

* NOVA *

N. 2974 - 7 GIUGNO 2026

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

ALLA RICERCA DEL PROTOPIANETA PERDUTO

Un nuovo metodo geobarometrico applicato ai cristalli di una rara meteorite, l'angrite Nwa 12774, rivela pressioni di cristallizzazione sbalorditive. Il corpo genitore di queste antichissime rocce magmatiche era un vero e proprio gigante – con un raggio di almeno mille km – del Sistema solare primordiale, poi distrutto da un catastrofico impatto. Vediamo com'è stato ricostruito l'identikit.

Da MEDIA INAF del 4 giugno 2026 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbognani.

Le **angriti** rappresentano una delle famiglie di meteoriti più enigmatiche a disposizione degli astrochimici e dei planetologi. Si tratta di **acondriti magmatiche**, ovvero **rocce vulcaniche** che si sono solidificate a partire da un fuso silicatico all'interno di un **corpo celeste differenziato**, dotato di una struttura interna complessa con **nucleo, mantello e crosta**. Ma a rendere le angriti dei veri e propri "sacri graal" della geologia spaziale sono due caratteristiche fondamentali: la loro straordinaria antichità e la loro bizzarra composizione chimica. Le analisi isotopiche indicano infatti che le angriti si sono **cristallizzate appena 4 milioni di anni** dopo la formazione delle inclusioni ricche di calcio e alluminio, condensate dalla nebulosa solare protoplanetaria. In altre parole, queste rocce hanno assistito in prima fila alla nascita del Sistema solare, circa 4,56 miliardi di anni fa. Dal punto di vista chimico, sono caratterizzate da un drastico impoverimento di elementi volatili e alcalini (come sodio e potassio) e contengono **pochissimo biossido di silicio** (SiO_2) rispetto ad altre rocce magmatiche, il che favorisce la formazione di minerali insoliti.



Rappresentazione artistica, generata con l'AI, di un protopianeta primordiale immerso nella nebulosa protoplanetaria. Al centro si trova il giovane Sole. Crediti: A. Carbognani/Inaf

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XXI

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

Per decenni, la comunità scientifica ha dibattuto sulle dimensioni del **corpo genitore delle angriti** (noto come **Apb, Angrite Parent Body**). La visione tradizionale, basata sull'analisi della maggior parte delle angriti note e su modelli di raffreddamento termico, suggeriva che l'Apb fosse un piccolo asteroide con un raggio compreso tra i 100 e i 200 chilometri, una **dimensione paragonabile a quella dell'asteroide (4) Vesta**. Secondo questo scenario, questi piccoli asteroidi rocciosi sarebbero stati in grado di fondere precocemente grazie al calore generato dal decadimento dell'alluminio-26, un isotopo a breve vita allora abbondantissimo, permettendo la formazione delle angriti.

Tuttavia, recentemente, un filone di ricerca alternativo ha scosso questo paradigma, proponendo la cosiddetta "**ipotesi del grande Apb**". Secondo questo modello, le angriti non proverrebbero da un modesto asteroide rimasto intatto, bensì dai frammenti superficiali di un **gigantesco embrione planetario**, un corpo celeste di **dimensioni comprese tra quelle della Luna e quelle di Marte**. Questo mondo primordiale sarebbe stato poi catastroficamente frantumato e disperso a causa di un colossale impatto durante le convulse fasi iniziali di accrescimento del Sistema solare interno.

Perché questa ipotesi era considerata controversa? Le prove a sostegno del grande Apb si basavano principalmente sui cosiddetti esperimenti dei "**punti di saturazione multipla**". Questo metodo prevede di prendere una roccia meteoritica considerata rappresentativa di un magma primordiale, fondere in laboratorio a diverse combinazioni di alta pressione e alta temperatura, e osservare a quali condizioni fisiche il liquido si trova contemporaneamente in equilibrio con tutti i minerali che compongono il mantello da cui è derivato. Se il punto di saturazione multipla si trova ad alte pressioni, significa che il magma si è generato a grandi profondità all'interno di un pianeta massiccio. Il punto debole insito in questo approccio risiede nel fatto che le pressioni così ricavate si fondano su un'assunzione cruciale e non verificabile: che il mantello residuo con cui il magma è stato in equilibrio per l'ultima volta contenesse una specifica combinazione minerale, in particolare **l'ortopirosseno**.

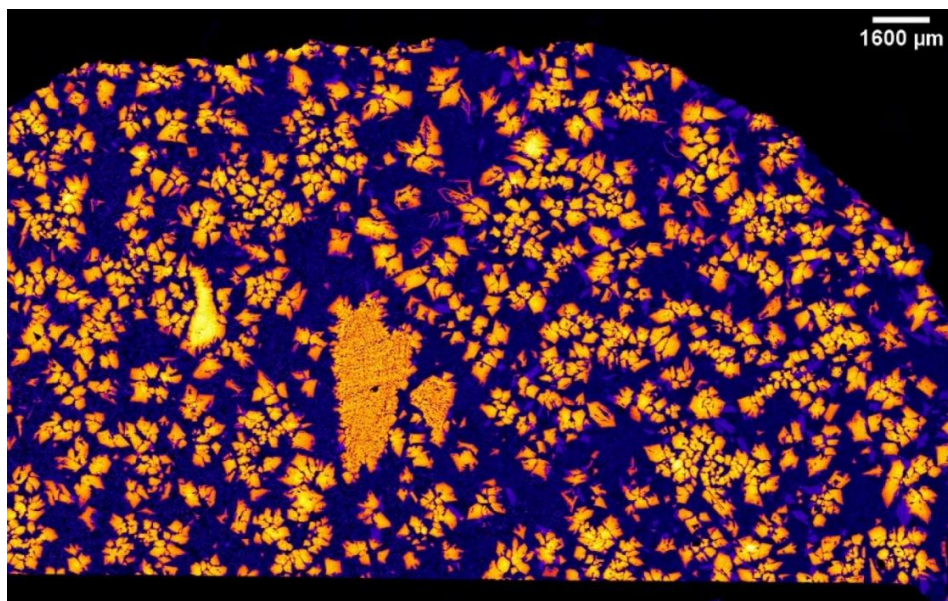


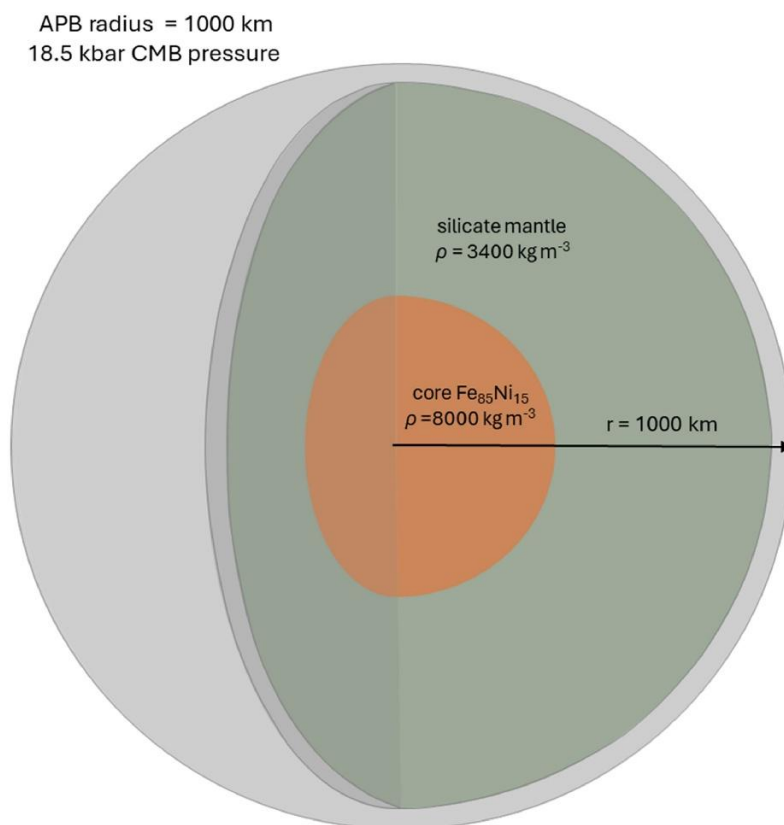
Immagine a raggi X di Nwa 12774. Crediti: Aaron Bell/CU Boulder

Ma cosa succederebbe se l'ortopirosseno non fosse mai stato presente nel mantello dell'Apb? La soluzione a questo enigma è arrivata grazie a uno studio innovativo guidato da **Aaron S. Bell, Laura Waters e Mark Ghiorso** della University of Colorado Boulder (Usa) pubblicato sulla rivista *Earth and Planetary Science Letters*. Invece di tentare di ricostruire le condizioni di fusione profonda del mantello tramite esperimenti indiretti, il team ha deciso di guardare direttamente dentro i cristalli di un'angrite denominata **Northwest Africa (Nwa) 12774**. Sotto il microscopio elettronico, questo meteorite mostra una bellissima **struttura porfirica**: grandi cristalli ben formati (chiamati **fenocristalli**) di olivina, spinello e clinopirosseno sono immersi in una matrice finissima e intricata formata da **aghi**

di **anorthite** (un plagioclasio ricco di calcio) e pirosseni ricchi di ferro, formati durante il congelamento quasi istantaneo della lava. Esaminando la chimica dei fenocristalli di clinopirosseno in Nwa 12774 tramite una microsonda elettronica, i ricercatori hanno scoperto un’anomalia: questi cristalli sono **incredibilmente ricchi di alluminio** con un valore che è quasi il doppio rispetto a quello riscontrato in qualunque altra angrite finora analizzata. Gli autori hanno intuito che questa eccezionale impronta chimica potesse essere sfruttata come un **“altimetro geologico”** o, meglio, un **geobarometro**, ossia un **modello chimico-fisico** in grado di determinare la pressione a cui si sono formati i cristalli di Nwa 12774.

Vi risparmiamo i dettagli estremamente specialistici, ma applicando questo nuovo geobarometro ai fenocristalli ricchi di alluminio di Nwa 12774, il team ha ottenuto un risultato sbalorditivo: i clinopirosseni si sono **crystallizzati a una pressione media di $17,56 \pm 0,89$ kbar (chilobar)**. Per dare un’idea della scala di grandezza, 17,5 chilobar equivalgono a ben 17.500 volte la pressione atmosferica terrestre al livello del mare. **Si tratta di una pressione enorme, assolutamente impossibile da generare all’interno di un piccolo asteroide tipo Vesta**, dove persino al centro geometrico del corpo la pressione massima non supera la frazione di un singolo chilobar. Questo dato numerico costituisce la prima prova diretta a favore dell’esistenza di un corpo genitore delle angriti di dimensioni colossali.

Ma quanto doveva essere grande questo **protopianeta perduto**? Per rispondere, i ricercatori hanno convertito la pressione idrostatica in profondità, utilizzando modelli matematici che tengono conto della densità media dei silicati del mantello (stimata in circa 3400 kg/m^3) e del nucleo metallico (circa 8000 kg/m^3), ipotizzando un rapporto di massa nucleo-mantello standard del 20 per cento. I calcoli hanno rivelato due possibili scenari. Nel primo scenario, che si può chiamare del **limite profondo**, si assume che i cristalli si siano formati alla massima profondità teorica possibile all’interno del protopianeta, ovvero proprio al confine tra il mantello roccioso e il nucleo di ferro. In questo caso il corpo celeste doveva possedere un **raggio minimo di mille chilometri**.



Disegno che illustra la possibile struttura dell’Apb con il raggio minimo possibile compatibile con i dati geobarometrici. CMB è l’abbreviazione di confine nucleo-mantello. Crediti: Bell et al., *Earth and Planetary Science Letters*, 2026

Un corpo di questa stazza sarebbe già due volte più grande di Cerere, il più grande pianeta nano del Sistema solare interno. Il secondo scenario è quello della **risalita magmatica** ed è il più plausibile. La geologia ci dice che i magmi vulcanici raramente cristallizzano fenocristalli perfetti alla base del nucleo prima di essere eruttati. La preservazione delle delicate strutture cristalline di Nwa 12774 indica che il magma ha vissuto una **risalita estremamente rapida verso la superficie**, con tempi di stazionamento pre-eruttivo brevissimi. Se la cristallizzazione del clinopirosseno è avvenuta a profondità magmatiche standard o comunque moderate (inferiori ai 200 chilometri), la fisica gravitazionale impone che il corpo celeste sia **decisamente più massiccio** per poter generare 17,5 kbar a una quota così vicina alla superficie. In questo scenario, il raggio minimo dell'Apb viene spinto **oltre i 1800 chilometri**, una dimensione perfettamente confrontabile con quella della **Luna** o persino superiore. Siamo di fronte alla prova tangibile dell'esistenza di un vero e proprio "embrione planetario" di prima generazione, un testimone silenzioso di un'epoca in cui il Sistema solare interno ospitava molti più mondi di quanti ne vediamo oggi.

Il principale punto di forza del nuovo metodo risiede nella sua **indipendenza dalle assunzioni sulla mineralogia del mantello**. A differenza dei classici esperimenti di saturazione multipla (che richiedevano di indovinare se nel mantello profondo ci fosse o meno l'ortopirosseno), il nuovo geobarometro si concentra esclusivamente sulle fasi chimiche effettivamente osservate e presenti nel pezzo di meteorite che stringiamo tra le mani. Non importa quale fosse l'esatta composizione del mantello invisibile dell'Apb; l'equilibrio tra il fenocristallo di pirosseno e il liquido che lo circondava è un fatto termodinamico congelato nel tempo. Nessun metodo geologico è perfetto, e lo studio mette in luce, con grande onestà scientifica, i limiti e i punti deboli della metodologia, che risiedono principalmente nella sensibilità termica e nelle imperfezioni dei software di simulazione.

La scoperta racchiusa nel cuore del meteorite Nwa 12774 va ben oltre la semplice determinazione della taglia del corpo genitore. Essa getta una luce completamente nuova sui meccanismi e sulla velocità con cui si è formato il Sistema solare. L'esistenza di un embrione planetario grande come la Luna o come Marte ad appena quattro milioni di anni dalla condensazione delle prime polveri della nube protoplanetaria dimostra che **il processo di accrescimento planetario è stato rapido ed efficiente**. Inoltre, confermare che l'Apb fosse un gigante supporta l'ipotesi nebulare esotica: il fatto che le angriti siano così povere di silice implica che questo **protopianeta atipico** abbia inglobato una quantità massiccia di materiali refrattari condensati direttamente dalle zone più calde della nebulosa solare primordiale. Fino ad oggi si pensava che questi condensati ad alta temperatura fossero solo piccole anomalie chimiche disperse nel disco; lo studio di Bell e colleghi suggerisce invece che essi abbiano **costituito una frazione di massa rilevante del materiale originario che ha edificato i pianeti terrestri**. Meteoriti rari come Nwa 12774, aprono finestre inaspettate su mondi perduti, distrutti miliardi di anni fa, le cui ceneri geologiche ci aiutano a comprendere come si sia formata anche la nostra Terra.

Albino Carbognani

<https://www.media.inaf.it/2026/06/04/ipotesi-del-grande-apb/>

Aaron S. Bell, Laura Waters and Mark Ghiorso, "High-pressure clinopyroxene in Northwest Africa 12774 and new geobarometric evidence for a planetary embryo-sized angrite parent body", *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 685, 1 July 2026, <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2026.120029>

<https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php?code=70128>

<https://www.space.com/astronomy/solar-system/meteorite-found-in-sahara-desert-may-be-1st-evidence-of-lost-solar-system-world>

