

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
redazione@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 Mietto¹, Adolfo Panarello² e Mauro Antonio Di Vito³

¹Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geoscienze

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

³INGV | 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

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

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

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

Alessandro Mondanaro^{1,2}, Adolfo Panarello³, Maria Modafferi¹, Marina Melchionna¹, Carmela Serio¹, Francesco Carotenuto¹, Stefano Tavani¹, Paolo Mietto⁴, Pasquale Raia¹

¹Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse

²Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze della Terra

³Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Scienze Umane, Sociali e della Salute, Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità

⁴Università 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].

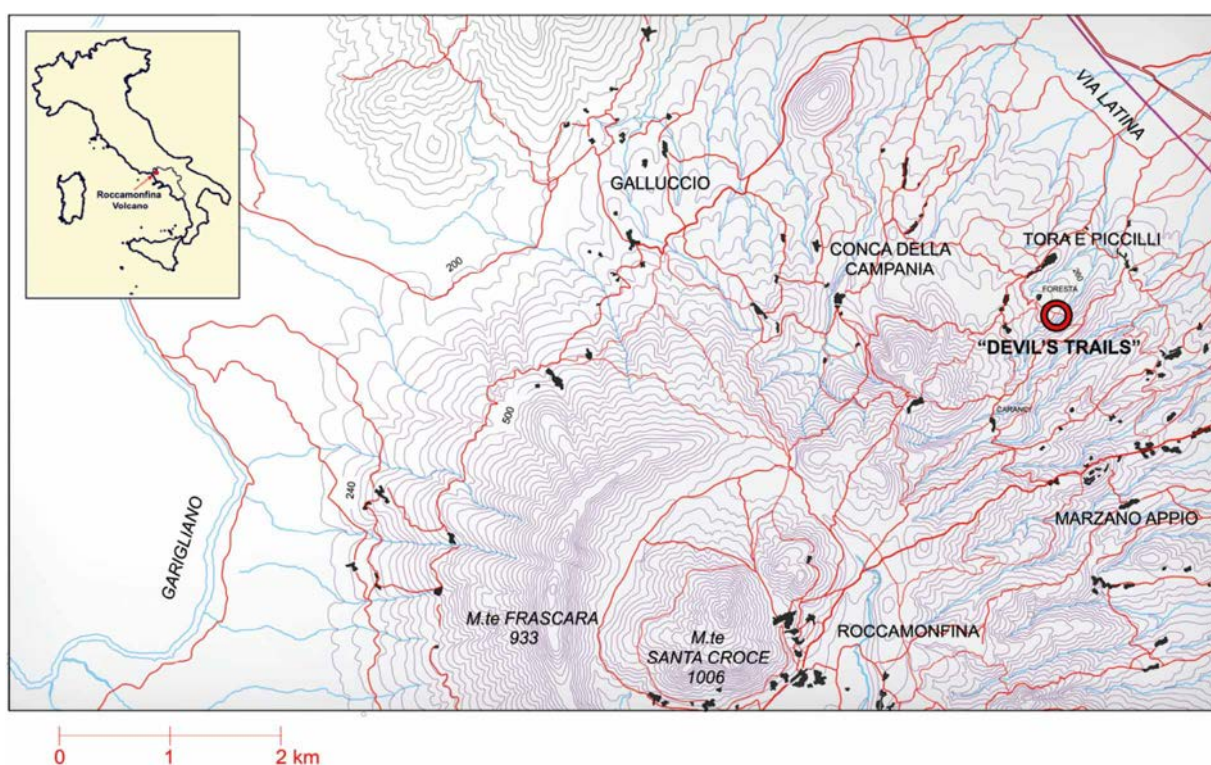


Figura 13.1 Localizzazione del sito di “Ciampate del diavolo” [da Panarello et al., 2017a].

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).

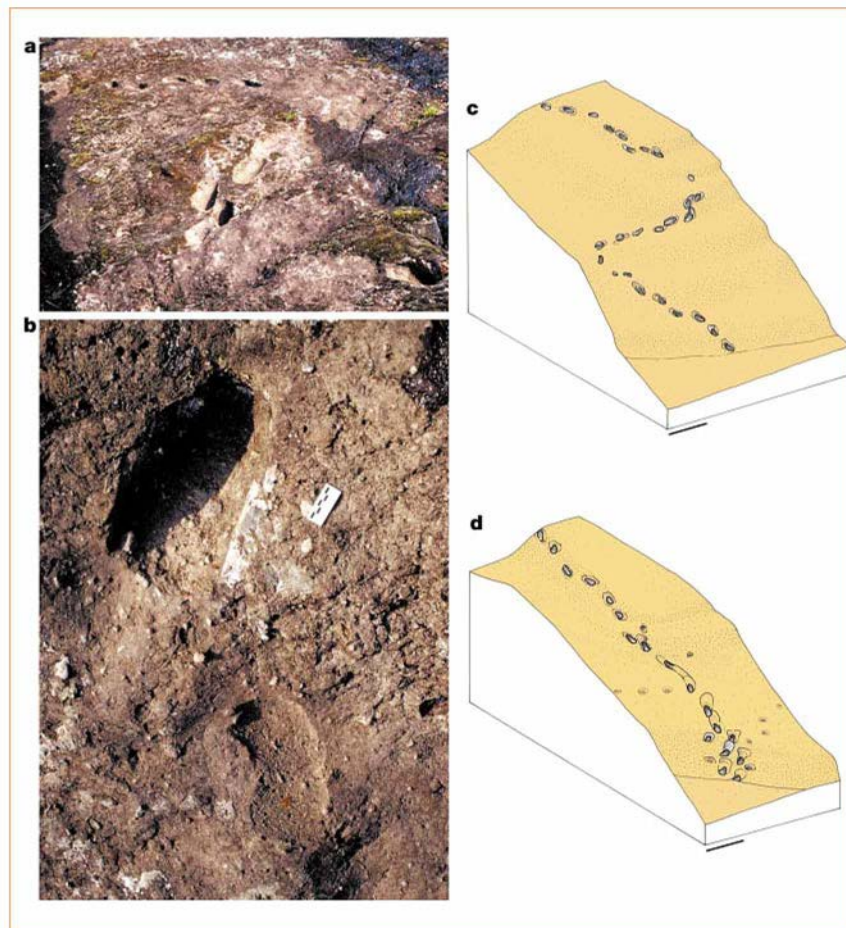


Figura 13.2 a, b) Le impronte del Roccamonfina; c, d) diagrammi dei percorsi A e B [da Mietto et al., 2003].

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.

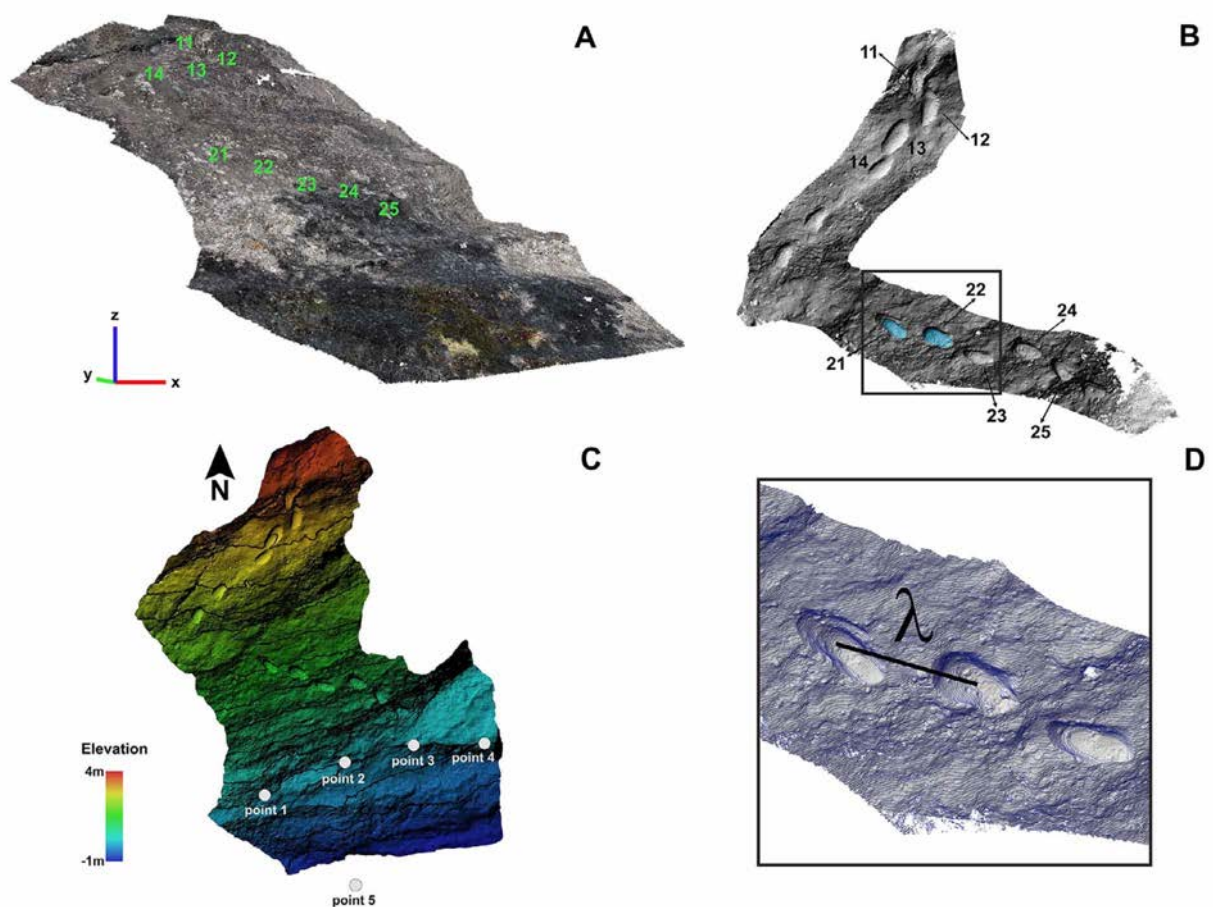


Figura 13.3 A) Impronte umane scelte come oggetto di studio; B) esploso del Digital Outcrop Model (DOM) raffigurante le impronte 21-22 nel contesto della pista A; C) Digital Outcrop Model del sito; D) esploso del DOM raffigurante le impronte 21-22 per descrivere il criterio con cui si è misurata la distanza 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.

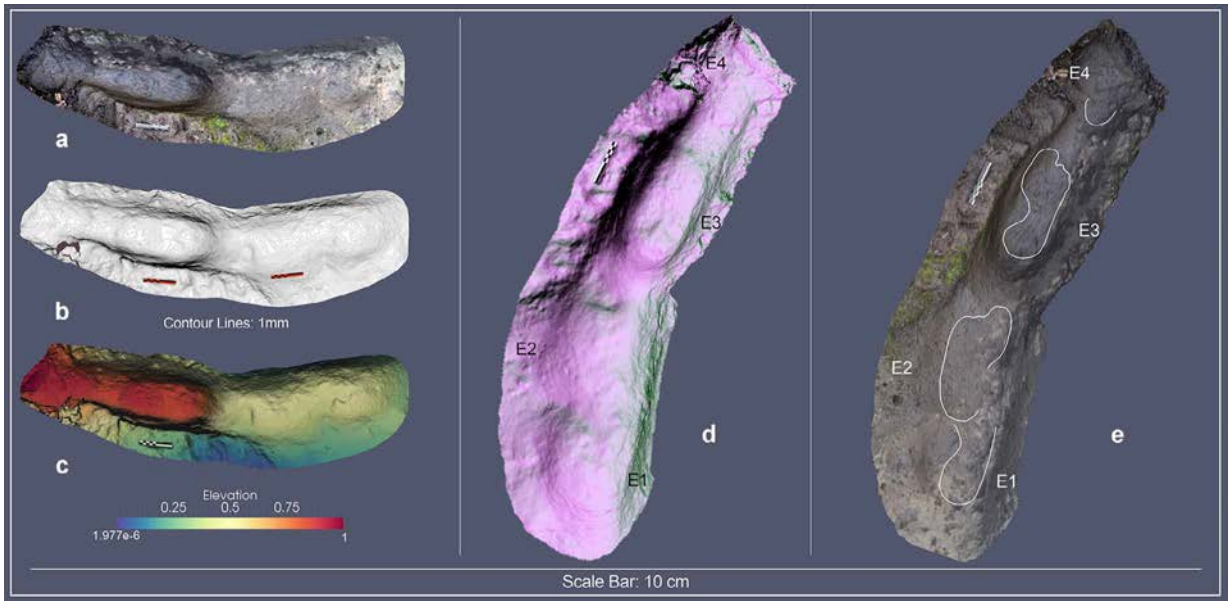


Figura 13.4 Modello 3D delle nuove quattro impronte umane relative al percorso E [da Panarello et al., 2020].

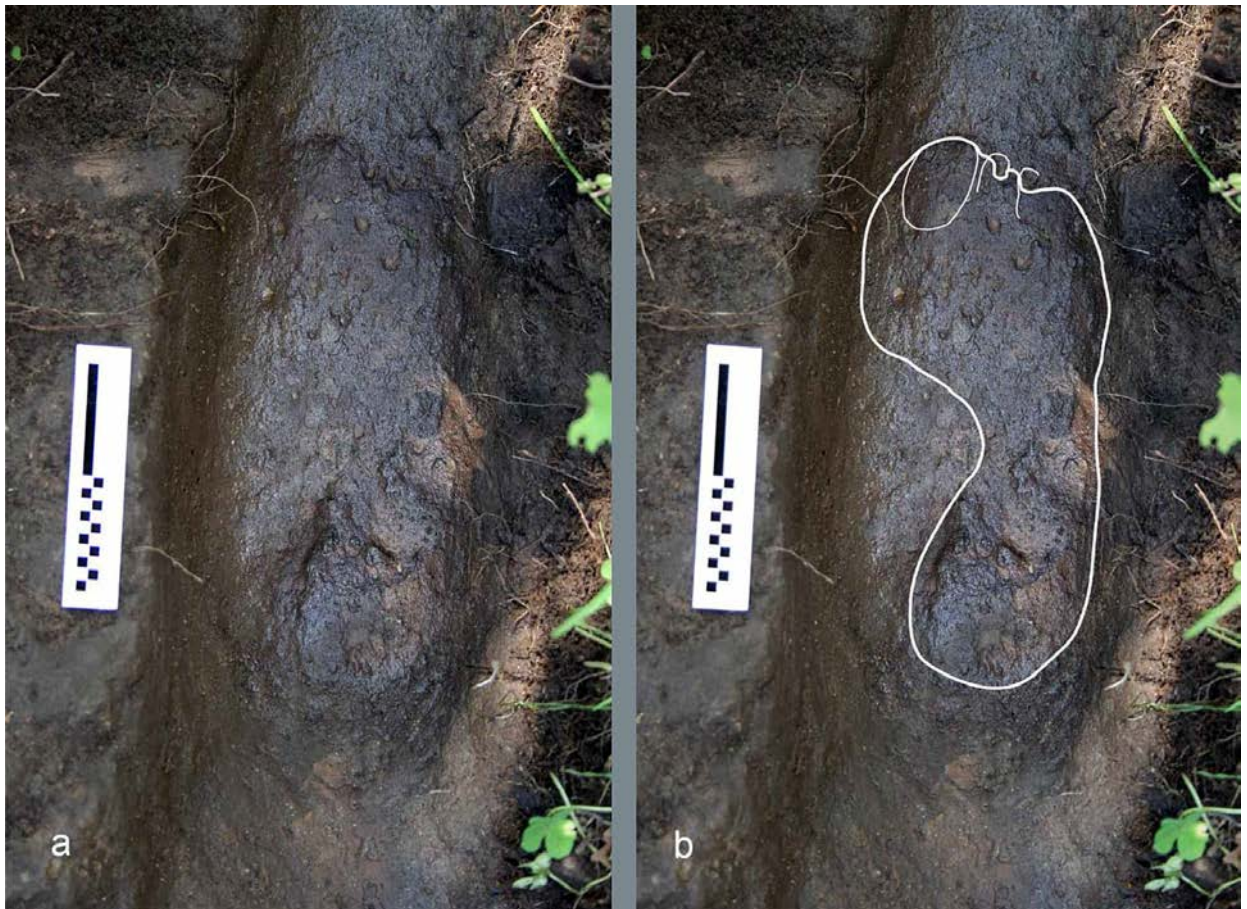


Figura 13.5 a) Impronta E3; b) Impronta con contorno del piede sovrainposto [da Panarello et al., 2020; Supporting Information].

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 Cutton 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.

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

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



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA