

Paleoguía⁰⁷

Edición Premio Paleonturología 24
Nivel avanzado



paleonturología



ISSN: 2990-3289 (versión en línea)

Colección Paleoguía

Editada en 2025 en Teruel (España) por la
Fundación Conjunto Paleontológico
de Teruel - Dinópolis

Perucetus colossus:
la ballena con el esqueleto más pesado
conocido de entre todos los mamíferos

Esta **Paleo**guía es una versión divulgativa del artículo científico agraciado con el **22º Premio Internacional de Investigación en Paleontología** paleonturoLOGÍA 24, convocado por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

El premio paleonturoLOGÍA 24 consistió en un galardón económico más la edición de esta versión didáctica (**Paleo**guía) del trabajo premiado.

La cita bibliográfica del artículo premiado es: Giovanni Bianucci, Olivier Lambert, Mario Urbina, Marco Merella, Alberto Collareta, Rebecca Bennion, Rodolfo Salas-Gismondi, Aldo Benites-Palomino, Klaas Post, Christian de Muizon, Giulia Bosio, Claudio Di Celma, Elisa Malinverno, Pietro Paolo Pierantoni, Igor Maria Villa & Eli Amson, 2023. Una ballena primitiva de gran peso expande los límites de la morfología de los vertebrados. *Nature*, 620, 824–829.

Article

A heavyweight early whale pushes the boundaries of vertebrate morphology

<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06381-1>

Received: 11 April 2023

Accepted: 28 June 2023

Published online: 02 August 2023

Check for updates

Giovanni Bianucci¹, Olivier Lambert², Mario Urbina³, Marco Merella⁴, Alberto Collareta⁵, Rebecca Bennion⁶, Rodolfo Salas-Gismondi⁷, Aldo Benites-Palomino⁸, Klaas Post⁹, Christian de Muizon¹⁰, Giulia Bosio¹¹, Claudio Di Celma¹², Elisa Malinverno¹³, Pietro Paolo Pierantoni¹⁴, Igor Maria Villa¹⁵ & Eli Amson¹⁶

The fossil record of cetaceans documents how terrestrial animals acquired extreme adaptations and transitioned to a fully aquatic lifestyle^{1,2}. In whales, this is associated with a substantial increase in maximum body size. Although an elongate body was acquired early in cetacean evolution³, the maximum body mass of baleen whales reflects a recent diversification that culminated in the blue whale⁴. More generally, reflects a recent diversification among aquatic tetrapods evolved within pelagic, active hitherto known gigantism among aquatic tetrapods evolved within pelagic, active swimmers. Here we describe *Pericetus colossus*—a basilosaurid whale from the middle Eocene epoch of Peru. It displays, to our knowledge, the highest degree of bone mass increase known to date, an adaptation associated with shallow diving⁵. The estimated skeletal mass of *P. colossus* exceeds that of any known mammal or aquatic vertebrate. We show that the bone structure specializations of aquatic mammals are reflected in the scaling of skeletal fraction (skeletal mass versus whole-body mass) across the entire disparity of amniotes. We use the skeletal fraction to estimate the body mass of *P. colossus*, which proves to be a contender for the title of heaviest animal on record. Cetacean peak body mass had already been reached around 30 million years before previously assumed, in a coastal context in which primary productivity was particularly high.

Esta publicación forma parte de los proyectos de investigación en Paleontología subvencionados por: Gobierno de Aragón a través del grupo de investigación E04_23R FOCONTUR; Departamento de Medio Ambiente y Turismo del Gobierno de Aragón; Instituto Aragonés de Fomento; Dinópolis y Caja Rural de Teruel.

EDICIÓN:

© Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel – Dinópolis
Teruel (España)

AUTORES:

Giovanni Bianucci, Olivier Lambert, Mario Urbina, Marco Merella, Alberto Collareta, Rebecca Bennion, Rodolfo Salas-Gismondi, Aldo Benites-Palomino, Klaas Post, Christian de Muizon, Giulia Bosio, Claudio Di Celma, Elisa Malinverno, Pietro Paolo Pierantoni, Igor Maria Villa & Eli Amson

COORDINACIÓN:

Luis Miguel Sender y Alberto Cobos

IMAGEN DE PORTADA:

Paleoreconstrucción artística de *Perucetus colossus* por Alberto Gennari

DISEÑO GRÁFICO:

JoaquínJP

DL: TE-141-2025

ISSN: 2990-286X (versión impresa)

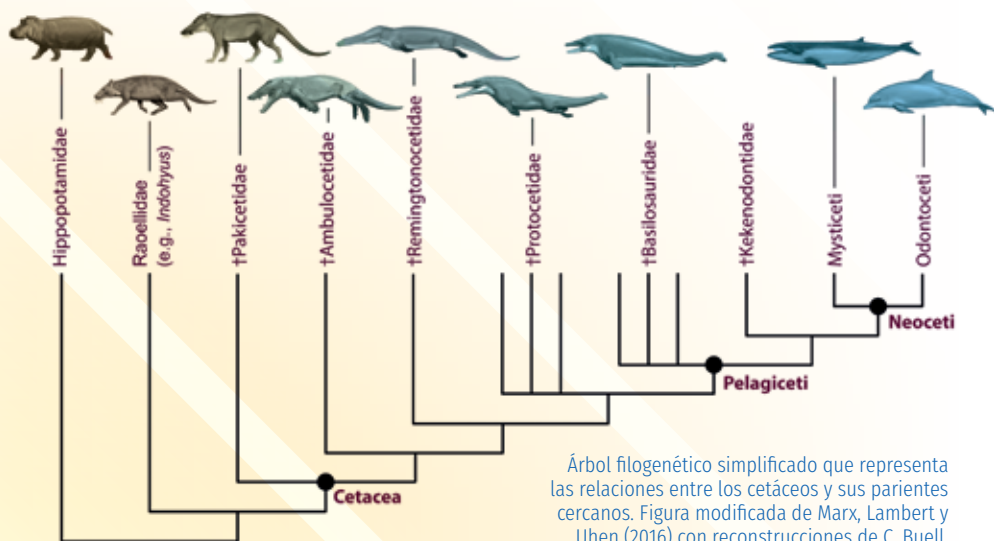
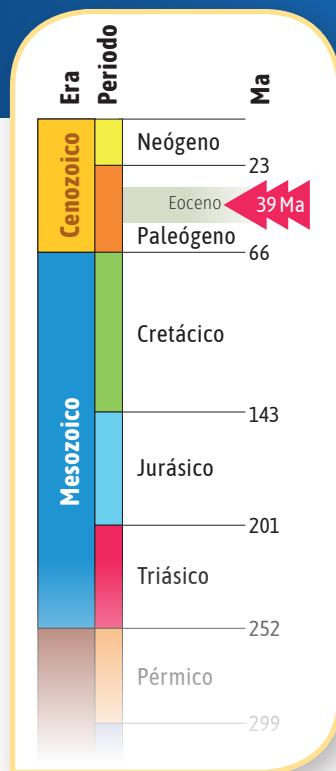
ISSN: 2990-3270 (versión en línea)

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los autores y del editor, bajo las sanciones establecidas en la ley, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático. Todos los derechos reservados.

Cómo las ballenas se hicieron gigantes

El registro fósil de los cetáceos (ballenas, delfines y marsopas) ofrece una visión fascinante de su transición evolutiva de la tierra al mar. Los cetáceos provienen de un grupo de mamíferos terrestres y, de hecho, un pariente temprano de este grupo denominado *Indohyus* encontrado en rocas del Eoceno inferior (de unos 50 millones de años de antigüedad) de la India y Pakistán se parecía mucho en su morfología a un ciervo pequeño, pero estaba incipientemente adaptado a un entorno semiacuático. En el caso de las ballenas, a medida que sus parientes primitivos se adaptaban cada vez más al agua durante una fase climática cálida, crecieron más y su cuerpo se agrandó notablemente.

Esto es particularmente evidente en el caso del grupo de los Basilosauridae, que fueron los primeros cetáceos totalmente acuáticos, en donde algunos de sus miembros podrían haber alcanzado una longitud corporal de 20 metros. Sin embargo, el tamaño masivo de las ballenas barbadas modernas como la ballena azul, que está considerada como el poseedor del récord del animal actual más pesado, solo se desarrolló recientemente (probablemente hace menos de 10 millones de años), y está relacionado con los climas más fríos de finales de la era Cenozoica.



Árbol filogenético simplificado que representa las relaciones entre los cetáceos y sus parientes cercanos. Figura modificada de Marx, Lambert y Uhen (2016) con reconstrucciones de C. Buell.

Una nueva ballena primitiva como ninguna otra

Cuando Mario Urbina (coautor de esta paleoguía) vio por primera vez las partes del esqueleto de *Perucetus colossus* que sobresalían de una colina en el desierto de Ica (costa sur de Perú), le fue difícil creer que en realidad se trataba de un fósil ya que los restos eran enormes, muy densos y de formas extrañas. Después de un esfuerzo de una década de trabajo de campo y preparación de los fósiles, la conclusión fue clara: se trataba de huesos de una nueva especie de ballena basilosáurida, a la que se “bautizó” como *Perucetus colossus* y de la que se han recuperado 13 vértebras, cuatro costillas y parte de un hueso de la cadera. Este esqueleto parcial fue encontrado en capas del Eoceno medio, datadas en unos 39 millones de años de antigüedad gracias a la composición isotópica de los minerales y a los microfósiles presentes en las rocas. Las características más notables de estos restos son el grado extremo de compacidad y la forma extrañamente inflada de los huesos. De hecho, las vértebras individuales no son en realidad más largas que las de algunos de sus parientes cercanos (como *Basilosaurus*), pero tienen procesos tremendamente bulbosos (normalmente láminas planas unidas al cuerpo de la vértebra). Para hacernos una idea del tamaño de estos huesos, la vértebra más grande recuperada es aproximadamente el doble de voluminosa que la de una ballena azul actual de 25 m de largo.

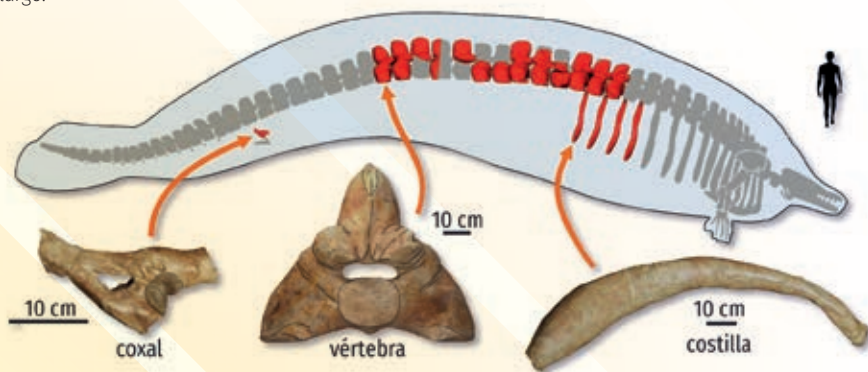


Yacimiento donde se encontró el esqueleto de *Perucetus colossus* en el desierto de Ica (costa sur de Perú).



Excavación de los huesos en el yacimiento.

A pesar de que este gran aumento de masa ósea pudiera parecer el efecto de una patología, se trata de una adaptación típica que han adquirido muchos grupos animales actuales que bucean a poca profundidad (como el grupo de los sirenios o también llamados “vacas marinas”), ya que les ayuda a regular su flotabilidad.



Posición de los huesos de *Perucetus colossus* recuperados (indicados en color rojo) sobre un esqueleto idealizado de una ballena primitiva emparentada del grupo de los basilosáuridos, escala humana para su comparativa de tamaño y ejemplos de algunos huesos originales (Giovanni-Bianucci).



Serie de vértebras dorsales de *Perucetus colossus*.

El esqueleto más pesado de todos los mamíferos y de todos los vertebrados acuáticos

Para el estudio de estos fósiles de *Perucetus colossus*, cada uno de los huesos recuperados fue escaneado con el fin de estimar el volumen total del esqueleto y para poder ilustrarlos. Dado que solo se pudo recuperar un esqueleto parcial, los huesos no conocidos tuvieron que ser reconstruidos. Esto se hizo utilizando especies estrechamente relacionadas y de las que se conocen esqueletos completos. Para ello, se utilizaron los restos de varios ejemplares de ballenas primitivas del grupo de los basilosáuridos.

Por otro lado, se realizaron perforaciones en varias áreas representativas de las vértebras y en secciones delgadas de los huesos, para medir la compacidad ósea (proporción entre tejido óseo y porosidad en el esqueleto). Combinando los datos del volumen y la compacidad de los restos (con una densidad de tejido óseo estándar) se estimó que solo el peso del esqueleto de *P. colossus* oscilaría entre 5,3 y 7,6 toneladas, que a modo de comparación es entre el doble al triple que el de una ballena azul de 25 m de largo. A este respecto, solo algunos de los más grandes dinosaurios saurópodos podrían haber tenido un esqueleto más pesado que el de *P. colossus*.



Escaneo de superficie de una de las vértebras en el Museo de Historia Natural-Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Lima, Perú).



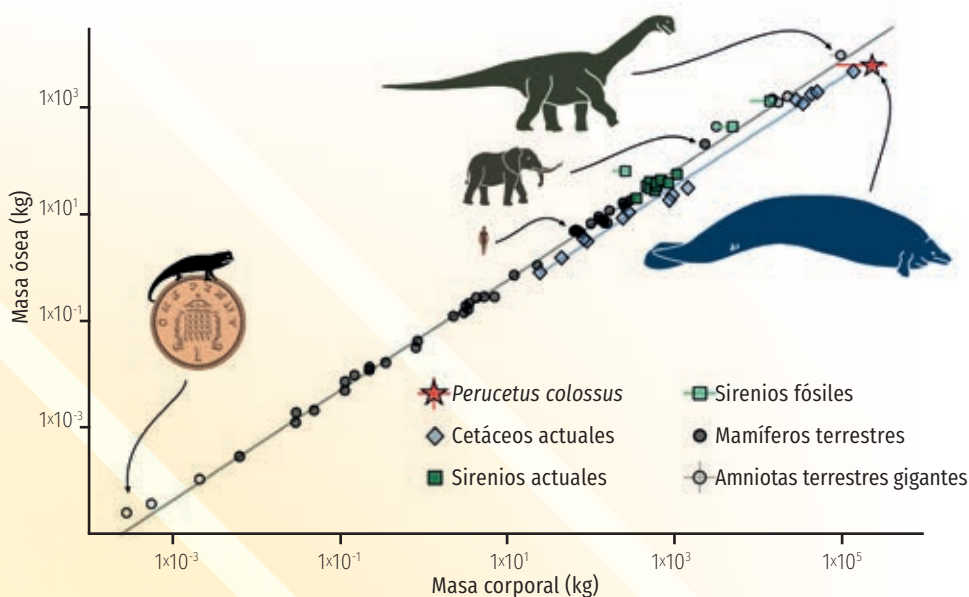
Perforando el centro de una vértebra para evaluar su estructura interna de los huesos.

Dando cuerpo a un esqueleto gigantesco

La estimación de la masa corporal de *Perucetus colossus* se realizó utilizando el rango de valores conocidos en mamíferos acuáticos actuales. Para ello, inicialmente se tuvo que evaluar si la relación entre la masa ósea y la masa de los tejidos blandos es constante en animales de todos los tamaños y de diferentes hábitos de vida, o si esta relación varía en función del tamaño o de los hábitos de cada uno. Con este fin, se recopilaron los datos de varias especies terrestres y acuáticas, incluidos los cetáceos y los sirenios. Los resultados mostraron que, en comparación con los animales terrestres, los cetáceos actuales tienen relativamente poca masa ósea. Por el contrario, los sirenios presentan una fracción esquelética más alta, y de hecho muestran el aumento de la masa ósea típico de este tipo de animales que bucean a poca profundidad.

Tras estos estudios, y debido a los elementos óseos encontrados de *Perucetus colossus* hasta el momento, no es posible conocer con exactitud la masa corporal de este animal. Sin embargo, se pudo realizar una estimación final de su masa corporal utilizando el rango de valores conocidos en mamíferos acuáticos. De ello se dedujo que, dada su masa ósea (y la incertidumbre asociada a ella), *P. colossus* podría haber pesado entre 85 y 340 toneladas.

Por otro lado, no se pudo evaluar el volumen de *P. colossus* ya que para ello sería necesario conocer la proporción de grasa en el cuerpo, que es un tejido blando con menor densidad que el hueso y que no suele dejar evidencias en el registro fósil. Sin embargo, y como dato comparativo, cabe destacar que algunas ballenas actuales de gran tamaño, como la ballena franca, tienen una capa de grasa de casi medio metro de espesor.



Relación entre la masa ósea y la masa corporal en el rango de tamaños de reptiles y mamíferos.

El estilo de vida de *Perucetus colossus* y su significado en la evolución de los cetáceos



Reconstrucción de *Perucetus colossus* y su hábitat por Alberto Gennari.

Los huesos extremadamente densos y voluminosos de *Perucetus colossus* sugieren que vivió en aguas poco profundas, como ocurre con los sirenios modernos. Probablemente habitó áreas costeras, y su enorme tamaño podría haberle permitido hacer frente al fuerte oleaje. Aunque su estilo de natación exacto no está claro, debido a que el ejemplar estudiado está incompleto, la anatomía de las vértebras indica que nadaba con ondulaciones de arriba a abajo, y no de lado a lado como su pariente cercano *Basilosaurus*. Este movimiento, junto con su tamaño, podría haber funcionado para equilibrar la alta energía necesaria para este estilo de natación, como ya se vio previamente en los ictiosaurios (reptiles marinos de la era de los dinosaurios).

Hasta el momento, tampoco se han encontrado cráneos ni dientes de *P. colossus*, por lo que no conocemos cuál sería su tipo de dieta. Es posible que se alimentara de pastos marinos, aunque este tipo de alimentación es poco probable para un cetáceo.

Sin embargo, es más plausible que comiera animales que habitaban en el fondo, como crustáceos, o que utilizara un método de alimentación por succión o filtración similar al de la ballena gris actual. Incluso también es posible que tuviera hábitos carroñeros y que pudiera alimentarse de cadáveres.

En cualquier caso, el hallazgo de un cetáceo primitivo tan gigante y pesado ha modificado nuestra comprensión de la evolución de estos animales, ya que ahora sabemos que alcanzaron pesos enormes aproximadamente 30 millones de años antes de que las ballenas barbadas comenzaran a ser tan grandes. *Perucetus colossus*, junto con otros miembros del grupo de los basilosáuridos, probablemente estaban hiperespecializados. Este hecho podría haber causado su extinción, ya que a finales del Eoceno (hace unos 34 millones de años) se produjo un cambio climático drástico que afectó a un gran número de animales que presentaban esta característica.



Foto de campo de parte del equipo de excavación e investigación de los restos de *Perucetus colossus*, en el yacimiento del desierto de Ica en la costa sur de Perú.



FUNDACIÓN CONJUNTO
PALEONTOLÓGICO DE
TERUEL-DINÓPOLIS



CAJA RURAL
DE TERUEL



GOBIERNO
DE ARAGON



English version