



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Un cimitero di balene nel mare profondo è in realtà un archivio di cinque milioni di anni

Un articolo su Nature descrive una vasta concentrazione di whale fall e fossili nella zona Diamantina, nell'Oceano Indiano sud-orientale: cinque comunità moderne di whale fall, centinaia di resti fossili di balene e datazioni con isotopi dello stronzio che arrivano a circa 5,3 milioni di anni fa. Il punto non è che le balene scegliessero un luogo dove morire o che una singola catastrofe abbia creato un cimitero. L'evidenza indica un archivio profondo e lungo costruito da morti normali di balene, carcasse affondate, foraggiamento difficile delle balene dal becco, topografia del fondale e condizioni di preservazione insolitamente buone. Apre una rara finestra sugli ecosistemi di whale fall del mare profondo; non significa che il mare profondo sia ormai mappato o compreso.

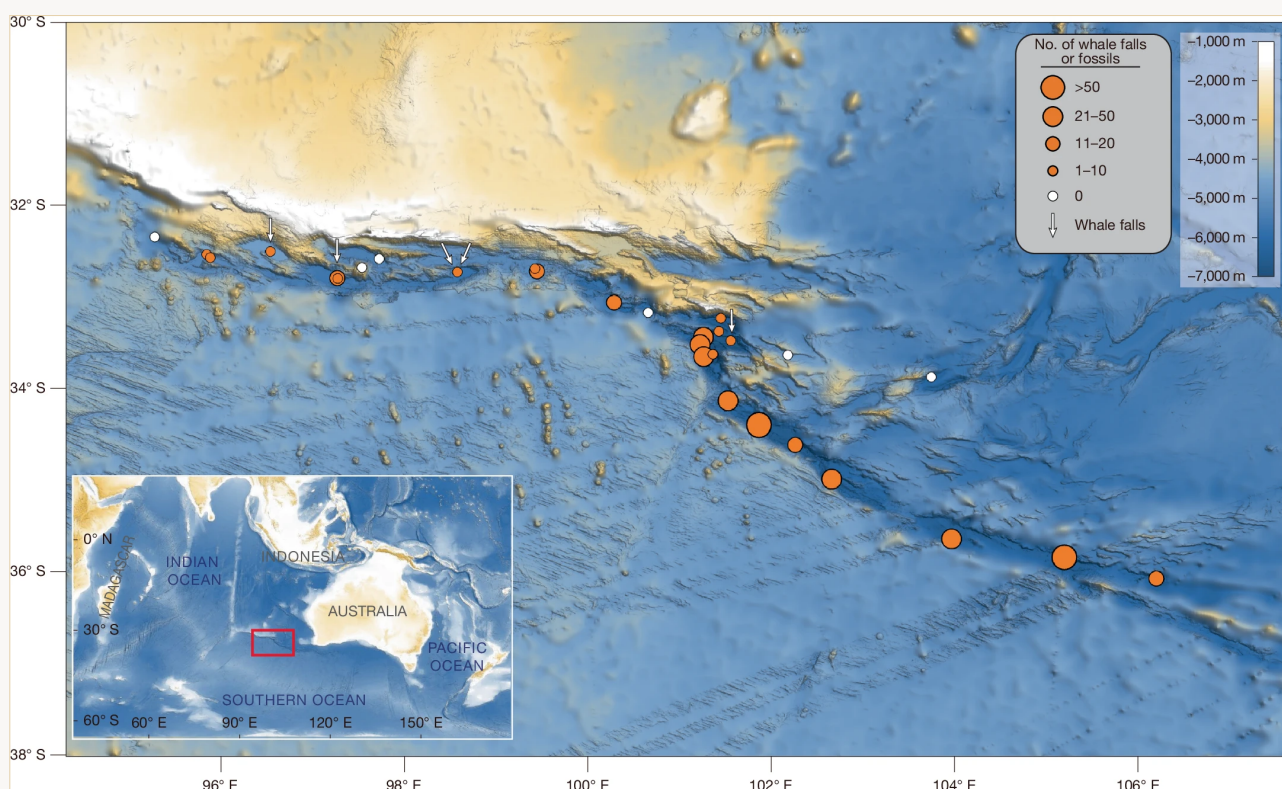
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du and colleagues, Nature 654, 978-983 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10546-z

Il fondale ha conservato le ossa

La maggior parte dei whale fall sparisce in un problema di contabilità al buio. Una balena muore, affonda, nutre un'esplosione di vita nel mare profondo, e poi il record viene disperso, sepolto o consumato. Gli scienziati sanno che i whale fall sono oasi ecologiche, ma l'archivio è sottile: la maggior parte dei siti noti è isolata, poco profonda rispetto alle fosse più profonde, o troppo giovane per dire molto sul tempo geologico profondo.

La zona Diamantina cambia la scala del problema. In un nuovo articolo su Nature, Xiaotong Peng, Peng Zhou, Xikun Song, Giovanni Bianucci, Mengran Du e colleghi descrivono una concentrazione lunga e profonda di whale fall e fossili di balene nell'Oceano Indiano sud-orientale. Il sito si estende per circa 1.200 chilometri lungo il fondale e si trova a circa 4.600-7.000 metri di profondità. In 32 immersioni con il sommergibile con equipaggio *Fendouzhe*, il gruppo ha documentato 485 siti con fossili di balene e whale fall attivi; nell'abstract riassume la scoperta come cinque comunità naturali moderne di whale fall più 476 cetacei fossili. Sono due conteggi diversi dell'articolo, non una semplice somma: 485 è il record a livello di sito, mentre 476 è il conteggio dei cetacei fossili usato nell'abstract.



La figura 1 di Nature mappa le osservazioni nella zona Diamantina: i cerchi arancioni indicano immersioni in cui sono stati osservati fossili di balene o whale fall, la dimensione del cerchio riflette quanti resti di balena sono stati registrati per immersione, le frecce bianche indicano whale fall solfofili attivi e i cerchi bianchi indicano immersioni senza resti di balena osservati. La figura è riprodotta intera e invariata: nessun ritaglio, sovrapposizione, rietichettatura, ricolorezione o ridisegno.

Peng et al. / Nature 654, 978-983 (2026), DOI 10.1038/s41586-026-10546-z · CC BY-NC-ND 4.0; base map: GMRT — Ryan et al., Geochem. Geophys. Geosyst. 10, Q03014 (2009) · CC BY 4.0 CC BY-NC-ND 4.0



Le balene dal becco di True sono parenti viventi delle balene dal becco, profonde tuffatrici, discusse nell'articolo. Questa foto è contesto, non uno dei fossili della Diamantina: il punto è che le balene dal becco sono animali elusivi che cercano cibo in profondità, quindi un archivio di ossa sul fondale può conservare evidenze che le osservazioni in superficie spesso perdono.

Roland Edler / PeerJ / Wikimedia Commons CC BY 4.0

Il materiale datato più antico arriva a 5,26 milioni di anni, ed è per questo che l'articolo parla di una necropoli di balene di 5,3 milioni di anni. È un'espressione vivida. È anche l'espressione che richiede più cautela.

Non è una prova che le balene andassero lì intenzionalmente a morire. Non è un singolo evento di morte di massa. Non è un cimitero in senso umano. È un luogo in cui carcasse e ossa si sono accumulate, sono rimaste esposte, si sono mineralizzate e sono diventate leggibili.

Che cosa hanno fatto gli autori

- Hanno esplorato la zona Diamantina con 32 immersioni del sommergibile *Fendouzhe* dalla nave da ricerca *Tansuoyihao*.
- Hanno registrato fossili di balene e comunità attive di whale fall lungo un tratto di fondale lungo circa 1.200 chilometri.
- Hanno usato video in situ e campioni raccolti per identificare le comunità che vivono sui whale fall moderni.
- Hanno analizzato 43 campioni fossili recuperati, identificando cinque specie di balene dal becco e una specie di balena con fanoni.
- Hanno datato 33 campioni di ossa fossili usando i rapporti degli isotopi dello stronzio, un metodo che confronta la firma chimica conservata dal fossile, simile a quella dell'acqua di mare, con la

storia nota dell'acqua marina.

- Hanno collegato le osservazioni a dati sorgente pubblici: le immagini originali in situ e gli assemblaggi di genomi microbici sono depositati in Science Data Bank, e le immagini delle specie di whale fall studiate sono in MorphoBank.

Che cosa hanno trovato

- **Una grande concentrazione profonda.** Gli autori riportano 485 siti con fossili di balene e whale fall attivi nella zona Diamantina, con osservazioni tra circa 4.600 e 7.000 metri nella tabella supplementare.
- **Cinque whale fall attivi.** I cinque siti attivi sono nello stadio solfofilo: ossa coperte da tappeti microbici e vermi perforatori dell'osso, dove l'energia chimica della decomposizione sostiene una comunità specializzata.
- **Una comunità vivente densa.** La fauna associata include 35 taxa macrofaunali riconosciuti, dominati da anellidi, crostacei e molluschi. Vermi mangia-ossa, gasteropodi, bivalvi vesicomiidi e ofiure dominano gli animali più grandi, con densità locali riportate fino a 2.840 individui per metro quadrato.
- **Un archivio fossile di balene dal becco.** I 43 fossili recuperati includono specie viventi di balene dal becco note nella regione, forme estinte come *Pterocetus* e *Izikoziphius*, e alcuni resti di balene con fanoni. Un esemplare è descritto come una nuova specie, *Pterocetus diamantinae*.
- **Un intervallo temporale lungo.** Dei 33 ossi fossili testati con isotopi dello stronzio, 25 hanno prodotto età tra 0,12 e 5,26 milioni di anni. Le date più antiche implicano eventi di whale fall in questa regione almeno dal Pliocene inferiore.

Perché così tante balene lì?

La risposta dell'articolo non è una singola causa semplice. È una pila di filtri plausibili.

Alcune carcasse possono arrivare da balene con fanoni che attraversano un ampio corridoio migratorio. Balenottere minori e balenottere boreali si nutrono vicino alla superficie, non a 6 o 7 chilometri di profondità, quindi le loro ossa a quelle profondità si capiscono meglio come carcasse affondate dopo la morte.

Le balene dal becco sono diverse. Sono specialiste delle immersioni profonde, si nutrono di calamari e pesci in ambienti ripidi e profondi del fondale. La zona Diamantina è esattamente quel tipo di paesaggio: profondità estreme, topografia complessa a V e prede osservate durante le immersioni. Gli autori sostengono che mortalità normale, rischi fisiologici del foraggiamento profondo e forse esaurimento fatale o stress da decompressione possano tutti aggiungere resti al fondale.

Poi il fondale li conserva. La topografia della zona può incanalare le carcasse che affondano. La bassa sedimentazione permette alle ossa di restare esposte a lungo. I rostri densi delle balene dal becco sono insolitamente resistenti alla distruzione. Ossidi di ferromanganese e precipitazione di carbonati

possono contribuire a preservare il materiale scheletrico. Messi insieme, questi elementi rendono il “cimitero” meno misterioso: non un luogo scelto dalle balene, ma un luogo in cui le morti hanno più probabilità di lasciare traccia.

Che cosa non dimostra

- **Non** mostra un cimitero deliberato di balene. “Necropoli” è una metafora per l’accumulo, non una prova di comportamento.
- **Non** mostra una singola moria catastrofica. Le date coprono milioni di anni, e gli autori descrivono un archivio longevo costruito da eventi ripetuti.
- **Non** significa che il mare profondo sia ormai ben mappato. Questo sito è stato trovato con un lavoro raro e costoso con sommergibile in un solo corridoio geologico; l’articolo conta proprio perché questi record sono normalmente scarsi.
- **Non** trasforma ogni specie della comunità in una specie appena scoperta. Gli autori dicono che molti taxa recuperati potrebbero essere nuovi, ma la maggior parte è identificata solo fino al genere o alla famiglia; solo un bivalve vesicomiide è assegnato con sicurezza a livello di specie tramite confronto di barcoding.
- **Non** stabilisce la causa completa della morte di ogni balena. Gli autori propongono una spiegazione convergente: migrazione, foraggiamento profondo, topografia, preservazione e sedimentazione. Non è la stessa cosa che provare il meccanismo di morte di ogni animale.

Quanto sono solide le prove?

L’evidenza per il sito in sé è forte: osservazioni dirette dal sommergibile, centinaia di record mappati, campioni fisici, identificazioni genetiche per alcuni animali e datazione isotopica di ossa fossili. Le affermazioni più solide sono quelle osservative: il sito esiste; è profondo; è esteso; sono presenti comunità attive di whale fall; e parte del materiale fossile ha milioni di anni.

Le affermazioni esplicative sono necessariamente più caute. L’articolo può mostrare dove sono i resti, che cosa sono alcuni di essi, quanti anni hanno alcuni e che cosa vive sui whale fall attivi. Non può rimettere in scena le morti. La genesi proposta è una ricostruzione da ecologia, fisiologia, forma del fondale e condizioni di preservazione. È paleoecologia normale: potente, ma costruita da tracce convergenti più che dall’osservazione diretta degli eventi originali.

Perché conta

I whale fall sono banchetti di breve durata che possono diventare habitat longevi. Collegano un animale di superficie al fondale profondo, portando carbonio, ossa ed energia chimica in un ambiente in cui il cibo è scarso. Funzionano anche come isole per animali specializzati: vermi che perforano

l'osso, bivalvi con simbionti che ossidano lo zolfo, ofiure e gasteropodi che possono raggrupparsi intorno ai resti.

La zona Diamantina aggiunge tempo a questo quadro. Suggestisce che alcuni fondali profondi possono conservare ecosistemi di whale fall non solo come eventi dispersi, ma come archivi dell'ecologia e dell'evoluzione delle balene. Le balene dal becco sono notoriamente difficili da studiare perché vivono e si alimentano lontano dalla vista; un accumulo delle loro ossa sul fondale può rivelare specie, distribuzioni e storia evolutiva che le osservazioni in superficie perdono.

La storia pulita non è “gli scienziati hanno trovato il cimitero delle balene dell'oceano”. È più strana e più utile: un corridoio geologico profondo ha conservato abbastanza morti di balene da trasformare un ecosistema normalmente effimero in un archivio.

In breve

Ricercatori che hanno esplorato la zona Diamantina nell'Oceano Indiano sud-orientale descrivono un vasto accumulo di whale fall e fossili di balene nel mare profondo: 485 siti registrati e whale fall attivi lungo circa 1.200 chilometri, a profondità fino a circa 7.000 metri, con date fossili che arrivano a 5,26 milioni di anni fa. Il sito ospita comunità specializzate di whale fall e conserva linee di balene sia moderne sia estinte, soprattutto balene dal becco. Il risultato è un raro archivio del mare profondo, non un cimitero letterale, non un singolo evento di morte di massa e non una prova che l'oceano profondo sia ormai compreso. L'affermazione importante è più circoscritta e più forte: nelle giuste condizioni del fondale, la morte delle balene può lasciare un record che dura per milioni di anni.

Fonti

Peng et al., A 5.3-million-year-old deep-sea whale necropolis in the Diamantina Zone, *Nature* 654, 978-983 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10546-z>

Science Data Bank dataset for the original in situ images and microbial MAGs

<https://doi.org/10.57760/sciencedb.28830>

MorphoBank project P6064 — original images of investigated whale-fall species

<https://morphobank.org/permalink/?P6064>