più agevolmente collegati i centri di Tora e di Piccilli. Si tratta, almeno a giudicare dalle caratteristiche costruttive leggibili, del rifacimento moderno, riferibile ai secc. XVII-XVIII, di una più vetusta struttura (Figura 6.2). Seguendo questa logica è possibile collegare i segmenti primari della suddetta viabilità locale ad una maglia più ampia che ha interessato, fin dalla Preistoria, l'intero areale del Roccamonfina, in grado di collegare trasversalmente il mare con l'entroterra, per innestarsi nel percorso occupato in Età Storica dalla Via Latina, sviluppato ortogonalmente ad essa. In questa ottica si può spiegare anche l'esistenza e la persistenza del più antico sentiero del mondo [Panarello et al., 2017], il cui tracciato –

percorso dagli ominini del medio Pleistocene – si struttura in prossimità del Fosso Rianale<sup>6</sup> e, influenzato da geomorfologie aspre e vincolanti, alla ricerca di un fondo stabile e sicuro, ricalca ugualmente le logiche fin qui esposte. Tale sentiero resta incredibilmente segnato anche dalle moderne carte topografiche<sup>7</sup> poiché costantemente utilizzato fino a pochi decenni orsono, quando la località Parata veniva regolarmente frequentata. Oggi, lo stesso tratto di sentiero che attraversa il sito paleontologico delle “Ciampate del diavolo”, è regolarmente percorso dai turisti, oltre che dagli studiosi.

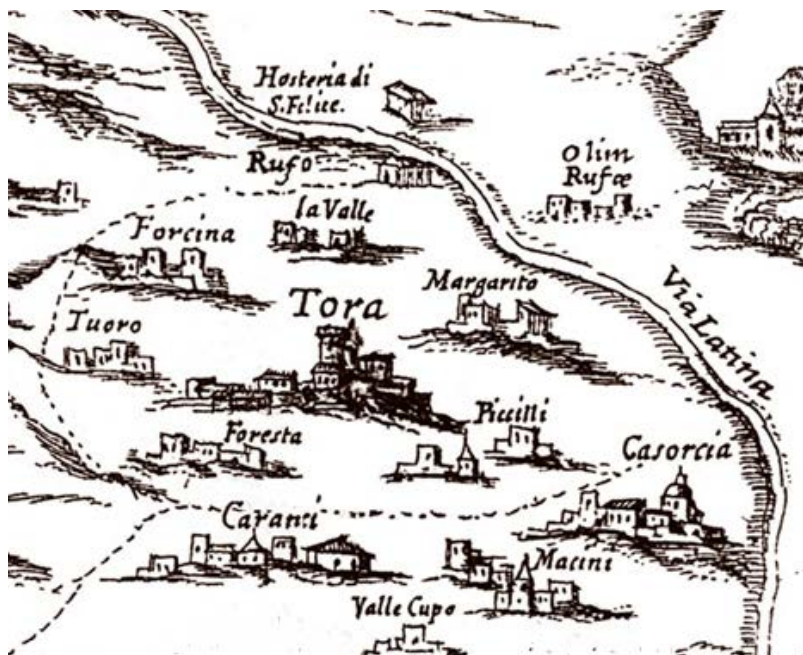


Figura 6.3 Carta della Diocesi di Teano del 1635. Stralcio.

Lo sviluppo complessivo della rete viaria si registrò in contemporanea al completamento dello scacchiere insediativo, con la nascita di tutti i casali, condizione perfettamente illustrata dalla nota cartografia della Diocesi di Teano<sup>8</sup> (Figura 6.3) fatta realizzare nel 1635 da Mons. De Guevara, nella fase cruciale dell’espansione degli abitati. Risultano infatti presenti, oltre a quello di Tora, i centri di Tuoro, Margherito, Foresta e Piccilli<sup>9</sup>, unitamente alle strutture agricole esistenti in località “Forcina” (oggi Porcina) e La Valle. Lo sviluppo dei casali, quanto della viabilità connessa, si giustifica, evidentemente, con la necessità di sfruttare capillarmente le potenzialità agricole e forestali del territorio. Fa eccezione il centro di Foresta, sorto per fungere, almeno in epoca più antica, da *silva venationis* dei signori del vicino *Castrum Thorae* [Panarello, 2005]. Un’altra cartografia, fondamentale per lo studio e la comprensione del territorio è una delle “Tavolette” in scala 1:20.000 elaborate dal Reale Ufficio Topografico Napoletano poco prima dell’unità d’Italia. In essa, infatti, non solo trova posto l’armatura stradale prima delle profonde modificazioni post-unitarie, ma anche tutta una serie di strutture strategiche per la vita e le

<sup>6</sup> In questo tratto distinto fra Fosso della Frena, a monte e Fosso del Cannello, a valle.

<sup>7</sup> IGM, serie 25v (Tavolette) – 1:25.000, 1942. 161 III S.O. (Mignano Monte Lungo) – 1946. 172 IV N.O. (Teano).

<sup>8</sup> Carta della Diocesi di Teano, 1635. Archivio Diocesano di Teano-Calvi (*Descriptio Theanensis Dioecesis in Campania Faelici Sidicinorum Regionem Complectens*).

<sup>9</sup> Si noti come il centro di Piccilli risulti ancora composto da due casali distinti: quello di valle (piedi) e quello di monte, sorto intorno alla chiesa di San Giovanni Evangelista, ma destinato ad una rapida crescita nel corso dei due secoli successivi, tanto da aspirare all’autonomia amministrativa e, pertanto, a scontrarsi con l’Università di Tora.



attività dell'uomo, dalle sorgenti ai mulini, dai ponti alle masserie, dalle fontane alle costruzioni agro-silvo-pastorali. Elementi particolarmente utili per comprendere le ragioni che sono alla base dello sviluppo stesso della viabilità antica, che unitamente ad una toponomastica in grado di rivelare ulteriori aspetti e dati significativi sull'uso del territorio, rendono questi rilievi particolarmente preziosi.



Figura 6.4 Fronte di cava (prevalentemente di pozzolana) tra le località Foresta e Tuoro Rosso.

Appare infatti essenziale, per una completa comprensione di certe dinamiche, connettere i caratteri geo-morfologici, cui si è accennato, con quelli socio-economici di epoca pre-industriale, le strutture realizzate sul territorio con la vita svolta dalla comunità locale, intimamente connessa ai prodotti della terra. Il territorio, oltre che particolarmente fertile e generoso, era in grado di offrire quanto necessario alla vita dell'uomo: anzitutto la presenza copiosa dell'acqua, in grado di soddisfare tutte le esigenze e frutto del continuo pellegrinaggio degli abitanti verso gli alvei torrentizi e le fonti, specie delle donne, che la utilizzavano per il lavaggio delle vesti e delle stoviglie, oltre che per l'approvvigionamento delle abitazioni, con notevole sacrificio fisico. Quindi abbondanza di legname, di frutti del sottobosco, di selvaggina. Il salto altimetrico registrato fra le zone basse e quelle alte del territorio consentiva di prediligere le prime per la coltivazione dell'olivo, della vite, delle nocciole e degli alberi da frutto, mentre le seconde venivano sfruttate soprattutto per la coltivazione della *Castanea sativa*, che mantellava, ieri come oggi, i versanti più alti dell'intero areale vulcanico del Roccamonfina [Migliozzi, 2005]<sup>10</sup>.

Unitamente allo sviluppo di piccole attività artigianali, un notevole peso nell'economia locale, assunse l'attività estrattiva e quella edile, ad essa strettamente connessa, particolarmente

<sup>10</sup> Un documento della cancelleria aragonese attesta la commercializzazione delle castagne nel 1467 quando, evidentemente, la loro coltivazione doveva già da tempo ricoprire un ruolo importante nell'economia del territorio. Nello stesso documento si citano altre merci che disvelano un interessante spaccato delle attività e dell'economia del Roccamonfina. Fra le altre: olio, grano, legname lavorato, mole per la macina, castagni [Migliozzi, 2005].

floride fra la fine del XVIII sec. e i primi decenni del Novecento, quando, non casualmente, si registrava una notevole crescita demografica<sup>11</sup>.

Le cave di pozzolana (Figura 6.4), sorte soprattutto intorno all'abitato di Piccilli, erano ben note per la qualità del prodotto estratto [D'Aprile, 2001], mentre quelle di tufo, attestate ad esempio in località Parata di Foresta (Figura 6.5), dove si ricercava un materiale molto compatto e di alta qualità (impropriamente detto "pipernoide"), furono utilizzate fin dal Medioevo per la costruzione del mastio, o del vecchio palazzo dei feudatari, dove i ruderi ancora in posto (un capitello d'angolo ed un portale archiacuto) testimoniano anche l'alta qualità della lavorazione e della posa in opera [Panarello et al., 2007].



**Figura 6.5** Fronte di cava in località Parata.

<sup>11</sup> Dal 1861 al 1901 si continuò a registrare una decisa crescita demografica. La popolazione passò da 1957 unità, a 2490 (dati ISTAT). Nutrita era la presenza di imprese edili, alcune di antica tradizione, specializzate nella lavorazione di stucchi artistici, come nella migliore tradizione della scuola napoletana. Fino agli anni Cinquanta del Novecento il tufo e la pozzolana venivano estratti nelle cave attive sul territorio. Ancora nel 1981 (dati del censimento) gli addetti dell'edilizia risultavano 59 su 1278 abitanti, pari al 4,61% della popolazione residente.



Ma la presenza di cave di tufo sul territorio di Tora e Picilli va ipotizzata fin dall'epoca classica [Panarello, 2008], dal momento che lacerti di *opus reticolatum*, realizzato in tufo locale, risultano impiegati tanto in ambienti attigui all'anfiteatro del centro romano di *Rufrium*, tanto nelle costruzioni delle strutture annesse alla vecchia chiesa di San Felice, a ridosso della *via Latina*. Segno evidente che in un ambito territoriale piuttosto ristretto avveniva tanto l'estrazione della dura trachite per la lavorazione delle macine da frantoio (come testimoniato da Catone, *De Agri Cultura*, 12.4; 135.2), tanto quella di tutti gli altri materiali in disponibilità. In particolare, proprio la località Parata, nella quale affiorano le icniti d'età medio-pleistocenica, è la concreta testimonianza del ruolo svolto dal territorio nell'economia e nella vita quotidiana della comunità, fino all'ultimo Dopoguerra e all'avvento dell'industrializzazione. In questi luoghi, molte cavità da cui si ricavano materiali<sup>12</sup> finivano per essere utilizzate per il deposito di derrate ed attrezzi, o come ricovero temporaneo per uomini ed animali.

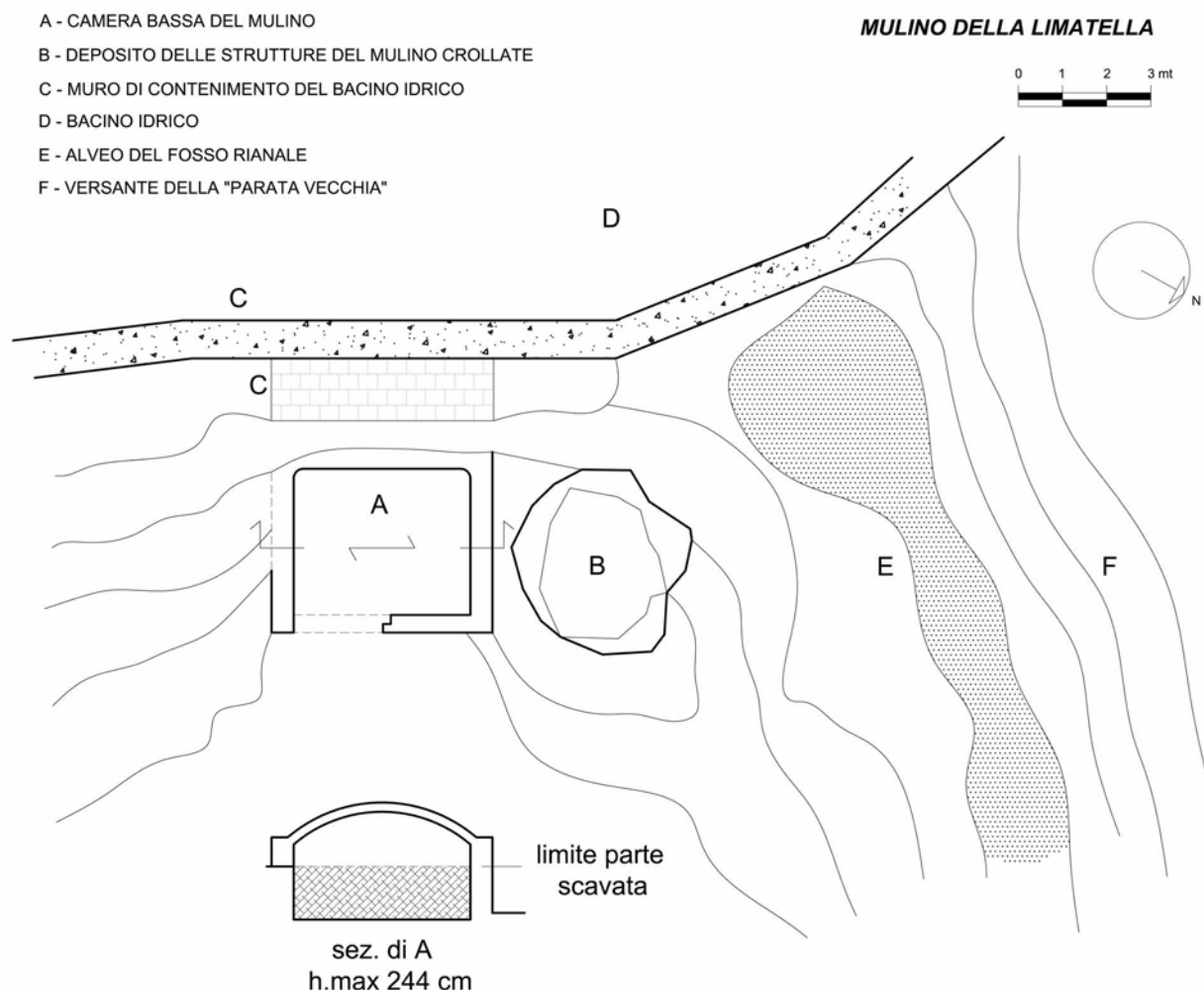


Figura 6.6 Mulino della Limatella. Schema planimetrico (elaborazione dell'Autore).

<sup>12</sup> La maggior parte delle estrazioni avvenivano in cave "a versante", piuttosto che spingersi a conformare delle grotte [Panarello A., 2008]. In ogni caso gli abitanti del posto erano abituati ad estrarre tufo e pozzolana, non solo nei luoghi deputati e sapientemente scelti, ma anche dal sottosuolo in cui insistevano le loro abitazioni, ottenendo il duplice obiettivo di ricavare materiale da costruzione e configurare ambienti sotterranei ottimi per la conservazione degli alimenti.

Si delinea così, sia pur a grandi linee, un quadro complessivo nel quale ben si focalizza, mercé la stabilità di questi versanti collinari e la sostanziale, invariata iterazione fra caratteri naturali ed attività antropica, come quest'ultima abbia avuto luogo fruendo dei medesimi tracciati utilizzati dai nostri antenati. Nonostante l'inevitabile obliterazione di molti elementi scientificamente significativi, alla luce di questi dati, le circostanze che hanno permesso la conservazione di icniti preistoriche appaiono ancora più uniche e straordinarie.



Figura 6.7 Mulino della Limatella. Muro di contenimento del bacino idrico.

Si pensi, infatti, solo alle circostanze per le quali il Mulino “della Limatella”, quasi sicuramente rimasto in funzione fino agli inizi del XIX sec. [De Angelis, questo volume, pp. 29-32], dovette determinare, fino a quell'epoca, una ancor più marcata frequentazione dell'areale. Le strutture superstiti del mulino non sono mai state oggetto di indagini sotto il profilo



architettonico e costruttivo. Di esse resta in piedi unicamente l'ambiente più basso, con accesso da valle, al di sopra del quale (da comprendere se in corrispondenza o meno) era posto il bottaccio. È un'unica camera coperta con una volta a botte ribassata impostata, a partire da una quota di circa 1,20 mt, direttamente sul banco tufaceo, opportunamente tagliato e svuotato per configurarne il piano di calpestio (Figura 6.6). Si tratta di una modalità tutt'altro che occasionale, poiché la prassi di impostare costruzioni voltate su sostruzioni ricavate dal taglio del masso sottostante, risulta diffusa nell'intero areale del Roccamonfina, specie per l'edificazione di alcune strutture a carattere agro-silvo-pastorale<sup>13</sup>. Il pezzame di tufo utilizzato per erigere le parti alte del perimetro e le strutture voltate veniva, in gran parte, ricavato dallo stesso volume di roccia tagliato per configurare la parte basamentale degli ambienti, generando notevoli economie nel processo costruttivo. Sulla scorta di queste modalità, anche nel caso in esame, le strutture murarie costruite "per aggiunta" presentano superfici molto limitate e, pertanto, risultano più difficilmente indagabili. Tuttavia, sulla scorta di quanto visibile e delle caratteristiche salienti delle murature di tufo, prodotte sul territorio, sembrano doversi riferire alla prima metà del XIX secolo<sup>14</sup>, o comunque ad un periodo non antecedente gli ultimi decenni del secolo precedente. Anche ciò che resta del soprastante muro di contenimento del bacino idrico, benché realizzato "a sacco", dovendo necessariamente pervenire ad un considerevole spessore presenta, sul fronte rivolto a valle, un paramento composto da conci coevi ai suddetti, se non di successiva fattura<sup>15</sup> (Figura 6.7). Alla luce di questi elementi sembra evidente che parte cospicua delle strutture ancora in posto rimandi ad un periodo prossimo a quello dei gravi episodi alluvionali che, agli inizi dell'Ottocento, sconvolsero l'intero territorio del Roccamonfina e, in particolare, il geosito delle "Ciampate del diavolo" con il suo diretto intorno territoriale. Con molta probabilità, i medesimi fenomeni naturali generarono anche il crollo delle strutture alte del mulino e delle opere di contenimento e canalizzazione, in parte ancora giacenti sul posto<sup>15</sup>.

Appare evidente che qualsiasi proposta di intervento di conservazione e valorizzazione del geosito non possa che contemplare anche il recupero delle strutture brevemente analizzate, poiché rappresentano l'ultimo elemento, in ordine di tempo, di un processo millenario di uso e di trasformazione del territorio, sul quale quelli d'età preistorica e quelli d'età moderna si affiancano o, spesso, si sovrappongono.

L'ambiente descritto può ragionevolmente proporsi quale tappa finale di un percorso conoscitivo delle attività svolte nell'area, al fine di comprendere meglio la complessa interazione fra uomo ed ambiente, fra elementi preistorici di interesse scientifico e strutture moderne, dovute ad una marcata antropizzazione. A tal fine il recupero delle strutture superstiti del mulino non può prescindere da quello ambientale, anche per questa parte del geosito.

## Bibliografia

- Caiazza D. (1995). *Archeologia e storia antica del mandamento di Pietramelara e del Montemaggiore, II. Età Romana*. Pietramelara: Banca Popolare di Ancona: 40-43.
- D'Aprile M. (2001). *Murature angioine aragonesi in Terra di Lavoro*. Napoli: Arte tipografica.
- De Angelis M. (questo volume). *Riscontri archivistici sull'origine del toponimo "Ciampate del*

<sup>13</sup> Si pensi, a titolo esemplificativo, ad una particolare tipologia di neviere con copertura a cupola presenti nel Comune di Roccamonfina.

<sup>14</sup> L'apparecchiatura risulta formata da pezzame di tufo, in alcuni casi grossolanamente regolarizzato sui quattro lati e non solo sbizzato, quasi a configurare un concio, oltre che spianati sulle facce e messi in posto su filari regolarizzati con l'uso di abbondante calce e di materiale minuto. L'altezza dei singoli elementi varia sensibilmente, dal palmo napoletano al palmo e mezzo (ricordando che la misura del palmo napoletano, dal 1480 al 1840, si attestava a 26,33 cm, come fissato da Federico I d'Aragona. Con la legge del 6 aprile 1840 la misura passò a 26,45 cm).

<sup>15</sup> Resta pertanto da comprendere se edificate in un periodo di poco precedente gli eventi alluvionali citati, o se alcune di esse vadano riferite a possibili interventi di rifunzionalizzazione, messi in campo per porvi rimedio.

- diavolo". In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 29-32
- Erchemperto (2003). *Storia dei Longobardi* (a cura di Carucci A.). Salerno: Ripostes.
- Farinaro G. (2017). *La viabilità post-unitaria in Terra di Lavoro. Materiali, manufatti e magisteri nella complessa dinamica per la costruzione della rotabile Tora - Conca della Campania*. In Farinaro G. (ed), *Per circum et in medio. Archeologia, Architettura, Arte e Storia nell'areale del Roccamonfina e nel suo intorno territoriale*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore: 109-139.
- Migliozzi G. (2005). *La civiltà del castagno nell'areale vulcanico del Roccamonfina*. Formia: d'Arco Edizioni.
- Panarello A. (2005). *Le impronte umane fossili di "Foresta". Per una lettura storica del sito e una corretta interpretazione della scoperta scientifica*. Vairano Scalo: Intergraphica.
- Panarello A. (2007). *La Via Latina tra i miliari CVI - CIX nel territorio di Caianello*. In A. Panarello, *Terra filiorum Pandulfi*. V. Vairano Patenora: 5-20 con bibliografia.
- Panarello A. (2008). *Cave e cavatori di tufo nell'areale del sistema vulcanico del Roccamonfina (Caserta). Primi passi nella conoscenza del patrimonio archeominerario dell'alta Terra di Lavoro*. Napoli: Autorinediti.
- Panarello A. (2016). *L'areale vulcanico interno del Roccamonfina: quadri ambientali e analisi di contesto*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A., Farinaro G., De Simone A. (2007). *Castrum Thorae. Storia ed evoluzione del castello e del borgo di Tora in Terra di Lavoro*. Formia.
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M.R., Mietto P. (2017). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* Journal of Archaeological Science: Reports, 13: 476-490.
- Santello L. (2009). *Evoluzione del complesso vulcanico del Roccamonfina*. In Panarello A. (ed.), *Conoscere il Roccamonfina - 1. Il geosito*. Atti del convegno - Roccamonfina, 11 luglio 2009. Roccamonfina: Comune di Roccamonfina: 1-10.
- Stopani R. (2005). *Guida ai percorsi della Via Francigena nell'Italia meridionale*. Sesto Fiorentino: Le Lettere.



# Uomini e fauna a Foresta: il contesto paleoambientale

Maria Rita Palombo

IGAG-CNR, c/o Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma

Keywords Grandi mammiferi; Orme; Biocronologia; Paleoambiente; Paleoecologia; Aureliano ELMA | *Large Mammals; Footprints; Biochronology; Palaeoenvironment; Palaeoecology; Aurelian ELMA*

## Abstract

Le impronte di mammiferi finora identificate nell'Icnosito di Foresta (due brevi piste - *Proboscipeda panfamilia* e *Hippipeda*, e poche impronte isolate - *?Ursichnus europaeus* e *Artiodactipedia*) sono analizzate nel contesto delle dinamiche evolutive delle faune di grandi mammiferi e dei cambiamenti paleoambientali durante il Pleistocene medio (MIS13-MIS6). La presenza a Foresta di orme impresse in breve tempo durante le fasi finali del MIS 10 da mammiferi che prediligono ambienti diversi evidenzia la potenzialità di ulteriori ricerche e indagini approfondite, nel sito e nelle aree circostanti, per meglio comprendere lo sfruttamento delle risorse e le scelte insediative dei gruppi umani in un particolare ambiente vulcanico durante un periodo glaciale.

*The mammalian footprints identified so far in the Foresta Ichnosite (two short tracks - Proboscipeda panfamilia and Hippipeda, and few isolated footprints - ?Ursichnus europaeus and Artiodactipedia) are analyzed in the context of evolutionary dynamics of large mammal faunas and palaeoenvironmental changes during the Middle Pleistocene (MIS13-MIS6). The presence at Foresta of footprints impressed in a short time during the MIS 10 final stages by mammals preferring different environments highlights the potential of further in-depth research and investigations, at the site and in the surrounding areas, to better understand the resource exploitation and settlement choices of human groups in a peculiar volcanic environment during a glacial period.*

## Introduzione

I paesaggi, gli ambienti come noi oggi li conosciamo, così come la biodiversità che li caratterizza, sono il frutto di una lunga storia evolutiva, effetto dell'interazione profonda tra la dinamica degli eventi geologici ed il mutare dell'assetto paleogeografico e del sistema climatico che, nel corso del tempo, hanno interessato il nostro Pianeta. L'azione sinergica di fattori biotici ed abiotici e i processi di *feedback* ad essa connessi hanno guidato la dinamica evolutiva degli organismi viventi in un continuo mutare della struttura degli ecosistemi.

Un ruolo chiave è stato certamente svolto dal clima e dal suo variare a scala globale. Durante la storia evolutiva del pianeta Terra, in particolare durante il Cenozoico, i cambiamenti climatici sono stati un fenomeno ricorrente [Zachos et al., 2001] e alcuni dei cambiamenti più significativi della struttura della fauna si sono sviluppati in concomitanza del mutare del sistema climatico. In particolare, le fasi con marcata diminuzione della temperatura media hanno avuto un forte impatto sulle comunità a mammiferi terrestri alle medie latitudini dell'emisfero boreale. Ne è un esempio, fra gli altri, la cosiddetta "*Grande Coupure*" di Stehlin [1910], che ha determinato il rinnovo delle faune Europee tra la fine dell'Eocene e l'inizio dell'Oligocene, circa 36-34 milioni di anni fa, in corrispondenza del progressivo raffreddamento climatico, che vide il primo formarsi di ghiacci effimeri nella regione antartica [ad es., *inter alios*, Francis et al., 2008].



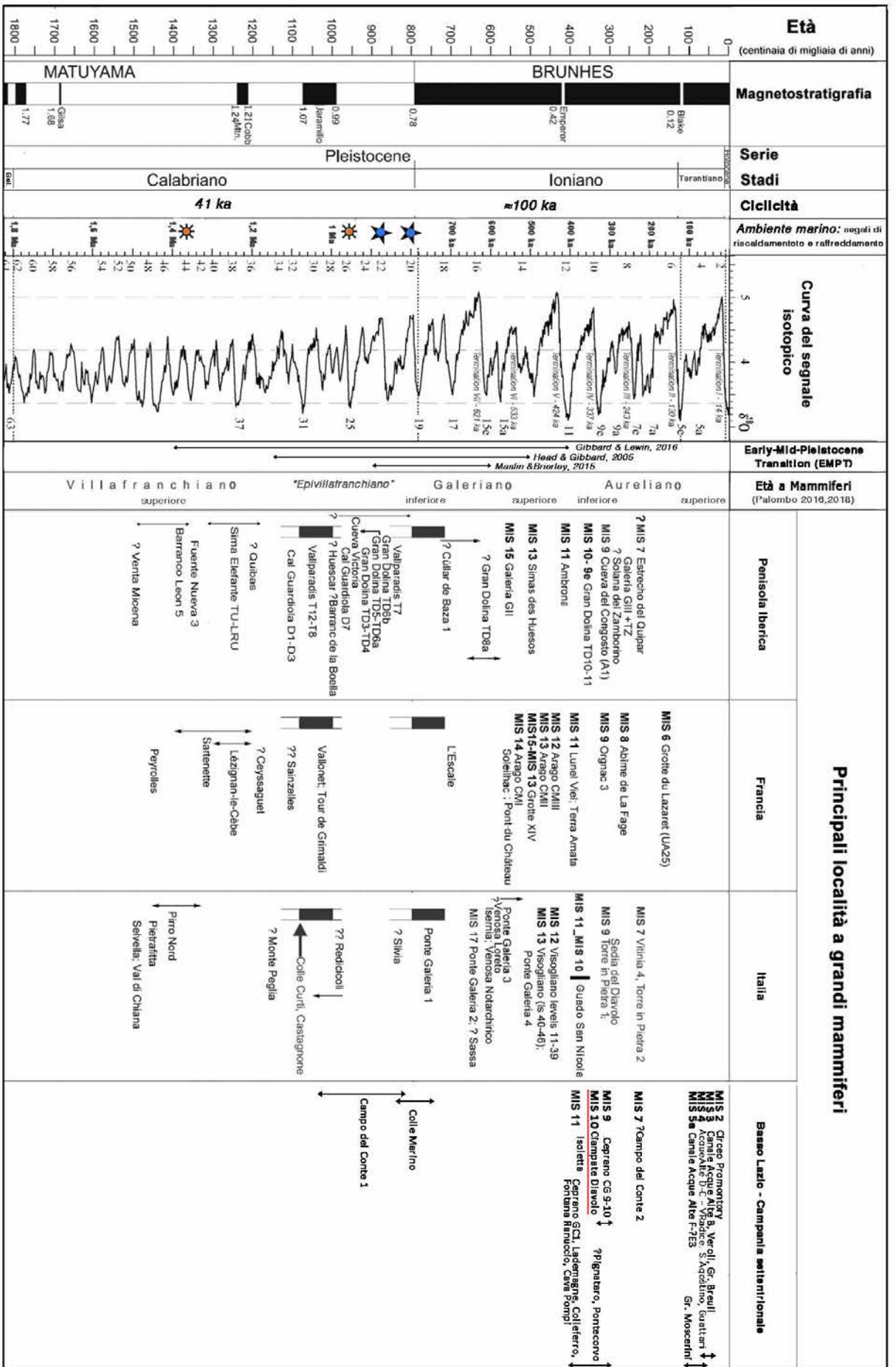


Figura 7.1 Schema cronologico integrato con indicazione della correlazione negli ultimi 1,9 milioni di anni tra le principali faune dell'Europa meridionale e gli stadi isotopici definiti in ambiente marino.

Durante il Quaternario, vale a dire negli ultimi 2,6 milioni di anni, il ciclico mutare del sistema climatico, che ha visto l'alternarsi di fasi con temperature medie più fresche/fredde (glaciali) e fasi con temperature più miti/calde (interglaciali) ed il progressivo ampliarsi della durata e dell'intensità delle oscillazioni (Figura 7.1), ha avuto un ruolo determinante nel guidare le dinamiche di flora e fauna. Le variazioni delle condizioni climatiche, temperatura e piovosità, possono aver determinato, nel caso delle piante, l'espansione o la contrazione dell'areale di alcuni *taxa*, con conseguente modificazione della copertura vegetale a scala locale o regionale. Nel caso dei mammiferi terrestri, clima e modificazioni ambientali possono aver determinato, da un lato, bioeventi di dispersione con l'arrivo di nuove specie in nuovi territori, dall'altro, l'estirpazione di specie peculiari di ben definite condizioni climatico-ambientali. Questi eventi hanno alterato di fatto l'equilibrio interno delle paleocomunità, determinando l'instaurarsi di nuovi rapporti di competizione ed interazione tra le specie, innescando processi che, a loro volta, possono aver determinato una ulteriore evoluzione della configurazione tassonomica ed ecologica delle faune a mammiferi [vedi, ad es., *inter alios*, Dynesius & Jansson, 2000; Agusti et al., 2001; Fortelius et al., 2002; Barnosky, 2005; Vrba, 2005; Faith & Behrensmeyer, 2013; Magri & Palombo, 2013; Palombo, 2014; 2016 con bibliografia].

Di particolare rilevanza, per il suo impatto sugli ecosistemi, è stato il lungo periodo noto come *Early Middle Pleistocene Transition* (EMPT) [Head & Gibbard, 2005, 2015; Maslin & Ridgwell, 2005; Lang & Wolff, 2011; Maslin & Brierley, 2015], la cui durata è variamente stimata dagli autori, fino ad un massimo di 1 Ma (tra 1,4 e 0,4 Ma) (vedi discussione in Gibbard & Lewin [2016: 135]). È questo un periodo fondamentale nella storia climatica del Pianeta Terra, che vede il passaggio tra l'intervallo climatico dominato dalla periodicità di 41 ka e l'instaurarsi di una nuova periodicità di circa 100 ka. Durante la EMPT si verifica un progressivo aumento dell'ampiezza delle oscillazioni climatiche, il cui andamento diventa asimmetrico, con una diminuzione relativa della durata degli interglaciali, mentre i glaciali aumentano progressivamente in intensità e durata (Figura 7.1). La crescente instabilità climatica ha portato cambiamenti importanti nella struttura degli ecosistemi terrestri, sebbene dati relativi all'Europa meridionale indichino come flora e fauna abbiano risposto agli stimoli climatici con ritmi e in modi diversi (vedi, per esempio, Magri & Palombo [2013]; Sadori et al. [2013]; Palombo [2014, 2018a]).

Varie linee di ragionamento concorrono, inoltre, ad indicare come i prodromi del manifestarsi di periodi di instabilità ambientale possano essere fra i fattori che hanno favorito la dispersione in Europa occidentale dei primi gruppi umani in quanto ecologicamente più flessibili ed opportunisti nello sfruttare un più ampio spettro di risorse rispetto a quello di specie più specializzate, loro possibili competitori [Carrion et al., 2011; Palombo, 2010, 2013 con bibliografia; Rodríguez et al., 2017; Moncel et al., 2018; Rodríguez & Mateos, 2018]. Una più stabile ed ampia presenza di gruppi di ominini si registra agli inizi del Pleistocene medio, durante le fasi finali della EMPT, con la diffusione in Europa occidentale di *Homo heidelbergensis* e della cultura Acheuleana (vedi, ad es., *inter alios*, Dennel et al. [2011]; Rodríguez et al. [2016]; Moncel & Ashton [2018]; Manzi [2019] con bibliografia). La presenza di gruppi umani dai più riferiti a questa specie [cfr. Manzi, 2016; Di Vincenzo et al., 2017 con bibliografia] è attestata in Italia già a partire da circa 600 ka [Pereira et al., 2015], ed è ancor più frequentemente documentata, anche nel Lazio meridionale e zone limitrofe, a partire da circa 400 ka (stadio isotopico marino (MIS) 11, ~420–395 ka) [Pereira et al., 2015; 2016; 2018 con bibliografia]. È ad uno di questi gruppi umani che verosimilmente appartenevano gli individui che, intorno a 350.000 anni fa, hanno impresso le loro orme nelle ignimbriti ancora calde e fangose del Roccamonfina.

## MIS 11: l'affacciarsi di nuovi scenari

L'intervallo temporale tra circa 428-420 e 397-395 mila anni fa (MIS 11, all'incirca equivalente agli stadi *Holstianian* dell'Europa nord-occidentale e *Hoxonian* dell'Inghilterra) rappresenta

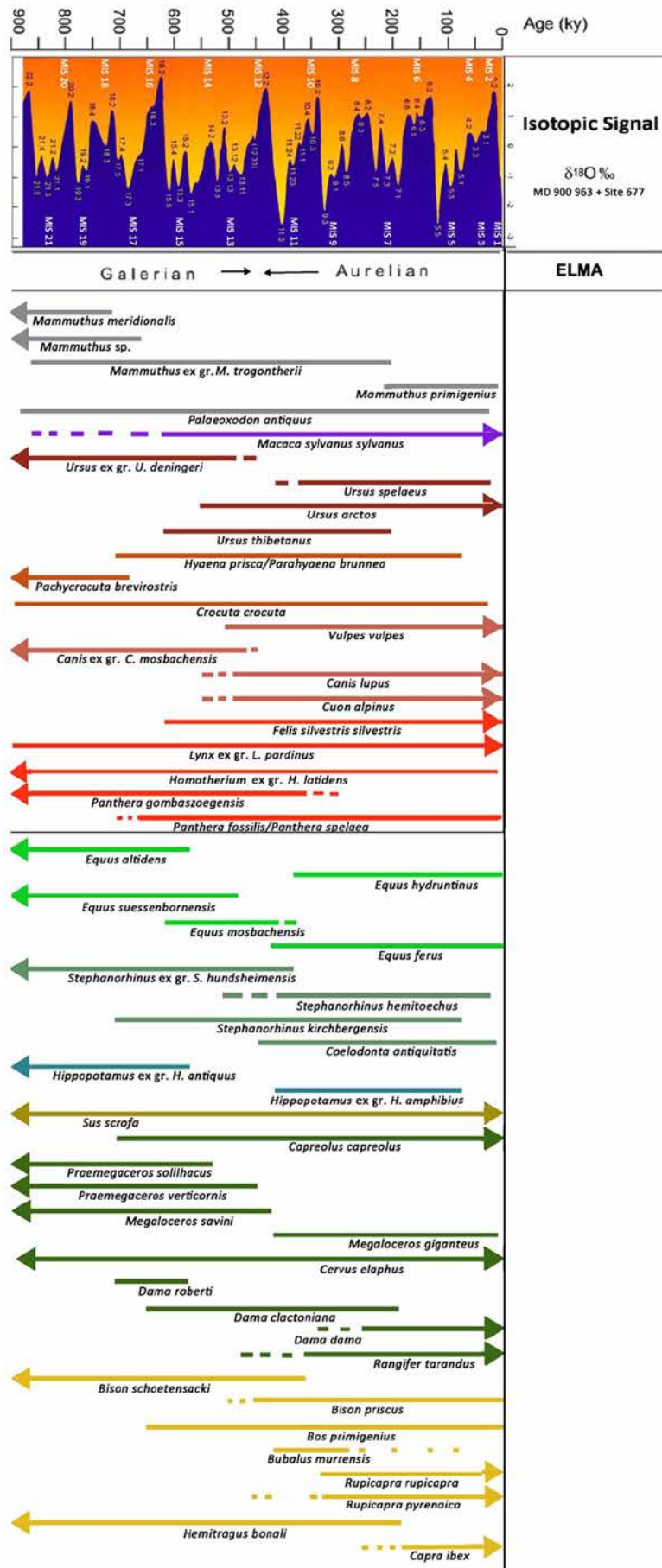


Figura 7.2 Intervalli cronologici nei quali è attestata la presenza di ciascuno dei principali taxa di grandi mammiferi in Europa sud-occidentale dalla transizione “Pleistocene inferiore medio” fino al “Pleistocene superiore” (modificata da Palombo [2018a]).

l'interglaciale più lungo e caldo degli ultimi 5 milioni di anni e potrebbe costituire un potenziale analogo dell'attuale interglaciale (MIS 1). Lo studio di questo interglaciale è, quindi, di particolare interesse per ipotizzare quale sarebbe stato il futuro riscaldamento del clima in assenza delle alterazioni indotte dall'uomo [vedi, ad es., Howard, 1997; Mcmanus et al., 2003; Raynaud et al., 2005; Candy et al., 2014; Yin & Berger, 2015; Oliveira et al., 2018 per una discussione]. Secondo alcuni autori (vedi, ad es. Lisieki & Raymo [2005]), la transizione tra MIS 12 e MIS 11 segna la fine della EMPT. Da questo momento, il sistema climatico del Pianeta Terra ha visto interglaciali con oscillazioni più ampie (ad eccezione del MIS 3) rispetto a quelle che avevano caratterizzato i cicli glaciale/interglaciale precedenti [Lang & Wolff, 2011]. Durante il MIS 11, il livello del mare è più alto che nel presente, la temperatura superficiale del mare ad alte latitudini è "calda" e si registrano insolite fioriture di plancton calcareo, le barriere coralline si espandono e la circolazione termoalina si intensifica.

In ambiente continentale, in particolare in Europa, si registra una generale espansione delle foreste [vedi, ad es., Tzedakis, 2005; Combourieu-Nebout et al., 2015 con bibliografia], ma che presentano, tuttavia, oscillazioni e contrazioni già dai primi stadiali più freschi (MIS 11c, 406.2–404.5 ka) [Kousis et al., 2018]. In particolare, i modelli basati sui dati pollinici indicano una ridotta copertura forestale durante il MIS 11c, rispetto all'Olocene, riduzione che è in massima parte dovuta alle minori precipitazioni invernali, fondamentali per lo sviluppo delle foreste nell'area mediterranea [Oliveira et al., 2018 con bibliografia].

Anche la maggior parte dei dati concernenti la fauna terrestre, inclusa quella a mammiferi, conferma la predominanza, in gran parte dell'Europa occidentale, di associazioni con struttura ecologica del tutto compatibile con condizioni climatiche miti ed ampia estensione delle aree boschive [vedi, *inter alios*, Ashon et al., 2006; 2008; Kahlke et al., 2011; Polly & Eronen, 2011; Candy et al., 2014; Palombo, 2014; 2016; 2018a; Blain et al., 2015; Limondin-Lozouet et al., 2015 con bibliografia].

Il MIS 11 vede anche l'intensificarsi di quel rinnovamento tassonomico e strutturale delle faune a grandi mammiferi che registra, da un lato, la progressiva rarefazione e scomparsa delle specie che avevano caratterizzato le faune cosiddette Galeriane (*Galerian European Land mammal Age*, ELMA) del tardo Pleistocene inferiore e primo Pleistocene medio, dall'altro, la graduale comparsa di alcune delle specie che costituiranno il nucleo della fauna Europea attuale [confronta Palombo, 2009; 2018b per una discussione] (Figura 7.2).

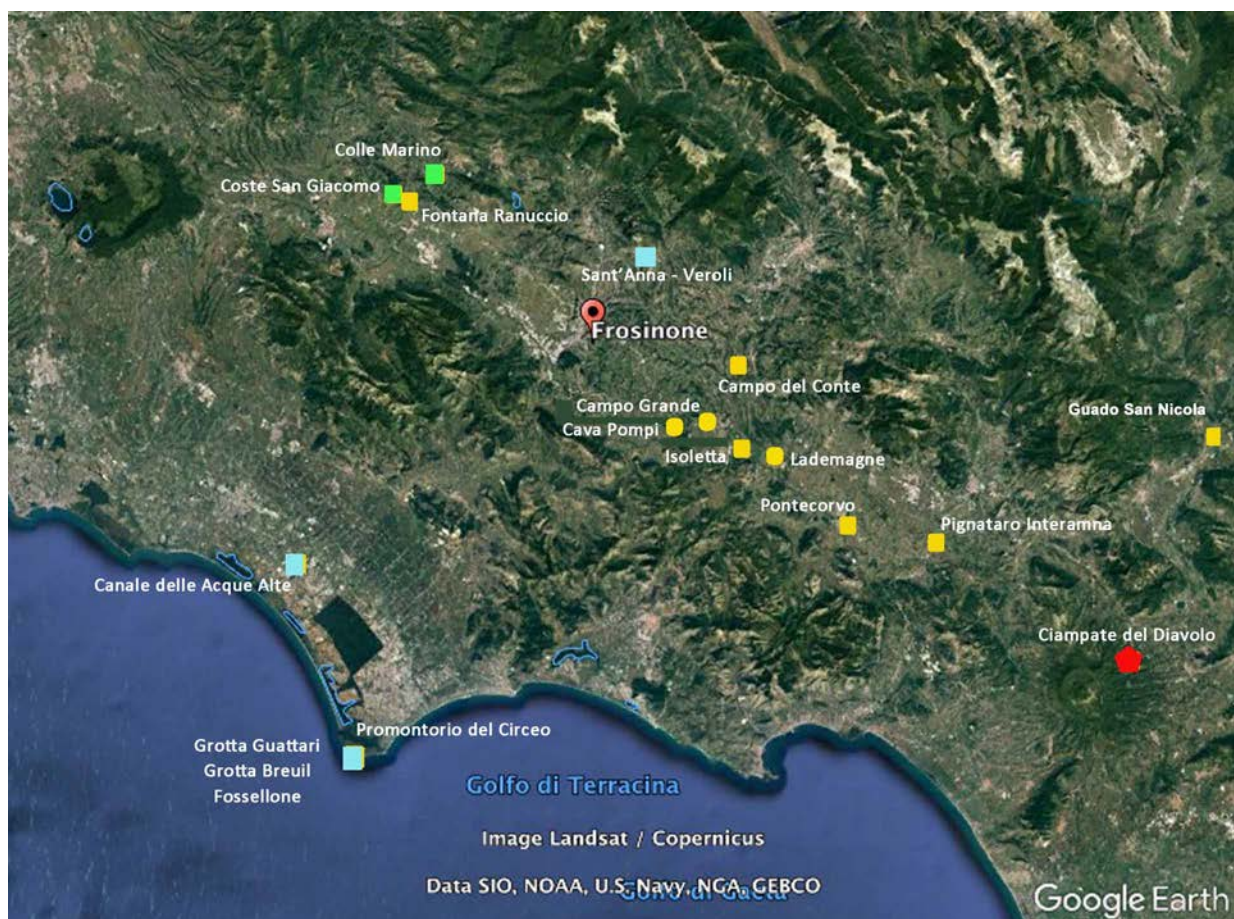
Per sottolineare la rilevanza del turnover tassonomico al passaggio dalle faune Galeriane a quelle post-Galeriane, i paleontologi italiani avevano proposto, nel 1997, l'istituzione di una nuova ELMA, denominata Aureliano, la cui caratterizzazione si basava principalmente sulla composizione tassonomica di faune locali italiane presenti in depositi del Pleistocene medio superiore e superiore MIS 10 - MIS 2), affioranti nel Bacino Romano lungo la via Aurelia [Gliozzi et al., 1997: 372].

L'acquisizione di nuove evidenze dimostra, tuttavia, che alcuni tra i grandi mammiferi più comuni nelle faune locali dell'Europa occidentale riferite all'Aureliano erano già presenti nel Pleistocene inferiore, circa 1 milione di anni fa (ad es. *Palaeoloxodon antiquus*, *Crocuta crocuta*, *Lynx pardinus*, *Sus scrofa*), o agli inizi del Pleistocene medio (MIS 19 - MIS 12) (ad es. *Ursus arctos*, *Ursus thibetanus*, *Vulpes vulpes*, *Cuon alpinus*, *Felis silvestris*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Dama clactoniana*, *Bison priscus*, *Bos primigenius* e forse *Rupicapra pyrenaica*), oppure, al più tardi, durante il MIS 11 (es. *Hippopotamus ex gr. H. amphibius*, il capriolo moderno *Capreolus capreolus*, e *Megaloceros giganteus*) (Figura 7.2) [Palombo, 2018b con bibliografia]. Appare, quindi, evidente la necessità di ridiscutere estensione e significato dell'Aureliano, come del resto prevedibile dal momento che qualsiasi assetto biocronologico proposto per le faune a mammiferi è fortemente condizionato dalla discontinuità nel tempo e nello spazio del record fossile del dominio continentale e rende ogni schema e ogni unità biocronologica suscettibile di modifiche in funzione dell'acquisizione di nuovi dati [Lindsay, 2003; Palombo, 2004; 2009].



In considerazione di quanto esposto e tenendo conto: i) dei cambiamenti climatici e ambientali verificatisi a partire dal MIS 11; ii) della peculiarità di questo interglaciale rispetto a quelli che lo precedono nel Pleistocene medio (livello del mare più alto rispetto a quello attuale come conseguenza della diminuzione dell'estensione delle calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide occidentale, andamento del riscaldamento climatico simile a quello dell'Olocene per quanto attiene l'effetto serra e la variabilità dell'insolazione); iii) del numero di *taxa* che fanno la loro comparsa in quel momento (Figura 7.2); iv) dell'andamento della diversità funzionale che caratterizza la fauna a grandi mammiferi dal MIS 11 [Palombo, 2016], l'ipotesi di estendere cronologicamente l'Aureliano ad includere il MIS 11 sembra essere, al momento, la più ragionevole [cfr. Palombo, 2018b].

Il configurarsi, nel corso del MIS 11, di nuovi scenari è, almeno in parte, confermato anche dalle indicazioni disponibili per il Lazio meridionale e territori limitrofi, anche se alcuni aspetti relativi alla flora e all'assetto tassonomico di alcune faune richiedono ulteriore approfondimento e discussione.



**Figura 7.3** Localizzazione dei siti del Pleistocene medio (MIS 11 - MIS 7) con fauna a mammiferi citati nel testo (1. Fontana Ranuccio, 408 +/- 10 ka; 2. Cava Pompei, >397 +/- 10 ka; 3. Lademagne livelli 1-2, 415- 381 ka; 4. Isoletta ESR1-GA6Z -ESR4, 411- 346 ka; 5. Ceprano-Campo Grande CG1, intorno a 380 ka; 6. Ceprano Campo Grange CG9-CG10, <353 ka; 7. Colle Avarone, probabilmente penecontemporaneo a Ceprano CG9-CG10; 8. Campo del Conte 2, MIS 7; 9. Cava Panzini-Pontecorvo ?MIS 11 - MIS 9; 10. Pignataro Interamna (?); 11. Guado San Nicola, 400 -345 ka; 12. Ciampate del diavolo, 349-350 ± 3 ka) e dei principali siti del Pleistocene superiore del Lazio meridionale citati in Tabella 1.

## La Valle Latina ed i territori limitrofi al Roccamonfina: le evidenze tra MIS 11 e MIS 7

Molti tra i siti del Pleistocene medio dell'Italia centrale, che documentano la varietà della fauna a mammiferi tra circa 420 e 190 ka e testimoniano la diffusione dei gruppi umani attraverso non solo la presenza di industria litica e su osso, ma anche con resti attribuiti a *H. heidelbergensis* [Calvario di Ceprano, Manzi, 2016] o non chiaramente identificabili [ad es. Cava Pompei, Biddittu & Segre, 1978], sono localizzati nei bacini estensionali del Lazio meridionale/Valle Latina (Bacino di Anagni, caratterizzato dalla presenza di depositi piroclastici del complesso vulcanico dei Colli Albani, nei bacini della media valle del Sacco (Bacino di Ceprano), sede di episodi localizzati eruttivi del vulcanismo Ernico e nel bacino di Pontecorvo-Cassino, i cui depositi sono prevalentemente di origine fluvio-lacustre) (Figura 7.3).

Il sito di Fontana Ranuccio (Bacino di Anagni) è senz'altro fra i più noti per quanto attiene la mammalofauna, che è stata a lungo considerata epitome delle faune del Galeriano superiore [Unità Faunistica, U.F., di Fontana Ranuccio, *sensu* Gliozzi et al., 1997]. Dal livello fossilifero, individuato nel 1976 in una sequenza piroclastica del complesso vulcanico degli Albani, provengono alcuni denti (un incisivo laterale, due primi molari inferiori, e forse un canino superiore) con caratteristiche della struttura interna che ricordano già quelle di *Homo neanderthalensis* [Zanolli et al., 2018 con bibliografia] ed un gran numero di strumenti, inclusi bifacciali litici e su osso [Biddittu & Segre, 2009 con bibliografia]. Sin dalla sua prima segnalazione, al livello a industria e fauna era stata attribuita un'età  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  di  $458 \pm 12$  ka (MIS 12) [Biddittu et al., 1979], che collocava la fauna tra le più recenti del Pleistocene medio inferiore. L'età della maggior parte delle faune Europee successivamente attribuite all'U.F. di Fontana Ranuccio cade, infatti, nell'intervallo cronologico corrispondente al MIS 13 e MIS 12 [Palombo, 2014 con bibliografia]. Recentemente, tuttavia, nuove datazioni  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  del livello archeologico (unità FR4) di Fontana Ranuccio hanno dato un'età di  $408 \pm 10$  ka, approssimativamente corrispondente all'*optimum* climatico del MIS 11 [Pereira et al., 2018]. La differenza fra le due date è, probabilmente, dovuta al fatto che gli xenocristalli di leucite del livello sabbioso datati da Biddittu et al. [1979] erano stati ripresi da un livello di pozzolane rosse di età sostanzialmente coincidente con la datazione [circa 457 ka, Karner et al., 2001], che a Fontana Ranuccio è presente al di sotto del livello archeologico. Da osservare come Palma di Cesnola [2001] avesse già ipotizzato per il livello archeologico un'età più recente vista la tipologia dei bifacciali ritenuti, da questo autore, di tecnica troppo evoluta per l'età ad essi attribuita.

Il riferimento ad una fase climaticamente mite (inizio del MIS 11) è in accordo con la struttura ecologica della fauna. Quest'ultima è caratterizzata, infatti, rispetto alle faune precedenti, da una diminuzione dell'incidenza dei *taxa* che prediligono ambienti aperti, mentre le specie ubiquiste, ecologicamente più flessibili, sono il gruppo ecologico dominante e quelle di ambiente boschivo, o che indicano condizioni climatiche temperato-calde, tendono ad aumentare [Moigne et al., 2006; Palombo, 2007; 2016]. In base alla nuova data ottenuta da Pereira et al. [2018] per il livello archeologico, la mammalofauna di Fontana Ranuccio rientra nell'intervallo cronologico dell'Aureliano, *sensu* Palombo [2018b], così come altre faune locali della stessa area geografica, quali, ad esempio Isoletta e Lademagne, la cui composizione tassonomica è del tutto compatibile con quella delle faune Aureliane come vennero definite a suo tempo da Gliozzi et al. [1997]. L'attribuzione delle faune summenzionate all'Aureliano solleva, tuttavia, alcuni interrogativi circa la valenza come indicatore cronologico di *Cervus elaphus eastephanoceros*, dal momento che in faune considerate cronologicamente simili sarebbero presenti sottospecie di cervo nobile a diverso livello evolutivo. A Gaudio San Nicola (Monteroduni, Molise), ad esempio, Sala et al. [2014] segnalano la presenza della sottospecie arcaica *Cervus elaphus acoronatus*, mentre a Isoletta e Lademagne sarebbe presente la forma moderna di cervo nobile [Palombo, 2018b] (Tabella 7.1a, b).

Stadio Isotopico marino	MIS 13	MIS 12	? 12-MIS 7)	MIS 11	? (MIS 11 or younger)
<b>Cronologia</b>	MIS 13 (Falgout et al., 2004, 2010)	MIS 12 (Dimuro et al., 2010), c. 30 ka (Arno et al., 2014), c. 0.5 Ma (Falgout et al., 2010), c. MIS 13	480-300 ka (Alvarez-Pouso et al., 2017), MIS 12, MIS 9, MIS 8, MIS 7, MIS 6, MIS 5, MIS 4, MIS 3, MIS 2, MIS 1 (Falgout et al., 2011)	408 +/- 10 ka (Pereira et al., 2016), c. 400 ka (Bodini et al., 1975; Muñoz et al., 2009)	c. 0.435 c. 0.2 Ma (Berger et al., 2008), MIS 10- MIS 7
<b>Località</b>	AragoCMI	AragoCMI	Serra de les Huixes, Solana del Zamborino	Fontana Ranuccio	Colleferro, Schöningen Channel I, Arago CS LI, Terra Amata, Ambrona, Swanscombe, Castel di Guido, Ceprano CG1, Cava Panzini-Fontecorvo, Schöningen Channel II, Lunel Viel, Grotto Dolina TD16-TD11 (ATA-FU 6)
<b>Principali taxa di grandi mammiferi</b>					
<b>AFROTHERIA</b>					
<b>Proboscidea</b>					
<i>Elephantini</i> indet.					
<i>Mammuthus</i> ex gr. <i>M. trogontherii</i>		X	X		
<i>Palaeoloxodon antiquus</i>			X	X	X
<b>EUARCHONTOGLIRES</b>					
<b>Primates</b>					
<i>Homo</i> sp.					
<i>Homo heidelbergensis</i>	X	X			
<i>Macaca sylvanus sylvanus</i>			X	X	
<b>LAURASIATHERIA</b>					
<b>Carnivora-Caniformia</b>					
<b>Ursidae</b>					
<i>Ursus</i> ex gr. <i>U. deningeri</i> *	X	X	X		
<i>Ursus spelaeus</i>					
<i>Ursus</i> sp.					
<i>Ursus arctos</i>	X	X		X	X
<i>Ursus thibetanus</i>					
<b>Hyaenidae</b>					
<i>Hyaena prisca/Parahyaena brunnea</i>					
<i>Crocuta crocuta</i>			X		X
<b>Canidae</b>					
<i>Vulpes praeglacialis</i>					
<i>Vulpes vulpes</i>	X	X	X		
<i>Canis</i> indet.					
<i>Canis</i> ex gr. <i>C. mosbachensis</i>	X	X			
<i>Canis lupus</i>			X		
<i>Canis priscus</i>	X	X		X	X
<i>Canis alpinus</i>					
<b>Carnivora - Feliformia</b>					
<b>Felidae</b>					
<i>Felis silvestris silvestris</i>	X	X	X		
<i>Lynx</i> ex gr. <i>L. pardinus</i> (including <i>Lynx pardinus spelaeus</i> / <i>Lynx spelaeus</i> )	X	X	X		
<i>Homotherium</i> ex gr. <i>H. latidens</i>					
<i>Panthera gombaszoegensis</i>			X (sp.)		
<i>Panthera spelaea</i>	X	X	X	c.f.	
<i>Panthera pardus</i>	X				
<b>LAURASIATHERIA</b>					
<b>Perissodactyla</b>					
<b>Equidae</b>					
<i>Equus</i> sp.					
<i>Equus hydruntinus</i>					
<i>Equus mosbachensis</i>	X	X		X	
<i>Equus ferus</i>			X		
<b>Rhinocerotidae</b>					
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>	X	X	X	X	
<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>					
<i>Coelodonta antiquitatis</i>					
<i>Stephanorhinus</i> sp.				X	
<b>Cetartiodactyla</b>					
<b>Hippopotamidae</b>					
<i>Hippopotamus</i> ex gr. <i>H. amphibius</i>			X	X	
<b>Suidae</b>					
<i>Sus scrofa</i>			X	X	
<b>Cervidae</b>					
<i>Capreolus</i> sp.					
<i>Capreolus "priscus"</i>					
<i>Capreolus capreolus</i>			X		
<i>Megacerini</i> indet 1					
<i>Megacerini</i> indet 2			X		
<i>Praemegaceros</i> sp.					
<i>Megaloceros</i> sp.					
<i>Megaloceros giganteus</i>				X	
<i>Cervus elaphus</i>			X	X	
<i>Cervus elaphus acononatus</i>					
<i>Cervus elaphus eastephanoceros</i>	X	X			
<i>Cervus elaphus "priscus"</i>					
<i>Dama</i> sp.					
<i>Dama clactoniana</i>	X	X		X	
<i>Dama dama</i>			X		
<i>Rangifer tarandus</i>	X	X			
<b>Bovidae</b>					
<i>Bovinae</i> indet. (large)					
<i>Bison</i> sp. (small)					
<i>Bison schoetensacki</i>	X				
<i>Bison priscus</i>		X		X	
<i>Bos primigenius</i>	X		X	X	
<i>Bubalus murrensis</i>					
<i>Caprini</i> (enlarged tribe) indet.					
<i>Rupicapra rupicapra</i>					
<i>Rupicapra aff. R. pyrenaica</i>		X			
<i>Præovibos priscus</i>	X	X			
<i>Ovis ammon antiqua</i>	X	X			
<i>Hemifragus bonali</i>	X	X			
<i>Capra ibex</i>					
<i>Capra pyrenaica</i>					

Tabella 7.1a, b Comparazione tra i dati sulla mammalofauna deducibili dall'incorecord di Foresta e la composizione tassonomica delle principali faune locali a grandi mammiferi del Lazio meridionale (azzurro,



Stadio Isotopico marino	MIS 11- MIS 10	MIS 10		MIS 9			?MIS 8	MIS 8	MIS 7		MIS 6									
Cronologia	415-381 ka (Pereira et al., 2016)	409-371 ka MIS 11 (Pinto et al., 2014; Pereira et al., 2016)	411-346 ka MIS 11-MIS 10 (Pereira et al., 2018)	-397 +/- 10 ka (Pereira et al., 2018)	? MIS 10 (close in age to CG9-CG10, Isidori, 2004)	~ 303 ± 8 ka (Nomade et al., 2011; Pereira et al., 2016)	348-350 ± 3 ka (Pavanello et al., 2017a), MIS 10	MIS 9 (Fajulante et al., 2010; Moncel et al., 2011, 2012)	MIS 9 (Palombo et al., 2004)	MIS 9 (Conzo et al., 1980; Cole et al., 1998; Vila et al., 2019)	c. 330 MIS 9 (Anzidei et al., 2012; Pereira et al., 2017)	c. 0.28 Ma (Aribea and Palmqvist, 1999)	c. 300k, early MIS 8a (Moncel et al., 2011, 2012)	MIS 8 (Moncel et al., 2011, 2012)	MIS 7 (Palombo et al., 2003)	MIS 7 (Conzo et al., 1980; Cole et al., 1998; Vila et al., 2019)	c. 208 ka - MIS 7 (Berger et al., 2008)	? MIS 7 (ort. CG9 paleomagnetic inversion, see Jimenez-Arana et al., 2011)	150-170 ka MIS 6 (de Lumley et al., 2004; Weiss, 2009)	
Località	Lademagne (level 1-level 2)	Quinto San Nicola	Isoletta (ESR1-GAGZ-ESR4)	Cava Pompei	Colle Avarone	Ceprano CG9-CG10	Ciampate del Diavolo	Orgnac 3 Level 7-3	Sedila del Diavolo	Torre in Pietra 1	La Polledrara di Caccabibbio	Cueva del Congosto (A1)	Orgnac 3-level 2	Orgnac 3 level 1	Campo del Conte 2	Torre in Pietra 2	Galena Gili +TZ	Estrecho del Qujgar	Lazareti (~UJ25)	
Principali taxa di grandi mammiferi																				
AFROTHERIA																				
Proboscidea																				
<i>Elephantini</i> indet.																				
<i>Mammuthus</i> ex gr. <i>M. trogontherii</i>	X	cf.	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X
<i>Palaeoaloxodon antiquus</i>																				
EUARCHONTOGLIRES																				
Primates																				
<i>Homo</i> sp.								X												
<i>Homo heidelbergensis</i>				?X			X				X									
<i>Macaca sylvanus sylvanus</i>				X				X			X					X			X	
LAURASIATHERIA																				
Carnivora-Caniformia																				
Ursidae																				
<i>Ursus</i> ex gr. <i>U. deningeri</i> *								X					X							
<i>Ursus spelaeus</i>								?		cf.		X				X				
<i>Ursus</i> sp.	X						X					X	X	X	X	X				
<i>Ursus arctos</i>								X											cf.	X
<i>Ursus thibetanus</i>													X							
Hyaenidae																				
<i>Hyaena priscus/Parahyaena brunnea</i>																				
<i>Crocuta crocuta</i>			X						X			X	X	X		X			X	
Canidae																				
<i>Vulpes praegalciensis</i>																				
<i>Vulpes vulpes</i>									X		X			X		X	X			X
<i>Canini</i> indet.																				
<i>Canis</i> ex gr. <i>C. mosbachensis</i>																				
<i>Canis lupus</i>			X						X	X	X	X		X	X		X		X	X
<i>Cuon priscus</i>									X											
<i>Cuon alpinus</i>												cf.	sp.					X		
Carnivora - Feliformia																				
Felidae																				
<i>Felis silvestris silvestris</i>									X					X				X		X
<i>Lynx</i> ex gr. <i>L. pardinus</i> (including <i>Lynx pardinus spelaeus/Lynx spelaeus</i> )									X								X		X	X
<i>Homotherium</i> ex gr. <i>H. latidens</i>																				
<i>Panthera gombaszoegensis</i>																				
<i>Panthera spelaea</i>													X	X			X		X	X
<i>Panthera pardus</i>												cf.	X						X	X
LAURASIATHERIA																				
Perissodactyla																				
Equidae																				
<i>Equus</i> sp.						X	X	X												
<i>Equus hydruntinus</i>									X			X	X							
<i>Equus mosbachensis</i>																				
<i>Equus ferus</i>	X	cf.	cf.						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rhinocerotidae																				
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>									X	X	X	cf.	X	X	X		X	X	X	
<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>		X																		
<i>Coelodonta antiquitatis</i>																				
<i>Stephanorhinus</i> sp.				X		X														X
Cetartiodactyla																				
Hippopotamidae																				
<i>Hippopotamus</i> ex gr. <i>H. amphibius</i>	X						cf.		X							X				
Suidae																				
<i>Sus scrofa</i>	X								X	X	X	X	X	X	X	X				
Cervidae																				
<i>Capreolus</i> sp.																				
<i>Capreolus "priscus"</i>																				
<i>Capreolus capreolus</i>								?X	X				X	X	X		X			X
<i>Megacerini</i> indet 1																				
<i>Megacerini</i> indet 2		X		X																
<i>Praemegaceros</i> sp.																				
<i>Megaloceros</i> sp.																				
<i>Megaloceros giganteus</i>			X								X			X					X	X
<i>Cervus elaphus</i>	X		X	X	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
<i>Cervus elaphus acoronatus</i>		X																		
<i>Cervus elaphus eastephanoceros</i>																				
<i>Cervus elaphus "priscus"</i>																				X
<i>Dama</i> sp.	X	X	X			X														
<i>Dama clactoniana</i>					cf.			X	X	?			X				X			
<i>Dama dama</i>									X											
<i>Rangifer tarandus</i>													X							
Bovidae																				
<i>Bovinae</i> indet. (large)									X					X						
<i>Bison</i> sp. (small)																			X	
<i>Bison schoetensacki</i>																				
<i>Bison priscus</i>									X					X	X				sp.	
<i>Bos primigenius</i>		X	X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		cf.	X
<i>Butalus murrensis</i>												X								
<i>Caprini</i> (enlarged tribe) indet.																				
<i>Rupicapra rupicapra</i>									X				X							X
<i>Rupicapra</i> aff. <i>R. pyrenaica</i>																				
<i>Praeovibos priscus</i>																				
<i>Ovis ammon antiquus</i>																				
<i>Hemitragus bonali</i>									X					X	X			X		
<i>Capra ibex</i>																			X	X
<i>Capra pyrenaica</i>												X								

grassetto) e di alcune faune francesi (verde), spagnole (arancione), italiane (azzurro) per le quali è tentativamente indicata la correlazione con gli stadi isotopici dal MIS 11 al MIS 6 (Aureliano inferiore, *sensu* Palombo [2018b]).



Di particolare interesse è anche il sito archeologico di Guado San Nicola (Figura 7.3), individuato nel 2005 quasi alla sommità di un terrazzo fluviale del Volturno, che comprende quattro diversi livelli fossiliferi. Questi fanno parte di una sequenza stratigrafica di oltre due metri di spessore, caratterizzata dall'alternanza di strati fluviali ghiaiosi e sabbiosi, ricchi in materiali vulcanoclastici originati dall'attività del Roccamonfina. La documentazione archeologica e paleontologica attesta la prolungata frequentazione del sito da parte di gruppi umani la cui tecnologia sembra collocarsi alla transizione tra Paleolitico inferiore e medio [Muttillio et al., 2014; Peretto et al., 2014; 2016]. Le analisi geocronologiche, effettuate con due distinti metodi (datazioni  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  su monocristalli di sanidino tra  $400 \pm 9$  ka e  $345 \pm 9$  ka, e ESR/U su denti di mammiferi,  $364 \pm 36$  ka), concorrono ad indicare che i livelli di occupazione umana si sono depositi in un intervallo temporale che si estende da fasi avanzate del MIS 11 a quelle iniziali del MIS 10 (all'incirca tra 400 e 390 ka, comunque non più tardi di 336 ka) (vedi Pereira et al. [2016] per una discussione). Nel loro insieme, i dati disponibili relativi alla mammalofauna (Tabella 7.1a, b) indicherebbero un ambiente misto con «aree boschive, anche ad arbusti, che ospitavano principalmente i cervidi ed aree più aperte, con elefante, uro e cavallo. Il rinoceronte poteva trovare pascolo in ambedue le aree. Si ipotizza inoltre che, per la presenza del rinoceronte di Merck e dell'uro e la mancanza di indicatori freddi, questa associazione debba essere attribuita ad uno o più momenti temperati o temperato-caldi» [Sala et al., 2014: 70]. Le analisi archeozoologiche, ancorché basate su un campione non particolarmente ricco, suggerirebbero una caccia prevalentemente indirizzata verso i grandi mammiferi di ambiente aperto o moderatamente arborato, vista, ad esempio, la presenza di tracce di macellazione su pochi resti di *Equus* e *Stephanorhinus* [Sala et al. 2014]. Orian et al. [2013] hanno avanzato l'idea che questo particolare tipo di caccia possa essere stata favorita dall'ampliarsi degli spazi aperti connesso all'instaurarsi di condizioni climatiche più fredde. Tale ipotesi necessita, tuttavia, del supporto di ulteriori dati.

All'incirca coevo al precedente potrebbe essere il sito di Cava Pompei (Figura 7.3), scoperto nel 1961, quando nell'omonima cava furono identificati due diversi livelli archeologici, facenti parte di una sequenza stratigrafica all'epoca esposta, ma attualmente non più accessibile [Biddittu & Segre, 1978]. Il livello inferiore (Livello 5) ha restituito industria su basalto, selce e osso, resti di mammiferi (Tabella 7.1a, b) e pochi resti umani (un'ulna, una tibia e un frammento di volta cranica). Nel livello superiore (Livello 3), sono stati individuati, per contro, solo pochi manufatti e rari resti di equidi. Recentemente, Pereira et al. [2018] hanno ottenuto un'età radiometrica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  di  $397 \pm 10$  ka per cristalli di sanidino campionati in un paleosuolo di una sezione esposta a circa 200 m a sud-est dalla sezione originale. Tale paleosuolo, ritenuto corrispondente a quello presente alla base del livello 5, si è sviluppato su un substrato vulcanico primario della sequenza di depositi del vulcano poligenico di Pofi. Tenendo conto dei tempi necessari alla formazione di un paleosuolo, ed ipotizzando che il paleosuolo datato sia effettivamente lo stesso che affiorava a Cava Pompei, si può ragionevolmente supporre che il livello 5 si sia depositato dopo la fine del MIS 11.

La fauna di Cava Pompei (Tabella 7.1a, b), per la quale manca uno studio di dettaglio, include poche specie ed è pertanto poco significativa per poter fornire indicazioni attendibili sia per quanto attiene la cronologia, sia riguardo le caratteristiche dell'ambiente circostante il sito al momento della deposizione del livello archeologico. La presenza del macaco e di un megacerino, forse riferibile a *Megaloceros giganteus*, potrebbe far ipoteticamente supporre la presenza di aree forestate, forse intervallate da zone prative più o meno estese, come suggerirebbe la presenza dell'elefante antico. Difficile anche ipotizzare le condizioni climatiche. Infatti, sebbene le specie presenti siano particolarmente frequenti quando il clima è mite, tutte sono in grado di sopportare anche condizioni climatiche più fresche, quali quelle instauratesi alla transizione con il MIS 10. I resti umani, per i quali non sono state evidenziate affinità con *H. neanderthalensis*, eccezion fatta, per esempio, per quanto asserito da Stringer et al. [1998] e Trinkaus & Ruff [2012], sono stati generalmente attribuiti a *H. heidelbergensis*, oppure considerati poco diagnostici [ad es., Passarello & Palmieri, 1968; Biddittu & Segre, 1977; Manzi et al., 2011].

Nel bacino di Ceprano, a circa 7 km E-N-E da Cava Pompei, si trova il sito di Campogrande-Ceprano, ben noto per la scoperta, nel 1994, del calvario del cosiddetto “uomo di Ceprano”, che, per vari decenni è stato considerato come il più antico reperto umano noto in Italia, con un’età stimata di 800-900 ka, ed attribuito ad una forma evoluta di *Homo erectus*. Ulteriori e più approfondite analisi delle caratteristiche morfologiche indicano, tuttavia, che si tratta di una forma arcaica di *H. heidelbergensis* [cfr. Manzi, 2016 e Di Vincenzo et al., 2017, con bibliografia]. Un dettagliato studio multidisciplinare, che si è avvalso di analisi stratigrafiche, sedimentologiche, tafonomiche, geochimiche, palinologiche, archeologiche e di micromorfologia dei depositi dell’area e di due sondaggi effettuati nel sito, ha consentito di dimostrare che il Calvario è in giacitura primaria, e che il suo seppellimento in un’area perilacustre e le prime fasi diagenetiche sono avvenuti durante una fase interglaciale. In base a queste evidenze ed alle indicazioni cronologiche fornite sia dalla datazione K/Ar [ $385 \pm 20$  ka, Ascenzi & Segre, 1997] ottenuta per un livello di tefra leucitico stratigraficamente successivo a quello contenente il calvario [Manzi et al., 2010], sia dalla datazione Ar/Ar [ $353 \pm 4$  ka, Nomade et al., 2011] ottenuta dai feldspati campionati sopra questo stesso livello, un riferimento al MIS 11 sembra il più corretto [Manzi et al., 2010]. Purtroppo non sono disponibili dati floristici o faunistici a ulteriore supporto della cronologia. Da un lato, infatti, granuli di polline sono stati rinvenuti solo in sondaggio in livelli sottostanti il calvario e le sequenze polliniche rilevano la presenza di due fasi forestali, dominate da *Corylus*, *Carpinus betulus*, *Quercus* e *Abies* sviluppatesi durante il MIS 13 [Margari et al., 2018]; dall’altro, il livello da cui proviene il cranio non ha restituito alcun resto di mammifero. Un cranio con difese di *Palaeoloxodon antiquus* è stato, tuttavia, individuato in livelli sabbiosi e argillosi facenti parte di un sistema fluviale a canali intrecciati (“braided system”) considerati penecontemporanei al, o di poco più recenti del livello contenente il calvario (confronta Manzi et al. [2010]; Pereira et al. [2018]: Figura 2). La stessa cronologia può essere ipotizzata per i resti di mammiferi rinvenuti nell’area di Campogrande durante sopralluoghi effettuati al seguito della scoperta del cranio nelle aree indicate come CG9 e CG10 [Biddittu, 2004]. I resti (Tabella 7.1a, b), fortemente alterati da processi di “weathering” e che, in alcuni casi, presentano evidenti tracce di trasporto anche prolungato [Palombo, dati inediti], non possono essere considerati un campione valido per fornire indicazioni paleoambientali.

La documentazione paleobiologica (flora e fauna) del sito di Isoletta (Figura 7.3) è, per contro, potenzialmente molto più interessante. A Isoletta, sito situato a pochi chilometri a sud-est della città di Ceprano, in prossimità della confluenza del Sacco con il Liri, una sequenza stratigrafica di più di 30 m di spessore fu messa in luce negli anni ‘70 del secolo scorso, durante la costruzione della linea ferroviaria ad alta velocità. La sequenza si è deposta in un arco temporale di circa 65 ka [411-346 ka, Pereira et al., 2018], corrispondente al MIS 11 e MIS 10, ed è costituita principalmente da livelli di sabbie e ghiaie, in cui sono stati identificati orizzonti con industria litica e su osso, macroflora e fauna (molluschi dulcicoli, pesci, anfibi, mammiferi). Sono presenti anche livelli di tefra e paleosuoli [Zarattini, 1999; Pereira et al., 2018].

I risultati dell’analisi geologica, paleobotanica e paleontologica preliminare [Zarattini, 1999] indicano che la sequenza si è deposta in ambienti fluvio-lacustri e fluviali, la cui evoluzione è stata influenzata dagli eventi che hanno interessato il Bacino Lirino. Inizialmente, l’ambiente deposizionale era costituito da un bacino lacustre di margine, prossimo alla riva, in cui era presente abbondante vegetazione igrofila ed alimentato da reticolo di modesti immissari che convogliavano le acque del deflusso superficiale. Il bacino nel tempo è stato soggetto ad una fase di lento e progressivo colmamento. La presenza di un paleocanale, inciso nei depositi lacustri, evidenzia, tuttavia, fasi di erosione, forse dovute a momenti di piena. In seguito, si instaurò un ambiente tipicamente fluviale, a regime variabile, proprio di piane alluvionali, caratterizzate dallo sviluppo di un reticolo intrecciato di canali multipli con direzione, portata e tasso di sedimentazione variabili (“braided system”). I dati floristici relativi alla fase lacustre suggeriscono la presenza di un ambiente misto, caratterizzato da ampi spazi prativi e fasce

boschive che, inizialmente, vedono la presenza prevalente di abeti, querce e faggi, per passare, poi, ad un ambiente subaereo dominato dalle aghifoglie (pini e abeti), ma con faggi, querce, frassini e ontani.

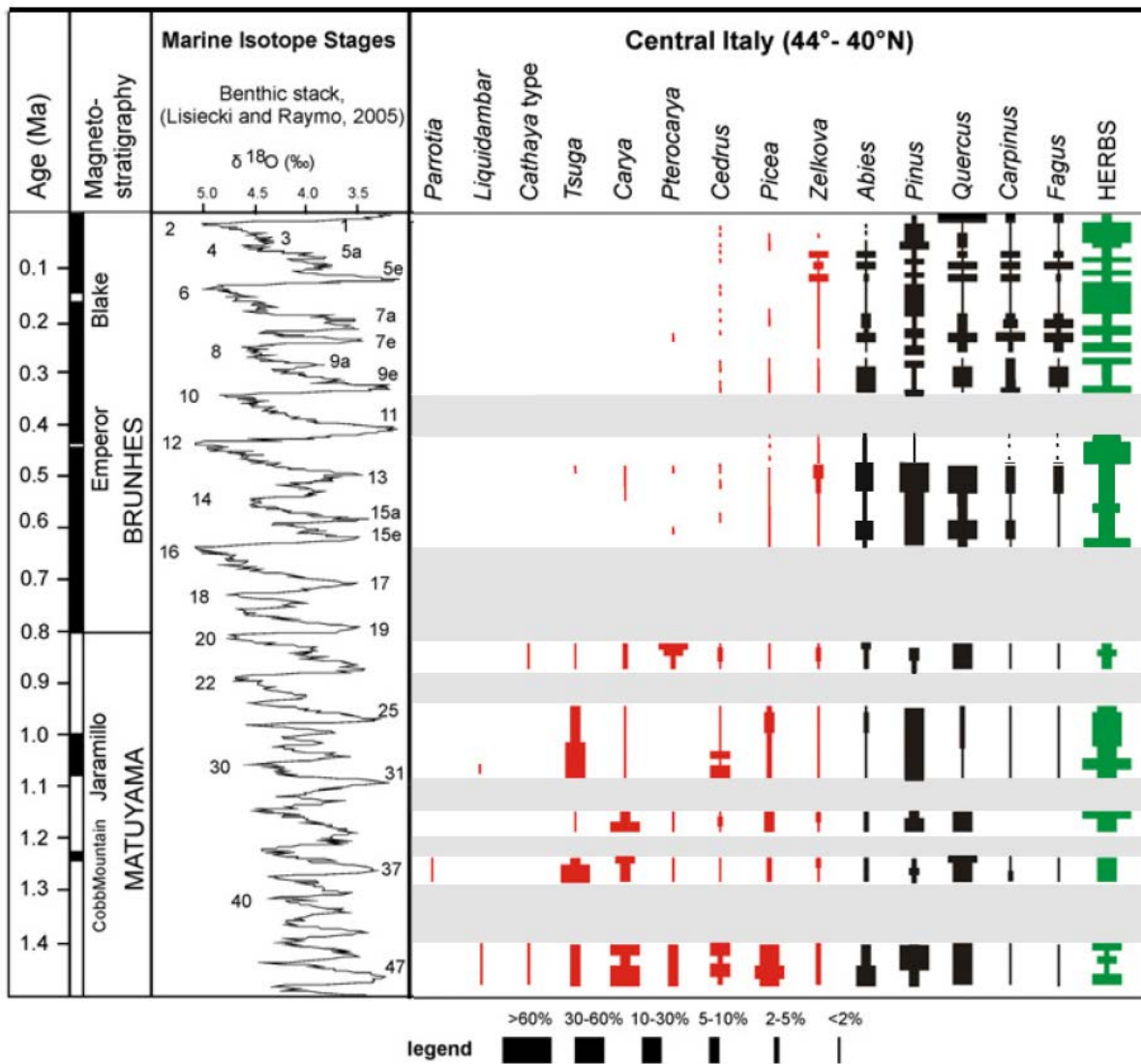
I risultati preliminari dell'analisi della struttura ecologica della fauna a mammiferi, il cui studio tassonomico è, tuttavia, ancora in corso, sono in sostanziale accordo con la ricostruzione paleoambientale, confermando la presenza di ambienti a mosaico [Palombo, dati inediti]. In base ai dati relativi alla diversità funzionale, calcolata con il metodo proposto da Palombo [2016], i taxa che prediligono ambienti arborati/di foresta aperta risultano, infatti, essere il gruppo ecologico dominante, anche se, fra gli erbivori, i pascolatori hanno incidenza di poco inferiore ai brucatori e agli erbivori a dieta mista, che hanno peso tra loro pressoché equivalente [Palombo, dati inediti].

La presenza nell'antico bacino Lirino, di ambienti a mosaico (boschi alternati a aree prative e zone umide in vicinanza di corsi e specchi d'acqua) durante il MIS 11 è confermata anche dai pochi dati forniti dai resti di mammiferi rinvenuti nei due livelli a fauna ed industria litica e su osso individuati a Lademagne, sito scoperto nel 1965 a ovest di Isoletta e a pochi chilometri da San Giovanni Incarico [Biddittu et al., 2012 con bibliografia]. La sequenza affiorante è molto simile a quella messa in luce ad Isoletta (prevalenza di depositi sabbiosi-ghiaiosi cui sono intercalati livelli ricchi di prodotti vulcanici), ancorché depostasi in un intervallo più breve [415-381 ka, Pereira et al., 2018], sostanzialmente corrispondente al solo MIS 11.

Nel Bacino di Pontecorvo-Cassino, i siti più interessanti, per quanto attiene le mammalofaune, sono quelli di Cave Panzini-Pontecorvo e di Pignataro Interamna (Figura 7.3).

Il giacimento di Pignataro Interamna è noto, sin dalla prima metà del secolo scorso, per la scoperta del cranio pressoché completo di *Palaeoloxodon antiquus*, le cui caratteristiche rientrano tuttavia nel campo dell'ampia variabilità morfologica che contraddistingue il genere [Palombo et al., 2017; Larramendi et al., 2020], anche se sono state considerate da Osborn [1931] tali da giustificare la creazione di una nuova sottospecie, *P. antiquus italicus*. Il cranio era stato scoperto nel luglio del 1926, durante lavori di estrazione, nei livelli fluviali ghiaioso-sabbiosi, ricchi in prodotti vulcanoclastici del Roccamonfina, affioranti, quasi alla sommità della omonima collina, nella cava del podere Tiseo [De Lorenzo, 1926]. Nello stesso livello, a poca distanza, furono in seguito rinvenuti alcuni resti di mammiferi, tra cui un cranio con difese di un giovane esemplare di *P. antiquus* (Tabella 7.1a, b), e due amigdale [De Lorenzo & D'Erasmus, 1927; 1930; 1932a,b; Osborn, 1931; D'Erasmus & Moncharmont Zei, 1955]. Nuove ricerche, condotte nell'area a partire dal 1996, hanno consentito il recupero di pochi resti di mammiferi, rari strumenti in selce e calcare, ed un manufatto su diafisi di elefante [Biddittu & Palombo, 2000]. La mammalofauna è poco significativa sia dal punto di vista biocronologico sia paleoecologico. Anche se sono presenti specie ampiamente segnalate nel Pleistocene medio superiore della valle Latina (MIS 11- MIS 7), la mammalofauna, vista anche la presenza di bifacciali, è stata generalmente avvicinata alle "faune aureliane" correlate con il MIS 9. Tuttavia, alla luce delle attuali conoscenze sull'estensione temporale di queste associazioni [Palombo, 2018b], non si può escludere un riferimento a fasi più antiche (MIS 11-MIS 10). In mancanza di vincoli cronostratigrafici è, comunque, aleatorio avanzare qualsiasi ipotesi circa l'età effettiva di questa fauna.

Analoghe considerazioni possono essere fatte per i pochi resti di mammiferi di Cave Panzini-Pontecorvo, rinvenuti nel 1968, in associazione a manufatti riferibili al Paleolitico inferiore, nei livelli di sabbie e ghiaie affioranti in una cava di proprietà del sig. Panzini, sita nella Contrada Vetrine (Pontecorvo) [Biddittu & Cassoli, 1969]. Anche in questo caso, per la fauna era stata ipotizzata una correlazione con il MIS 9. Un'età più antica (?MIS 11) non può essere, tuttavia, esclusa, data la presenza di un metapodiale di equide per il quale non si può escludere un'attribuzione a *Equus mosbachensis*, specie tipica del Pleistocene medio inferiore, ma presente anche a Fontana Ranuccio (Tabella 7.1a, b).



**Figura 7.4** Schema sintetico dell'andamento della vegetazione in Italia centrale a partire da circa 1,5 milioni di anni fa. Le fasce in grigio evidenziano gli intervalli temporali per i quali manca una adeguata documentazione. (Modificato da Magri & Palombo [2013]; dati da: Bertini [2000] Colle Curti; Corrado & Magri [2011] Fontana Ranuccio; Follieri et al. [1988] Valle di Castiglione; Lona & Ricciardi [1961] Gubbio, Magri et al. [2010] Madonna della Strada; Munno et al. [2001] Acerno; Orian et al. [2012] Boiano; Russo Ermolli [1994] Vallo di Diano; Russo Ermolli et al. [2010] Saticula).

Scarsi resti di mammiferi, forse riferibili all'ultima fase interglaciale del Pleistocene medio (MIS 7), provengono da Campo del Conte (bassa valle del fiume Sacco, Frosinone) (Figura 7.3), uno dei pochi siti medio pleistocenici del Lazio meridionale per i quali dati pollinici sono disponibili per gli stessi livelli da cui provengono i resti di mammiferi (Tabella 7.1a, b). Il livello fa parte di una successione sedimentaria portata temporaneamente in luce nel 1997, in occasione dei lavori per la costruzione di un viadotto lungo la tratta Roma-Napoli del Sistema Ferroviario ad Alta Velocità. Tale successione è costituita da livelli depositi in un intervallo di tempo di circa un milione di anni (Pleistocene inferiore, medio e forse superiore), in un ambiente prevalentemente fluviale, con episodi di condizioni palustri e lacustri. Il livello a flora e fauna fa parte della seconda delle quattro distinte fasi deposizionali individuate nella sequenza [Palombo et al., 2003]. L'analisi pollinica evidenzia la mancanza di *taxa* arborei non più segnalati in Italia dopo il Pleistocene medio inferiore, mentre sono presenti elementi della vegetazione mediterranea sempreverde, che documentano l'esistenza di un bosco misto a caducifoglie e di aree aperte, come confermato dalla presenza di *taxa* erbacei.



Come si evince da quanto precedentemente esposto, nell'intervallo di tempo corrispondente agli stadi isotopici dal MIS 11 al MIS 7, nella Valle Latina gli unici siti che possono fornire dati floristici per una ricostruzione paleoambientale sono quello di Campo di Conte, che fornisce, tuttavia, un dato puntuale con cronologia incerta, e quello di Isoletta, dove abbondanti resti macrovegetali e granuli pollinici sono stati rinvenuti nei livelli che costituiscono la parte inferiore della sezione corrispondenti alla fase lacustre e che dovrebbero essersi depositi durante il MIS 11 (tra circa 400 e 370 ka) [cfr. Pereira et al., 2018]. Lo studio dei macrovegetali non è stato ancora effettuato, mentre l'analisi preliminare del contenuto pollinico indica una dominanza di aghifoglie, pini e soprattutto abeti, e la presenza di alberi tipici del bosco di latifoglie (faggi, querce, frassini ed ontani). La presenza di essenze erbacee (Compositae, Graminacee e Leguminose) è in accordo con l'indicazione dell'esistenza di un ambiente misto e condizioni climatiche temperate umide [Zarattini et al., 1999].

Uno studio esaustivo della flora di questi livelli sarebbe di estrema rilevanza, in quanto verrebbe a colmare una lacuna conoscitiva che riguarda l'intera Italia centrale, dove, ad esempio, le principali sequenze polliniche, fino ad ora note nella Valle Latina, ricadono prevalentemente negli intervalli temporali corrispondenti al tardo Pleistocene inferiore [MIS 21, Fontana Ranuccio, Corrado & Magri, 2011] e al Pleistocene medio inferiore [MIS 13, Ceprano-Campogrande, Margari et al., 2018] (Figura 7.4).



**Figura 7.5** Esempio di impronta problematica in cui alcuni elementi e le dimensioni potrebbero far immaginare sia stata impressa dal cervo nobile, ma per la quale non sono conservate evidenze morfologiche che consentano di affermare che sia stata impressa da un qualsivoglia artiodattilo.



## Quali ipotesi per il paleoambiente di Foresta (Tora e Piccilli)?

Nel tentativo di ipotizzare quale potesse essere il contesto ambientale del Roccamonfina nel periodo in cui gli ominini del Paleolitico inferiore (?*H. heidelbergensis*) percorrevano l'antico sentiero di Foresta, lasciando le cosiddette "Ciampate del diavolo", qualche informazione potenzialmente utile può essere cercata solo tra le indicazioni paleoecologiche fornite dalle mammalofaune presenti e dai pochi dati sulla vegetazione disponibili per i siti limitrofi all'incirca coevi, in particolare quello di Isoletta. Per il sito di Foresta, infatti, non si hanno dati floristici e le conoscenze relative alla fauna sono limitate a quelle deducibili dal record icnologico inerente la mammalofauna, con tutte le limitazioni che questo tipo di informazione può fornire. È ben noto, infatti, come sia spesso difficile poter risalire con precisione dalle impronte, alla specie di appartenenza del *trackmaker*. Inoltre non è cosa facile individuare chiare ed inequivocabili impronte impresse da mammiferi nelle ignimbriti della paleosuperficie di Foresta sia per le caratteristiche del flusso piroclastico (granulometria, presenza di clasti di dimensioni centimetriche), che di per sé non favoriscono una conservazione di elementi di dettaglio, sia per l'alterazione subita dalla superficie del deposito vulcanoclastico durante la sua esposizione prolungata agli agenti atmosferici (Figura 7.5). L'alterazione della superficie potrebbe aver determinato, ad esempio, l'obliterazione delle tracce più superficiali lasciate da animali di piccola mole o che hanno camminato sull'ignimbrite quando i processi di zeolitizzazione avevano già prodotto un parziale consolidamento del "fango" piroclastico.

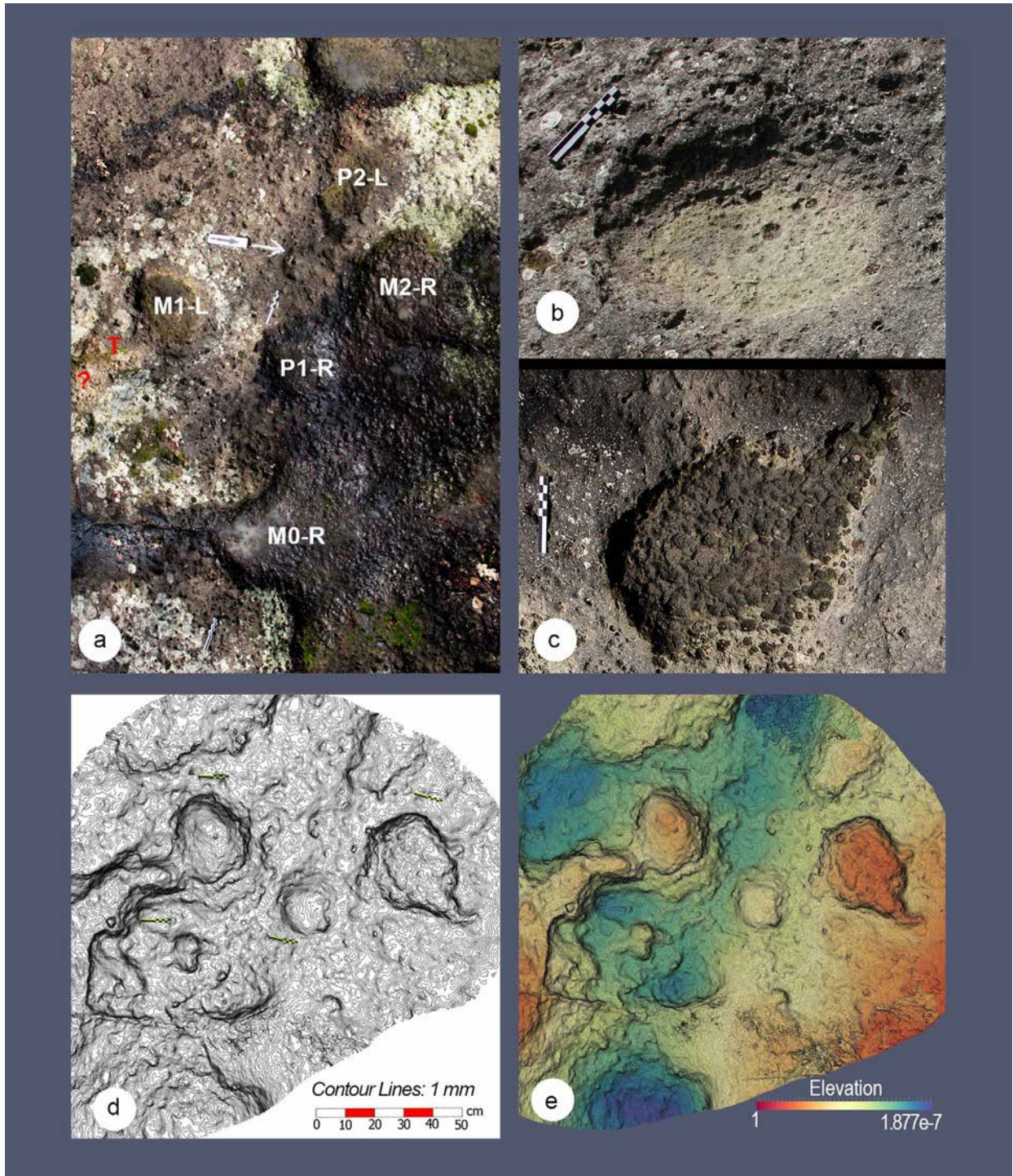


**Figura 7.6** Area in cui sono state individuate le tracce potenzialmente riferite alla pista da un giovane elefante. Il rettangolo indica le impronte (icnospecie *Proboscipeda panfamilia*) fino ad ora analizzate.

Le caratteristiche delle impronte lasciate da un *trackmaker* sono, infatti, strettamente correlate alla tipologia del substrato (granulometria, contenuto in acqua, grado di coesione, inclinazione



della superficie di impatto), che influenza la profondità e la forma delle tracce. Le impronte lasciate da uno stesso *trackmaker* possono, inoltre, variare sensibilmente a seconda dell'andatura e velocità di passo, della massa corporea, del sesso e dell'età dell'individuo [vedi, *inter alios*, Allen, 1997; Bromley, 2001; Manning, 2004; Milàn, 2007; Milàn & Bromley, 2006; 2008; Fanelli et al., 2007; Morse, 2010; Marty et al., 2009; Morse et al., 2013; Platt & Hasiotis, 2014; Pasenko, 2017; Marchetti et al., 2019 con bibliografia].



**Figura 7.7** Settore della pista con le impronte di elefante, icnospecie *Proboscipeda panfamilia*, fino ad ora analizzate. a) Vista generale in cui sono indicate le impronte della mano sinistra (ML-1) e destra (MR-0, MR-2) e del piede destro (P1-R) e sinistro (P2-L); b) foto di dettaglio dell'impronta della mano sinistra; c) foto di dettaglio dell'impronta della mano destra M2-R; d) mappa con curve di livello ad intervallo di 1 mm; e) mappa di profondità (Modificato da Palombo et al. [2018]).

La maggior parte delle impronte di vertebrati quaternari fino ad ora note in letteratura, isolate o in pista che siano, sono infatti state identificate in depositi eolici, prevalentemente di spiaggia o dune costiere, alcune altre in sedimenti fangosi di ambiente fluvio-lacustre-palustre, mentre tracce associate a depositi vulcanici sono state principalmente rinvenute in depositi di ceneri vulcaniche, anche recenti (vedi, ad es., Di Vito et al. [2009]; Laforgia et al. [2013]; Pillola et al. [2020]) e molto raramente su superfici di sedimenti grossolani di origine piroclastica.

## I taxa identificati

Le poche tracce di mammiferi fino ad ora individuate sulla paleo-superficie di Foresta, già in parte individuate al momento della scoperta del sito [Mietto et al., 2003], sono rappresentate da due brevi piste e da alcune impronte isolate, fatto questo che rende ancor più problematica non solo l'identificazione del *trackmaker*, ma anche la loro validazione.

La pista potenzialmente più lunga è quella lasciata da un giovane elefante che percorreva il ciglio della scarpata in prossimità dell'antico sentiero percorso, probabilmente, da *H. heidelbergensis* o da gruppi umani a questa specie affini<sup>1</sup> [Panarello et al., 2017a]. Purtroppo la maggior parte delle potenziali impronte si trova nell'area che ha subito forte alterazione antropica e che è attualmente soggetta a degrado dovuto all'azione di acque di ruscellamento superficiale (Figura 7.6).

Le impronte meglio conservate (M1-L, M2-R) (Figura 7.7 b, c), descritte preliminarmente da Palombo et al. [2018], hanno contorno ovale (la larghezza è la dimensione massima), sono visibili le tracce lasciate dalle unghie delle quattro dita all'estremità anteriore dell'impronta M1-L, mentre l'impronta M2-R presenta la tipica espansione laterale che si forma per trascinarsi durante la fase di sollevamento del piede al termine del passo. La presenza delle tracce lasciate dalle unghie suggerisce che le impronte siano state lasciate da un individuo giovane, in quanto le unghie sono in genere del tutto consumate negli elefanti adulti e difficilmente lasciano impronte nitide.

Le dimensioni stimate delle impronte di piedi M1-L e M2-R (lunghezza x larghezza = 248,05 x 277,17 mm e 329,43 x 334,82 mm rispettivamente) supportano l'ipotesi che il *trackmaker* sia stato un giovane elefante. In base ai risultati dell'analisi effettuata da Palombo et al. [2018], le impronte di Foresta dovrebbero essere state lasciate, infatti, da un elefante di età compresa tra 4-9 anni, se di sesso femminile, oppure 5-8 anni, se di sesso maschile, con un'altezza alla spalla di circa 1,9 m e un peso compreso tra 2350 kg (calcolato utilizzando come variabile la circonferenza del piede anteriore dedotta dalle dimensioni dell'impronta M1-L) e 2600 kg (calcolata utilizzando come variabile l'altezza alla spalla) [cfr. Palombo & Giovinazzo, 2005].

La morfologia e le dimensioni delle impronte consentono di identificarle come appartenenti alla icnospecie *Proboscipeda panfamilia*, cui vengono ascritte, fra le altre, le tracce delle specie delle tribù Loxodontini (genere *Loxodonta*) e Elefantini (generi *Elephas*, *Palaeoloxodon*, *Mammuthus*). È, tuttavia, difficile identificare la specie a cui appartiene l'elefante che ha lasciato tali impronte. L'analisi delle impronte lasciate da elefanti attuali su diversi substrati ha dimostrato, infatti, come, nelle impronte lasciate dallo stesso individuo, le tracce delle unghie/dita potevano essere assenti o presenti a seconda del tipo di substrato e come questo carattere non possa essere considerato diagnostico [Pasenka, 2017].

Un qualche supporto per un'ipotetica identificazione del *trackmaker* delle impronte di Foresta potrebbe dato dal fatto che, durante il Pleistocene medio, *P. antiquus* era ampiamente diffuso nella penisola italiana, particolarmente nell'Italia centrale dove, in alcune faune locali, costituiva

<sup>1</sup> È opportuno, tuttavia ricordare che il riesame di resti attribuiti a *H. heidelbergensis*, in particolare quelli della popolazione chiave di Sima de los Huesos, ha suggerito l'ipotesi che in Europa fossero presenti due gruppi, uno in Europa sud-occidentale caratterizzato da caratteri evoluti (apomorfie) che lo avvicinano a *H. neanderthalensis*, ed uno in area Balcanica con caratteri meno evoluti, che potrebbe essere considerato come appartenente a *H. heidelbergensis* (vedi ad es. Roksandic et al. [2018; 2019] e relative citazioni bibliografiche).



una delle specie dominanti (vedi, ad esempio, La Polledrara di Cecanibbio, Anzidei et al. [2004; 2012]; Pereira et al. [2017]), mentre la presenza del mammut di steppa, *Mammuthus trogontherii*, è documentata in pochissime località [Palombo & Ferretti, 2005]. In particolare, nel Lazio meridionale e in Italia meridionale, resti di *P. antiquus* sono segnalati, fin dal secolo scorso, nella maggior parte dei siti dove la presenza di gruppi umani (? *H. heidelbergensis*) è testimoniata dal rinvenimento di manufatti del Paleolitico inferiore [De Lorenzo & D'Erasmus, 1927; 1930; 1932a;b; Biddittu & Segre, 2009]. L'ipotesi che l'elefante di Foresta fosse un giovane *P. antiquus*, è, quindi, la più plausibile, anche se non oggettivamente dimostrabile.

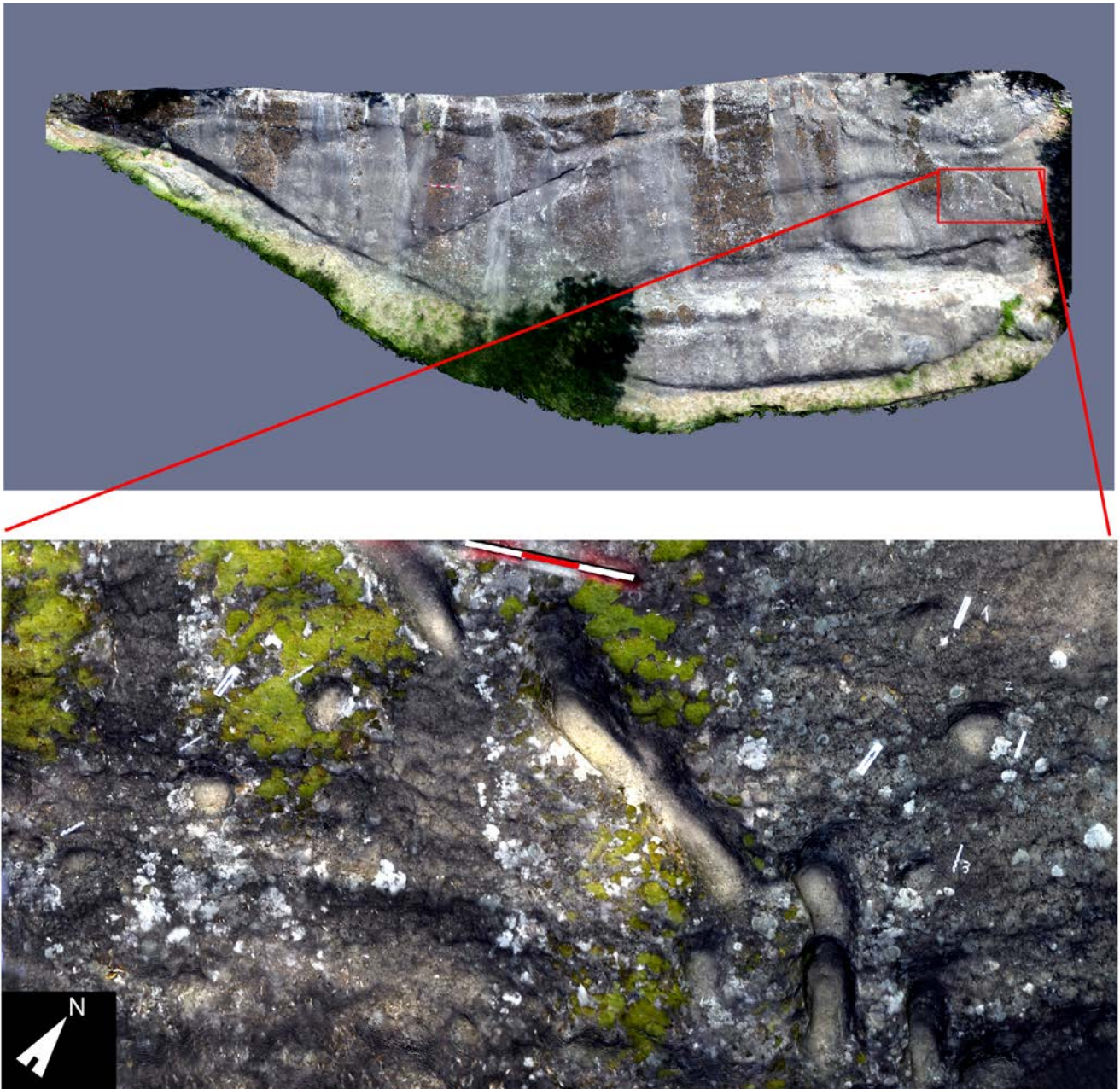


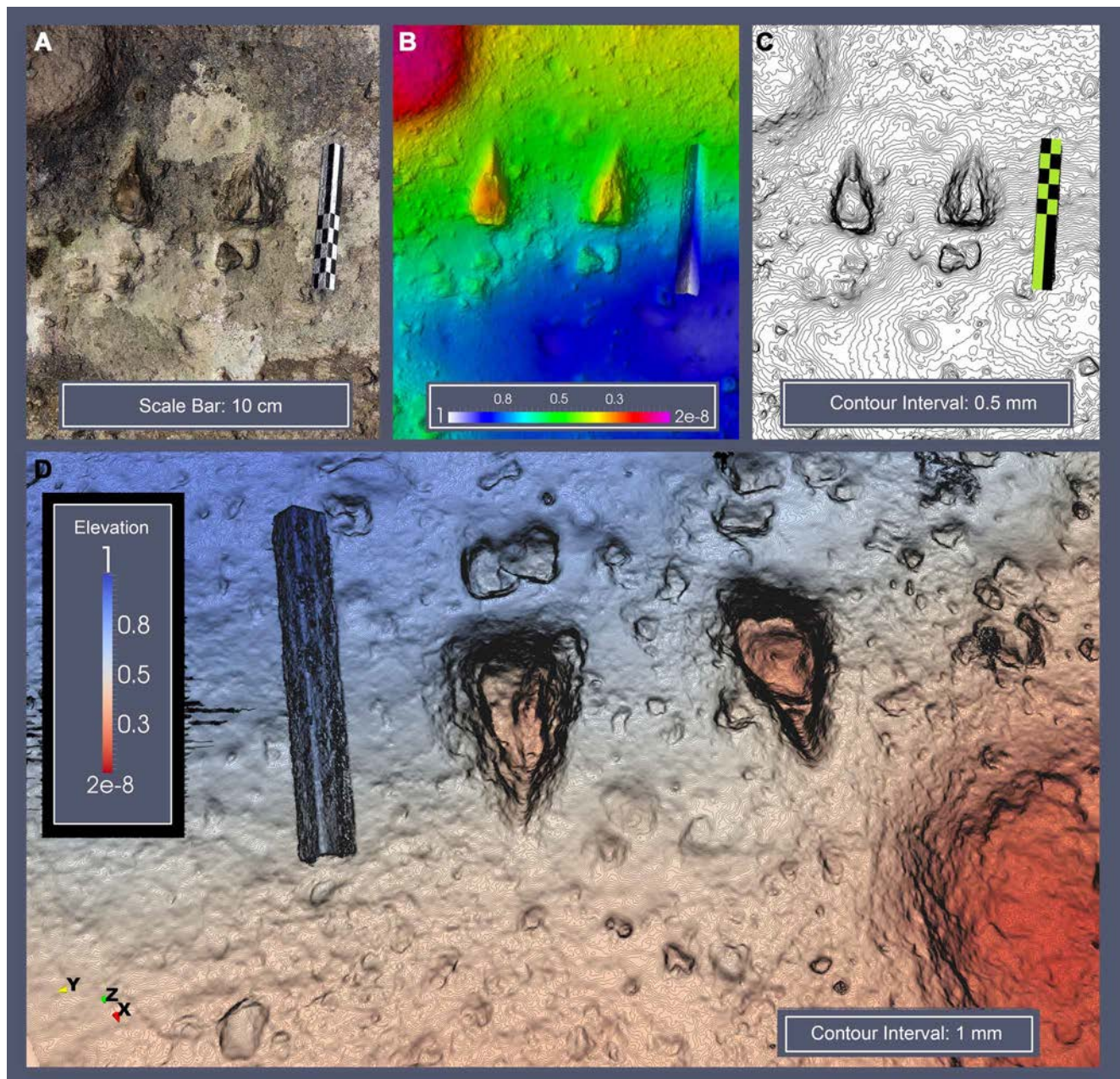
Figura 7.8 Panoramica e immagine zenitale della pista con impronte verosimilmente impresse da un rappresentante del genere *Equus* (icnogenere *Hippipeda*) (comparatore 60 cm).

Si può, infine, osservare come impronte ascritte a *P. panfamilia* e attribuite a *P. antiquus* sono state segnalate nella penisola iberica (Portogallo, Neto-de-Carvalho [2010, 2011]; Neto-de-Carvalho et al. [2016]; Spagna, Valle Manzanares, Panera et al. [2014]; Gibilterra, Muñiz et al.



[2019]), mentre nelle isole del Mediterraneo orientale, le tracce, che mostrano dimensioni paragonabili a quelle di Foresta, sono state impresse da paleoloxodontini endemici di taglia ridotta (Rodi e Cipro, Milàn et al. [2007, 2015]). Nel caso della Sardegna, per contro, il *trackmaker* delle impronte ascritte a *P. panfamilia* è stato verosimilmente il mammut endemico *Mammuthus lamarmorai* [Pillola et al., 2020 con bibliografia].

Nell'ipotesi che le impronte di elefante di Foresta possano essere effettivamente attribuite a *P. antiquus*, esse sarebbero le uniche tracce di *Palaeoloxodon* segnalate in Italia e le più antiche fra quelle fino ad ora note in Europa.



**Figura 7.9** Impronte di un artiodattilo di taglia media (icnoordine Artiodactipedia) identificate sulla superficie del paleosentiero. A) Immagine zenitale; B) mappa di profondità; C) mappa dei contorni (intervallo 0,5 mm); D) immagine obliqua con mappa delle profondità e curve di livello a incrementi di 1mm.

Le altre due brevi piste individuate a Foresta sono costituite da impronte alcune ben delineate, allineate lungo una direttrice posta obliquamente rispetto al pendio della scarpata, che intercetta



la pista dell'ominine B ("Trackway B") [Panarello et al., 2017b; Palombo & Panarello dati inediti]. Queste impronte, monodattile, mesaxoniche (tipiche dei perissodattili, in cui il peso grava sul dito centrale), subcircolari, con la parte anteriore marcatamente convessa che tende ad espandersi lateralmente dove i margini hanno andamento subparallelo, sono molto simili fra loro per forma e dimensioni e non è possibile, per il momento, distinguere le impronte del piede anteriore e posteriore le une dalle altre (Figura 7.8). Queste caratteristiche farebbero presupporre che le tracce siano state impresse da un rappresentante del genere *Equus* e siano, pertanto, ascrivibili all'icnogenere *Hippipeda*. Le impronte, tuttavia, non sono state ancora analizzate in dettaglio e, quindi, non è stato possibile verificare la presenza di dettagli anatomici tipici dell'icnogenere, quali la traccia curvilinea più profonda lasciata antero-lateralmente dalla parete (muraglia) dello zoccolo, la parte centrale moderatamente convessa, corrispondente alla suola, e l'insenatura cuneiforme posteriore, con apice rivolto verso la punta, posta tra i puntelli della muraglia e che alloggia il fettone (o forchetta). Ne consegue che l'identificazione potrà dirsi certa solo ad avvenuto completamento delle analisi.



Figura 7.10 Impronta tentativamente attribuita ad *Ursichnus europaeus* (comparatore: 10 cm).

Le impronte di mammiferi meglio conservate fra quelle fino ad ora individuate a Foresta, sono localizzate nell'area subpianeggiante dell'antico sentiero, con direzione circa perpendicolare rispetto a quest'ultimo e verso che indica movimento verso il pendio. Si tratta di una coppia di impronte. La coppia anteriore è costituita anteriormente da due impressioni principali, subcuneiformi, con contorno subparabolico, a margine interno debolmente concavo ed esterno convesso, parte caudale più ampia e distale angolata, disposte specularmente l'una rispetto all'altra. La coppia posteriore è costituita da due tracce di dimensioni sensibilmente minori, di forma subquadrangolare (Figura 7.9). Le tracce sono riconducibili alle impronte lasciate dal terzo e quarto dito di un artiodattilo ruminante di taglia medio-piccola e possono essere ascritte all'icnoordine Artiodactipedia. L'identificazione della specie cui appartiene il *trackmaker*, e quindi dell'icnogenere/icnospecie, è resa complessa a causa della somiglianza nella morfologia di base che caratterizza le impronte impresse dagli artiodattili ruminanti di media mole, e dalla variabilità morfologica e, in parte, dimensionale, che contraddistingue dallo stesso le impronte lasciate su uno stesso substrato da uno stesso individuo a seconda dell'andatura, nonché del sesso e dell'età dell'esemplare. I problemi di identificazione aumentano, inoltre, quando, come nel caso di Foresta, si dispone di poche impronte. La presenza, nelle impronte di Foresta, delle tracce lasciate dagli speroni e le dimensioni potrebbero far ipotizzare che esse siano state lasciate da un capriolo, anche se altri elementi anatomici suggeriscono cautela nell'accettare tale ipotesi (vedi discussione in Panarello et al. [2017b]; Pillola et al. [2020]).

Alcune impronte sono presenti anche sulla superficie del sottile livello, a luoghi pelitico, interposto tra la superficie dell'unità LS7 e la base dell'unità LS8 e dal quale proviene il nucleo in basalto descritto da Panarello et al. [2017b]. Le impronte, impresse nella superficie fangosa in epoca immediatamente successiva a quella in cui uomini ed elefanti percorrevano il paleosentiero di Foresta, mostrano evidenti tracce di successivo disseccamento ("*mudcrack*"), che confermano la loro contemporaneità con il livello su cui sono impresse. Le impronte, non ancora rilevate e studiate in dettaglio, mostrano apparenti somiglianze con quelle dei rappresentanti del genere *Ursus*, per le quali è stato proposto il nuovo icnogenere e icnospecie *Ursichnus europaeus* (Figura 7.10) [Diedrich, 2011]. I tratti diagnostici non sono, tuttavia, conservati con sufficiente dettaglio per confermare, senza uno studio più approfondito, la loro ipotetica identificazione.

## Considerazioni paleoecologiche

Le informazioni deducibili dall'esame preliminare delle impronte di mammiferi, fino ad ora individuate nell'icnosito di Foresta, sono, di per sé, scarsamente indicative per un'ipotetica ricostruzione delle caratteristiche del paleoambiente, sia per le incertezze relative alla specie di appartenenza dei mammiferi che le hanno lasciate, sia per le scarse conoscenze sulla struttura e composizione della copertura vegetale disponibile non solo per l'area del Roccamonfina, ma anche per il Lazio meridionale nel periodo corrispondente alla fine del MIS 11 e al MIS 10.

La presenza di un cervide, forse *Capreolus capreolus*, suggerisce quella di zone boschive, così come quella ipotetica di un orso, dal momento che fra tutte specie europee segnalate in quell'intervallo di tempo (*Ursus deningeri*, *Ursus arctos*, *Ursus thibetanus*), prediligono ambienti di foresta. Nell'ipotesi che le impronte dell'elefante appartengano a *P. antiquus*, l'ambiente più congeniale prevede la presenza di aree boschive e spazi aperti di prateria non arida, mentre, nel caso si trattasse di *M. trogontherii* (il che costituirebbe l'unica segnalazione della specie nell'area), l'ambiente sarebbe quello di una steppa anche arida. Anche la presenza di *Equus* indica, indipendentemente dalla specie di appartenenza, la presenza di praterie, o comunque di ampi spazi aperti con vegetazione erbacea. Benché il periodo di frequentazione del sito di Foresta da



parte di gruppi umani<sup>2</sup> e di mammiferi ricada all'interno di una fase glaciale, l'ipotesi della persistenza, nell'area del Roccamonfina, di zone di foresta, forse prevalentemente localizzate nelle valli, e di vasti spazi aperti con vegetazione erbacea, umida in prossimità dei corsi d'acqua, sembra essere la più probabile. Nuovi dati sono, tuttavia, necessari per confermare o confutare tale ipotesi.

## Riflessioni conclusive

L'evidenza della frequentazione, durante le fasi finali di MIS 10, del sito di Foresta da parte di mammiferi che prediligono ambienti diversi mette in risalto il grande potenziale di nuovi dati ed informazioni che un più approfondito studio della paleosuperficie ed indagini nelle aree circostanti potrebbero fornire per una migliore comprensione del comportamento, in termini di sfruttamento delle risorse e di scelte insediative, dei gruppi umani durante un ciclo glaciale e in risposta ai peculiari stimoli indotti dalla vita in un ambiente vulcanico. La presenza di acqua e di una vegetazione ricca è senz'altro presupposto per la presenza di una fauna diversificata e la conseguente diversità di ambienti e di risorse sfruttabili, sono indubbiamente fattori di attrazione per gruppi di cacciatori-raccoglitori. Nel vicino e penecontemporaneo sito di Guado San Nicola (Figura 7.3), ad esempio, industria litica e fauna attestano una prolungata presenza umana nel corso del MIS11-MIS 10 (tra 400±9 ka e 345±9 ka) [Pereira et al., 2016], quindi anche durante una fase glaciale. Il sito era situato sulle rive di un corso d'acqua, e secondo Orain et al. [2013], l'umidità locale avrebbe potuto favorire la persistenza delle comunità boschive e la conseguente diversità di ambienti sfruttabili.

Solo nuovi studi e nuove ricerche, tese anche a verificare la probabile presenza di corsi d'acqua al fondo dell'ipotetica paleovalle alle pendici del versante su cui si colloca il sito, potranno portare ad una migliore definizione del paleoambiente di Foresta e ad una identificazione dei principali fattori di attrazione del sito per i gruppi umani presenti nell'area del Roccamonfina.

## Bibliografia

- Agustí J., Oms O., Remacha E. (2001). *Long Plio-Pleistocene terrestrial record of climate change and mammal turnover in southern Spain*. Quaternary Research, 56(3): 411-418.
- Allen J.R. (1997). *Subfossil mammalian tracks (Flandrian) in the Severn Estuary, SW Britain: mechanics of formation, preservation and distribution*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, Biological Sciences, 352: 481-518.
- Álvarez-Posada C., Parés J.M., Sala R., Viseras C., Pla-Pueyo S. (2017). *New magnetostratigraphic evidence for the age of Acheulean tools at the archaeo-palaeontological site "Solana del Zamborino" (Guadix-Baza Basin, Spain)*. Nature | Scientific reports, 7: 13495.
- Anzidei A.P., Arnoldus A., Palombo M.R., Argenti P., Caloi L., Marcolini F., Lemorini C., Mussi M. (2004). *La Polledrara di Cecanibbio, faune, industrie, milieu*. In Baquedano E., Rubio S. (eds). *Homenaje a Emiliano Aguirre*. Museo Arqueológico Regional, Madrid Zona Archeologica, 4(4): 20-29.
- Anzidei A.P., Bulgarelli G.M., Catalano P., Cerilli E., Gallotti R., Lemorini C., Milli S., Palombo M.R., Pantano W., Santucci E. (2012). *Ongoing research at the late Middle Pleistocene site of La*

<sup>2</sup> Indipendentemente dal fatto che gli ominini di Foresta siano identificabili come *H. heidelbergensis*, specie a cui è stato attribuito il cranio all'incirca coevo di Ceprano, oppure riferibili ad un'altra entità tassonomica, viste le possibili affinità anatomiche riscontrate tra impronte di Foresta e piede degli uomini di Sima de los Huesos. L'effettiva posizione di questi ultimi nel contesto degli ominini del Pleistocene medio europeo è infatti controversa [cfr. Panarello et al., 2020 con bibliografia per una discussione; Martín-Francés et al., 2020].

- Polledrara di Cecanibbio (central Italy), with emphasis on human–elephant relationships.* Quaternary International, 255: 171-187.
- Arnold L.J., Demuro M., Pares J.M., Arsuaga J.L., Aranburu A., de Castro J.M.B., Carbonell E. (2014). *Luminescence dating and palaeomagnetic age constraint on hominins from Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain.* Journal of Human Evolution, 67: 85-107.
- Arribas A., Palmqvist P. (1999). *El registro fósil de los cánidos del Cuaternario en España: inferencias tafonómicas y paleobiológicas.* <http://webpersonal.uma.es/~ppb/Canidos.htm>
- Ascenzi A., Segre A.G. (1997). *Resti di cranio umano del pleistocene medio-inferiore a Ceprano.* Rendiconti Lincei, 8 (1): 39–67.
- Ashton N., Lewis S.G., Parfitt S., White M. (2006). *Riparian landscapes and human habitat preferences during the Hoxnian (MIS 11) Interglacial.* Journal of Quaternary Science, 21(5): 497-505.
- Ashton N., Lewis S.G., Parfitt S.A., Penkman K.E., Coope G.R. (2008). *New evidence for complex climate change in MIS 11 from Hoxne, Suffolk, UK.* Quaternary Science Reviews, 27(7-8): 652-668.
- Barnosky A. D. (2005). *Effects of Quaternary Climatic Change on Speciation in Mammals.* Journal of Mammalian Evolution, 12 (1-2): 247-264.
- Berger G.W., Pérez-González A., Carbonell E., Arsuaga J.L., de Castro J.M.B., Ku T.L. (2008). *Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain.* Journal of Human Evolution, 55 (2): 300-311.
- Bertini A. (2000). *Pollen record from Colle Curti and Cesi: early and middle Pleistocene mammal sites in the Umbro–Marchean Apennine mountains (central Italy).* Journal of Quaternary Science, 15(8): 825-840.
- Biddittu, I. (ed.) (2004). *Guida del museo preistorico di Pofi.* Frosinone: Tipografia Nuova Stampa.
- Biddittu I., Canetri E., Comerci V., Germani M., Picchi G. (2012). *Nuove ricerche nel giacimento del Paleolitico inferiore di Lademagne, S. Giovanni Incarico (Frosinone).* In Ghini G., Mari Z. (dds.), *Lazio e Sabina.* Roma: Quasar, 9: 437-443.
- Biddittu I., Cassoli P.F. (1968). *Una stazione del paleolitico inferiore a Pontecorvo in provincia di Frosinone.* Quaternaria, 10: 167-197.
- Biddittu I., Cassoli P.F., Radicati di Brozolo F., Segre A.G., Segre Naldini E., Villa I. (1979). *Anagni, a K-Ar dated Lower and Middle Pleistocene Site, Central Italy: Preliminary Report.* Quaternaria Nova, 21: 53–71.
- Biddittu I., Palombo M. R. (2000). *I nuovi resti di industria e fauna di Pignataro Interamna (Lazio meridionale).* Riassunti 3° Congr. AIAZ, 2-6 novembre 2000, Siracusa: 7.
- Biddittu I., Segre A.G. (1977). *Giacimenti preistorici e Quaternario della provincia di Frosinone.* Bollettino dell'Istituto di Storia e Arte del Lazio Meridionale, 9: 21-44.
- Biddittu I., Segre A.G. (1978). *Paleolitico inferiore a Cava Pompei presso Pofi, Frosinone.* Quaderni di Archeologia Etrusco-Italica, 1: 78-79.
- Biddittu I., Segre A.G. (2009). *Pléistocène moyen et inférieur dans le Latium (Italie centrale).* L'Anthropologie, 113 (1): 59-65.
- Blain H.A., Lozano-Fernández I., Ollé A., Rodríguez J., Santonja M., Pérez-González A. (2015). *The continental record of Marine Isotope Stage 11 (Middle Pleistocene) on the Iberian Peninsula characterized by herpetofaunal assemblages.* Journal of Quaternary Science, 30 (7): 667-678.
- Bonifay M. F. (1973). *Principaux gisements paléontologiques français du Pléistocène moyen: essai de classification.* Le Quaternaire, 97: 41-49.
- Bromley R.G. (2001). *Tetrapod tracks deeply set in unsuitable substrates: recent musk oxen in fluid earth (East Greenland) and Pleistocene caprines in Aeolian sand (Mallorca).* Bulletin of the Geological Society of Denmark, 48: 209-215
- Caloi L., Palombo M.R., Zarlenga F. (1998). *Late-Middle Pleistocene mammal faunas of Latium (central Italy): stratigraphy and environment.* Quaternary International, 47: 77-86.
- Candy I., Schreve D.C., Sherriff J., Tye G.J. (2014). *Marine Isotope Stage 11: Palaeoclimates, palaeoenvironments and its role as an analogue for the current interglacial.* Earth-Science

Reviews, 128: 18-51.

- Carrión J.S., Rose J., Stringer C. (2011). *Early human evolution in the western Palaeartic: ecological scenarios*. Quaternary Science Reviews, 30 (11-12): 1281-1295.
- Chauhan P.R., Bridgland D.R., Moncel M.H., Antoine P., Bahain J.J., Briant R., Cunha P.P., Despriée J., Limondin-Lozouet N., Locht J.L., Martins A.A. (2017). *Fluvial deposits as an archive of early human activity: Progress during the 20 years of the Fluvial Archives Group*. Quaternary Science Reviews, 166: 114-149.
- Combourieu-Nebout N., Bertini A., Russo-Ermolli E., Peyron O., Klotz S., Montade V., Fauquette S., Allen J., Fusco F., Goring S., Huntley B., Lebreton V., Magri D., Martinetto E., Orain R., Sadori L. (2015). *Climate changes in the central Mediterranean and Italian vegetation dynamics since the Pliocene*. Review of Palaeobotany and Palynology, 218: 127-147.
- Conato V., Esu D., Malatesta A., Zarlenga F. (1980). *New data on the Pleistocene of Rome*. Quaternaria, 22: 131-176.
- Corrado P., Magri D. (2011). *A late Early Pleistocene pollen record from Fontana Ranuccio (central Italy)*. Journal of Quaternary Science, 26 (3): 335-344.
- De Lorenzo G. (1926). *L'Elephas antiquus di Pignataro Interamna in Valle del Liri*. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei, Cl. Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, 4: 185-188.
- De Lorenzo G., D'Erasmus G. (1927). *L'Elephas antiquus nell'Italia meridionale*. Atti Reale Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, 17 (11): 1-105.
- De Lorenzo G., D'Erasmus G. (1930). *Nuove osservazioni su l'Elephas antiquus nell'Italia meridionale*. Atti Reale Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, 18 (5): 1-15.
- De Lorenzo G., D'Erasmus G. (1932a). *L'uomo paleolitico e l'Elephas antiquus nell'Italia meridionale*. Atti Reale Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, 19 (5): 1-106
- De Lorenzo G., D'Erasmus G. (1932b). *L'uomo del Paleolitico e l'Elephas antiquus nella valle del Liri*. Rendiconti della Reale Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, 5: 1-4.
- D'Erasmus G., Moncharmont Zei. M. (1955). *Il cranio giovanile di Elephas antiquus italicus di Pignataro Interamna, nella valle del Liri*. Atti della Reale Accademia di Scienze Fisiche e Naturali di Napoli, 3 (6): 1-32.
- de Lumley H., Echassoux A., Bailon S., Cauche D., De Marchi M.P., Desclaux E., El Guennouni K., Khatib S., Lacombat F., Roger T., Valensi P. (2004). *Le sol d'occupation acheuléen de l'unité archéostratigraphique UA 25 de La Grotte du Lazaret*. Aix-en-Provence: Edisud.
- de Lumley H., Khatib S., Cauche D. (2009). *Contexte géologique du site de Terra Amata*. In de Lumley H. (ed.), *Terra Amata, Nice, Alpes-Maritimes, France*, Tome I. Paris: CNRS Editions: 91-125.
- Demuro M., Arnold L.J., Aranburu A., Sala N., Arsuaga J.L. (2019). *New bracketing luminescence ages constrain the Sima de los Huesos hominin fossils (Atapuerca, Spain) to MIS 12*. Journal of Human Evolution, 131: 76-95.
- Dennell R.W., Martín-Torres M., de Castro J.M.B. (2011). *Hominin variability, climatic instability and population demography in Middle Pleistocene Europe*. Quaternary Science Reviews, 30 (11-12): 1511-1524.
- Di Vincenzo F., Profico A., Bernardini F., Cerroni V., Dreossi D., Schlager S., Zaio P., Benazzi S., Biddittu I., Rubini M., Tuniz C., Manzi G. (2017). *Digital reconstruction of the Ceprano calvarium (Italy), and implications for its interpretation*. Nature Scientific Reports: 13974. DOI:10.1038/s41598-017-14437-2.
- Di Vito M.A., Zanella E., Gurioli L., Lanza R., Sulpizio R., Bishop J., Tema E., Boenzi G., Laforgia, E. (2009). *The Afragola settlement near Vesuvius, Italy: the destruction and abandonment of a Bronze Age village revealed by archaeology, volcanology and rock-magnetism*. Earth and Planetary Science Letters, 277 (3-4): 408-421.
- Diedrich C.G. (2011). *An overview of the ichnological and ethological studies in the Cave Bear Den in Urşilor Cave (Western Carpathians, Romania)*. Ichnos, 18 (1): 9-26.
- Dynesius M., Jansson R. (2000). *Evolutionary consequences of changes in species' geographical*



- distributions driven by Milankovitch climate oscillations*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 97 (16): 9115-9120.
- Faith J.T., Behrensmeyer A.K. (2013). *Climate change and faunal turnover: testing the mechanics of the turnover-pulse hypothesis with South African fossil data*. Paleobiology, 39 (4): 609-627.
- Falguères C., Bahain J.J., Duval M., Shao Q., Han F., Lebon M., Mercier N., Perez-Gonzalez A., Dolo J.M., Garcia T. (2010). *A 300–600 ka ESR/U-series chronology of Acheulian sites in Western Europe*. Quaternary International, 223: 293-298.
- Falguères C., Bahain J.J., Pérez-González A., Mercier N., Santonja M., Dolo J.M. (2006). *The Lower Acheulian site of Ambrona, Soria (Spain): ages derived from a combined ESR/U-series model*. Journal of Archaeological Science, 33 (2): 149-157.
- Falguères C., Yokoyama Y., Shen G., Bischoff J.L., Ku T.L., de Lumley H. (2004). *New U-series dates at the Caune de l'Arago, France*. Journal of Archaeological Science, 31 (7): 941-952.
- Fanelli F., Palombo M.R., Pillola G.L., Ibba A. (2007). *Tracks and trackways of Praemegaceros cazioti (Depéret (1897), Artiodactyla, Cervidae) in the Pleistocene coastal deposits from Sardinia (Western Mediterranean, Italy)*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana, 46 (1): 47-54.
- Follieri M., Magri D., Sadori L. (1988). *250,000 year pollen record from Valle di Castiglione (Rome)*. Pollen Spores, 30: 329-356.
- Fortelius M., Eronen J., Jernvall J., Liu L., Pushkina D., Rinne J., Tesakov A., Vislobokova I., Zhang Z., Zhou L. (2002). *Fossil mammals resolve regional patterns of Eurasian climate change over 20 million years*. Evolutionary Ecology Research, 4 (7): 1005-1016.
- Francis J.E., Marensi S., Levy R., Hambrey M., Thorn V.C., Mohr B., Brinkhuis H., Warnaar J., Zachos J., Bohaty S., DeConto R. (2008). *From greenhouse to icehouse – the Eocene/Oligocene in Antarctica*. Developments in earth and environmental sciences, 8: 309-368.
- Gibbard P.L., Lewin J. (2016). *Partitioning the Quaternary*. Quaternary Science Reviews, 151: 127-139.
- Giovinazzo C., Palombo M.R., Luttazzi A., Olevano R. (2010). *The straight-tusked elephants from Colle Pantanaccio (Colleferro, southern Latium, Italy) and its accompanying fauna*. Quaternaire, Hors-série, 3: 37-38.
- Gliozzi E., Abbazi L., Ambrosetti P., Argenti P., Azzaroli A., Caloi L., Capasso Barbato L., Di Stefano G., Esu D., Ficarelli G., Girotti O., Kotsakis T., Masini F., Mazza P., Mezzabotta C., Palombo M.R., Petronio C., Rook L., Sala B., Sardella R., Zanalda E., Torre D. (1997). *Biochronology of selected Mammals, Molluscs, Ostracods from the Middle Pliocene to the Late Pleistocene in Italy. The state of the art*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 103 (3): 369-388.
- Head M.J., Gibbard P.L. (2005). *Early-Middle Pleistocene transitions: an overview and recommendation for the defining boundary*. In Head M.J., Gibbard P.L. (eds.), *Early-Middle Pleistocene Transitions: the Land-ocean Evidence*. Geological Society of London: Special Publications, 247: 1-18.
- Head M.J., Gibbard P.L. (2015). *Early-Middle Pleistocene transitions: linking terrestrial and marine realms*. Quaternary International, 389: 7-46.
- Howard W.R. (1997). *A Warm Future in the Past*. Nature, 388 (6641): 418-419.
- Jiménez-Arenas J.M., Santonja M., Botella M., Palmqvist P. (2011). *The oldest handaxes in Europe: fact or artefact?* Journal of Archaeological Science, 38 (12): 3340-3349.
- Kahlke R.D., García N., Kostopoulos D.S., Lacombe F., Lister A.M., Mazza P.P.A., Spassov N., Titov V.V. (2011). *Western Palaeartic palaeoenvironmental conditions during the Early and early Middle Pleistocene inferred from large mammal communities, and implications for hominin dispersal in Europe*. Quaternary Science Reviews, 30 (11–12): 1368-1395.
- Karner D.B., Marra F., Renne P.R. (2001). *The history of the Monti Sabatini and Alban Hills volcanoes: groundwork for assessing volcanic-tectonic hazards for Rome*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 107 (1-3): 185-219.
- Kousis I., Koutsodendris A., Peyron O., Leicher N., Francke A., Wagner B., Giaccio B., Knipping

- M., Pross J. (2018). *Centennial-scale vegetation dynamics and climate variability in SE Europe during Marine Isotope Stage 11 based on a pollen record from Lake Ohrid*. *Quaternary Science Reviews*, 190: 20-38.
- Lacombat F. (2009). *Biochronologie et grands mammifères au Pléistocène moyen et supérieur en Europe occidentale: l'apport des Rhinocerotidae (genre Stephanorhinus)*. *Quaternaire*, 20 (4): 429-435.
- Laforgia E., Boenzi G., Amato L., Bishop J., Fattore L., Stanzione M., Di Vito M. A. (2013). *L'impatto delle eruzioni vulcaniche nelle aree a nord di Napoli: casi da scavi recenti*. *Bollettino dell'Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia*, 18: 110-114.
- Lang N., Wolff E.W. (2011). *Interglacial and glacial variability from the last 800 ka in marine, ice and terrestrial archives*. *Climate of the Past*, 7: 361-380.
- Larramendi, A., Zhang, H., Palombo, M. R., Ferretti, M. P. (2020). *The evolution of Palaeoloxodon skull structure: Disentangling phylogenetic, sexually dimorphic, ontogenetic, and allometric morphological signals*. *Quaternary Science Reviews*, 229: 106090.
- Limondin-Lozouet N., Antoine P., Bahain J.J., Cliquet D., Coutard S., Dabkowski J., Ghaleb B., Locht J.L., Nicoud E., Voinchet P. (2015). *North-West European MIS 11 malacological successions: a framework for the timing of Acheulean settlements*. *Journal of Quaternary Science*, 30 (7): 702-712.
- Lindsay E.H. (2003). *Chapter 10: Chronostratigraphy, Biochronology, Datum Events, Land Mammal Ages, Stage of Evolution, and Appearance Event Ordination*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*: 212-230.
- Lisiecki L.E., Raymo M.E. (2005). *A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic  $d^{18}O$  records*. *Paleoceanography*, 20: PA1003.
- Lona F., Ricciardi E. (1961). *Studio pollinologico stratigrafico su una serie lacustre pleistocenica dell'Italia centrale (Bacino di Gubbio, Perugia)*. *Pollen et Spores*, 3 (1): 93-100.
- Magri D., Di Rita F., Palombo M.R. (2010). *An Early Pleistocene interglacial record from an intermontane basin of central Italy (Scoppito, L'Aquila)*. *Quaternary International*, 225: 106-113.
- Magri D., Palombo M.R. (2013). *Early to Middle Pleistocene dynamics of plant and mammal communities in South West Europe*. *Quaternary International*, 288: 63-72.
- Manning P.L. (2004). *A new approach to the analysis and interpretation of tracks: Examples from the dinosauria*. In McIlroy D. (ed.), *The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphical Analysis*. Geological Society of London: Special Publication, 228: 93-128.
- Manzi G. (2016). *Humans of the Middle Pleistocene: the controversial calvarium from Ceprano (Italy) and its significance for the origin and variability of Homo heidelbergensis*. *Quaternary International*, 411: 254-261.
- Manzi G. (2019). *Humans of the Middle Pleistocene: an evolutionary scenario for the origin of Homo sapiens*. In Fusco G. (ed.), *Perspectives on Evolutionary and Developmental Biology*. Essays for Alessandro Minelli, Padova University Press: 179-18.
- Manzi G., Magri D., Milli S., Palombo M.R., Margari V., Celiberti V., Barbieri M., Barbieri M., Melis R.T., Rubini M., Ruffo M. (2010). *The new chronology of the Ceprano calvarium (Italy)*. *Journal of Human Evolution*, 59 (5): 580-585.
- Manzi G., Magri D., Palombo M.R. (2011). *Early-Middle Pleistocene environmental changes and human evolution in the Italian peninsula*. *Quaternary Science Review*, 30: 1420-1438
- Marchetti L., Belvedere M., Voigt S., Klein H., Castanera D., Díaz-Martínez I., Martyg D., Xinghi L., Feolaj S., Melchork R.N., Farlow J. O. (2019). *Defining the morphological quality of fossil footprints. Problems and principles of preservation in tetrapod ichnology with examples from the Palaeozoic to the present*. *Earth-Science Reviews*, 193: 109-145.
- Margari V., Roucoux K., Magri D., Manzi G., Tzedakis P.C. (2018). *The MIS 13 interglacial at Ceprano, Italy, in the context of Middle Pleistocene vegetation changes in southern Europe*. *Quaternary Science Reviews*, 199: 144-158.
- Marra F., Nomade S., Pereira A., Petronio C., Salari L., Sottili G., Bahain J.J., Boschian G., Di

- Stefano G., Falguères C., Florindo F. (2018). *A review of the geologic sections and the faunal assemblages of Aurelian Mammal Age of Latium (Italy) in the light of a new chronostratigraphic framework*. *Quaternary Science Reviews*, 181: 173-199.
- Martín-Francés L., Martínón-Torres M., Martínez de Pinillos M., García-Campos, C., Zanolli C., Bayle P., Modesto-Mata M., Arsuaga J.L., Bermúdez de Castro, J. M. (2020). *Crown tissue proportions and enamel thickness distribution in the Middle Pleistocene hominin molars from Sima de los Huesos (SH) population (Atapuerca, Spain)*. *Plos one*, 15(6): e0233281.
- Marty D., Strasser A., Meyer C.A. (2009). *Formation and Taphonomy of Human Footprints in Microbial Mats of Present-Day Tidal-flat Environments: Implications for the Study of Fossil Footprints*. *Ichnos*, 16 (1-2): 127-142.
- Maslin M.A., Brierley C.M. (2015). *The role of orbital forcing in the Early Middle Pleistocene Transition*. *Quaternary International*, 389: 47-55.
- Maslin M.A., Ridgwell A.J. (2005). *Mid-Pleistocene revolution and the 'eccentricity myth'*. *Geological Society, London, Special Publications*, 247: 19-34.
- Mcmanus J., Oppo D., Cullen J., Healey S. (2003). *Marine isotope stage 11 (MIS 11): analogue for Holocene and future Climate?* Washington DC American Geophysical Union Geophysical Monograph Series, 137: 69-85.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Milà J. (2007). *Vertebrate Ichnology: behavioral, sedimentological and palaeoecological aspects of Vertebrate Ichnology*. PhD Dissertation, Geological Institute, University of Copenhagen, Denmark, 218 pp.
- Milà J., Bromley R.G. (2006). *True tracks, undertracks and eroded tracks, experimental work with tetrapod tracks in laboratory and field*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231 (3-4): 253-264.
- Milà J., Bromley R.G. (2008). *The Impact of Sediment. Consistency on Track and Undertrack Morphology: Experiments with Emu Tracks in Layered Cement*. *Ichnos*, 15: 18-24.
- Milà J., Bromley R. G., Titschack, J., Theodorou, G. (2007). *A diverse vertebrate ichnofauna from a Quaternary eolian oolite, Rhodes, Greece*. *Special Publication SPM- 88*: 333-343.
- Milan, J., Theodorou, G., Loope, D. B., Panayides, J., Clemmensen, L. B., Gkioni, B. (2015). *Vertebrate tracks in Late Pleistocene-Early Holocene (?) carbonate aeolianites, Paphos, Cyprus*. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 85 (3): 507-514.
- Moigne A.M., Palombo M.R., Belda V., Heriech-Briki D., Kacimi S., Lacombe F., de Lumley M.A., Moutoussamy J., Rivals F., Quiles J., Testu A. (2006). *An interpretation of a large mammal fauna from la Caune de l'Arago (France) in comparison to a Middle Pleistocene biochronological frame from Italy*. *Anthropologie*, 110 (5): 788-831.
- Moncel M.H., Ashton N. (2018). *From 800 to 500 ka in Western Europe. The Oldest Evidence of Acheuleans in Their Technological, Chronological, and Geographical Framework*. In Gallotti R., Mussi M. (eds.), *The Emergence of the Acheulean in East Africa and Beyond*. Cham: Springer: 215-235.
- Moncel M.H., Landais A., Lebreton V., Combourieu-Nebout N., Nomade S., Bazin L. (2018). *Linking environmental changes with human occupations between 900 and 400 ka in Western Europe*. *Quaternary International*, 480: 78-94.
- Moncel M.H., Moigne A.M., Combier J. (2012). *Towards the Middle Palaeolithic in western Europe: the case of Orgnac 3 (southeastern France)*. *Journal of Human Evolution*, 63 (5): 653-666.
- Moncel M.H., Moigne A.M., Sam Y., Combier J., Ashton N., Díez C., Monnier G., Rolland N., Sala Ramos R., Szmids C.C., Moncel M.H. (2011). *The emergence of Neanderthal technical behaviour: new evidence from Orgnac 3 (Level 1, MIS 8), southeastern France*. *Current Anthropology*, 52 (1): 37-75.
- Morse S.A. (2010). *Footprint verification: a new method and case study*. A Thesis submitted to the



- Graduate School-New Brunswick Rutgers, The State University of New Jersey in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Arts Graduate Program in Anthropology written under the direction of Dr. J.W.K. Harris, pp. 95.
- Morse S.A., Bennet M.R., Liutkus-Pierce C., Thackeray F., McClymont J., Savage R., Crompton R.H. (2013). *Holocene footprints in Namibia: the influence of substrate on footprint variability*. *American Journal of Physical Anthropology*, 151 (2): 265-279.
- Muñiz F., Cáceres L.M., Rodríguez-Vidal J., de Carvalho C.N., Belo J., Finlayson C., Sugisaki S., Gómez P., Jiménez-Espejo F. J. (2019). *Following the last Neanderthals: Mammal tracks in Late Pleistocene coastal dunes of Gibraltar (S Iberian Peninsula)*. *Quaternary Science Reviews*, 217: 297-309. DOI: 10.1016/j.quascirev.2019.01.013
- Munno R., Petrosino P., Romano P., Russo Ermolli E., Juvigné È (2001). *A late Middle Pleistocene climatic cycle in Southern Italy inferred from pollen analysis and tephrostratigraphy of the Acerno lacustrine succession*. *Géographie physique et Quaternaire*, 55: 87-99.
- Muttillio B., Lembo G. Peretto C. (eds) (2014). *L'insediamento a bifacciali di Guado San Nicola, Monteroduni, Molise, Italia*. *Annali dell'Università di Ferrara, Museologia Scient. Nat.*, 10 (1a): 1-160.
- Muttoni G., Scardia G., Kent D.V., Swisher C.C., Manzi G. (2009). *Pleistocene magnetochronology of early hominin sites at Ceprano and Fontana Ranuccio, Italy*. *Earth and Planetary Science Letters*, 286: 255-268.
- Neto de Carvalho C.N. (2010). *Vertebrate tracksites from the Mid-Late Pleistocene eolianites of Portugal: the first record of elephant tracks in Europe*. *Geological Quarterly*, 53.4: 407-414.
- Neto de Carvalho C.N. (2011). *Pegadas de vertebrados nos eolianitos do Pleistocénico Superior do Sudoeste Alentejano, Portugal*. *Comunicação Geológicas*, 98(8): 99-108
- Neto de Carvalho C.N., Figueiredo S., Belo J. (2016). *Vertebrate tracks and trackways from the pleistocene eolianites of SW Portugal Trilhos e pegadas de vertebrados nos eolianitos pliocénicos do SO de Portugal*. *Comunicações Geológica*, 103 (Especial I): 101-116
- Nomade S., Muttoni G., Guillou H., Robin E., Scardia G. (2011). *First 40Ar/39Ar age of the Ceprano man (central Italy)*. *Quaternary Geochronology*, 6 (5): 453-457.
- Oliveira D., Desprat S., Yin Q., Naughton F., Trigo R., Rodrigues T., Abrantes F., Sanchez- Goñi M. F. (2018). *Unraveling the forcings controlling the vegetation and climate of the best orbital analogues for the present interglacial in SW Europe*. *Climate dynamics*, 51(1-2): 667-686.
- Orain R., Lebreton V., Russo Ermolli E., Sémah A.M., Nomade S., Shao Q., Bahain J.J., Thun Hohenstein U., Peretto C. (2013). *Hominin responses to environmental changes during the Middle Pleistocene in central and southern Italy*. *Climate of the Past*, 9 (2): 687-697.
- Osborn H.F. (1931). *Palaeoloxodon antiquus italicus sp. nov., final stage in the "Elephas antiquus" phylum*. *American Museum novitate*, 460: 1-24.
- Palma di Cesnola A. (2001). *Il Paleolitico inferiore e medio in Italia*. *Millenni. Studi di Archeologia preistorica*. Collana del Museo Fiorentino di Preistoria Paolo Graziosi, Firenze.
- Palombo M.R. (2004). *Biochronology of the Plio-Pleistocene mammalian faunas of Italian peninsula: knowledge, problems and perspectives*. *Il Quaternario*, 17: 565-582.
- Palombo M.R. (2007). *Climate change versus biotic interaction: a case study of large mammal faunal complexes on the Italian peninsula from the Pliocene to the Late Pleistocene*. *New methodological approaches*. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 259: 13-46.
- Palombo M.R. (2009). *Biochronology of terrestrial mammals and Quaternary subdivisions: a case study of large mammals from the Italian peninsula*. *Il Quaternario*, 22 (2): 291-306.
- Palombo M.R. (2010). *A scenario of human dispersal in the northwestern Mediterranean throughout the Early to Middle Pleistocene*. *Quaternary International*, 223: 179-194.
- Palombo M.R. (2013). *What about causal mechanisms promoting early hominin dispersal in Eurasia? A research agenda for answering a hotly debated question*. *Quaternary International*, 295: 13-27.
- Palombo M.R. (2014). *Deconstructing mammal dispersals and faunal dynamics in SW Europe during*

- the Quaternary*. *Quaternary Science Reviews*, 96: 50-71.
- Palombo M.R. (2016). *To what extent could functional diversity be a useful tool in inferring ecosystem responses to past climate changes?* *Quaternary International*, 413: 15-31.
- Palombo M.R. (2018a). *Faunal dynamics in SW Europe during the late Early Pleistocene: Palaeobiogeographical insights and biochronological issues*. *Comptes Rendus Palevol*, 17 (4-5): 247-261.
- Palombo M.R. (2018b). *Twenty years after: Reflections on the Aurelian European Land Mammal Age*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31: 177-180.
- Palombo M.R., Ferretti M.P. (2005). *Elephant fossil record from Italy: knowledge, problems, and perspectives*. *Quaternary International*, 126: 107-136.
- Palombo M.R., Ferretti M., Larramendi A., Zhang H. (2017). *How many Palaeoloxodon species in Eurasia? Disentangling phylogenetic, dimorphic, ontogenetic, allometric and environmentally-driven characters*. Abstract Book VII ICMR, Taiwan, PE2-5.
- Palombo M.R., Giovinazzo C. (2005). *Elephas falconeri from Spinagallo Cave (South-Eastern Sicily, Hyblean Plateau, Siracusa): brain to body weight comparison*. *Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 12: 255-264.
- Palombo M.R., Magri D., Molinaro A., Pisano, V. (2003). *The Pleistocene sequence of Campo del Conte (Lower Sacco Valley, Southern Lazio)*. *Geologica Romana*, 36 (2001-2002): 289-309.
- Palombo M.R., Milli S., Rosa C. (2004). *Remarks on the biochronology of the late Middle Pleistocene mammalian faunal complexes of the Campagna Romana (Latium, Italy)*. *Geologica Romana*, 37 (2003-2004): 135-143.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017a). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M.R., Mietto P. (2017b). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Panera J., Rubio-Jara S., Yravedra J., Blain H.-A., Sesé C., Pérez-González A. (2014). *Manzanares Valley (Madrid, Spain): A good country for Proboscideans and Neanderthals*. *Quaternary International*, 326-327: 329-343.
- Pasenko M.R. (2017). *Quantitative and qualitative data of footprints produced by Asian (Elephas maximus) and African (Loxodonta africana) elephants and with a discussion of significance towards fossilized proboscidean footprints*. *Quaternary International*, 443: 221-227.
- Passarello P., Palmieri A. (1968). *Studio sui resti umani di tibia e di ulna provenienti da strata pleistocenici della cava Pompei de Pofi (Frosinone)*. *Rivista di Antropologia*, 55: 139-162.
- Pereira A., Nomade S., Falguères C., Bahain J.J., Tombret O., Garcia T., Voinchet P., Bulgarelli G.M., Anzidei A.P. (2017). *40Ar/39Ar and ESR/U-series data for the La Polledrara di Cecanibbio archaeological site (Lazio, Italy)*. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 15: 20-29.
- Pereira A., Nomade S., Moncel M.H., Voinchet P., Bahain J.J., Biddittu I., Falguères C., Giaccio B., Manzi G., Parenti F., Scardia G. (2018). *Integrated geochronology of Acheulian sites from the southern Latium (central Italy): Insights on human-environment interaction and the technological innovations during the MIS 11-MIS 10 period*. *Quaternary Science Reviews*, 187: 112-129.
- Pereira A., Nomade S., Shao Q., Bahain J.J., Arzarello M., Douville E., Falguères C., Frank N., Garcia T., Lembo G., Muttillio B. (2016). *40Ar/39Ar and ESR/U-series dates for Guado San Nicola, Middle Pleistocene key site at the Lower/Middle Palaeolithic transition in Italy*. *Quaternary*

Geochronology, 36: 67-75.

- Pereira A., Nomade S., Voinchet P., Bahain J.J., Falguères C., Garon H., Lefèvre D., Raynal J.P., Scao V., Piperno M. (2015). *The earliest securely dated hominin fossil in Italy and evidence of Acheulian occupation during glacial MIS 16 at Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italy)*. Journal of Quaternary Science, 30 (7): 639-650.
- Peretto C., Arzarello M., Bahain J.J., Boulbes N., Dolo J.M., Douville E., Falguères C., Frank N., Garcia T., Lembo G., Moigne A.M., Muttillio B., Nomade S., Pereira A., Rufo M.A., Sala B., Shao Q., Thun Hohenstein U., Tessari U., Turrini M.C., Vaccaro C. (2016). *The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the Lower/Middle Palaeolithic transition*. Quaternary International, 411: 301-315.
- Peretto C., Arzarello M., Bahain J.J., Boulbes N., Douville E., Falguères C., Frank N., Garcia T., Lembo G., Moigne A.M., Muttillio B. (2014). *Guado San Nicola (Monteroduni, Prov. di Isernia)*. Notiziario di preistoria e protostoria, 1 (I): 3-5.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *The Pleistocene non-hominid vertebrate ichnofossil record in Italy*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, Journal of Mediterranean Earth Sciences, 12. (Special Issue): 193-212. DOI:10.3304/jmes.2020.16872
- Platt B.F., Hasiotis S.T. (2014). *Novel neoichnology of elephants: Nonlocomotive interactions with sediment, locomotion traces in partially snow-covered sediment, and implications for proboscidean paleoichnology*. In Hembree D.I., Platt B.F., Smith J.J. (eds.), *Experimental Approaches to Understanding Fossil Organisms*, Topics in Geobiology 41, Springer Sciences & Business, The Netherlands: 371-393.
- Polly P.D., Eronen J.T. (2011). *Mammal associations in the Pleistocene of Britain: implications of ecological niche modelling and a method for reconstructing palaeoclimate*. In Ashton N., Lewis S.G., Stringer G. (eds.), *The Ancient Human Occupation of Britain*, Developments in Quaternary Sciences, 14: 279-304.
- Raynaud D., Barnola J.M., Souchez R., Lorrain R., Petit J.R., Duval P., Lipenkov V.Y. (2005). *Palaeoclimatology: The record for marine isotopic stage 11*. Nature, 436 (7047): 39.
- Rodríguez J., Martín-González J.A., Mateos A. (2017). *Evaluating the impact of Homo-carnivore competition in European human settlements during the early to middle Pleistocene*. Quaternary Research, 88 (1): 129-151.
- Rodríguez, J., Mateos, A. (2018). *Carrying capacity, carnivoran richness and hominin survival in Europe*. Journal of human evolution, 118: 72-88.
- Rodríguez J., Mateos A., Hertler C., Palombo M.R. (2016). *Modelling human presence and environmental dynamics during the Mid-Pleistocene Revolution: New approaches and tools*. Quaternary International, 393: 19-23.
- Roksandic M., Radović P., Lindal J. (2018). *Revising the hypodigm of Homo heidelbergensis: A view from the Eastern Mediterranean*. Quaternary International, 466: 66-81.
- Roksandic M., Radović P., Wu X., Bae C. (2019). *Homo heidelbergensis: What do we need to set the question of the validity of this taxon to rest*. American Journal of Physical Anthropology, 168: 207.
- Russo Ermolli E. (1994). *Analyse pollinique de la succession lacustre pléistocène du Vallo di Diano (Campanie, Italie)*. Annales Société Géologique de Belgique, 117: 333-354.
- Russo Ermolli E., Sardella R., Di Maio G., Petronio C., Santangelo N. (2010). *Pollen and mammals from the late Early Pleistocene site of Saticula (Sant'Agata de' Goti, Benevento, Italy)*. Quaternary International, 225: 128-137.
- Sadori L., Bertini A., Combourieu-Nebout N., Kouli K., Mariotti Lippi M., Roberts N., Mercuri A.M. (2013). *Palynology and Mediterranean vegetation history*. Flora Mediterranea, 23: 141-156.
- Sala B., Boulbes N., Moigne A-M., Thun Hohenstein U. (2014). *L'insieme faunistico del Giacimento*. In Muttillio B., Lembo G., Peretto C. (eds.), *L'insediamento a bifacciali di Guado*



- San Nicola, Monteroduni, Molise, Italia. *Annali dell'Università di Ferrara, Museologia Scient. Nat.*, 10 (1a): 59-78.
- Schreve D. (2001). *Differentiation of the British late Middle Pleistocene interglacials: the evidence from mammalian biostratigraphy*. *Quaternary Science Reviews*, 20: 1693-1705.
- Stehlin H.G. (1910). *Remarques sur les faunules de Mammifères des couches Éocènes et Oligocènes du Bassin de Paris*. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 9 (4): 488-520.
- Stringer, C. B., Trinkaus, E., Roberts, M. B., Parfitt, S. A., Macphail, R. I. (1998). *The middle Pleistocene human tibia from Boxgrove*. *Journal of human evolution*, 34(5): 509-547.
- Trinkaus E., Ruff C.B. (2012). *Femoral and tibial diaphyseal cross-sectional geometry in Pleistocene Homo*. *PaleoAnthropology*, 2012: 13-62. DOI:10.4207/PA.2012.ART69
- Tzedakis P.C. (2005). *Towards an understanding of the response of southern European vegetation to orbital and suborbital climate variability*. *Quaternary Science Reviews*, 24 (14-15): 1585-1599.
- Valensi P. (2009). *Evolution des peuplements de grands mammifères en Europe méditerranéenne occidentale durant le pléistocène moyen et supérieur. Un exemple régional: Les Alpes du Sud françaises et italiennes*. *Quaternaire*, 20 (4): 4.
- van Kolfschoten T. (2014). *The Palaeolithic locality Schöningen (Germany): a review of the mammalian record*. *Quaternary International*, 326: 469-480.
- Villa P., Soriano S., Grün R., Marra F., Nomade S., Pereira A., Boschian G., Pollarolo L., Fang F., Bahain J.J. (2016). *The Acheulian and early Middle Paleolithic in Latium (Italy): stability and innovation*. *PloS ONE*, 11 (8): e0160516.
- Vrba E.S. (2005). *Mass turnover and heterochrony events in response to physical change*. *Paleobiology*, 31: 157-174.
- Yin Q.Z., Berger A. (2015). *Interglacial analogues of the Holocene and its natural near future*. *Quaternary Science Reviews*, 120: 28-46.
- Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. (2001). *Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present*. *Science*, 292 (5517): 686-693.
- Zanolli C., Martín-Torres M., Bernardini F., Boschian G., Coppa A., Dreossi D., Mancini L., de Pinillos M.M., Martín-Francés L., de Castro J.M.B., Tozzi C. (2018). *The Middle Pleistocene (MIS 12) human dental remains from Fontana Ranuccio (Latium) and Visogliano (Friuli-Venezia Giulia), Italy. A comparative high resolution endostructural assessment*. *PloS ONE*, 13 (10): e0189773.
- Zarattini, A. (ed.) (1999). *Indagine geoarcheologica e paleoambientale (Isoletta, Arce)*. Tethys, unpublished report for Vianini SpA.



# Osservazioni preliminari sulla frequentazione umana preistorica dell'areale del Roccamonfina

Italo Biddittu<sup>1</sup> e Adolfo Panarello<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Italiano di Paleontologia Umana

<sup>2</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

Keywords “Ciampate del diavolo”, Roccamonfina; *Homo heidelbergensis*; *Homo neanderthalensis*; Manufatti in pietra del Pleistocene medio | “Devil's Trails”; Roccamonfina; *Homo heidelbergensis*; *Homo neanderthalensis*; Middle Pleistocene stone tools

## Abstract

Attribuire un'impronta fossile a una specifica specie umana è sempre un compito impegnativo, soprattutto quando non sono disponibili altre prove archeologiche oltre all'età del substrato impresso. Nell'ichnosito di Foresta, solo recentemente sono stati trovati alcuni rari strumenti litici *Levallois* e sono ancora in corso di studio. Per questo motivo, l'attribuzione precisa delle cosiddette “Ciampate del diavolo” a uno specifico camminatore umano resta molto difficile. Inoltre, il riaccendersi del dibattito paleoantropologico sulla precisa caratterizzazione delle specie umane che circolavano nell'epoca a cui sono state datate queste impronte fossili (circa 350 ka) (*Homo heidelbergensis* e *Homo neanderthalensis*) ha reso questo compito ancora più difficile. In questo contributo, riassumiamo lo stato degli studi alla luce delle ultime scoperte e conoscenze.

*Attributing a fossil footprint to a specific human species is always a challenging task, especially when no other archaeological evidence is available in addition to the age of the trampled layer.*

*In the Foresta ichnosite only recently some rare Levallois lithic tools have been found and they are still under study. For this reason, the precise attribution of the so-called “Devil's Trails” to a specific human trackmaker remains very hard. Moreover, the rekindling of the palaeoanthropological debate about the precise characterization of human species moving in the age to which these fossil footprints have been dated (around 350 ka) (*Homo heidelbergensis* vs. *Homo neanderthalensis*) has made this task even more difficult. In this contribution, we summarise the status of the studies in light of the latest findings and knowledge.*

È molto difficile, se non impossibile, attribuire le impronte fossili preistoriche a una precisa specie umana o pre-umana, a meno che non siano così bene conservate e datate da togliere ogni dubbio. Finora, un solo caso è noto in tal senso ed è quello di Acauhalinca “El Cauce”, dove la granulometria del fondo argilloso e lo stato di conservazione delle orme hanno consentito di creare l'ichnotaxon *Hominipes modernus* [Kim et al., 2008].

Un altro tentativo, meno convincente di quello nominato, di caratterizzare impronte fossili di ominini è stato fatto nel 2011 da D. Jeffrey Meldrum e dal suo team, che hanno definito l'ichnotaxon *Praehominipes laetoliensis* partendo dalle piste G1, G2 e G3 di Laetoli [Meldrum et al., 2011].

Nella maggior parte dei casi, secondo una consuetudine non del tutto corretta (perché non tiene completamente conto dei processi tafonomici), si procede attribuendo le orme a una particolare specie di ominini in base all'età del substrato impresso e/o alla presenza di elementi culturali ritrovati “*in situ*” o nel suo intorno territoriale.





Figura 8.1 L'intorno territoriale del geosito delle "Ciampate del diavolo" con indicazione delle località più vicine, in cui sono stati rinvenuti reperti "acheuleani" (modificata da GoogleEarth).

In applicazione della summenzionata metodologia di attribuzione, alla luce dei dati disponibili, quando le orme umane fossili del Roccamonfina, le cosiddette "Ciampate del diavolo", ubicate nella località Foresta del Comune di Tora e Piccilli, furono inizialmente datate, con il metodo del K/Ar, fra 385 e 325 ka [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008], esse furono attribuite a generici «*Middle Pleistocene hominids*» [Avanzini et al., 2008], cioè a «ominini del Medio Pleistocene», su cui non si poteva dire altro se non che potessero essere stati, verosimilmente, esemplari di *Homo erectus* europeo. Anche i dati dimensionali misurati preliminarmente creavano problemi di attribuzione, dal momento le impronte sembravano troppo piccole per essere attribuite a esemplari di *Homo heidelbergensis* o di *Neandertal* arcaici adulti, per i quali si ipotizza una struttura corporea alta e robusta [Jungers et al., 2016]. Ciò, naturalmente, a meno che i *trackmaker* non fossero stati femmine o maschi non-adulti.

Le "Ciampate del diavolo" sono state attribuite preliminarmente, su base quasi esclusivamente cronologica, a *Homo heidelbergensis* [Panarello et al., 2017] e questa attribuzione è sembrata diventare sempre più solida man mano che la ricerca è andata avanti. Infatti, nel medesimo sito, nuove orme umane sono state scoperte, analizzate, descritte e pubblicate [Panarello et al., 2020] e, fra esse, ve n'è anche almeno una accertata che è lunga 27 cm. Questo consente di stabilire che anche la statura stimabile per i *trackmaker* del Roccamonfina, oscillando fra ~1,73 m e ~1,84 m [Panarello et al., 2022a: Tab. S1.22] rientra nel *range* attribuito, in generale, a tale specie umana per i maschi adulti [Jungers et al., 2016] e per gli ominini della Sima de los Huesos, in particolare [Carretero et al., 2012; Pablos, 2015; Pablos et al., 2017; McNutt et al., 2018].

Infatti, i numerosi rinvenimenti osteologici effettuati nella Sima de Los Huesos (Cueva Mayor, Sierra de Atapuerca, in Spagna), hanno consentito di ricostruire interamente il piede attribuito a *Homo heidelbergensis*, evidenziando che esso ha una caratteristica anatomica, il *sustentaculum tali* sporgente in direzione mediale, che sembra trovare pieno riscontro nella forma larga del retropiede e nella presenza di un arco longitudinale mediale poco elevato [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164].

Nessun elemento di cultura materiale, all'epoca della pubblicazione dei primi *report*, era stato rinvenuto nel sito o nei suoi pressi.

Si è dovuto attendere anni prima che nuove scoperte dessero un altro contributo a una prima identificazione del *trackmaker* autore delle "Ciampate del diavolo", cioè della specie di ominini che camminavano sulle pendici del vulcano Roccamonfina nel Medio Pleistocene.

Un primo aiuto è venuto dalle datazioni radiometriche più precise, effettuate con il metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  [Scaillet et al., 2008; Santello, 2010], che hanno fissato l'epoca delle "Ciampate del diavolo" a circa 350 ka, consentendo, così, di restringere l'intervallo cronologico.

Inoltre, altri studi hanno dimostrato che gli uomini della preistoria (come pure quelli attuali) potevano percorrere senza alcun problema anche notevoli distanze chilometriche in un solo giorno per l'approvvigionamento di materie prime e di cibi [Bassett et al., 2004, 2010; Raichlen et al., 2014; King, 2014], o anche per compiere esplorazioni in vista dello spostamento dei nuclei sociali di appartenenza, che erano ancora nomadi.

Questa consapevolezza, unita ai rinvenimenti di numerosi siti del Paleolitico inferiore caratterizzati da manufatti di tipologia "Acheuleana", geograficamente vicini al geosito delle "Ciampate del diavolo", ha contribuito a consolidare la proposta di identificazione dei *trackmakers* con esemplari di *Homo heidelbergensis*.



**Figura 8.2** Punta in basalto con ritocchi alterni convergenti, da depositi del Fosso Rionale: a) faccia dorsale; b) profilo laterale sinistro; c) faccia ventrale.

Con il riaccendersi del dibattito paleoantropologico sulla caratterizzazione delle specie umane che popolavano l'Europa nel Pleistocene medio e, soprattutto, sulla precisa identità della specie della Sima de los Huesos, identificata da alcuni studiosi come *Homo heidelbergensis* e da altri come antenati dei *Neandertal* [Stringer, 2012; Buck & Stringer, 2014; Manzi, 2016; Roksandic et al., 2018; 2019], l'attribuzione preliminare a *Homo heidelbergensis* dei *trackmaker* di Foresta è tornata in discussione e gli icnologi che ne hanno studiato le impronte, pur confermando le analogie con i dati morfologici riconosciuti sui resti fossili della Sima de Los Huesos, hanno deciso, per il momento di non attribuirle a una specie in particolare [Panarello et al., 2020].

La presenza di industria litica acheuleana nell'alta Campania e nel Lazio meridionale è ben nota già dal secolo XIX [Nicolucci, 1871]. I rinvenimenti più significativi, però, sono un'amigdala rinvenuta a Ceppagna (IS) [Pigorini 1876] e altri due bifacciali ritrovati nel sito di Pignataro Interamna (FR) [De Lorenzo & D'Erasmus, 1932]. Questi due luoghi distano, rispettivamente, in linea d'aria, solo circa 15 Km e 23 Km dal geosito delle "Ciampate del diavolo".



A Guado S. Nicola (Monteroduni, IS), sono stati ritrovati e pubblicati, nel 2015 [Peretto et al., 2015], molti reperti litici acheuleani la cui datazione tra il MIS 11 ( $400 \pm 9$  ka) e il MIS 10 ( $345 \pm 9$  ka) [Pereira et al., 2016] collima quasi perfettamente con quella del geosito del Roccamonfina. Recentemente, nell'icnosito delle "Ciampate del diavolo", un piccolo nucleo in basalto (mm  $52 \times 45,50 \times 42$ , del peso di 94 gr) è stato anche rinvenuto "in situ", fra l'unità impressa (LS7) e quella di sigillo (LS8), ma le sue caratteristiche non consentono di ascriverlo a una cultura specifica. L'unico dato veramente significativo è il fatto che la sua datazione è certa, essendo stato trovato fra due unità entrambe datate intorno a 350 ka [Panarello et al., 2017].



Figura 8.3 Nucleo in basalto da depositi del Fosso Rionale: a) superficie di "debitage"; b) superficie con negativi di distacchi di schegge; c) vista laterale.

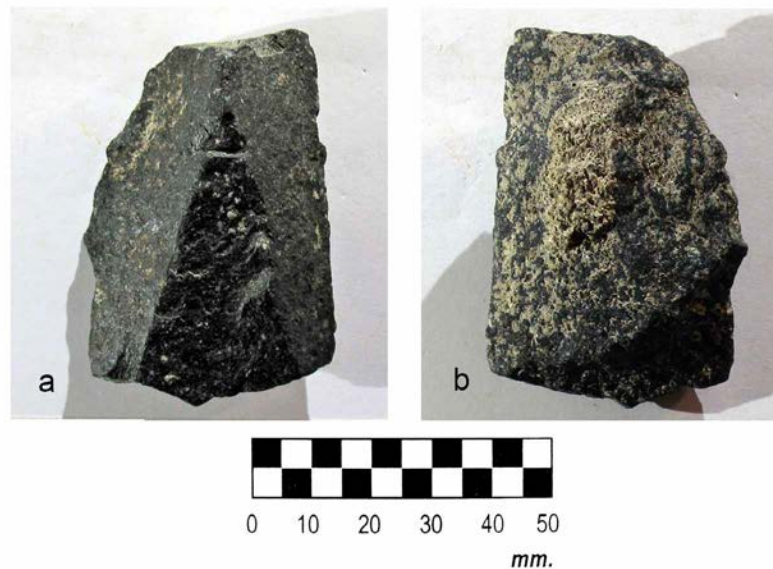


Figura 8.4 Frammento di punta Levallois in basalto, da depositi del Fosso Rionale: a) vista dorsale; b) superficie ventrale.

Altri manufatti litici sono stati individuati "in situ" in un deposito alluvionale, con matrice sabbiosa e con ciottoli di materiale vulcanico, ubicato a brevissima distanza dalla pendice che conserva le orme umane fossili. Tali manufatti sono ancora oggetto di studio e, per il momento, sono stati solo descritti in un contributo da poco pubblicato [Panarello et al., 2020].



Due manufatti sono ricavati da ciottoli di basalto a grana fine e compatta. Il primo è una punta su grande scheggia che presenta sulla faccia dorsale i negativi di tre ampi distacchi e una estesa porzione del cortice del ciottolo originario. Sul margine destro è presente un ritocco erto convesso alterno denticolato diretto nella zona mediale e inverso verso la punta. Sul margine sinistro è presente ritocco semi-erto concavo inverso denticolato. Sulla faccia ventrale la base è stata assottigliata da ritocco piatto profondo forse destinato a facilitare l'immanicazione (mm 141 x 112 x 29, peso gr 336) (Figura 8.2).

L'altro è un nucleo ottenuto da un grande ciottolo di basalto. È caratterizzato da *debitage* multidirezionale con spessi e ampi distacchi bifacciali (mm 126 x 106 x 87, del peso di gr 1170) (Figura 8.3).

Di particolare interesse la presenza di un frammento della parte mediana di una classica punta *Levallois* in basalto nero e compatto (mm 59 x 40 x 19, peso gr 53) (Figura 8.4).

In attesa che studi geologici puntuali e datazioni radiometriche definiscano cronologicamente lo strato da cui provengono, questi pochi manufatti appaiono importanti per l'aspetto tipologico, la componente *Levallois* e le loro dimensioni, che potrebbero derivare dall'abbondanza della materia prima lavica in ambiente vulcanico.

Questa nuova segnalazione di manufatti *in situ* alle pendici nord-orientali del Roccamonfina indica che, analogamente a quanto osservato in altre località, la frequentazione umana degli ambienti vulcanici era comune e diffusa per lo sfruttamento delle migliori condizioni climatiche e ambientali, anche in termini di più facile approvvigionamento alimentare.

Quanto detto consente di ipotizzare una frequentazione più diffusa nello spazio e cronologicamente differenziata anche fuori dal *range* temporale suggerito dalla datazione delle orme fossili.

## Bibliografia

- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Bassett D.R. Jr., Schneider P.L., Huntington G.E. (2004). *Physical Activity in an Old Order Amish Community*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(1): 79-85.
- Bassett D.R. Jr., Wyatt H.R., Thompson H., Peters J.C., Hill J.O. (2010). *Pedometer-Measured Physical Activity and Health Behaviors in U.S. Adults*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(10): 1819-1825.
- Buck L.T., Stringer C.B. (2014). *Homo heidelbergensis*. *Current Biology*, 24 (6): R214-R215.
- Carretero J.-M., Rodríguez L., García-González R., Arsuaga J.-L., Gómez-Olivencia A., Lorenzo C., Bonmatí A., Gracia A., Martínez I., Quam R. (2012). *Stature estimation from complete long bones in the Middle Pleistocene humans from the Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca (Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 62 (2): 242-255.
- De Lorenzo G, D'Erasmus E. (1932). *L'Uomo paleolitico e l'Elephas antiquus nell'Italia meridionale*. *Atti della Reale accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli*, S. 2, 19, 5 (1933): 1-107.
- Jungers W.L., Grabowski M., Hatala K.G., Richmond B.G. (2016). *The evolution of body size and shape in the human career*. *Philosophical transactions - Royal Society. Biological sciences*, 371 (1698): 20150247, dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0247.
- Kim J.Y., Kim K.S., Lockley M.G., Matthews N. (2008). *Hominid Ichnotaxonomy: An Exploration of a Neglected Discipline*. *Ichnos*, 15: 126-139, 2008.
- King B.J. (2014). *The Anthropology of Walking*. National Public Radio online, <https://www.npr.org/sections/13.7/2014/01/09/261054773/let-s-move-more-the-anthropology-of-walking?t=1570528868666> (Consultato il 2019-10-08).
- Manzi G. (2016). *Humans of the Middle Pleistocene: The controversial calvarium from Ceprano (Italy) and its significance for the origin and variability of Homo heidelbergensis*. *Quaternary*

- International, 411: 254-261.
- McNutt E.J., Zipfel B., DeSilva J.M. (2018). *The evolution of the human foot*. *Evolutionary Anthropology* (2018): 1-21. DOI:10.1002/evan.21713
- Meldrum D.J., Lockley M.G., Lucas S.G., Musiba C. (2011). *Ichnotaxonomy of the Laetoli trackways: The earliest hominin footprints*. *Journal of African Earth Sciences*, 60 (1-2): 1-12).
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Nicolucci G. (1871). *L'Âge de la pierre dans les provinces napolitaines*. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique (Compte rendu de la 5e Session): 17-48.
- Pablos A. (2015). The foot in the *Homo* fossil record. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 24: 11-28.
- Pablos A., Pantoja-Pérez A., Martínez I., Lorenzo C., Arsuaga J.L. (2017). *Metric and morphological analysis of the foot in the Middle Pleistocene sample of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Quaternary International*, 433: 103-113.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Di Vito M.A., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35(3): 444-456. DOI:10.1002/jqs.3186.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (questo volume). *L'ichnosito della località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 123-164.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022a). *Il dataset dimensionale completo delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S1: 1-38, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S1>
- Pereira A., Nomade S., Shao Q., Bahain J.-J., Arzarello M., Douville E., Falgueres C., Frank N., Garcia T., Lembo G., Muttillio B., Scao V., Peretto C. (2016). *40Ar/39Ar and ESR-U/Th dates for Guado San Nicola, Middle Pleistocene key site at the Lower/Middle Palaeolithic transition in Italy*. *Quaternary Geochronology*, 36: 67-75.
- Peretto C., Arzarello M., Bahain J.-J., Boulbes N., J.-M. Dolo, Douville E., Falguères C., Frank N., Garcia T., Lembo G., Moigne A.-M., Muttillio B., Nomade S., Pereira A., Rufo M.A., Sala B., Shao Q., Thun Hohenstein U., Tessari U., Turrini M.C., Vaccaro C. (2015). *The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the lower/middle palaeolithic transition*. *Quaternary International*, 411: 301-315.
- Pigorini L. (1876). *L'età della pietra nella provincia di Molise*. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 2: 119-128.
- Raichlen D.A., Wood B.M., Gordon A.D., Mabullad A.Z.P. Marlowe F.W., Pontzer H. (2014). *Evidence of Lévy walk foraging patterns in human hunter-gatherers*. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 111 (2): 728-733.
- Roksandic M., Radović P., Lindal J. (2018). *Revising the hypodigm of Homo heidelbergensis: A view from the Eastern Mediterranean*. *Quaternary International*, 466: 66-81.
- Roksandic M., Radović P., Wu X., Bae C. (2019). *Homo heidelbergensis: What do we need to set the question of the validity of this taxon to rest*. *American Journal of Physical Anthropology*, 168: 207-207.
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, Università degli studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze.
- Scaillet S., Vita-Scaillet G., Guillou H. (2008). *Oldest human footprints dated by Ar/Ar*. *Earth and Planetary Science Letters*, 275: 320-325.
- Stringer C. (2012). *The Status of Homo heidelbergensis (Schoetensack 1908)*. *Evolutionary Anthropology*, 21: 101-107

# Rilevare, analizzare e interpretare le orme umane fossili

Adolfo Panarello

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

Keywords "Ciampate del diavolo", Impronte umane; Morfometria; Analisi di icnodati | "Devil's Trails"; Human footprints; Morphometrics; Ichnodata analysis

## Abstract

Il potere delle impronte di registrare e descrivere la complessità dei movimenti e della struttura corporea degli esseri viventi è ben noto. Le tecniche di rilevamento, analisi e interpretazione bidimensionale e tridimensionale dei dati icnologici sono sempre più numerose e complesse, ma non si sono ancora svincolate del tutto dalla loro dipendenza da una varietà di convenzioni, diverse fra loro, che possono influenzare il loro livello di attendibilità. Particolarmente interessanti per i paleoantropologi sono le impronte fossili di ominini, che sono estremamente rare ma hanno il potere di fornire preziose conoscenze sui nostri antenati della preistoria, sulla loro struttura corporea, sul loro comportamento, sull'ambiente in cui vivevano. In questo contributo, si passano in rassegna le principali tecniche di analisi finora conosciute e si illustrano le convenzioni scelte e applicate allo studio delle "Ciampate del diavolo", alla luce delle particolari caratteristiche del sito paleontologico che le conserva.

*The power of footprints to record and pass on the complexity of movements and body structure of living beings is well known. Techniques for two- and three-dimensional survey, analysis, and interpretation of ichnological data are becoming increasingly numerous and complex, but they have not yet lost their dependence on many different conventions and their various degree of interpretation. Particularly interesting for palaeoanthropologists are hominin fossil footprints, which are extremely rare but have the power to give precious knowledge about our ancient relatives, their body structure, their behaviour, the environment in which they lived. In this paper, we review the main analysis techniques known to date and we show the conventions applied to the study of the "Ciampate del diavolo" in the light of the particular characteristics of the palaeontological site preserving them.*

Un esame icnologico obiettivo ed esaustivo di orme umane fossili dovrebbe tener conto di molti fattori (ambientali, tafonomici, cronologici, morfologici, biologici, anatomici, etc.), ma quasi mai si dispone di tutti i dati utili per questo fine, soprattutto quando le evidenze da esaminare appartengono a un'alta antichità.

Le metodologie di analisi delle potenziali icniti umane non sono molto diverse da quelle impiegate per i dinosauri e le altre varietà di paleofauna: bisogna prima accertare che le depressioni nel terreno siano effettivamente delle orme e poi analizzarne la morfostruttura in vista della loro attribuzione a uno specifico *trackmaker* umano.

Si pensa che sia un errore comune considerare e analizzare le singole orme e gli schemi dell'andatura umana come se il problema fosse solo geometrico e come se le orme fossero ubicate solo e sempre su superfici pianeggianti e in grado di conservare ogni dettaglio del piede. In realtà, com'è stato più volte riscontrato, anche sperimentalmente [D'Août et al., 2010], non si possono analizzare e interpretare correttamente e in modo completamente obiettivo le orme fossili, se non si tiene pienamente conto del fatto che esse sono il risultato dell'interazione strettissima fra l'anatomia del piede, la natura e la disposizione del substrato rispetto al piano geografico, la



dinamica dell'andatura e persino la volontà del *trackmaker* (che può, ad esempio, deliberatamente fare passi corti anche se ha gambe lunghe), etc. In particolare, come fanno rilevare D'Août e i suoi collaboratori, fattori statici e dinamici devono essere considerati insieme per avere una visione completa e obiettiva, in particolare: «*the shape of the foot, the mechanical properties of the foot, its kinematics, and its kinetics. In addition, the mechanical properties of the substrate (mostly volcanic ash or granular media, e.g. sand) will probably play an important role (...)*» [D'Août et al., 2010].

Se, dunque, è ampiamente dimostrato che un'impronta di piede riflette fedelmente, fra l'altro, le distribuzioni vettoriali delle pressioni indotte sugli arti dalle localizzazioni del centro di massa e del peso corporeo durante la deambulazione [Robbins, 1985, 1986; Kullmer et al., 2003; Berge et al., 2006; Morse et al., 2010; Reel, 2012; Bennett & Morse, 2014; Panarello & Mietto, 2017; etc.], bisognerebbe comunque tener conto sia delle spinte propulsive – volontarie e involontarie – [cfr. Day & Wickens, 1980; Raichlen et al., 2010; D'Août et al., 2010; etc.] sia di altri aspetti tafonomici che influenzano lo stato di conservazione generale del substrato e anche delle orme che vi sono conservate. Gli agenti naturali e antropici, infatti, con il passare del tempo, cancellano inesorabilmente dettagli preziosi [Bennett et al., 2013]. Bisognerebbe, infine, tener conto del fatto che ogni modello dinamico disponibile e applicabile è il risultato di sperimentazioni effettuate sull'uomo attuale e, quindi, non può contemplare tutti i fattori legati al *trackmaker* preistorico, compresi le variazioni di specie, i differenti stadi evolutivi e anche la presenza o meno di patologie e deformazioni [Panarello, 2016].

Il più volte citato studio di D'Août et al. [2010], condotto sulla sabbia, ha dimostrato che – forse – la pressione è il più significativo fattore predittivo della profondità di un'orma in corrispondenza del suo punto più prossimale, cioè in corrispondenza del tallone, ma non lo è nella parte più distale, dove è più incidente l'azione legata all'impulso. Lo stesso studio ha mostrato che, sui substrati morbidi e sufficientemente plastici, la superficie del piede, sulla quale agisce il carico corporeo, appare dilatata e aumentata nelle dimensioni.

Dunque, con queste premesse e con la consapevolezza che fino a quando non saranno determinate con precisione le caratteristiche meccaniche del substrato, i suoi tempi di essiccazione e litificazione, nonché il suo indice di Winkler, fino a quando non sarà stata studiata – in tutta la sua completezza – la meccanica dell'interazione substrato/piede, durante la creazione di un'orma, ogni dettaglio quantitativo conserverà sempre un sensibile margine di imprecisione. Ciò – come predetto – è dovuto al fatto che le componenti dell'orma, statiche e dinamiche, non vengono considerate simultaneamente. Inoltre, poiché in assenza di tali studi, non è possibile stabilire neppure quanto e come l'orma vera e propria sia deformata, rimane in vita un margine di interpretazione che si può tentare di superare solo mediante la logica e qualche confronto anatomico.

Negli ultimi vent'anni, lo sforzo internazionale di raggiungere metodologie di validazione e di confronto obiettive ha compiuto passi da gigante, soprattutto grazie all'evoluzione delle tecnologie di rilievo e analisi dei dati, ma ulteriori perfezionamenti sono tutt'ora in corso e sono quasi tutti orientati nella direzione di creare una banca-dati, in cui vi sia il maggior numero possibile di informazioni, e che le medesime informazioni siano il più possibile disponibili per la comunità scientifica internazionale. Allo scopo di favorire un confronto attendibile dei dati, si sta anche cercando di trovare una certa uniformità convenzionale [Falkingham et al., 2018].

Uno dei maggiori problemi, nella comparazione dei dati, è – infatti – proprio la diversità delle convenzioni che vengono adottate per la misurazione dei parametri dimensionali e anche per la loro analisi e valutazione. Ciò è, spesso, dovuto al fatto che quasi nessuno degli studiosi, impegnati in questi procedimenti di “raffinamento” metodologico, è propenso a credere che il metodo da lui scelto o creato possa essere meno efficace degli altri. Neppure sono frequentissimi gli studi sull'attendibilità dei dati ottenuti dal campionamento e dall'analisi dei medesimi [Reel, 2012]. In ogni caso, come già detto, qualunque modello icnologico si può elaborare solo con campioni messi a punto su esemplari di *H. sapiens* attuale, lasciando, quindi, sempre ragionevoli margini di

incertezza con i modelli elaborati dopo il rilievo di orme lasciate da ominini estinti e/o che si sono evoluti e di cui non si conosca la precisa ontogenesi.

Con una tale diversità nei campioni, nella scelta delle convenzioni delle misurazioni e degli algoritmi di analisi dei dati, si ritiene che sia quasi un'utopia pretendere di superare completamente i problemi legati al confronto dei dati: la conseguente imposizione di calibrazioni, per quanto accurata voglia essere, non potrà mai garantire la totale assenza di errori, talvolta meramente algebrici.

Sarebbe sempre bene, dunque, tenere a mente questo fatto e procedere con la massima cautela sia nella scelta del metodo di analisi sia nella proposta dei risultati.

Quanto predetto è vero anche quando si raccolgono e analizzano dati icnologici riferibili a *Homo sapiens*, ma lo è ancora di più quando i *trackmaker* sono esemplari di altre specie di ominini, vissute, talvolta, in tempi lontanissimi e di cui rimangono solo pochi resti fossili osteologici e rare testimonianze culturali.

La scelta e la lettura dei *landmark* anatomici, che vengono impiegati nei procedimenti mensurali è, dunque, effettuata con grande variabilità ed è sempre interpretativa, soprattutto quando non tutti i principali dettagli anatomici (tallone, avampiede, alluce, dita, etc.) sono bene conservati. D'altro canto, se non si accettasse il margine di insuperabile interpretatività delle evidenze, bisognerebbe abbandonare ogni tentativo di studio e porre una "*crux desperationis*" sulle problematiche morfometriche legate alle icniti umane. L'unica cosa che si può fare è tentare di contenere le deviazioni statistiche nei margini più stretti possibili.

Un passo importante nella direzione di agevolare la creazione e l'uniformazione di modelli scalati è stato fatto dall'Università di Bournemouth (UK), con la creazione del «*Footprint Data Archive*» (<http://footprints.bournemouth.ac.uk/>) e la messa a disposizione, dal medesimo portale, di due preziosi freeware, *FootProcessor* e *DigTrace* (<http://www.digtrace.co.uk/>), nelle versioni "Pro" e "Academic", per l'analisi e la comparazione dei dati.

*DigTrace*, in particolare, per la potenza dei suoi algoritmi, utili soprattutto in fase di confronto, ha consentito ad esempio, di elaborare un'«orma media» dalle orme delle piste G1 e G2 di Laetoli [Bennett et al., 2016].

Tuttavia, la scelta, a tutti i costi, dell'impiego di un algoritmo statistico, per quanto sofisticato e attendibile possa essere, non sembra sempre condivisibile, soprattutto quando le evidenze da valutare non conservano elementi a sufficienza o non ne conservano affatto. Nel primo caso, infatti, la statistica servirebbe più per l'analisi dei dati reali che per la creazione di dati interpolati; nel secondo caso, oltre a suggestive ipotesi, non si potrebbe avere altro.

Si pensa, inoltre, che si dovrebbe tener conto che l'analisi di orme fossili non può prescindere dalla consapevolezza che, dal momento dell'impressione del substrato a quello del definitivo consolidamento, la struttura delle orme subisce – come predetto – una serie di deformazioni che dipendono certamente dal tempo trascorso e variano a seconda degli agenti che hanno agito sulla struttura medesima (erosione, compressione, collasso gravitativo dei bordi, deformazione della materia impressa, bioturbazioni, etc.). La consapevolezza di questo fatto conferma che l'analisi delle orme fossili non può che essere interpretativa e la scienza è ancora alla ricerca di un modello che possa restituire dati molto vicini all'agognata obiettività.

Uno studio sperimentale degli effetti di alterazione dei fenomeni erosivi sulle strutture originarie delle orme è stato recentemente pubblicato sul *Journal of Archaeological Science: Reports* ad opera di Ashleigh L. A. Wiseman e Isabelle De Groote [2018]. Esso è basato sul confronto fra i dati ricavati dall'analisi del degrado di orme create sperimentalmente con quelli che la natura (azione tidale marina) causa sui livelli olocenici impressi di Formby Point (UK). Il risultato di questa approfondita analisi comparativa e sperimentale conferma che l'azione degli agenti naturali altera effettivamente sia la forma sia le dimensioni delle orme prima della loro solidificazione [Wiseman & De Groote, 2018]. Pertanto, se non è possibile determinare con precisione assoluta (e questo accade nella quasi totalità dei casi) la tempistica e le precise modalità di consolidamento del

substrato, tutti gli elementi che hanno agito sulle strutture ancora plastiche e tutti i parametri di azione e reazione fra l'arto e la materia imprimibile durante il processo dinamico di creazione delle orme [Bates et al., 2013], qualunque risultato legato alle misurazioni, all'analisi cinematica dell'andatura e alle stime riguardanti massa, statura, sesso, ecc. del *trackmaker* dovrebbe essere considerato come preliminare. Anche le più efficaci e accreditate tecniche di ricostruzione delle caratteristiche corporee dell'autore delle orme [Robbins, 1978, 1985, 1986; Qamra et al., 1980; Byers et al., 1989; Giles & Vallandigham, 1991; Barker & Scheuer, 1998; Kennedy, 1996, 2000; Kennedy et al., 2003, 2005; Reel et al., 2010; Bennett & Morse, 2014 e bibliografia citata; Panarello & Mietto, 2017; etc.] e delle caratteristiche della sua andatura [Alexander, 1984; Tuttle, 2008; Wall & Charteris, 1981; Wilkinson et al., 1995; Wilkinson & Menz, 1997; Saborit et al., 2019; etc.] si pensa che non possano non tener conto di questo fatto.

Come procedere, allora, nello studio di un icnosito di ominini preistorici?

La via più logica sembra essere quella che consiglia di procedere prima a un rilievo puntuale di tutte le evidenze, di contestualizzarle geologicamente e cronologicamente e poi di procedere alla loro analisi utilizzando due percorsi diversi, ma entrambi finalizzati alla redazione di un profilo il più possibile completo, che consenta anche una comparazione con i dati attualmente disponibili altrove, che sia la più ampia possibile al momento e che rimanga anche come solida base di dati, quando gli studi sul sito potranno proseguire.

Si dovrebbe, insomma, stabilire prima di tutto, se le cavità sul terreno sono veramente orme fossili e poi procedere a tutte le altre analisi e, in questo senso, le interpolazioni algoritmiche si pensa che siano da lasciare da parte, almeno in un primo momento. Bisogna analizzare obiettivamente ed esclusivamente ciò che è, in qualche modo, misurabile facilmente e riscontrabile direttamente nel modo più preciso possibile e poi verificare che le prime impressioni possano essere convergenti o divergenti rispetto a qualche modello statistico.

Recenti studi [Panarello, 2016 con bibliografia; Panarello et al., 2017, 2018; Panarello & Mietto, 2017 con bibliografia] hanno confermato, anche con casi-studio, che, perché una depressione sul terreno possa essere definita obiettivamente un'orma umana, devono verificarsi tutte le seguenti condizioni:

1. dev'essere localizzata su una superficie che ha attraversato, nella sua storia geologica, almeno un momento in cui è stata deformabile e, quindi, plastica;
2. dev'essere su una superficie di discontinuità stratigrafica;
3. deve avere un "iter" tafonomico ben chiaro;
4. deve mostrare la presenza di bordi di espulsione, cioè dei segni della presenza di una risposta del substrato a un'azione dinamica;
5. deve conservare i segni di anatomie riconducibili senza forzature a un piede umano;
6. dev'essere coordinata in uno schema d'andatura;
7. dev'essere compatibile, cronologicamente, con l'ipotetico *trackmaker*.

Se tutte le condizioni suddette sono verificate, si può passare allo "step" successivo, che è quello dell'attribuzione delle orme a uno specifico *trackmaker*. Ciò, come anticipato, dovrebbe aver luogo sulla base del rilievo oggettivo di precise connessioni anatomiche create, nelle depressioni sul terreno, dal movimento vettoriale del centro di massa durante la deambulazione e/o e dalla presenza di schemi d'andatura riconoscibili [Panarello, 2016 con bibliografia].

Nel caso dell'uomo attuale, lo spostamento vettoriale del peso corporeo durante un ciclo d'andatura è ben noto [Klenerman & Wood, 2006], al pari della sua caratteristica cinematica [Segers, 2016 con bibliografia] e anche l'anatomia generale del piede e delle altre membra del corpo è riconducibile a schemi bene riconoscibili.

Prima di compiere qualunque valutazione sulle tracce connesse al ciclo d'andatura di un primate bipede abituale, quale è l'uomo anatomicamente moderno, è anche utile sintetizzarne e tenerne presenti le principali fasi [Harcourt-Smith, 2007], che sono sostanzialmente tre. La prima fase,



cosiddetta “di appoggio” (*stance phase*) inizia nel momento in cui il tallone tocca la terra. In questo momento, detto “di appoggio” o “d’impatto” (*touch-down, heel strike*), il ginocchio è completamente esteso e il piede dorsiflesso, cosicché la sola parte del piede che tocca il terreno è proprio il tallone. La flessione plantare del piede, che ha luogo in questo momento, fa sì che il massimo carico corporeo si trasferisca e transiti lungo il bordo laterale del piede.

La seconda fase, detta “di mezzo” o “intermedia” o “di medio appoggio” (*midstance*), è quella in cui il corpo del camminatore grava totalmente sul piede portante, mentre il corpo trasferisce il suo slancio dinamico in direzione anteriore, portando il massimo carico sulla gamba e trasferendo il peso in direzione mediale verso la pianta del piede. In questa fase ha luogo una forte contrazione dei muscoli flessori plantari che portano l’avampiede a premere fortemente sul terreno, allontanandosi progressivamente da esso mentre il corpo procede in avanti. Questa fase termina quando tutto il peso del corpo, dopo essersi trasferito sull’alluce, termina con una fortissima pressione su questo solo dito (*push-off*) seguita da un completo sollevamento del medesimo (*toe-off*).

Inizia, ora, l’ultima fase del ciclo, ossia quella cosiddetta di “sospensione” o di “oscillazione” (*swing phase*), che è quella in cui la gamba è completamente sollevata da terra e si muove in avanti mentre l’altra gamba tocca il terreno per ricominciare il ciclo.

In questo articolato processo, che è il risultato di una lunga evoluzione biologica, il ginocchio ha la funzione di mantenere la gamba dritta, bloccandola quando è in estensione completa, il che agevola il cammino in posizione eretta e facilita l’efficiente trasferimento verso la caviglia del peso corporeo.

Questa ciclicità evidente è caratteristica dell’Uomo e non può essere confusa con quella di altri primati [Harcourth-Smith, 2007].

Perché tutto questo potesse attuarsi, il piede umano ha cambiato la sua forma e le sue proporzioni, assumendo una conformazione completamente diversa da quella di tutti gli altri primati.

Se, infatti, ne osserviamo con attenzione le caratteristiche anatomiche [Harcourt-Smith, 2007], noteremo:

- a. la presenza di archi longitudinali (uno mediale e uno laterale), che garantiscono l’ammortizzazione e la conservazione della rigidità strutturale durante la fase di appoggio;
- b. l’allungamento della zona tarsale, che agisce come leva e aumenta la propulsione/slancio durante il ciclo d’andatura;
- c. l’accorciamento radiale (II-V), che facilita il leveraggio del piede;
- d. la robustezza delle ossa metatarsali che varia, in modo decrescente, secondo la successione 1-5-4-3-2, rispecchiando, perfettamente lo spostamento vettoriale del peso corporeo lungo il margine laterale del piede;
- e. l’assenza di curvatura nelle ossa falangeali e la non-opponibilità dell’alluce, che indicano una completa perdita della funzione prensile.

Sono moltissimi e tutti sufficientemente affidabili i modelli di rilievo delle impronte umane, la maggior parte dei quali elaborati in ambiente forense [Chippaux, 1950; Šmiřák, 1960; Robbins, 1978, 1985, 1986; Qamra et al., 1980; Šmahel, 1980; Novotný, 1986; Cavanagh & Rodgers, 1987; Byers et al., 1989; Giles & Vallandigham, 1991; Wilkinson et al., 1995; Wilkinson & Menz, 1997; Kennedy, 1996, 2000; Kennedy et al., 2003, 2005; Barker & Scheuer, 1998; Kullmer et al., 2003; Berge et al., 2006; D’Août et al., 2010; Reel et al., 2010; Reel, 2012; Bookstein & Domjanic, 2015; Mukhra et al., 2018; Tuttle et al., 1990; etc.], ma la scelta di quelli applicabili su un icnosito preistorico, come accennato, non dovrebbe prescindere dalle caratteristiche ambientali del medesimo e dalla quantità e qualità di dettagli anatomici e morfostrutturali che si sono conservati. Sulla base di quanto più volte sottolineato, bisognerebbe – dunque – tener presente che qualsiasi comparazione obiettiva fra i dati del sito di Foresta (Tora e Piccilli) e quelli di altri icnositi, è - talvolta - praticamente impossibile. Questo non perché i dati non siano attendibili, ma perché

sono stati rilevati, analizzati e interpretati mediante convenzioni e algoritmi non omogenei applicati in contesti diversi. Come più volte ribadito, la messa a punto di una tecnica univoca per la gestione e lo studio dei dati riguardanti l'icnologia umana, che tenga anche conto della localizzazione e dello stato di conservazione delle evidenze, è ancora uno dei principali obiettivi degli icnologi e solo quando esso sarà raggiunto si potrà parlare di una comparazione dei dati veramente obiettiva e completa.

Con questa consapevolezza, si ritiene più utile ricavare un'idea comparativa, ancorché preliminare, dai *range* di valori piuttosto che dai valori precisi, quando essi non siano disponibili in modo obiettivo.

Nel caso del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo", vi sono delle orme umane che conservano dettagli sufficienti per una buona misurazione di alcuni parametri, ma non di tutti. Tuttavia, il buono stato di conservazione di un buon numero di esse ha consentito di elaborare e proporre il materiale descritto e mostrato in quest'opera. Alcune orme, infatti, conservano il loro intero perimetro, la zona d'impatto del tallone, l'arco longitudinale mediale, l'impronta dell'alluce e – rare volte (A25, E3, F2) – anche le impronte di altre dita. L'unico elemento che non manca mai (e non poteva essere diversamente, vista la loro ubicazione su un pendio molto acclive) è il punto d'impatto del tallone, che è un punto fondamentale per la ricostruzione dell'intera geometria dell'icnite, e tale elemento – che è l'area più prossimale dell'impronta – è stato scelto come riferimento di base per tutte le altre convenzioni di misurazione che si stanno per elencare e descrivere.

Il punto fondamentale di ciascuno schema è, dunque, il cosiddetto "pternione" (Robbins, 1985), cioè il punto più prossimale dell'area del tallone. Nell'individuazione di tale punto e di tutti gli altri che verranno descritti, bisogna tener presente che per "orma" si è intesa la depressione più profonda e definita lasciata dal piede un attimo prima del "push-off", cioè prima della spinta sull'alluce che prelude al sollevamento di un piede prima dell'appoggio di un altro.

In sostanza, l'impronta vera e propria, è stata assunta essere quella in cui il piede ha trovato il massimo equilibrio garantendo il massimo bilanciamento all'intero corpo del *trackmaker*.

L'impronta, infatti, va letta come una successione di fotogrammi in sequenza, che registrano ogni micro-movimento per unità di tempo. Nel caso del geosito delle "Ciampate del diavolo", il *trackmaker* dovette negoziare con il substrato malsicuro, cedevole, scivoloso, fortemente inclinato e dal consolidamento irregolare e ciò è stato registrato nei movimenti fossilizzati del piede durante l'intero processo di messa in posto di ogni singola orma: dal punto d'impatto con il terreno, ai movimenti per la ricerca dell'equilibrio, all'ultima spinta prima del passo successivo. Il risultato di tali azioni è la formazione di una cavità strutturalmente complessa, con cambi di direzione repentini e talvolta incontrollati, con pressioni sulle pareti e sul fondo con conseguenti fuoriuscite di materiale plastico e creazioni di gibbosità orientate e caotiche, con tutto ciò – insomma – che si può creare con movimenti difficili e condizionati dalla conservazione dell'equilibrio su una superficie decisamente malsicura, al momento in cui fu impressa.

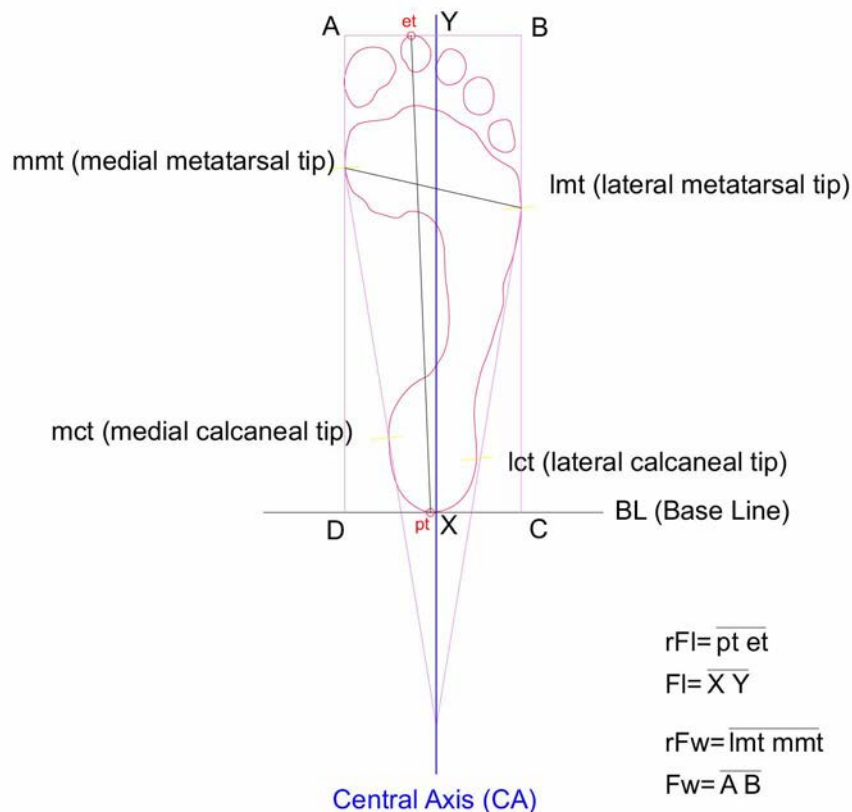
L'analisi icnologica e antropometrica ha dovuto tener conto di tutto ciò e facilmente si può intuire – ora – perché si è scelto di precisare che cosa si è inteso per "orma" quando sono stati effettuati i rilievi e le misurazioni.

Alcune metodologie preziose e molto obiettive, applicabili su una superficie subplanare con adeguata dovizia di particolari, sarebbero state – nel sito delle "Ciampate del diavolo" – quasi improponibili.

Poiché, come accennato, è compito dello scienziato gestire i dati nel modo più completo possibile, si è scelto di proporre, affiancandole, le tabelle elaborate con un metodo che consenta la misurazione diretta dei valori restituiti e quelli prodotti da una serie di convenzioni geometriche elaborate sulla base degli schemi compulsati. Il "dataset" completo e le costruzioni geometriche realizzate sulla base delle convenzioni che si stanno per definire vengono fornite in Panarello et al. [2022a;b], questo volume, pp. 123-164.

## Metodi e convenzioni per il rilievo

L'asse centrale dell'impronta (CA) (Figura 9.1) è definito con il metodo di Kennedy et al. [2003, 2005] e Reel et al. [2010], cioè identificandolo con la bisettrice dell'angolo creato dall'intersezione delle tangenti al perimetro leggibile passanti per i punti di massima estensione laterale e mediale, cioè la retta che unisce il tubercolo metatarsale mediale (mmt) con il tubercolo calcaneale mediale (mct), e la retta che unisce il tubercolo metatarsale laterale (lmt) con il tubercolo calcaneale laterale (lct) [Robbins, 1985].



**Figura 9.1** Schema grafico di base per la misurazione reale e convenzionale delle orme umane fossili: asse centrale, linea di base, lunghezza e larghezza; (rielaborazione da Robbins [1985]; Kennedy et al. [2003, 2005]; Reel et al. [2010]).

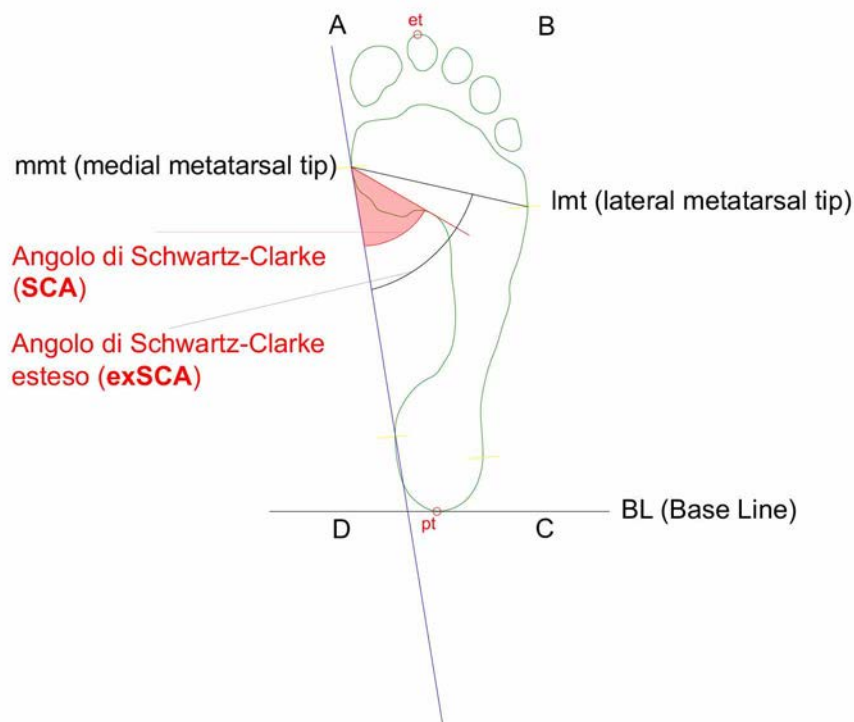
La linea di base di un'impronta (BL = *Base Line*) (Figura 9.1) è definita intersecando il metodo di Robbins [1985: 67-84] con il metodo di Kennedy et al. [2003, 2005]. Essa è la perpendicolare all'asse centrale dell'impronta (CA) passante per il suo punto più prossimale (pt).

La lunghezza (Fl) (Figura 9.1) dell'impronta è calcolata, lungo l'asse centrale, come la distanza fra i punti di intersezione fra le tangenti all'impronta, normali all'asse principale, nei punti più distale del dito più sporgente anteriormente (et = *extreme tip*) e più prossimale (pt = *proximal tip* o pternione) del contorno del tallone rilevabile.

La lunghezza reale, misurabile direttamente (rFl) (Figura 9.1) - o lunghezza diagonale - dell'impronta è misurata come la distanza rettilinea fra il punto più distale (et = *extreme tip*) e quello più prossimale (pt = *proximal tip* o pternione) del contorno rilevabile dell'orma.

La larghezza (Fw) (Figura 9.1) dell'impronta è la distanza fra le due parallele all'asse centrale dell'impronta (CA) passanti per il punto più mediale (mmt) e quello più laterale (lmt) dell'avampiede sul contorno rilevabile dell'orma [Robbins, 1985: 79-80].





**Figura 9.2** Schema grafico di base per la misurazione reale e convenzionale delle orme umane fossili: “angolo di Schwartz-Clarke” e “angolo di Schwartz-Clarke esteso”; (rielaborazione da Clarke [1933]; Šmahel [1980]; Jaworski & Aleksandrowicz [1992]; Citton et al. [2018]).

La larghezza reale dell'impronta ( $rFw$ ) (Figura 9.1) misurabile direttamente – o larghezza diagonale – è la distanza rettilinea fra il punto più mediale ( $mmt$ ) e quello più laterale ( $lmt$ ) dell'avampiede sul contorno rilevabile dell'orma [Kennedy et al., 2003].

La lunghezza del passo (o *Step*) ( $P = Pace$ ) ( $rFw$ ) (Figura 9.4) è la distanza tra due impronte consecutive (sinistra e destra). Essa è la distanza tra la retta parallela alla linea di base passante per un punto di riferimento dell'orma che precede e la parallela passante per il punto di riferimento identico sull'orma che segue [Tuttle et al., 1990; Wilkinson & Menz, 1997].

La lunghezza dello *Step* reale ( $rP = Pace$ ) ( $rFw$ ) (Figura 9.4) è la distanza rettilinea diagonale tra *landmark* uguali di due impronte consecutive (sinistra e destra).

La lunghezza dello *Stride* ( $L$ ) (Figura 9.4), o falcata, o doppio-passo, è la distanza tra due impronte consecutive lasciate dallo stesso piede. Essa è la distanza tra la retta parallela alla linea di base passante per un punto di riferimento dell'orma che precede, e la parallela passante per il punto di riferimento identico sull'orma che segue lasciata dallo stesso piede [Tuttle et al., 1990; Wilkinson & Menz, 1997].

La lunghezza dello *Stride* reale ( $rL$ ) (Figura 9.4), o falcata, o doppio-passo, è la distanza rettilinea diagonale tra *landmark* uguali di due tracce successive lasciate dallo stesso piede lungo la stessa linea ipsilaterale.

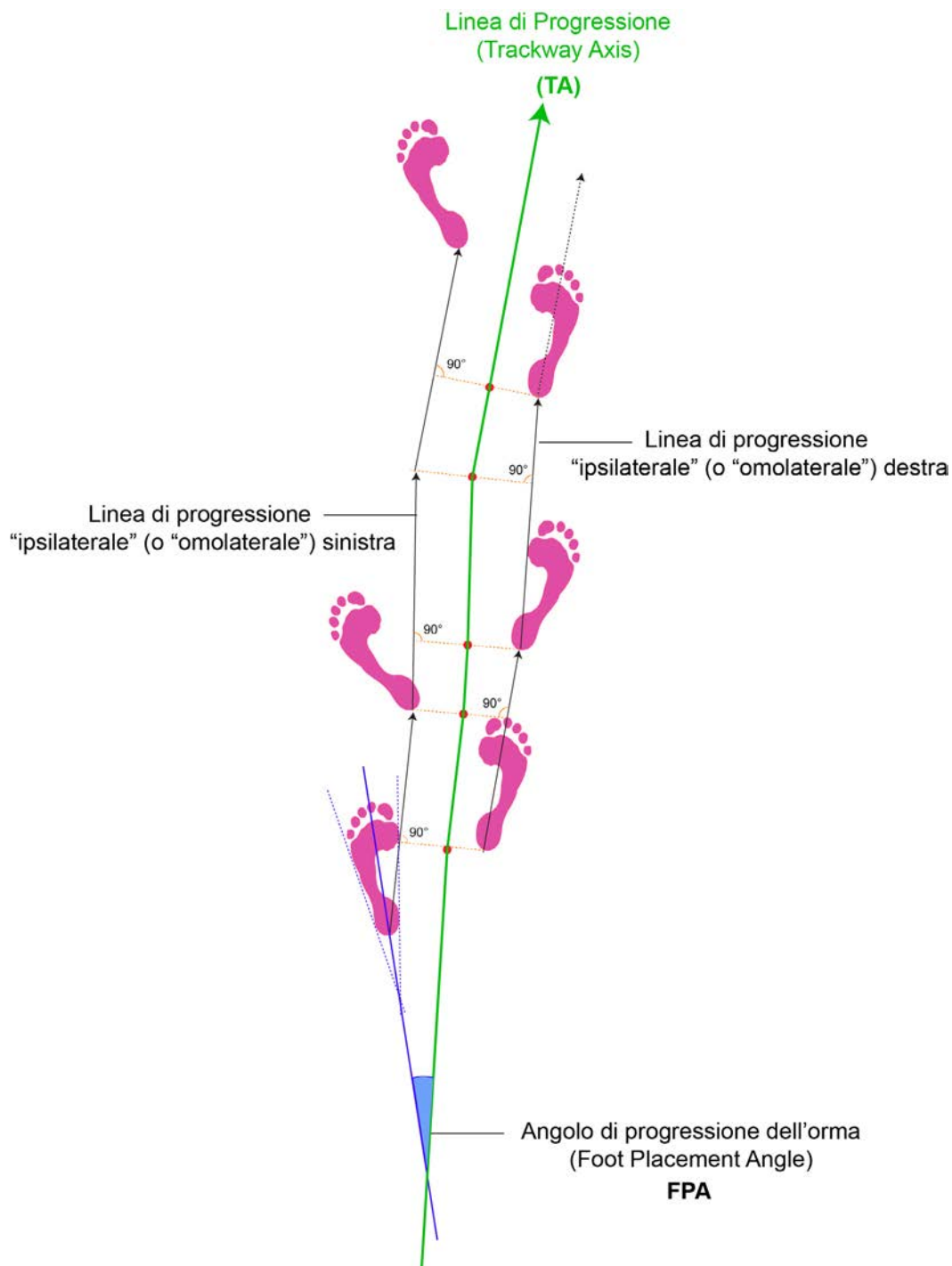
La larghezza della pista ( $TW = Trackway Width$ ) (Figura 9.5) è la misura dell'intera larghezza della pista. Essa va misurata in modo rettilineo individuando le sporgenze più laterali visibili per le quali passano le parallele alle direzioni di *stride* [Leonardi, 1987; Kim et al., 2008].

L'angolo del passo ( $PA = Pace Angle$ ) (Figura 9.5) è l'angolo tra i segmenti che uniscono il medesimo *landmark* anatomico di tre orme consecutive [Leonardi, 1987].

La linea di progressione (o asse della pista) ( $TA = Trackway Axis$ ) (Figura 9.3) è costruita secondo lo schema di Wilkinson et al. [1995], cioè nel seguente modo:

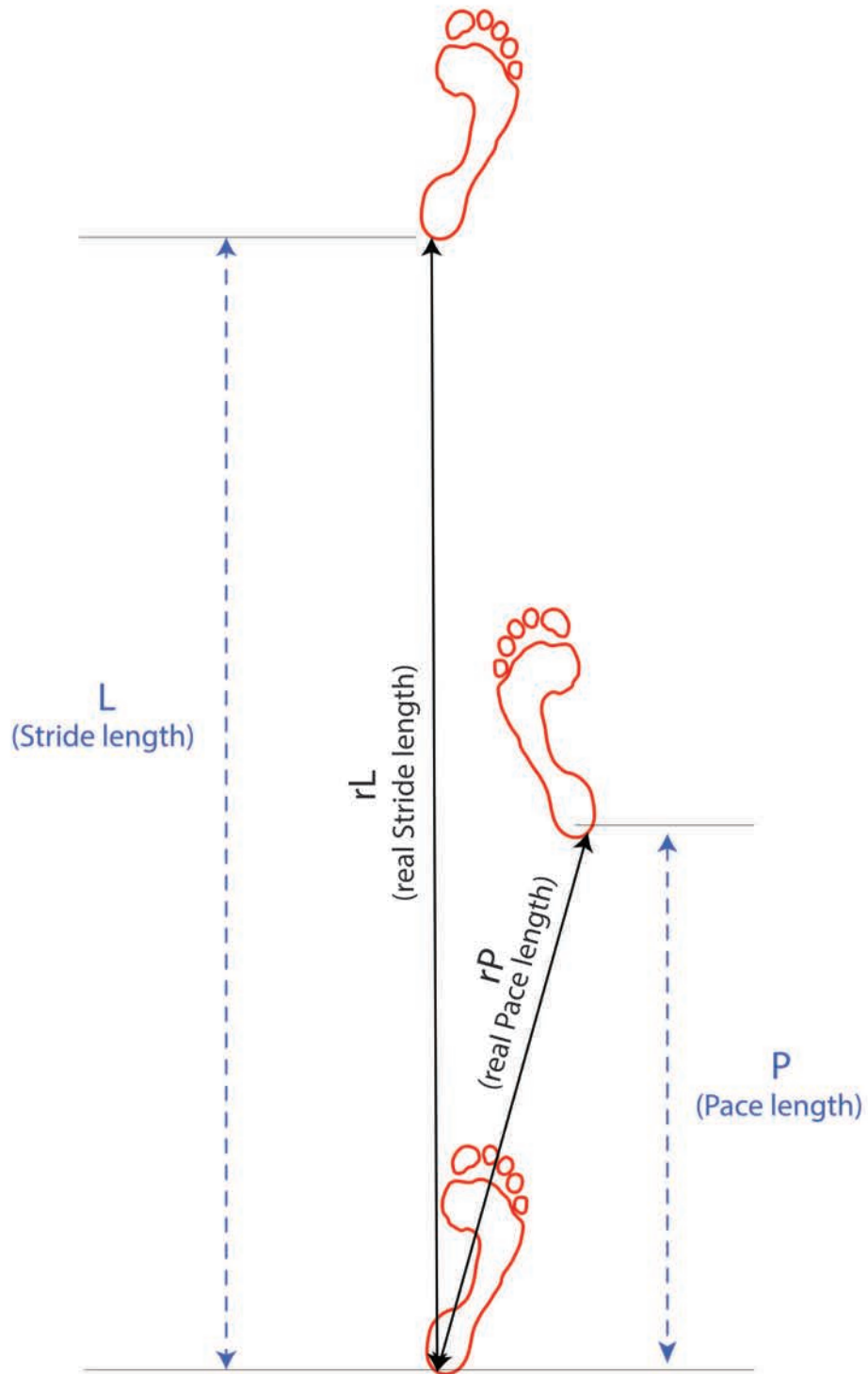
- Collegare un *landmark* X su un'impronta al medesimo *landmark* sull'impronta successiva dello stesso piede, per creare una linea di progressione "omolaterale" o "ipsilaterale".
- Dal *landmark* X, tracciare il segmento perpendicolare alla linea di progressione controlaterale.
- Misurare il punto medio di tutte i segmenti perpendicolari tracciati e unirli. La linea ottenuta sarà la linea di progressione (TA).

L'angolo di progressione di un'orma (FPA=Foot Placement Angle) (Figura 9.3) è definito come l'angolo fra l'orientamento del piede e la direzione di progressione [Kernozec & Ricard, 1990].



**Figura 9.3** Schema grafico di base per la misurazione reale e convenzionale delle piste di orme umane fossili: linee di progressione e angolo di progressione; (rielaborazione da Wilkinson et al. [1995]; Kernozec & Ricard [1990]).

Qui si conviene di considerare l'angolo di progressione del piede come l'angolo formato fra l'asse centrale del piede (CA) e la linea di progressione della pista (TA). Esso ha valore positivo se - nella direzione dell'andatura - l'asse centrale del piede (o il suo prolungamento geometrico) diverge dalla linea di progressione e negativo se la intercetta.



**Figura 9.4** Schema grafico di base per la misurazione reale e convenzionale delle piste di orme umane fossili: passo e doppio-passo; (rielaborazione da Wilkinson & Menz [1997]; Tuttle et al. [1990]).



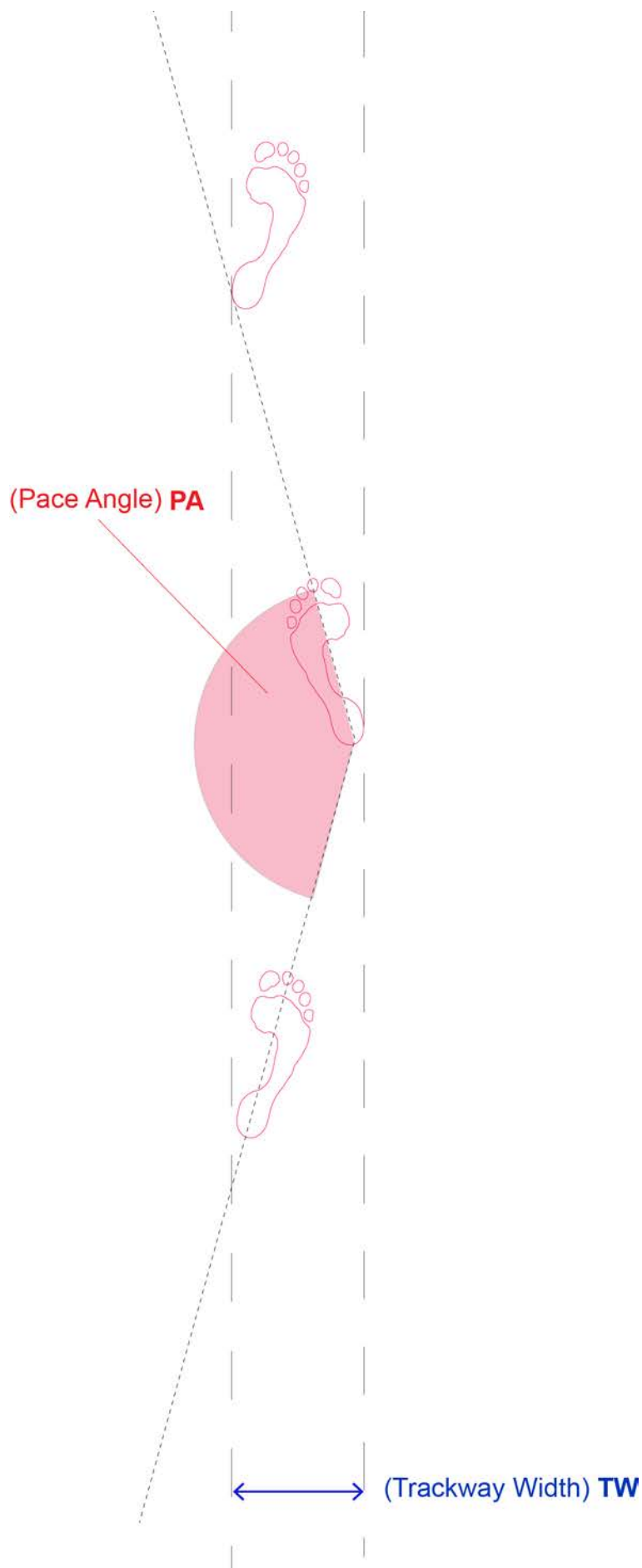


Figura 9.5 Schema grafico di base per la misurazione reale e convenzionale delle piste di orme umane fossili: angolo del passo e larghezza della pista (rielaborazione da Leonardi [1987]; Kim. et al. [2008]).

*Foot(print) Index* (FI = *Footprint Index*) è il rapporto fra la massima larghezza e la massima lunghezza moltiplicato per 100 [Ashton et al., 2014].

*Foot(print) Index* reale (rFL = *real Footprint Index*) è definito come il *Footprint Index* (FI), ma calcolato utilizzando le misure di rFw e di rFI.

Angolo di Schwartz-Clarke (SCA = *Schwartz-Clarke Angle*) (Figura 9.2) è definito come l'angolo formato fra la tangente dell'orma passante per i punti più mediali del suo perimetro e la linea che unisce il punto più mediale della zona metatarsale (mmt) con l'apice della concavità dell'arco longitudinale [Clarke, 1933; Šmahel, 1980; Jaworski & Aleksandrowicz, 1992; Citton et al., 2018].

Angolo di Schwartz-Clarke esteso (exSCA = *Extended Schwartz-Clarke Angle*) (Figura 9.2) è, qui, definito come l'angolo formato dalla tangente mediale ai punti di massima sporgenza del tallone (mct) e dell'avampiede (mmt) e la direzione rettilinea che intercetta il punto più laterale e il punto più mediale dell'avampiede (mmt-lmt). Questo valore è stato introdotto solo per registrare un rapporto angolare considerato significativo, perché molto vicino a quello definito da Schwartz-Clarke, in orme in cui il loro stato di conservazione non consente di individuare con obiettiva precisione i *landmark* fissati per la misurazione di tale angolo. Non essendo stato testato e validato sperimentalmente, va considerato come un dato solo indicativo.

A causa della complessità e variabilità morfologica di ciascuna impronta, per le stime, si è scelto di usare i modelli statistici che meglio sembrano assorbire le variazioni antropometriche. Per la stima della statura, si è scelto di utilizzare il modello di Fessler et al. [2005], basato su ANOVA, perché tiene conto sia della diversità di genere dei campioni sia dell'intervallo dei rapporti proporzionali piede/statura sia dei dati misurati in una notevole varietà di popolazioni del mondo [Fessler et al., 2005].

Analogamente, per la determinazione della velocità relativa, si è scelto di utilizzare la formula di Ruiz & Torices [2013], perché essa rappresenta un perfezionamento delle formule di Alexander [1976, 1984], e ha come variabile solo la lunghezza dello *stride*, il quale - essendo molto condizionato dalle geomorfologie nel sito di Foresta - sembra esprimere, meglio di ogni altro elemento, la relatività eventuale dei movimenti e il comportamento del *trackmaker*.

## Bibliografia

- Alexander R.McN. (1976). *Estimates of speeds of dinosaurs*. *Nature*: 261: 129-130.
- Alexander R. McN. (1984). *Stride Length and Speed for Adults, Children, and Fossil Hominids*. *American Journal of Physical Anthropology*, 63: 23-27.
- Ashton N., Lewis S.G., De Groote I., Duffy S.M., Bates M., Bates R., Hoare P., Lewis M., Parfitt S.A., Peglar S., Williams C., Stringer C. (2014). *Hominin Footprints from Early Pleistocene Deposits at Happisburgh, UK*. *PLoS ONE*, 9(2): e88329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088329>.
- Barker S.L., Scheuer J.L. (1998). *Predictive Value of Human Footprints in a Forensic Context*. *Medicine, Science and the Law*, 38 (4): 341-346.
- Bates K.T., Savage R., Pataky T.C., Morse S.A., Webster E., Falkingham P.L., Ren L., Qian Z., Collins D., Bennett M.R., McClymont J. and Crompton R.H. (2013). *Does footprint depth correlate with foot motion and pressure?* *Journal of The Royal Society Interface*, <https://doi.org/10.83:20130009>.
- Bennett M.R., Falkingham P., Morse S.A., Bates K., Crompton R.H. (2013). *Preserving the Impossible: Conservation of Soft-Sediment Hominin Footprint Sites and Strategies for Three-Dimensional Digital Data Capture*, *PLoS ONE*, 8 (4): e60755 (1-15).
- Bennett M.R., Morse S.A (2014). *Human Footprints: Fossilised Locomotion?* Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Bennett M.R., Reynolds S.C., Morse S.A., Budka M. (2016). *Laetoli's lost tracks: 3D generated*

- mean shape and missing footprints. *Nature: Scientific Reports*, 6: 21916, DOI:10.1038/srep21916 1.
- Berge C., Penin X., Pellé É. (2006). *New interpretation of Laetoli footprints using an experimental approach and Procrustes analysis: Preliminary results*. *Comptes Rendus Palevol*, 5: 561-569.
- Bookstein F.L., Domjanic J. (2015). *The Principal Components of Adult Female Insole Shape Align Closely with Two of Its Classical Indicators*. *PLoS ONE*, DOI:10.1371/journal.pone.0133303
- Byers S., Akoshima K., Curran B. (1989). *Determination of adult stature from metatarsal length*. *American Journal of Physical Anthropology*, 79 (3): 275-279, <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330790303>
- Cavanagh P.R., Rodgers M.M. (1987). *The arch index: a useful measure for footprints*. *Journal of Biomechanics*, 20 (5): 547-551.
- Chippaux C. (1950). *Eléments d'anthropologie*. Marseille: Ecole d'Application du Service de Santé des Troupes Coloniales (vers 1950), 158 p.
- Citton P., Romano M., Salvador I., Avanzini M. (2018). *Reviewing the upper Pleistocene human footprints from the 'Sala dei Misteri' in the Grotta della Bàsura (Toirano, northern Italy) cave: An integrated morphometric and morpho-classificatory approach*. *Quaternary Science Reviews*, 169: 50-64.
- Clarke H.H. (1933). *An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations*. *Research Quarterly. American Physical Education Association*, 4(3): 99-107. DOI:10.1080/23267402.1933.10626636
- D'Août K., Meert L., Van Gheluwe B., De Clerq D., Aerts P. (2010). *Experimentally Generated Footprints in Sand: Analysis and Consequences for the Interpretation of Fossil and Forensic Footprints*. *American Journal of Physical Anthropology*, 141: 515-525.
- Day M., Wickens E.H. (1980). *Laetoli Pliocene hominid footprints and bipedalism*. *Nature*, 286: 385-387.
- Falkingham P.L., Bates K.T., Avanzini M., Bennett M., Bordys E.M., Breithaup B.H., Castanera D., Citton P., Díaz-Martínez I., Farlow J.O., Fiorillo A.R., Gates S.M., Getty P., Hatala K.G., Hornung J.J., Hyatt J.A., Klein H., Lallensack J.N., Martin A.J., Mary D., Matthews N.A., Meyer C.A., Milàn J., Minter N.J., Razzolini N.L., Romilio A., Salisbur S.W., Sciscio L., Tanaka I., Wiseman A.L.A., Xing L.D., Belvedere M. (2018). *A Standard Protocol for Documenting Modern and Fossil Ichnological Data*. *Palaeontology*, 61 (4): 469-480.
- Fessler D.M.T., Haley K.J., Lal R.D. (2005). *Sexual dimorphism in foot length proportionate to stature*. *Annals of Human Biology*, 32 (1): 44-59.
- Giles E., Vallandigham P.H. (1991). *Height Estimation from Foot and Shoeprint Length*, *Journal of Forensic Sciences*, 36 (4): 1134-1151.
- Harcourt-Smith W.E.H. (2007). *The Origins of Bipedal Locomotion*. In Henke W., Tattersal I. (eds.) (2007). *Handbook of Paleoanthropology*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer: 1483-1518.
- Jaworski J.M., Aleksandrowicz R. (1992). *A comparison of three methods of plantographic foot excavation assessment*. *Anthropologie*, 30 (2): 197-198.
- Kennedy R.B. (1996). *Uniqueness of bare feet and its use as a possible means of identification*. *Forensic Science International*, 82: 81-87.
- Kennedy R.B. (2000). *Bare Footprint Marks*. In Siegel J., Knupfer G., Saukko P. (eds.), *Encyclopedia of Forensic Sciences*, Vol. 3. San Diego: Academic Press: 1189-1195
- Kennedy R.B., Chen S., Pressman I.S., Yamashita A.B., Pressman A.E., FRCSC (2005). *A large-scale statistical analysis of barefoot impressions*. *Journal of Forensic Sciences*, 50 (5): 1-10.
- Kennedy R.B., Pressman S.I., Chen S., Petersen P.H. and Pressman A.E., F.R.C.S. (2003). *Statistical Analysis of Barefoot Impressions*. *Journal of Forensic Sciences*, 48 (1): 1- 9.
- Kernozek T.W., Ricard M.D. (1990). *Foot Placement Angle and Arch Type: Effect on Rearfoot Motion*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71: 988-991.
- Kim J.Y., Kim K.S. Lockley M.G., Matthews N. (2008). *Hominid Ichnotaxonomy: An Exploration of*

- a *Neglected Discipline*. *Ichnos*, 15: 126–139, 2008.
- Klenerman L., Wood B. (2006). *The Human Foot. A Companion to Clinical Studies*. London: Springer.
- Kullmer O., Schrenk F., Dörrhöfer B. (2003). *High-resolution 3D-image analysis of ape, hominid and human footprints*. In Franzen J.L., Köhler M., Moyà-Solà S. (eds.), *Walking Upright*. Results of the 13th International Senckenberg Conference at the Werner Reimers Foundation Bad Homburg v. d. H. and at the Senckenberg Research Institute, Frankfurt am Main, October 5-9, 1999 (CFS Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 243: 85-92).
- Leonardi G. (1987). *Glossary and Manual of Tetrapod Footprint Palaeoichnology*. Serviço de Edições Técnicas – Setec: 1-75.
- Morse S.A., Bennett M.R., Gonzalez S., Huddart D. (2010). *Techniques for verifying human footprints: reappraisal of pre-Clovis footprints in Central Mexico*. *Quaternary Science Reviews*, 29: 2571-2578.
- Mukhra R., Krishan K., Kanchan T. (2018). *Bare footprint metric analysis methods for comparison and identification in forensic examinations: A review of literature*. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 58: 101-112. DOI:10.1016/j.jflm.2018.05.006.
- Novotný V. (1986). *Shaping of the foot arch and full-time Sport activities*. *Anthropologie*, 24 (2-3): 207-216.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleoichnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The “Combined Method” helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Mietto P., Santello L., Belvedere M. (2017). *Anthropic artefacts and donkey horseshoe traces looking like human footprints: a case study from the Roccamonfina volcano (Central Italy) with implication for human ichnology*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 56 (2): 277-288.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M. & Mietto P. (2018). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25(1): 66–75. DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Panarello A., Farinano G., Mietto P. (2022a). *Il dataset dimensionale completo delle “Ciampate del diavolo”*. *Misc. INGV*, 64S1: 1-38, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S1>
- Panarello A., Farinano G., Mietto P. (2022b). *Costruzioni geometriche per la creazione del dataset dimensionale completo delle “Ciampate del diavolo”*. *Misc. INGV*, 64S2: 1-46 <https://doi.org/10.13127/misc/64/S2>
- Qamra S.R., Sharma B.P., Kaila P. (1980). *Naked foot marks - a preliminary study of identification factors*. *Forensic Science International*, 16 (2): 145-152.
- Raichlen D.A., Gordon A.D., Harcourt-Smith W.E.H., Foster A.D., Randall W.H. Jr. (2010). *Laetoli Footprints Preserve Earliest Direct Evidence of Human-Like Bipedal Biomechanics*. *PLoS ONE*, 5 (3) - e9769: 1-6 + Supporting Materials.
- Reel S. (2012). *Development and evaluation of a valid and reliable footprint measurement approach in forensic identification*. York, UK, 2012: The University of Leeds, York St. John University, .
- Reel S., Rouse S., Vernon W., Doherty P. (2010). *Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach*. *Science & Justice*, 58 (3): 113-118
- Robbins L.M. (1978). *The individuality of human footprints*. *Journal of Forensic Sciences*, 23 (4): 778-785.
- Robbins L.M. (1985). *Footprints. Collection, Analysis, and Interpretation*. Springfield (Illinois): Charles C. Thomas.
- Robbins L.M. (1986). *Estimating Height and Weight from Size of Footprints*. *Journal of forensic sciences*, 31 (1): 143-152.
- Ruiz J., Torices A. (2013). *Humans Running at Stadiums and Beaches and the Accuracy of Speed Estimations from Fossil Trackways*. *Ichnos*, 20: 31-35.



- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Raia P., Casinos A. (2019). *A Dynamic Analysis of Middle Pleistocene human walking gait adjustment and control*. Italian Journal of Geosciences, 138: 231-238.
- Segers V. (2006). *A biomechanical analysis of the realization of actual human gait transition*. Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of doctor in Physical Education, Universiteit Gent.
- Šmahel Z. (1980). *Effects of Body Weight on the Configuration of the Plantar Arch (planimetric study)*. Human Biology, 52 (3): 447-457.
- Šmiřák J. (1960). *Přispěvek k problematice ploché nohy u školní a pracující mládeže*. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Biol. 1. Suppl. (fide Novotný, 1986; Jaworski and Aleksandrowicz, 1992; Bookstein and Domjanic, 2015).
- Tuttle R.H. (2008). *Footprint Clues in Hominid Evolution and Forensics: Lessons and Limitations*. Ichnos, 15: 158-165.
- Tuttle R., Webb D., Weidl E., Baksh M. (1990). *Further Progress on the Laetoli Trails*. Journal of Archaeological Science, 17: 347-362.
- Wall J.C., Charteris J. (1981). *A kinematic study of long term habituation to treadmill walking*. Ergonomics, 24 (7): 531-542.
- Wilkinson M.J., Menz H.B. (1997). *Measurement of gait parameters from footprints: a reliability study*. The Foot, 7: 19-23.
- Wilkinson M.J., Menz H.B., Raspovic A. (1995). *The measurement of gait parameters from footprints*. The Foot, 5: 84-90.
- Wiseman A.L.A., De Groote I. (2018). *A three-dimensional geometric morphometric study of the effects of erosion on the morphologies of modern and prehistoric footprints*. Journal of Archaeological Science: Reports, 17: 93-102.



# L'icnosito della località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili

Adolfo Panarello<sup>1</sup>, Gennaro Farinaro<sup>2</sup>, Paolo Mietto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>2</sup> Architetto, Piazza Umberto I 19, Tora e Piccilli (CE)

<sup>3</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords "Ciampate del diavolo", Impronte umane; Morfometria; Analisi di icnodati | "Devil's Trails"; Human footprints; Morphometrics; Ichnodata analysis

## Abstract

Questo contributo fornisce una descrizione completa del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" (Tora e Piccilli, Italia centro-meridionale) in generale e di ciascuna delle icniti umani che finora vi sono state trovate. Tale descrizione è integrata e completata con le tabelle, i grafici e le immagini fornite nei Supplementi 1, 2 e 3 di questo volume [Panarello et al., 2022a;b;c]. Si pensa che questa enorme quantità di dati numerici e visivi potrà essere molto utile per qualsiasi altro studio di paleoicnologia umana. Le immagini e i dati mostrano una grande variabilità nelle strutture delle impronte dovuta alle scelte nei modelli di andatura imposti ai camminatori preistorici, passo dopo passo, dalle asperità geomorfologiche che essi dovettero affrontare durante il loro cammino lungo un substrato irregolarmente plastico e infido. Le stesse complesse caratteristiche morfo-strutturali delle impronte evidenziano l'unicità del contesto icnologico del geosito delle "Ciampate del diavolo", che è l'unico al mondo, fra quelli finora noti, a essere ubicato su un deposito vulcanico estremamente ripido.

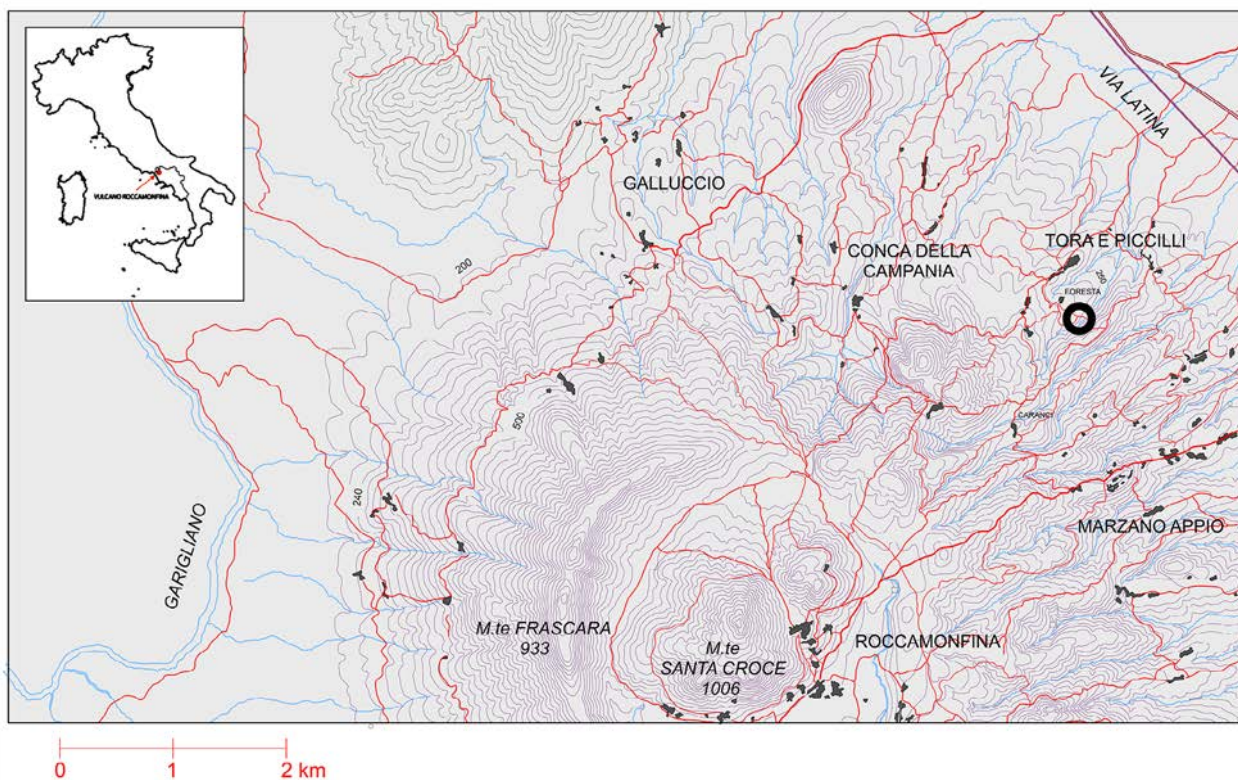
*This report provides a complete description of the general "Ciampate del diavolo" palaeontological site (Tora e Piccilli, Central-Southern Italy) and each of the human ichnites there found so far. This description is integrated and completed with the tables, graphs, and pictures given in Supplements 1, 2, and 3 of this volume [Panarello et al., 2022a;b;c]. We think that this huge amount of both numeric and visual data will be very useful for any other human palaeoichnological study. Pictures and data show great variability in footprint structures due to the choices in the gait-patterns step-by-step imposed to the trackmakers by the geomorphological asperities that they had to face during their prehistoric walking along an irregularly plastic and unsafe substrate. The same complex morpho-structural characteristics of the footprints highlight the uniqueness of the ichnological context of the "Ciampate del diavolo" geosite, which is the only in the world, so far, to be located on an extremely steep volcanic deposit.*

## Inquadramento generale

Il geosito cosiddetto delle "Ciampate del diavolo", ha il centro nel punto di coordinate WGS 84 N41°19.954' - E14°1.485', ed è ubicato nell'areale vulcanico del Roccamonfina (Italia centro-meridionale), nella località Foresta del territorio del Comune di Tora e Piccilli, in provincia di Caserta (Figura 10.1).

Il geosito conserva testimonianze icnologiche umane e animali fra le più antiche e rare del mondo, ha caratteristiche ambientali di assoluta unicità e un enorme potenziale paleontologico [Mietto et al., 2003; Panarello et al., 2017b; Palombo et al., 2018; Pillola et al., 2020].





**Figura 10.1** Carta morfologica della parte settentrionale del Vulcano di Roccamontina con l'indicazione della posizione del sito delle "Ciampate del diavolo" (cerchio nero). La carta topografica è una rielaborazione della Cartografia del Reale Ufficio Topografico Napoletano (Rilievi 1836/1861). Le curve di livello hanno incrementi di 18,5 metri.



**Figura 10.2** Il pendio di Tufo Leucitico Bruno che conserva le "Ciampate del diavolo" (Vista da Sud-Ovest).



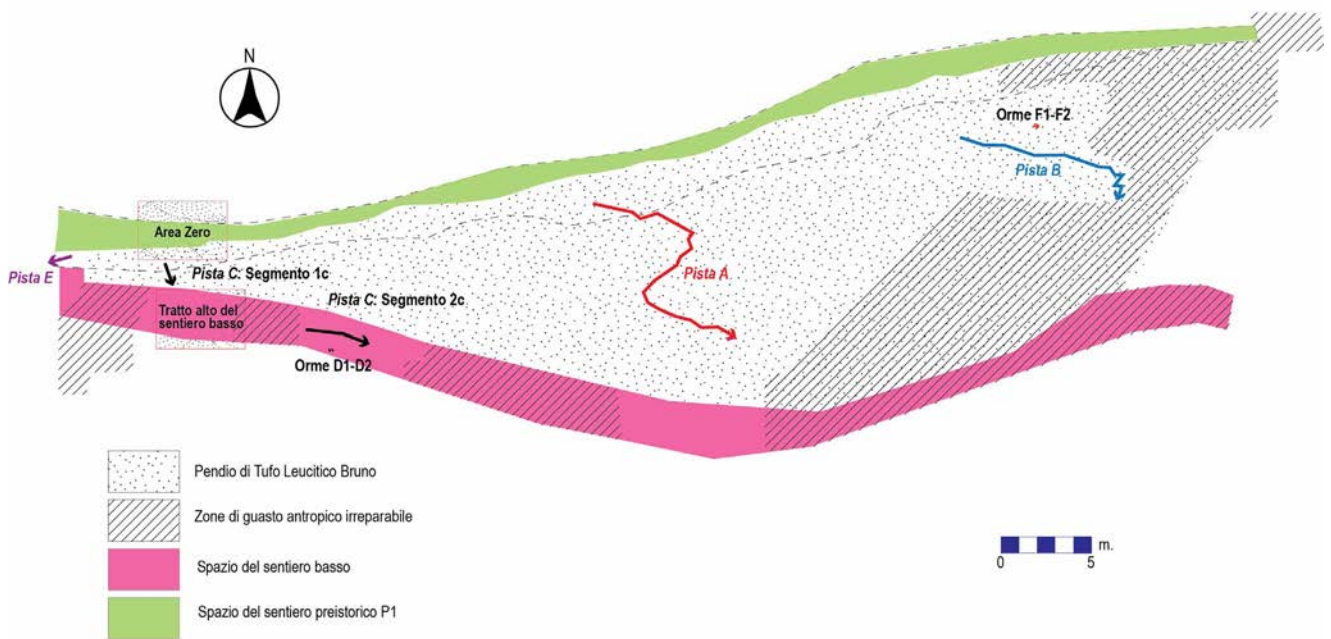


Figura 10.3 Schizzo planimetrico del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo".



Figura 10.4 Il sentiero preistorico P1 visto da Ovest.

La realtà icnologica delle orme fossili della località Foresta è stata già dimostrata nel 2003 [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008] e confermata dai rilievi più recenti [Panarello et al., 2017b, 2017d, 2018, 2020; Panarello & Mietto, 2017; Saborit et al., 2019; Panarello, 2020]. Le icniti, infatti, sono conservate al tetto dell'unità LS7 di Tufo Leucitico Bruno (BLT), evidenziano bordi di espulsione, sono coordinate in piste e sono state datate in un *range* cronologico compatibile con la presenza di esemplari del genere *Homo* [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Scaillet et al., 2008; Santello, 2010]. L'attribuzione delle orme ai suddetti *trackmaker* ha avuto luogo sulla base di dettagli anatomici incontrovertibilmente umani, come, ad esempio, la presenza dell'arco plantare; la forma concava, asimmetrica e allungata delle orme; l'alternanza regolare delle concavità mediali; la presenza delle depressioni lasciate dal tallone, dall'alluce e, talvolta, anche da qualche dito; le impronte di altre parti anatomiche, come mani, polpacci, caviglie, glutei, etc. [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2016; Panarello et al., 2017b, 2017d, 2018, 2020; Panarello, 2020]. A tutto questo si deve aggiungere il fatto, di non poco conto, che le piste hanno una lunga estensione e descrivono tracciati del tutto compatibili con quelli creati dall'andatura umana.

Tutte le orme e le pseudo-orme fossili, rilevate dal 4 agosto 2001 al tempo presente, sono ubicate su un affioramento in pendio, esposto a meridione (Figura 10.2). Molte orme, organizzate in piste (A, B, C, E) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017d, 2020], si staccano direttamente dal sentiero preistorico (P1) che – procedendo da Ovest a Est – domina per circa 54 m, come una cengia subplanare, l'intero pendio (Figure 10.3, 10.4). Altre impronte, sebbene appaiano comunque coordinate in schemi regolari (successioni D, F) non sono riconducibili, con certezza, al medesimo sentiero e vanno, perciò, lette – insieme alle altre orme sparse – come tracce di frequentazione diffusa preistorica del sito [Panarello et al., 2020].

Un ultimo “set” di orme è quello contenuto nello spazio del suddetto sentiero preistorico P1, ma il loro stato di conservazione generale è davvero troppo precario perché possano essere analizzate con sufficiente obiettività. Tuttavia, alcune di esse conservano elementi sufficienti sia per essere validate sia per essere misurate [Panarello et al., 2017d].

Lo stato di conservazione delle icniti umane è variabile: in alcuni casi, i dettagli anatomici e morfo-strutturali conservati consentono misurazioni con un basso livello di interpretatività, mentre in altri casi mancano dettagli ed evidenze tali da consentire un rilievo obiettivo e, di conseguenza, anche un'analisi appropriata. Le orme di questo secondo tipo non sono state considerate nelle valutazioni rigorosamente mensurali di carattere antropometrico, ma sono state tenute nella debita considerazione nell'elaborazione e nella valutazione degli schemi d'andatura ricostruibili.

Al momento dopo ripetuti e accurati rilievi fotogrammetrici, che hanno consentito di elaborare modelli 3D (mediante il software Agisoft Photoscan Pro), planimetrie e mappe delle profondità (con il software Kitware Paraview), da cui è stato ricavato un ampio *dataset* che sarà proposto di seguito, integralmente, sono stati individuati almeno 4 diversi *trackmaker* [Panarello et al., 2020]. Tale diversità è stata inferita sulla base delle diverse lunghezze dei loro piedi. Infatti, l'attenta lettura dei dati, che è stato possibile ricavare con la maggiore obiettività dalle icniti, evidenzia che la misura più attendibile è proprio la lunghezza dell'orma, sia che la si voglia costruire geometricamente (FI) sia che la si voglia misurare direttamente (rFL) [Panarello, questo volume, pp. 107-122]. In entrambi i casi, le differenze sono veramente minime e chiuse nell'ordine di pochi millimetri. Tale margine si restringe ulteriormente, se si considerano solo i valori misurati sulle orme meglio conservate. Questo fatto, per la verità, non sorprende, se si tiene conto che i *trackmaker* si muovevano – per lo più – su un substrato scivoloso e fortemente inclinato, sul quale gli unici punti fermi, che un piede in cerca di stabilità non poteva non lasciare, sono il punto d'impatto del tallone (*heel-strike*) e quello di slancio e sollevamento del piede (*push-off*). Che ci siano dei movimenti di assestamento (longitudinali e/o laterali), che ci siano sprofondamenti in successione o vari basculamenti, i suddetti punti sono sempre evidenti e identificabili in modo

relativamente semplice, a meno che l'orma non sia gravemente danneggiata. Pertanto, sulla base di quanto predetto, nonostante si sia scelto di proporre tutti i dati acquisiti nelle tabelle di un apposito *dataset*, riportate nel Supplemento 1 di questo volume [Panarello et al., 2022a], sembra doveroso evidenziare che il valore ritenuto più attendibile e confrontabile fra i parametri misurabili è rFI, cioè la lunghezza misurabile direttamente. Il forte pendio, infatti, condiziona ogni sviluppo geometrico, imponendo sensibili aggiustamenti, ogni volta che si tenta di "regolarizzare" le costruzioni. Ciò non ha impedito, comunque, di misurare tutto il misurabile con un livello accettabile di interpretatività. In questa attività, hanno molto aiutato la presenza o assenza di dettagli anatomici conservati all'interno dell'orma e, soprattutto, i rapporti dimensionali fra le parti essenziali del piede (retropiede, mesopiede, avampiede) noti grazie a preziosi resoconti antropometrici (ad esempio Meredith [1944]; Robbins [1985]; Tuttle et al. [1991]; Klenerman & Wood [2006]; D'Août & Aerts [2008]; Mc Nutt et al. [2018] con bibliografia).

Le orme umane fossili, al momento, sono state individuate al tetto di una sola superficie, cioè al tetto dell'unità stratigrafica LS7 (Figura 10.5), ma i più recenti sopralluoghi e la sostanziale omogeneità cronologica hanno reso plausibile la possibilità che anche il tetto dell'unità stratigrafica LS8 possa essere interessato da fenomeni icnologici analoghi. In tal senso, gli studi sono ancora in corso.

Le evidenze icnologiche umane considerate e descritte sono, dunque, solo quelle rilevate dal 2001 al 2016 e studiate esaustivamente.

L'unità LS7, datata radiometricamente con il metodo  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  a circa 350 ka [Scaillet et al., 2008; Santello, 2010] è stata creata da un flusso piroclastico ascrivibile alla formazione vulcanica del BLT (0,385-0,325 Ma) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Santello, 2010 con bibliografia]. Le cavità lasciate da ominini e animali furono riempite e sepolte da un livello di materiali a grana variabile, che le seppellì, ne agevolò l'essiccazione e le protesse dalle eruzioni successive e dagli agenti naturali e antropici recenti.

La superficie in affioramento, finora rilevata e interessata da fenomeni icnologici, misura circa 2000 mq.

Una delle tante caratteristiche – di certo fra le più importanti – che rendono unico il geosito di Foresta, nel *record* mondiale degli icnositi di ominini è il fatto che la superficie originaria impressa non è sub-planare o leggermente inclinata, ma, al contrario, fortemente in pendio con un'inclinazione media di circa 30° [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2020 con bibliografia].

La paleosuperficie impressa, in parziale affioramento, è stata ripulita con ripetuti interventi, che hanno avuto luogo dal mese di luglio 2005 al mese di ottobre 2010 ad opera dell'équipe di ricercatori diretta dal prof. Paolo Mietto dell'Università di Padova.

Durante tali lavori di pulizia, sono state riportate alla luce numerose tracce di alterazione del geosito e numerose cavità compatibili con orme umane e animali, le quali sono state rilevate con grande precisione e studiate con grande severità, per isolare le pseudo-orme dalle reali orme fossili.

Allo stato attuale degli studi, sono state individuate 81 orme fossili accertate, che si riferiscono a membra del corpo umano, per lo più a piedi nudi.

Le orme non sono sempre distribuite casualmente sulla superficie impressa, ma – spesso – sono coordinate in piste, cioè in successioni di almeno tre orme, che descrivono schemi molto originali e preziosissimi per lo studio della struttura e del comportamento di ominini tanto antichi.

Il quadro generale delle orme umane accertate, presenti al tetto del livello LS7 è riassunto nella Tabella 10.1.

Se si autenticano, per associazione, anche altre cavità compatibili con orme che non conservano dettagli anatomici oggettivi, ma che sono coordinate – in *pattern* umani – con orme accertate, il numero totale sale sensibilmente.

Le orme in successione dei *pattern* A e B descrivono piste oblique dalle direzioni singolari, dettate dalla necessità di mantenere l'equilibrio su un pendio difficile da percorrere, ma sono sempre strette



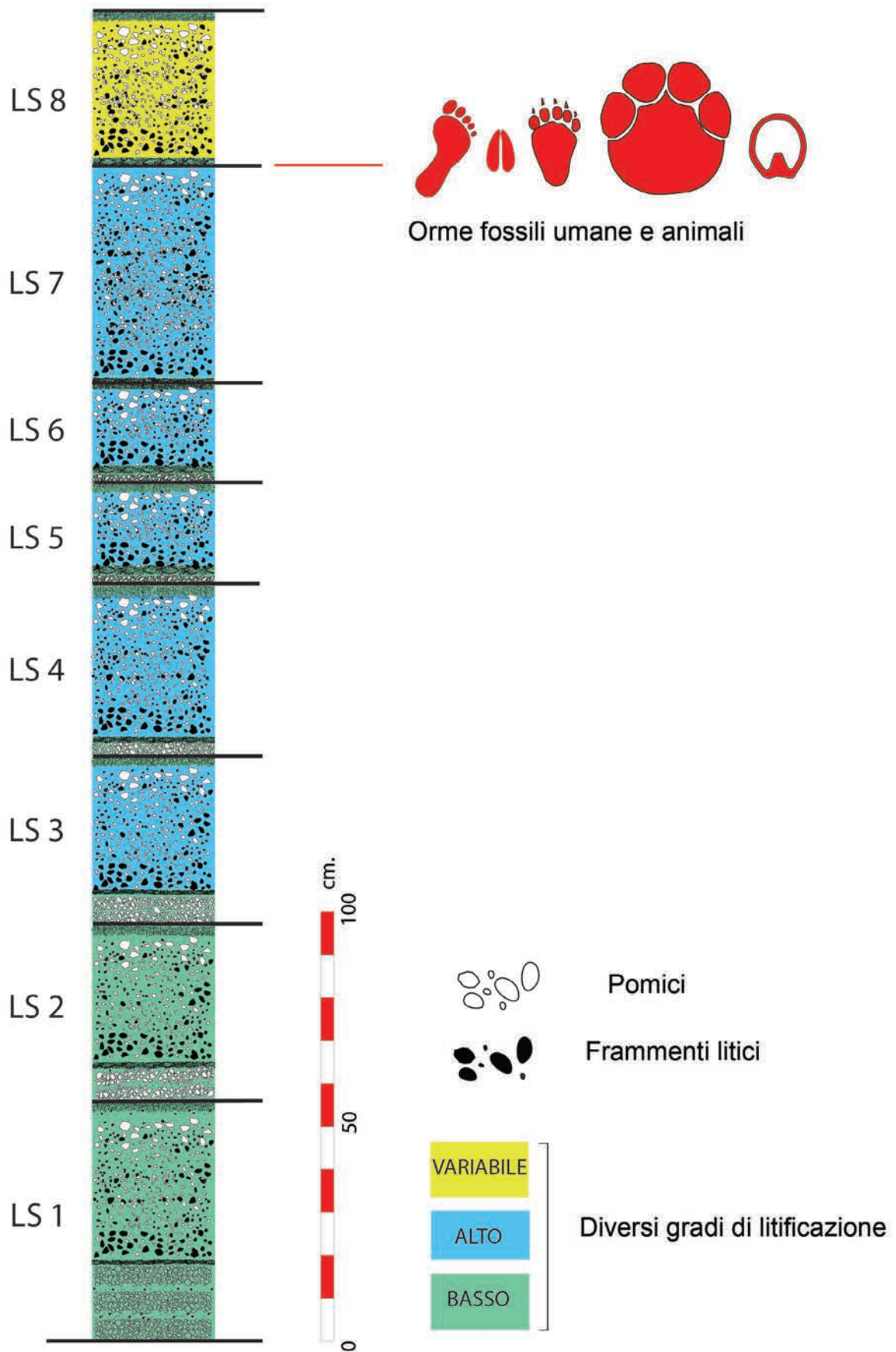


Figura 10.5 Colonnina stratigrafica del geosito delle "Ciampate del diavolo" (Rielaborazione da Santello [2010]).



ed evidenziano passi e falcate riconducibili ad andature abbastanza lente, come si evince dal *dataset* completo delle orme; vedi Supplementi 1 e 2 di questo volume [Panarello et al., 2022a; b]. Nelle tabelle del medesimo *dataset* è riportata l'angolazione media del passo (PA) per ciascuna delle piste rilevate, anche per quelle più rettilinee e regolari. Tale angolo di passo medio varia da 71° a 179° nella pista A; da 36° a 176° nella pista B; da 105° a 175° nella pista C; e da 158° a 173° nella pista E.

Orme (isolate o coordinate in pista)	Impronte fossili umane (Numero totale)	Impronte di piedi nudi	Impronte di mani	Impronte di altre parti del corpo	Agenti anatomici (Numero di impronte/parte del corpo)
- Pista A	28	28	0	0	28 / piede
- Pista B	28	21	3	4	21 / piede 1 / gluteo 2 / polpaccio 1 / caviglia
- Pista C	13	13	0	0	3 / mano 13 / piede
- Pista E	4	4	0	0	4 / piede
- Orme nel sentiero P1	4	4	0	0	4 / piede
- Altre impronte	4	4	0	0	4 / piede
<b>TOTALE</b>	<b>81</b>	<b>74</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>74 / piede</b> <b>3 / mano</b> <b>1 / gluteo</b> <b>2 / polpaccio</b> <b>1 / caviglia</b>

**Tabella 10.1** Prospetto riassuntivo delle icniti umane accertate nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" [Panarello et al., 2020].

La larghezza della pista, misurata nei segmenti in cui l'andatura è più regolare e meno condizionata dalle geomorfologie e dalle condizioni del substrato, rientra perfettamente nei parametri medi "umani" stabiliti dalla scienza [Bates, 1950; Kim et al., 2008]. Essa (*Tw*), infatti, è pari a ~26.1 cm nella pista A; a ~24.8 cm nella pista B; a ~23.8 cm nella pista C; e a ~16.7 cm nella pista E.

Il rapporto generale fra lo "*stride*" (falcata) medio e la lunghezza media delle impronte, considerata nel valore *rFL* ricavabile dalle orme meglio conservate, è 4.02 nella pista A; 3.99 nella pista B; 3.83 nella pista C; e 2.57 nella pista E.

L'angolo del piede, cioè l'angolo di rotazione del piede rispetto alla linea di progressione asseconda le necessità di stabilità nei punti in cui vi sono bruschi cambiamenti di direzione e di angolazione rispetto alla forte pendenza, assumendo anche valori negativi, che si accentuano nei punti in cui vi sono dei punti di "flesso" o repentini cambi di direzione. Per tale ragione, poiché ogni media aritmetica risulterebbe fuorviante, se calcolata in generale, si rimanda alle tabelle generali per i valori di questo parametro, facendo, però osservare, che nei tratti più regolari, più rettilinei e meno acclivi, l'angolo oscilla fra -9° e 18° (successione A1-A8); fra -19° e 21° (successione A21-A25); fra -23° e 33° (successione B0-B8a); fra -11° e 9° (successione C7-C13); e fra -1° e 2° (successione E1-E4). È opportuno tener presente che tali valori sono stati misurati utilizzando l'asse centrale dell'impronta (CA) e non la direzione di massima lunghezza dell'orma (FI o *rFI*).

Sulla base delle convenzioni mensurali adottate e tenendo in debito conto la struttura anatomica generale del piede umano, i condizionamenti imposti dal substrato e dalle geomorfologie e la volontà dei singoli camminatori, possiamo dire che, mediamente, le orme

di Foresta si presentano tutte di forma grossolanamente deltoide, anche se la zona del tallone è comunque ampia e rotondeggiante. La forma dell'impronta termina con una zona dell'alluce molto evidente, pronunciata e addotta, separata, dalla regione delle altre dita, da un *ypex* largo ed evidente (A25, E3, F2). Questa conformazione è normale e ricorrente nei piedi di coloro che camminano abitualmente scalzi, oggi come nella preistoria [Tuttle et al., 1990; Avanzini et al., 2008]. Solo nelle orme A08, A17, A21, A25, E3 e F2 sono visibili zone di depressione nella parte distale riferibili alle articolazioni metatarso-falangeali. Queste possono essere interpretate come le impronte di alcune dita. Come accade quasi sempre, nelle orme lasciate da piedi che camminano abitualmente scalzi, sono molto evidenti le sporgenze mediale e laterale, corrispondenti alle teste, rispettivamente, del 1° e del 5° metatarso. Nelle orme già note e descritte, fino al 2008, era stata segnalata la presenza di superfici plantari prevalentemente piatte, con esempi di orme (A08, A25), in cui era comunque ben visibile un leggero sollevamento nella zona mediale del mesopiede corrispondente alla presenza dell'arco longitudinale mediale [Avanzini et al., 2008]. I nuovi e più approfonditi studi e i lavori di ricognizione effettuati dopo tale anno, hanno esteso questa caratteristica anche alle orme A17, A21, A22, A23, B07, B13, B18, E3 e F2.

## La pista A

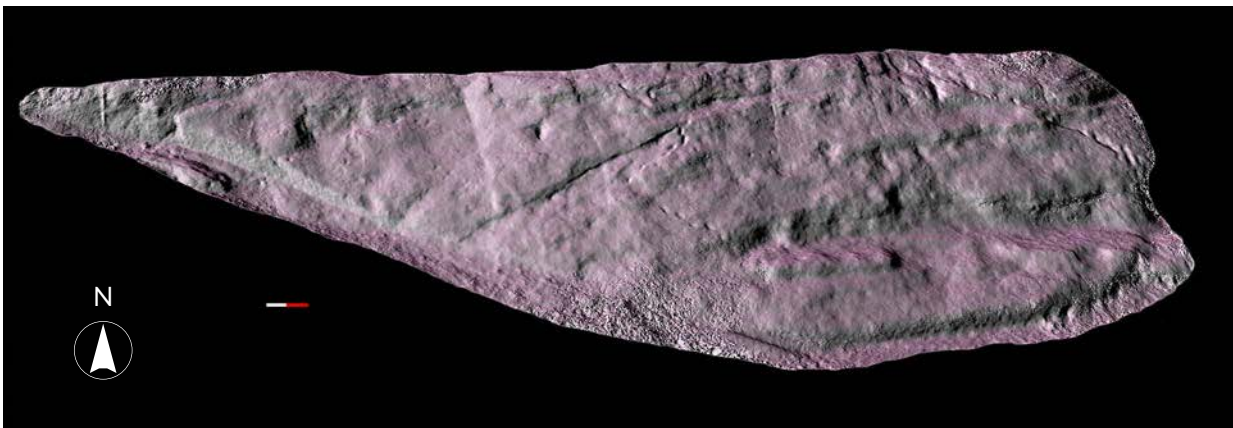
La Pista A (Figure 10.3, 10.6; Tavole S2.1 - S2.9; S3.1 - S3.84) inizia nel punto di coordinate WGS84 N41°19.954' - E14°01.481', a una quota di circa m. 292 (±3), e termina nel punto di coordinate WGS84 N41°19.952'-E14°01.486'. Il dislivello, misurato localmente, dal punto più alto al punto più basso è di m. 4,25.

La pista generale si compone di una successione di 26 impronte di piedi nudi in sequenza più altre 2 che non sono ubicate in continuità con le altre. La sua direzione continua completa misura ~12,857 m (misurazione laser) e, rettificando tutti i micro-segmenti di direzione, ha la forma di una "Z". È, pertanto divisa in tre segmenti principali, denominati 1A, 1B e 1C. L'angolo fra il segmento 1A e il segmento 2A è ~55° SE; l'angolo fra il segmento 2A e il segmento 3A è ~74° SO. Tali angoli sono stati misurati tenendo conto che le linee di progressione sono, geometricamente, delle "spezzate". Quindi, per poter avere delle misure - seppure approssimate - degli angoli, è stato necessario creare delle linee di "mediazione" dei principali segmenti, che sono stati rettificati e prolungati. Le altre caratteristiche generali della pista sono riportate nelle Tabelle 10.2 e S1.1-S1.5 [Panarello et al., 2022a].

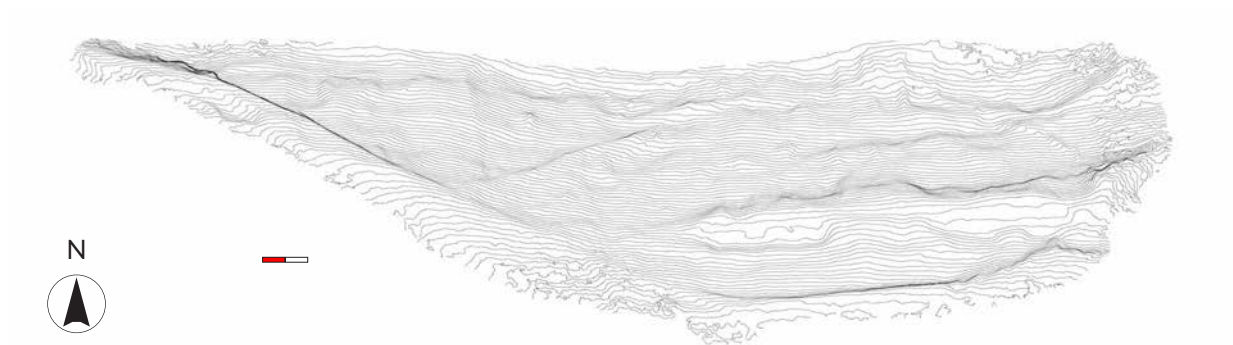
Tra l'ultima orma del segmento 1A (A08) e la prima orma del segmento 1B (A09) vi è uno iato, sulla superficie, sul quale nessuna depressione è visibile (neppure strumentalmente), che possa essere obiettivamente riconducibile a un'orma. Ci si è interrogati a lungo sulle possibili cause di questa discontinuità e, forse, gli ulteriori studi in atto sulla consistenza del deposito potranno dare qualche risposta più precisa. Al momento, le uniche spiegazioni plausibili sembrano essere quelle che il deposito, in quel punto, fosse già tanto consolidato da non preservare impronte, oppure che i piedi del camminatore preistorico non abbiano toccato direttamente il deposito, forse per la presenza di materiale vegetale o di detriti più grossolani.

La cosa che più colpisce della Pista A è la sua forma, che - immediatamente - restituisce un movimento vivo affatto dissimile da quello che un uomo moderno metterebbe in atto oggi in una simile situazione di difficoltà. La ripetuta rottura del pendio alla ricerca di direzioni più convenienti, per stabilità e risparmio energetico, testimonia un comportamento consapevole e avveduto, fatto di scelte ponderate ed efficaci strategie di deambulazione [Saborit et al., 2019]. Questa è anche la caratteristica non riscontrabile altrove, che rende la Pista A un caso unico al mondo, fino a oggi. Le impronte della pista A, tutte lasciate da piedi nudi, hanno uno stato di conservazione disomogeneo, ma alcune di esse sono in ottime condizioni, se si tiene conto della loro grande

antichità. Le orme A08, A17-A18 e A21-A26, infatti, consentono di leggere i più importanti dettagli anatomici del piede umano e possono, pertanto, essere misurate regolarmente. Oltre ai bordi di espulsione, che, in taluni casi, sono pronunciatissimi (A08, A10, A21, A22), alcune orme della Pista A evidenziano, nelle loro pareti e sul loro fondo, i segni evidenti e inequivocabili, di cedimenti ripetuti del fondo plastico e di deformazioni causate dal basculamento del piede alla ricerca di un equilibrio. Infine, cosa che era già stata evidenziata nei primi report [Avanzini et al., 2008], alcune impronte mostrano una doppia impressione, che fa pensare alla presenza di uno strato sottile più superficiale rotto dalla pressione del piede prima di lasciare l'orma vera e propria (A12, A21, A22). La diversa consistenza degli strati ancora plastici del deposito appare evidente, con una triplice estrusione di materiale molle, anche nella parte distale dell'orma A21, che appare quasi orlata.



**Figura 10.6** Geosito delle "Ciampate del diavolo". Superficie generata dal modello 3D del pendio di BLT con orme fossili umane e animali (curve di livello con incrementi di 1 cm. Vista da Sud. Comparatore: 2m).



**Figura 10.7** Geosito delle "Ciampate del diavolo". Planimetria del pendio di BLT con orme fossili umane e animali (curve di livello con incrementi di 10 cm. Vista da Sud. Comparatore: 2m).

## Descrizione delle orme della Pista A

A01 (sx) - Orma bene impressa, ma con margini poco definiti; ha forma sub-ellittica con parte centrale quasi piatta e margini lievemente inclinati; la sua parte meglio conservata e riconoscibile è la zona del tallone, ma anche la depressione dell'avampiede si legge con facilità,

soprattutto in planimetria e nella mappa delle profondità. È chiaramente in pista con la successiva impronta A02 e ciò consente di identificarla come l'orma di un piede sinistro. La forma, le dimensioni, i dettagli anatomici superstiti, la presenza di un'area di impatto e una di sosta, nonché il rapporto con le altre orme meglio conservate che si succedono nella Pista A, permettono di classificarla come impronta autentica.

A02 (dx) - Orma bene impressa, con margini laterali debolmente inclinati e aspetto reniforme; presenta scarsi dettagli anatomici che, però, sono bene visibili, soprattutto in planimetria e nella mappa delle profondità, in particolare la zona dell'avampiede. Sebbene una rottura della parete laterale possa trarre in inganno, il leggero sollevamento del fondo in corrispondenza del mesopiede (bene visibile soprattutto in planimetria) consente di notare che la concavità mediale è rivolta a sinistra, cioè in direzione della linea di progressione. Questo fatto e il suo essere chiaramente in pista con la precedente orma A01 (sx) e con la successiva impronta A03 (sx) consentono di classificarla come l'impronta di un piede umano destro. L'orma è leggermente inclinata all'indietro e contenuta in una cavità generale contornata da pronunciati bordi di espulsione, talvolta danneggiati da interventi antropici recenti.

A03 (sx) - Orma relativamente poco impressa, con margine posteriore abbastanza inclinato e anteriore quasi piatto; ha aspetto generale reniforme con un incavo a destra che può ingannare, ma che appartiene solo alla cavità generale e non all'orma vera e propria, la quale, come sempre, è contenuta al suo interno. Infatti, la presenza della massima depressione nella parte mediale dell'avampiede e la posizione del tallone (bene visibili, soprattutto in planimetria), unita alla posizione in pista, precedente e seguente due orme di piede destro, consentono di interpretarla agevolmente come l'impronta di un piede sinistro.

A04 (dx) - Come per la precedente orma A03, anche la forma generale della cavità di quest'orma può trarre in inganno l'osservatore poco attento, per il fatto che la concavità sembra rivolta a destra. In realtà, la forma generale è dovuta allo scivolamento in avanti del piede, dopo l'impatto del tallone, che solleva un pronunciato bordo, per fermarsi, invece, nella parte terminale della cavità. Purtroppo la parte più distale è andata perduta, ma in planimetria e nella mappa di profondità si vedono benissimo la depressione del tallone e l'area del mesopiede, più bassa e di forma allungata. Altrettanto evidente è la direzione della concavità mediale, rivolta a sinistra verso la linea di progressione. L'orma è chiaramente in pista con la precedente impronta A03 e con la successiva impronta A05 e questo, anche in relazione alle altre orme della pista A e a quanto predetto, permette di classificarla come impronta di piede destro.

A05 (sx) - Orma molto profonda con margine posteriore ripido e anteriore meno profondo; ha forma generale ellittico-reniforme ma non presenta dettagli anatomici evidenti oltre alla inflessione interna dovuta all'arco plantare; è chiaramente in pista con la precedente impronta A04 e con la successiva impronta A06. In questa orma i margini distale e prossimale sono bene individuabili, al pari di un transito in scivolamento antero-mediale del piede del *trackmaker*, che si sviluppa lungo il margine sinistro della cavità generale per terminare in corrispondenza di un rialzo del fondo, che costituisce il margine più distale dell'orma vera e propria. Il tutto evidenzia anche una lieve rotazione del piede in senso antiorario, che termina nella posizione di stazionamento del piede prima del *push-off*. La forma generale, la presenza di un'area di impatto e di una di sosta e il rapporto con le altre orme della pista A, consentono di riconoscere la A05 come l'impronta di un piede sinistro.

A06 (dx) - Orma poco impressa con margine anteriore che si allunga in strisciata per qualche centimetro oltre il margine dell'impronta reale; ha forma ellittica arrotondata ma non presenta dettagli anatomici evidenti, se si fa eccezione per le aree del tallone e dell'avampiede e per un leggero rigonfiamento nella parte centrale dovuto all'arco plantare; evidente il bordo di espulsione in posizione laterale. La forma, il fatto che sono bene visibili i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede e il



rapporto con le altre orme all'interno della pista A, permettono di classificarla come impronta autentica di piede destro.

A07 (sx) - Orma bene impressa, ma povera di dettagli anatomici, ubicata a una quota leggermente più alta della precedente A06, come se il piede fosse stato solo appoggiato e non avesse subito la pressione dovuta al transito vettoriale del peso corporeo. Una pressione sensibile sul substrato è rivelata solo dalla presenza di un evidente bordo di espulsione su tutto il margine mediale, in corrispondenza di un rilevamento del fondo che non può che essere ascritto alla concavità mediale del piede. La massima depressione del fondo, invece, si rileva lungo il margine laterale e giustifica l'incrocio di passo che caratterizza la morfologia della successiva orma A08. Sfortunatamente, è andato perduto il margine distale, ma quanto è sopravvissuto e il rapporto con le orme precedenti e susseguente, consentono di autenticarla come orma di un piede sinistro.

A08 (dx) - Orma molto grande e profonda, conseguente a un evidente incrocio di passo, in cui sono riconoscibili le varie fasi di impressione fino alla posizione definitiva di sosta; l'impronta esterna è subcircolare-ellittica con una evidente area di primo impatto del tallone localizzata in posizione posteriore sinistra. All'interno si osserva quindi la traccia vistosa dello sprofondamento del piede con evidente roto-traslazione del piede in senso orario. Sul fondo l'impronta di sosta mostra elementi anatomici bene rilevabili grazie a lievi dislivelli della pianta del piede. È, così, possibile osservare il tallone, l'inflessione corrispondente all'arco plantare e tutta l'area distale in cui, in particolare, è evidente la forma dell'alluce. Le diverse caratteristiche morfo-strutturali globali di questa orma, rispetto alle precedenti, sono giustificate dal fatto che essa si trova alla base di un gradino naturale di almeno 20 cm e che, quindi, tutto il peso del corpo, per esigenze di conservazione dell'equilibrio, si è trovato a gravare principalmente sul retropiede. La forma, i caratteri anatomici rilevabili e il rapporto con le altre orme che compongono la pista A permettono di classificarla come impronta autentica di piede destro e di annoverarla fra quelle meglio conservate. Anche questa impronta mostra, in maniera particolarmente vistosa, i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con un visibile e ben definito margine di espulsione sulla parte più distale del perimetro.

A09 (dx) - Questa orma segue un'estesa interruzione della continuità della Pista A, 95 cm più avanti dell'orma A08. È verosimile che in questo spazio si trovasse almeno un'altra orma, che, tuttavia, non è oggi rilevabile, forse a causa della scarsa plasticità locale del substrato, oppure di un'alterazione del medesimo. Inoltre, la A09 è la prima orma che si può riconoscere dopo un'evidente e sensibile cambio di direzione della linea di progressione generale. Essa è costituita da una leggera impressione che rivela, nel suo complesso, tutta la forma generale del piede, ma che è povera di dettagli anatomici particolari. La risposta dinamica del substrato è particolarmente evidente lungo il margine laterale. In base alla forma, alle dimensioni e al rapporto con le altre orme riconoscibili all'interno della pista A, si può classificarla come impronta vera di piede destro.

A10 (sx) - Impronta di forma ellittica schiacciata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato; si tratta pertanto di un'orma in scivolata anteriore e laterale, ma orientata verso la linea di progressione. La parte più distale dell'avampiede è troncata dalla zona d'impatto del tallone dell'orma successiva. Ciò nonostante, sono bene riconoscibili, al suo interno, la depressione del tallone, la zona dell'arco longitudinale mediale e una parte della depressione dell'avampiede. In base ai dettagli anatomici conservati all'interno dell'orma e al suo rapporto con le altre orme riconoscibili all'interno della pista A, si può classificarla, come orma autentica lasciata da un piede sinistro. Anche questa impronta mostra i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, ma con evidenti scivolate laterali, che creano una cresta di espulsione sul margine esterno.

A11 (dx) - Impronta di forma sub-ellittica schiacciata e allungata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato; si tratta pertanto di un'orma in scivolata in senso anteriore, il che giustifica l'apparente anomala lunghezza sia della pianta esterna che di quella interna. Tuttavia, l'attenta osservazione della mappa delle profondità evidenzia con grande precisione l'intero spazio dell'orma vera e propria, che è ubicata sul margine laterale della cavità generale. Il punto più prossimale del retropiede esterno si colloca a circa metà del piede dell'orma precedente e, quindi, c'è una scivolata del tallone in rotazione esterna e rientro nella parte basale. La cavità generale, che contiene l'orma, mostra una troncatura verticale con raccordo inclinato in modo più blando in corrispondenza delle zone tallone-pianta del piede, analogamente alle altre orme. In base ai dettagli conservati e al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla, come orma autentica lasciata da un piede destro.

A12 (sx) - Impronta di forma ellittica schiacciata e molto allungata con la pianta inclinata verso il basso parallelamente all'inclinazione del substrato, fino alla base del pendio; infatti il punto di impatto del tallone si trova sulla parte inclinata mentre la parte distale dell'orma vera e propria si trova sul piano sottostante; si tratta pertanto di un'orma in pronunciata scivolata anteriore, il che giustifica l'anomala lunghezza sia della pianta esterna che di quella interna. Anche in quest'orma, come nella precedente A11, si nota una scivolata del tallone in rotazione esterna e rientro nella parte basale. L'orma appare troncata nella sua parte più distale, ma ciò è dovuto solo alla forte pressione esercitata dal corpo sull'avampiede durante lo scivolamento nella medesima direzione del pendio. L'orma generale mostra una troncatura verticale con raccordo inclinato più blando in corrispondenza della zona tallone-pianta del piede, analogamente alle altre orme. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A11 e la successiva orma A13 permettono di identificarla come impronta di piede umano sinistro.

A13 (dx) - Impronta di forma elissoidale reniforme con leggero arco rivolto verso la linea mediana. La rotazione del piede è contraria rispetto alle precedenti e ciò è dovuto alla duplice pendenza del substrato, nel senso che il piede taglia in diagonale il substrato secondo la massima pendenza; per questo, il tallone scivola prima verso l'interno e poi verso l'esterno. Il margine anteriore coincide con quello posteriore della cavità generale della successiva orma A14. In corrispondenza dell'orma A13, la pista A compie una ulteriore deviazione della linea mediana verso destra, in modo da adattarsi alla variazione di inclinazione del substrato. Il rapporto con le altre orme all'interno della pista A e il fatto che anch'essa conserva, nelle sue strutture, i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede (con evidenti sciolate in avanti), consentono di classificarla come orma autentica. Inoltre, la posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A12 e la successiva orma A14 permettono di attribuirle all'azione di un piede umano destro.

A14 (sx) - Impronta piccola e solo parzialmente impressa, come tutte le orme che si trovano in tratti di pendio poco inclinato. Si notano, comunque, il punto di appoggio del tallone, la successiva scivolata in avanti e, quindi, la posizione di sosta del piede; il margine anteriore è sfumato e non bene definibile. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture mostrano i rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede (con evidenti sciolate in avanti), si può classificarla come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A 13 e la successiva orma A15 permettono, poi, di attribuirle all'azione di un piede umano sinistro.

A15 (dx) - Impronta effimera, visibile solo a causa della superficie compressa che lascia intravedere la superficie plantare, ma senza morfologie diagnostiche se non la posizione in pista. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, si può classificarla come

- icnite autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A14 e la successiva orma A16 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.
- A16 (sx) - Impronta ben marcata di forma semiellittica, molto svasata anteriormente. Mostra una evidente scivolata sul tallone con margine posteriore non troncato e raccordo blando con la superficie plantare poco inclinata. Si sovrappone ad un'area apparentemente improntata di forma irregolare, suddivisa in due elementi subcircolari di diametro centimetrico, non attribuibili a impronte umane. In base al rapporto con le altre impronte all'interno della pista A, si può classificarla come icnite autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A15 e la successiva orma A17 permettono di identificarla come impronta di piede umano sinistro.
- A17 (dx) - Impronta dai margini non perfettamente conservati, ma ben marcata e riconoscibile, evidenzia un bordo di espulsione in corrispondenza della zona dell'alluce. Sebbene il fondo sia caratterizzato dalla presenza di sporgenze di piccoli clasti litici, tutta la forma dell'orma è chiaramente riconoscibile e misurabile. L'orma mostra una evidente successione di piccoli sprofondamenti e cambi di direzione del piede alla ricerca dell'equilibrio, che sono maggiormente evidenti nella zona più prossimale. L'impronta interna, cioè quella vera e propria, è reniforme e svasata anteriormente. Soprattutto in planimetria, è bene evidente la curvatura dell'arco longitudinale mediale, orientata verso la linea di progressione. I dettagli anatomici conservati e il suo rapporto con le altre orme della pista A, consentono di autenticarla come orma. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A16 e la successiva orma A18 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.
- A18 (sx) - Impronta poco impressa, di cui è conservata la sola area plantare, ha aspetto reniforme con convessità (arco plantare) interna alla linea mediana. L'impronta denota una blanda scivolata sul tallone e, forse, una leggera rotazione positiva. È una delle più significative impronte dell'intero sito, proprio per l'evidenza dell'area plantare e della concavità mediale. Pertanto la sua immagine è stata vista come la più eloquente per l'attribuzione delle orme a un *trackmaker* umano, scelta per dare l'annuncio della scoperta e pubblicata in Mietto et al. [2003], cioè nel primo *report* ufficiale. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A e, soprattutto, in base alla conservazione del connotante dettaglio dell'arco longitudinale mediale correttamente orientato, si può classificarla - come predetto - come orma umana autentica. La posizione all'interno della pista, quella dell'evidente arco plantare e il rapporto con la precedente orma A17 e la successiva orma A19 permettono, infine, di attribuirle all'azione di un piede umano sinistro.
- A19 (dx) - Impronta poco impressa e molto parziale data da una leggera cavità ovoidale con troncatura netta posteriore e blando raccordo con la superficie topografica. In base al solo rapporto con le altre orme autentiche all'interno della pista A, si può classificarla come impronta autentica. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A18 e la successiva orma A20 permettono di interpretarla come impronta lasciata da un piede umano destro.
- A20 (sx) - Impronta molto leggera costituita da due depressioni riconducibili, rispettivamente, a quella posteriore del tallone e a quella anteriore dell'area metatarsale. In base al rapporto all'interno con le altre impronte della pista A, si può classificarla, come impronta. La posizione all'interno della pista e il rapporto con la precedente orma A19 e la successiva orma A 20 permettono di interpretarla come impronta lasciata da un piede umano sinistro.
- A21 (dx) - Impronta molto impressa e di forma complessa subellittica, con area del tallone molto ampia e arrotondata, dovuta a due fasi di impressione con scivolata sul tallone e spostamento verso l'esterno in seconda fase. Nella fase 1 (appoggio del piede), vi è una penetrazione, fino a 2,5 cm, dell'interfaccia superiore; nella fase 2 (carico pieno) si registra un collasso e uno sprofondamento completo di circa 20 cm. Il passaggio fra la fase 1 e la fase 2 è marcato da

una scivolata laterale esterna rispetto alla linea mediana. L'orma definitiva di sosta ha una forma vagamente reniforme svasata anteriormente, con caratteri morfologici riconoscibili: area del tallone depressa ellittica, area distale dilatata con un evidente *ypex* in posizione submediale interna, che ricorda l'alluce. Nella parte più distale dell'orma è visibile un complesso bordo di espulsione, che delimita l'orma con tre colature in successione, a testimoniare la diversa consistenza del substrato. In base al rapporto con le altre orme della pista A e delle sue caratteristiche morfologiche, la A21 si può agevolmente classificare come orma autentica e attribuirgliela all'azione di un piede destro.

A22 (sx) - Impronta bene impressa, di forma rotondeggiante-subellittica, in cui si nota molto bene il punto di appoggio e il successivo forte spostamento esterno del tallone con rotazione relativa interna della parte prossimale del piede. È riconoscibile il margine posteriore interno coincidente con il tallone e una depressione interna alla linea mediana corrispondente all'arco plantare. È, inoltre, bene visibile un cuscinetto di espulsione posto all'esterno dell'orma (verso la linea mediana della pista), con creste ben sviluppate (Figura 10.8). In base al rapporto con le altre orme della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiaramente i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, la A22 si può classificare come orma autentica. Infine, la posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A 21 e la successiva orma A 23 permettono di identificarla come l'impronta di piede umano sinistro.

A23 (dx) - Impronta relativamente ben impressa, di forma ellittica, mostra una scivolata del tallone e una troncatura netta all'interno della pista legata alla deambulazione lungo il pendio con inclinazione del substrato normale alla direzione di spostamento. L'orma vera è propria ubicata, come sempre, sul fondo della cavità generale, è reniforme con evidente (soprattutto in planimetria) sollevamento del fondo dovuto alla presenza dell'arco plantare. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiari i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, essa può essere classificata come orma autentica. La sua posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A22 e la successiva orma A 24 permettono di identificarla come impronta di piede umano destro.

A24 (sx) - Impronta ben impressa e profonda, di forma subellittica. Anche in questa orma, come nella A21, si notano due fasi, una di appoggio e una di carico. L'appoggio del piede causa uno sprofondamento di 5-8 cm, mentre, nella successiva fase di carico, si ha una penetrazione di circa 20 cm del tallone. Si nota una traslazione di tutto il piede verso l'interno della pista a seguito di un movimento legato anche qui al carico lungo un versante normale alla direzione di avanzamento. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della pista A e al fatto che le sue strutture conservano chiari i segni dei rapporti fra l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti sciolate in avanti e rotazioni del piede, essa può essere classificata come orma autentica. La posizione all'interno della pista, i suoi caratteri morfologici e il rapporto con la precedente orma A23 e la successiva orma A25 permettono di identificarla come l'impronta di piede umano sinistro.

A25 (dx) - Impronta molto ben impressa, profonda, di forma subcircolare, fra le meglio conservate in assoluto. Anche quest'orma evidenzia uno slittamento in avanti del piede, ma con scarsa rotazione. L'orma di sosta presenta, in maniera evidente, i caratteri morfologici dell'area distale con alluce evidente accompagnato da almeno altre due dita visibili; anche il tallone è ben impresso e si nota una evidente inflessione fra tallone e area distale corrispondente all'arco plantare rivolto verso l'interno della pista. In base al rapporto con le altre orme che compongono la pista A, e al fatto che le sue strutture mostrano chiari i segni dei rapporti fra





Figura 10.8 Il segmento meglio conservato della Pista A: la successione di orme A21-A25 (Vista da Sud-Est).

Segmento	Lunghezza generale (m)	Orientamento nella direzione dell'andatura	Inclinazione media generale (°)	Inclinazione media generale (%)	Inclinazione media del pendio (°)	Inclinazione media del pendio (%)
1A	5,046	107,5°E	14,60	26,04	33,20	65,43
2A	3,482	208°SO	16,80	30,19	28,80	54,97
3A	4,329	94°E	20,10	36,59	28,80	54,97

Tabella 10.2 Caratteristiche generali dei tre segmenti della Pista A.

l'area di impatto sul substrato plastico e l'area definitiva di sosta del piede, con evidenti caratteri anatomici (tallone, arco plantare, alluce, dita), la A25 può essere agevolmente classificata come orma umana autentica e ascritta a un piede umano destro.

A26 (sx) - Impronta ben impressa e abbastanza profonda ma troncata, in parte, nel suo margine distale, dalla superficie di erosione naturale del pendio. La A26 ha forma grossolanamente sub-circolare, con caratteri che mostrano una impressione avvenuta in due fasi discrete - appoggio e carico - con rotazione verso l'interno del tallone e verso l'esterno della parte frontale. L'appoggio della pianta fu, probabilmente, disturbato dall'azione di un clasto appuntito, ancora in sede, con conseguente scivolamento del piede in direzione laterale. In corrispondenza dell'avampiede, è rilevabile una piccola rientranza della parete laterale, che può essere interpretata come l'impronta del dito mignolo. La parete laterale (esterna) della cavità che contiene l'orma appare normalizzata con un taglio verticale che, tuttavia, non raggiunge l'orma vera e propria. In base al rapporto con le altre orme all'interno della pista A, ai suoi caratteri morfologici e al rapporto con la precedente orma A25, essa si può identificare come impronta di piede umano sinistro.

A27 (dx) - Orma impressa solo parzialmente, di cui si conserva solo l'area posteriore. Qui si nota il punto di impatto del piede e la conseguente scivolata in avanti del tallone. Sebbene sia separata da più di dieci metri dall'orma A26, è possibile che essa sia in continuità con le altre orme e, perciò, le è stato attribuito un numero progressivo. La sua posizione a destra della linea di progressione la fa interpretare come l'orma di un piede destro. La parte distale dell'orma è stata completamente distrutta dal taglio antropico del pendio.

A28 (sx) - Orma impressa solo parzialmente, di cui si conserva solo l'area posteriore. Qui si nota il punto di impatto del piede e la conseguente scivolata in avanti del tallone. Ubicata in continuità con la precedente orma A27, occupa una posizione sinistra, rispetto alla linea di progressione e, perciò, è stata interpretata come l'orma di un piede sinistro. La parte distale dell'orma è stata completamente distrutta dal taglio antropico del pendio.

## La pista B

La Pista B inizia nel punto di coordinate WGS84 N41°19.956'-E14°01.495', a una quota di circa 294 (±3) m s.l.m., e termina nel punto di coordinate WGS84 N41°19.954'-E14°01.498'. Il dislivello, misurato localmente, dal punto più alto al punto più basso è di circa 4,15 m.

La pista generale, che è lunga ~9,4 m, è composta da una successione totale di 25 impronte complete, 21 delle quali sono state lasciate da piedi umani nudi (Figura 10.9). Le altre tracce fossili comprendono un'impronta lasciata da una mano sinistra (TP\_M1) [Mietto et al. 2003; Panarello et al., 2018; Panarello et al., questo volume, pp. 165-176], due possibili impronte di mano destra e sinistra (B19, B20, dette anche M2 e M3) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020] e l'impronta di un gluteo destro (B21) [Panarello, 2020]. Le impronte della pista B, come quelle della Pista A, sono asimmetriche, reniformi, con concavità mediali orientate, in regolare alternanza, verso la linea di progressione.

La direzione generale della Pista B può essere divisa in due segmenti principali (1B e 3B), che sono separati da un terzo segmento (2B) che coincide con la lunga scivolata dell'orma B09.

L'angolo tra i segmenti 1B e 3B è ~147° SE. Questo angolo è stato misurato tenendo conto del fatto che le linee di progressione sono geometricamente "rotte". Pertanto, per avere una misura - anche se approssimativa - dell'angolo, è stato necessario creare linee di "mediazione" dei segmenti principali, che sono stati rettificati ed estesi [Panarello, 2020].

Le altre dimensioni generali e caratteristiche della Pista B sono riportate nella Tabella 10.3 e nelle Tabelle S1.6-S1.10 [Panarello et al., 2022a].

La Pista B, ancor più della Pista A, è un esemplare unico al mondo e non solo per la presenza, al suo interno, di impronte di parti anatomiche (mani, glutei, polpacci, caviglie) che non trovano confronti in nessun'altra parte del mondo, fino a oggi. La sua prerogativa principale ed eccezionale è la sua capacità di raccontare, già a colpo d'occhio, dei movimenti pietrificati nel tempo [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020].

Partendo dal più antico sentiero umano fossile finora conosciuto [Panarello et al., 2017d; Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194], che domina l'intero pendio, la Pista B si snoda verso sud-est (impronte B00-B05) evidenziando solo qualche incrocio di passo (B05-B06) e qualche aggiustamento della posizione del piede sul pendio, compiuti dal *trackmaker* B per rimanere in equilibrio. Quando il pendio diventa più ripido, il camminatore si trova a gestire una pendenza molto pericolosa e deve compiere una scelta: cambiare direzione (come il *trackmaker* A) o proseguire in direzione diagonale. Questo attimo di indecisione è bene immortalato dall'impronta B7 (destra), su cui grava tutto il peso del corpo e dall'impronta B8 (sinistra), che non è nient'altro che il risultato di un leggerissimo appoggio del piede sulla parete a monte. L'osservazione della Tabella S1.10 [Panarello et al., 2022a], relativa alla velocità, scandisce questo momento con un brusco rallentamento dell'andatura. Dopo aver scelto di tagliare il pendio continuando ad avanzare lungo la diagonale scelta in partenza, tocca il terreno con il piede destro (B8a) e poi avanza decisamente con il piede sinistro. Dopo l'appoggio, però, accade una cosa che il *trackmaker* non poteva prevedere e cioè che il terreno cede in modo importante sotto il peso del corpo, costringendolo a scivolare e a compiere movimenti scomposti per rimanere in equilibrio. In questa successione di "fotogrammi" (B09-B12) è contenuta una sequenza straordinaria, in cui il piede sinistro scivola, facendo perdere l'equilibrio all'ominine, il quale per riequilibrarsi, sfiora la parete con il fianco sinistro, appoggia profondamente la mano sinistra (TP\_M1) alla cengetta che si trova sulla parete e slancia tutto il corpo in avanti, trovando appoggio certo sul piede destro (B10) dopo circa 90 cm di scivolata. La velocità acquistata con il brusco movimento in avanti si scarica sul terreno dove, dopo un innaturale incrocio di passo, l'ominine B appoggia il piede sinistro più indietro di quanto sarebbe naturale e crea un'impronta profondissima (B11), che conserva i dettagli anatomici di tutta la gamba (polpaccio, caviglia, piede) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2018, 2020; Panarello, 2020]. L'andatura si riequilibra, gradualmente, nella successione di orme fra B13 e B18. In questo tratto, dopo un altro momento di probabile indecisione (B14), il *trackmaker* gira leggermente a sud-est e raggiunge l'orlo di un pronunciato dislivello. Per procedere, deve appoggiare entrambe le mani e slanciare il corpo in avanti, lasciando l'impronta di un gluteo (destro) e almeno un'altra impronta (B22) [Panarello, 2020]. Purtroppo, la parete più distale di questo dislivello, danneggiata dalla natura e dall'uomo, conserva molte tracce dei movimenti descritti, ma impedisce di essere completamente oggettivi nella loro valutazione.

Per questa ragione, sono state effettuate delle sperimentazioni utilizzando uno *specimen* umano attuale avente la stessa corporatura stimabile a partire dalle impronte e la concordanza è stata sconvolgente (Figura 10.10).

D'altro canto, se si supponesse che le depressioni presenti nella zona di rottura del pendio siano strutture create dal taglio antropico recente o dalla stessa disgregazione della formazione originaria, dovremmo completamente ignorare due dati archeologici molto importanti: 1) le due icniti (B21, corrispondente al gluteo destro del *trackmaker*, e B22, corrispondente alla zona più prossimale dell'impronta di un piede destro) hanno forme lisce e addolcite e sono il risultato di evidenti appoggi di parti molli, a differenza della restante parte del pendio che è scabra e irregolare; 2) le due depressioni si trovano a pochi centimetri di distanza da una vera e propria scala recentemente scolpita, che – di fatto – le defunzionalizza da ogni scopo recente [Panarello, 2020].





Figura 10.9 Il tratto terminale della Pista B (Vista da Sud).

Segmento	Lunghezza (m)	Orientamento nella direzione dell'andatura	Inclinazione media generale (°)	Inclinazione media generale (%)	Inclinazione media del pendio (°)	Inclinazione media del pendio (%)
1B	5,046	104,5°E	25,00	46,6	19,30	35,01
2B	0,91	76,5°E	25,00	46,6	27,0	50,95
3B	3,482	119°SE	46,90	106,9	22,50	41,42

Tabella 10.3 Dimensioni generali e caratteristiche della Pista B [Panarello, 2020].





**Figura 10.10** Fotosequenza della sperimentazione messa in atto nella parte terminale della Pista B (Vista da Sud). La modella (F.V.) è alta 1,56 m, ha il piede sinistro lungo 23 cm e una lunghezza totale del braccio (*achromion-stylian*) di 52,5 cm.

## Descrizione delle orme della Pista B

- B00 (sx)** - L'orma B00 è talmente mal conservata che appare come poco più che una leggera depressione sul terreno, peraltro anche alterata dal deflusso delle acque meteoriche. Essa, però ha più di un elemento che consente di farla classificare come orma autentica: è in continuità con le altre orme accertate della Pista B, occupa una posizione sinistra rispetto alla linea di progressione (uscente della direzione del sentiero preistorico P1), ha dimensioni compatibili con il *range* misurato nel geosito, conserva una parte del bordo di espulsione in corrispondenza della zona dell'alluce e, soprattutto in planimetria, mostra la tipica forma "a baccello". Per la sua posizione rispetto alla linea di progressione e per il suo rapporto di successione con la successiva orma B01, è stata interpretata come l'orma di un piede sinistro.
- B01 (dx)** - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica obliterata – in parte – per essere diventata parte di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta. Non contiene dettagli anatomici chiari, perciò solo la sua posizione in pista rispetto alla linea di progressione consente di attribuirle all'azione di un piede destro.
- B02 (sx)** - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica obliterata – in parte – per essere diventata parte di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. Le sue pareti sono praticamente sgretolate, ma è in evidente rapporto di successione con la precedente orma B01 e con la successiva orma B03, perciò, almeno in base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica, sebbene

in pessimo stato di conservazione. Non contiene dettagli anatomici chiari. Solo nella mappa delle profondità e in planimetria si nota una leggerissima depressione nella zona mediale anteriore. Solo la sua posizione in pista rispetto alla linea di progressione, perciò, consente di attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

B03 (dx) - Impronta poco marcata, di forma subellittica, evidenzia – comunque – una prolungata scivolata che interessa tutto il margine a monte. Povera di dettagli anatomici, è comunque chiaramente riconoscibile come orma autentica. Infatti, soprattutto in planimetria, sono chiaramente visibili l'area del tallone, un arco plantare poco sollevato e la parte laterale dell'avampiede. In base al suo rapporto con le altre orme all'interno della Pista B e alla sua posizione rispetto al pendio, essa può essere attribuita all'azione di un piede destro. Le sue condizioni di conservazione sono estremamente precarie.

B04 (sx) - Impronta poco marcata, di forma ellittica, presenta un principio di rotazione verso l'interno della linea mediana, dovuta al fatto che la direzione del suo asse risulta pressoché parallela alla giacitura della superficie, cioè quasi normale alla massima pendenza del pendio. Ciò fa sì che la massima profondità dell'orma sia ubicata in una zona apparentemente innaturale mentre, al contrario, è nell'unico punto in cui può essere perché il piede possa mantenere l'equilibrio con uno sprofondamento nella zona laterale (a monte). In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica e attribuirgli a un piede sinistro. Le sue condizioni di conservazione sono estremamente precarie.

B05 (dx) - Impronta ben definita, leggibile in tutta la sua forma. Sono evidenti (soprattutto nella mappa delle profondità) il bordo di espulsione (poco rilevato, che incornicia tutto il margine più distale) e una serie di depressioni coerenti – per forma e dimensioni – con le impronte delle dita del piede. L'impronta appare più profonda e marcata sul suo margine laterale e ciò appare ovvio per la sua posizione rispetto alla forte pendenza del pendio. La zona del tallone è evidente, ma poco marcata perché, come predetto, il peso del corpo, dopo lo scivolamento in avanti, va tutto a gravare sulla zona occupata dalle teste delle ossa metatarsali laterali. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B e alla linea di progressione, si può classificarla come impronta di piede destro.

B06 (sx) - Impronta subellittica, ben marcata, che mostra come il tallone tagli il pendio provocando una serie di slittamenti e una sua rotazione esterna. I margini sono continui ma non presentano fasi distinte di impressione; l'impronta interna di sosta si presenta arcuata con convessità verso la linea mediana. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione rispetto alla precedente orma B05 e alla successiva impronta B07 e la curvatura rilevabile dell'arco plantare permettono di attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

B07 (dx) - Impronta subellittica, ben marcata, che mostra il tallone ben impresso e una scivolata dello stesso verso la massima pendenza, esterna destra. In questa zona è anche visibile la parte superstite del bordo di espulsione. Altrettanto visibili sono la curvatura dell'arco mediale e una forte svasatura da scivolamento nella parte più distale. L'impronta B07 succede alla precedente B06 passando al di là della linea mediana della pista e creando, così, un incrocio di passo. In base al rapporto con le altre orme all'interno della Pista B, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione all'interno della pista, rispetto alla precedente orma B06 e alla successiva impronta B08, permette di identificarla come impronta di piede umano destro.

B08 (sx) - Impronta subcircolare, poco marcata e senza dettagli anatomici evidenti, ubicata in posizione più arretrata rispetto alla B07. Essa è dovuta a un appoggio necessario per il riequilibrio del corpo, in quanto il peso, in quel punto, gravava ancora sull'impronta B07. Essa rappresenta un evidente momento di sosta o di grande rallentamento, prima che tutto il peso del corpo venisse caricato sulla successiva impronta B08a. In base al suo rapporto con le altre

orme all'interno della Pista B e, in particolare, con le orme B07 e B08a, essa si può classificare come orma autentica ed essere attribuita all'azione di un piede sinistro.

B08a (dx) - Impronta complessa, di aspetto reniforme, posta in corrispondenza di una netta rottura del pendio. È molto profonda con scivolata evidente del tallone in avanti e con il fondo dell'orma inclinato verso l'esterno secondo la pendenza del pendio. Sono bene evidenti, soprattutto in planimetria, tutte le zone del piede, cioè la zona di stazionamento del tallone, la zona dell'arco longitudinale mediale e quella dell'avampiede, pronunciata - in modo particolare - in corrispondenza della testa del primo osso metatarsale. L'impronta vera e propria, ubicata sul fondo della depressione generale del terreno, appare levigata dal passaggio di acque in ruscellamento e, forse, dall'essere stata scelta come zona sicura d'appoggio del piede dai frequentatori più recenti del sito. Tuttavia, come predetto, essa conserva i caratteri connotanti il piede umano e, in particolare, l'arco plantare che consente di classificarla agevolmente come l'impronta di un piede destro. Lo sprofondamento del piede appare quasi sub-verticale, mentre le pareti appaiono regolarizzate, forse anche da un taglio antropico recente. Il margine distale è illeggibile.

B09 (sx) - La B09 non è un'impronta semplice, ma è il risultato di un'azione dinamica estremamente complessa e, al momento, unica al mondo. Essa, infatti, è il risultato di uno scivolamento prolungato, conseguente al cedimento del fondo del terreno dopo l'appoggio del piede sinistro. Al suo interno, sono visibili delle zone di maggiore depressione, forse dovute al tentativo ripetuto di riconquistare l'equilibrio variando istintivamente il carico del peso corporeo durante lo scivolamento, o per un repentino posizionamento dei piedi in rapidissima alternanza. La scivolata è curvilinea e convessa verso monte. Essa è accompagnata da altre impronte (appoggio del fianco e della mano sinistra) [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2018, 2020; Panarello, 2020]. Tutta la scivolata è disegnata, nel suo margine mediale, da un prolungato e pronunciato bordo di espulsione.

B10 (dx) - È l'impronta su cui si appoggia il corpo del *trackmaker* dopo la lunga scivolata sul piede sinistro. È un'orma bene impressa e profonda, anche se povera di dettagli anatomici. La struttura generale e l'orma vera e propria raccontano tutta la dinamica del complesso movimento che ne aveva preceduto la messa in posto ma, sfortunatamente, la cavità generale appare tagliata e/o rotta nella sua parte più distale. Nella mappa delle profondità, come pure in planimetria, è bene visibile come il carico del corpo si sia appoggiato tutto lungo il margine laterale del piede e questa è l'unica azione razionale che potesse verificarsi perché l'intero corpo mantenesse l'equilibrio appena riconquistato e fosse in condizione di procedere con il prossimo passo.

TP\_M1 (mano sx) - La cavità denominata TP\_M1, fin dal primo momento in cui fu notata [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008], fu supposto poter essere l'impronta di una mano sinistra, ma solo dopo accuratissime e prolungate analisi è stata confermata nella sua realtà icnologica [Panarello et al., 2018; Panarello et al. questo volume, pp. 165-176]. L'impronta TP\_M1 è stata lasciata dalla mano sinistra del *trackmaker* B durante la lunga scivolata fra le orme B09 e B10. Essa è completamente e facilmente sovrapponibile dalla mano sinistra di un ragazzo/ragazza o dalla mano sinistra di una donna minuta del tempo presente. La parte più evidente dell'impronta della mano TP\_M1 è di forma ellittica, con bordi svasati e levigati. Questa parte è limitata a valle da una struttura semicircolare che costituisce il bordo di espulsione. La direzione dell'asse maggiore dell'impronta della mano è incidente alla linea di progressione della pista B che qui corre a sud-est. L'area posteriore dell'impronta mostra, invece, i segni di uno slittamento anteromediale orientato verso l'inclinazione, mentre l'area distale mostra i segni di una compressione irregolare caricata sulla parte anteriore. In quest'area è visibile una serie di piccole depressioni di forma allungata e parzialmente irregolare, allineate in 5 direzioni, che sono le impronte delle dita. Ognuna di queste depressioni è divisa in più segmenti. Le dimensioni misurate della mano sono risultate



compatibili con quelle di un campione di *Homo* attuale avente una statura che va da m. 1,50 a m. 1,65 [Panarello et al., 2018].

B11 (sx) - Impronta gigantesca, molto profonda, ellittica, dalla struttura molto complessa. La B11, per essere compresa, va considerata nella sua totalità. Essa è il risultato dell'appoggio di un piede sinistro in una posizione leggermente più arretrata di quella del piede destro che lasciò l'orma B10. Ciò comporta un sensibile incrocio di passo, possibile solo con un certo slancio, certamente ereditato dalla velocità che il corpo del *trackmaker* acquisì durante la scivolata. In conseguenza di questa azione, il piede sprofonda a lungo, per più di 35 cm, cercando stabilità sia sull'intera gamba sia sul piede in continua rotazione. Il risultato di questa azione ha lasciato impressa la forma dell'intero polpaccio (caso unico al mondo, finora), della caviglia e del piede, che appare il meno definito proprio per la lunga scivolata in avanti. All'interno della cavità generale sono bene visibili sia i cedimenti in successione del fondo sia i cambi di direzione della gamba in generale. L'impronta viene attribuita all'azione di un piede sinistro per il suo rapporto con le altre orme della pista B che la precedono e la seguono e per la sua incredibile posizione rispetto alla linea di progressione, che testimonia un equilibrio in forte pendio che solo con il piede sinistro poteva essere mantenuto. Mancano dettagli anatomici evidenti, ma le estremità distale e prossimale dell'orma vera e propria, come pure quella laterale e mediale, sono individuabili con relativa facilità, consentendo di verificare che le sue dimensioni generali rientrano nel *range* registrato nello stesso sito [dataset in Panarello et al., 2022a].

B12 (dx) - Impronta gigantesca e molto profonda, di forma complessa, dovuta ad un considerevole scivolamento in avanti accompagnato da una sensibile rotazione del piede verso l'interno della pista. Questo movimento è dovuto al fatto che l'orma B12 riequilibra, ormai completamente, l'andatura del *trackmaker* con un passo stretto e convergente verso la linea di progressione. Anche qui l'appoggio del tallone è arretrato rispetto alla parte frontale dell'orma B11 e quindi sprofonda molto in prossimità del cambio di pendenza. L'impronta vera e propria ha forma ellittica ed evidenzia un forte scivolamento in avanti. Il margine distale della cavità generale è interrotto e non sono conservati evidenti dettagli anatomici, ma le estremità distale e prossimale dell'orma vera e propria, come pure quella laterale e mediale, sono individuabili con relativa facilità, consentendo di verificare che le sue dimensioni generali rientrano nel *range* registrato nello stesso sito. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B12 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B13 (sx) - Impronta grande, profonda, ben marcata, di forma subrettangolare. L'impronta mostra una notevole scivolata del tallone verso l'interno della pista, la pianta del piede si mostra arcuata con la concavità (arco plantare) rivolta, in direzione mediale, verso la linea di progressione. La parte più distale dell'orma non è conservata perché asportata dalla parte posteriore dell'impronta successiva. Tutti i dettagli anatomici del piede sono bene leggibili (in particolare, in planimetria e nella mappa di profondità), cosicché l'orma si può misurare con ottima precisione, confermando anche la correttezza delle misure rilevate nelle orme B11 e B12. La parete mediale appare alterata da un taglio antropico recente, che la regolarizza, ma che non affligge l'orma vera e propria, ubicata sul fondo della cavità generale. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B13 viene attribuita all'azione di un piede sinistro.

B14 (dx) - Impronta incompleta conservata solo nella parte posteriore, ma profonda e ben marcata, di forma quadrangolare. Il tallone taglia nettamente la superficie con la base del piede quasi piana che non preserva l'area distale, andata distrutta per sgretolamento del substrato. L'orma rappresenta un altro momento di sosta o di sensibile rallentamento dell'andatura del *trackmaker* B, che riprende il cammino sullo stesso piede, con un cambio di direzione, orientando il passo verso sud-est. A parte i resti di una sensibile pressione nella



metà laterale del piede, l'orma non mostra altri dettagli anatomici obiettivamente riconoscibili. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B14 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B15 (dx) - Impronta grande, profonda, ben marcata, di forma complessa, subrettangolare, allungata. L'impronta mostra di essere stata formata in più fasi di sprofondamento, con una notevole scivolata in avanti della parte posteriore del piede; il fondo dell'impronta (orma di sosta) è povero di dettagli, ma completamente riconoscibile nella sua forma e, quindi, misurabile. Non sono visibili dettagli anatomici ben conservati oltre la zona del tallone e il margine laterale, che si legge in tutta la sua lunghezza (soprattutto in planimetria). Sullo stesso margine, nella struttura generale della cavità, si legge una pronunciata concavità, dovuta a un distacco causato da un colpo vibrato in tempi recenti con uno strumento metallico arcuato. L'intera parete laterale, d'altronde, mostra una evidente regolarizzazione dovuta a un taglio recente, forse per ampliare la cavità generale, migliorando l'appoggio delle calzature dei frequentatori contemporanei in quel punto del pendio estremamente acclive. Questo fenomeno è stato anche riscontrato in più punti del sentiero preistorico P1 [Panarello et al., 2017d]. Fortunatamente, la grande profondità della depressione generale ha fatto sì che il taglio non raggiungesse, danneggiandola irreparabilmente, l'orma vera e propria. Sebbene segua l'impronta di un piede destro (B14) anche quest'orma, in base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, viene attribuita all'azione del medesimo piede. Essa segna il ripristino dell'andatura normale dopo un momento di probabile ripensamento, con conseguente cambio di direzione.

B16 (sx) - Impronta grande, ben marcata, di forma subrettangolare, allungata. L'impronta mostra una notevole scivolata del tallone in avanti e un'area di sosta del piede pressoché piana e di forma subtriangolare, con parte distale più larga della posteriore e con una leggera concavità (arco plantare) orientata verso la linea mediana. L'impronta B16, come la precedente, mostra i segni di un marcato e ripetuto sprofondamento del piede in una zona estremamente acclive del pendio, fino a raggiungere un punto di stabilità, corrispondente all'orma vera e propria. Il margine distale è andato parzialmente distrutto per alterazione del substrato, mentre la parete destra (mediale) mostra gli stessi segni di regolarizzazione antropica recente notati nelle precedenti orme. Anche in questo caso, fortunatamente, il taglio non raggiunge l'orma vera e propria. Non sono visibili dettagli anatomici particolarmente ben conservati, ma sono bene leggibili i margini distale e prossimale, al pari di quelli laterale e mediale, consentendo, così, di misurarne le dimensioni generali con buona precisione. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B16 viene attribuita all'azione di un piede sinistro.

B17 (dx) - Impronta grande, ben marcata, di forma complessa, subrettangolare, allungata. L'impronta mostra di essere stata formata in più fasi discrete di sprofondamento, con una notevole scivolata in avanti della parte posteriore del piede; il fondo dell'impronta (orma di sosta) è piano e di forma subtriangolare. La parte più distale dell'impronta è perduta, perché la parete, in quel punto, appare tagliata e disgregata. Tuttavia, nella parte conservata dell'orma, cioè quella più prossimale, sono bene visibili i bordi di espulsione creati dall'ultimo sprofondamento del piede. In base al rapporto con le altre orme della pista e alla sua posizione rispetto alla linea di progressione, l'impronta B17 viene attribuita all'azione di un piede destro.

B18 (sx) - Impronta grande, ben marcata, ampia, dalla forma singolare. Sembra, infatti, che l'avampiede manchi, ma non è così: il piede, certamente sinistro, si inarca in avanti e aderisce, con l'intero arco mediale, a quello che doveva essere il limite del pendio, in quel punto. Non si vedono le impronte delle dita che, forse, hanno aderito poco alla paretina subverticale del pendio, ma si leggono, con grande nitidezza, la zona del tallone e, soprattutto, l'arco longitudinale mediale, rivolto a sinistra, verso la linea di progressione, che aderisce completamente al substrato. La posizione relativa delle impronte B17 (piede destro) e B18

(piede sinistro) indica che l'individuo, a questo punto della pista, sosta con i due piedi pressoché paralleli e divaricati a seguito di uno spostamento sostanzialmente laterale. La discesa lungo la paretina pressoché verticale, può aver avuto luogo solo appoggiando le mani al pendio [Mietto et al. 2003; Avanzini et al. 2008; Panarello, 2020].

B19 (mano dx), B20 (mano sx) - Come predetto, a questo punto della pista, alla fine del pendio vero e proprio, per mantenere l'equilibrio nella discesa di una paretina pressoché verticale, con la schiena rivolta a monte, il *Trackmaker* B è costretto ad appoggiare anche le mani. Le depressioni semicircolari che affiancano l'impronta B18 non possono che essere interpretate come le zone d'appoggio delle zone carpaliche di entrambe le mani. Sfortunatamente, nessuna delle due depressioni conserva dettagli anatomici misurabili [Panarello, 2020 con bibliografia].

B21 (gluteo dx) - L'impronta B21 ha la forma di una sella ed è appoggiata alla parte orientale della paretina subverticale, che si trova in continuità con la Pista B. Essa è inoppugnabilmente un'impronta, perché è l'unica parte, con inclinazione relativamente bassa, su una parete praticamente verticale. Inoltre, è visibilmente una struttura d'impatto ed è anche l'unica forma liscia e senza spigoli presente su una parete completamente scabra e alterata, naturalmente e artificialmente. Come è stato dimostrato, anche sperimentalmente, le sue dimensioni sono compatibili con quelle di un ominine avente la statura di circa 1,56 m, il che coincide con le stime della statura dedotte dalle dimensioni delle altre orme di piedi della medesima Pista B [Panarello, 2020].

B22 (dx) - L'impronta B22, sebbene sia conservata in una parte del pendio quasi completamente distrutta, è da considerare assolutamente autentica. La sua parte più significativa, infatti, cioè l'area di contatto del tallone, è ben conservata e il cambio di direzione del piede, durante l'affondamento e lo scivolamento, è chiaramente rilevabile. L'orma B22 non può essere il risultato di un effetto antropico o erosivo, perché la sua sezione trasversale non è completamente e regolarmente curvilinea. Al contrario, se tale sezione si osserva con attenzione, si nota chiaramente lo scorrimento in avanti del cuscinetto muscolare del tallone dopo il primo sprofondamento del piede. Inoltre, B22 è l'unica parte liscia ben visibile e riconoscibile sulla superficie molto ruvida della parte finale del pendio, che si presenta scabra e molto alterata dall'azione naturale e antropica [Panarello, 2020].

## Le Piste C, E e le orme D1-D2

### Capire e riorganizzare l'“Area Zero”

Per comprendere pienamente la successione delle evidenze icnologiche e pseudo-icnologiche presenti nella parte bassa del geosito, ovvero nel tratto superiore del sentiero che si sviluppa alla base del medesimo geosito, bisogna scandire dei momenti progressivi di analisi delle evidenze, poiché a ciascuno di essi è collegata una nuova acquisizione di dati, una nuova interpretazione delle evidenze e una nuova numerazione, che dev'essere ridefinita secondo la Tabella 10.4, tenendo conto che in tutte le descrizioni a venire si farà sempre riferimento alla numerazione finale.

### L'“Area Zero”

La Pista C inizia nella cosiddetta “Area Zero” (Figure 10.11, 10.12), cioè nella zona di snodo delle varie piste secondarie, la quale, essendo fortemente alterata dalla riduzione antropica e naturale, non consente di fare ipotesi sul rapporto fra i punti iniziali delle varie direttrici (Tabella 10.5). Per tale ragione, prima che lo studio completo e approfondito dei dati disponibili venisse

completato, notazioni confuse e/o facilmente confondibili erano state attribuite ad allineamenti di possibili orme che, non in tutti i casi, sono state confermate come orme fossili reali. In questo quadro, la disamina dettagliata dell'insieme di tracce antropiche, preistoriche e storiche, si erano confuse, creando non pochi dubbi sulla possibilità di autenticare le cavità come originariamente identificate e descritte, nelle schede ICCD (Tabella 10.4), con le notazioni C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, come reali orme umane fossili preistoriche. Alla successione di cavità, discendente da NO a SE, infatti, è affiancato un invasivo taglio della pendice, di forma geometrica, creato per alloggiare evidentemente una struttura lignea, il quale aveva indotto seri dubbi sul fatto che le depressioni di cui si dice potessero essere effettivamente ubicate sul tetto dell'unità LS7.

Numerazione delle orme come in Avanzini et al., 2008	Numerazione delle orme come nelle schede ICCD	Numerazione finale
-	C1	Espunta
-	C2	<b>C1</b>
-	C3	<b>C2</b>
C1	C4	<b>C3</b>
C2	C5	<b>C4</b>
C3	C6	<b>C5</b>
C4	C7	<b>C6</b>
-	D1-D5	Espunte
-	D6	<b>C7</b>
C5	D7	<b>C8</b>
C6	D8	<b>C9</b>
C7	D9	<b>C10</b>
C8	D10	<b>C11</b>
C9	D11	<b>C12</b>
C10	D12	<b>C13</b>
-	E1-E3	Espunte
-	E4	<b>D1</b>
-	E5	<b>D2</b>
-	F1-F2	Espunte
-	F3	<b>E1</b>
-	F4	<b>E2</b>
-	F5	<b>E3</b>
-	F6	<b>E4</b>

Tabella 10.4 Tabella di equivalenza delle numerazioni delle Piste C, D, E, F.

La decodifica dei meccanismi di alterazione delle icniti originarie ad opera dei cavapietre e dei generici frequentatori di epoca storica, effettuata nello studio del sentiero preistorico [Panarello et al., 2017d], unita ad una certosina analisi delle morfostrutture delle cavità, effettuata mediante modelli fotogrammetrici 3D di altissimo dettaglio [Panarello et al., 2020], hanno permesso di espungere la presunta orma C1 (numerazione ICCD) e di individuare, nella suddetta successione, almeno 2 possibili orme umane fossili di epoca preistorica, ora numerate definitivamente con C05 (dx) e C06 (sx). Sebbene fortemente rimaneggiate e volontariamente ritoccate mediante utensili metallici (scalpelli) per regolarizzare le pareti laterali e agevolare la stabilità degli uomini e degli animali in transito in epoca storica, che hanno cancellato molti dettagli che sarebbero stati preziosi e determinanti ai fini della loro valutazione obiettiva come possibili icniti, non tutti gli elementi valutabili sono stati oblitterati. Sia nell'orma C05, infatti, che nell'orma C06 sono

ancora chiaramente rilevabili, nelle mappe delle profondità e nelle planimetrie con curve di livello a intervalli di 1 e 2 millimetri, delle zone di depressione del fondo che sembrano chiaramente ascrivibili al tallone, all'arco plantare e all'avampiede, rispettivamente, di un piede destro (C05) e di un piede sinistro (C06) in regolare alternanza di passo e di concavità mediale che, in entrambi i casi, è rivolta verso la linea di progressione del passo. Nella parete laterale della cavità C05, inoltre, sono bene visibili i segni di un taglio antropico volontario che non raggiunge il fondo della cavità originaria ma che, al contrario, evidenzia chiaramente due differenti livelli di azione, uno antichissimo (verosimilmente preistorico) e uno chiaramente recente.

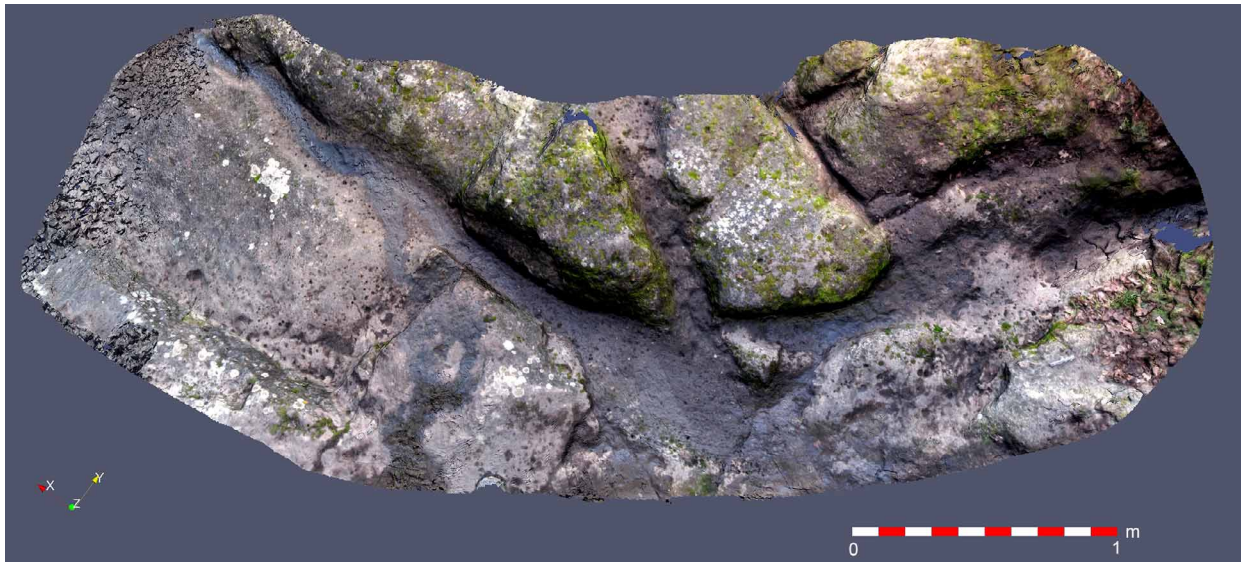


Figura 10.11 Un'immagine zenitale, da Nord, generata dal modello 3D, della cosiddetta "Area Zero".

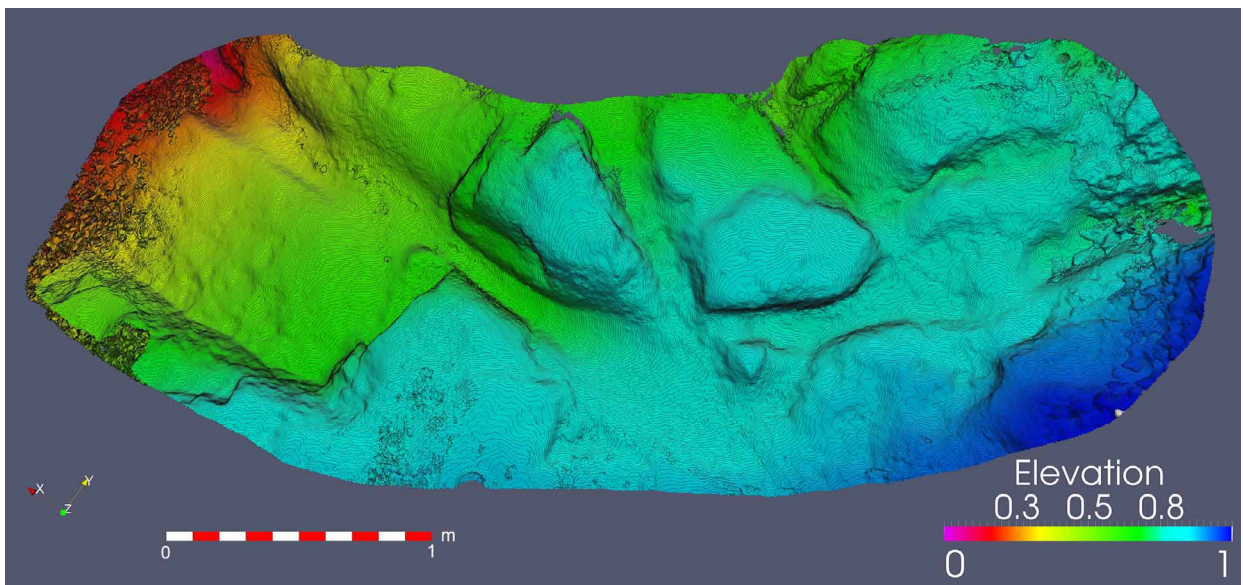


Figura 10.12 Ricostruzione altimetrica dell'"Area Zero", arricchita con curve di livello con incrementi di 2 mm.

Situazione analoga, ma in posizione diversa, si nota nella successiva cavità C06 (sx), dove, ad andare completamente perduta, è la parte distale dell'orma. Anche qui si notano invasivi ritocchi alle pareti, ma è evidentissima, in planimetria a intervalli di 2 mm, la forma tipica del piede umano



e cioè, l'impronta del tallone seguita da una concavità mediale e da una pronunciata depressione, che non può che essere riferita all'avampiede. Infine, sul margine laterale delle cavità C04 (sx) e C06 (sx), sembra riconoscersi una gibbosità dall'andamento longitudinale compatibile con un bordo di espulsione. La medesima gibbosità, costituendo il confine naturale dell'area non toccata dal taglio antropico recente per l'alloggiamento della struttura lignea, consente anche di affermare che le depressioni in successione (C05-C06) sono al tetto e non all'interno dell'unità LS7. Per tutte queste ragioni, le cavità sono state interpretate come orme fossili autentiche (ancorché rimaneggiate). Ciò, per continuità di *pattern*, autorizza ad autenticare come vere orme umane fossili anche le altre (C01-C04), sebbene non conservino nessun altro dettaglio ad eccezione della loro corretta posizione nello schema dell'andatura.



**Figura 10.13** La parte più alta della pista C (segmento 1C, sulla sinistra, indicata dalla freccia), nella zona distale della cosiddetta "Area Zero".

La riesumazione dell'intera area denominata "Area Zero" ha evidenziato gli inizi di altre due possibili direttrici (gli originari inizi delle cosiddette Pista D e Pista E indicati con tali notazioni nelle schede ICCD), sub-parallele a quella appena descritta, che sembravano proseguire, con una pronunciata curvatura prima verso sud e poi verso est, in direzione del tratto di Pista C [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008] ubicato nel medio sentiero basale sterrato, ancora oggi percorribile e adiacente il recente taglio della pendice. Con riferimento alla schedatura ICCD, questi tratti iniziali sono stati riesaminati su basi oggettive dando questi risultati:

**Pista D (originaria).** Si tratta di un evidente taglio antropico; le presunte impronte D1, D2 sono, di fatto, inesistenti. Il tutto viene, quindi, espunto e interpretato come una struttura di creazione antropica recente per agevolare e regimentare il deflusso delle acque meteoriche.

**Pista E (originaria).** Anche in questo caso, le piccole depressioni E1, E2, E3 sono, di fatto delle tacche antropiche recenti rielaborate dall'erosione degli agenti naturali e dal probabile



passaggio di uomini e animali, come verificato in molti casi analoghi presenti nell'areale del Roccamonfina e, in generale, nelle aree di cava [Panarello, 2016b; Panarello et al., 2017a,c]. Inoltre, le tre depressioni citate si trovano al centro di una canaletta la cui ampiezza è accentuata da una frattura longitudinale determinata da un collasso della porzione occidentale del pendio tufaceo. Anche queste cavità vengono, così espunte dall'elenco delle icniti preistoriche.

**Figura 10.14** Vista da Sud-Est della parte inferiore del “sentiero basso”. Sono bene visibili sia il taglio netto della pendice sia la successione delle orme del segmento di pista 2C.



## Il tratto alto del sentiero basso

Questo tratto di sentiero (Figura 10.15), in connessione geometrica con l'“Area Zero”, dalla quale è separato solo da uno “hiatus” causato da tagli antropici e da profonde intrusioni radicali, si divide, a sua volta, in due zone:

- zona prossimale (più a monte). Originariamente, qui era stata localizzata la prosecuzione della Pista D (vedi schede ICCD), nella quale erano state identificate le depressioni D3, D4, D5 (Figura 10.15). L'analisi barometrica e stratigrafica, nonché il grado di alterazione del suolo indicano, senza ombra di dubbio, che ci troviamo all'interno dell'unità LS7 e non al suo tetto. Questo fatto determina che qualunque evidenza pseudo-icnologica venga automaticamente espunta e interpretata come il risultato di un'azione antropica. In effetti, le depressioni originarie in successione D3-D5 somigliano a un tratto di pista, mentre sono, al contrario, creazioni antropiche funzionali al più agevole percorrimto di questo tratto di sentiero guasto e malsicuro. Analogamente a quanto fatto in precedenza, queste pseudo-orme vengono espunte dal novero delle orme preistoriche.





Figura 10.15 La zona prossimale nel tratto alto del sentiero basso, con le pseudo-orme reinterpretate ed espunte.

- Zona distale (più a valle). In questo tratto si possono distinguere, da Nord a Sud, quattro elementi:
  1. Taglio della pendice - Si tratta di un taglio verticale rettilineo di chiara origine antropica, praticato con strumenti metallici, che interrompe la continuità della paleosuperficie (tetto unità LS7) verso sud. Nel tratto interessato dalla descrizione, il dislivello massimo, alla base del taglio, è di m. 1,50. Questo elemento pone un serio problema stratigrafico, cioè se le Piste C, D ed E, come indicate nelle schede ICCD, siano ubicate o meno al tetto dell'unità LS7. Ciò è fondamentale ai fini della validazione come reali icniti delle depressioni che vi sono ubicate. In tal senso, è indispensabile notare che la prima cosa che colpisce l'osservatore è il diverso livello di alterazione e colonizzazione lichenica della superficie esposta. Tale fatto, integrato dalla valutazione dell'entità dei tagli antropici, permette di distinguere quali parti dell'area in esame conserva o meno la superficie originaria dello strato LS7. Infatti, mentre la superficie recentemente incisa dall'uomo per allargare il sentiero è quasi completamente priva di licheni e di alterazione superficiale, la parte originaria appare coperta da strati di licheni vivi e morti e caratterizzata da uno stato di alterazione superficiale molto invasivo. Entrambi questi elementi, infatti, sono confrontabili con quanto si osserva nella paleosuperficie LS7 non interessata da azioni antropiche recenti.
  2. Pista C (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4) - Questa struttura, che si riconduce a un semplice solco che si sviluppa alla base del taglio antropico, ricade, per gli elementi sopra esposti, all'interno dell'unità LS7. Per questo motivo, non può essere una struttura creata da azioni preistoriche e va catalogata fra i tagli antropici recenti. Essa, infatti, sembra essere in continuità con la canaletta di regimentazione e deflusso delle acque meteoriche che si individua nell'Area Zero e che è stata già stata descritta in precedenza.

3. Pista D (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4) - L'analisi della superficie permette di considerarla estranea ad interventi di alterazione di epoca recente e la sua morfologia generale va, al contrario ascritta all'azione di agenti di epoca preistorica. Questa parte era già stata descritta da Avanzini et al. (2008) come parte della Pista C, alla cui notazione viene ora definitivamente ricondotta con qualche integrazione e una nuova numerazione (Tabella 10.4). Particolarmente significativa, in questa parte della pista che contiene 7 orme in regolare successione di passo, è la presenza di alcuni vistosi bordi di espulsione soprattutto attorno alle orme C8 e C9 (Figure 10.16, 10.17, 10.18), che confermano, peraltro, quanto osservato in rapporto alle caratteristiche della superficie stessa.
4. Pista E (secondo la notazione delle schede ICCD) (Tabella 10.4). Anche in questo caso, le due orme presenti nella parte finale del trogolo che caratterizza la pista vengono confermate, in quanto presentano evidenti bordi di espulsione. Si notano sui margini esterni di entrambe le cavità, i segni di rielaborazioni antropiche recenti, ma non tanto invasive da poter confondere l'osservatore. Come si evince dalla Tabella 10.4, la "vecchia" Pista E, viene rinominata, in via definitiva, come Pista D e le due orme citate, vengono rinominate come D1 e D2.



Figura 10.16 La parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (immagine zenitale generata dal modello 3D). Comparatore: 2 m.

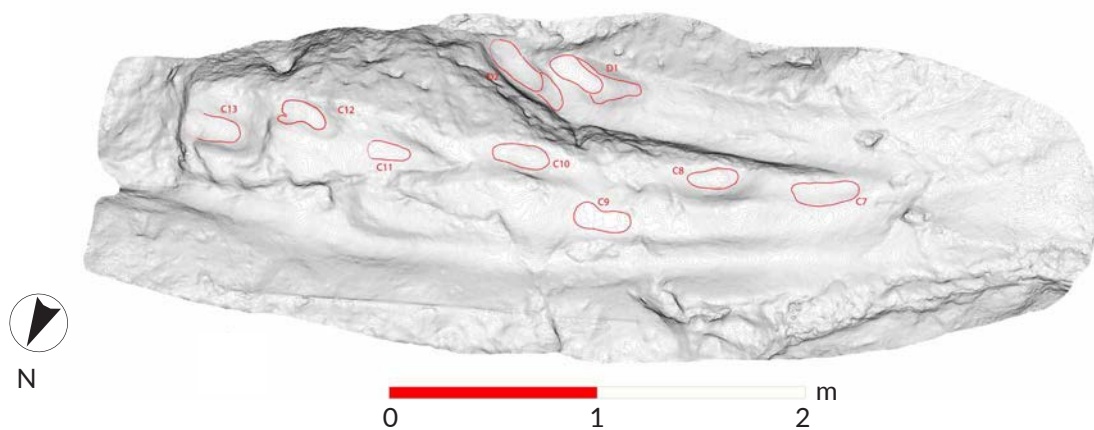
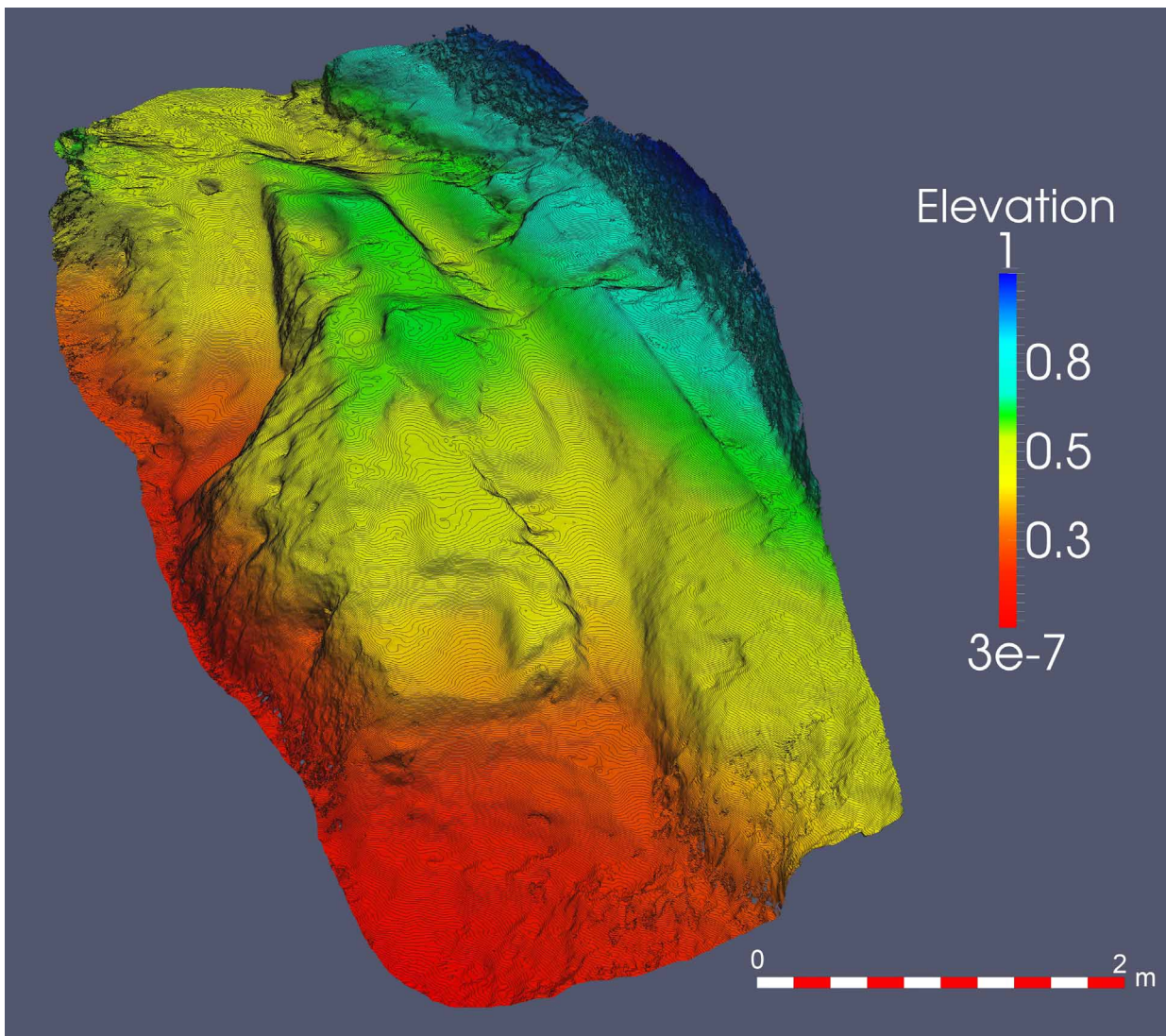


Figura 10.17 La parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (evidenziate in rosso); planimetria con curve di livello ad incrementi di 1 mm.





**Figura 10.18** Ricostruzione altimetrica con curve di livello a incrementi di 2 mm della parte inferiore del "sentiero basso" con le successioni di orme umane C7-C13 e D1-D2 (Vista da Sud-Est). Sono evidenti i bordi di espulsione delle orme meglio conservate.

## Descrizione delle orme delle Piste C, E e della direzione D1-D2

La pista C, descritta per la prima volta in Mietto et al. [2003] e Avanzini et al. [2008] è stata riesaminata a lungo alla luce delle nuove tecniche di rilievo e analisi che si sono rese disponibili nel corso degli anni. L'ultima descrizione è stata resa in Panarello et al., [2020 con bibliografia].

C01 (dx) - Impronta non bene marcata, di forma sub-ellissoidale, aperta nella zona distale, collocata sul fianco destro di una zona di ruscellamento delle acque meteoriche. È in pessimo stato di conservazione e non presenta caratteri anatomici a causa del vincolo del substrato e della prolungata azione dilavante delle acque, ma evidenzia un chiaro scivolamento in avanti del tallone. Solo in base al rapporto con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, essa si può classificare come impronta autentica. La sua posizione rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la successiva orma C02 consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.

C02 (sx) - Impronta poco impressa ma visibile, ellissoidale, collocata sul fianco sinistro di una bassa canaletta naturale discendente. Non presenta caratteri anatomici. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate

all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C01 e la successiva orma C03, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C03 (dx) - Impronta ben marcata, ellissoidale, allungata, collocata sul fianco destro di una bassa canaletta naturale discendente. Presenta un netto e profondo scivolamento in avanti del tallone e area di sosta piana. Non preserva dettagli anatomici, ma tutto il suo contorno è perfettamente riconoscibile. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C02 e la successiva orma C04, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.

C04 (sx) - Impronta poco marcata, ma visibile, ellissoidale, allungata, collocata sul fianco sinistro del basso alveo di una canaletta naturale discendente. Presenta un doppio scivolamento in avanti del tallone, con leggera rotazione verso l'interno, e area di sosta piana. È anche visibile un bordo di espulsione sul suo margine laterale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C03 e la successiva orma C05, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C05 (dx) - Impronta molto ben marcata, ellissoidale, alquanto allungata, collocata sul fianco destro dell'alveo naturale in discesa. È l'orma meglio conservata e leggibile dell'intera Pista C. La sua struttura generale mostra che l'impressione è avvenuta in due successivi momenti, accompagnati da un netto scivolamento in avanti del tallone. L'orma vera e propria conserva tutte le caratteristiche anatomiche del piede (zona d'impatto del tallone, arco plantare e avampiede con la parte prossimale dell'alluce) e neppure il bordo di espulsione è stato completamente cancellato dall'invasiva azione di alterazione dell'uomo e degli agenti naturali. I dettagli anatomici conservati, la progressiva subsidenza del suo fondo, la sua uniformità dimensionale e il suo rapporto di continuità con le altre orme all'interno della Pista C, consentono di classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C04 e la successiva orma C06, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro [Panarello et al., 2020].

C06 (sx) - Impronta molto ben marcata, ma incompleta in quanto mancante di tutta la parte distale a causa del taglio artificiale della formazione originaria. È ubicata a sinistra dell'orma C05. Non conserva dettagli anatomici chiari ad eccezione dell'area del tallone, ma la sua struttura generale mostra, in modo inequivocabile, che la sua impressione è avvenuta in due successivi momenti accompagnati da un netto scivolamento in avanti del tallone e da una vistosa rotazione verso l'interno del piede. In base alle sue caratteristiche morfo-strutturali, alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C05, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

C07 (sx) - Impronta ben marcata ellittica, infossata, con evidente bordo di espulsione sul margine laterale, con area interna a sua volta ellittica ma senza elementi anatomici evidenti. A ben vedere, tuttavia, la depressione che corrisponde all'orma vera e propria mostra – sia in planimetria sia nella mappa delle profondità – l'intera area del tallone e la concavità mediale rivolta verso la linea di progressione. Il suo margine mediale è troncato da una superficie sub-verticale che si raccorda all'adiacente trogolo in cui sono conservate le impronte D01 e D02. Sebbene quest'orma non sia in continuità diretta con la precedente orma C06 per la presenza di un'estesa zona di rottura del substrato, si pensa che debba essere considerata come il naturale proseguimento del precedente segmento di pista sia per la posizione topografica nell'ambito

della geomorfologia locale sia per la sostanziale uniformità dimensionale con le orme C01-C06. La curvatura dell'arco plantare e la posizione rispetto alla linea di progressione consentono di attribuire l'orma C07 all'azione di un piede sinistro.

- C08 (dx) - Impronta ben marcata, ellittica, infossata, con evidente scivolamento in avanti e lieve rotazione interna del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, non mostra caratteri anatomici evidenti, ma è bene visibile il bordo di espulsione sul suo margine laterale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C07 e la successiva orma C09, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C09 (sx) - Impronta evanescente, subellittica, messa in evidenza solo dalla superficie di schiacciamento. È ubicata in asse lungo il margine sinistro (verso monte) della cresta tufacea lungo la quale si sviluppa la pista. Solo in base al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate, all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C08 e la successiva orma C10, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.
- C10 (dx) - Impronta evanescente, subellittica, messa in evidenza dai due livelli di sprofondamento del substrato accompagnati da uno scivolamento in avanti e da una superficie di schiacciamento, coincidente con l'orma vera e propria, la quale non conserva dettagli anatomici obiettivamente riconoscibili. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C09 e la successiva orma C11, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C11 (sx)- Impronta incompleta, mancante della porzione posteriore sinistra, troppo vicina al margine della cresta e, per questo, erosa. Si notano, in pratica, la sola impronta di sosta, che ha forma ellittica, appena reniforme, e una piccola parte del margine laterale (esterno). In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C10 e la successiva orma C12, consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.
- C12 (dx) - Impronta bene impressa, ellittica, con evidente scivolamento in avanti del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, è reniforme con evidente concavità plantare rivolta a sinistra, verso la linea di progressione della pista. Sul margine laterale, sopravvive una piccola parte del bordo di espulsione, mentre il margine distale è andato distrutto e anche all'interno si notano piccole zone di rottura del fondo. In base alla posizione della sua concavità mediale, alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C11 e la successiva orma C13, consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- C13 (sx) - Impronta bene impressa, ellittica, con evidente scivolamento in avanti del tallone. L'orma di sosta, cioè quella vera e propria, è reniforme con margine distale svasato, incompleto per disgregazione/rottura. All'interno dell'orma sono bene riconoscibili l'area del tallone e la parte più prossimale dell'arco longitudinale mediale. In base alla sostanziale uniformità dimensionale e al rapporto di continuità con le altre orme meglio conservate all'interno della Pista C, si può classificarla come impronta autentica. La sua posizione, rispetto alla linea di progressione e il suo rapporto di continuità con la precedente orma C12 consentono di identificarla come l'impronta di un piede sinistro.

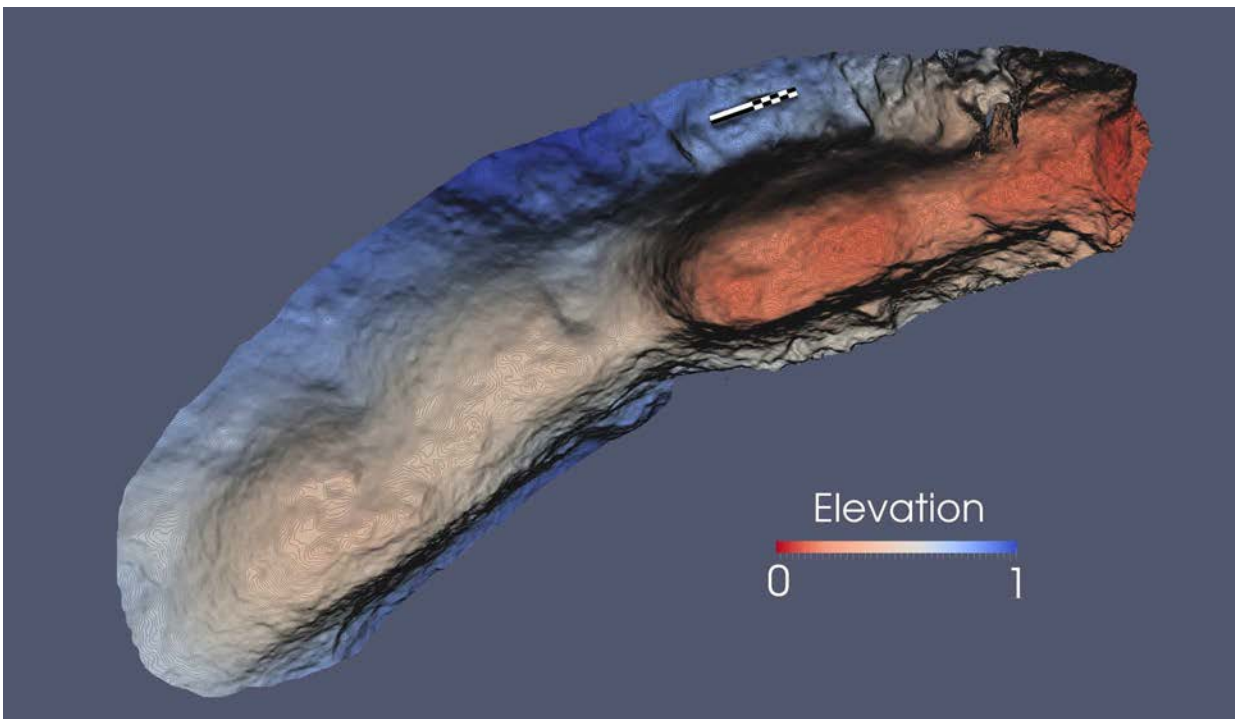


- D01 (dx) - Impronta ben marcata, ma evanescente nella sua parte distale, forse troncata. Ha forma ellittica e presenta un evidente scivolamento in avanti del tallone, accompagnata da una leggera rotazione esterna. È in successione diretta con la seguente orma D02, con la quale rappresenta ciò che rimane di una pista discendente ben più estesa, andata perduta per il taglio antropico che ha completamente distrutto il margine distale del pendio originario. Mentre il margine laterale (destro) dell'orma appare alterato da una regolarizzazione antropica recente, il margine mediale conserva bene evidente il bordo di espulsione. Purtroppo, l'impronta non conserva dettagli anatomici evidenti. La sua direzione discendente e la diretta alternanza con la successiva orma D02 consentono di identificarla come l'impronta di un piede destro.
- D02 (sx) - Impronta ben marcata ma evanescente nella porzione distale; ha forma ellittica e presenta un evidente scivolamento in avanti con una sensibile rotazione esterna del tallone. È in successione diretta con la precedente orma D01, con la quale rappresenta ciò che rimane di una pista discendente ben più estesa, andata perduta per il taglio antropico che ha completamente distrutto il margine distale del pendio originario. Mentre il margine laterale (sinistro) dell'orma appare alterato da una regolarizzazione antropica recente, la zona d'impatto del tallone e il margine mediale conservano bene evidente il bordo di espulsione. Purtroppo, l'impronta non conserva dettagli anatomici evidenti oltre a una notevole profondità nella zona dell'avampiede che appare coerente con la concavità mediale del piede. In base a tale elemento, alla sua direzione discendente e alla diretta alternanza con la precedente orma D01, è possibile identificarla come l'impronta di un piede sinistro.
- E01 (dx) - Impronta evanescente costituita da una depressione subellittica rivolta all'interno e sollevata sul suo margine antero-laterale. Essa è la prima delle orme superstiti di una di una pista più estesa orientata a ovest e distrutta dal taglio antropico recente della formazione originaria. Il bordo di espulsione, evidentissimo nel margine antero-laterale, nonostante dei guasti all'interno della cavità generale, conferma inoppugnabilmente la sua autenticità. In base al rapporto di successione con le altre orme della Pista E e con la successiva impronta E02 (Figure 10.19, 10.20), si può classificarla come impronta autentica e attribuirle all'azione di un piede destro.
- E02 (sx) - Parzialmente appoggiata alla parte distale dell'orma precedente, l'impronta si presenta, in tutta la sua forma, solo apparentemente evanescente nella sua parte più anteriore. Nella parte posteriore, infatti, mostra tracce di scivolamento del tallone, ma la forma generale dell'impronta interna sembra indicare una sovrapposizione o la rapida successione di due orme destra-sinistra. Nell'orma vera e propria, corrispondente all'orma di sosta, si osservano molto bene il tallone, la concavità dell'arco plantare del piede sinistro e la porzione distale con una depressione che può riferirsi, verosimilmente, alla posizione dell'alluce del piede sinistro. Il margine laterale della cavità generale appare alterata da una rottura sub-lineare recente, ma una piccola parte del bordo di espulsione si conserva comunque nella parte più distale dell'orma di sosta. La concavità mediale rivolta all'interno della pista e il suo rapporto di regolare successione con la precedente orma E01 e la successiva orma E03 (Figure 10.19, 10.20) consentono di interpretarla come l'orma lasciata da un piede sinistro in movimento rotatorio interno.
- E03 (dx) - Impronta molto bene impressa e molto profonda, di forma ellittica con evidente scivolamento in avanti del tallone rispetto al punto di appoggio iniziale in due fasi. L'orma di sosta è piana, reniforme con una evidente concavità nella zona mediale in posizione coerente con l'arco plantare, che mette in ulteriore evidenza la posizione e la forma del tallone; anche la parte distale dell'orma è ben marcata e presenta, molto evidente, la forma dell'alluce, che appare grande e separato da un pronunciato *ypex* da un allineamento di piccole depressioni, che può essere interpretata come la zona delle dita. Quest'orma è particolarmente importante, perché è perfettamente misurabile e ha dimensioni maggiori di tutte le altre orme ritrovate

nel sito. La presenza dei dettagli anatomici perfettamente leggibili e il suo rapporto con le altre orme della pista E consentono di classificarla come l'impronta di un piede destro. Il bordo di espulsione che si sarebbe dovuto leggere nella parte più alta della profonda cavità che contiene l'orma è stato obliterato dall'alterazione antropica del substrato in quella zona della formazione originaria, ma l'autenticità dell'orma è fuori discussione sia per i dettagli anatomici già descritti, sia perché una prova della plasticità originaria del fondo si può leggere nella parete laterale dell'orma, in un punto in cui il cuscinetto adipo-muscolare laterale del piede destro ha premuto sulla parete lasciandovi una piccola cavità alta 3,6 cm [Panarello et al., 2020].



**Figura 10.19** Immagine zenitale da Sud, generata dal modello 3D, della successione di orme E1-E4. Il comparatore misura 10 cm.

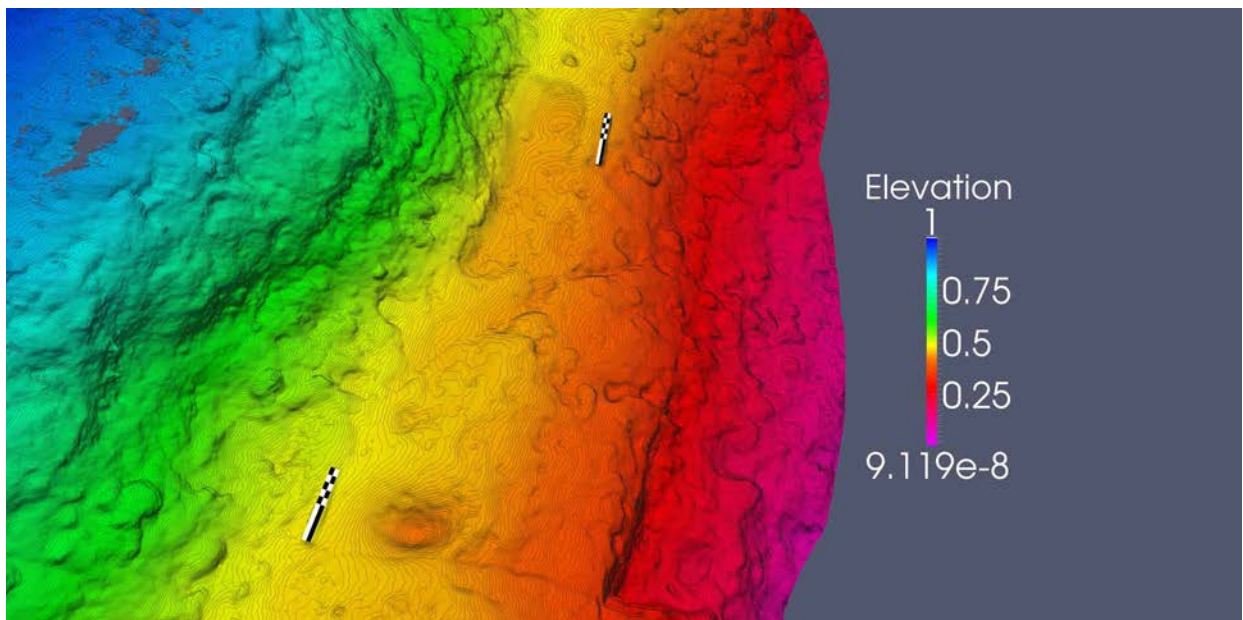


**Figura 10.20** Ricostruzione altimetrica con curve di livello a incrementi di 2 mm della pista E (Vista da Nord). Il comparatore misura 10 cm.

E04 (sx) - Impronta estremamente parziale, di forma sub-quadrangolare, troncata anteriormente, sia perché in origine, probabilmente, una parte della porzione distale del piede non poggiava sul substrato, sia per i successivi interventi antropici di taglio del pendio. In base al rapporto con le altre orme meglio conservate all'interno della pista E e, in particolare, alla precedente orma E03, molto bene conservata anche nei suoi dettagli anatomici, si può classificare E04 come orma autentica e attribuirgli all'azione di un piede sinistro.

## Le orme F1-F2

Le orme in successione F1(sx)-F2(dx), descritte per la prima volta in [Panarello et al., 2020], sono ubicate nel punto di coordinate WGS84 N41°19.956' E14°01.496', a una quota di circa 294 (±3) m s.l.m., poco al di sopra della scivolata (B09) della Pista B e in continuità con l'impronta TP\_M1 della mano sinistra del *trackmaker* B (Figura 10.21).



**Figura 10.21** Ricostruzione altimetrica (vista da Sud-Ovest) con curve di livello a incrementi di 2 mm della cengia su cui sono ubicate sia le orme F1-F2 sia (in primo piano) l'impronta della mano TP\_M1 [Panarello et al., questo volume, pp. 165-176]. Il comparatore misura 10 cm.

Le impronte F1 e F2, già in affioramento, sono state notate solo recentemente durante uno dei ripetuti sopralluoghi compiuti dai ricercatori. Esse sono ubicate su una piccola cengia (che ha una larghezza massima di 22 cm) creata da un'ondulazione del deposito LS7. La loro posizione è in sostanziale subplanarità. È probabile che, sulla stessa cengia, vi siano o vi fossero anche altre orme lasciate dal medesimo *trackmaker*, ma oggi non sono rilevabili con obiettività.

La cengia interessata dalle orme F1 e F2 inizia con una direzione di 60,5° NE – coincidente con la linea di progressione F1-F2 – e poi, a 75 cm dal punto più distale dell'orma F2, curva in direzione 37°NE.

L'impronta F2 è molto ben conservata e leggibile. Essa sovraimpone parzialmente l'orma F1, di cui oblitera la parte più distale, cioè quella relativa al termine dell'avampiede e delle dita. La medesima orma F2, relativa a un piede destro, non è interamente allocata nella parte subplanare della cengia – che in quel punto è strettissima, ma è sollevata verso monte a partire dalla posizione



della testa del primo metatarso, cosicché l'alluce è interamente appoggiato sulla paretina. L'orma FO1 (sx), il cui asse è orientato 71,5° E, essendo stata parzialmente sovrainpressa, è misurabile obiettivamente solo nella sua parte più prossimale. La larghezza massima rilevabile (rW) è 10,5 cm, mentre la larghezza della zona del tallone è 7,5-8 cm.

L'orma FO2 (dx), orientata 47°NE, è lunga (rL) 25,9 cm e larga (rW) 10,5 cm. Essendo molto ben definita, è possibile misurare anche la larghezza al tallone, che è 7,5 cm.

## Le orme nello spazio del sentiero preistorico P1

Come evidenziato nello specifico contributo [Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194], nello spazio del sentiero preistorico P1 [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d] si trovano alcuni allineamenti di depressioni compatibili con orme umane. Fra tali depressioni, sebbene in forte stato di alterazione, ve ne sono alcune che sono autenticabili con certezza con orme umane fossili. Solo di queste, vengono date, di seguito, le descrizioni dettagliate:

P1\_05a (dx) - Questa depressione è ubicata nel segmento 5 del sentiero preistorico P1 [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d]. Essa non è in buono stato di conservazione, ma è stata interpretata come l'impronta lasciata da un piede nudo, lungo un percorso orientato verso Est. Sia le planimetrie generali, sia il rapporto di continuità con altre depressioni compatibili con orme umane, sia le mappe di profondità, sia l'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello & Mietto, 2017] confermano la sua realtà di impronta fossile. Anche le sue dimensioni massime misurabili (cm 25x10) appaiono perfettamente compatibili con il *range* dimensionale riscontrato su altre icniti autentiche nello stesso sito paleontologico [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017b, 2020]. L'elemento più importante, ai fini della sua validazione, è una leggera estrusione da pressione di materiale molle, che incornicia il suo margine laterale. Non sono visibili dettagli anatomici chiarissimi, ma la sua forma generale - stretta nel retro piede a allargata nell'avampiede - unitamente alla sua posizione destra in una pista di depressioni allineate a formare una regolare successione stretta e serpeggiante, rendono la sua autenticazione come orma molto più di una semplice ipotesi.

P1\_06a (dx) - È l'unica, di una successione di tre depressioni allineate e orientate verso Ovest, che può essere letta e misurata con la necessaria obiettività. Sebbene in avanzato stato di alterazione, essa - infatti - conserva dettagli morfologici e dimensionali che consentono di ascriverla all'azione di un piede umano nudo. Particolarmente evidente e profonda è la zona dell'avampiede, ma anche ciò che resta dell'arco longitudinale mediale è sufficientemente visibile. Meno conservata è la zona laterale della cavità generale, la cui disgregazione può confondere l'osservatore non specialista. La sua posizione in pista, rispetto alle altre cavità che la precedono e la seguono, e i dettagli anatomici sunnominati consentono di interpretarla come l'impronta di un piede destro. Quanto predetto è confermato dalle planimetrie di estremo dettaglio, dalle mappe di profondità e dall'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d; Panarello & Mietto, 2017]. Infine, le sue dimensioni generali massime (cm 27x11,8) la collocano agevolmente nel *range* dimensionale riscontrato nell'icnosito [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017b]. La larghezza misurata nella zona del tallone è cm 6,6.

P1\_07a (dx) - Anche questa depressione sembra doversi interpretare come l'impronta fossile, mal conservata, lasciata da un piede umano verosimilmente destro, considerato il rapporto di successione con le depressioni che la precedono e la seguono in ciò che resta di una pista appena riconoscibile orientata in direzione Est. Sebbene, come le altre, manchi della parte superiore, che è stata scalpellata dall'uomo moderno ed erosa dagli agenti naturali, l'attenta analisi delle sue morfologie [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017d] dimostra che le sue zone di massima depressione, corrispondenti ad alcuni dei principali *landmark* anatomici del

piede umano (tallone, avampiede, testa del primo metatarso, forma generale del piede), sono ubicate proprio lì dove dovrebbero essere. Anche le sue dimensioni massime misurabili (cm 24,8x9,9) appaiono perfettamente in linea con le altre dimensioni riscontrate nell'icnosito. P1\_19a (Det.1) (sx) - L'impronta è chiamata, indifferentemente, P1\_19\_Det.1 [Panarello, 2016b] e P1\_19a [Panarello et al., 2017d] nelle pubblicazioni in cui è stata già descritta. Si tratta dell'impronta fossile di un piede nudo sinistro, che conserva i segni di un taglio antropico recente, il quale, tuttavia non l'ha completamente distrutta ed è perfettamente leggibile. Il margine sinistro (laterale) evidenzia un taglio lineare e, nella zona mediale prossimale, è bene visibile il colpo di un a piccozza [Panarello, 2016a]. Anche la zona distale presenta i segni di una rottura, ma le depressioni del tallone e dell'avampiede non sono state cancellate, al pari del relativo arco longitudinale mediale. La realtà dell'orma è confermata dalle planimetrie di alto dettaglio, dalle mappe di profondità e dall'applicazione del "Metodo combinato" [Panarello, 2016a; Panarello & Mietto, 2017]. Le dimensioni massime misurabili, in linea con le altre riscontrate nell'icnosito di Foresta, sono cm 21x10,5. La larghezza misurata nella zona del tallone è cm 6,3.

## Discussione e conclusioni

Sulla base delle convenzioni fissate [Panarello, questo volume, pp. 107-122] e tenuto conto di tutte le questioni metodologiche di cui si è ripetutamente discusso, si può subito notare – in prima istanza – che nessuno dei valori anatomici rilevabili a Foresta è fuori dai *range* dimensionali rilevati in tutti gli altri icnositi del mondo, qualunque sia la loro età e qualunque siano il loro ambiente e/o la loro localizzazione [Bennett & Morse, 2014; Panarello, 2016b]. Piuttosto, come diremo fra poco più approfonditamente, è la forma del piede di Foresta che ha un'importanza particolare.

Molto significativi appaiono i *range* di valori riguardanti la dinamica dei movimenti [Panarello et al., 2022a,b], poiché essi fotografano precise e consapevoli scelte comportamentali che sono di estrema importanza nell'identificazione e conoscenza di ominini antichissimi come quelli che camminarono a Foresta.

Colpisce molto, infatti, l'enorme variazione dell'angolo d'appoggio del piede rispetto a quello dell'orma vera e propria, rispetto all'inclinazione del pendio nel punto in cui è stata impressa. Si vede chiaramente, infatti, che il *trackmaker* ha sempre agito consapevolmente sui movimenti dei suoi piedi, controllandoli fino alla ricerca dei punti di maggiore equilibrio e stabilità prima di procedere con il passo successivo, anche nelle zone in cui la pendenza era e rimane altissima. Questa consapevolezza, inoltre, è evidenziata ancor più dal fatto che il substrato era cedevole e viscido al momento in cui fu impresso.

È stato recentemente dimostrato che l'ultimo cambio di direzione nella Pista A (orme A21-A26) consentì al *trackmaker* di scegliere quella più conveniente da ogni punto di vista [Saborit et al., 2019]. Questo fatto oltre a costituire un ulteriore motivo di autenticazione dell'icnosito, oltre a essere una testimonianza (finora unica al mondo) di pista di impronte umane in altissimo pendio di origine non eolica, rappresenta anche una preziosissima testimonianza sul grado di evoluzione psico-motoria e strutturale degli ominini mediopleistoceni.

Anche la velocità relativa è un significativo elemento di valutazione, se si osserva che essa è sempre molto bassa (valore medio generale ~0.56 m/sec). Ciò è un'ulteriore evidenza delle enormi difficoltà dei camminatori preistorici sul pendio inclinato, cedevole e scivoloso. Questo fatto è testimoniato anche dai valori del *Foot Placement Angle* (FPA), cioè dai valori dell'angolo del piede rispetto alla linea di progressione. Esso, infatti, è spesso negativo e/o associato a repentini incroci del passo, soprattutto quando la linea di progressione si sviluppa trasversalmente al pendio.

Come accennato, però, vi sono anche un paio di elementi anatomici, rilevabili nelle orme umane fossili di Foresta, che appaiono di grande e particolare importanza, cioè la forma del retropiede e l'arco longitudinale mediale poco pronunciato [Avanzini et al., 2008]. In un primo momento, si era pensato che ciò fosse dovuto solo ai movimenti compiuti dal piede sul fondo molle alla ricerca dell'equilibrio, ma nuove e recentissime scoperte hanno consentito di valutare anche anche altre affascinanti possibilità.

I ritrovamenti di ossa fossili di piedi di ominini erano, infatti, fino a poco tempo fa, relativamente scarsi. L'incremento di tali reperti, però, è aumentato negli ultimi dieci anni, rendendo possibili nuove valutazioni sui vari "step" evolutivi del piede umano, consentendo anche di contestualizzare e, in qualche modo, di misurare le diversità anatomiche.

Recenti ritrovamenti osteologici, infatti, hanno permesso di ricostruire l'intera serie di ossa deputate alla formazione della sequenza longitudinale mediale, e di conoscere i vari rapporti di proporzionalità esistenti fra le zone del piede durante il processo evolutivo [Susman, 1983; Tuttle et al., 1991; Klenerman & Wood, 2006; Rolian et al., 2009; Pablos et al., 2013a, b; Pablos, 2015; Holowka & Lieberman, 2018; McNutt et al., 2018 con bibliografia]. Ciò ha agevolato il posizionamento dei *landmark* per la misurazione della realtà icnologiche umane, ancora sotto studio, nei casi in cui il margine di interpretatività delle misure correva il rischio di essere troppo ampio. Partendo, infatti, dai punti che rimangono quasi sempre impressi (il tallone, la testa del primo metatarso e l'estremità dell'alluce) è relativamente più semplice, conoscendo l'anatomia dei vari piedi, procedere al posizionamento degli altri *landmark*, e ridurre, così, sensibilmente, il margine di errore nelle misure. Nel caso delle "Ciampate del diavolo", nelle orme meglio conservate, sono evidentissimi e obiettivamente misurabili il punto più distale dell'alluce (spesso delimitato da un bordo di espulsione) e della testa del primo metatarso. Rimaneva un po' rischioso posizionare il *landmark* del margine più prossimale del tallone non perché non fosse evidente l'area di "heel-strike", ma perché ogni livello di cedimento del fondo poteva sembrare accettabile e compatibile con i "range" antropometrici disponibili. Fortunatamente, i recenti e cospicui ritrovamenti di ossa di piedi in due siti praticamente coevi a quelli del Roccamonfina, cioè quello della Sima de Los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spagna, datato a circa 430 ka) [Parés et al., 2000; Pablos et al., 2012, 2013a;b, 2014, 2017; Pablos, 2015 ] e quello di Jinniushan (Provincia di Liaoning, Cina, datato ad almeno 200 ka) [Lu et al., 2012], hanno consentito di delineare così bene la forma del piede di ominini riferibili a *taxa* mediopleistocenici, da ridurre praticamente al minimo il suddetto margine di interpretatività e di ridurre a pochi millimetri l'intervallo di confidenza di dati antropometrici di estrema importanza per le stime statistiche, come – ad esempio – la lunghezza del piede intesa come semplice distanza rettilinea fra il punto più prossimale dell'orma e quello più distale.

In particolare, la straordinaria quantità di ossa di piedi, ritrovate nelle Sima de Los Huesos (oltre 500) [Pablos et al., 2012, 2013a;b, 2014, 2017; Pablos, 2015; McNutt et al., 2018], consente di sapere che il piede degli ominini, che frequentavano il sito spagnolo nel medio Pleistocene, aveva praticamente la stessa struttura morfologica del piede dell'uomo moderno, anche se con alcune sottili, ma importanti differenze. Ellison J. McNutt e i componenti del suo *team*, in un recentissimo contributo pubblicato sulla rivista *Evolutionary Anthropology*, riassumono così tali differenze: «I tali hanno il collo corto, testa stretta e troclea più rettangolare. Il calcagno è praticamente simile a quello umano con una lunga e robusta tuberosità posteriore. Tuttavia il *Sustentaculum Tali* è più sporgente di quello che si trova nell'uomo moderno o nei Neandertal. I naviculari della Sima sono relativamente ampi e il cuneiforme intermedio corto, se paragonato a quello di umani e Neandertal» [Traduzione di Adolfo Panarello da McNutt et al., 2018].

Queste caratteristiche anatomiche, com'è facilmente intuibile, potrebbero contribuire – nelle orme – a un possibile allargamento della zona del retropiede e della parte più prossimale del mesopiede mediale, proprio in corrispondenza dell'arco longitudinale. Questa caratteristica morfologica è comune praticamente a tutte le orme di Foresta, cosiddette "Ciampate del



diavolo". Oltre alla risposta del fondo plastico e alla sostanziale alterazione morfologica di piedi abituati a una deambulazione scalza, vi è, dunque, molto probabilmente, un preciso quadro anatomico alla base della forma allargata e poco sollevata medialmente delle orme di Foresta. Ricerche future potranno confermare o smentire questa evenienza e dare un aiuto decisivo nella precisa identificazione della specie di ominini a cui appartennero i *trackmakers* di Foresta.

## Bibliografia

- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Bates G.H. (1950). *Track Making by Man and Domestic Animals*. *The Journal of Animal Ecology*, 19 (1): 21-28.
- Bennett M.R., Morse S.A (2014). *Human Footprints: Fossilised Locomotion?* Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer
- D'Août K., Aerts P. (2008). *The evolutionary history of the human foot*. In D'Août K., Lescrenier K., B. Van Gheluwe, De Clercq D. (eds.), *Advances in Plantar Pressure Measurements in Clinical and Scientific Research*. Maastricht: Shaker Publishing B.V.: 44-68.
- Holowka N.B., Lieberman D.E. (2018). *Rethinking the evolution of the human foot: insights from experimental research*. *Journal of Experimental Biology*, 221, jeb174425: 1:12. DOI:10.1242/jeb.174425
- Kim J.Y., Kim K.S., Lockley M.G., Matthews N. (2008). *Hominid Ichnotaxonomy: An Exploration of a Neglected Discipline*. *Ichnos*, 15:126-139.
- Klenerman L., Wood B. (2006). *The Human Foot. A Companion to Clinical Studies*. London: Springer.
- Lu Z., Meldrum D.J., Huang Y. (2012). *The Jinniushan hominin pedal skeleton from the late Middle Pleistocene of China*. *Homo*, 62: 389-401. DOI:10.1016/j.jchb.2011.08.008
- McNutt E.J., Zipfel B., DeSilva J.M. (2018). *The evolution of the human foot*. *Evolutionary Anthropology*: 1-21. DOI:10.1002/evan.21713
- Meredith H.V. (1944). *Human Foot Length from Embryo to Adult*. *Human Biology*, 16 (4): 207-282.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Pablos A. (2015). *The foot in the Homo fossil record*. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte*, 24: 11-28.
- Pablos A., Gómez-Olivencia A., García-Pérez A., Martínez I., Lorenzo C., Arsuaga J.L. (2013a). *From toe to head: Use of robust regression methods in stature estimation based on foot remains*. *Forensic Science International*, 226: 299.e1-299.e7. DOI:10.1016/j.forsciint.2013.01.009
- Pablos A., Martínez I., Lorenzo C., Gracia A., Sala N., Arsuaga J.L. (2013b). *Human talus bones from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 65: 79-92. DOI:10.1016/j.jhevol.2013.04.004
- Pablos A., Martínez I., Lorenzo C., Sala N., Gracia-Téllez A., Arsuaga J.L. (2014). *Human calcanei from the Middle Pleistocene site of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 76: 63-76. DOI:10.1016/j.jhevol.2014.05.005
- Pablos A., Pantoja-Pérez A., Martínez I., Lorenzo C., Arsuaga J.L. (2017). *Metric and morphological analysis of the foot in the Middle Pleistocene sample of Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)*. *Quaternary International*, 433 (A): 103-113.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.

- Panarello A. (2016a). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di dottorato di ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute - Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.
- Panarello A. (2016b). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2020). *A Snapshot on the Everyday Life of a Middle Pleistocene Hominin: The Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora-Picilli, Caserta, central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013.
- Panarello A. (questo volume). *Rilevare, analizzare e interpretare le orme umane fossili*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 107-122.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022a). *Il dataset dimensionale completo delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S1: 1-38, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S1>
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022b). *Costruzioni geometriche per la creazione del dataset dimensionale completo delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S2: 1-46, <https://doi.org/10.13127/misc/64/S2>.
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (2022c). *Atlante visuale delle "Ciampate del diavolo"*. Misc. INGV, 64S3: 1-232 <https://doi.org/10.13127/misc/64/S3>
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The "Combined Method" helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (questo volume). *Il tocco del "diavolo": un'istantanea fotografica sulla preistoria*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 165-176.
- Panarello A., Mietto P., Santello L., Belvedere M. (2017a). *Anthropic artefacts and donkey horseshoe traces looking like human footprints: a case study from the Roccamonfina volcano (Central Italy) with implication for human ichnology*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 56 (2): 277-288.
- Panarello A. e Mietto P. (questo volume). *Il sentiero più antico del mondo*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 177-194.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017b). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M. & Mietto P. (2017c). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25(1): 66-75; DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M. R., Mietto P. (2017d). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Parés J.M., Pérez-González A., Weil A.B., Arsuaga J.L. (2000). *On the Age of the Hominid Fossils at the Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Spain: Paleomagnetic Evidence*. *American Journal of Physical Anthropology*, 111: 451-461.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *Tetrapod ichnology in Italy: the state of*

- the art*. Journal of Mediterranean Earth Sciences, 12: 193-212 (Special Issue, Cifton P., Romano M. (Eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*). DOI:10.3304/jmes.2020.16872
- Robbins L.M. (1985). *Footprints. Collection, Analysis, and Interpretation*. Springfield (Illinois): Charles C. Thomas Publisher.
- Rolian C., Lieberman D.E., Hamill J., Scott J.W., Werbel W. (2009). *Walking, running and the evolution of short toes in humans*. The Journal of Experimental Biology, 212: 713-721. DOI:10.1242/jeb.019885
- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Raia P., Casinos A. (2019). *A Dynamic Analysis of Middle Pleistocene human walking gait adjustment and control*. Italian Journal of Geosciences, DOI:10.3301/IJG.2019.03
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di dottorato di ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova.
- Scaillet S., Vita-Scaillet G., Guillou H. (2008). *Oldest human footprints dated by Ar/Ar*. Earth and Planetary Science Letters, 275 (3-4): 320-325.
- Susman R.L. (1983). *Evolution of the human foot: evidence from Plio-Pleistocene hominids*. Foot Ankle, 3: 365-676.
- Tuttle R., Webb D., Weidl E. and Baksh M. (1990). *Further Progress on the Laetoli Trails*. Journal of Archaeological Science, 17: 347-362.
- Tuttle R., Webb D.M., Baksh M. (1991). *Laetoli Toes and Australopithecus afarensis*. Human Evolution, 6 (3): 193-200.



# Il tocco del “diavolo”: un’istantanea fotografica sulla preistoria

Adolfo Panarello<sup>1</sup>, Luigi Mazzardo<sup>2</sup>, Paolo Mietto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>2</sup> Medico Chirurgo, Via Pinchera 3, Cassino, FR 03043

<sup>3</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords Impronte fossili di mani; Icnologia umana; “Ciampate del diavolo” | *Fossil handprints; Human ichnology; “Devil’s Trails”*

## Abstract

Questo contributo è un resoconto su un'impronta fossile di mano umana ubicata nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" (Tora e Piccilli, Italia centro-meridionale). Datata radiometricamente a ~350 ka, essa è, attualmente, l'unica impronta di mano medio-Pleistocenica conosciuta al mondo e, finora, anche la più antica. Essa, chiamata TP\_M1, non può essere confrontata, al momento, con qualcosa di simile in ambienti né ipogei né subaerei ed è completamente estranea a qualsiasi scopo culturale. Poiché può essere analizzata solo da un punto di vista dinamico e morfostrutturale, essa può essere considerata una sorta di istantanea fotografica di un momento comune della vita quotidiana di un ominino del medio-Pleistocene. In tal senso, rappresenta, con il *dataset* dimensionale qui fornito, uno strumento altrettanto unico e prezioso per lo studio di icniti e contesti simili.

*Here we report about a fossil handprint located in the "Ciampate del diavolo" palaeontological site (Tora e Piccilli, central-southern Italy). Radiometrically dated at ~350 ka, it is the only fossilized Middle-Pleistocene human handprint up to now known in the world and the oldest so far. This handprint, called TP\_M1, cannot be compared with anything similar at present, either in hypogeal or subaerial environments and is completely unrelated to any cultural purpose. Since it can only be analyzed from a dynamic and morphostructural point of view, it can be considered a kind of unique photographic snapshot of a common moment in the everyday life of a middle-Pleistocene hominin. In this sense, it represents, with the dimensional dataset here provided, an equally unique and valuable tool for the study of similar contexts and evidence.*

## La mano più antica

La presenza, nel geosito delle “Ciampate del diavolo”, di tracce fossili particolari e, finora, uniche al mondo, è dovuta, principalmente, al fatto che la superficie percorsa e impressa dai frequentatori preistorici è molto inclinata. Su un pendio scivoloso e molto acclive, come quello di Foresta, era – infatti – molto difficile muoversi conservando l’equilibrio e ciò induceva i *trackmaker* della Preistoria a utilizzare – come appoggi o leve – altre membra del corpo.

Si è già detto e ripetuto che, sia la pista A sia la pista B, hanno schemi molto particolari, che, al momento, non trovano confronti in nessun'altra parte del mondo e che riflettono chiaramente le scelte comportamentali evidentemente consapevoli che i due *trackmaker* dovettero fare per preservare o riconquistare il loro equilibrio durante la discesa di un pendio subsidente e malsicuro. In particolare, l'impronta della mano di cui si sta per dire, già descritta e nominata come TP\_M1 (Tora and Piccilli\_Manus 1) (Figura 11.1) in un contributo scientifico pubblicato nel

2018 [Panarello et al., 2018], è legata ai movimenti che misero in posto la pista B. Il *trackmaker* che la creò con il suo passo, infatti, per la cedevolezza del terreno e la sua forte incinazione, perse l'equilibrio e scivolò per più di 90 cm, ma non cadde: ciò è rivelato dalla totale assenza di tracce di un impatto sul terreno circostante (Figura 11.2). Durante lo scivolamento, per recuperare l'equilibrio perduto, il *trackmaker* B dovette appoggiare la mano sinistra e anche il bacino sul lato a monte per poter riconquistare l'equilibrio perduto e procedere con la sua discesa.

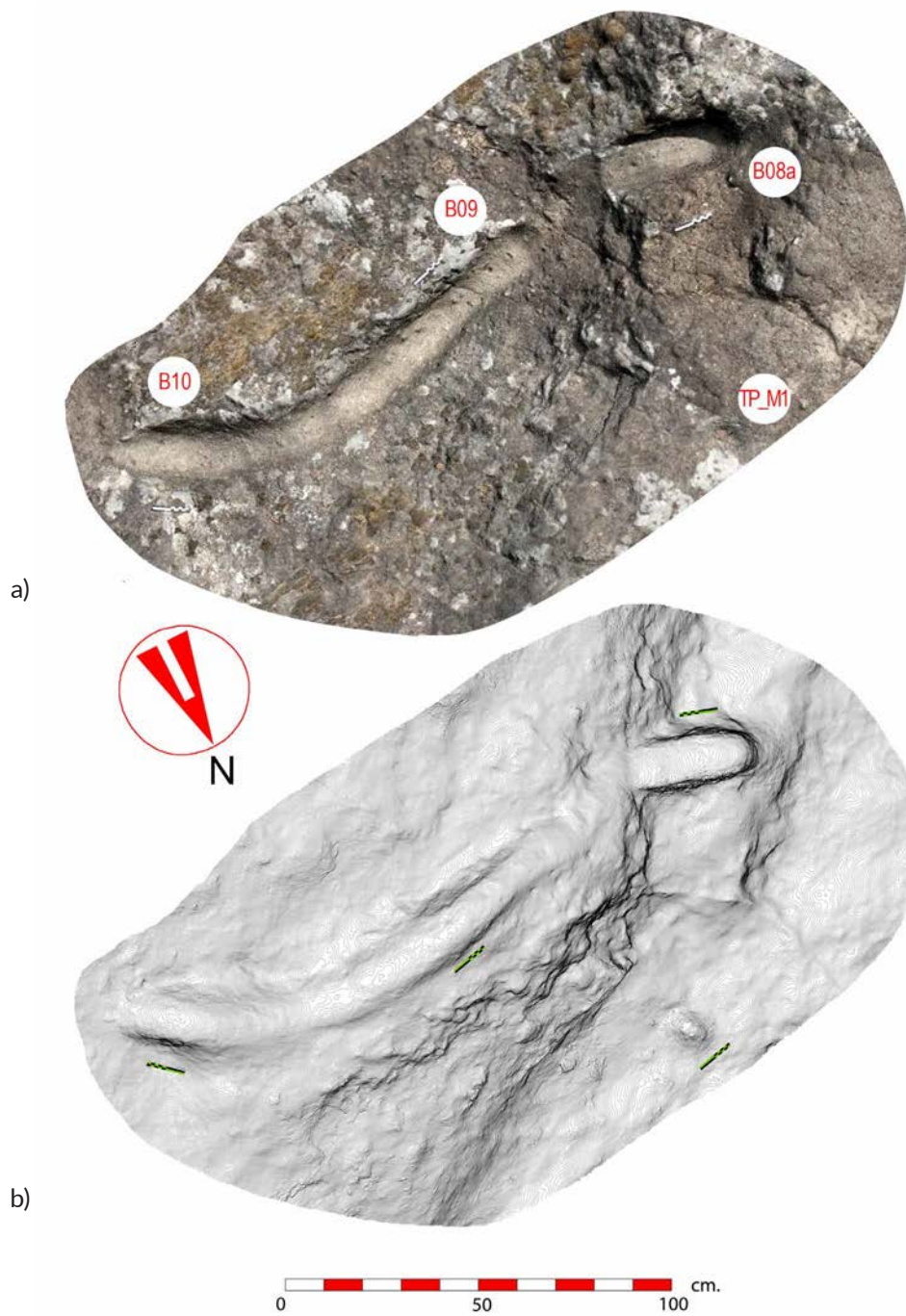


Figura 11.1 Fotografia dell'impronta di mano sinistra medio-pleistocenica denominata TP\_M1.

Già dai primi sopralluoghi effettuati nel 2002, i ricercatori diretti dal prof. Paolo Mietto avevano intuito – con grande emozione – che la piccola buca dalla forma oblunga, che affiancava la lunga scivolata, poteva essere interpretata verosimilmente come l'impronta lasciata dalla zona carpale di una mano sinistra [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008]. Essa, infatti, ha i bordi arrotondati e si trova in una posizione compatibile con la statura preliminarmente stimata per gli ominini di Foresta, cioè circa 1,56 metri [Avanzini et al., 2008].

Questa interpretazione realistica, ma comunque preliminare, è stata mantenuta come ipotesi fino alla recente pubblicazione dell'articolo summenzionato [Panarello et al., 2018], che è il risultato di oltre 15 anni di rilievi e analisi rigorose, che hanno consentito di confermare la veridicità della primitiva ipotesi: TP\_M1 è veramente l'impronta di una mano umana ed è stata lasciata circa 350.000 anni fa. In tal senso, essa non è confrontabile – al momento – con nessun'altra evidenza simile, dal momento che tutte le altre orme note di mani non raggiungono una tale antichità e che comunque è l'unica conosciuta che sia stata impressa in un ambiente subaereo per motivi di deambulazione e non per scopi rituali.





**Figura 11.2** Vista settentrionale dell'area mediana della pista B, con la lunga scivolata, l'impronta della mano TP\_M1 e alcune impronte di piedi: a) fotografia zenitale generata dal modello 3D; b) planimetria con curve di livello a incrementi di 1 mm.

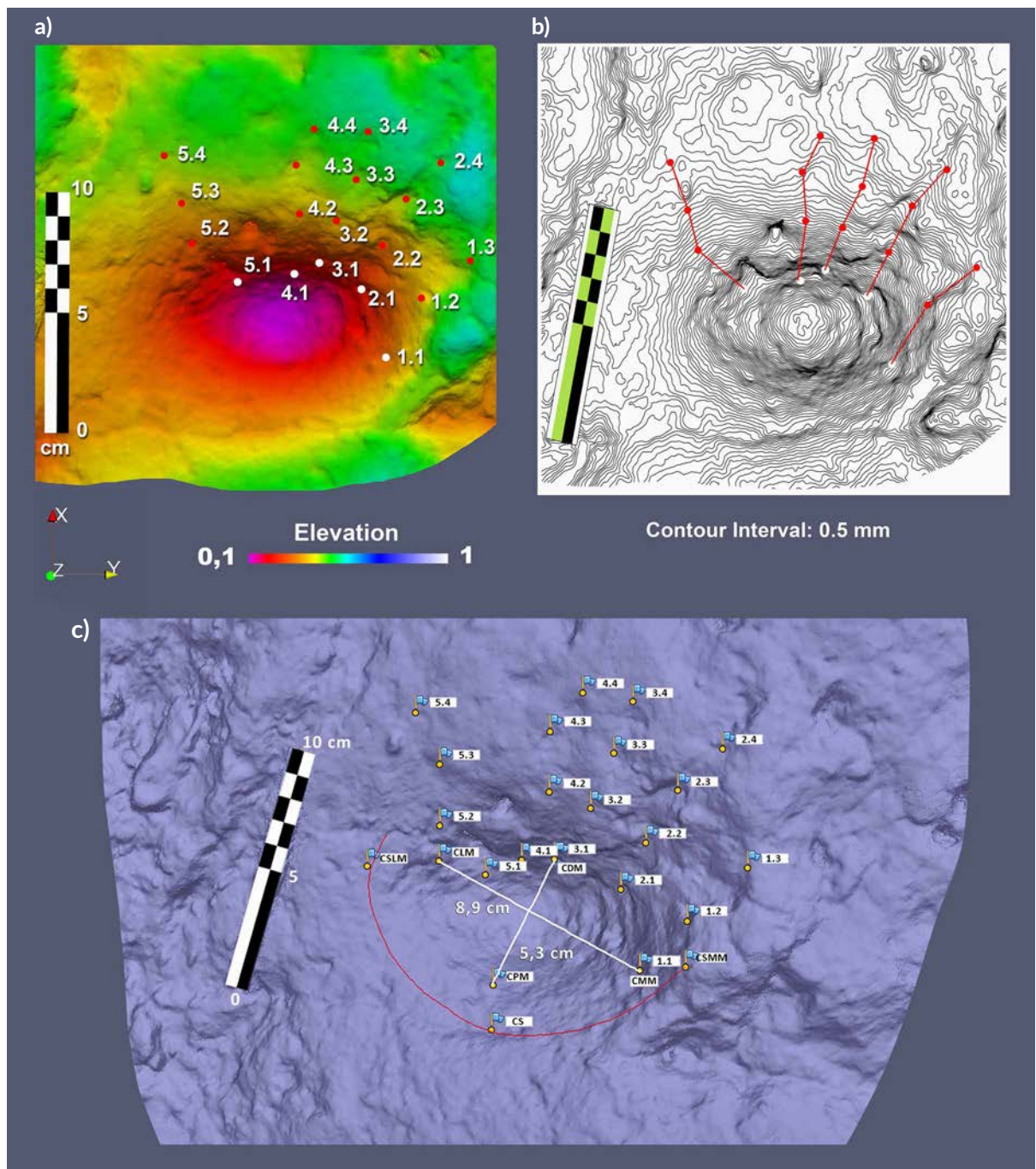
I rilievi e i modelli 3D, elaborati con i software Agisoft Photoscan Pro e Kitware Paraview in accordo con i più recenti protocolli internazionali [Falkingham et al., 2018], hanno consentito di notare che l'impronta TP\_M1 conserva, praticamente, tutti i dettagli anatomici della mano, i quali, peraltro, sono perfettamente misurabili. Sono, infatti, visibili, le cinque dita, che si diramano tutte dalla cavità più evidente, che si riferisce alla zona carpale della mano. Anche se il grado di conservazione non è lo stesso per tutte le impronte delle dita e la misurazione non può non conservare sempre un piccolo margine di interpretatività, i dati dimensionali raccolti sembrano essere certamente compatibili con quelli finora conosciuti per gli esseri umani [Garrett, 1971; Marzke & Shackley, 1986; Aiello & Dean, 1990; McHenry, 1992; Lorenzo et al., 1999; 2015;



Marzke & Marzke, 2000; Jones & Lederman, 2006; Buryanov & Kotiuk, 2010; Gilsans & Ratib, 2012; Almécija et al., 2015].

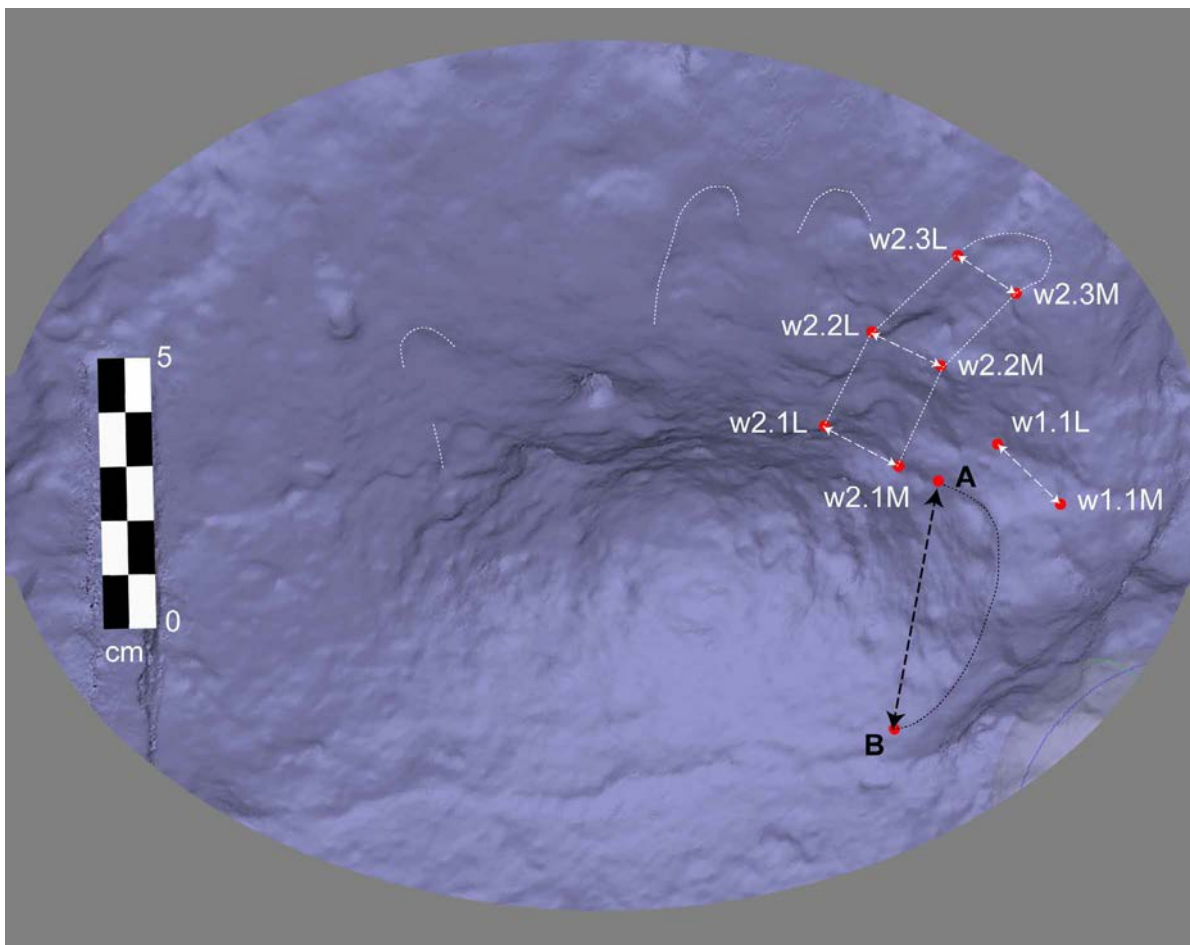
## Descrizione delle Figure 11.3 e 11.4

Questo paragrafo è un estratto da Panarello et al. [2018]. Se osserviamo la depressione della zona carpale, che è la parte più evidente di TP\_M1, ci accorgiamo subito che l'intera struttura dell'impronta della mano è stata creata dal *trackmaker* B durante un'imprevista scivolata sul terreno viscido. Inoltre, è stato sperimentalmente provato [Panarello et al., 2018] che essa è



**Figura 11.3** Vista occidentale dell'impronta della mano TP\_M1: a) mappa delle profondità con le posizioni dei riferimenti (*landmark*); b) planimetria con curve di livello a incrementi di 1 mm, su cui sono evidenziate (con linee rosse) le possibili direzioni delle dita; c) mappa dettagliata dei punti di riferimento (*landmark*).

completamente e molto facilmente sovrapponibile dalla mano sinistra di un ragazzo/ragazza, oppure dalla mano sinistra di una donna attuale dalla corporatura minuta. La mano preistorica del *trackmaker* B, infatti, era già anatomicamente strutturata così come la conosciamo per l'uomo attuale ed era già totalmente in grado di compiere movimenti evoluti pienamente controllati e coordinati dal cervello. Per tale ragione, essa era in grado di eseguire movimenti, sia semplici sia complessi, per ottenere un risultato pensato e desiderato [Jones & Lederman, 2006; Navsa, 2010; Gilsans & Ratib, 2012]. Ciò detto e tenendo anche conto che la mano è l'arto che è cambiato di meno durante l'evoluzione [Marzke & Shackley, 1986; Aiello & Dean, 1990; McHenry, 1992; Marzke & Marzke, 2000; Almécija et al., 2015], è veramente sufficiente uno sguardo per immaginare il momento dell'appoggio della mano sul terreno fangoso e ripido senza allontanarsi troppo dalla realtà.



**Figura 11.4** Superficie generata dal modello 3D dell'impronta TP\_M1 con (evidenziati) i punti di riferimento per la misurazione delle larghezze delle dita. Sono state anche evidenziate (con linee tratteggiate) le possibili forme delle parti meglio conservate delle impronte digitali.

La parte più evidente dell'impronta TP\_M1 ha forma ellittica, con bordi svasati e levigati, ed è limitata, a valle, da un bordo di espulsione semicircolare, che appare pienamente coerente con la risposta prevista del fondo plastico alla spinta necessaria per stabilizzare il passo. Questo elemento va letto come un'ulteriore prova di autenticità dell'icnite. La direzione dell'asse principale dell'impronta è incidente alla linea di progressione della pista B, orientata, in quel punto, da NO a SE. La parte posteriore dell'impronta mostra evidenti segni di un movimento orientato anteromedialmente verso l'inclinazione del pendio, mentre la parte più distale mostra i segni di

una compressione irregolare caricata sul fronte della cavità. Da questa zona, sono visibili e si diramano 5 depressioni piccole e allungate, di forma parzialmente irregolare. Ognuna di queste depressioni è divisa in più segmenti, che sono: 3 per le 4 direzioni corrispondenti alle dita 2-5 e 2 per la direzione corrispondente al pollice.

La parziale irregolarità delle impronte delle 5 dita può essere facilmente spiegata, se si considera che esse sono state create da una pressione sul fondo, effettuata come conseguenza della risposta ad un impulso istintivo, indotto dall'inaspettata perdita dell'equilibrio generale in conseguenza del cedimento imprevisto del substrato. Per la stessa ragione, il carico maggiore è stato portato sulla zona carpo-falangea del primo e secondo dito della mano (pollice e indice), le cui impronte sono quelle meglio conservate. I dettagli dimensionali e strutturali di ogni elemento, rilevati e interpretati, sono riportati nelle Tabelle 11.1 e 11.2. Nel leggerli e valutarli, si deve tenere in debito conto che le dimensioni raccolte si riferiscono all'impronta della mano e non alle ossa o a precisi muscoli e articolazioni, perciò possono variare leggermente rispetto a quelle note per le corrispondenti ossa della mano. Le medesime misure sono anche influenzate dalla sostanziale irregolarità della solidificazione e alterazione del substrato. Va, infine, tenuto in debito conto anche il fatto che il *trackmaker* B era in scivolata e, quindi, appoggiava la sua mano sinistra istintivamente e, soprattutto, dinamicamente. Per questi motivi, le zone di depressione, create dai giunti delle articolazioni della mano, possono apparire leggermente dilatate e/o deformate rispetto a quelle solitamente registrate, a partire dalle loro ossa, sia per gli uomini attuali che per quelli antichi. Nelle restituzioni grafiche e nelle tabelle dei dati sono state volutamente ignorate le misure incerte o con un margine di interpretatività troppo elevato. Le dimensioni raccolte e mostrate in Tabella 11.1 sono state misurate, quindi, all'interno dell'area di impronta della mano dal centro della zona corrispondente a un giunto interfalangeale al centro di quella corrispondente al giunto successivo. Queste zone sono state identificate utilizzando i modelli 3D, le mappe di profondità e le planimetrie con incrementi millimetrici riportati nelle figure. Al fine di ridurre maggiormente il margine di errore durante l'interpretazione di ogni lunghezza lineare, i limiti delle zone articolari sono stati individuati da diversi osservatori e, in particolare, da uno degli autori (L.M.), che è un medico chirurgo della mano. Sebbene i dati dimensionali proposti conservino sempre un ragionevole margine di interpretazione, si ritiene che essi possano essere considerati sufficientemente attendibili.

Allo stesso modo, le larghezze delle dita sono state misurate come distanze rettilinee tra i bordi delle articolazioni interfalangeali, ma solo nei punti in cui tale misurazione è stata effettuata con sufficiente certezza (Tabella 11.2).

Infine, è stata misurata la distanza rettilinea tra i bordi del cuscinetto muscolare corrispondente al primo metacarpo, lo scafoide e le ossa trapezoidali. Questa distanza è di ~5,4 cm e appare compatibile anche con quella della mano di un esemplare umano attuale, che abbia una statura variabile da 1,50 a 1,65 metri [Panarello et al., 2018]. Questo fatto può essere anche facilmente verificato con una semplice sperimentazione, facendo compiere il movimento descritto a uno sperimentatore che abbia le suddette caratteristiche corporee.

Ancora, nessun angolo tra le dita sembra essere precisamente e oggettivamente misurabile in quanto la mano è flessa in un movimento forzato, ma tutte le direzioni delle falangi convergono longitudinalmente, con sicurezza, verso la base del polso, come normalmente accade nella mano umana [Garrett, 1971; Navsa, 2010; Vergara et al., 2017; Panarello et al., 2018].

Infine, i movimenti angolari del polso non superano, rispettivamente, l'intervallo 15°-40° per l'abduzione (deviazione radiale) e adduzione (deviazione ulnare), e anche questo dato conferma che TP\_M1 è veramente l'impronta di mano fossile umana [Ajello & Dean, 1990].



Rif. Figg. 11.3, 11.4	Segmenti	Lunghezze misurate (cm)
1.1-1.2	Os metacarpale I	2.7
1.2-1.3	Phalanx proximalis I	2.8
	Phalanx distalis I	incerta
2.1-2.2	Os metacarpale II	2.3
2.2-2.3	Phalanx proximalis II	2.3
2.3-2.4	Phalanx media II	2.0
	Phalanx distalis II	incerta
3.1-3.2	Os metacarpale III	3.2
3.2-3.3	Phalanx proximalis III	2.2
3.3-3.4	Phalanx media III	1.9
	Phalanx distalis III	incerta
4.1-4.2	Os metacarpale IV	3.6
4.2-4.3	Phalanx proximalis IV	2.2
4.3-4.4	Phalanx media IV	1.8
	Phalanx distalis IV	incerta
5.1-5.2	Os metacarpale V	2.7
5.2-5.3	Phalanx proximalis V	2.4
5.3-5.4	Phalanx media V	2.1
	Phalanx distalis V	incerta
CLM-CMM	Carpal Lateral Margin – Carpal Medial Margin	8.9
CPM-CDM	Carpal Proximal Margin – Carpal Distal Margin	5.3
CSLM-CSMM	Carpal Strike Lateral Margin – Carpal Strike Medial Margin	12.9

Tabella 11.1 Lunghezze misurate sull'impronta TP\_M1 (secondo le convenzioni di Artner [2002]).

Rif. Figg. 11.3, 11.4	Segmento	Larghezze misurate (cm)
w1.1L-w1.1M	Phalanx proximalis I	1.76
w2.1L-w2.1M	Phalanx proximalis II	1.73
w2.2L-w2.2M	Phalanx media II	1.44
w2.3L-w2.3M	Phalanx distalis II	1.35

Tabella 11.2 Larghezze misurate sull'impronta TP\_M1 (secondo le convenzioni di Artner [2002]).

## Conclusioni

Quanto descritto consente di notare che un confronto attendibile con altre testimonianze iconologiche analoghe a TP\_M1 potrebbe essere fatto solo sulla base della lunghezza delle falangi prossimali dell'indice e del pollice e neppure in molti casi. Sebbene siano note, infatti, impronte e segni di mani in varie località del mondo, anche descritte in pubblicazioni scientifiche, esse molto raramente sono accompagnate da un resoconto dimensionale e sono, quasi sempre, documentate solo da immagini, talvolta anche senza un semplice metrino di comparazione. Più specificamente, ad oggi, impronte di mani parziali e/o complete sono note nella Cueva d'El Castillo, Spagna [Groenen et al., 2012]; a Willandra Lakes, Australia [Webb, 2007]; nella regione di Lhasa, Tibet cinese [Zhang-Li, 2002; Meyer et al., 2017]; nella Grotte de Lascaux, Francia [Barrière & Sahly, 1964]; a Ojo Guareña, Spagna [Ortega, 2009]; nella Grotte du Tuc d'Audobert, Francia [Vallois, 1927; Bégouën, 1927a, 1927b; Bahn & Vertut, 1988; Bégouën et al., 2009];

nella Grotte de Fontanet, Francia [Clottes, 1973, 1975, 1993; Bahn & Vertut, 1988; Cohen, 2007]; nella Grotta della Basura, Italia [Blanc & Pales, 1960; de Lumley & Giacobini, 1985; Rembado & Vicino, 1985; Citton et al., 2017]; nella Grotte de l'Aldène, Francia [Ambert et al., 2007; Galant et al., 2007]; nella Grotte de Ganties-Montespan, Francia [Garcia & Morel, 1995]; nella Cueva Temprana, regione di Llanes, Spagna [Lockley et al., 2008; Rodriguez-Asensio & Noval Fonseca, 2012]; nel sito di Le Rozel, Francia [Duveau et al., 2019] e altrove [Janssens, 1957; Delluc & Delluc, 1985; Guthrie, 2005; Bennett & Morse, 2014; Panarello, 2016]. Tuttavia, come predetto, nessuna delle pubblicazioni che le descrive fornisce dati dimensionali sufficienti per una comparazione con TP\_M1. Neppure si possono considerare le impronte lasciate sì da mani, ma che si riferiscono a striature, graffi e ondulazioni. Esse, infatti, non consentono di registrare precise dimensioni degli arti, in quanto, quasi sempre, sono prodotte da azioni volontarie, spesso arricchite da motivazioni artistiche e/o magiche. Lo stesso discorso vale per graffiti e pittogrammi, che si trovano quasi tutti nelle grotte, perché essi sono strettamente legati all'uso della sola punta delle dita, oppure sono contaminati da un uso consapevole delle mani e delle dita. Va, inoltre, tenuto presente che molte delle pubblicazioni, finora disponibili, essendo state effettuate molto tempo fa, sono il risultato di rilievi realizzati con tecniche più rudimentali di quelle attuali e sono quasi totalmente concentrati sulla raccolta, analisi e interpretazione delle impronte dei piedi e/o delle rappresentazioni artistiche, dando pochissima attenzione alle impronte delle mani.

I dati dimensionali e morfostrutturali, misurati dalle parti anatomiche fossilizzate meglio conservate dell'impronta della mano TP\_M1 e la loro piena compatibilità con gli intervalli dimensionali e morfostrutturali disponibili fino ad ora per gli ominini, permettono di sostenere che la cavità TP\_M1 è realmente l'impronta fossile di una mano preistorica. Essa è stata effettivamente impressa su un pendio vulcanico, semiraffreddato e irregolarmente asciutto, dalla mano sinistra di un ominine del medio Pleistocene, forse un *Homo heidelbergensis* [Panarello et al., 2017, 2020 con bibliografia], che procedeva camminando con andatura bipede abituale. Egli, perso l'equilibrio per il cedimento inaspettato del fondo, scivolò e fu costretto ad appoggiarla istintivamente, per non cadere e per riacquistare stabilità. Inoltre, la datazione radiometrica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  del substrato di Tufo Leucitico Bruno sui cui è conservata l'impronta a  $349\pm 3$  ka [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Scaillet et al., 2008; Santello, 2010] fa sì che essa non trovi confronti – per antichità – con nessun'altra icnite analoga in nessun'altra parte del mondo. Nessuna delle orme di mani umane finora note, infatti, ha più di 80 ka [Vallois, 1927; Bégouën, 1927a, 1927b; Blanc & Pales, 1960; Barrière & Sahly, 1964; Clottes, 1973, 1975, 1993; de Lumley & Giacobini, 1985; Delluc & Delluc, 1985; Rembado & Vicino, 1985; Bahn & Vertut, 1988; Garcia & Morel, 1995; Zhang-Li, 2002; Guthrie, 2005; Ambert et al., 2007; Cohen, 2007; Galant et al., 2007; Webb, 2007; Lockley et al., 2008; Bégouën et al., 2009; Ortega, 2009; Groenen et al., 2012; Rodriguez-Asensio & Noval Fonseca, 2012; Bennett & Morse, 2014; Panarello, 2016; Citton et al., 2017; Meyer et al., 2017; Duveau et al., 2019].

Per le ragioni predette, si può affermare che TP\_M1 è, al momento, l'unica orma fossile di mano umana del Medio Pleistocene e la più antica del mondo fra quella finora note. Essa non è confrontabile con nulla di analogo, né in ambienti ipogei né in ambienti subaerei ed è completamente svincolata da qualsiasi esigenza culturale e culturale. Essendo analizzabile solo dal punto di vista dinamico e morfo-strutturale, essa può essere considerata una specie di istantanea fotografica unica su un momento qualsiasi della vita di ogni giorno di antichissimi esemplari di ominini medio-pleistocenici e, in tal senso, rappresenta, con il quadro dimensionale da essa veicolato, uno strumento altrettanto unico e prezioso per lo studio di contesti ed evidenze simili.

## Bibliografia

- Aiello L., Dean C. (1990). *An Introduction to Human Evolutionary Anatomy*. London-San Diego-New York-Boston-Sydney-Tokyo-Toronto: Academic Press: 309-341.
- Almécija S., Smaers J.B., Jungers W.L. (2015). *The evolution of human and ape hand proportions*. Nature Communications, |6:7717|. DOI: 10.1038/ncomms8717|1-11.
- Ambert P., Galant P., Guendon J.L., Colomer A., Dainat D., Beaumes B., Gruneisen A., Requirand C., Quinif Y. (2007). *Les gravures et les empreintes humaines de la grotte d'Aldène (Cesseras, Hérault) dans leur contexte chronologique et culturel*. Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco, 47: 3-36.
- Artner J. (2002). *Atlas of Human Skeletal Anatomy*. eBook.  
[https://www.dphu.org/uploads/attachments/books/books\\_5363\\_0.pdf](https://www.dphu.org/uploads/attachments/books/books_5363_0.pdf)
- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. Ichnos, 15: 179-189.
- Bahn P.G., Vertut J. (1988). *Images of the Ice Age*. Leicester: Winward.
- Barriere C., Sahly A. (1964). *Les empreintes humaines de Lascaux*. In *Miscelanea en homenaje al Abate H. Breuil*, Tome 1. Diputacion Provincial de Barcelona: 172-180 + 8T.
- Bégouën C.M. (1927a). *Les empreintes de pieds préhistoriques*. Institut International d'Anthropologie, II session, II Int. Anth. Arch. Prehist., (Amsterdam): 323-328 + 4 Tab.
- Bégouën C.M. (1927b). *Empreintes de doigts préhistoriques et de quelques dessins*. Institut International d'Anthropologie, II session, II Int. Anth. Arch. Prehist., (Amsterdam): 335-338.
- Bégouën R., Fritz C., Tosello G., Clottes J., Pastoors A., Faist F. (2009). *Le sanctuaire secret des bisons. Il y a 14 000 ans, dans la caverne du Tuc d'Audoubert*. Paris: Editions d'art Somogy et l'Association Louis Bégouën.
- Bennett M.R., Morse S.A. (2014). *Human Footprints: Fossilised Locomotion?* London-Cham-Heidelberg-New York-Dordrecht: Springer.
- Blanc A.C., Pales L. (1960). *Le vestigia umane della Grotta della Bàsura a Toirano*. Estratto dalla Rivista di Studi Liguri, A. XXVI, 1-4.
- Buryanov A., Kotiuk V. (2010). *Proportions of Hand Segments*. International Journal of Morphology, 28 (3): 755-758.
- Citton P., Romano M., Salvador I., Avanzini M. (2017). *Reviewing the upper Pleistocene human footprints from the "Sala dei Misteri" in the Grotta della Basura (Toirano, northern Italy) cave: An integrated morphometric and morpho-classificatory approach*. Quaternary Science Reviews, 169: 50-64.
- Clottes J. (1973). *Midi-Pyrénées*. Gallia préhistoire, 16 (2): 481-523.
- Clottes J. (1975). *Midi-Pyrénées*. Gallia préhistoire, 18 (2): 613-650.
- Clottes J. (1993). *Ichnologie*. In Groupe de Réflexion sur l'Art Pariétal Paléolithique, Paris: Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche: 59-66.
- Cohen C. (2007). *De la trace au tracé. Les empreintes humaines préhistoriques*. In Thouard D. (ed.), *L'interprétation des indices. Enquête sur le paradigme indiciaire avec Carlo Ginzburg*. Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion: 211-224.
- de Lumley M.A., Giacobini G. (1985). *Le impronte di piedi umani*. Rivista di Studi Liguri, 51 (4): 362-366.
- Delluc B., Delluc G. (1985). *De l'empreinte au signe*. Histoire et Archéologie, Les Dossiers: Traces et messages de la préhistoire, 90: 56-62.
- Duveau J., Berillon G., Verna C., Laisné G., Cliquet D. (2019). *The composition of a Neandertal social group revealed by the hominin footprints at Le Rozel (Normandy, France)*. PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, DOI:10.1073/pnas.1901789116. + Supplementary Information.



- Falkingham P.L., Bates K.T., Avanzini M., Bennett M., Bordys E.M., Breithaup B.H., Castanera D., Cifton P., Díaz-Martínez I., Farlow J.O., Fiorillo A.R., Gates S.M., Getty P., Hatala K.G., Hornung J.J., Hyatt J.A., Klein H., Lallensack J.N., Martin A.J., Mary D., Matthews N.A., Meyer C.A., Milàn J., Minter N.J., Razzolini N.L., Romilio A., Salisbur S.W, Sciscio L., Tanaka I., Wiseman A.L.A., Xing L.D. and Belvedere M. (2018). *A Standard Protocol for Documenting Modern and Fossil Ichnological Data*. *Palaeontology*, 61 (4): 469–480. DOI:10.1111/pala.12373
- Galant P., Ambert P., Colomer A., Guendon J.L. (2007). *Les vestiges d'éclairages préhistoriques de la galerie des Pas de la grotte d'Aldène (Cesseras, Hérault)*. *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 47: 37-80.
- Garcia M.A., Morel P. (1995). *Restes et Reliefs: Présence de l'Homme et de l'Ours des Cavernes dans la grotte de Montespan-Ganties, Haute-Garonne*. *Anthropozoologica*, 21: 73-78.
- Garrett J.W. (1971). *The Adult Human Hand: Some Anthropometric and Biomechanical Considerations*. *Human Factors*, 13 (2): 117-131.
- Gilsans V., Ratib O. (2012). *Hand Bone Age. A Digital Atlas of Skeletal Maturity*. Second Edition, Berlin-Heidelberg: Springer.
- Groenen M., Groenen M.C., Ceballos del Moral J.M., Gonzalez Echegaray J. (2012). *Bilan de sept années de recherches dans la grotte ornée d'El Castillo (Cantabrie, Espagne)*. In Clottes J. (ed.), *L'art pléistocène dans le monde / Pleistocene art of the world / Arte pleistoceno en el mundo*, Actes du Congrès IFRAO, Tarascon-sur-Ariège, septembre 2010, Symposium «Art pléistocène en Europe». N° spécial de Préhistoire, Art et Sociétés, Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées, 65-66, 2010-2011, CD, 145-163.
- Guthrie D.R. (2005). *The Nature of Paleolithic Art*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Janssens P.A. (1957). *Medical Views on Prehistoric Representations of Human Hands*. *Medical History*, 1(4): 318-322.
- Jones L.A., Lederman S.J. (2006). *Human Hand Function*. Oxford: Oxford University Press.
- Lockley M., Roberts G., Kim J.Y. (2008). *In the Footprints of Our Ancestors: An Overview of the Hominid Track Record*. *Ichnos*, 15: 106-125.
- Lorenzo C., Arsuaga J.L., Carretero J.M. (1999). *Hand and foot remains from the Gran Dolina Early Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 37 (3-4): 501-522.
- Lorenzo C., Pablos A., Carretero J.M., Huguet R., Valverdú J., Martínón-Torres M., Arsuaga J.L., Carbonell E., Bermúdez de Castro J.M. (2015). *Early Pleistocene human hand phalanx from the Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 78: 114-121.
- Marzke M.W., Marzke R.F. (2000). *Evolution of the human hand: approaches to acquiring, analysing and interpreting the anatomical evidence*. *Journal of Anatomy*, 197: 121-140.
- Marzke M.W., Shackley M.S. (1986). *Hominid hand use in the pliocene and pleistocene: Evidence from experimental archaeology and comparative morphology*. *Journal of Human Evolution*, 15 (6): 439-460. DOI:10.1016/S0047-2484(86)80027-6.
- McHenry H. (1992). *Body size and proportions in early hominids*. *American journal of Physical Anthropology*, 87 (4): 407-431. DOI:10.1002/ajpa.1330870404
- Meyer M.C., Aldenderfer M.S., Wang Z., Hoffmann D.L., Dahl J.A., Degering D., Haas W.R., Schlütz F. (2017). *Permanent human occupation of the central Tibetan Plateau in the early Holocene*. *Science*, 355: 64-67 + Supplementary Materials.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Navsa N. (2010). *Skeletal Morphology of the Human Hand as Applied in Forensic Anthropology*. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree PhD Anatomy In the Faculty of Health Sciences, University of Pretoria, Pretoria. <https://repository.up.ac.za/handle/2263/28575>.

- Ortega A.I. (2009). *Tras Las Huellas de Ojo Guareña*. *Pyrenaica*, 235: 364-367.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleocnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2020). *A Snapshot on the Everyday Life of a Middle Pleistocene Hominin: The Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora-Piccilli, Caserta, central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinaro G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Rembado G., Vicino G. (1985). *Descrizione della grotta e delle sue manifestazioni*. *Rivista di Studi Liguri*, 51 (4): 321-337.
- Rodríguez Asensio J.A., Noval Fonseca M.A. (2012). *Cueva Tempranas (Posada, Llanes, Asturias)*. In Arias Cabal P., Corchón Rodríguez M.S., Menéndez Fernández M., Rodríguez Asensio J.A. (eds.), *El Paleolítico Superior Cantábrico*, Actas de la Primeras Mesa Redonda, San Román de Candamo (Asturias), 26-28 de abril de 2007. Santander: PUBliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria: 255-264.
- Santello L. – 2010. *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova.
- Scailliet S., Vita-Scailliet G., Guillou H. (2008). *Oldest human footprints dated by Ar/Ar*. *Earth Planetary Science Letters*, 275 (3-4): 320-325.
- Vallois H. (1927). *Étude des empreintes de pieds humains du Tuc d'Audobert, de Cabrerets et de Ganties*. Institut International d'Anthropologie, II session, II Int. Anth. Arch. Prehist., (Amsterdam): 328-335.
- Vergara M., Agost M.J., Gracia-Ibáñez V. (2017). *Dorsal and palmar aspect dimensions of hand anthropometry for designing hand tools and protections*. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 28 (1), 2018: 17-28. DOI:10.1002/hfm.20714.
- Webb S. (2007). *Further research of the Willandra Lakes fossil footprint site, southeastern Australia*. *Journal of Human Evolution*, 52 (6): 711-715.
- Zhang D.D., Li S.H. (2002). *Optical dating of Tibetan human hand- and footprints: An implication for the palaeoenvironment of the last glaciation of the Tibetan Plateau*. *Geophysical Research Letters*, 29 (5), 1072: 16.1-16.3.





# Il sentiero più antico del mondo

Adolfo Panarello<sup>1</sup> e Paolo Mietto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>2</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords Sentiero fossile; Icnologia umana; "Ciampate del diavolo"; Percorsi preistorici | *Fossil pathway; Human ichnology; "Devil's Trails"; Prehistoric routes*

## Abstract

I dettagli e le descrizioni approfondite fornite in questo resoconto danno una descrizione completa di quello che è considerato il più antico sentiero umano finora conosciuto nel mondo. Il cosiddetto "Sentiero P1" ha la stessa direzione della cengia che sovrasta il pendio su cui si conservano le cosiddette "Ciampate del diavolo" e alcune impronte fossili sono state riconosciute anche all'interno del suo spazio. Uomini e animali camminavano lungo questo sentiero durante la preistoria. Nello stesso spazio, uomini e animali hanno camminato in epoca storica e camminano attualmente in una continuità cronologica, registrata sulle carte topografiche, che non trova confronti in nessun'altra parte del mondo e che sembra essere dovuta agli importanti vincoli geomorfologici che hanno sempre condizionato le scelte insediative in quest'area. La descrizione dettagliata di questa non comune struttura icnologica è integrata e completata con le tabelle, i grafici e le immagini riportate nel Supplemento 4 di questo volume [Panarello e Mietto, 2022d].

*The details and in-depth descriptions provided in this careful report give a complete description of what is considered the oldest human pathway up to now known in the world. The so-called "P1 Pathway" has the same direction of the ledge overlooking the slope on which the so-called "Ciampate del diavolo" are preserved and some fossil footprints have been recognized also inside its space. People and animals walked along this path during prehistoric times. In the same space, men and animals have been walking during historical time, and walk at present time in a chronological continuity, recorded on topographical maps, that finds no comparison anywhere else in the world and that seems to be due to the important geomorphological constraints that have always influenced the settlement choices in this area. The detailed description of this uncommon ichnological structure is integrated and completed with the tables, graphs, and pictures given in the Supplement 4 of this volume [Panarello e Mietto, 2022d].*

## Breve storia della scoperta e dettagli metodologici

Al momento della loro scoperta, nell'autunno 2005, le strutture della cengia apicale della formazione di Tufo Leucitico Bruno, che preserva le impronte umane fossili del sito paleontologico nella località Foresta del Comune di Tora e Piccilli (vulcano Roccamonfina), furono interpretate genericamente come "trogoli alti" o "solchi" e schedati come "Unità stratigrafica TA". Nello spazio interno della predetta cengia furono distinti tre solchi, o trogoli, dall'andamento casuale, orientati in direzione Ovest-Est, i quali – procedendo da monte a valle – furono contrassegnati, rispettivamente, con le notazioni K, F, e X. Il più evidente di tutti era il trogolo centrale, il quale, in taluni punti, s'intersecava con gli altri fino a convergere e a fondersi con i medesimi in un unico alveo. La prima descrizione delle evidenze individuate, redatta nella scheda ICCD relativa alla sunnominata unità stratigrafica, che fu consegnata alla competente Soprintendenza archeologica, teneva conto di tali notazioni. Successivamente,



Figura 12.1 (a, b) Immagine fotografica del sentiero preistorico P1 ricavata dal modello 3D, con le indicazioni di riferimento delle posizioni dei piedritti della passerella metallica (vista da Ovest).

dopo lunghi e approfonditi rilievi di dettaglio e modellazioni 3D di ogni minimo particolare, si è preferito considerare l'intera struttura come un unico, prezioso sentiero preistorico, che è stato denominato "Sentiero P1" [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a].

Le riprese fotogrammetriche necessarie alla modellazione 3D sono state effettuate a varie distanze e in modo da avere una copertura totale con almeno un'inquadratura zenitale delle evidenze riprese. Ogni segmento del sentiero è stato scalato sulla base di un comparatore metallico.



**Figura 12.2** Il sentiero preistorico P1 come si presentava il 25 ottobre 2005, prima dell'inizio dei lavori di pulizia (Vista da Ovest).

Sebbene le fotogrammetrie siano state effettuate con la massima cura e nel pieno rispetto delle indicazioni metodologiche consigliate dagli sviluppatori del *software* di elaborazione, qualche piccola deformazione, ininfluenza nella valutazione della struttura nel suo complesso, non si è potuta evitare in assoluto. Infatti, il Sentiero P1 è interamente coperto da una passerella metallica impiantata nel 2007, la quale fu realizzata per consentire una prima visita del sito senza toccare la delicata superficie impressa. Tale struttura metallica ha drasticamente ridotto e vincolato lo spazio di ripresa, che è diventato una stretta intercapedine, la cui massima ampiezza raggiunge, solo in pochi punti, i 50 cm. Per questa ragione, l'unico modo di riprendere l'intera struttura era quello di realizzare riprese a blocchi e poi assemblarle con idonei *software*, dopo averne corretto le deformazioni ottiche più importanti. Per questo fine, è stato usato Adobe Photoshop CS6™. Le fotogrammetrie e i modelli 3D delle evidenze di dimensioni minori e dei particolari sono, invece, estremamente precise. La modellazione tridimensionale su base fotogrammetrica e le immagini e planimetrie da essa estratte sono state, invece, realizzate utilizzando, rispettivamente, i *software* Agisoft Photoscan Pro e Kitware Paraview.

Il modo migliore per esaminare e descrivere l'intera struttura del Sentiero P1 è sembrata quello di suddividerne l'intera estensione in 25 segmenti, di larghezza e lunghezza variabile, facilmente identificabili – da Ovest a Est – sulla base dei piedritti metallici della passerella.





**Figura 12.3** Il tratto iniziale del sentiero preistorico P1 come si presentava il 26 ottobre 2005, alla fine dei lavori di pulizia (Vista da Ovest).

A ciascuno di questi piedritti è stato assegnato un numero progressivo, secondo lo schema riprodotto in Figura 12.1. Quindi, in conclusione, il segmento P1\_01, ad esempio, comprende lo spazio compreso fra il piedritto 1 e il piedritto 2; il segmento P1\_02 comprende lo spazio compreso fra il piedritto 2 e il piedritto 3; e così via. L'ultimo segmento, P1\_25, che inizia in corrispondenza del piedritto 25 non è coperto dalla passerella e termina alla fine della zona ubicata all'estremità più orientale del pendio, la quale fu ripulita nel 2010.

Dal momento che le valutazioni stratigrafiche sono fondamentali sia per validare l'autenticità icnologica della struttura generale del sentiero sia per comprendere a fondo i suoi meccanismi di conservazione e di alterazione, partendo dai modelli 3D scalati, è stata realizzata non solo una dettagliata planimetria con isoipse intervallate a 1 mm, ma anche una mappa della profondità, tarata in modo da colorare di bianco/grigio ogni elemento ubicato a una quota superiore rispetto al tetto del livello impresso LS7 [Santello, 2010], notato secondo le indicazioni più utilizzate finora [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a].



## Descrizione della struttura

I ricercatori che riesumarono il sentiero nel 2005 avevano già notato i numerosi e invasivi ritocchi antropici che avevano contaminato le strutture originarie del sentiero, perciò scelsero subito la via della prudenza in ogni interpretazione, ben consapevoli che le tracce del transito preistorico potevano essersi conservate solo in pochi e fortunati punti. I segni lasciati dagli strumenti metallici e i punti di alterazione causati dagli agenti naturali e dalla frequentazione prolungata di uomini e animali erano davvero molti, ma erano altrettanto evidenti creste e deformazioni del fondo tufaceo che potevano essere state create solo quando il materiale del deposito era ancora plastico.

Il Sentiero P1 aveva l'aspetto di un percorso variato, creato da un calpestio caotico, casuale e ripetuto e somigliava moltissimo a uno dei tanti sentieri creati nella neve fresca o nel fango dal passaggio ripetuto di uomini e animali (Figura 12.3). Nonostante vi fossero tante cuspidi e depressioni certamente innaturali, vi erano anche delle cavità compatibili con orme e un *pattern* di scanalature troppo strette, concave e profonde per essere state create recentemente in vista di un miglioramento e di una stabilizzazione del passo.

I ricercatori notarono anche che lo spazio originario era stato allargato, in tempi storici, tagliando il lembo più distale della copertura rocciosa del livello successivo (LS08) e riesumando, così, estesi tratti di paleosuperficie perfettamente conservati, al punto da preservare persino le fessure poligonali da essiccazione (*"mud-crack"*).

Il Sentiero P1 inizia nel punto di coordinate (N41° 19.954' - E14°01.466') e termina nel punto di coordinate (N41°19.962' - E14°01.496'). Le quote rilevate sono di m 292±3 s.l.m. nel punto iniziale e m 283±3 s.l.m. nel punto finale. Le predette misurazioni e quelle relative ai dati che saranno forniti di seguito sono state effettuate con un rilevatore GPS Garmin Etrex 10TM con un allineamento di almeno 6 satelliti.

Il Sentiero P1, nella sua parte attualmente misurabile, è lungo, complessivamente, circa 53,19 m e ha una larghezza che varia da un minimo di circa m 1,40 (riscontrabile in più punti dei primi 8 segmenti) a un massimo di circa m 3,21 (nel segmento P1\_24). Partendo dal suo punto più occidentale, il sentiero procede in direzione Est per 7,41 m, dopo di che curva a N-E e si estende per altri 28,51 m. A questo punto, in corrispondenza del piedritto 21, esso curva ancora verso NE e si estende per un tratto finale di circa 17,27 m è possibile che il suo tracciato prosegua ulteriormente, ma non è possibile affermarlo con certezza perché la superficie successiva è ancora coperta da una spessa coltre di detriti e da una folta vegetazione. Infine, è evidentissimo come, dalla sua direzione si diramino, rispettivamente, dai punti di coordinate (N41°19.956' - E14°01.480') e (N41°19.962' - E14°01.496'), la Pista A e la Pista B di impronte umane fossili conclamate [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008].

La zona in cui inizia il Sentiero P1, denominata "Area Zero" nelle prime planimetrie utilizzate per i lavori di pulizia del sito, è un'ampia area di forma sub-quadrangolare, delle dimensioni di circa m 4x5, devastata dal taglio antropico recente e, in particolare, da una serie di canalette scavate rompendo le gibbosità naturali, al fine di evitare il ristagno dell'acqua. In tal modo, talvolta, sebbene inavvertitamente, l'acqua è andata a ruscellare e levigare anche le direzioni di alcune successioni di orme umane autentiche, come quelle della Pista C [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164]. In particolare, in corrispondenza del primo segmento di questa pista, è stata anche tagliata una zona di forma trapezoidale per alloggiare un oggetto (forse una rampa) per compensare il sensibile dislivello con il sentiero più basso, che costeggia tutto il bordo settentrionale di quello che fu un profondo vaso idrico che fungeva da bacino di adduzione per un diruto mulino ad acqua, i cui ruderi sono ancora visibili, più a valle, lungo il corso del torrente "Fosso Rionale" [Farinaro, questo volume, pp. 57-68].

Nell'"Area Zero" è posizionato il piedritto n. 1, che segna l'inizio del segmento di sentiero P1\_01 (Figure S4.2-S4.4, Panarello e Mietto [2022d]), la cui parte "a monte" è ancora parzialmente sepolta dai detriti. La sua attuale lunghezza frontale è m 2,53 e la sua larghezza massima

misurabile è circa m 1,60. Come predetto, la superficie originaria di questa zona è andata completamente distrutta, perciò in essa non sono conservate evidenze di interesse icnologico, se si fa eccezione per la presenza della parte iniziale di un solco incavato, che potrebbe essere ciò che resta di una formazione alterata.



**Figura 12.4** Il sentiero preistorico P1 come si presentava il 26 ottobre 2005, alla fine dei lavori di pulizia (Vista da Est).

Il segmento P1\_02 (Figure S4.5-S4.7, Panarello e Mietto [2022d]) è lungo, frontalmente, m 1,54 e ha larghezza massima di m 1,40. Come il precedente segmento di sentiero, anche questo è ancora coperto di detriti nel suo margine “a monte” e quasi completamente alterato dalla rottura naturale e antropica recente del fondo tufaceo. In questo punto, tuttavia, il solco incavato, già iniziato precedentemente, diventa più profondo ed evidente.

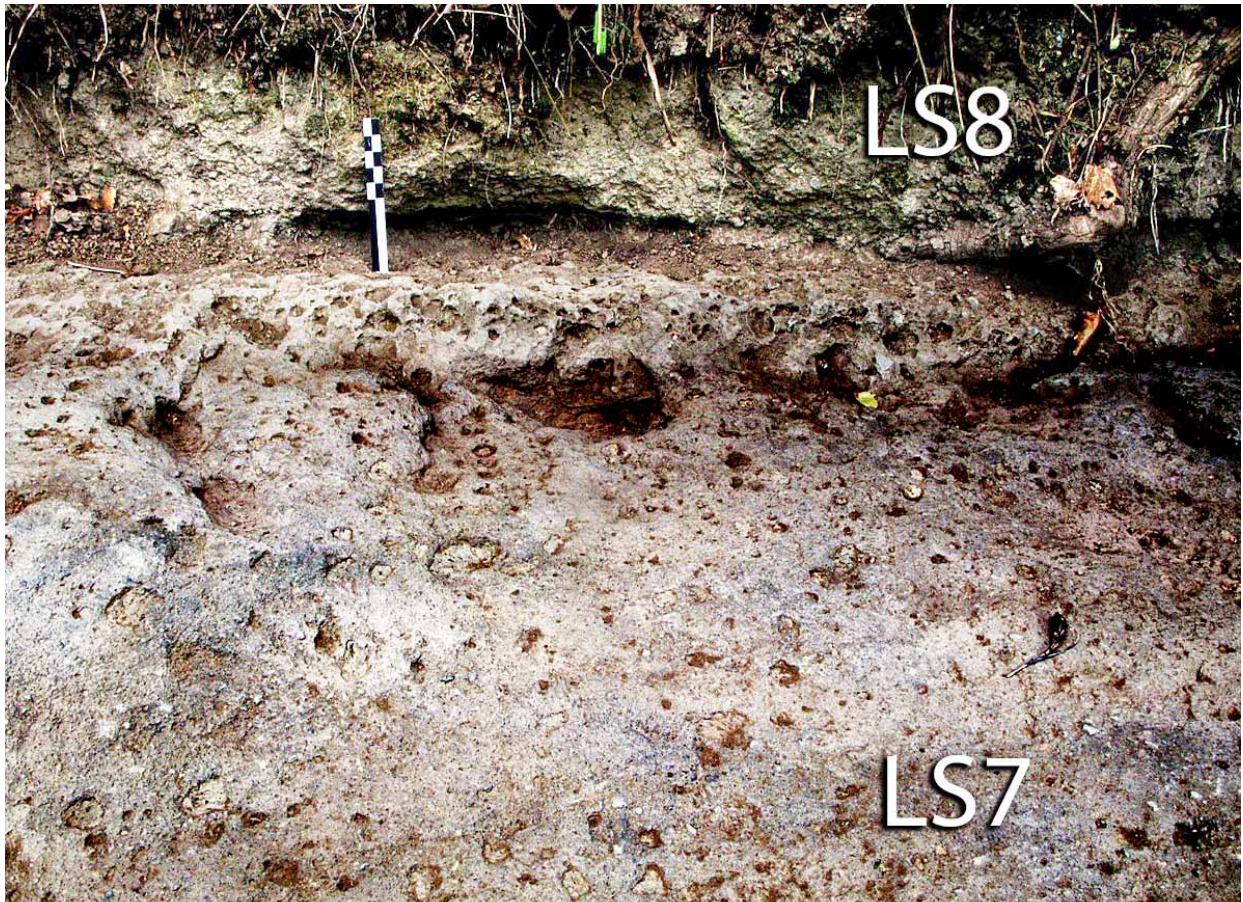
Il segmento P1\_03 (Figure S4.8-S4.10, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,59. A causa della coltre di detriti che ancora occulta il suo margine “a monte”, la sua attuale



larghezza massima è di circa m 1,78. Nella parte subplanare più settentrionale della superficie in affioramento sono presenti evidenti segni di strumenti metallici “a punta” e “a taglio” rettilineo/curvilineo. Nella parte a valle dello spazio del segmento, una corrugazione naturale, regolarizzata artificialmente nel suo margine meridionale, limita una depressione nella quale ha inizio un secondo solco scavato, dall’andamento longitudinale al pendio. Nella zona più bassa e più occidentale sono visibili delle piccole cavità dai bordi arrotondati, che non possono essere interpretate con obiettività per il forte grado di alterazione del substrato in quel punto. L’intera larghezza del segmento di sentiero P1\_03 è attraversata da una fessura dall’andamento diagonale. Il segmento P1\_04 (Figure S4.11-S4.13, Panarello e Mietto [2022d]) ha una larghezza massima di circa m 1,65 e una lunghezza frontale di m 1,75. Anche in questo tratto di sentiero il margine settentrionale è ancora occultato dalla coltre di detriti, ma nella parte a monte, come in quella a valle, sono evidentissimi i segni di strumenti metallici a punta e a taglio rettilineo/curvilineo. In questa parte del sentiero sono profonde ed evidentissime le direzioni di tre solchi scavati, due dei quali sono quelli iniziati in precedenza.

Nella zona più esterna del sentiero, oltre l’alveo del solco più meridionale, inizia una successione – orientata verso Est e lunga circa 90 cm – di 3 depressioni (P1\_04\_a, P1\_04\_b, P1\_04\_c) che hanno dimensioni compatibili con quelle delle orme umane della Pista A e della Pista B e sono allineate a formare una breve pista. La loro lunghezza, infatti, varia da 19 a 22 cm e la loro larghezza varia da 7 a 9 cm). Tale successione di depressioni ha una larghezza massima di 20 cm e anche questo dato è compatibile con gli schemi dell’andatura umana [Kim et al., 2008]. Nonostante la notevole somiglianza con altre successioni simili, create ad arte dai cavapietre, per stabilizzare il loro passo e quello degli equini da soma, un’identificazione del genere non è sostenibile in questa precisa localizzazione, poiché essa è ubicata sul ciglio dello scrimolo, in un punto in cui la deambulazione è estremamente instabile e pericolosa sia per gli uomini sia per gli animali. Sfortunatamente, le pessime condizioni del substrato non consentono di essere categorici nell’autenticazione come orme di queste cavità in successione, ma rimane, comunque, fortissima l’impressione che esse possano davvero riferirsi a ciò che resta di impronte di ominini. Il segmento P1\_05 (Figure S4.14-S4-16, Panarello e Mietto [2022d]) inizia con una cavità subrettangolare in parte ubicata nel precedente segmento e, forse collegata alle tre precedentemente descritte. La lunghezza frontale del sentiero, in questo segmento, è m 1,52, mentre la larghezza massima è circa m 1,40. In questa parte del sentiero, il fondo è attraversato da un profondo solco dall’andamento lievemente sinuoso, limitato da creste e protrusioni arrotondate che ricordano bordi di espulsione modificati dall’azione di agenti naturali e antropici. Inoltre, la medesima cavità longitudinale è affiancata da altre depressioni sub-ellittiche, più o meno profonde, che ricordano più la forma di impronte di piedi che quella di vaschette dovute a un’irregolare erosione o rottura del fondo. In questo senso, è significativa la loro sostanziale omogeneità dimensionale. Dal momento che una spiegazione razionale ad una loro creazione con un’azione antropica recente potrebbe vedersi solo nella necessità di creare una rozza base glareata su cui camminare con maggiore sicurezza e tenuto conto – come nel precedente segmento – della loro ubicazione lungo il margine meno sicuro del pendio, anche in questo caso, la più verosimile delle possibilità è che le cavità in questione preesistessero alla frequentazione recente. In tal caso, esse sarebbero da ascrivere a un calpestio verificatosi quando il substrato era ancora deformabile, cioè in epoca preistorica. Tenuto conto di ciò, diventa più logica anche l’opera di ritocco antropico recente delle medesime cavità, testimoniata archeologicamente dai segni lasciati dagli strumenti metallici. Infatti, l’aspetto e la disposizione attuali, illogici in qualunque schema di sentiero, verrebbero a essere il risultato dell’azione di ritocco effettuato non per cancellare, ma per adattare ciò che già esisteva a rinnovate esigenze di facilitazione del passo. Questa convinzione è alimentata e confermata da una successione, orientata verso Est, di almeno tre depressioni (P1\_05\_a, P1\_05\_b, P1\_05\_c), ubicate nel margine più orientale del segmento e compatibili, per dimensioni e posizioni, con orme umane in pista.





**Figura 12.5** Dettaglio fotografico del rapporto stratigrafico esistente fra il fondo del sentiero sentiero preistorico P1 (tetto dell'unità LS7) e la base dell'unità di sigillo LS8 (comparatore: 10 cm).

Sebbene anch'esse siano parzialmente rotte dall'azione dei picconi, non hanno perso completamente la loro morfologia generale e rivolgono ciò che resta della loro concavità longitudinale in direzione mediale. Una di esse, in particolare, indicata con la notazione P1\_05\_a sembra proprio da riferire a ciò che resta dell'impronta umana di un piede nudo destro. Ciò è evidente sia dalla mappa planimetrica con curve di livello ad intervalli di 1 mm, sia nelle mappe altimetriche e colorimetriche. Inoltre, le sue dimensioni (25x10 cm, con una larghezza massima della zona del tallone di cm 6,9) sono perfettamente compatibili con il *range* dimensionale registrato nell'intero icnosito. Infine, nel margine mediale è ancora visibile un lieve, ma evidente bordo di espulsione [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a; Panarello et al., questo volume, pp. 123-164].

In tutta la lunghezza del segmento P1\_05 è possibile valutare obiettivamente il rapporto di successione stratigrafica fra l'unità impressa LS07 e quella che la sigilla (LS08). Infatti, il taglio a monte della parte distale della copertura rocciosa, mette in evidenza il punto di contatto fra le due superfici, evidenziando anche che, tra esse, esiste un'intercapedine, rilevabile agevolmente per tutta l'estensione del sentiero, costituita da materiali a consistenza granulare variabile, in parte conglomerati. Lo spessore di questa intercapedine, nel segmento P1\_05 è circa 2 cm.

Le successioni di cavità compatibili con orme umane continuano anche nel segmento P1\_06 (Panarello e Mietto [2022d], Figure S4.17-S4.19), che ha una lunghezza frontale di m 1,51 e una larghezza massima di circa m 1,42, al pari della direzione del solco principale. Le tre cavità in successione, compatibili con orme umane, sono ubicate nella zona più nord-orientale ed è interessantissimo notare che la loro direzione è orientata in controtendenza rispetto alle

precedenti. Trovandosi, infatti, nello stesso alveo, esse confermano la convinzione che il Sentiero P1 potesse essere una direttrice preistorica, percorsa ripetutamente da vari deambulatori in entrambe le direzioni, di cui oggi possiamo leggere solo ciò che è stato risparmiato dall'azione degli agenti naturali e artificiali. Anche in questo caso, nonostante i preziosi dettagli anatomici siano andati irrimediabilmente perduti, l'impronta P1\_06\_a (l'unica delle tre cavità in successione che conserva elementi valutabili) e quelle ad esse collegate sembrano conservare forma e dimensioni compatibili con orme umane. Questa possibilità è stata confermata dall'applicazione di un nuovo metodo di validazione delle orme, chiamato "Metodo Combinato" [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a; Panarello & Mietto, 2017]. L'impronta P1\_06 è lunga circa cm 27 e larga circa cm 11,8, con una larghezza massima della zona del tallone di cm 6,6. Anche questi dati rientrano nel range dimensionale compatibile con i dati acquisiti dalle impronte già accertate della pista A e B e, in particolare, orientano verso una possibile identificazione dell'ominine che lasciò l'orma con lo stesso autore della Pista E [Panarello et al., 2020].

Il segmento P1\_07 (Panarello e Mietto [2022d], Figure S4.20-S4.22) ha una lunghezza frontale di m 2,24 e una larghezza massima di circa m 1,40. Sulla sua estremità a monte più occidentale è molto evidente la presenza di un forso scavato, di forma circolare, avente diametro di 11 cm, forse usato come alloggiamento di un palo ligneo. L'intera superficie del segmento P1\_07 è devastata da tagli e rotture, ma, nella sua parte più interna e meridionale si nota comunque (soprattutto nella mappa delle profondità) una successione di depressioni allineate che hanno forma e dimensioni compatibili con orme umane. Tra esse, spicca una cavità (P1\_07\_a) che sembra essere ciò che resta dell'orma di un piede destro. Come tutte le altre possibili orme già descritte, anch'essa manca della parte superiore, poiché è stata inesorabilmente scalpellata, ma la sua analisi con il "Metodo Combinato" [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a; Panarello & Mietto, 2017] dimostra che le sue caratteristiche strutturali sono perfettamente compatibili con quelle del piede umano e anche le sue dimensioni (cm 24,8x9,9) rientrano nel range di valori rilevati nelle impronte umane accertate ubicate nello stesso geosito [Avanzini et al., 2008]. La depressione in questione, inoltre, è seguita da un'altra pseudo-orma, ubicata a circa 45 cm di distanza, che occupa la posizione di un piede sinistro.

Nello spazio del segmento di sentiero P1\_07 abbondano i segni di colpi portati con strumenti metallici (soprattutto zappe e picconi) che hanno, di fatto, smussato – regolarizzandole – le gibbosità naturali originarie. Questo fatto, unito alla presenza delle menzionate depressioni allineate, non completamente obliterate dal taglio recente, non solo conferma una diversa morfologia del fondo originario, ma anche che le riduzioni della superficie avevano luogo capitalizzando – con un ritocco mirato – le strutture già esistenti, le quali non possono che essersi formate in epoca preistorica.

Il segmento P1\_08 (Panarello e Mietto [2022d], Figure S4.23-S4.25) ha una lunghezza frontale di m 1,91 e una larghezza massima di circa m 1,53. Nella sua area si riconoscono due solchi principali, entrambi orientati in senso longitudinale separati da una gibbosità naturale avente la stessa direzione generale, che appare appiattita e smussata in modo posticcio. Nella parte alta occidentale, nell'alveo del solco, si nota almeno una depressione compatibile, per dimensioni, con un'orma umana, ma la sua povertà di dettagli anatomici conservati ne sconsiglia ogni tentativo di interpretazione. Nello spazio di questo segmento di sentiero, gli elementi di maggiore interesse, ai fini archeologici e icnologici, sono certamente le smussature antropiche recenti delle formazioni originarie. In tal senso, particolarmente evidente è una rottura rettilinea volontaria del dorso centrale per mettere in comunicazione i due solchi sub-paralleli e agevolare il drenaggio delle acque.

Il segmento P1\_09 (Panarello e Mietto [2022d], Figure S4.26-S4.28) ha una lunghezza frontale di m 1,15 e una larghezza massima di circa m 1,51. Nello spazio di questo segmento di sentiero, i due solchi principali, provenienti dallo spazio precedente, curvano leggermente a monte e si



sfumano in una zona, sensibilmente più profonda, che prelude a un unico solco, più ampio, i cui margini sono stati creati da un invadente taglio antropico delle formazioni tufacee originarie, praticato con strumenti metallici.

Il segmento P1\_10 (Figure S4.29-S4.31, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,99 e una larghezza massima di circa m 1,71. Nello spazio di questo segmento di sentiero, la superficie originaria, che è bene identificabile per la presenza di alcune zone in cui vi sono *mud-crack*, appare completamente devastata dall'azione recente di strumenti metallici e, in particolare, dall'azione di picconi. L'intera area del segmento P1\_10 è attraversata da un unico, ampio solco, di larghezza variabile fra 40 e 50 cm e di profondità massima pari a circa 15 cm, risultante dalla convergenza, in un unico alveo, dei solchi provenienti dallo spazio del precedente segmento di sentiero.

Il segmento P1\_11 (Figure S4.32-S4.34, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,53 e una larghezza massima di circa m 1,60. Il suo aspetto somiglia molto a quello del precedente segmento, essendo caratterizzato dalla presenza del grande solco centrale e da una serie di scalpellature delle zone più alte delle gibbosità e delle creste originarie. L'alveo del solco presenta una parziale scanalatura nella parte a monte, seguita da un gradoncino, che si interrompe circa a metà del tratto di solco. In questo tratto di sentiero, la larghezza dell'ampio solco longitudinale varia da 48 a 60 cm, con una profondità massima di 14 cm.

Il segmento P1\_12 (Figure S4.35-S4.37, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,49 e una larghezza massima di circa m 1,75. Il fondo di questo segmento di sentiero, dal punto di vista morfo-strutturale, è del tutto identico a quello dei due segmenti precedenti, con l'unico solco centrale che varia in larghezza da 45 a 50 cm e ha una profondità di circa cm 15. Anche qui sono presenti segni diffusi di ritocco antropico recente e ampie zone di rottura delle forme originarie. Tutta la larghezza del segmento P1\_12 è attraversata da una profonda e vistosa fessura da infiltrazione.

Il segmento P1\_13 (Figure S4.38-S4.40, Panarello e Mietto [2022d]), che ha una lunghezza frontale di m 1,94 e una larghezza massima di circa m 1,80, è il primo di una serie di segmenti di estrema importanza per la comprensione e la validazione del sentiero P1 come vera testimonianza fossile, nonché per la perfetta comprensione della sua struttura e della sua evoluzione morfologica. Infatti, nel suo spazio, in cui è sempre visibile la zona di contatto fra le unità stratigrafiche LS07 e LS08, con l'intercapedine di pomici e brecce che le separa, sono visibili ben due elementi che confermano inoppugnabilmente che una parte del fondo di questo segmento di sentiero è rimasto intatto fin dalla preistoria. Il primo, e più evidente (soprattutto nella mappa di profondità), di tali elementi è il margine a valle del grande solco longitudinale, che è molto simile a una cresta ondulata – un vero e proprio lungo, sinuoso bordo di espulsione – in cui sono evidenti persino le colature in successione dei materiali del deposito dalle consistenze evidentemente diverse. Questa struttura può essersi formata solo quando il substrato era ancora plastico.

Il secondo elemento è una rottura curvilinea, dall'andamento longitudinale, causata da un taglio antropico recente che ha causato uno scollamento fra la superficie al tetto del livello impresso LS7 e quella alla base dei materiali di sigillo.

Nello spazio del medesimo sentiero, inoltre, è bene visibile un dettaglio archeologico che consente di capire come l'uomo abbia agito, nelle epoche più recenti, per modificare l'aspetto delle formazioni originarie, trasformandole in ciò che vediamo oggi. Infatti, mentre il margine a valle dell'ampio solco longitudinale non è stato toccato, il margine a monte appare solo parzialmente normalizzato: le evidenti e numerose scalpellature, presenti nella parte più orientale della paretina, mostrano come uno o più solchi originari (le piste/formazioni preistoriche) siano state unificate in un unico solco, ben più largo e utilizzabile, che ha, qui, una larghezza massima intorno ai 50 cm. Sul fondo dell'alveo del solco più stretto, cioè nella sua parte non ampliata, a partire dal successivo segmento P1\_14, si notano delle depressioni in successione perfettamente



compatibili con la deambulazione umana, anche se fortemente danneggiate e assolutamente prive di dettagli anatomici conservati. Nella zona sub-planare, che segna il margine a monte del substrato riesumato del segmento P1\_13, sono anche visibili depressioni compatibili con orme fossili di paleofauna, le quali sono attualmente oggetto di studio [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017b; Pillola et al., 2020].

Il segmento P1\_14 (Figure S4.41-S4.43, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,99 e una larghezza massima di circa m 1,75. Anche questa superficie è di estremo interesse. Essa conserva, nella sua parte centrale, il proseguimento del solco più stretto, parzialmente ampliato nel precedente segmento e, nel suo alveo (largo, anche qui, circa 20 cm), si riconoscono almeno due depressioni reniformi, lunghe circa 26 cm, che hanno concavità rivolta, in alternanza, verso l'interno. Come quelle presenti nel precedente segmento di sentiero, anche queste cavità potrebbero essere ciò che resta di impronte umane preistoriche, ma l'assenza di dettagli anatomici impedisce di fare valutazioni obiettive. Le geomorfologie, in questa parte del sentiero preistorico P1, sono quasi intatte sia nel margine a monte sia in quello a valle, dove colpisce ancora la presenza di quella cresta/bordo di espulsione con annesse colature di materiale già descritta nel precedente segmento di sentiero. Analogamente, nella zona sub-planare di paleosuperficie, che segna il margine a monte del substrato riesumato del segmento P1\_14, sono anche visibili depressioni compatibili con orme fossili di paleofauna, le quali sono attualmente oggetto di studio.

Il segmento P1\_15 (Figure S4.44-S4.46, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 2,10 e una larghezza massima di circa m 2,72. Esso è certamente il tratto di sentiero di maggiore interesse per la sua ricchezza di elementi di interesse icnologico analizzati e da analizzare. La zona più a monte, subplanare, larga massimamente 65 cm, appare riesumata dal taglio antropico recente, che ha smussato il lembo distale dell'unità tufacea litoide di sigillo (LS8) e distrutto l'intercapedine di pomici e frammenti litici, debolmente cementati. In questo spazio, come pure in quello della parte centrale del segmento di sentiero, sono conservate delle depressioni compatibili con orme umane, ma sono troppo povere di elementi obiettivi per una loro validazione definitiva come icniti. Al contrario, fra le depressioni compatibili con orme animali che le affiancano, alcune delle quali sono ancora oggetto di analisi scientifica, ve ne sono due che sono già state confermate e attribuite a un esemplare di unguato [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017b; Pillola et al., 2020]. Ubicate nella parte più occidentale e centrale dello spazio del segmento P1\_15, esse conservano evidenti sia i segni delle due unghie sia quelli degli speroni. I bordi di espulsione sono stati cancellati dal transito ripetuto su quella parte di sentiero, ma la loro autenticità è sicura per la presenza di elementi anatomici conservati assolutamente inequivocabili [Panarello et al., 2017b]. La lunghezza generale (assiale) di queste due impronte varia da 5,3 a 5,5 cm, mentre la massima larghezza varia da 2,7 a 3 cm.

Nella fascia più meridionale del segmento P1\_15, dove il sentiero si allarga e la pendenza si riduce, sono ubicate le orme A2, A3, A4 e A5 della bellissima Pista A di Foresta, costituita da almeno 26 impronte umane fossili accertate [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello et al., 2017a;b; 2020; Panarello, 2020; Avanzini et al., 2020]. Il fatto che la pista abbia origine dal sentiero va letto sia come un'ulteriore prova della sua autenticità sia come prova che il medesimo spazio di paleosuperficie, in tempi preistorici, veniva percorsa, in entrambe le direzioni, da ominini e animali.

Il segmento P1\_16 (Figure S4.47-S4.49, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,97 e una larghezza massima di circa m 1,56. Nel suo margine a monte è sempre visibile la linea di separazione delle due unità stratigrafiche LS7 e LS8, il che significa che l'ampiezza del sentiero è interamente visibile. In questo segmento, nel cui margine a monte è sempre visibile la discontinuità stratigrafica fra l'unità impressa e quella di sigillo, non si rilevano strutture di particolare interesse, se si fa eccezione per un solco (largo da 10 a 22 cm) che si estende per tutto il margine meridionale e che include alcune depressioni di forma oblunga, le quali sono

compatibili, dimensionalmente, con le altre orme fossili di piedi umani nudi ritrovate nel medesimo geosito. Qui, come altrove, nello spazio del sentiero P1, si fa largo la possibilità che tali depressioni allineate siano ciò che resta di una successione di orme umane distrutte dall'azione naturale e/o antropica, ma nessun elemento obiettivo si è conservato per poter confermare o smentire questa possibilità.

Il segmento P1\_17 (Figure S4.50-S4.52, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,44 e una larghezza massima di circa m 1,47. Esso è molto simile al precedente, di cui si può considerare una naturale continuazione. Anche qui, infatti, nel suo margine a monte è sempre visibile la linea di separazione delle due unità stratigrafiche LS7 e LS8 e, anche in questo segmento, la superficie, messa a nudo dal taglio della roccia del livello LS8, è scabra e rotta dai colpi dati per livellare le asperità. Anche l'unico solco che lo attraversa prosegue nella stessa direzione e nella stessa posizione planimetrica – con larghezza variabile da circa 9,2 cm a circa 20 cm – estendendosi per tutto il margine meridionale e inglobando una serie di depressioni oblunghe che qui, però, evidenziano colpi di escavazione antropica. Purtroppo, neppure qui si sono conservati elementi obiettivi per classificarle come orme autentiche. Dal punto di vista rigorosamente morfologico, va segnalato che il bordo che limita a Sud lo spazio del segmento di sentiero è interrotto, nella sua estremità più orientale, da un ampio spazio che somiglia a una rottura creata per agevolare il deflusso delle acque meteoriche. Il solco propriamente detto, più volte richiamato e descritto, termina in corrispondenza di questa rottura e non ricompare più. Infine, tutta la superficie del segmento P1\_17 è attraversata da una profonda fessura verticale. Il segmento P1\_18 (Figure S4.53-S4.55, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,66 e una larghezza massima di circa m 1,47. La sua superficie è interamente danneggiata dai tagli antropici, che qui hanno avuto effetti veramente invasivi e distruttivi. Nessun elemento di obiettivo interesse icnologico è stato, finora, individuato in questa zona.

Il segmento P1\_19 (Figure S4.56-S4.58, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,98 e una larghezza massima di circa m 1,60. Questo segmento di sentiero, come il descritto segmento P1\_15, è certamente uno dei più interessanti dell'intera struttura preistorica. Nel suo spazio più a monte, certamente messo a nudo da un taglio antropico recente del margine distale del sigillo litoide naturale, è stata riesumata un'ampia zona di paleosuperficie, interamente coperta da "mud-crack" sulla quale è conservata almeno un'orma accertata di un possibile esemplare di *Ursidae* [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017b; Pillola et al., 2020; Palombo, questo volume, pp. 69-100]. Questa bellissima impronta, solo sfiorata dal colpo di un piccone, conserva sia il bordo di espulsione sia tutti i particolari anatomici, compresi i possibili fori delle unghie nel suo fronte distale. Si può affermare con certezza che l'orma è pressoché intatta, poiché sia la sua superficie interna sia i bordi sul suo perimetro preservano le medesime fratture da essiccazione che tappezzano il medesimo substrato, senza mostrare il minimo ritocco e/o la minima alterazione. Altrettanto interessante è la direzione del passo che essa suggerisce, orientata verso Nord, cioè verso la parte ancora sigillata dalla copertura del deposito di tufo litificato LS8. Questa è la prova inequivocabile che nuove evidenze icnologiche sono tuttora sepolte.

Un altro elemento di grande interesse e di estrema importanza, icnologica e archeologica, è un'impronta umana, solo parzialmente ritoccata, che è ubicata nella parte mediana e più occidentale del segmento P1\_19 [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a; Panarello et al., 2020]. Essa, infatti, rappresenta l'unico esempio, nell'intero sentiero, in cui i dati anatomici e dimensionali superstiti si possono, rispettivamente, riferire con certezza all'impronta di un piede sinistro umano nudo e sono compatibili con quelle delle impronte accertate della Pista B [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020]. Inoltre, cosa di straordinaria importanza archeologica, sebbene nelle sue morfostrutture siano evidenti i danni causati dal ritocco antropico recente, essi non hanno cancellato tutti i dettagli connotanti, consentendo, così, di capire anche come e con quali strumenti avevano luogo la modifica e la rifunzionalizzazione moderna delle icniti umane preistoriche ubicate nello spazio del sentiero. Con uno scalpello o

piccozza, con taglio lineare largo circa cm 4, si procedeva prima al taglio di uno dei due margini longitudinali e poi all'ampliamento della cavità generale in quantità sufficiente per alloggiare comodamente uno scarponne. Nell'orma di cui si parla, denominata P1\_19\_Det. 1 [Panarello, 2016a] è stato tagliato, per primo, il margine longitudinale a monte, al pari della zona mediale più prossimale, dove si nota almeno un chiaro colpo di scalpello largo, appunto, 4 cm. Come predetto, l'orma si può riferire a un piede sinistro lungo circa 21 cm e largo circa 10,5 cm. Quest'orma è contenuta in una cavità più ampia larga circa 35,5 cm e larga circa 15,5 cm.

Analizzando le evidenze di tutti i segmenti precedenti e di questo, in particolare, si può chiaramente arguire che gli artigiani incaricati di livellare il fondo del Sentiero P1 – in un'ottica di economia del lavoro e di ottimizzazione del risultato finale (che era quello di stabilizzare il passo) – sceglievano le cavità già esistenti (le quali, proprio perché lasciate da ominini preistorici, erano già organizzate secondo uno schema capace di soddisfare sia il passo umano sia quello degli equini da soma, cioè di asini e muli) e si preoccupavano solo di allargarle e livellarle scalpellandone i bordi e il fondo e creando dei sistemi di drenaggio capaci di evitare il ristagno dell'acqua. Tale logica trova la massima spiegazione e testimonianza nel menzionato dettaglio P1\_19\_Det.1, ubicato nello spazio del segmento P1\_19. Nella parte più occidentale del bordo arrotondato, ubicato lungo l'estremità meridionale del segmento di sentiero, si nota una zona rilevata che ha la forma di un trapezio isoscele con la base maggiore rivolta a valle. Essa è ciò che resta di una forma rocciosa originaria rotta per creare una delle zone di deflusso idrico già nominate e segnare una probabile linea di cesura.

Altri segni di azione antropica sono leggibili nello spazio del segmento P1\_19, ma essi hanno un significato solo archeologico. Sul fondo tufaceo, infatti, sono riconoscibili, un foro quadrangolare con il lato di circa cm 10, profondo ca. cm 8 (che è il foro di alloggiamento di un palo) e ampie zone scalpellate di forma quadrangolare, forse utilizzate per alloggiare, in modo stabile, contenitori come sporte, sacchi, basti o altri recipienti. Anche sulla parete a monte è un segno evidente di taglio recente della parete rocciosa, consistente in una grezza scanalatura verticale. Il segmento P1\_20 (Figure S4.1.59-S4.61, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 2,03 e una larghezza massima di circa m 2,10. Nel suo spazio inizia una grande zona subplanare, che si estende anche nei segmenti successivi, la cui superficie conserva i segni più evidenti e distruttivi del livellamento antropico recente. Come constatato anche altrove, nell'intero areale del vulcano Roccamonfina [Panarello, 2016b], era pratica comune creare areole nelle vicinanze di mulini per usarle come aie ed è probabile che ciò sia avvenuto anche qui. La parte meglio conservata, che conserva ampie zone con fessurazioni da *mud-crack*, è quella più a monte, riesumata per ultima, la quale, essendo già naturalmente sub-planare, non è stata ulteriormente scalpellata. In questa zona si notano delle conchette di varia dimensione, in parte naturali, troppo povere di dettagli connotanti per poter essere valutate in modo obiettivo. Circa a metà della parte più meridionale dello spazio del segmento P1\_20 è ubicata una depressione reniforme, anch'essa danneggiata dal taglio antropico, la quale ha forma, dimensioni (lunghezza ca. 27 cm; larghezza ca. 10 cm) e posizioni compatibili con quelle di un'impronta umana. Essa, infatti, è ubicata lungo quella direzione già più volte evidenziata e che ricomparirà più avanti, la quale sembra proprio essere ciò che resta della parte preistorica del sentiero. Tuttavia, oltre ai dati dimensionali e a una forma troppo vaga per poter essere valutata con obiettività, anche in questo caso non si sono conservati elementi probanti.

Il segmento P1\_21 (Figure S4.62-S4.64, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,95 e una larghezza massima di circa m 2,12. La superficie al suo interno, come nel precedente segmento, appare subplanare per un'accurata azione di spianamento antropico recente che ha, praticamente, cancellato ogni asperità naturale. Solo nella parte a monte, nello spazio mezzo a nudo in occasione dell'ultimo ampliamento del sentiero, sulla superficie scabra e segnata dalle fessure di essiccazione, fra le picconate, si notano alcune cavità compatibili di orme di paleofauna, le quali sono tuttora oggetto di studio. La zona più a valle della superficie



si presenta lisciata e segnata, in tutta la lunghezza del suo margine, da una fessura beante. L'intera superficie è, invece, attraversata da due solchi simili a linee di cesura.

Il segmento P1\_22 (Figure S4.65-S4.67, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,50 e una larghezza massima di circa m 1,94. Nella sua superficie, resa scabra e subplanare dall'azione umana recente, non sono visibili elementi valutabili obiettivamente.

Il segmento P1\_23 (Figure S4.68-S4.70, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,98 e una larghezza massima di circa m 3,12. L'aspetto generale della sua superficie, non è dissimile da quelle ubicate nello spazio degli ultimi segmenti descritti, con la parte meglio conservata ubicata nella zona riesumata più recentemente. Tuttavia, questo segmento è molto importante per comprendere appieno la struttura del sentiero e quella generale dell'icnosito. Infatti, nel punto in cui si registra una leggera riduzione dell'inclinazione generale del pendio, si nota il punto in cui ha inizio la "Pista B" di impronte umane conclamate [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008; Panarello, 2020]. In sostanza, è questo il punto in cui, un secondo ominide decise di lasciare la direzione del sentiero e di incamminarsi in discesa. Ciò rende più accettabile la possibilità che le cavità in successione precedentemente descritte, anche se semidistrutte dal taglio recente, possano essere state veramente delle orme fossili.

Il segmento P1\_24 (Figure S4.71-S4.73, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di m 1,90 e una larghezza massima di circa m 3,21. Il segmento P1\_24 conserva evidenze icnologiche importantissime, ubicate sul lembo più meridionale del suo spazio. Si tratta di una successione di almeno quattro orme fossili recentemente attribuite all'icnospecie *Proboscipeda panfamilia* [Palombo et al., 2018; Pillola et al., 2020]. Esse potrebbero essere sia collegate ad altre orme, già individuate ed oggetto di studio, sia ad altre orme ancora coperte dal sigillo naturale del deposito LS8. Lungo il bordo meridionale del sentiero, nella sua parte interna, si riconosce un lieve allineamento di depressioni, ubicate nel prolungamento geometrico del solco più volte intercettato e descritto in precedenza.

Il segmento P1\_25 (Figure S4.74-S4.76, Panarello e Mietto [2022d]) ha una lunghezza frontale di circa m 9,00. La sua superficie, che non è coperta dalla passerella metallica, è stata riesumata durante i lavori di pulizia, effettuati dall'équipe di ricercatori, nell'autunno del 2010. Essa si presenta esattamente come quella del segmento precedente, cioè ha l'aspetto di un'aia allungata la cui parte più orientale, nella sua parte meridionale, è andata completamente distrutta da un taglio di cava molto profondo, che ha creato una profonda tacca nella parete e ha dato forma sub-triangolare allungata all'intera planimetria del segmento. La sua larghezza, così, si riduce procedendo da Ovest e Est, e passa da circa m 2,00 a circa cm 80. La superficie è devastata dall'azione di livellamento recente, ma, su di essa sono ancora depressioni in successione, che si allineano nella stessa direzione del solco più volte menzionato, e altre morfologie ascrivibili a possibili orme animali. Dopo il primo rilievo, esse sono ancora oggetto di studi.

## Interpretazione e contestualizzazione della struttura

I dettagli e le descrizioni fornite nel precedente paragrafo offrono un quadro inequivocabile per la conferma che la cengia che domina il pendio con le "Ciampate del diavolo" è realmente un sentiero preistorico. Questa realtà, peraltro, era già stata accolta e confermata anche dalla comunità scientifica internazionale [Panarello et al., 2017a]. Nonostante le alterazioni delle strutture originarie ad opera dell'uomo delle epoche storiche e degli agenti naturali, molti elementi connotanti sono sopravvissuti e raccontano una storia affascinante, che parla di una sporgenza fangosa sulla quale camminarono ripetutamente uomini e animali, lasciandovi le loro tracce. Dalla direzione di questo sentiero principale, si staccarono gli autori delle varie piste di impronte presenti nel geosito e sulla stessa direttrice, ormai fossile, si mossero gli uomini nelle epoche storiche. Non è nota al mondo, finora, nessun'altra strada o sentiero che abbia conservato

inalterata la sua direzione per circa 350.000 anni e questo è provato anche dalle cartografie attuali, che ricalcano totalmente quelle più antiche. Qualunque siano state le ragioni della frequentazione di questo lembo di territorio vulcanico, rimane la costanza millenaria con cui essa è stata scelta e mantenuta. Certamente un ruolo determinante hanno avuto le geomorfologie, estremamente vincolanti, ma le ragioni devono essere state anche altre e, soprattutto su quelle più antiche, le ricerche sono ancora in corso [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a].

Per tornare alla valutazione delle caratteristiche morfostrutturali del sentiero P1, appare evidente che, nonostante i segni lasciati dagli strumenti metallici e i cambiamenti imposti alle forme originarie, la disposizione planimetrica e altimetrica dei solchi, delle gibbosità e delle cavità - riferibili con certezza e/o in modo presunto a orme fossili umane e animali - appare del tutto illogica se si vuole leggere come l'attuazione di un progetto di viabilità concepito in modo, per così dire, "moderno". Il tutto, trova, invece, completa e razionale spiegazione, peraltro archeologicamente documentata, se viene interpretato come adattamento di strutture preesistenti e ascrivibili solo a un transito preistorico casuale e assolutamente non preordinato, che ha avuto luogo su una superficie ancora molle e deformabile e, quindi, capace di conservare le impronte dei camminatori.

La storia millenaria del sentiero P1 inizia, quindi, intorno ai 350.000 anni fa, epoca in cui il vulcano Roccamonfina eruttò creando un deposito piroclastico. Sulla sua superficie, ormai fredda e fangosa, camminarono, ripetutamente e in tutte le direzioni, uomini e animali, lasciando le loro orme. L'area occupata dal Sentiero P1, come rivela la lettura delle morfologie in affioramento, doveva essere solo il margine meridionale di un'area più estesa, la quale, durante e dopo la frequentazione da parte di ominini e animali, fu parzialmente ricoperta dai materiali eruttati successivamente, i quali riempirono tutte le cavità preesistenti (orme comprese) e ne favorirono l'essiccazione e la fossilizzazione.

I materiali litificati dell'eruzione che mise in posto il deposito corrispondente al livello LS8, la cui massa ha, oggi, un margine distale più arretrato rispetto a quello del livello impresso (LS7), crearono, di fatto, la cengia naturale su cui si snoda il Sentiero P1. Tutto ciò, stando alle datazioni radiometriche disponibili, ebbe luogo in un'epoca compresa fra 350 e  $349 \pm 3$  kyrs [Santello, 2010; Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017a].

Lo spazio creatosi venne a configurarsi come un tratturo naturale, un vero sentiero preistorico, che fu frequentato regolarmente per un certo tempo. Ciò è provato dalla grandezza di alcune gibbosità risparmiate dal taglio antropico recente, che danno, al fondo roccioso, l'aspetto di un sentiero di neve o di fango battuto da un passaggio caotico e ripetuto di camminatori, proprio come si può osservare oggi in un'escursione trekkingistica.

Dopo la litificazione, in un tempo individuabile solo sulla base di alcuni reperti e segni di epoca medievale, ritrovati durante i lavori di pulizia del sito [Panarello, 2016a;b], il fondo originario, poco più che uno scrimolo (largo al massimo 1,40 m), fu rotto per la prima volta da un taglio antropico avente il solo scopo di livellarlo per rendere più sicuro il transito degli uomini e degli animali domestici. Il terzo e ultimo ritocco alle strutture del sentiero ebbe luogo nell'intervallo cronologico fra il 1807 e il 1833 [Panarello et al., questo volume, pp. 33-48], quando il sentiero originario, già modificato, fu ulteriormente ampliato mediante la rottura del lembo distale della formazione di tufo litoide dell'unità stratigrafica LS8, anch'essa creata in tempi preistorici [Santello, 2010; Panarello 2016a; Panarello et al., 2017a]. Quest'ultima azione di taglio e modifica delle strutture, come ha evidenziato la descrizione dei singoli segmenti di sentiero, è rimasta incompiuta in molti punti, consentendo, così, di comprendere l'antichità del sentiero e i vari livelli e metodi di evoluzione e di alterazione delle sue strutture.

Dunque, sulla base delle evidenze, rilevate in tutto lo spazio del Sentiero P1, esaminate nei minimi dettagli e precedentemente descritte, è possibile concludere che i frequentatori più recenti della zona - per sfruttare al meglio un mulino ad acqua ubicato a breve distanza, per attingere acqua a una sorgente di acqua potabile, o per estrarre blocchi di tufo per l'edilizia -

decisero di migliorare il fondo del sentiero originario e lo fecero rompendo ogni asperità naturale che videro come intralcio alla sicurezza e al miglioramento del passo. In quest'opera di modifica, essi decisero di capitalizzare quanto già esisteva, cercando di ottenere – com'è logico – il massimo risultato con il minimo sforzo. Così preferirono modificare, ampliandole, le cavità costituite dalle orme lasciate dagli uomini e dagli animali preistorici, ampliandole quanto bastava per alloggiare comodamente gli scarponi dei frequentatori umani e gli zoccoli degli animali da soma. Il tutto fu completato dalla realizzazione di un rudimentale sistema di drenaggio delle acque meteoriche che, soprattutto, nei periodi piovosi, rendeva ancora più sicuro il passaggio. La disposizione delle icniti e delle pseudo-icniti nello spazio del sentiero P1 rispetta tutti i parametri comportamentali descritti da G.H. Bates nella sua preziosa verifica sperimentale, in cui spiegò le logiche alla base della prima scelta di un percorso da seguire da parte di un deambulatore e quali meccanismi mentali e naturali trasformino una pista occasionale in un vero e proprio sentiero [Bates, 1950]. Il tracciato più antico e più stretto del Sentiero P1, infatti, cioè quello preistorico, tiene conto delle asperità naturali e delle pendenze dello scrimolo, è facilmente individuabile visualmente, non è perfettamente rettilineo ed ha un'ampiezza minore di due piedi (cioè minore di 60,96 cm). I requisiti descritti da Bates, infine, sono rispettati anche nella scelta dei frequentatori successivi di accettare istintivamente le scelte del primo deambulatore [Bates, 1950], nel fatto, più volte ripetuto, che gli artefici più recenti hanno preferito modificare il tracciato che già esisteva, piuttosto che crearne uno nuovo. Come accennato, non sono noti, fino a oggi, in nessun'altra parte del mondo, altri tratturi o sentieri umani che siano altrettanto antichi, pertanto il Sentiero P1 è, per il momento, può essere considerato come il sentiero più antico del pianeta [Panarello et al., 2017a]. Ancora, il Sentiero P1 compare costantemente sulle carte topografiche antiche, note a partire dai primi anni del secolo XIX (Reale Ufficio Topografico Napoletano, 1836-1840; 1834-1860), e anche su quelle attuali (Istituto Geografico Militare di Firenze, 1984) ed è stato percorso regolarmente a partire almeno dal secolo XII, come provato da alcuni frustoli ceramici, riesumati in loco durante i lavori di pulizia del sito effettuati dal 12 al 17 ottobre 2009 dall'équipe scientifica diretta dal prof. Paolo Mietto, e consegnati alla competente Soprintendenza Archeologica. Se questo dato si unisce a quello della massima antichità finora attestata, si può affermare che, al momento, esso rappresenta l'unico e più duraturo esempio di persistenza nella scelta delle direttrici d'insediamento in aree fortemente condizionate dalle geomorfologie [Panarello, 2016a].

## Bibliografia

- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M. and Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Avanzini M., Citton P., Mietto P., Panarello A., Raia P., Romano M., Salvadori I. (2020). *Human footprints from Italy: the state of the art*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 213-232. DOI:10.3304/JMES.2019.003
- Bates G.H. (1950). *Track Making by Man and Domestic Animals*. *The Journal of Animal Ecology*, 19 (1): 21-28.
- Farinaro G. (questo volume). 6. *Tora e Piccilli. Appunti di geografia storica*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 57-68.
- Kim J.Y., Kim K.S. and Lockley M.G. and Matthews N. (2008). *Hominid Ichnotaxonomy: An Exploration of a Neglected Discipline*. *Ichnos*, 15: 126-139.



- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.
- Panarello A. (2016a). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute - Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.
- Panarello A. (2016b). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2020). *A snapshot on some everyday actions of a Middle Pleistocene hominin: the Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora e Piccilli, Caserta, Central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013
- Panarello A., Farinano G., Mietto P. (questo volume). *L'ichnosito delle località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo"*. Dalla leggenda alla realtà scientifica. Misc. INGV, 64: 123-164.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47.
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The "Combined Method" helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Mietto P. (2022d). *Atlante visuale del sentiero preistorico P1 di Tora e Piccilli*. Misc. INGV, 64S4: 1-86 <https://doi.org/10.13127/misc/64/S4>
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017b). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinano G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Panarello A., Pandolfo G., Mietto P. (questo volume). *Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo"*. Dalla leggenda alla realtà scientifica. Misc. INGV, 64: 33-48.
- Panarello A., Santello L., Farinano G., Bennett M. R., Mietto P. (2017a). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *The Pleistocene non-hominid vertebrate ichnofossil record in Italy*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*. *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 193-212. DOI:10.3304/jmes.2020.16872
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova, con bibliografia.



# Osservazioni sui meccanismi di locomozione dell'autore della Pista A delle "Ciampate del diavolo"

Alessandro Mondanaro<sup>1,2</sup>, Adolfo Panarello<sup>3</sup>, Maria Modafferi<sup>1</sup>, Marina Melchionna<sup>1</sup>, Carmela Serio<sup>1</sup>, Francesco Carotenuto<sup>1</sup>, Stefano Tavani<sup>1</sup>, Paolo Mietto<sup>4</sup>, Pasquale Raia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse

<sup>2</sup>Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra

<sup>3</sup>Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>4</sup>Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords Biomeccanica dell'andatura; Icnologia umana; Modello dinamico; Stima della massa corporea; Stima della statura | *Gait biomechanics; Human ichnology; Dynamic model; Body mass estimate; Stature estimate*

## Abstract

Il sito di Roccamonfina, famoso in tutto il mondo, rappresenta una delle pochissime opportunità per indagare sull'evoluzione della locomozione bipede degli uomini del Pleistocene medio. Il sito comprende almeno 80 impronte umane finemente conservate in posizione anatomica, coordinate in quattro piste. Si è applicato un modello biomeccanico per verificare se gli individui del Roccamonfina minimizzavano il dispendio energetico durante la locomozione, muovendosi in discesa lungo un percorso obliquo che tagliava il pendio per evitare la pendenza più ripida. In linea con la modellazione biomeccanica, si è trovato che gli esseri umani del Roccamonfina hanno regolato la loro strategia d'andatura in funzione del gradiente del pendio in modo efficace dal punto di vista del costo energetico. Inoltre, l'applicazione del modello ha permesso di stimare la statura e la massa corporea di un individuo particolare. I risultati rientrano perfettamente nella variabilità degli ominini eurasiatici del Pleistocene medio.

*The world-famous Roccamonfina site represents one among the very few opportunities to investigate about the evolution of bipedal locomotion of Middle Pleistocene humans. The site includes at least 80, finely preserved human footprints in anatomical position, divided into four trackways. We applied a biomechanical model to verify if the Roccamonfina's individuals minimized energy expenditure during locomotion, moving downhill along an oblique route cutting the slope in order to avoid the steepest gradient. In keeping with the biomechanical modelling, we found Roccamonfina's humans adjusted their walking strategy as a function of the slope gradient in a cost effective way. Moreover, the application of the model allowed to estimate stature and body mass of a particular individual. The results perfectly fits within the variability of eurasiatic Middle Pleistocene hominins.*

## Introduzione

Il sito paleontologico di "Ciampate del diavolo" sorge sul versante nord-est del vulcano di Roccamonfina, precisamente nella municipalità Foresta, comune di Tora e Piccilli, in provincia di Caserta (N41°19.954' - E14°01.488') (Figura 13.1). Prima della sua scoperta, il sito era strettamente legato ad una leggenda popolare secondo cui un inquietante presenza soprannaturale, il diavolo appunto, era stato capace di camminare sulla lava bollente ed era quindi responsabile delle numerose tracce di camminamento presenti all'interno del sito. Tuttavia a partire dal 2001, anno della scoperta, il sito si è slegato definitivamente dalle leggende ed ha



cominciato ad assumere un valore archeologico, nonché paleontologico e geologico di grandissimo interesse. Si sono dovuti attendere però due anni prima che l'inestimabile valore di quelle impronte fosse diffuso in campo scientifico. Infatti nel 2003, un team di scienziati italiani descrisse in dettaglio le impronte di Roccamonfina attraverso un articolo pubblicato dalla prestigiosissima rivista scientifica *Nature* [Mietto et al., 2003]. Gli scienziati corroborarono le prime supposizioni dei due scopritori del sito, Adolfo Panarello e Marco De Angelis, ovvero che le impronte avessero una natura antropologica e potessero quindi essere riconducibili ad una specie del genere *Homo* vissuta nel passato. Oltre a questa sensazionale scoperta, gli scienziati riuscirono anche ad ordinare l'insieme di tutte le impronte presenti nel sito delineando 3 percorsi di camminamento ben precisi (percorso A, B e C) (Figura 13.2 c, d), di cui dava un primo resoconto dimensionale, che è stato recentemente aggiornato dopo lunghi anni di rilievi e verifiche incrociate [Panarello, 2020; Panarello et al., 2020; Panarello et al., questo volume, pp. 123-164].

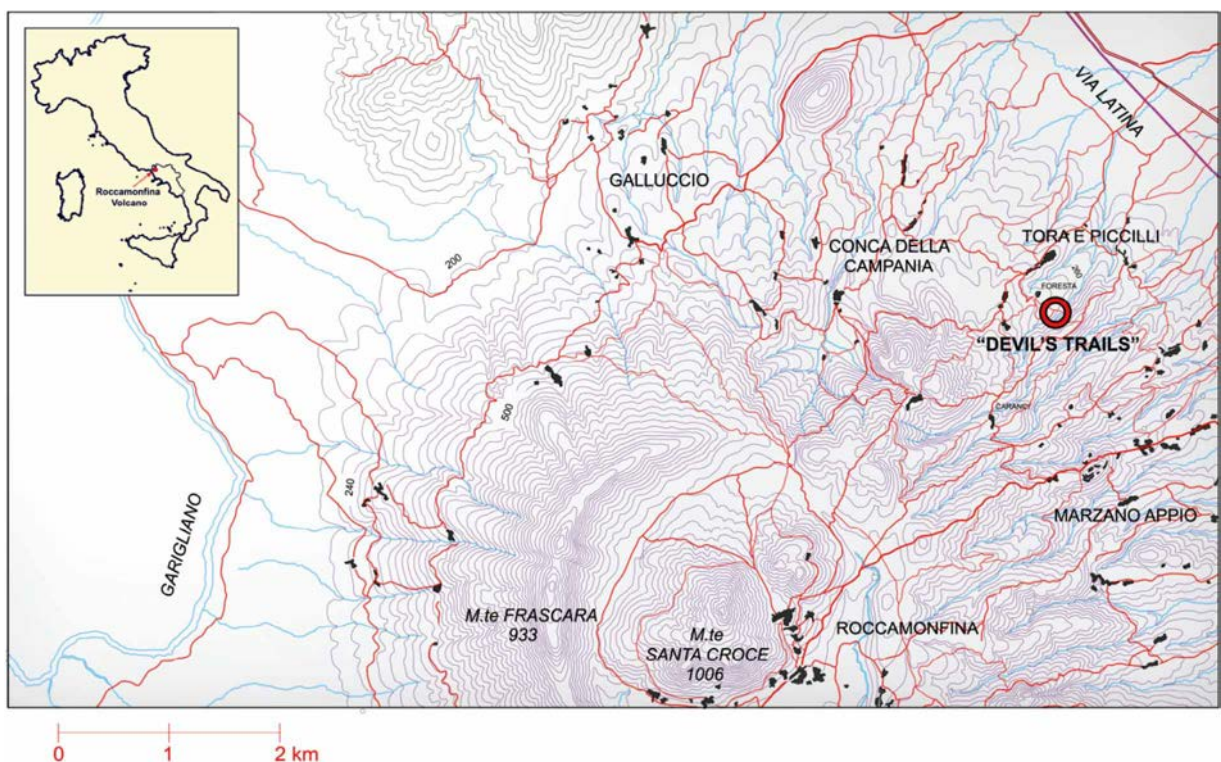


Figura 13.1 Localizzazione del sito di “Ciampate del diavolo” [da Panarello et al., 2017a].

Qualche anno dopo, gli stessi autori insieme ai due scopritori del sito fornirono una dettagliata caratterizzazione geologica e vulcanica del sito con lo scopo di inquadrare meglio il contesto geologico in cui l'individuo o gli individui di Roccamonfina avevano potuto tramandare le loro tracce [Avanzini et al., 2008] e precisarono la successione stratigrafica dei livelli di deposito [Santello, 2010 con bibliografia; Di Vito, questo volume, pp. 49-56].

## L'analisi dei meccanismi di locomozione

Dal punto di vista puramente paleo-archeologico, ancora oggi le impronte di Roccamonfina rivestono un'importanza assoluta. Esse, infatti, sono ancora fra le più antiche impronte umane fossili ritrovate fuori dal continente africano. Non a caso, in uno studio molto recente, un *team* di scienziati italiani e spagnoli ha analizzato in dettaglio il tipo di locomozione di uno degli

individui di Roccamonfina e, in particolare, quello responsabile della pista A. A tale scopo, gli studiosi hanno usato un modello matematico di locomozione umana capace di stimare i costi energetici necessari al movimento, ovvero, più specificamente parlando, capace di predire l'energia potenziale totale richiesta dal corpo umano ad ogni passo a causa delle oscillazioni verticali del centro di massa e dell'eventuale energia richiesta per compensare il dislivello del substrato. Tale modello, che tiene conto della lunghezza della gamba dell'individuo, della pendenza del substrato e della ampiezza della falcata, è stato adattato per analizzare l'energia totale spesa dall'individuo di Roccamonfina per percorrere parte del percorso A che, com'è noto [Mietto et al., 2003], si sviluppa su un substrato roccioso caratterizzato da un'alta pendenza e da numerosi dislivelli. Come si evince dall'articolo [Saborit et al., 2019], a causa del diverso stato di fossilizzazione e preservazione delle impronte e per evitare il rischio di deduzioni errate, lo studio si è focalizzato sulle impronte meglio preservate presenti nella parte centrale e terminale del percorso A, rispettivamente sulle impronte 11-14 e 21-25 seguendo l'annotazione descritta in Avanzini et al. [2008] (Figura 13.3 A).

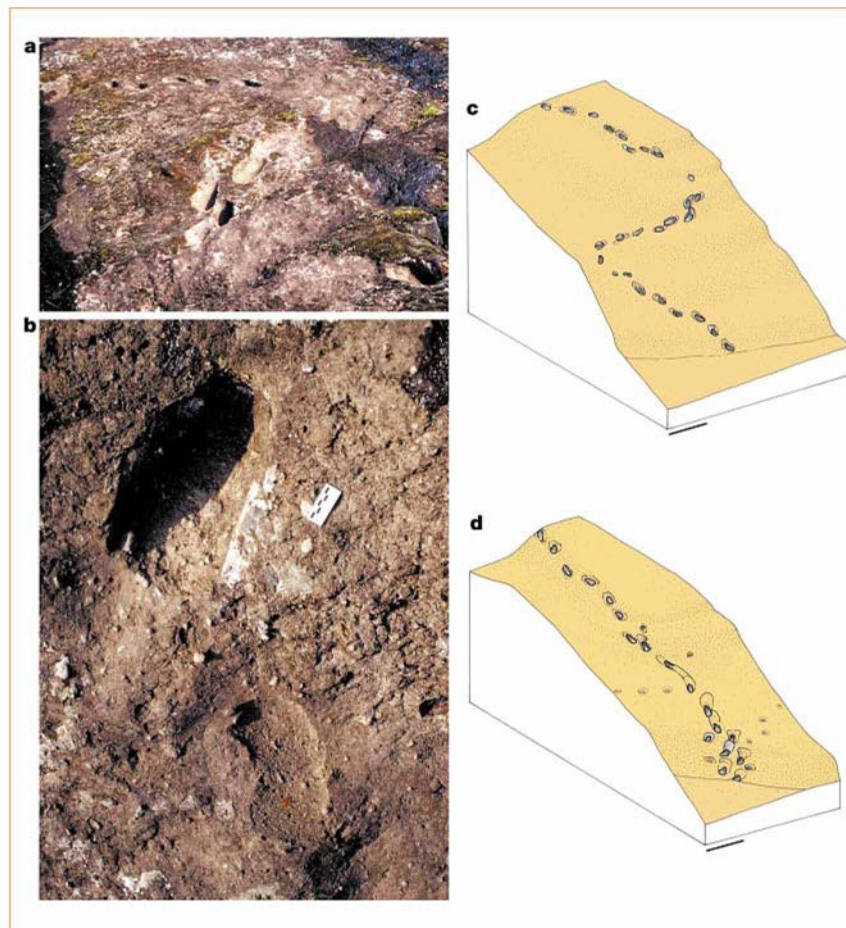
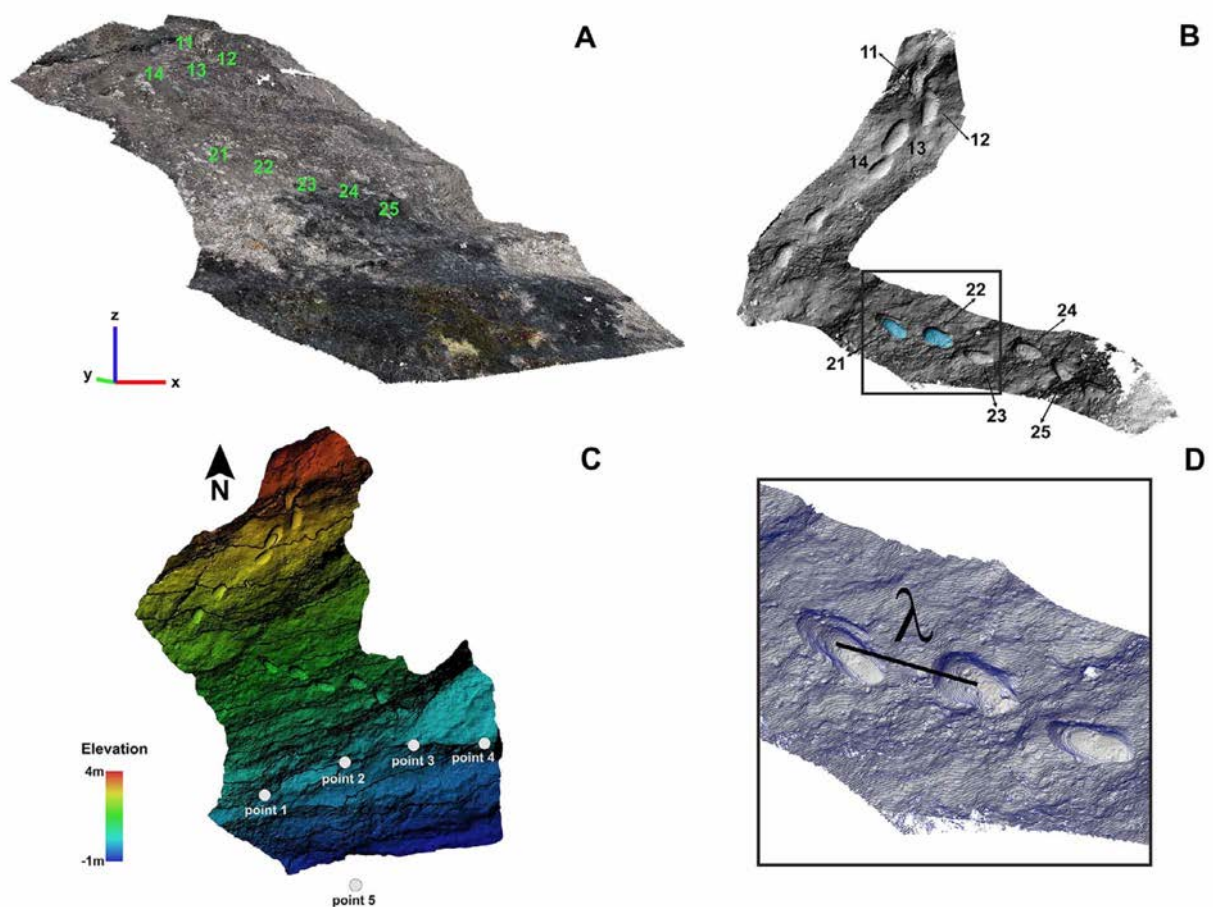


Figura 13.2 a, b) Le impronte del Roccamonfina; c, d) diagrammi dei percorsi A e B [da Mietto et al., 2003].

La prima parte del lavoro si è svolta su campo, grazie alla collaborazione di un team di geologi e alla supervisione icnologica di uno dei due scopritori del sito, Adolfo Panarello. Il lavoro *in situ* ha permesso l'elaborazione digitale in 3D dell'area del sito oggetto di studio grazie a cui è stato successivamente possibile ricavare la stima della pendenza del substrato per ogni coppia di impronte consecutive, (Figura 13.3 C). Parallelamente sono state misurate le distanze tra la linea perpendicolare al tallone di un'impronta e l'intersezione di quest'ultima con la linea controlaterale relative all'impronta successiva in modo da quantificare la distanza ad ogni passo (Figura 13.3 B, D).



Per stimare invece la lunghezza della gamba, la quale è legata alla massa corporea, gli scienziati hanno costruito un database in cui hanno raccolto i dati relativi alla lunghezza della gamba (oppure hanno ricavato essa sommando le lunghezze di tibia e femore) associati alle specie del genere *Homo*, con lo scopo di costruire una relazione matematica che legasse la massa corporea alla lunghezza della gamba, valida per qualsiasi specie umana temporalmente correlata con l'individuo di Roccamonfina. Partendo quindi da un valore casuale di massa corporea preso da una distribuzione plausibile per il genere *Homo* (tra 40 e 90 kg di massa corporea) e reiterando tale processo attraverso molteplici simulazioni, si è potuta stimare la migliore combinazione di tutti i parametri previsti dal modello in modo da predire l'energia richiesta dall'individuo per passare da un'impronta a quella successiva, ovvero ad ogni passo compiuto. Una volta ricavate le stime relative alla massa corporea e alla lunghezza della gamba, quest' ultime sono, infine, state usate per determinare la statura dell'individuo di Roccamonfina.



**Figura 13.3** A) Impronte umane scelte come oggetto di studio; B) esploso del Digital Outcrop Model (DOM) raffigurante le impronte 21-22 nel contesto della pista A; C) Digital Outcrop Model del sito; D) esploso del DOM raffigurante le impronte 21-22 per descrivere il criterio con cui si è misurata la distanza tra ogni passo [da Saborit et al., 2019].

I risultati ottenuti da questo studio hanno permesso di quantificare l'energia totale spesa dall'individuo di Roccamonfina per percorrere gran parte del percorso A. Cosa più importante, dai dati stimati è emerso che l'andatura dell'individuo è rimasta pressoché costante nonostante i numerosi cambi di pendenza del substrato. Ciò lascia dedurre che l'individuo non fosse in difficoltà durante la fase di locomozione poiché aveva volontariamente scelto la via meno



dispendiosa per affrontare i vari dislivelli del substrato. I dati, quindi, confermano le ipotesi già introdotte dagli autori che in precedenza avevano studiato il sito, ossia che l'individuo coscientemente aveva scelto un percorso a zig-zag piuttosto che uno rettilineo per evitare i cambi di pendenza più netti, preoccupandosi inoltre di mantenere il miglior bilanciamento possibile ad ogni passo [Saborit et al., 2019].

In più, le stime di massa corporea e statura hanno dato ulteriori informazioni per quanto concerne l'attribuzione tassonomica dell'individuo responsabile delle "Ciampate del diavolo". Il peso stimato dagli autori di circa 68 kg è perfettamente in accordo col peso corporeo medio stimato per la specie umana tipica del Pleistocene Medio, ovvero *Homo heidelbergensis*, e si avvicina molto al peso medio di 69.1 kg stimato per i numerosi individui ritrovati nel sito spagnolo di Sima de Los Huesos (Atapuerca), uno tra i più noti siti antropologici datato circa 430.000 anni fa. Discorso simile per quanto riguarda la statura, poiché la stima approssimata di 1.60 m è in linea con quanto stimato dai reperti umani del Medio Pleistocene ed anche in questo caso risulta vicinissimo al valore medio riportato per gli individui di Sima de Los Huesos fissato a 1.63 m [Carretero et al., 2012; Arsuaga et al., 2014]. In definitiva, il confronto plausibile con il noto sito spagnolo lascia supporre che l'individuo di Roccamonfina ricalchi tutte le caratteristiche fisiche tipiche degli ominini presenti in Europa durante il Pleistocene Medio, in un momento temporale delicato a livello antropologico, per l'interazione sempre più stretta fra diverse specie di ominini.

## Osservazioni conclusive

La presenza umana nel sito di Roccamonfina è stata ulteriormente avvalorata dal ritrovamento di un artefatto tipico dell'industria umana del Paleolitico Inferiore, durante una nuova fase investigativa del sito compiuta tra il 2013 e il 2015. L'artefatto, ritrovato nell'intercapedine fra i livelli stratigrafici LS7-LS8, è strettamente correlato sia geologicamente che temporalmente alle impronte. Inoltre, il ritrovamento di altri artefatti umani nelle zone adiacenti al sito e le recenti scoperte di siti archeologici situati al confine tra la Campania e il Molise e riconducibili anch'essi al Paleolitico Inferiore, lasciano presupporre un'intensa pressione umana nel Centro-Sud Italia durante il Pleistocene Medio [Panarello et al., 2020 con bibliografia].

Inoltre, la collezione di impronte umane presenti nel sito di Roccamonfina è stata ulteriormente arricchita grazie al ritrovamento di nuove icniti, che hanno portato ad un totale di almeno 81 impronte accertate. Le nuove scoperte hanno incrementato il numero di impronte appartenenti alla Pista C e sono stati indotti 3 nuovi percorsi (D-E-F) [Panarello et al., 2020 con bibliografia]. Mentre due di essi sono soltanto accennati, dal momento che contano ognuno soltanto due impronte consecutive, il percorso E si configura come vera pista, contando ben quattro impronte in regolare successione (Figura 13.4), di cui una è in un ottimo stato di conservazione e ha lasciato addirittura chiare indicazioni sulla posizione dell'alluce e del secondo dito di un piede destro (Figura 13.5).

Molto interessanti dal punto di vista paleontologico sono anche le impronte di mammiferi vertebrati presenti nel sito. Tali impronte sono stratigraficamente e cronologicamente correlate alle impronte umane e, sebbene non siano particolarmente numerose, consentono di individuare almeno 4 diversi *taxa* [Panarello et al., 2017a, 2020; Palombo et al., 2018; Pillola et al., 2020]. Questi dati, combinati con quelli ricavati dai procedimenti dinamici descritti, contribuiscono a delineare uno scenario affascinante e ancora tutto da ricostruire. In tal senso, nuovi e precisi percorsi di ricerca sono già stati individuati e in attesa di essere sviluppati.

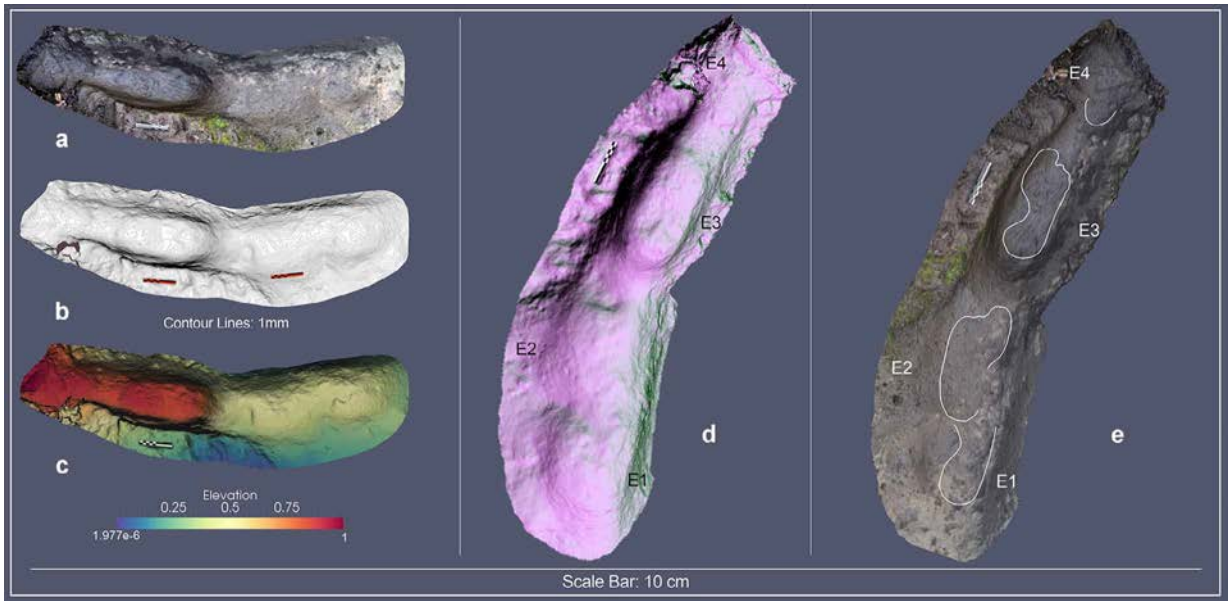


Figura 13.4 Modello 3D delle nuove quattro impronte umane relative al percorso E [da Panarello et al., 2020].

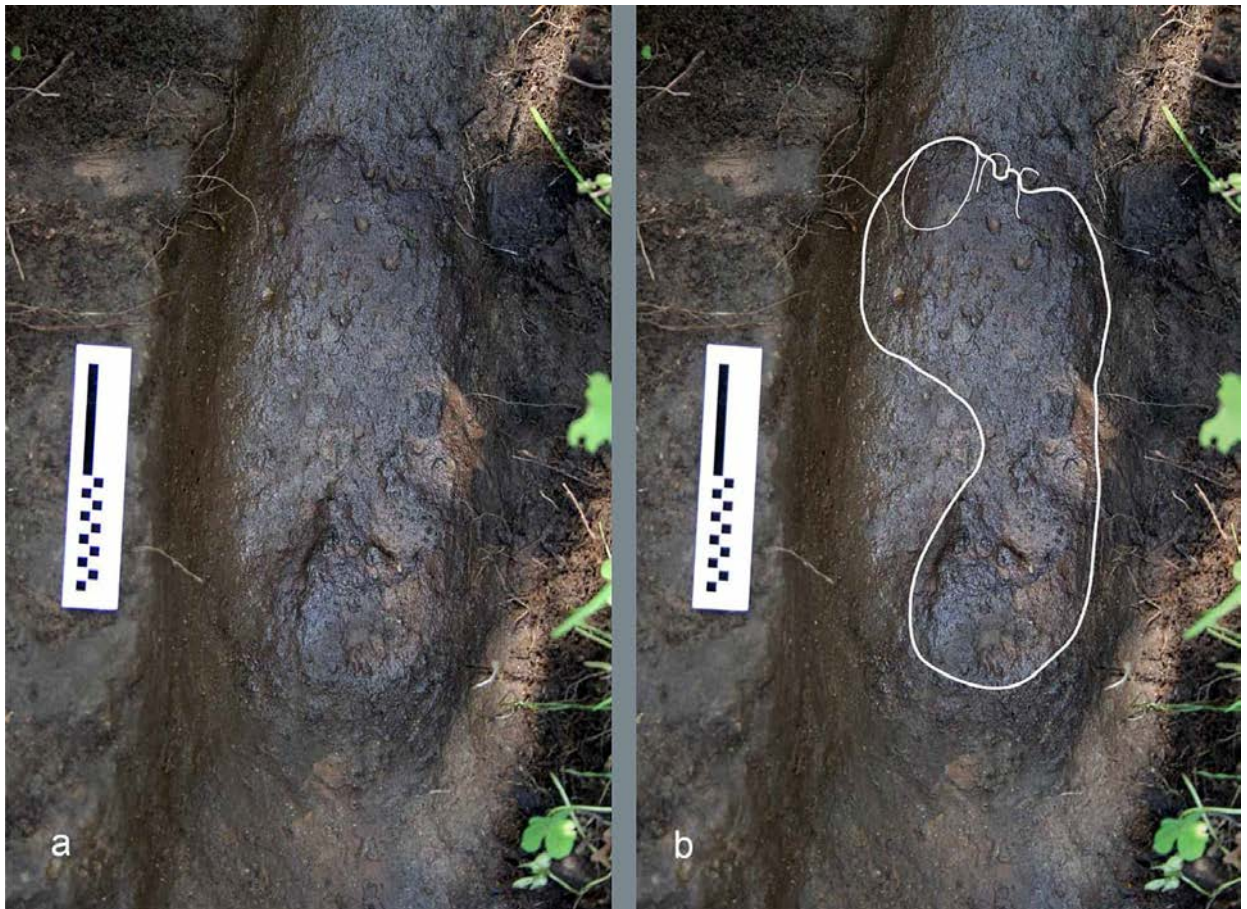


Figura 13.5 a) Impronta E3; b) Impronta con contorno del piede sovrainposto [da Panarello et al., 2020; Supporting Information].

## Bibliografia

- Arsuaga J.L., Martínez I., Arnol L.J., Aranburu A., Gracia-Téllez A., Sharp W.D., Quam R.M., Falguères C., Pantoja-Pérez A., Bischoff J., Poza-Rey E., Parés J.M., Carretero J.M., Demuro M., Lorenzo C., Sala N., Martín-Torres M., García N., Alcázar de Velasco A., Cuenca-Bescós G., Gómez-Olivencia A., Moreno D., Pablos A., Shen C.-C., Rodríguez L., Ortega A.I., García R., Bonmatí A., Bermúdez de Castro J.M., Carbonell E. (2014). *Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos*. *Science*, 344 (6190): 1358-1363.
- Avanzini M., Mietto, P., Panarello, A., De Angelis, M., Rolandi, G. (2008). *The devil's trails: Middle pleistocene human footprints preserved in a volcanoclastic deposit of southern Italy*. *Ichnos*, 15 (3-4): 179-189.
- Carretero J.-M., Rodríguez L., García-González R., Arsuaga J.-L., Gómez-Olivencia A., Lorenzo C., Bonmatí A., Gracia A., Martínez I., Quam R. (2012). *Stature estimation from complete long bones in the Middle Pleistocene humans from the Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca (Spain)*. *Journal of Human Evolution*, 62 (2): 242-255.
- Di Vito M.A. (questo volume). 5. *Il geosito delle "Ciampate del diavolo"*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 49-56.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422 (6928): 133-133.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants meet humans along the Devil's path? A preliminary report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31: 13-14.
- Panarello A. (2020). *A snapshot on some everyday actions of a Middle Pleistocene hominin: the Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora e Piccilli, Caserta, Central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47.
- Panarello A., Palombo, M. R., Biddittu, I., Mietto, P. (2017a). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Palombo, M. R., Biddittu, I., Di Vito, M. A., Farinano, G., Mietto, P. (2020). *On the devil's tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456.
- Panarello A., Santello, L., Farinano, G., Bennett, M. R., Mietto, P. (2017b). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *The Pleistocene non-hominid vertebrate ichnofossil record in Italy*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*. *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 193-212.
- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Raia P., Casinos A. (2019). *A dynamic analysis of Middle Pleistocene human walking gait adjustment and control*. *Italian Journal of Geosciences*, 138 (2): 231-238
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di ricerca in Scienze della Terra, Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova.





# Segni umani recenti sulla pendice delle orme preistoriche

Paolo Mietto<sup>1</sup> e Adolfo Panarello<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

<sup>2</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

Keywords Alterazione antropica di icnositi; Pseudo-icniti; Tagli antropici; "Ciampate del diavolo" | *Anthropic alteration of ichnosites; Pseudo-ichnites; Anthropic cuts; "Devil's Trails"*

## Abstract

Le varie attività sul campo, che sono state svolte dai ricercatori nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" dal 2005 al 2010, e le successive ricerche di dottorato sul sito, che si sono svolte fino al 2016, hanno permesso di individuare - oltre alle varie evidenze icnologiche di epoca preistorica - anche una serie di tagli antropici effettuati in vari periodi storici. Questi tagli, a volte, si sovrappongono alle tracce preistoriche, o le alterano parzialmente, creando così molti problemi di interpretazione. Per questo motivo, i tagli antropici "recenti" sono stati studiati approfonditamente, per comprenderne a fondo l'eziologia, la morfologia, le tipologie e le funzioni precise, in vista di una valutazione massimamente oggettiva dell'autenticità delle icniti preistoriche. In questo resoconto, si fornisce una descrizione completa e analitica di tali testimonianze antropiche di epoca storica.

*The various on-field activities which have been carried out by researchers in the "Devil's Trails" palaeontological site from 2005 to 2010 and the subsequent Ph.D. researches on the site that took place until 2016 have allowed us to identify - in addition to the various ichnological evidence of prehistoric times - also a series of anthropic cuts made in various historical times. These cuts sometimes overlap the prehistoric traces, or partially alter them, so creating many problems of interpretation. For this reason, "recent" anthropogenic cuts have been studied in great depth, to fully understand their etiology, morphology, typologies, and precise functions, with a view to a maximally objective assessment of the authenticity of prehistoric ichnites. In this report, we provide a complete and analytical description of such anthropogenic evidence from historical times.*

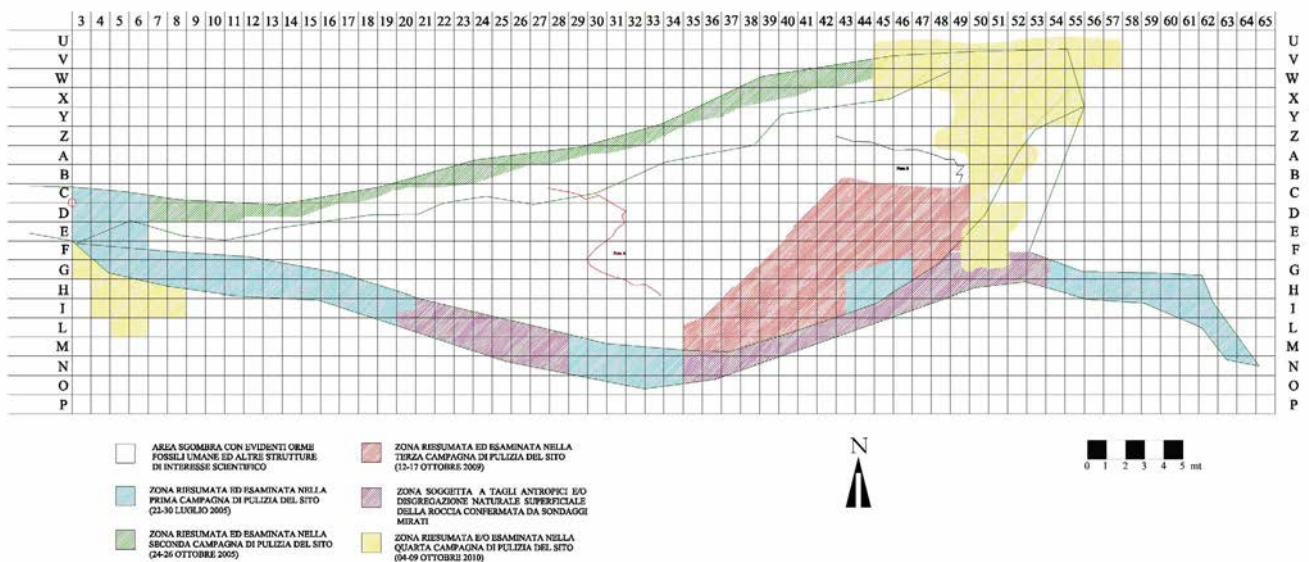
I vari interventi di pulizia dell'affioramento di Tufo Leucitico Bruno, che hanno avuto luogo dal 2005 al 2010, non hanno consentito di riesumare l'intera paleosuperficie del pendio di tufo che conserva le "Ciampate del diavolo", ma con i successivi rilievi di dettaglio, che hanno accompagnato ben due ricerche dottorali [Santello, 2010; Panarello, 2016a], hanno consentito di individuare - oltre alle varie evidenze icnologiche di epoca preistorica - anche una serie di tagli di origine antropica che hanno avuto luogo nelle varie epoche storiche. Essi, talvolta, si sovrappongono alle tracce preistoriche, o le alterano parzialmente, creando non pochi problemi di interpretazione. Per tale ragione, i tagli antropici "recenti" sono stati studiati molto approfonditamente, allo scopo di comprenderne pienamente l'eziologia, la morfologia, le tipologie e le precise funzionalità, in vista di una valutazione massimamente obiettiva dell'autenticità delle icniti preistoriche.

Oltre a una serie di valutazioni di precipuo carattere stratigrafico e deposizionale, già descritte [Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194], sono state effettuate approfondite indagini storiche, archeologiche e anche empiriche, per poter capire pienamente, oltre alla natura, anche le tecniche di realizzazione delle evidenze antropiche recenti [Panarello, 2016a;b]. Esse furono

preliminarmente, puntualmente catalogate e descritte nelle schede ICCD consegnate alla Soprintendenza archeologica competente alla fine di ciascuna campagna di lavori sul campo, ma dopo quasi vent'anni di approfondite analisi, sono state, in parte, reinterpretate e saranno descritte nel dettaglio in questo contributo.

L'analisi tecnica a cui si è fatto riferimento ha riguardato anche la strumentazione impiegata per la realizzazione dei tagli nel tufo e ha mostrato che le azioni di alterazione hanno avuto luogo in varie epoche, a partire almeno dai secoli XII-XIII [Panarello, 2016a;b, Panarello et al., 2017a]. Tali datazioni sono state confermate dai reperti ceramici rinvenuti durante i lavori di pulizia del sito e consegnati alla competente Soprintendenza archeologica il 2 novembre 2009. Dal punto di vista tipologico, oltre a una serie di tagli occasionali finalizzati - per lo più - alla stabilizzazione del passo di uomini e animali da soma e/o alla facilitazione dell'ascesa/discesa sul ripido pendio, ve ne sono altri dedicati all'agevolazione del deflusso e/o alla regimentazione delle acque meteoriche. Altri segni sono collegati a una rifunzionalizzazione della zona - già impiegata per l'estrazione di materiale lapideo per l'edilizia [Panarello, 2016a;b, Panarello et al., 2017a] - quando, dopo i danni provocati dalle alluvioni degli anni 1816-1831 agli antichi sentieri, essa fu utilizzata per il transito obbligatorio nelle zone frequentate per le coltivazioni e per l'approvvigionamento di acqua potabile [De Angelis, questo volume, pp. 29-32; Panarello et al., questo volume, pp. 33-48].

Per la descrizione puntuale delle principali evidenze e per una più precisa identificazione delle epoche di rinvenimento delle medesime, si è deciso di utilizzare una delle cartografie usate durante le varie campagne di pulizia del sito - sulla quale sono stati campiti con colori diversi i vari momenti d'intervento e su cui è riportata una griglia numerata che individua settori di un metro quadrato (Figura 14.1) - e uno schizzo planimetrico generale dell'area considerata (Figura 14.2).



**Figura 14.1** Planimetria usata durante le varie campagne di pulizia del sito. Su di essa sono indicati, con colori diversi, i vari momenti d'intervento. La griglia di riferimento individua settori di un metro quadrato.

Prima di procedere alla descrizione dettagliata, è doveroso evidenziare che le notazioni adottate non possono ricalcare quelle adottate nelle schede ICCD consegnate ufficialmente alla Soprintendenza dopo i lavori sul campo, dal momento che molte delle evidenze rilevate e interpretate provvisoriamente al momento del loro rinvenimento, sono state accuratamente riesaminate e reinterpretate obiettivamente in seguito a studi prolungati e approfonditi, condotti anche alla luce di tecnologie di rilievo e di analisi che, all'epoca, non esistevano ancora.



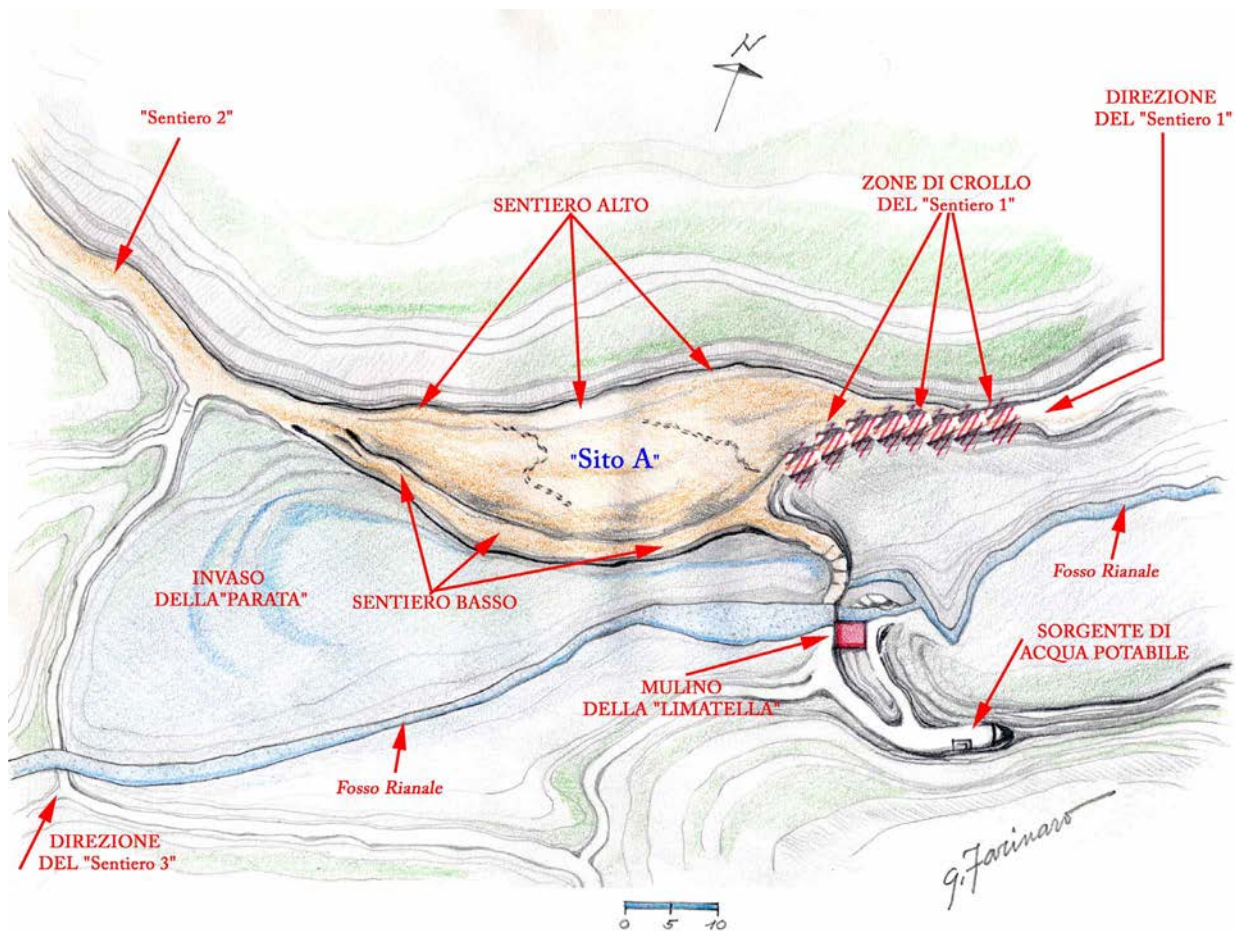


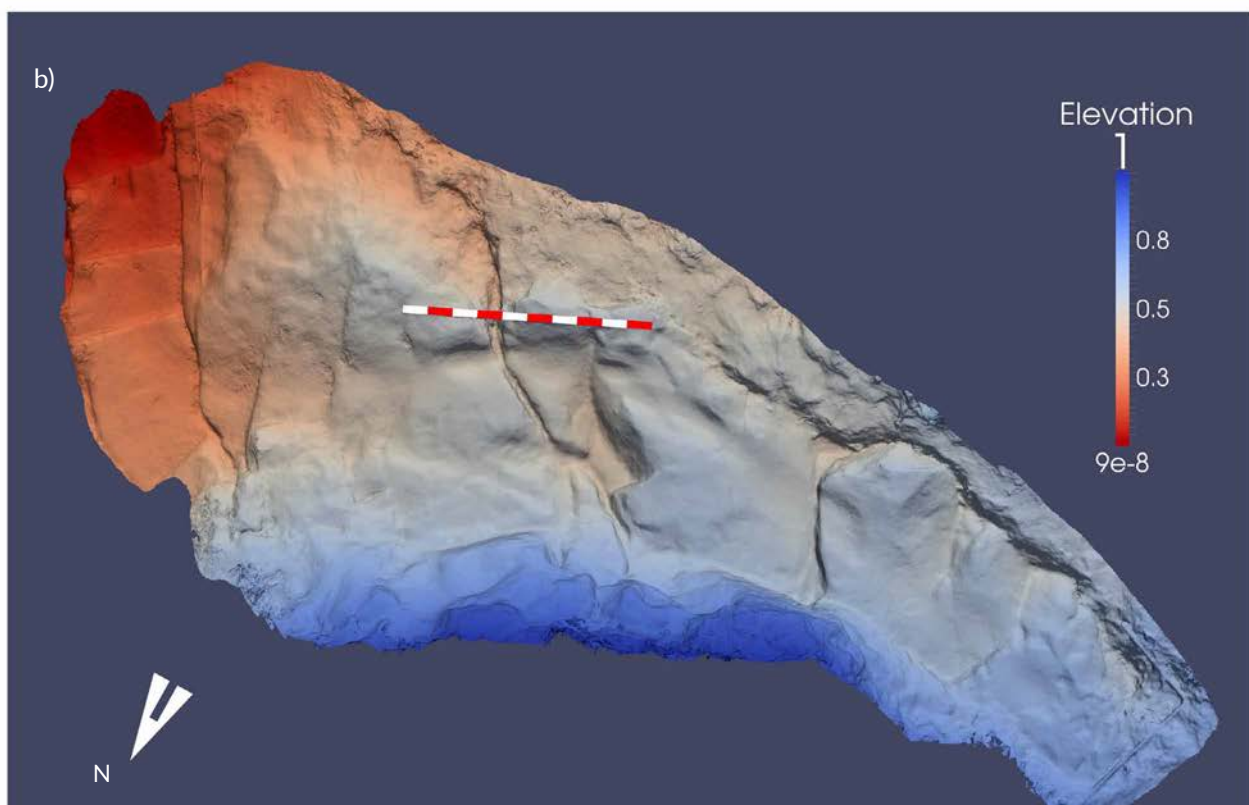
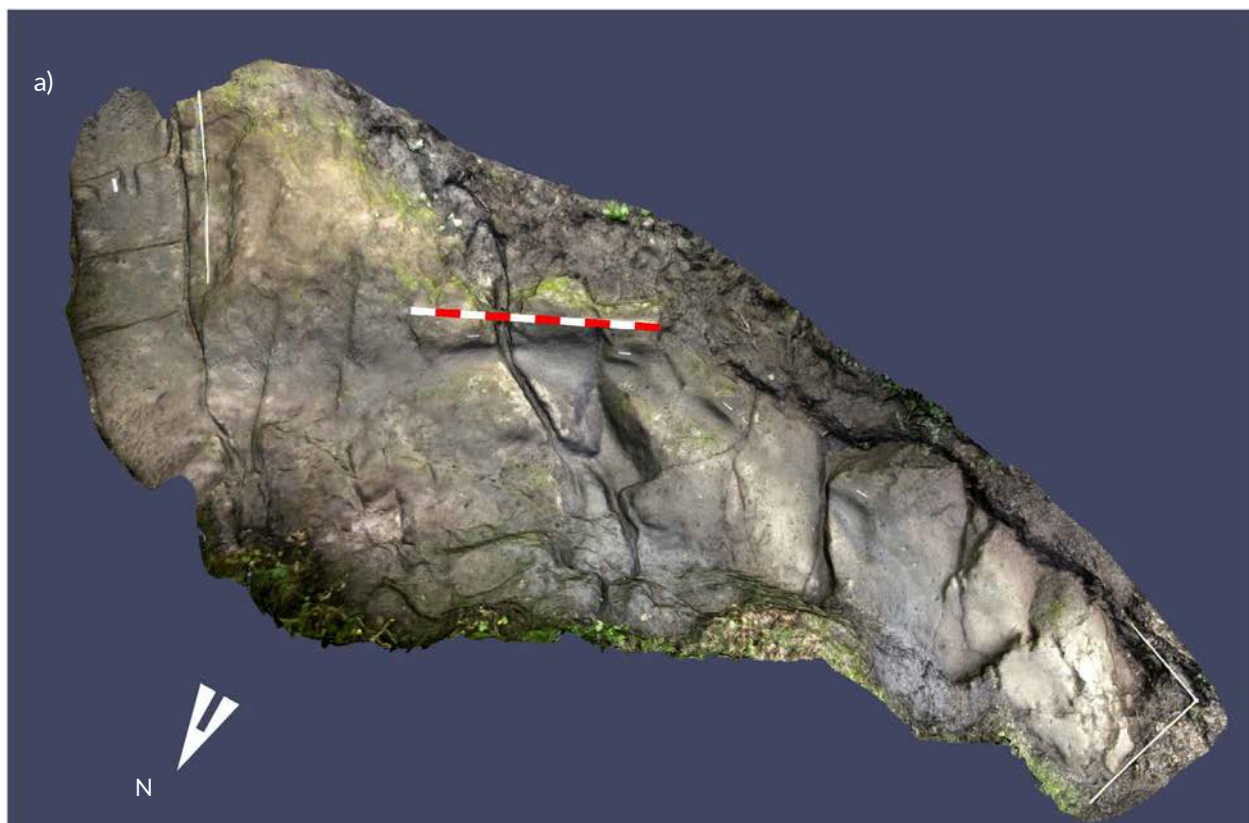
Figura 14.2 Schizzo planimetrico del geosito delle “Ciampate del diavolo” con l’indicazione degli elementi e delle strutture nominate nel testo (disegno di Gennaro Farinaro).

## La pseudo Pista X

Sembra doveroso iniziare la descrizione delle evidenze non-icnologiche partendo da una successione di cavità, compatibili con orme umane, che sono ubicate in apparente continuità con le orme autentiche della Pista B.

Per tale ragione, esse furono primieramente denotate con una numerazione che seguiva la successione della Pista B. L’analisi più attenta, effettuata in modo strumentale in laboratorio, delle loro morfo-strutture evidenzio subito – tuttavia – dei motivi di criticità, che suggerirono, per lo meno, di rimetterle in discussione e, perciò, le notazioni in “B” furono cambiate in “X”.

In effetti la loro continuità con il tracciato della Pista B e il loro *range* dimensionale avevano, in prima istanza, suggerito la possibilità che esse potessero essere effettivamente delle orme umane fossili, ma le successive indagini, agevolate da una caduta della coltre di detriti causata da piogge bettenti, hanno consentito di dimostrare che, purtroppo, non è così. Nessuna delle pseudo-orme, infatti, conserva morfostrutture da espulsione e, soprattutto, l’intera pseudo-pista non è ubicata su una superficie di discontinuità stratigrafica. Essa, infatti, ricade all’interno di una zona di taglio creata, originariamente, per l’estrazione di tufelli da impiegare nell’edilizia e, successivamente, in una sorta di sentiero discendente che agevolava la discesa di uomini e animali alla zona della cosiddetta “Parata”, cioè nello spazio che aveva occupato – prima della metà del secolo XIX – il bacino di adduzione del mulino ad acqua di cui sopravvivono i ruderi sul fondo della forra che ospita il torrente “Fosso Rianale” (Figure 14.3, 14.4).



**Figura 14.3** Immagini zenitali, generate dal modello 3D, dell'intera struttura della cosiddetta "Pista X" (inquadratura da Nord-Ovest; comparatore: 2 m): a) fotografia; b) mappa delle profondità. È evidentissima, nella zona più settentrionale, la linea di rottura della formazione originaria per l'estrazione di materiale lapideo, che consente di posizionare le pseudo-icniti al di fuori di una superficie di discontinuità stratigrafica. (L'immagine fotografica zenitale e la mappa delle profondità sono state elaborate dai modelli 3D creati con Agisoft Photoscan Pro e Kitware Paraview dai rilievi fotogrammetrici del 2016).





**Figura 14.4** Immagini fotografiche di alcuni punti della cosiddetta “Pista X”: a) la parte iniziale del sentiero vista da Ovest; b) dettaglio della parte terminale del sentiero con una pseudo-orma; c) dettaglio di una delle zone in cui è stato praticato il taglio antropico per il distacco di materiale lapideo (sono evidenti i colpi di scalpello).

Le pseudo-orme umane sono del tutto simili, dal punto di vista morfologico, a quelle rilevate nel vicino sito di Carangi (Comune di Marzano Appio), che sono state discusse approfonditamente, in un contributo scientifico pubblicato nel 2017 [Panarello et al., 2017b]. Le pseudo-icniti umane, che si snodano in pista con regolare successione destra-sinistra, sono cavità da abrasione causate dal transito ripetuto, prolungato e costante di uomini e animali da soma (prevalentemente asini), create *ex-novo* o che ne hanno alterato e rielaborato cavità preesistenti, create – come predetto – dai cavapietre per muoversi con maggiore sicurezza nella zona di cava.



## I tagli artificiali

La zona più ricca di evidenze e di sovrapposizioni valutabili sotto differenti profili è quella che, partendo dal “Punto zero” dei rilievi (Ø) (individuato in Figura 14.1 con un cerchietto rosso), si estende per circa mq. 13 (Figura 14.5), interessando i settori di scavo C3-C6, D3-D6, E3-E6, F3-F9, G4-G9.



**Figura 14.5** La piazzola nella più occidentale e più elevata in quota del pendio di Tufo Leucitico Bruno, che conserva le orme fossili, come si presentava nel mese di ottobre 2005, prima dell'installazione della passerella metallica. Sulla figura è evidenziato il punto Ø, da cui – per convenzione – sono state effettuate tutte le altre misurazioni.

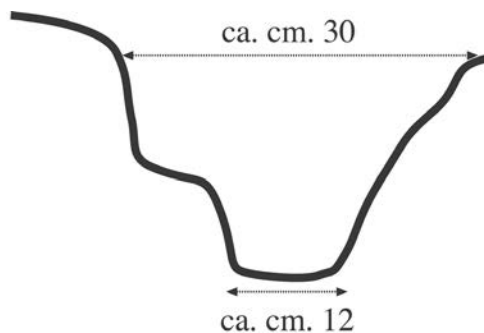
La prima struttura complessa che cattura l'attenzione, in quest'area, già definita e descritta come “Area Zero” [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164] è un'ampia struttura dalla planimetria svasata. Essa si presenta come un taglio di forma grossolanamente trapezoidale, realizzato, come si è detto, con ottime probabilità, per alloggiare una rampa lignea da utilizzare per agevolare l'accesso e il transito alla zona basale del pendio che, attraverso la nominata “Pista X”, consentiva di raggiungere lo spazio dell'invaso idrico e l'alveo del torrente “Fosso Rianale”.

La parte iniziale di questa struttura è caratterizzata da una sorta di trogolo, lungo circa un metro, il quale è in evidente connessione geometrica con il segmento 1C della Pista C di orme umane [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164], di cui, quasi certamente, oblitera qualche icnite (Figure 14.6, 14.8, 14.9). La direzione del taglio (125° Az.) e la sua sezione del taglio (Figura 14.7), indirizzano la sua interpretazione come una canaletta dalla duplice funzione di scolo delle acque meteoriche e di tacca per il transito agevolato delle ruote lignee delle carriole, unici mezzi a ruote utilizzati nella zona. I numerosi distacchi di materiale dalle formazioni tufacee originarie a forma di cuscinetti, la totale assenza di creste e i segni lasciati dall'azione delle zappe lasciano

credere che essa sia stata voluta dai frequentatori più o meno recenti e utilizzata come zona d'appoggio e di svincolo.



**Figura 14.6** La struttura trapezoidale ubicata nell'“area zero” (vista da sud), che include anche la parte iniziale della Pista C di orme umane fossili (comparatore: 10 cm).



**Figura 14.7** Schizzo della sezione del taglio nella parte iniziale della rampa trapezoidale, che include anche la parte iniziale della Pista C di orme umane fossili.

A 3,44 m circa dal punto Ø, lungo la diagonale orientata a 125° Az., sulla sinistra rispetto a chi scende, è evidentissimo il cedimento e il distacco di una parte del cuscinetto di tufo che segna la fine del trogolo. A prima vista, tale cedimento sembra dovuto più a un urto involontario o a un distacco naturale che a un'azione premeditata. Infatti, se si osserva con maggiore attenzione, si nota che il taglio antropico termina un po' più avanti, a formare una specie di gradino, ed è allineato a un taglio simile che si trova, in posizione adiacente, sulla formazione tufacea a destra del trogolo. Questo cedimento, nella parte orientale della struttura, ha altezza minima di 8 cm e altezza massima di 15 cm. La sua larghezza è pari a 45 cm, mentre la sua lunghezza massima è di 18 cm. L'allineamento diagonale dei due tagli configura, come accennato, una specie di ampio gradone con una scanalatura centrale, fiancheggiante a sinistra la successione di orme umane del segmento 1C (C1-C6), in cui la riduzione antropica volontaria della formazione tufacea originaria è estremamente evidente per la presenza diffusa di incavi dovuti all'azione di spigoli metallici utilizzati per il distacco del tufo al fine di livellare l'area.





**Figura 14.8** Fotografia dall'alto della zona più alta della struttura trapezoidale, che evidenzia la struttura generale dei tagli antropici e la loro posizione in relazione alle icniti umane della parte iniziale della Pista C.

Anche la parete rivolta a est, in direzione del pendio, evidenzia un sensibile taglio con direzione normale alla predetta superficie. Il tutto, a prima vista, come già evidenziato, è stato verosimilmente realizzato per allettare una rampa lignea o qualcosa di simile, in modo da rendere più agevole e sicura la discesa in quel tratto, particolarmente inclinato e scivoloso (Figura 14.6). Le dimensioni precise di tale area sono: 220 cm x 250 cm x 75 cm x 100 cm.

A monte della struttura descritta, sempre ubicati nell'“area zero”, in prossimità della Pista E e in continuità con la sua direzione, sono degli evidenti tagli di regolarizzazione del fondo. Essi, probabilmente, hanno obliterato alcune orme, ma questa evenienza non è documentabile con obiettività per l'eccessiva casualità e variabilità morfologica dei tagli.

Per un posizionamento più preciso, nel settore F4 (Figura 14.1), di questi tagli, osserviamo che essi iniziano 2,45 m lungo la diagonale orientata  $31^\circ$  Az. uscente dal punto  $\emptyset$  e terminano a 2,30 m sull'altra diagonale, sempre uscente dal punto  $\emptyset$ , ma orientata a  $230^\circ$  Az.

La parte bassa del pendio, che degradava certamente fino all'alveo del torrente *Fosso Rianale*, appare fortissimamente ridotta da una serie di devastanti tagli di cava, praticati anche in tempi recenti, che hanno distrutto irrimediabilmente una grande quantità di orme fossili. Anche la desquamazione della parte superficiale della paleosuperficie, causata dagli eventi naturali e dal transito recente, ha portato via con sé elementi ormai irrecuperabili. Quanto suddetto è particolarmente evidente in corrispondenza delle orme D1-D2 (Figura 14.10), già descritte [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164], la cui pista di appartenenza appare ridotta, nella sua parte distale, da un taglio verticale che, coincidendo con un fronte di cava, crea un notevole



dislivello che si affaccia sull'invaso che fu bacino di adduzione del mulino ad acqua, un tempo ubicato sul fondo della forra. A monte di questo taglio, per tutta la lunghezza del pendio, se ne legge un altro, meno profondo ma altrettanto evidente, che si estende, oscillando nell'altezza e nell'invasività, per tutta la lunghezza del pendio delle "Ciampate del diavolo", nella sua parte più bassa e più meridionale (Figura 14.11). Nel sentiero creato dal taglio, si leggono delle strutture simili a trogoli, con evidenti segni di ruscellamento. Queste strutture, originariamente e preliminarmente censite come possibili piste di orme per la presenza di depressioni effimere di dimensioni compatibili con le icniti umane rilevate nel medesimo sito – sono state completamente espunte dopo i rilievi strumentali più puntuali. Tali rilievi hanno consentito di accertare, infatti, che esse sono ubicate su una superficie creata dal taglio antropico e non su

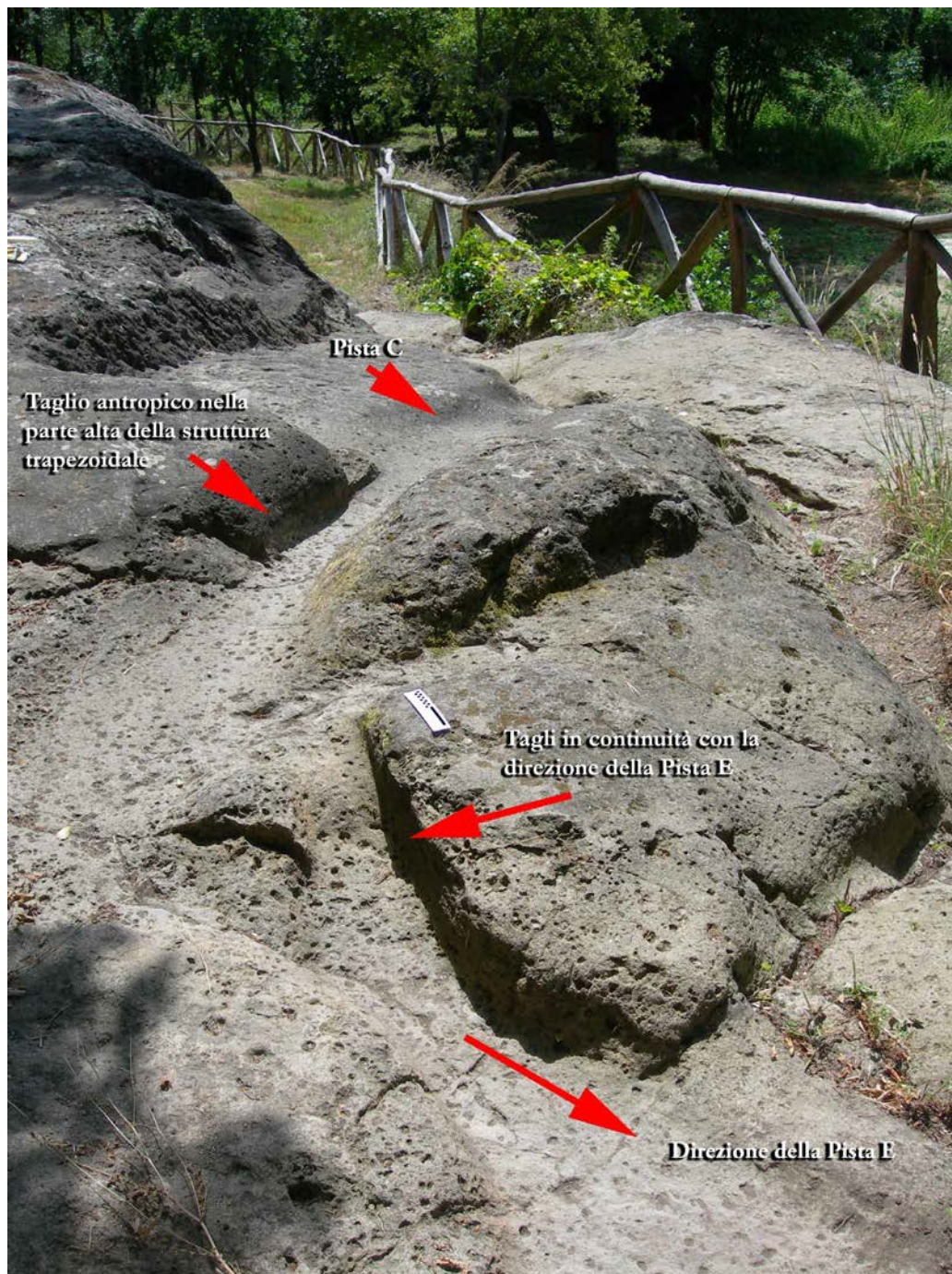
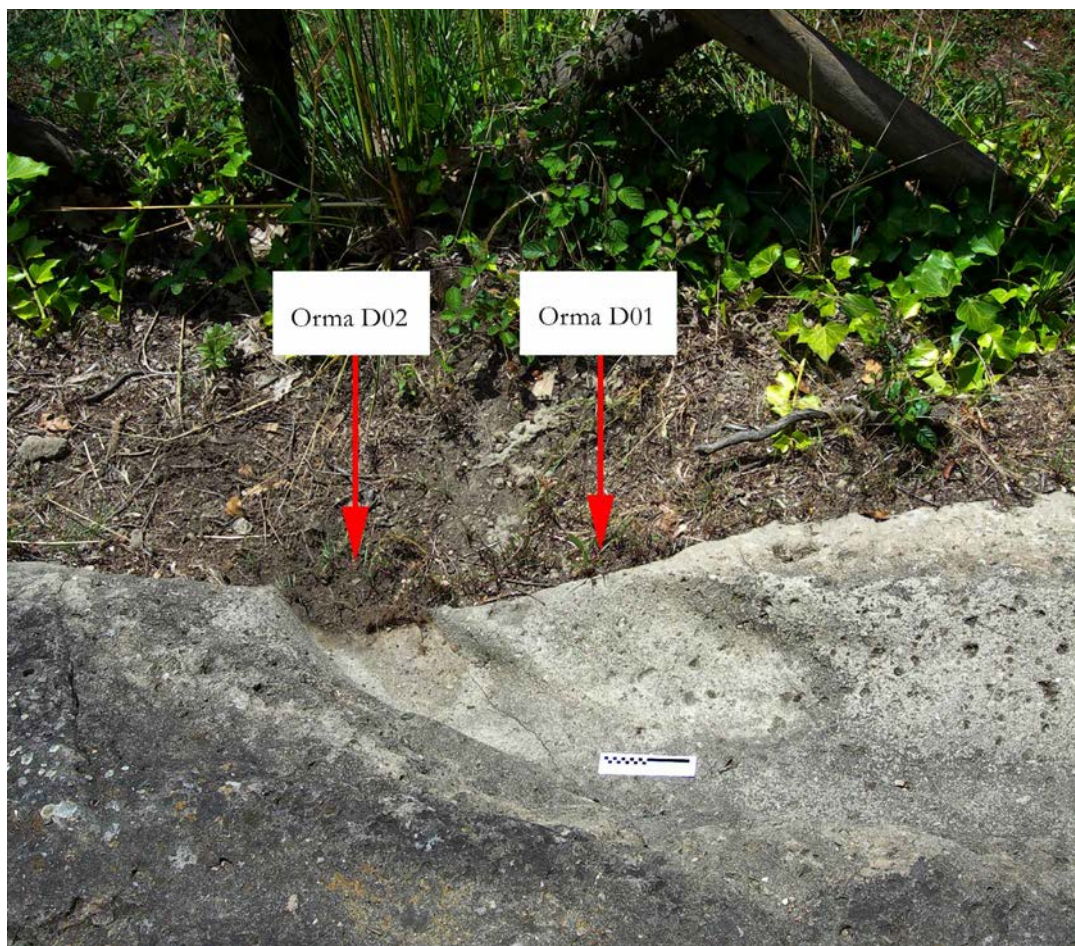


Figura 14.9 Inquadratura da Ovest dei tagli antropici dell'“Area Zero”. In primo piano sono quelli che si trovano in continuità geometrica con la parte iniziale della Pista E (comparatore: 10 cm).



una superficie naturale di discontinuità stratigrafica. Gli stessi rilievi hanno anche consentito di dimostrare l'assenza di strutture di deformazione del fondo plastico originario (bordi di espulsione). Le menzionate depressioni, all'interno del loro spazio, sono dunque da ascrivere all'azione costante e prolungata degli zoccoli, degli scarponi e dei mezzi di trasporto spicciolo sul fondo di roccia tenera. La delicatezza e regolarità delle loro forme è, invece, dovuta all'azione levigatrice delle acque durante il loro ruscellamento.



**Figura 14.10** Inquadratura di dettaglio, da Nord, delle orme D01 e D02, le quali sono mutile nella parte frontale per il taglio della parete effettuato per estrazioni di cava.

Altre disgregazioni di origine antropica del fondo del sentiero basso e il taglio a monte per la delimitazione e ampliamento del sentiero medesimo interessano i settori F48-F53, G47-G54, H45-H53, I43-I48, L40-L45, M35-M42, N35-N39, O35-O36.

Il taglio della parete tufacea a monte, nei settori I43, I44, I45, H45 e H46, ha, di fatto, interrotto il corso di un trogolo, che sembra essere in continuità naturale con la Pista A di impronte umane, come sembra provare la presenza certa di almeno due zone di *heel-strike* in successione, le quali sono state attribuite alle due orme umane, designate con le notazioni A27 e A28 e già descritte [Panarello et al., questo volume, pp. 123-164].

Il sentiero basso, più volte citato (Figura 14.2), intercetta la direzione della pista B nei settori G54 e H54 (Figura 14.1).

Un altro sentiero, il cosiddetto "sentiero alto" (Figure 14.2, 14.14), coincide con la cengia apicale del pendio delle "Ciampate del diavolo" ed è stato riesumato nel periodo dal 24 al 26 ottobre 2005. Il "sentiero alto", di fatto, coincide con il sentiero preistorico P1 [Panarello, 2016, 2016a;



Panarello et al., 2017a], che è stato già descritto dettagliatamente [Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194].

Lo spazio del sentiero alto, come già detto e descritto, fu ampliato fra i secoli XIX-XX, quando se ne rese necessaria una più intensa frequentazione per ragioni agricole e per il suo essersi configurato come una scorciatoia di collegamento fra i centri limitrofi di Tora e Piccilli [Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194].



**Figura 14.11** Fotografia prospettica, da Ovest, del sentiero basso. Il taglio antropico a monte è evidentissimo, al pari dell'alterazione del fondo, a causa della desquamazione, dell'intrusione delle radici e del taglio operato a colpi di zappa. Le direzioni delle piste di orme umane, la zona di ruscellamento e il dislivello dell'invaso sono evidenziati con le frecce in sovrimpressione.





**Figura 14.12** Il pendio delle “Ciampate del diavolo”, visto da Sud-Ovest, dall’attuale piano-campagna del fondo dell’invaso artificiale che ospitò il bacino di adduzione del mulino ad acqua ubicato sul fondo della forra. Sono evidenti i tagli antropici della pendice e il riparo sottoroccia (o grotta) che appare, oggi, interrato fin quasi alla volta.



**Figura 14.13** Proseguimento dei tagli antropici di riduzione del pendio e delle zone di ruscellamento che individuano il limite a monte del sentiero basso (vista da Sud-Ovest). I comparatori (delle dimensioni di 10 cm) e le linee tracciate con il gessetto bianco evidenziano le zone in cui sono leggibili depressioni effimere del fondo e le linee di taglio e di deflusso delle acque.





Figura 14.14 La parte iniziale della cengia apicale (“sentiero alto”) prima dei lavori di pulizia (vista da Ovest).

È interessante notare, dal punto di vista stratigrafico, come sia stato proprio il taglio dell'unità geologica superiore la causa della riesposizione del livello con le impronte fossili, almeno nella sua parte più interna. Ciò suggerisce l'ipotesi, affatto peregrina, che i livelli impressi possano essere più d'uno.

A 31 m dal punto Ø, in direzione est lungo il sentiero alto, il taglio della pendice a monte si fa più sensibile fino ad essere incavato ed evidenzia la linea di discontinuità stratigrafica fra il livello con le orme fossili umane e animali [LS7, Di Vito, questo volume, pp. 49-56; Panarello et al., questo volume, pp. 123-164; Panarello e Mietto, questo volume, pp. 177-194] e quello che lo ha sigillato (LS8). A differenza della zona che era già in affioramento quando il taglio ebbe luogo, la superficie riesumata dal distacco del tufo del livello superiore appare poco alterata dagli agenti naturali e mostra frequenti *mud-crack* ed evidenti deformazioni a dorso arrotondato, dovute, come si è detto, alla frequentazione dello spazio percorribile in epoca preistorica, prima del consolidamento del fondo. Dopo questa zona, il taglio della parete si fa sempre più invasivo e rientrante fino a trasformare il sentiero in una sorta di piazzola (Figura 14.15).

A 33 m dal punto Ø (settore Y35) si trova un incavo verticale nella parete a monte prodotto, quasi certamente, con la punta di un piccone, della larghezza media di poco superiore a 10 cm, il quale, probabilmente, ospitava un palo ligneo squadrato da 10 cm (Figura 13.16). In corrispondenza di tale incavo, a 2,10 m verso valle, in corrispondenza della fine del piano di calpestio del sentiero praticabile, vi è un foro squadrato di forma quadrangolare con lato di circa 10 cm, profondo 3 cm (Figura 14.17). Esso ospitava, verosimilmente, la struttura di sostegno di un cancelletto o di uno sbarramento mobile che si appoggiava nell'incavo già descritto.

A 34,60 m dal punto Ø (settore X37), a circa 1,60 m dall'incavo verticale descritto, si trova una successione orizzontale di 4 fori da punta praticati, con un piccone o uno scalpello, per il distacco di tufo della parete. Essi hanno la larghezza media di 4 cm e si succedono, a distanze irregolari, per 60 cm (Figura 14.18).





**Figura 14.15** La piazzola artificiale che si trova nella parte terminale e più orientale del “sentiero alto”. Si notino, al centro, le areole quadrangolari scavate nella roccia che si alternano alle cavità dei truogoli e alle orme e, sull'estrema sinistra, con andamento diagonale, una canaletta artificiale (inquadratura da Ovest).

**Figura 14.16** L'incavo verticale di forma quadrangolare scavato nella parete a monte del “sentiero alto” (Figura 14.1, settore Y35)







**Figura 14.17** L'incavo quadrangolare scavato sul fondo del pendio tufaceo, in corrispondenza di quello aperto nella parete a monte.



**Figura 14.18** La successione di 4 fori da punta ubicati nella parete a monte a 34,60 m dal punto Ø.



A 40, 60 m dal punto Ø (Figura 14.1, settore V43) inizia una canaletta scavata dall'uomo orientata in direzione 70° Az. (Figura 14.15). Sulla sua precisa funzione è obiettivamente impossibile, al momento, azzardare un'ipotesi. Le ipotesi più plausibili sono quelle secondo cui essa potrebbe essere stata una piccola fondazione per un muretto, oppure, più verosimilmente, una canaletta di deviazione/regimentazione delle acque discendenti dalla pendice, per evitare che esse invadessero lo spazio della piazzola artificiale.

La canaletta è lunga 2,60 m, larga mediamente 20 cm ed ha una profondità massima di 5 cm. Essa sembra scavata con una zappetta o con il piccone utilizzato nella sua parte piatta.

A valle della canaletta sono due, forse 3 incavi scavati nella zona sub-planare, di forma quadrangolare (Figura 14.15) delle dimensioni medie di 65 cm x 45 cm, i quali sembrano avere forma e dimensioni compatibili con quelli dei fondi delle sporte che venivano fissate in groppa agli animali da soma (quasi esclusivamente asini, secondo le testimonianze degli abitanti dei luoghi) e utilizzate per il trasporto di cereali al mulino o di blocchi di tufo staccati dalla parete per l'impiego nell'edilizia locale.

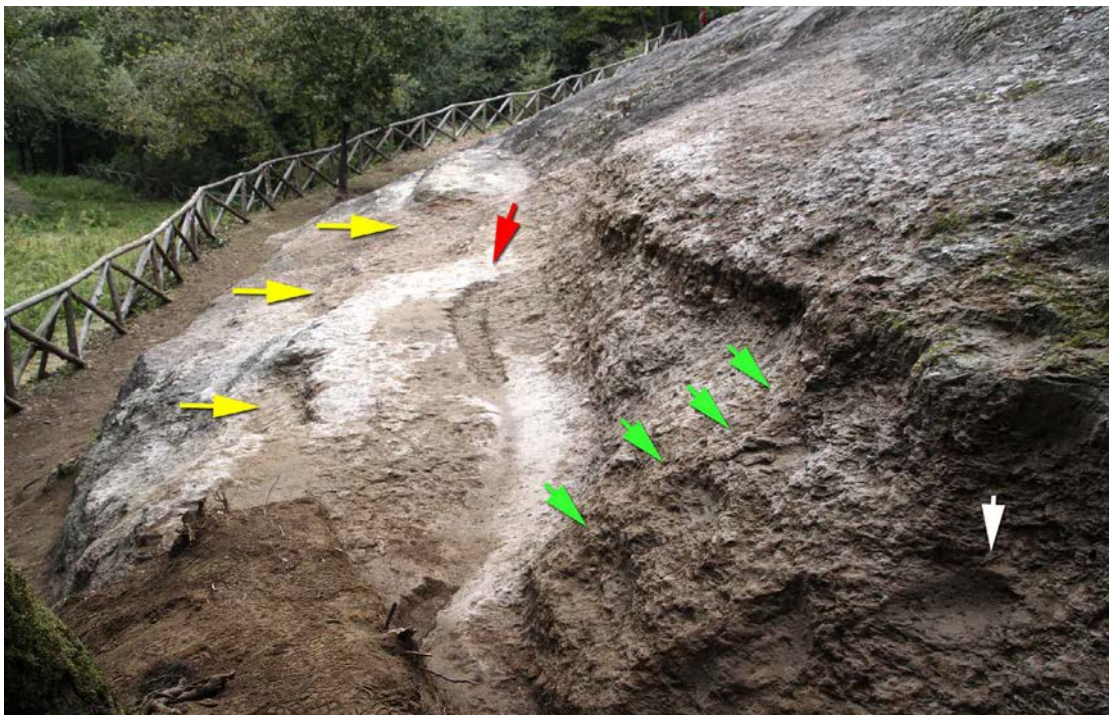
In effetti, poco più a valle, in direzione Sud-Est, è un ampio sbancamento dovuto proprio all'estrazione di materiale lapideo, affiancato da pedarole, da croci di collimazione per il taglio di cava e da zone di sondaggio del materiale lapideo [Panarello, 2017] (Figura 14.19).



**Figura 14.19** L'estremità più orientale del pendio tufaceo che conserva le impronte fossili. In primo piano è una parte dell'ampia zona di taglio della pendice per l'estrazione di materiale lapideo: i pallini rossi indicano le posizioni delle croci di collimazione (dettaglio di una di esse nel riquadro) e le frecce rosse indicano la posizione di rozzi gradini incisi (pedarole) per agevolare la frequentazione della zona.

I lavori di pulizia del sito svolti nel 2009 hanno consentito di ritrovare, nell'estremità orientale inferiore del pendio, al di sopra del cosiddetto "sentiero basso", una serie di tagli che confermano l'alterazione delle formazioni originarie dovuta all'attività estrattiva dei cavapietre (tagli regolari

di forma prismatica e di varie dimensioni, tacche lasciate da piccozze “a unghia”, sbazzature profonde praticate con scalpelli e picconi, etc.), ma, soprattutto, una rozza scaletta antropica che affianca le ultime impronte preistoriche della Pista B e del gluteo destro dell’ominine che le lasciò [Panarello, 2020 con bibliografia], nonché – nella zona subplanare che la sottende – la presenza di una struttura curvilinea, originariamente schedata come “Elemento 2”, che catturò da subito l’attenzione dei ricercatori (Figura 14.20). Si tratta di un solco, che compare a una distanza di circa 7,30 m dall’orma umana B18, su una superficie originariamente pianeggiante. Si presenta con una forma serpeggiante bene distinta dal pianoro in cui è ubicata, in cui si alternano segmenti apparentemente prodotti da un calpestio ripetuto della superficie, prima del suo definitivo consolidamento, e zone di taglio recente per approfondire la scanalatura sinuosa e discendente. Comincia con taglio antropico dall’andamento curvilineo lungo 2,54 m (in direzione Ovest-Est), largo mediamente 30 cm, che si rastrema nella terminazione verso est. La profondità è variabile, ma è massima nella parte occidentale dove, rispetto al piano, raggiunge e supera di poco i 10 cm. Nella terminazione orientale, invece, si riduce a 4-5 cm al massimo. La sezione di questo solco è rettangolare, con i bordi interessati da vistosi colpi di scalpello. Un ulteriore tratto di trogolo, che appare collegato ad essa, si sviluppa con andamento sinuoso per un tratto di 2,20 m, dopo di che è nuovamente inciso da un solco artificiale, largo mediamente 13 cm, che si segue, fino al fronte della rottura più evidente, per circa 50 cm. Questo ulteriore taglio artificiale rende molto plausibile l’interpretazione della struttura quale scanalatura per la regimentazione delle acque in deflusso dalla pendice soprastante. In corrispondenza del primo gradino della rozza scaletta antropica già menzionata, il solco in discussione gira bruscamente a sinistra e si può seguire per altri 60 cm. È difficile dire, al momento, se la struttura descritta sia stata creata in epoca storica dal ruscellamento delle acque deviate dal taglio della pendice a monte, o se sia ciò che resta di una struttura preistorica in parte alterata dal taglio recente. Ciò che colpisce è la sua larghezza, che è notevolmente maggiore di quella riscontrata in tutti gli altri rivoletti del pendio.



**Figura 14.20** Inquadratura da Est dell’estremità orientale inferiore del pendio impresso: la freccia rossa indica la direzione del solco serpeggiante; la freccia bianca indica l’impronta fossile del gluteo destro dell’ominine autore della Pista B; le frecce verdi indicano i gradini della scaletta antropica e le frecce gialle le zone di estrazione di grossi blocchi prismatici di tufo.



I lavori di pulizia del 2010, gli ultimi in ordine di tempo, hanno confermato l'estensione del sentiero preistorico in direzione Est, rivelando invasivi interventi di regolarizzazione antropica del fondo del medesimo oltre ad altre cavità compatibili con orme umane e animali che sono ancora oggetto di studi (Figura 14.21).

**Figura 14.21** Inquadratura da Ovest dell'estremità orientale superiore del “sentiero alto” (sentiero preistorico P1) riesumata con i lavori di pulizia del sito nel 2010 (comparatore: 1 m).



## Alcune osservazioni funzionali

Come predetto, non tutte le zone di paleosuperficie sono state finora pulite dai muschi e dai detriti, sul pendio cosiddetto delle “Ciampate del diavolo” e, soprattutto nel settore più occidentale, i cuscinetti di tufo potrebbero celare sia altre evidenze icnologiche preistoriche sia altri tagli antropici di epoca storica.

Tuttavia, le strutture già riportate alla luce hanno già dato importanti indicazioni sui principali momenti evolutivi e diagenetici sia delle geomorfologie originarie sia dell'immediato intorno territoriale.

Della cronologia della riesposizione della paleosuperficie, invece, si è già detto in Panarello et al. [questo volume, pp. 33-48].

Molti sono i testimoni, fra gli anziani del luogo, che sostengono, in modo convergente, che negli Anni Cinquanta e Sessanta del secolo scorso il piano-campagna dell'invaso della "Parata", cioè dell'invaso a valle della pendice con le orme fossili, era già al livello attuale e che, nelle medesime epoche, il sentiero orientale che, principiando dalla fine del sentiero preistorico P1 ("sentiero alto"), menava all'abitato di *Foresta*, era già crollato per ampio tratto. Gli stessi testimoni sostengono pure che il mulino ad acqua, un tempo alimentato dalle acque del torrente Fosso Rianale e regimentate dalla "Parata" (cioè dalla diga tufacea realizzata con blocchi di tufo tagliati *in loco*), ai tempi della loro infanzia, era già un rudere. La zona, tuttavia, continuava ad essere frequentata non solo per la coltivazione dei terreni, ma anche per l'approvvigionamento idrico (durante tutto l'anno) e per la balneazione (solo nel periodo estivo), che aveva luogo nelle fosse artificiali ubicate lungo il corso del torrente. Inoltre, le molte cavità e grotte scavate nel tufo hanno avuto la funzione di ricoveri durante la Seconda Guerra Mondiale e un'insegnante di Tora e Piccilli ha raccontato di essere addirittura nata in una di esse.

Il sito delle "Ciampate del diavolo" (da ora in poi "Sito A"), era ed è accessibile da almeno tre direzioni principali (Figura 14.2):

1. da Est, attraverso ciò che resta del sentiero interessato dal crollo e già menzionato ("Sentiero 1");
2. da Ovest, attraverso un cavone che discende dalla parte iniziale del casale di *Foresta*, iniziando nei pressi della chiesetta dedicata a S. Andrea ("Sentiero 2"), che si riunisce al "sentiero alto" (sentiero preistorico P1);
3. da Sud, attraverso una strada carrabile, realizzata, probabilmente, ricalcando in parte un antico sentiero, la quale, discende dalla frazione Piccilli fino all'alveo del Fosso Rianale ("Sentiero 3").

Ad eccezione del "Sentiero 3", che appare di recente fattura, gli altri due sembrano essere abbastanza antichi e almeno uno di essi è certamente riportato, al pari del mulino, sulla cartografia IGM del secolo XIX [Panarello, 2016a]. Tuttavia, osservando sul posto la logistica degli snodi e la morfologia dei luoghi, nessuno dei due sembra aver intercettato direttamente il "Sito A" o avere avuto collegamenti orizzontali con l'altro sentiero. Infatti, il "Sentiero 1", di dimensioni più ampie, meno inclinato e con il fondo scalpellato nelle zone più ripide, più adatto dell'altro ad essere percorso da animali da soma, discendendo dalla parte terminale dell'abitato di *Foresta* e staccandosi dal sentiero per la vicina Piccilli, degradava dolcemente fino all'alveo del Fosso Rianale e solo un terribile ed esteso crollo, ancora perfettamente leggibile nella parte in cui il sentiero sfiora il "Sito A", deve averlo reso malsicuro fino a sancirne l'abbandono. Il punto in cui il "Sentiero 1" raggiungeva, più a valle, l'alveo del torrente è facilmente individuale per la presenza di una grotticella utilizzata come ricovero per il bestiame, la quale si affaccia su un'ampia zona sub-planare (oggi invasa in più punti da crolli e da materiali provenienti dal pendio), dalla quale, marciando a ritroso, si poteva agevolmente raggiungere il mulino.

Il "Sentiero 2", invece, più stretto e inclinato, in taluni punti addirittura ripido, sembra suggerire una frequentazione a piedi e senza animali da soma. Anch'esso, però, non raggiungeva il "Sito A". Infatti, raggiunto il punto in cui attualmente si trova il cancello d'accesso alla zona sottoposta a tutela, esso curvava a sud fino a raggiungere il Fosso Rianale nella parte occidentale della "Parata". Evidentemente, in tale punto, il torrente era guadabile e consentiva di raggiungere e riunirsi ad un altro tratto di sentiero, il quale, fiancheggiando il versante sud dell'invaso, consentiva di raggiungere sia la sorgente che il più volte citato mulino ad acqua detto della "Limatella". Resti di un guado strutturale, cioè di un ponticello largo circa 1,40 m, costruito con elementi di tufo locale, apparentemente databile al secolo XVIII, sono ricomparsi nella primavera del 2018 in seguito all'azione di piogge torrenziali che hanno ulteriormente abbassato, in quella zona, il piano campagna attuale dell'invaso (Figura 14.22).



Come detto in apertura, altre evidenze sono certamente celate sotto la vegetazione e le coltri di detriti e nuove ricerche ed esplorazioni appaiono sempre più necessarie e auspicabili, non solo per la comprensione dell'ambiente preistorico, ma anche per delineare un profilo antropologico culturale e archeominerario recente dell'intero areale.

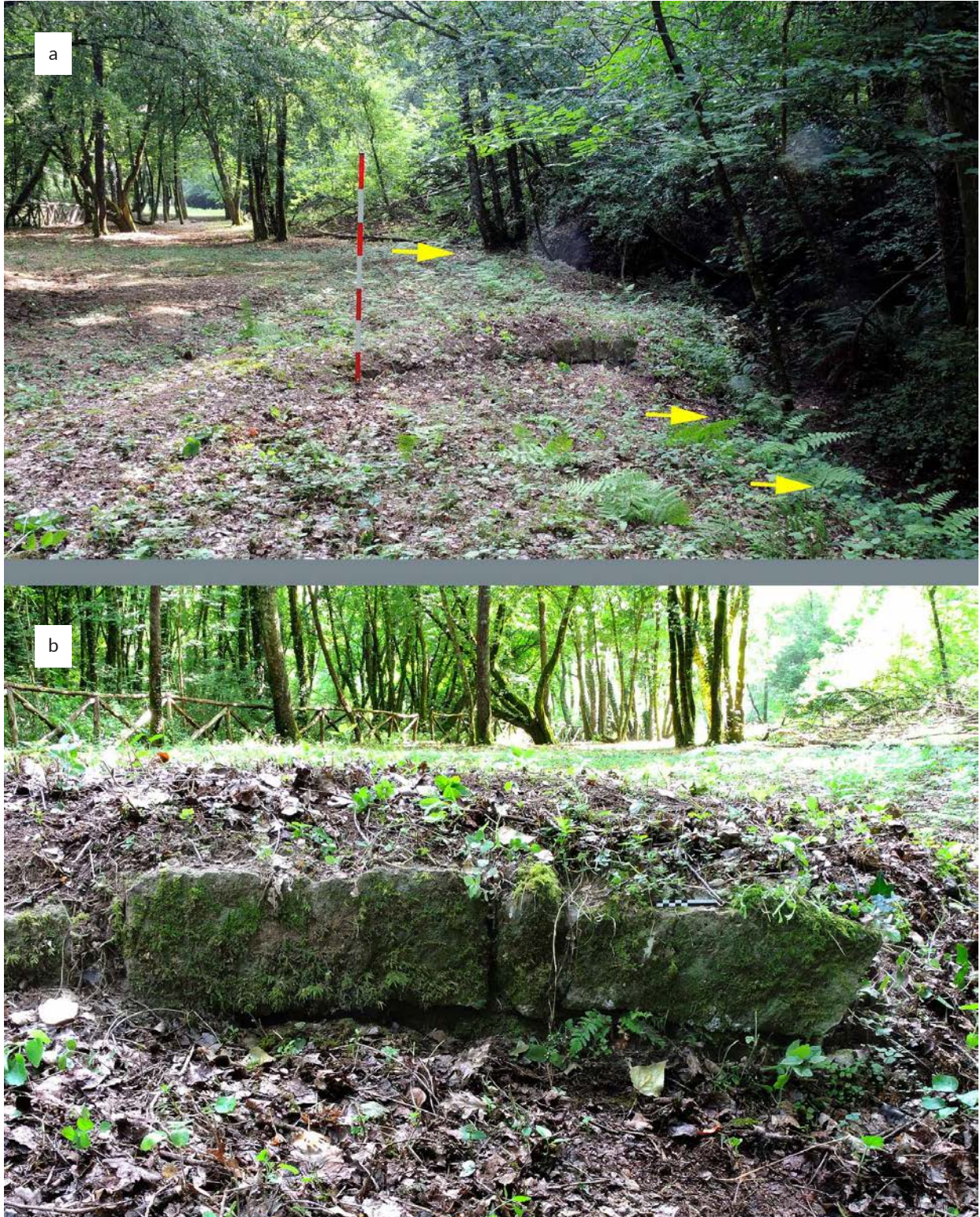


Figura 14.22 Resti del ponticello sul fondo della parte più orientale dell'invaso idrico del mulino detto "della Limatella" (foto del 2018): a) visione d'insieme da Ovest (le frecce gialle indicano l'alveo del Fosso Rianale come appare oggi); b) dettaglio della struttura (comparatore: 10 cm).



## Bibliografia

- De Angelis M. (questo volume). *Riscontri archivistici sull'origine del toponimo "Ciampate del diavolo"*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 29-32.
- Di Vito M.A. (questo volume). *Il geosito delle "Ciampate del diavolo"*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 49-56.
- Panarello A. (2016a). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di dottorato di ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.
- Panarello A. (2016b). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2017). *Ipotesi antropologiche e realtà archeologiche nell'interpretazione delle incisioni cruciformi rinvenute nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" (località Foresta, Comune di Tora e Piccilli, Caserta)*. In Panarello A. e Miraglia F. (eds.), *Ethnagonica: saggi di confine fra Antropologia e Archeologia*, Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore: 57-72.
- Panarello A. (2020). *A snapshot on some everyday actions of a Middle Pleistocene hominin: the Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora e Piccilli, Caserta, Central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI: 10.4436/JASS.98013
- Panarello A., Farinaro G., Mietto P. (questo volume). *L'icnosito delle località "Foresta" di Tora e Piccilli e le impronte umane fossili*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 123-164.
- Panarello A. e Mietto P. (questo volume). *Il sentiero più antico del mondo*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 177-194.
- Panarello A., Pandolfo G., Mietto P. (questo volume). *Una prima datazione lichenometrica per la determinazione dell'epoca di riesposizione del paleostrato impresso*. In Mietto P., Panarello A., Di Vito M. (eds.). *Vent'anni di ricerche sulle "Ciampate del diavolo". Dalla leggenda alla realtà scientifica*. Misc. INGV, 64: 33-48.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M., Mietto P. (2017a). *Anthropic artifacts and donkey horseshoe traces looking like fossil human footprints: a case study from the Roccamonfina volcano (central Italy) with implication for human ichnology*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 56 (2): 277-288.
- Panarello A., Santello L., Farinaro G., Bennett M. R., Mietto P. (2017b). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di dottorato di ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova.



# Una sfida al “diavolo”: il problema della conservazione e della valorizzazione

Adolfo Panarello<sup>1</sup>, Gennaro Farinaro<sup>2</sup>, Paolo Mietto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

<sup>2</sup> Architetto, Piazza Umberto I 19, Tora e Piccilli (CE)

<sup>3</sup> Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

Keywords Conservazione delle impronte umane; Icnosito umano; Promozione delle orme fossili del Roccamonfina; "Ciampate del diavolo" | *Fossil human footprint preservation; Human ichnosite; Roccamonfina fossil footprints promotion; "Devil's Trails"*

## Abstract

Le impronte umane fossili sono tra i reperti più rari e preziosi per lo studio dell'antichità. Il loro valore risiede nel loro potere di descrivere strutture corporee, azioni e comportamenti. La loro rarità è dovuta al fatto che - quasi sempre - si conservano su depositi che si sono trasformati in rocce tenere, facilmente erodibili dagli agenti naturali e danneggiabili dalle azioni e dalla gestione errate dell'uomo attuale. Considerare le icniti umani come qualsiasi altro reperto archeologico da conservare è un errore comune e molto pericoloso. Pertanto, in questo contributo, dopo aver esaminato le principali azioni di tutela attuate in alcuni dei più importanti icnositi del mondo, si propone anche una soluzione per la tutela e la valorizzazione delle icniti del sito paleontologico "Ciampate del diavolo". Questa soluzione sembra l'unica e la più adatta per la corretta conservazione di questo bene culturale unico.

*Fossil human footprints are among the rarest and most precious finds for the study of antiquity. Their value lies in their power to describe body structures, actions, and behaviours. Their rarity is because - almost always - they are preserved on deposits that have turned into soft rocks which are easily eroded by natural agents and damaged by human wrong actions and management. Considering human ichnites as any other archaeological find to be preserved is a common and really dangerous mistake. Therefore, in this contribution, after examining the main protection actions carried out in some of the most important ichnosites of the world, we propose also a solution for the protection and promotion of the "Ciampate del diavolo" palaeontological site ichnites. This solution seems to us to be the only and most suitable for the right preservation of this unique cultural asset.*

## Introduzione

Come salvare le impronte fossili del geosito di Tora e Piccilli?

Le strade percorribili sono, come al solito, solo tre:

1. il distacco e il trasporto in una struttura museale;
2. il consolidamento della matrice impressa;
3. l'isolamento delle icniti dall'azione antropica e dai processi naturali di degrado.

Il distacco, nei pochi casi in cui è stato tentato - cioè nelle formazioni eolianitiche sudafricane di Nahoon Point e di Langebaan Lagoon [Roberts, 2008] e nel sito messicano di Cuatro Ciénegas [Gonzalez et al., 2009] - ha sempre avuto conseguenze nefaste con la perdita o il danneggiamento di alcune icniti o, nel migliore dei casi (Cuatro Ciénegas) con la loro parziale decontestualizzazione [Gonzalez et al., 2009]. Ciò sembra già sufficiente a sconsigliare la scelta della prima soluzione.



Nel caso specifico delle orme della località Foresta (Comune di Tora e Picilli), sul versante orientale del Roccamonfina, il distacco potrebbe rivelarsi ancora più distruttivo, perché spostare altrove le sole impronte fossili o anche l'intera paleosuperficie che le conserva (impresa titanica e ai limiti dell'utopia!) significherebbe alterare irreparabilmente un geosito che è unico al mondo anche per altre caratteristiche naturali e demoetnoantropologiche [Panarello, 2005a, 2005b] e non solo per i suoi contenuti paleontologici [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008b; Panarello et al., 2017a]. Altrettanto pericoloso sembra il consolidamento della superficie impressa, che è Tufo Leucitico Bruno e, quindi, una roccia tenera. L'esempio di Laetoli, infatti, testimonia che anche un solo isolante acrilico, apparentemente innocuo, usato per la creazione di un calco delle impronte, può danneggiare irreparabilmente la superficie impressa [Agnew & Demas, 1998a, 1998b, 2005]. Per quanto se ne sa, non è noto, fino ad oggi, un procedimento affidabile di consolidamento e stabilizzazione delle rocce tufacee e un'applicazione sperimentale di tecniche non testate potrebbe fare più danni della Natura e/o dei visitatori occasionali. D'altro canto, la messa a punto di un procedimento sicuro richiederebbe tempi e risorse economiche e scientifiche che al momento non sono neppure ipotizzabili, mentre lo stato di alterazione progressiva della formazione impressa del Roccamonfina richiede un intervento immediato.

Rimane, dunque, la terza soluzione.

Isolare la paleosuperficie con le impronte fossili significa creare una barriera che sia capace di preservarla sia dai processi naturali di alterazione sia dalle azioni incontrollate e incontrollabili degli uomini. Scartata subito la soluzione del sotterramento che, per quanto ripetuta e diversificata, ha dimostrato a Laetoli (Tanzania) di funzionare per un tempo troppo limitato e/o di non funzionare affatto e di non fornire alcuna garanzia di sostenibilità [Agnew & Demas, 1998a, 1998b, 2005], rimane come unica soluzione la creazione di una struttura capace di contenere l'intero geosito, che non crei bruschi impatti ambientali e che tenga conto della delicata realtà geologica del sito (ad alto rischio idrogeologico), che consenta il controllo dell'afflusso dei visitatori e dei loro movimenti nello spazio protetto e che, soprattutto, abbia il potere di sottrarre la delicata formazione tufacea all'impetosa e costante azione distruttrice degli agenti naturali (meteorici, tettonici, biochimici e geochimici). Questa è la soluzione scelta e proposta, seppure in forma di preliminare, nel presente contributo. Essa, come si vedrà, porta anche con sé, come vantaggiosi corollari, la possibilità di autosostenersi dopo il primo investimento e la proprietà di facilitare la valorizzazione anche dell'intero contesto territoriale che, al momento, vive una pesante fase di stagnazione economica e sociale. La struttura ideata, per quanto se ne sa, trova pochissimi confronti nell'intero pianeta e, se realizzata nella sua totalità, verrebbe a essere un "unicum" mondiale e, quindi, un potente "attrattore primario" per turisti, scienziati e studenti da ogni parte del globo.

## Ricordare il valore delle impronte fossili

Di questo aspetto si è già discusso abbondantemente in questo volume, ma, nell'ambito di ogni discorso legato alla conservazione e valorizzazione, sembra sempre opportuno ribadire, seppure in massima sintesi, alcuni concetti fondamentali.

Fra i reperti più rari e preziosi per gli studiosi della più alta antichità dell'Uomo, sono certamente da annoverare le impronte fossili, le icniti umane.

La loro rarità è dovuta al fatto che gli ominini più antichi hanno fatto la loro comparsa "solo" pochi milioni di anni fa. Tale tempo, se si rapportasse l'età stimata del pianeta Terra (ca. 4.7 miliardi di anni) al giro di un orologio, equivarrebbe solo a pochi secondi. Altro importante motivo è la difficoltà con cui le impronte lasciate dagli antichi deambulatori (tecnicamente denominati *trackmaker*) riescono a sopravvivere alla distruzione repentina e a conservare una forma riconoscibile fino alla loro essiccazione e alla loro definitiva litificazione. Anche la storia

tafonomica delle impronte fossili umane conferma che la formazione e, soprattutto, la conservazione di un'impronta è molto più di un evento casuale e rappresenta, molto spesso, un attimo veramente complesso e istantaneo nel diorama esistenziale planetario.

La breve finestra temporale, coincidente con la presenza di ominini sul pianeta, impedisce di pensare che si possano trovare impronte fossili umane su rocce dure (come i calcari, ad esempio), dal momento che tali rocce si sono formate molti milioni di anni prima che l'Uomo e anche le prime scimmie antropomorfe facessero la loro comparsa sul pianeta. La fossilizzazione di impronte su rocce dure è, dunque, possibile per i dinosauri, che hanno frequentato la Terra per centinaia di milioni di anni, ma non per gli ominini. Bisogna, quindi, cercare le icniti umane in contesti limitatissimi e cronologicamente compatibili con la loro esistenza, cioè negli ambienti vulcanici, semi-aridi, perilacustri, perifluviali, estuariali, costieri e in grotta. Sono noti anche due icnositi umani nei pressi di sorgenti idrotermali a Lhasa (Tibet) [Zhang & Li, 2002; Meyer et al., 2017] e a Cuatro Ciénegas (Messico) [Gonzalez et al., 2006, 2007, 2009; Lockley & Rodríguez de la Rosa, 2009].

Tutti i contesti menzionati sono caratterizzati da substrati impressi che si sono formati dal consolidamento in rocce tenere dei depositi preesistenti. Essi sono, perciò, estremamente vulnerabili anche alla sola azione degli agenti naturali. La situazione si complica ulteriormente quando i medesimi icnositi sono interessati anche dalla frequentazione umana e animale, che accelera i processi di alterazione e di distruzione del substrato impresso.

È molto difficile che un'orma umana possa conservarsi nel tempo e, perciò, i siti con orme umane accertate, che siano più antichi del Pleistocene medio (ca. 700 ka – ca. 120 ka), si possono davvero contare sulle dita di una mano.

Infine, bisogna tener conto che è anche molto difficile stabilire scientificamente l'autenticità di un'impronta umana, distinguendola da fenomeni erosivi naturali e dall'azione recente dell'uomo [Panarello et al., 2017b].

Quando si trova un'impronta umana fossile, dunque, si può ben dire di aver trovato un tesoro scientifico, ancorché delicatissimo, e il suo enorme valore è sempre testimoniato anche dal grande clamore mediatico che accompagna la divulgazione della notizia della scoperta.

Ma, oltre alla loro rarità, perché le impronte umane fossili sono così preziose?

Si potrebbe rispondere, in modo sufficientemente sintetico, dicendo che ciascuna impronta fossile è un insieme ricco di fotogrammi, in stretta successione, che descrivono un movimento ben preciso e che tale descrizione diviene sempre più fedele ed esaustiva man mano che il numero delle impronte ritrovate aumenta, soprattutto se esse non sono isolate ma coordinate in schemi d'andatura, che gli icnologi chiamano *pattern*.

Poiché l'andatura e il movimento, in generale, sono i risultati di azioni, consapevoli o inconsapevoli, compiute dai *trackmaker*, lo studio scientifico delle orme consente di effettuare valutazioni obiettive non solo sulla loro morfo-struttura, ma anche, talvolta, sui loro schemi di pensiero, sulle loro scelte e sul loro comportamento. Tutto ciò, scandendone la successione attimo per attimo. I messaggi veicolati dalle icniti umane diventano, ovviamente, più ricchi e numerosi negli ambienti in cui gli antichi camminatori sono stati condizionati dalla natura dei luoghi o da altri ostacoli occasionali.

Ancora, le impronte fossili hanno un legame strettissimo con il substrato su cui sono conservate e, se esso è databile con precisione, assumono un significato veramente “storico”. Ciò, perché la datazione del substrato è molto vicina e, talvolta, coincidente con quella dell'impronta, la quale può essere lasciata – com'è ben evidente – solo quando il substrato è ancora ricettivo e imprimibile, cioè quando è ancora plastico e non già solidificato o litificato. Per tale ragione, da un punto di vista rigorosamente archeologico, ogni impronta può anche considerarsi sempre in giacitura primaria.

Avere a disposizione un *pattern* di orme relativamente ricco e complesso, significa, dunque, avere elementi sufficienti per ricostruire abbastanza fedelmente l'aspetto del *trackmaker* e

comprenderne il comportamento nell'interazione con l'ambiente in cui egli visse. Significa, cioè, avere una specie di singolare filmato della sua vita, impresso su una pellicola di roccia capace di sfidare il tempo.

Ulteriore capacità delle impronte fossili è quella di poter restituire, talora, i dettagli delle parti deperibili dei deambulatori (la pelle, la muscolatura, etc.), fornendo anche importanti informazioni sul loro significato funzionale. È evidente che nessun reperto osteologico o litico sarebbe in grado, da solo, di fornire tali dati.

Poter valutare, nella ricerca, i dati paleoicnologici insieme con quelli archeologici e paleontologici (caso rarissimo!), significa poter creare un quadro preciso e completo di un particolare momento evolutivo e culturale dell'Uomo, anche se lontanissimo nel tempo. Questo è il sogno di quasi tutti i ricercatori che si occupano di preistoria.

In tutto il mondo, si conoscono solo pochi icnositi accertati di ominini e molti di essi hanno ancora bisogno di essere adeguatamente documentati e descritti adeguatamente [Bennett & Morse, 2014; Panarello, 2016a, 2016b].

L'icnosito di Tora e Piccilli che, al momento della sua scoperta, era il più antico del mondo fra quelli accertati [Mietto et al., 2003], ha perso il suo primato dell'antichità nel 2009, con la scoperta delle orme africane di Ileret [Bennett et al., 2009], ma rimane comunque fra i più antichi del nostro pianeta.

Tuttavia, i motivi del pregio particolare del geosito delle "Ciampate del diavolo" e la sua unicità planetaria, non possono e non devono essere confinati solo nello spazio della loro alta datazione ma vanno, piuttosto, cercati in alcune sue caratteristiche che, al momento, sono uniche.

Non è noto, infatti, finora, in alcuna altra parte del mondo, un altro sito, anche più antico di quello in questione, in cui le orme siano impresse su una superficie altrettanto fortemente inclinata. Solo qui, dunque, i ricercatori hanno la possibilità di effettuare determinate osservazioni biomeccaniche su ominini tanto antichi. Inoltre, fino a oggi, non sono noti altri siti in cui sia rimasta fossilizzata un'analoga varietà di dettagli anatomici: orme di piedi nudi destro e sinistro, impronte di mani, di polpacci, del bacino e di almeno un gluteo di ominini del Medio Pleistocene [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008b; Panarello, 2020; Panarello et al., 2020]. Tale ricchezza di dettagli impressi e fossilizzati, inoltre, è svincolata da qualsiasi valenza magica e/o rituale.

Ancora, entro i confini del geosito delle "Ciampate del diavolo" è ubicato il sentiero preistorico più antico del mondo finora noto [Panarello, 2016a; Panarello et al., 2017c].

Infine, la precisione radiometrica con cui è stata effettuata la datazione del substrato impresso [Santello, 2010 e bibliografia citata] attribuisce alle impronte quella valenza quasi "storica" di cui si è detto. Tale valenza supera quella dell'evento considerato come elemento di un *continuum* scientifico-temporale e diviene essenza dell'evento stesso, proiettandolo in una dimensione della conoscenza quasi assoluta.

## Il problema della conservazione

Illustrati sinteticamente i caratteri essenziali e i motivi di pregio e di unicità del sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" [Mietto et al., 2003; Avanzini et al., 2008a, 2008b, 2020; Palombo et al., 2018; Panarello, 2016a, 2016b, 2020; Panarello et al., 2017a, 2017c; 2018, 2020; Pillola et al., 2020], è doveroso metterne in evidenza la vulnerabilità che, in modo non dissimile dagli altri icnositi analoghi [Bennett et al., 2013], pone drammaticamente il problema della sua conservazione e della necessità di intervenire con la massima tempestività, per arrestare il processo di degrado delle impronte fossili umane e animali, già iniziato nel primo trentennio del secolo XIX [Panarello et al., questo volume, pp. 33-48] e acceleratosi negli ultimi tre lustri, in seguito alla maggiore frequentazione del sito e alla sua funzionalizzazione turistica.



Se, infatti, si considera che le alterazioni sono visibili anche a occhio nudo, attraverso il semplice confronto fra le immagini fotografiche scattate nel 2001 e quelle attuali; se si tiene conto del fatto che la roccia impressa è tufo zeolitizzato, cioè una roccia molto tenera; se si pensa che nonostante le barriere il sito viene costantemente frequentato da visitatori occasionali, che agiscono indiscriminatamente e se si considera che, in assenza di ogni protezione, anche la natura svolge la sua inesorabile azione consumatrice, ogni minuto diventa prezioso per evitare che questo icnosito unico e il suo contesto paleontologico vadano irrimediabilmente perduti. Tutte le impronte fossili del Quaternario, come suddetto, sono estremamente rare e delicate, poiché sono impresse su superfici molto tenere e deperibili, perciò dovrebbe apparire evidente a tutti, anche agli osservatori più comuni e meno specializzati, che il tempo, con inesorabile velocità, cancella, attimo per attimo, dettagli preziosissimi che, molto spesso, hanno dimensioni minime.

Se, nelle varie epoche, l'azione distruttiva dei cavapietre, degli agricoltori e delle popolazioni indigene di cultura subalterna può essere considerata negligenza incolpevole, perché inconsapevole, ignorare oggi il problema renderebbe tutti ugualmente colpevoli e responsabili della perdita di informazioni scientifiche di valore incalcolabile. Tollerare l'occhiuta e semplicistica noncuranza di coloro che distruggono o permettono la distruzione delle testimonianze fossili con arrogante invadenza è un altro errore madornale; neppure si possono giustificare coloro che, dotati dei necessari strumenti culturali, sacrificano l'integrità del sito sull'altare di un turismo spesso solo presunto, su non bene precisate politiche di ipotetica tutela e valorizzazione territoriale culturale e ambientale, di un falso interesse scientifico e anche su motivazioni di semplice curiosità.

Si potrebbe dire che il problema è di difficile soluzione visto che, fino ad oggi, non è stata individuata una procedura di consolidamento delle paleosuperfici impresse e, anche nei casi in cui il senso di responsabilità scientifica ha prevalso sulle ragioni più venali e semplicistiche, non è stato possibile individuare una soluzione definitiva al problema della conservazione. A Laetoli, ad esempio, nonostante la scelta radicale originaria di pensare solo alla conservazione dell'inestimabile bene scientifico, nonostante il pluriennale impegno governativo e il costante sostegno di alcune fra le più prestigiose istituzioni culturali del mondo, il problema è ancora oggi sostanzialmente irrisolto, anche se le scelte e le azioni, che sono state lì effettuate, costituiscono riferimenti di grande utilità per l'ideazione e la progettazione di qualsiasi intervento di protezione.

A differenza del sito di Laetoli, che è isolato e sperduto in un luogo remoto del parco del Ngorongoro [Leakey & Hay, 1979; Leakey & Harris., 1987], a molti chilometri di macchina dal primo centro abitato, il geosito di Tora e Piccilli è al centro di un sistema urbanizzato e ben collegato.

Nella conservazione e nella tutela del sito di Laetoli sono stati e sono coinvolti i maggiori scienziati del mondo in materia di paleoicnologia e paleoantropologia, il Governo della Tanzania, il *Tanzanian Antiquities Department*, il *Getty Conservation Institute* di Los Angeles [Agnew-Demas, 1998b, 2005] e persino l'UNESCO. Ciò nonostante, una soluzione definitiva al problema – come già detto – non è stata ancora trovata, tanto che, nel 2008, Rex Dalton, dalle pagine della prestigiosa rivista *Nature*, lanciava un nuovo segnale d'allarme intitolando “*Fears for oldest human footprints*” un suo eloquente articolo [Dalton, 2008], nel quale rivelava al mondo come, nonostante il sontuoso intervento di tutela effettuato negli anni dal 1994 al 1996, gli agenti atmosferici e le popolazioni indigene avevano ricominciato a minare le protezioni impiantate, facendo riemergere gli orli delle stuoie speciali e rendendo urgentissimo un nuovo intervento protettivo.

Le più moderne metodologie di rilievo e di studio consentono di preservare almeno i dati scientifici collegati alle impronte [Bennett et al., 2009, 2013], ma non sono in grado di conservare l'oggetto reale e/o il contesto in cui esso si trova. Per tale ragione, nell'approccio

alla conservazione del geosito delle “Ciampate del diavolo”, bisognerebbe tenere sempre ben chiaro e presente l’obiettivo primario da perseguire, che è quello della conservazione delle evidenze originali, dal momento che le medesime sono state già rilevate con sufficiente precisione, salvaguardandone i principali messaggi scientifici. Il geosito, infatti, unico al mondo, è ancora oggetto di studio e nessuno è in grado di prevedere quali e quante preziose novità potrà ancora regalare alla Scienza.

La soluzione che sembra migliore per la tutela delle “Ciampate del diavolo”, tenuto conto anche della loro localizzazione geografica e della positiva esperienza di Acahualinca (Nicaragua) [Lockley et al., 2007, 2009; Schmincke et al., 2009, 2010] è quella della conservazione *in situ*, specialmente se accompagnata da un accurato monitoraggio delle condizioni ambientali e della frequentazione, magari arricchendo il tutto con un annesso polo di didattica e di ricerca. Si crede, infatti, che anche la spettacolarizzazione della cultura e la trasformazione dell’oggetto da tutelare in un attrattore unico al mondo possa fornire un’ulteriore motivazione per la salvaguardia e la valorizzazione del sito, con le conseguenti ricadute benefiche sull’intorno territoriale. Strutture attraenti anche dal punto di vista estetico, aiuterebbero a garantire la sostenibilità dell’intero impianto di tutela mediante il lancio di un turismo culturale e naturalistico di portata planetaria e mediante l’attivazione di un adeguato indotto infrastrutturale. Tale turismo avrebbe anche il potere di valorizzare la fitta rete di sentieri escursionistici già individuati e creati dalla Comunità Montana “Monte S. Croce” nel 2002 [Bernasconi et al., 2002].

Una struttura con tali caratteristiche potrebbe essere un polo museale che, realizzato nel rispetto dell’ambiente e capace di inglobare e rendere fruibile il bene culturale, possa anche garantirne la conservazione isolandolo dai suoi principali fattori di rischio, i quali, come predetto, sono gli agenti naturali e i frequentatori non autorizzati. Una tale struttura, per quanto se ne sa, non avrebbe confronti nel mondo e troverebbe un unico elemento di confronto nel *Museo Jurásico de Asturias* (MUJA).

Si ritiene, inoltre, che una struttura come quella ipotizzata, possa avere ricadute intense e benefiche anche sull’ambiente in generale e sui gruppi umani che lo abitano o lo circondano in un’onda valorizzatrice che coinvolgerebbe qualunque aspetto demotnoantropologico [Panarello, 2005a, 2005b, 2008, 2009, 2016a, 2016b].

La realizzazione di un polo museale come quello vagheggiato avrebbe immense ricadute benefiche sull’economia di un territorio oggi a saldo demografico negativo [Panarello, 2016a], arrecando opportunità di crescita quasi lapalissiane a tutti gli abitanti nei luoghi, i quali potrebbero finalmente vedere come reale il rilancio del loro territorio.

Affinché ciò sia realizzabile, tenuto conto della portata sia scientifica sia socio-economica degli obiettivi da raggiungere, sarebbe necessario che gli enti preposti al rilascio delle autorizzazioni assumessero una posizione di flessibilità, con la consapevolezza che nessun altro bene, di qualunque natura esso sia (architettonico, ambientale, archeologico, etc.) può eguagliare il valore, non solo scientifico, di un bene unico al mondo come le “Ciampate del diavolo”.

L’enorme ricaduta benefica sugli ambiti culturali, turistici e sociali, in generale, giustificerebbero lo sforzo congiunto di enti di ricerca e di istituzioni pubbliche e private, dal momento che tutti sono certo consapevoli che la perdita del bene primario implicherebbe anche la perdita definitiva di ogni possibilità di sviluppo dell’intero sistema economico territoriale.

Tutelare l’attrattore primario e lanciarlo nei circuiti opportuni, anche internazionali, con la consulenza di personale altamente qualificato, significherebbe trasformare in realtà le aspettative di lavoro e di crescita sociale, finora solo illusorie, garantendo tutela al bene scientifico e rilancio sociale a un territorio attualmente depresso e senza realistiche prospettive di sviluppo.

## Bibliografia

- Agnew N., Demas M. (1998a). *Preserving the Laetoli Footprints*. *Scientific American*, 279 (3): 44-55.
- Agnew N., Demas M. (1998b). *La conservazione delle orme di Laetoli*. *Le Scienze*, 363: 66-76.
- Agnew N., Demas M. (2005). *La conservazione delle orme di Laetoli*. In AA.VV., *Le origini dell’Uomo. Viaggio nell’evoluzione dall’australopiteco a “Homo sapiens”*. Collana “Frontiere – Il meglio di Scientific American”, Roma: Le Scienze: 53-65.
- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Santello L., Rolandi G. (2008a). *Walking on a volcano: Middle Pleistocene human footprints preserved in a volcanoclastic deposit of Southern Italy*. In Ruiz-Omeñaca J.I., Piñuela L., García-Ramos J.C. (eds.), *Libro de resúmenes. XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 15-18 de octubre de 2008. Museo del Jurásico de Asturias, Colunga 2008: 3-8.
- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M., Rolandi G. (2008b). *The Devil’s Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Avanzini M., Citton P., Mietto P., Panarello A., Raia P., Romano M., Salvadori I. (2020). *Human footprints from Italy: the state of the art*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 213-232. DOI: 10.3304/JMES.2019.003
- Bennett M.R., Falkingham P., Morse S.A., Bates K., Crompton R.H. (2013). *Preserving the Impossible: Conservation of Soft-Sediment Hominin Footprint Sites and Strategies for Three-Dimensional Digital Data Capture*. *PLoS ONE*, 8 (4): e60755 (1-15).
- Bennett M.R., Harris J.W.K., Richmond B.G., Braun D.R., Mbua E., Kiura P., Olago D., Kibunjia M., Omuombo C., Behrensmeyer A.K., Huddart D., Gonzalez S. (2009). *Early Hominin Foot Morphology Based on 1,5-Million-Year-Old Footprints from Ileret, Kenya*. *Science*, 323: 1197-1201.
- Bennett M.R., Morse S.A. (2014). *Human Footprints: Fossilised Locomotion?* Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Bernasconi R., Giovini D., Taffuri T., Tomeo F., Zenga N. (eds.) (2002). *Guida ai sentieri naturali e all’antica viabilità rurale. Emergenze Archeologiche, Architettoniche, Storiche e Ambientali*. Roccamonfina: Comunità Montana “Monte Santa Croce”.
- Dalton R. (2008). *Fear for oldest human footprints*. *Nature*, 451: 118.
- Gonzalez A.H.G., Lockley M.G., Rojas C.S., Lopez Espinoza J., Gonzalez S. (2007). *Notes on a re-discovery of a “lost” hominid footprint site from the Cuatro Ciénegas Basin (Coahuila), Mexico*. In Lucas S.G., Spielmann J.A., Lockley M.G. (eds.), *Cenozoic Vertebrate Tracks and Traces*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 42: 11-15.
- Gonzalez A.H.G., Lockley M.G., Rojas C.S., Lopez Espinoza J., Gonzalez S. (2009). *Human Tracks from Quaternary Tufa Deposits, Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico*. *Ichnos*, 16:12-24.
- Gonzalez A., Lopez J., Rojas C., Inah S., Lockley M. (2006). *Discovery of an important hominid tracksite, Early Holocene of Coahuila, Mexico*. *Journal of vertebrate paleontology*, 26 (3): 68A.
- Leakey M.D., Harris J.M. (eds.) (1987). *Laetoli. A Pliocene site in Northern Tanzania*. Oxford: Clarendon Press.
- Leakey M.D., Hay R.L. (1979). *Pliocene footprints in the Laetoli Beds at Laetoli, northern Tanzania*. *Nature*, 278: 317-323.
- Lockley M.G., Rodríguez-de la Rosa R.A. (2009). *Preservation of Human Tracks in Arid Environments*. *Ichnos*, 16: 98-102.
- Lockley M.G., Vasquez R.G., Espinoza E., Lucas S.G. (2007). *Notes on a famous but “forgotten” human footprint site from the Holocene of Nicaragua*. In Lucas S.G., Spielmann J.A., Lockley M.G. (eds.), *Cenozoic Vertebrate Tracks and Traces*. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 42: 97-101.



- Lockley M.G., Vasquez R.G., Espinoza E., Lucas S.G. (2009). *America's Most Famous Human Footprints: History, Context and First Description of Mid-Holocene Tracks from the Shores of Lake Managua, Nicaragua*. *Ichnos*, 16: 55-69.
- Meyer M.C., Aldenderfer M.S., Wang Z., Hoffmann D.L., Dahl J.A., Degering D., Haas W.R., Schlütz F. (2017). *Permanent human occupation of the central Tibetan Plateau in the early Holocene*. *Science*, 355: 64-67.
- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.
- Panarello A. (2005a). *Le "Ciampate del diavolo" fra leggenda e realtà*. In Panarello A. (ed.), *Terra filiorum Pandulfi*. IV. Città di Castello: Ediprint: 7-29.
- Panarello A. (2005b). *Le impronte umane fossili di "Foresta": per una lettura storica del sito e una corretta interpretazione della scoperta scientifica*. Vairano Scalo: Intergraphica.
- Panarello A. (2008). *Cave e cavatori di tufo nell'areale del sistema vulcanico del Roccamonfina (Caserta). Primi passi nella conoscenza del patrimonio archeominerario dell'alta Terra di Lavoro*. Napoli: Autorinediti.
- Panarello A. (2009). *Scelte effettuate e scelte da effettuare per lo studio, la tutela e la valorizzazione delle "Ciampate del diavolo"*. In Panarello A. (ed.), *Conoscere il Roccamonfina. 1 - Il Geosito*, Atti del Convegno - Roccamonfina, 11 Luglio 2009, Volume Primo - *Relazioni*, Comune di Roccamonfina: 47-57.
- Panarello A. (2016a). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute - Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale.
- Panarello A. (2016b). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2020). *A snapshot on some everyday actions of a Middle Pleistocene hominin: the Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora e Piccilli, Caserta, Central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017a). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2), 137-154.
- Panarello A., Palombo M.R., Di Vito M.A., Biddittu I., Farinano G., Mietto P. (2020). *On the devil tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of Quaternary Science*, 35 (3): 444-456. DOI:10.1002/jqs3186.
- Panarello A., Santello L., Belvedere M., Mietto P. (2017b). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25(1): 66-75; DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Panarello A., Santello L., Farinano G., Bennett M. R., Mietto P. (2017c). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *The Pleistocene non-hominid vertebrate ichnofossil record in Italy*. In Cifton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 193-212. DOI:10.3304/jmes.2020.16872

- Roberts D.L. (2008). *Last Interglacial Hominid and Associated Vertebrate Fossil Trackways in Coastal Eolianites, South Africa*. *Ichnos*, 15: 190–207.
- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra, Dipartimento di Geoscienze - Università degli studi di Padova.
- Schmincke H.-U., Kutterolf S., Perez W., Rausch J., Freundt A., Strauch W. (2009). *Walking through volcanic mud: the 2,100-year-old Acahualinca footprints (Nicaragua). I: Stratigraphy, lithology, volcanology and age of the Acahualinca section*. *Bulletin of Volcanology*, 71: 479–493.
- Schmincke H.-U., Rausch J., Kutterolf S., Freundt A. (2010). *Walking through volcanic mud: the 2,100 year-old Acahualinca footprints (Nicaragua) II: the Acahualinca people, environmental conditions and motivation*. *International Journal of Earth Sciences*, 99 (Suppl. 1): 279-292.
- Zhang D.D., Li S.H. (2002). *Optical dating of Tibetan human hand- and footprints: An implication for the palaeoenvironment of the last glaciation of the Tibetan Plateau*. *Geophysical Research Letters*, 29 (5): 1072, 16.1-16.3.





## Conclusioni

Questa Monografia, che presenta dati e risultati di vent'anni di ricerche sul sito delle "Ciampate del diavolo", non conclude la ricerca ma solo una sua fase, la prima. Quella che a me piace definire pionieristica, perché condotta con pochissimi mezzi ma con tanto entusiasmo; entusiasmo che ha contagiato non solo le molte persone che ci hanno aiutato nel nostro lavoro, ma anche e soprattutto gli abitanti di quei luoghi. Questa fase ha raggiunto risultati brillanti che, con i parametri in uso adesso, sono valutabili nella qualità delle riviste internazionali che hanno accolto i lavori dei componenti dell'Équipe scientifica che conduce le ricerche. Paradossalmente, malgrado la qualità dei risultati raggiunti in un sito che si è posto all'attenzione di tutto il Mondo, malgrado l'interesse della comunità scientifica e mediatico universali, venti anni di ricerca sono stati realizzati praticamente senza alcun contributo finanziario, benché le vane promesse e le richieste, purtroppo mai soddisfatte, siano state persino troppe. Solo le amministrazioni comunali di Tora e Picilli e, per l'intervento a Cantarelle di Carangi, quello di Marzano Appio, si sono fatte carico delle spese vive, connesse agli interventi di pulizia dei relativi siti, interventi autorizzati dalla competente Soprintendenza. Eppure il sito delle "Ciampate del diavolo" ha potenzialità, anche in campo turistico-economico, veramente straordinarie. Basta scorrere semplicemente le pagine di questa Monografia per rendersene facilmente conto.

Ecco perché ho usato il termine "pionieristico" per definire questi primi venti anni di indagini sul sito di Foresta, fase che ritengo conclusa. La ritengo conclusa non certo perché manchino gli argomenti scientifici di approfondimento; proverò ad elencarli senza un ordine prefissato: 1) ulteriori ricerche sugli aspetti geologici, stratigrafici e vulcanologici legati al substrato e in particolare all'evoluzione della superficie erosiva su cui insistono le impronte umane e animali; 2) ricerche e indagini multidisciplinari (ad esempio polliniche, isotopiche, ecc.) sulle tracce di paleosuoli competenti alla superficie improntata; 3) completamento delle indagini sulle orme non umane, anche attraverso interventi di pulizia di dettaglio della paleosuperficie; 4) approfondimento delle ricerche in campo archeologico, con la possibilità di eseguire scavi in siti contermini già individuati, nei quali è conservata la stratigrafia originaria; 5) necessità di estendere la rimozione della copertura detritica e vegetale, oltre a quanto fatto finora, sia sulla superficie improntata sia su superfici stratigraficamente più recenti; 6) estensione degli studi sulla dinamica del movimento a quelle piste o parti di pista non ancora indagate.

Per realizzare questo programma, eventualmente integrato con nuovi filoni di indagine che potrebbero emergere in corso d'opera, servono tuttavia quegli adeguati finanziamenti che finora sono mancati: finanziamenti senza i quali una seconda fase di indagini sul sito delle "Ciampate del Diavolo" diventerebbe una pura illusione. E allora la Monografia che qui si conclude rappresenterebbe veramente la conclusione anche della esperienza della Équipe scientifica che rappresento.

Ma, al di sopra di ogni possibile futuro sviluppo della ricerca, è necessario e non più procrastinabile un intervento massiccio che fermi il degrado della paleosuperficie, pena la perdita irreparabile delle testimonianze icnologiche che, come si è detto in altra parte, costituiscono un *unicum* a livello mondiale; perdita che renderebbe obsoleto anche qualunque tentativo di valorizzazione del sito, che potrebbe essere volano formidabile per l'economia locale. Ma i problemi della conservazione e della eventuale valorizzazione, non possono essere più competenza della nostra Équipe scientifica. Ad altri enti, ad altre forze, anche economiche, da tempo lanciamo il nostro allarme, preoccupati di perdere per sempre le testimonianze sul sito e, con esse, qualunque sviluppo futuro. È vero, la documentazione raccolta ci permetterebbe potenzialmente di riprodurre artificialmente la paleosuperficie di Foresta in qualunque momento, ma non sarebbe mai la superficie originaria, che sola può suscitare quell'emozione indimenticabile che si prova a seguire, non solo fisicamente, ma anche attraverso i processi mentali, le scelte di percorso che quei nostri antenati hanno dovuto adottare per scendere in

sicurezza lungo quel pendio ripido, caldo, scivoloso e pericoloso 349.000 anni fa e che ora sono fossilizzate nella roccia come orme di piedi e di mani. Anche solo per questo, il sito delle “Ciampate del diavolo” meriterebbe di diventare Patrimonio dell’Umanità dell’UNESCO. Ma anche questo, purtroppo, non è competenza di quella Équipe scientifica che ora conclude i suoi venti anni di ricerca, speriamo primi e non anche ultimi.

Paolo Mietto

## Ringraziamenti

Le ricerche nel sito paleoicnologico delle “Ciampate del diavolo” in località Foresta nel territorio comunale di Tora e Piccilli (Caserta) sono state rese possibili grazie all’interessamento e alle autorizzazioni della Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per le Province di Caserta e Benevento. Un particolare ringraziamento va, prima di tutto, ai soprintendenti che si sono succeduti nella direzione dell’ufficio: Stefano De Caro, Fausto Zevi, Maria Luisa Nava, Valeria Sampaolo, Adele Campanelli, Salvatore Buonomo, Mario Pagano e ai funzionari responsabili dell’Ufficio periferico competente per i Comuni di Tora e Piccilli e Marzano Appio: Francesco Sirano, Antonio Salerno, Maria Grazia Ruggi d’Aragona, Antonella Tomeo e Giorgia Maria Francesca Di Paola. Le ricerche non avrebbero potuto svilupparsi senza l’appoggio fattivo ed economico delle amministrazioni comunali di Tora e Piccilli, rappresentate dai Sindaci Antonio Mammoli, Angelo de Simone, Natascia Valentino, Luciano Fatigati e di Marzano Appio, rappresentate dai Sindaci Bruno De Santis ed Eugenio Ferrucci; a tutti la nostra più viva gratitudine, estesa agli assessori, ai funzionari comunali e ai molti cittadini di Tora e Piccilli e di Marzano Appio, che ci hanno accolti con simpatia e favorito in ogni modo durante le ricerche. La lista è lunga e ci scusiamo fin d’ora nel caso malaugurato che avessimo dimenticato qualcuno: Gaetano Aceto, Giovanna Avella, Carmine Caldarone, Aldo Campanile, Domenico Campanile, Antonio Cardente, Armando Carlone, Enzo Colucci, Vincenzo D’Agostino, Mirella D’Andreta, Daniele De Cesare, Guido De Cesare, Eugenia De Filippis, Rolando De Santis, Domenico Di Marco, Loris Esarti, Maria Grazia Fabiano, Pietro Fera, Simona Fracasso, Marlise Gazerro, Tommaso Giaccari, Francesco Lepore, Pasqualina Lepore, Andrea Lippo, Antonello Morrone, Vincenzo Merone, Pietro Pennace, Rosa Angela Pilunni, Maria Segrella, Annarita Simone, Rino Spaziano. Per l’appoggio morale, ringraziamo in particolare i presidenti della Comunità Montana “Monte Santa Croce”: Antonio Marandola, Vincenzo D’Errico, Pietro Delle Donne, Alberico Di Salvo, Mariano Fuoco; i presidenti e/o funzionari del Parco Regionale “Roccamonfina-Foce del Garigliano”: Raffaele Aveta, Alfonso Pirozzi, Enzo Di Sarro, Luigi Maria Verrengia, nonché il presidente della Camera di Commercio di Caserta, Tommaso De Simone.

Durante le attività di ricerca sul terreno sono stati effettuati quattro interventi di pulizia nel sito di Foresta (Tora e Piccilli) e uno nel sito di Cantarelle di Carangi (Marzano Appio). Durante i lavori nel sito di Foresta, non potremo mai dimenticare la squisita ospitalità del compianto Giulio de Simone, padre dell’allora sindaco Angelo de Simone, così come vogliamo ricordare la generosa disponibilità di Domenico Campanile, in rappresentanza dell’amministrazione comunale di Marzano Appio, e di Aldo Integlia, proprietario del sito di Cantarelle di Carangi. Un particolare ricordo va, infine, al compianto Amico, sempre disponibile in qualunque occasione, Vittorio Ragucci. Moltissime persone, a vario titolo, ci hanno dato assistenza o aiutato come volontari durante i lavori di pulizia:

- Foresta (due interventi 2005): Alessandra Maria Artuso, Claudia Cannas, Pellegrino Cavaliere, Domenico Cavaliere, Francesca Cavaliere, Antonio Grillo, Rossella Merola, Vincenzo Ragucci, Mario Teoli;

- Carangi (intervento 2008): Domenico Campanile, Stefano Castelli, Antonio D'Andreta, Dante Grillo, Aldo Integlia, Fabio Petti, Elisabetta Rivalli, Fulvio Salzillo, Enrico Vitale;
- Foresta (intervento 2009): Fabiola Di Sano, Isabella Fazzone, Simona Fracasso, Pietro Fusco, Carmina Montanaro, Guido Roghi, Maria Teresa Savastano, Jacopo Dal Corso, Bianca Maria Medaglia, Luca Ragucci, gli operai della Comunità Montana "Monte Santa Croce" (Giuseppina Forgione, Maurizio Martino, Gaetano Mingione, Umberto Mauro, Giuseppe Teoli), la troupe televisiva MyMax (Vanni Gandolfo, Marco Leopardi, Massimo My, Marco Salustro, Fabio Sorrentino, Maria Teresa Tringali), i tecnici di GEOTOP di Ancona (Daniele Bartolucci, Donato Marcantonio, Massimiliano Toppi);
- Foresta (intervento 2010): Nicodemo Abbate, Giuseppe Cerbo, Fabiola Di Sano, Simona Fracasso, Serena Franceschelli, Angela Leardi, Angelo Marciaro, Remo Marciaro, Bianca Maria Medaglia, Valentino Mirabella, Luca Negroni, Luca Ragucci, Alessandra Ricciardi, Mariachiara Zaffani e gli operai della Comunità Montana "Monte S. Croce" (Antonio Iacovone, Gerardo Teoli, Giuseppe Teoli, Sabatino Teoli).

Nel 2019, un componente dell'Équipe ha subito il furto di uno zainetto contenente l'*hard disk* con tutta la documentazione fino ad allora raccolta ed elaborata relativa alle ricerche sul sito delle "Ciampate del diavolo": per l'immediato e risolutore intervento dei Carabinieri, siamo e saremo eternamente grati al Mar.Magg. Gino Parillo, all'App. Scelto Nicola Capuano e all'App. Marco Teoli. Per il Convegno tenutosi, nel 2009, a Roccamonfina sulla conoscenza del geosito vulcanico, abbiamo avuto la gentile ospitalità e il gentile sostegno del Sindaco, Maria Cristina Tari, della Civica Amministrazione di Roccamonfina da Lei guidata e del "main sponsor" NESTORE - Consorzio di Cooperative Sociali - ONLUS con sede a Falciano del Massico. Esprimiamo la nostra più profonda gratitudine a tutti loro e a tutti i volontari locali che ci hanno aiutato nell'organizzazione.

Per il convegno sulla tutela del sito di Foresta, tenutosi nel 2017 presso l'Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale, siamo stati ospitati e sostenuti dal Magnifico Rettore (Giovanni Betta), dalla Direttrice del Dipartimento di Scienze Umane Sociali e della Salute (Loriana Castellani), dal Dipartimento di Lettere e Filosofia (rappresentato da Elena A.A. Garcea) e dal Responsabile Scientifico del Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità (LaRSArA) (Ignazio Tantillo), nonché da tutti i docenti afferenti alla medesima struttura (Lucio Del Corso, Alfredo M. Morelli, Eugenio Polito). Nella medesima occasione, abbiamo avuto un importante sostegno organizzativo anche dai due prorettori (Giulia Orofino e Marilena Maniaci), dalla Camera di Commercio e dall'Aspiin di Frosinone, dall'Associazione Italiana per lo Studio del Quaternario (AIQUA), dai Comuni di Tora e Piccilli, Pofi e Ceprano e da una schiera di qualificati collaboratori: Bruna Maria Andreoni, Elio Cipriano, Edmondo Colella, Gianluca De Rosa, Liana Lanni, Anna Mariani, Andrea Ruotolo, Roberta Vinciguerra. Anche i docenti Franco De Vivo e Andrea Riggio ci hanno sostenuto e incoraggiato. L'attuale direttore del Dipartimento di Scienze Umane Sociali e della Salute, Elisabetta De Vito, e l'attuale responsabile scientifico del LaRSArA, Eugenio Polito, hanno sostenuto e agevolato in ogni modo il proseguimento della ricerca. A tutte queste persone vanno i nostri più sentiti ringraziamenti.

Vogliamo ricordare con particolare gratitudine e affetto i molti colleghi che, talora anche come temporanei componenti o collaboratori dell'Équipe scientifica, ci hanno accompagnato durante questa ventennale ricerca: Marco Avanzini, Matteo Belvedere, Matthew R. Bennett, Stefano Castelli, Luigi Cinque, Marco De Angelis, Jacopo Del Corso, Peter L. Falkingham, Claudia Lauro, Giorgio Manzi, Sarita Amy Morse, Giuseppe Pandolfo, Carlo Peretto, Pasquale Raia, Manuel Rigo, Guido Roghi, Giuseppe Rolandi, Lisa Santello, Hans-Ulrich Schmincke, Stephen Sparks, Riccardo Tommasoni.

Tante sono, infine, le associazioni (ORME, Pro-Loce, Protezione Civile, etc.) e le persone che, a vario titolo, ci hanno offerto il loro disinteressato aiuto: Giuseppe Angelillo, Giuseppe Angelone,



Alfredo Balasco, Fiorentino Bevilacqua, Olindo Caiazza, Salvatore Cardillo, Luigi Cinque, Rodolfo Coccioni, Walter Cocco, Andrea Cortellessa, Franco Cortellessa, Girolamo Cortellessa, Vincenzo Cortellessa, Giuseppe Crisetti, Fabio Cubellotti, Marco D'Ambrosio, Gabriella D'Ippolito, Ivan De Cesare, Pasquale De Fusco, Luca De Simone, Tommaso De Simone, Margherita Del Sesto, Luigi Di Cosmo, Ivan Di Padua, Elvio Di Petrillo, Carlo Di Spirito, Massimo Di Stefano, Girolamo Falco, Antonella Farinaro, Bruno Forcina, Enrico Franceschelli, Ivan Franceschelli, Iolanda Gazerro, Marco Germani, Giuseppe Gillini, Luigi Giuliano, Teresa Gray, Romilde Grella, Giovanna Grieco, Carmine Grillo, Alessandro Guastoni, Luigi Guerriero, Bruno Iannalfo, Giovanni Imondi, Marisa Imondi, Salvina Izzo, Achille Lividoso, Sergio Loffreda, Luca Lorenzetti, Angelo Marciaro, Remo Marciaro, Anna Mariani, Ennio Marsocci, Norma Mazzoccoli, Francesco Miraglia, Vincenzo Mormone, Olivia Nesci, Teresa Nocita, Anna Palmieri, Maria Palumbo, Rino Palumbo, Ernesta Panarello, Luigi Panarello, Donadeo Parrillo, Domenico Pascariello, Gianfranco Pellegrino, Sara Perfetto, Pasquale Piscitelli, Federica Riccio, Elisabetta Rivalli, Mario Rivalli, Giovanni Roberti, Alessandra Ruggiero, Umberto Salvetti, Maurizio Sampaolo, Concettina Santangelo, Valter Savastano, Manuela Scaramuzzino, Giancarlo Schirru, Cinzia Scialdone, Silvio Seno, Annarita Simone, Vincenzo Simone, Giuseppe Salvatore Spina, Arturo Donato Vallante, Fabiola Verrecchia, Roberto Zanni, Cristina Angelina Zinno, Sofia Maria Zinno e tanti altri che, probabilmente, ci sfuggono.

A tutti va la nostra più profonda gratitudine

# APPENDICE





## Elenco delle pubblicazioni dell'Équipe che ha in studio il sito delle "Ciampate del diavolo"

### Pubblicazioni scientifiche

(in ordine cronologico)

#### A – Riviste internazionali

- Mietto P., Avanzini M., Rolandi G. (2003). *Human footprints in Pleistocene volcanic ash*. *Nature*, 422: 133.
- Cappelletti P., Rolandi G., de' Gennaro M. (2006). *Zeolitization processes in Roccamonfina ignimbrite (Southern Italy): a help in recording fossil human tracks?* In Bowman R.S. and Delap S.E. (eds.), *Zeolite '06 - 7<sup>th</sup> International Conference on the Occurrence, Properties, and Utilization on Natural Zeolites - Socorro, New Mexico USA, 16-21 July 2006*: 66-68.
- Avanzini M., Mietto P., Panarello A., De Angelis M. and Rolandi G. (2008). *The Devil's Trails: Middle Pleistocene Human Footprints Preserved in a Volcanoclastic Deposit of Southern Italy*. *Ichnos*, 15: 179-189.
- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Santello L., Rolandi G. (2008). *Walking on a volcano: Middle Pleistocene human footprints preserved in a volcanoclastic deposit of Southern Italy*. In Ruiz-Omeñaca J.I., Piñuela L., García-Ramos J.C. (eds.), *Libro de resúmenes. XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga, 15-18 de octubre de 2008*. Colunga: Museo del Jurásico de Asturias: 3-8.
- Panarello A., Mietto P. (2017). *Can it be an actual human fossil footprint? The "Combined Method" helps to give an answer*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 105-123.
- Panarello A., Mietto P., Santello L., Belvedere M. (2017). *Anthropic artefacts and donkey horseshoe traces looking like human footprints: a case study from the Roccamonfina volcano (Central Italy) with implication for human ichnology*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 56 (2): 277-288.
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Mietto P. (2017). *Fifteen years along the "Devil's Trails": new data and perspectives*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 30 (2): 137-154.
- Panarello A., Santello L., Farinano G., Bennett M.R., Mietto P. (2017). *Walking along the oldest human fossil pathway (Roccamonfina volcano, Central Italy)?* *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13: 476-490.
- Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2018). *Did Elephants Meet Humans Along the Devil's Path? A Preliminary Report*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (Quaternary: Past, Present, Future - AIQUA Conference, Florence, 13-14/06/2018): 83-87.
- Panarello A., Mazzardo L., Mietto P. (2018). *The devil's touch: a first dataset from what could be the oldest human handprint ever found (Central-Southern Italy)*. *Alpine and Mediterranean Quaternary*, 31 (1): 37-47. DOI:10.26382/AMQ.2018.03
- Panarello A., Santello L., Belvedere M., Mietto P. (2018). *Is It Human? Discriminating between Real Tracks and Track-Like Structures*. *Ichnos*, 25 (1): 66-75. DOI:10.1080/10420940.2017.1337010
- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Raia P., Casinos A. (2019). *A dynamic analysis of Middle Pleistocene human walking gait adjustment and control*. *Italian Journal of Geosciences*, 138 (2): 231-238. DOI:10.3301/IJG.2019.03
- Avanzini M., Citton P., Mietto P., Panarello A., Raia P., Romano M., Salvador I. (2020). *Human footprints from Italy: the state of the art*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 213-232. DOI:10.3304/JMES.2019.003
- Panarello A., Palombo M.R., Biddittu I., Di Vito M.A., Farinano G., Mietto P. (2020). *On the devil's tracks: unexpected news from the Foresta ichnosite (Roccamonfina volcano, central Italy)*. *Journal of*

*Quaternary Science*, 35(3): 444–456. DOI:10.1002/jqs.3186

- Panarello A. (2020). *A snapshot on some everyday actions of a Middle Pleistocene hominin: the Trackway B at the Devil's Trails palaeontological site (Tora e Piccilli, Caserta, Central Italy)*. *Journal of Anthropological Sciences*, 98: 27-47. DOI:10.4436/JASS.98013
- Pillola G.L., Palombo M.R., Panarello A., Zoboli D. (2020). *The Pleistocene non-hominid vertebrate ichnofossil record in Italy*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue): 193-212. DOI:10.3304/jmes.2020.16872
- Antonelli M., Avanzini M., Belvedere M., Bernardi M., Ceoloni P., Citton P., Conti M.A., Dalla Vecchia F.M., D'Orazi Porchetti S., Gianolla P., Leonardi G., Manni R., Marchetti L., Mariotti N., Massari F., Mietto P., Muscio G., Palombo M.R., Panarello A., Petruzzelli M., Petti F.M., Pignatti J., Pillola G.L., Piubelli D., Raia P., Romano M., Ronchi A., Sacchi E., Sacco E., Salvador I., Santi G., Schirolli P., Valentini M., Wagensommer A., Zoboli D. (2020). *Updated Italian Tetrapod Ichnology Reference List*. In Citton P., Romano M. (eds.), *Tetrapod ichnology in Italy: the state of the art*, *Journal of Mediterranean Earth Sciences*, 12. (Special Issue), pp. 233-265. DOI:10.3304/jmes.2020.17069

## B – Riviste/Edizioni nazionali e locali

- Avanzini M., Mietto P., Rolandi G. (2003). *Le orme dei più antichi europei emergono dal vulcano di Roccamonfina (Caserta)*. *La Ricerca*, 25: 16.
- Panarello A. (2005). *Le "Ciampate del diavolo" fra leggenda e realtà*. In Panarello A. (ed.), *Terra filiorum Pandulfi*. IV. Città di Castello: 7-29.
- Panarello A. (2005). *Le impronte umane fossili di "Foresta": per una lettura storica del sito e una corretta interpretazione della scoperta scientifica*. Vairano Scalo: Intergraphica.
- Santello L., Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A. & Rolandi G. (2008). *Stratigraphic features of Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina Volcano, Southern Italy) related to the presence of Pleistocene human footprints*. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 3: 704-705.
- Santello L. (2009). *Evoluzione del Complesso Vulcanico del Roccamonfina*. In Panarello A. (ed.), *Conoscere il Roccamonfina. 1 - Il Geosito*, Atti del Convegno - Roccamonfina, 11 luglio 2009, Volume Primo - *Relazioni*, Comune di Roccamonfina: 1-10.
- Mietto P. (2009). *Le "Ciampate del diavolo": dalla leggenda alla realtà scientifica*. In Panarello A. (ed.), *Conoscere il Roccamonfina. 1 - Il Geosito*. Atti del Convegno - Roccamonfina, 11 luglio 2009, Volume Primo - *Relazioni*, Comune di Roccamonfina: 39-46.
- Panarello A. (2009). *Scelte effettuate e scelte da effettuare per lo studio, la tutela e la valorizzazione delle "Ciampate del diavolo"*. In Panarello A. (ed.), *Conoscere il Roccamonfina. 1 - Il Geosito*. Atti del Convegno - Roccamonfina, 11 luglio 2009, Volume Primo - *Relazioni*, Comune di Roccamonfina: 47-57.
- Mietto P., Panarello A., Avanzini M., Sirano F., Santello L., Belvedere M., Rolandi G., De Angelis M. (2013). *Ciampate del diavolo. Le impronte dei primi uomini sul vulcano Roccamonfina*, Roma: Edizioni Spolia.
- Panarello A. (2016). *Elementi di Paleoicnologia degli Ominidi*. Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore.
- Panarello A. (2017). *I più antichi sentieri del mondo nell'areale del vulcano Roccamonfina (Italia centro-meridionale)*. In Panarello A., Miraglia F. (eds.), *Ethnagonica. Saggi di confine fra Antropologia e Archeologia*, Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore: 11-19.
- Panarello A. (2017). *Ipotesi antropologiche e realtà archeologiche nell'interpretazione delle incisioni cruciformi rinvenute nel sito paleontologico delle "Ciampate del diavolo" (località Foresta, Comune di Tora e Piccilli, Caserta)*. In Panarello A., Miraglia F. (eds.), *Ethnagonica. Saggi di confine fra Antropologia e Archeologia*, Marina di Minturno: Armando Caramanica Editore: 57-72.

## Elaborati di Tesi

(in ordine cronologico)

### A – Tesi di Laurea

- Santello L. (2006). *Aspetti stratigrafici del vulcano di Roccamonfina (Caserta)*. Tesi di Laurea Magistrale in Geologia e Geologia Tecnica (Curriculum geologia), Università degli studi di Padova; relatore: Paolo Mietto; correlatori: Giuseppe Rolandi, Marco Avanzini.
- Zaffani M. (2011). *Lo scavo paleontologico: il caso del sito delle "Ciampate del diavolo" a Roccamonfina (CE)*. Tesi di laurea triennale in Geologia, Università degli studi di Padova; relatore: Paolo Mietto; correlatore: Lisa Santello.
- Integlia M. (2012). *Le "Ciampate del diavolo": un raro caso di orme fossili a Tora e Piccilli (Caserta)*. Tesi di Laurea in Valorizzazione e promozione dei beni culturali nel museo e nel territorio, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale; relatore: Italo Biddittu; correlatore: Adolfo Panarello.

### B - Tesi di Dottorato di ricerca

- Santello L. (2010). *Analysis of a trampled formation: the Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina volcano, Southern Italy)*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Scienze della Terra", Dipartimento di Geoscienze, Università degli studi di Padova. Tutor: Paolo Mietto; Co-Tutor: Hans-Ulrich Schmincke.
- Panarello A. (2016). *Il sito con impronte umane pleistoceniche di Foresta (Vulcano di Roccamonfina, Caserta) quale laboratorio ideale per valutazioni oggettive sulle più antiche direttrici di transito umano e sui condizionamenti geomorfologici nelle logiche insediative*. Tesi di Dottorato di Ricerca in "Storia, Letteratura e Territorio", Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale. Tutor: Andrea Riggio; Co-Tutor: Paolo Mietto.

## Abstract, Poster e Pre-Print

(in ordine cronologico)

- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Rolandi G. (2004a). *Pleistocene human footprints preserved on a zeolite-rich pyroclastic flow (Roccamonfina, Southern Italy)*. Abstract n. 128-10 of the Poster Presentation in session "G17.09 - Terrestrial tetrapod ichnofacies and ichnotaxonomy" of the 32<sup>nd</sup> International Geological Congress of Florence, 20-28 August 2004, *Scientific Session: Abstract (parte 1)*: 598.
- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Rolandi G. (2004b). *Pleistocene human footprints preserved on a zeolite-rich pyroclastic flow (Roccamonfina, Southern Italy)*. Poster Presentation in session "G17.09 - Terrestrial tetrapod ichnofacies and ichnotaxonomy" of the 32<sup>nd</sup> International Geological Congress of Florence, 20-28 August 2004, *Scientific Session*.
- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Rolandi G., Sirano F. (2005b). *Orme umane pleistoceniche conservate in un deposito piroclastico nel complesso vulcanico di Roccamonfina (Comune di Tora e Piccilli, Caserta)*. Poster Presentation at XL Riunione Scientifica I.I.P.P., *Strategie di insediamento fra Lazio e Campania in età preistorica e protostorica*, Roma-Napoli-Pompei, 30 Novembre - 3 Dicembre 2005.
- Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A., Rolandi G., Sirano F. (2005a). *Orme umane pleistoceniche conservate in un deposito piroclastico nel complesso vulcanico di Roccamonfina (Comune di Tora e Piccilli, Caserta)*. XL Riunione Scientifica I.I.P.P., *Strategie di insediamento fra Lazio e Campania in età preistorica e protostorica. Riassunti di relazioni, comunicazioni, poster*, Roma: 38-39 (Pre-Print).



- Saborit G., Mondanaro A., Melchionna M., Serio C., Carotenuto F., Tavani S., Modafferi M., Panarello A., Mietto P., Rook L., Raia P., Casinos A. (2018). *Análisis dinámico de la pista fósil humana de Roccamonfina (Caserta, Italia)*. In Vaz N., Sá A.A. (eds.), *Yacimientos paleontológicos excepcionales en la Península Ibérica / XXXIV Jornadas de Paleontología; IV Congreso Ibérico de Paleontología*; Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 427-428.
- Santello L., Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A. & Rolandi G. (2007). *Stratigrafic Features of Roccamonfina Volcano (Caserta, Southern Italy) related to the presence of Pleistocene human footprints*, 10.1474/ Epitome.02.1097. *Geoitalia2007*, Rimini 12-14 September 2007: 311. (Poster 62-13 Pannello 133)
- Santello L., Avanzini M., De Angelis M., Mietto P., Panarello A. & Rolandi G. (2008). *Stratigraphic features of Roccamonfina Volcano (Caserta, Southern Italy) related to the presence of Pleistocene human footprints* – Abstract in *IAVCEI 2008, General Assembly*, Reykjavík, Iceland. (Poster).
- Santello L., Belvedere M., Panarello A. & Mietto P. (2009c). *Pleistocene human footprints: interpretation of the trampled Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina Volcano, Southern Italy)* – AIV, School of volcanology, Nisyros, 25-30 September 2009. (Poster).
- Santello L., Mietto P., Belvedere M., Panarello A. and Avanzini M. (2009). *Following Pleistocene human tracks: genesis and interpretation of the trampled Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina Volcano, Southern Italy)*, 10.1474/ Epitome.03.0852. *Geoitalia 2009*, Rimini 9-11 September 2009.
- Santello L., Mietto P., Belvedere M., Panarello A. and Avanzini M. (2009). *Preservation of human footprints on volcanic tuffs: the Roccamonfina case (Caserta, Southern Italy)*, 10.1474/ Epitome.03.1077. *Geoitalia 2009*, Rimini 9-11 September 2009.
- Santello L., Belvedere M., Mietto P. (2009). *Following Pleistocene human tracks: genesis and interpretation of the trampled Brown Leucitic Tuff (Roccamonfina Volcano, Southern Italy)* - INGV, Conferenza A. Rittmann: “La vulcanologia italiana: stato dell’arte e prospettive future”, Nicolosi (Catania), 11-13 June 2009, ISBN 987-88-89972-11-3.
- Palombo M.R., Biddittu I., Di Vito M.A., Farinaro G., Panarello A., Mietto P. (2020). *Sulle “orme del diavolo”: nuove evidenze e prospettive di ricerca alle pendici del Roccamonfina*. Poster presentato alle Giornate scientifiche AIQUA 2019: “AIQUA verso INQUA 2019: I progressi delle ricerche sul Quaternario italiano” (Bologna, Centro Congressi dell’Area della Ricerca del CNR, 18-19 giugno 2019).
- Di Vito M.A., Biddittu I., Farinaro G., Palombo M.R., Panarello A., Mietto P. (2020). *Someone Walked on the Divine Mountain: Fossil Traces and Prehistoric Paths on the Ashes of the Roccamonfina Volcano (Central-Southern Italy)*. In Cocina O., Corsaro R.A., Nicotra E., Viccaro M. (eds.), *Abstract Volume 4ª Conferenza A. Rittmann Catania, 12 | 14 Febbraio 2020*. Misc. INGV, 52: Abstract: pp. 314-315 e Poster S16.16.

## Schede su INTERNET

Panarello A., Mietto P. (2017). *Tora e Piccilli. Devil's Trails*  
(<http://paleoitalia.org/places/44/tora-e-piccilli/>)

Panarello A., Mietto P. (2017). *Tora e Piccilli. Le Ciampate del Diavolo*  
(<http://paleoitalia.org/places/44/tora-e-piccilli/>)



# QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

# RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

# MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

[http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html](http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html/)

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.



**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Francesca DI STEFANO, Rossella CELI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

**Progetto grafico e impaginazione**

Barbara ANGIONI  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

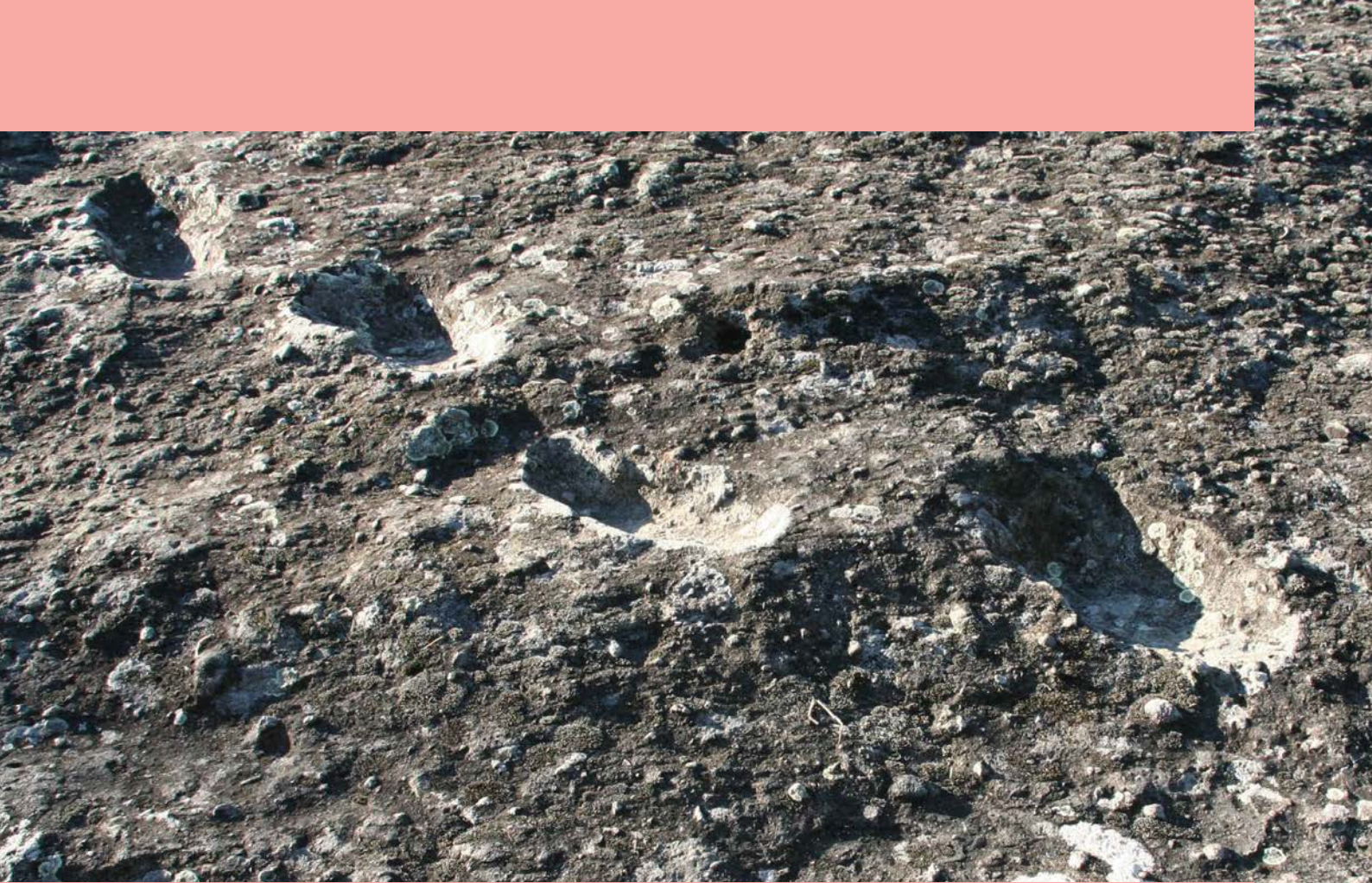
©2022

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Via di Vigna Murata, 605  
00143 Roma  
tel. +39 06518601

[www.ingv.it](http://www.ingv.it)



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA