



## IMPRONTE DIGITALI PER I DETECTIVES DEL PASSATO

### Le orme scoperte a Zone sono fossili-guida per datare le rocce in tutto il mondo

Il comune di Zone (Brescia), che si affaccia sulla sponda orientale del **Lago d'Iseo**, era già noto a studiosi e appassionati di geologia per le “piramidi di terra”, spettacolari forme di erosione risalenti alla fine dell'ultima glaciazione. Una approfondita indagine paleontologica conferma ora che, a meno di due chilometri dalle piramidi, su una parete di roccia formatasi nel Triassico superiore (**220 milioni di anni fa**), sono conservate le orme di grandi rettili **arcosauri**, antenati di coccodrilli e dinosauri.

Varie specie di animali hanno lasciato **70 orme**, quasi tutte allineate a formare **almeno 5 piste** (sequenze di passi). La continuità laterale della parete di roccia fa prevedere che molte altre orme giacciono ancora nascoste dalla vegetazione e dalle stratificazioni rocciose soprastanti e sottostanti.

#### L'importanza della scoperta si può sintetizzare in cinque punti:

1. sono le prime orme di rettili risalenti all'inizio dell'era dei dinosauri trovate in Lombardia
2. sono le orme di questo tipo e di questo periodo più grandi e meglio conservate in Italia
3. alcune orme hanno una forma unica che suggerisce possano essere nuove per la scienza
4. aggiungono importanti dati per la ricostruzione degli antichi ambienti dell'Italia settentrionale
5. ci permettono di mettere in relazione rocce e fossili in varie parti del mondo, aiutandoci a comprendere meglio i primi passi dell'evoluzione dei rettili che poi diventarono dinosauri

#### LA SCOPERTA

Le orme fossili sono conservate su una parete rocciosa molto inclinata che affiora a circa 800 metri di quota in **Val Valurbes**, a nord dell'abitato di Zone, e che costeggia per un breve tratto l'Antica Strada Valeriana (un sentiero lastricato costruito dai Romani per collegare Brescia alla Val Camonica). Circa 50 metri più a monte dell'affioramento si trova la cosiddetta Chiesa del Disgiolo. Per questo il luogo è frequentato da paesani ed escursionisti e le orme, seppur interpretate in vario modo, erano note da tempo agli abitanti di Zone.

Tra il 2002 e il 2003 le tracce erano state segnalate da **Pierino Baroni**, un insegnante di Marone, allo zonese **Stefano Zatti**, che nel 2004 le aveva citate nel *Dizionario zonese-italiano*, attribuendole a “un cucciolo di dinosauro”.

Il 1° gennaio 2008 **Federico Vezzoli**, un appassionato di geologia e storia locale residente a Pisogne, durante una escursione riconosce con certezza le tracce come orme fossili, scatta alcune fotografie e le mette online sul Portale *Paleofox*, avvisando contestualmente gli organi competenti. Dalla vetrina di Internet all'occhio dei paleontologi il passo è breve. Dopo un sopralluogo sul posto **Cristiano Dal Sasso**, del Museo di Storia Naturale di Milano, raduna un gruppo di studio composto anche da **Marco Avanzini** e **Fabio Massimo Petti** del Museo Tridentino di Scienze Naturali, **Paolo Schirolli** del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia e **Umberto Nicosia** dell'Università "La Sapienza" di Roma. I risultati delle ricerche vengono resi noti all'opinione pubblica con la conferenza stampa odierna.

## LE TRACCE RACCONTANO

Nel **nuovo sito paleontologico** di Zone attualmente affiorano almeno 70 orme. Quasi tutte sono allineate una davanti all'altra a formare almeno 5 successioni di passi, che i paleontologi definiscono "piste". Queste attraversano in varie direzioni **due strati di roccia quasi verticali**, su una superficie complessiva di circa 50 metri quadrati.

220 milioni di anni fa questi strati erano parte di una vasta pianura fangosa solcata da fiumi che sfociavano in un basso mare tropicale. Circa 15 milioni di anni fa, quando le Alpi iniziarono a corrugarsi, gli antichi depositi ormai divenuti roccia furono sollevati e disposti in modo verticale così come li vediamo oggi.

Le piste meglio conservate si vedono sullo strato più giovane, che affiora nella porzione destra della parete. Le due piste più grandi sono impresse nello strato sottostante e si interrompono sulla sinistra in corrispondenza di una rottura della parete.

Tutte le orme sono riferibili ad animali **quadrupedi**, plantigradi o semi-plantigradi, **lungi dai 2 ai 6 metri**. Le orme ci dicono che questi animali avevano una camminata molto stretta e piuttosto lineare, il che indica una struttura corporea con **arti posizionati verticalmente sotto il corpo**. Le zampe anteriori erano più piccole delle posteriori e le mani poggiavano a terra con una caratteristica rotazione rispetto ai piedi. Nelle orme meglio conservate, inoltre, si possono contare bene 5 dita sia nelle mani che nei piedi e osservare le impronte di altrettanti artigli, nonché delineare grossomodo i polpastrelli e i talloni.

## UN NOME PER L'ANIMALE, UN NOME PER LE SUE IMPRONTE

Il settore della paleontologia che si occupa dello studio delle impronte e della loro classificazione è definito **icnologia** (dal greco *ichnos*, traccia). Una delle difficoltà principali di questa disciplina è riconoscere l'autore di una traccia; per questo motivo la classificazione delle impronte è separata da quella degli organismi che le hanno prodotte e le orme hanno nomi specifici diversi dall'animale che le ha impresse nel terreno.

Il metodo che solitamente viene usato per identificare l'autore di una traccia è quello di confrontare gli scheletri di animali fossili con orme fossili della stessa età. Uno studioso di impronte, in sostanza, non si comporta in modo molto diverso dal principe della favola di Cenerentola. Una volta trovata la scarpetta (l'orma) è necessario trovare il piede giusto che la calzi (la zampa dell'animale). Il problema è che non possediamo gli scheletri di tutti gli animali che vissero nel Triassico e talvolta, anche avendo le ossa, non è facile capire che forma avessero i cuscinetti carnosi e i fasci muscolari che lasciavano la loro traccia sul terreno.

Per questo motivo, per molte delle orme identificate a Zone non è stato possibile individuare con certezza l'animale corrispondente.

## IL POSSIBILE IDENTIKIT DEGLI AUTORI DELLE ORME DI ZONE

Nel Triassico superiore le terre emerse erano dominate dagli **arcosauri**, un gruppo di rettili destinato ad avere grande successo nella storia della vita. Tra di essi si distinguono due linee evolutive: quella dei crurotarsi e quella degli ornitodiri. I primi hanno dato origine ai rauisuchi e ai coccodrilli, i secondi ai dinosauri e ai rettili volanti (pterosauri).

Nei **crurotarsi** il piede ha una morfologia particolare e ben riconoscibile, **con il quinto dito rivolto verso l'esterno**. L'impronta di questo dito (il nostro mignolo) è l'indizio principale che ha portato i paleontologi a cercare gli autori delle orme tra i rappresentanti di questo gruppo. Le orme di questo tipo, definite "chiroteriane" (da *Chirotherium* = mano bestiale), sono tipicamente a cinque dita e ricordano in qualche modo una grande mano umana. Più precisamente le orme di Zone, con le dita corte e robuste delle quali il quinto tozzo è diretto verso l'esterno, ricordano il genere *Brachychirotherium* (= mano bestiale dalle dita corte).

In base a confronti con orme fossili studiate in altri giacimenti europei e statunitensi siamo in grado di attribuire quelle di Zone ad almeno due specie diverse. Una è *Brachychirotherium thuringiacum*, che come dice il nome è tipica del Triassico superiore della Germania; la seconda è ancora in studio (vedi sotto) e potrebbe rappresentare una forma ancora sconosciuta.

In ogni caso, se si esclude una dubbia traccia rinvenuta nelle dolomiti bellunesi, **le orme di Zone rappresentano la prima testimonianza certa di *Brachychirotherium* nel Triassico superiore italiano**.

I rettili di Zone erano dunque degli arcosauri crurotarsi. Da un certo punto di vista, anche se non sono dinosauri, questi rettili hanno un antenato in comune con essi. In effetti sono accomunati dalla postura eretta degli arti, una struttura anatomica di successo che permise loro di fronteggiare "alla pari" i dinosauri per quasi tutto il Triassico.

## DUE IPOTESI

Prima d'ora, in Lombardia non si erano mai trovate orme fossili di arcosauri o di altri rettili vissuti nell'era dei dinosauri, mentre sono note orme di anfibi e rettili più primitivi conservate nelle rocce del Collio, in Val Trompia, dunque sempre in provincia di Brescia.

Per quanto riguarda i resti scheletrici, invece, la Lombardia e il confinante cantone svizzero del Ticino sono la patria di un arcosauro crurotarso della famiglia dei rauisuchidi, uno dei gruppi a cui potrebbero appartenere gli autori delle orme di Zone. Il suo nome è ticinosuco (*Ticinosuchus ferox*) e possiede una struttura anatomica compatibile con quella osservata nelle impronte fossili del genere *Chirotherium*. In sostanza si ritiene che *Ticinosuchus* sia l'autore di quelle orme che sono definite *Chirotherium*.

Per l'attribuzione zoologica delle orme chiamate *Brachychirotherium*, invece, esistono due differenti ipotesi: alcuni paleontologi le riferiscono ai **rauisuchi (crurotarsi carnivori)**, altri agli **etosauri (crurotarsi erbivori dal corpo largo e coperto da placche ossee)**. Forse proprio il giacimento di Zone, negli studi che seguiranno, aiuterà a risolvere questo dilemma.

## L'ULTIMA SCOPERTA: IL GRANDE CRUROTARSO

In un recente sopralluogo, ancora più accurato dei precedenti, è stata scoperta **la pista più grande**, precedentemente sfuggita alla vista perché le orme che la compongono sono depressioni assai poco marcate, visibili soltanto con particolari condizioni di luce.

Il grande crurotarso che ha originato questa pista, conservata sul lato sinistro della parete nello strato più vecchio, possedeva **un corpo piuttosto largo** e probabilmente si muoveva più lentamente. Questo è testimoniato dai bassi valori dell'angolo formato da tre orme consecutive del piede.

Si trattava di **un animale certamente più lungo di 5 metri**, con ventre e coda ben sollevati da terra, non essendo stata rinvenuta alcuna loro traccia.

## IL RAMO TRASCINATO E LE INCRESPATURE DELLA SABBIA

Tracce evanescenti di un attimo di vita, le orme di animali che camminarono sulla terra ben 220 milioni di anni fa hanno potuto conservarsi e arrivare sino a noi grazie a una combinazione di condizioni ambientali. Al passaggio dei rettili **lungo il delta di un fiume** il sedimento, composto da granuli finissimi, era ancora bagnato e dunque plasmabile. Nella stagione secca le acque si sono ritirate e, prima che una nuova piena depositasse un nuovo strato, il sedimento calpestato è indurito **seccando al sole**. Strato dopo strato, per milioni di anni questi livelli si sono compattati fino a diventare una dura **arenaria**.

La parete che riaffiora oggi nei pressi di Zone non ha conservato solo orme di animali ma anche altre tracce. Poco prima dell'arrivo dei rettili, la superficie più antica è stata attraversata da un oggetto che, trascinato dall'acqua, ha lasciato dietro di sé una scia rettilinea, larga circa mezzo metro e composta da **decine di solchi paralleli**. La spiegazione più plausibile è che si trattasse dei **rami di un albero**.

Degli strati che ricoprivano le orme restano oggi soltanto alcune porzioni spioventi sulla parte alta della parete. Quelle superfici mostrano **increspature sinuose che furono prodotte dal moto ondosso** in acque basse, nelle stagioni in cui il delta dell'antico fiume triassico cresceva.

## VULCANI DI LOMBARDIA, 220 MILIONI DI ANNI FA

*Arenarie di Val Sabbia* è il nome della formazione geologica in cui sono contenute le orme degli arcosauri di Zone. Queste rocce, come indica la loro composizione chimica e mineralogica, si sono formate per accumulo di **sabbie e ceneri vulcaniche** che, insieme a ciottoli più grandi, venivano trasportate da grossi fiumi in una piana deltizia. Il clima era comunque **semi-arido e caldo**.

Come si è detto, alcuni strati conservano indizi che permettono ai geologi di dire che i fiumi carichi di sedimenti provenivano da sud, dove si trovavano le pendici dei vulcani.

La posizione stratigrafica delle Arenarie di Val Sabbia, incastonate tra formazioni rocciose già ben studiate dai geologi, ha permesso di stabilire che queste rocce si sono formate all'inizio del Triassico superiore, più precisamente nell'intervallo **tra Carnico inferiore e Carnico medio**, corrispondente a 220 milioni di anni fa.

## LO STUDIO: CALCHI REALI E MODELLI VIRTUALI

Nello studio delle orme di Zone è stata utilizzata una combinazione di tecniche. Ai **metodi tradizionali**, consistenti nel ricalcare i contorni delle orme su un telo di pvc trasparente e nell'eseguire dei calchi in silicone, sono state affiancate nuove tecnologie di rilevamento ed elaborazione dati. Grazie alla collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler di Trento, tramite un apparecchio laser (**Terrestrial Laser Scanner**) è stata effettuata una scansione di tutta la superficie fossilifera che, in tempo reale, è stata acquisita su un computer portatile.

Per affinare la precisione del rilievo (già elevata in quanto il margine di errore dello scanner è di soli 0.5 mm), questo modello è stato sovrapposto ad un altro ricavato con fotogrammetria digitale ad alta risoluzione.

Si è così ottenuta una perfetta **riproduzione virtuale tridimensionale delle orme e delle piste**, che oltre ad essere salvate dall'inesorabile azione erosiva degli agenti atmosferici in un archivio digitale possono essere studiate in modo più accurato. Per esempio, le orme poco marcate si possono ombreggiare, colorare e approfondire artificialmente, rendendo visibili particolari anatomici altrimenti sfuggenti e permettendo misurazioni più precise.

La condivisibilità in rete dei modelli 3D favorisce, inoltre, la comunicazione tra i diversi ricercatori. Le orme possono essere addirittura inviate ad un stampante 3D che le scolpisce in un blocco di poliuretano come se fossero repliche tridimensionali identiche.

A Zone la tecnologia laser è stata fondamentale in quanto la forte inclinazione degli strati rocciosi avrebbe reso quasi impossibile e molto dispendiosa, sia in termini di tempo che di denaro, la realizzazione di un calco di tutta la superficie fossilifera con tecniche convenzionali.

## CARTA DI IDENTITÀ

<b>Nome scientifico delle orme</b>	<i>Brachychirotherium</i>
<b>Significato</b>	" mano bestiale dalle dita corte "
<b>Superordine</b>	Arcosauri
<b>Ordine</b>	Crurotarsi
<b>Sottordine</b>	Rauisuchi o Suchi
<b>Famiglia</b>	Rauisuchidi o Etosauridi
<b>Età geologica</b>	Triassico superiore (Carnico), 220 milioni di anni fa
<b>Dimensioni degli autore delle orme</b>	da 2 a 6 metri di lunghezza; da 0,8 a 2 metri di altezza
<b>Peso</b>	da 100 a 600 kg
<b>Habitat</b>	ambienti aridi e litorali marini
<b>Distribuzione geografica</b>	Europa centro-meridionale, Stati Uniti
<b>Stile di vita</b>	andatura quadrupede con coda sollevata e testa protesa in avanti, caccia d'agguato
<b>Dieta</b>	carnivora e forse anche piscivora
<b>Segni particolari</b>	insolita rotazione della mano all'esterno, quinto dito del piede curvo e tozzo
<b>Curiosità</b>	la leggenda dei "pè de la Madona" probabilmente nasce dal ritrovamento di orme fossili simili a queste su un'altra roccia, ora distrutta, che affiorava poco più a valle

## LA SCOPERTA IN NUMERI

- 50** in metri quadri, la porzione di roccia su cui sono impresse le orme
- 70** le orme scoperte
- 5** le "piste" o camminate rilevate
- 18** numero di orme che compongono la pista più lunga
- 5** il numero delle dita, sia nei piedi che nelle mani
- 35** in centimetri, la lunghezza media del piede dell'animale più grande
- 92** in centimetri, la lunghezza del passo dell'animale più grande

## **GRUPPO DI RICERCA SULLE ORME DI ZONE**

### **Coordinamento generale**

Cristiano Dal Sasso                      Museo di Storia Naturale di Milano

### **Paleontologi e geologi**

Marco Avanzini                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento  
Massimo Bernardi                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento  
Cristiano Dal Sasso                      Museo di Storia Naturale di Milano  
Paolo Ferretti                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento  
Umberto Nicosia                      Università degli Studi di Roma “La Sapienza”  
Fabio Massimo Petti                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento  
Paolo Schirolli                      Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia

### **Rilevamento laser, fotogrammetria ed elaborazione dati**

Stefano Girardi                      Fondazione Bruno Kessler, Trento  
Fabio Remondino                      Fondazione Bruno Kessler, Trento

### **Assistenza logistica sul sito**

Federico Vezzoli, Fabrizio Canobbio, Fabio Fenaroli, Stefano Zatti

### **Documentazione foto-video**

Massimo Bernardi                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento  
Paolo Ferretti                      Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento

### **Ricostruzione tridimensionale e illustrazioni dei rettili**

Davide Bonadonna                      Paleoartista e disegnatore scientifico  
Lukas Panzarin                      Paleoartista e disegnatore scientifico

### **Comunicazione e rapporti con la stampa**

Ilaria Vinassa de Regny                      Museo di Storia Naturale di Milano

### **Soprintendenza competente**

Umberto Spigo                      Soprintendente Capo, Soprintendenza Archeologica della Lombardia  
Raffaella Poggiani Keller                      Funzionario Responsabile per la Provincia di Brescia, età pre-protostorica

### **Si ringraziano:**

- Federico Vezzoli, Stefano Zatti e Pierino Baroni (scopritori delle orme)
- Pio Marchetti (Sindaco di Zone)
- Simone Maganuco (Museo di Storia Naturale di Milano)
- Nicosia Cosanni ([www.paleofox.com](http://www.paleofox.com))
- L'amministrazione del Comune di Zone
- Fondazione Bruno Kessler, Trento
- Cristian Buzio (DZ Models)
- Andrea Leanza