

Padova, 28 aprile 2020

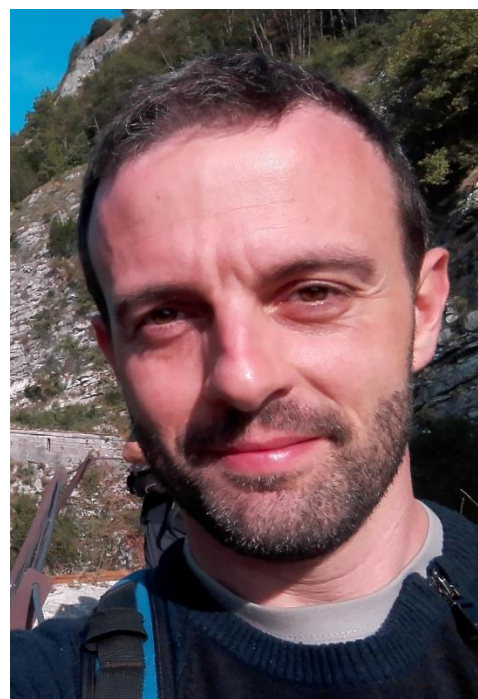
P67, LA COMETA “MORBIDA” OSSERVATA DALLA SONDA ROSETTA

Pubblicato su «PNAS» lo studio basato sull'analisi 3D che ha esplorato le proprietà meccaniche dei materiali che costituiscono le comete

Sono passati ormai più di tre anni e mezzo da quando, il 30 settembre 2016, la Sonda Rosetta inviò le ultime immagini del nucleo bilobato della cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko ed ancora i dati di questa missione forniscono informazioni in grado di stupire.

La prestigiosa rivista scientifica internazionale «PNAS» - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - ha recentemente pubblicato l'articolo, firmato da **Marco Franceschi, ricercatore in servizio presso il Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste e da un gruppo di ricercatori dell'Università di Padova**, dal titolo “*Global-scale brittle plastic rheology at the cometesimals merging of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko*”, in cui si descrive uno studio basato sull'analisi 3D che ha esplorato le proprietà meccaniche dei materiali che costituiscono le comete.

Poco dopo che Rosetta entrò in orbita attorno alla cometa, avvenuta il 6 agosto del 2014, fu fatta la sorprendente scoperta che una fitta stratificazione avvolgeva in maniera indipendente i due lobi. Venne così provato che si trattava di due cometesimi indipendenti unitisi tra loro a seguito di una collisione gentile che diede origine al peculiare configurazione bilobata del nucleo cometario. Il nuovo studio pubblicato su «PNAS» si basa sulla dettagliata ricostruzione tridimensionale di questi strati portata a termine da Marco Franceschi che con i ricercatori dell'Università di Padova e altri scienziati italiani e stranieri dal 2014 forma uno dei team di riferimento per lo studio di superfici cometarie e l'analisi delle immagini della sonda Rosetta.



Marco Franceschi

La ricostruzione tridimensionale della stratificazione ha permesso ora di riconoscere deformazioni che non erano state precedentemente individuate e che raccontano come il materiale di cui sono fatti i cometesimi possa comportarsi a seguito di una collisione.

«Il modello 3D - **spiega Marco Franceschi** - ricostruisce la struttura stratificata dei due lobi e rivela che la giunzione dei due lobi provocò delle deformazioni non collocate in maniera casuale. La loro posizione e le loro tipologie ci indicano che all'impatto i due corpi subirono una compressione assiale accompagnata da una espansione radiale. Si tratta di un comportamento inatteso del materiale cometario».

«L'analisi - aggiunge **Luca Penasa dell'Università di Padova**, esperto in modellazione 3D - suggerisce inoltre che anche le grandi fratture che solcano la superficie potrebbero essere state provocate dall'impatto causando il distacco di ampie porzioni della cometa».

«Questo tipo di comportamento da parte di oggetti considerati per lo più formati da aggregati molto soffici è sorprendente - afferma **Matteo Massironi**, tra i primi a provare la presenza di una struttura interna stratificata dei nuclei cometari, e ora **coordinatore del progetto Europeo PLANMAP** guidato dall'Università di Padova e dedicato alle ricostruzioni 3D di

corpi planetari -. Ci si sarebbe aspettati - **continua Massironi** - che l'impatto potesse provocare una forte compattazione. Invece, la deformazione dovuta all'urto si è tradotta in una compressione e una espansione laterale avvenute senza provocare variazioni di densità interna. Questo richiede una rigidità che è del tutto inaspettata per materiali che possono avere porosità del 75%».

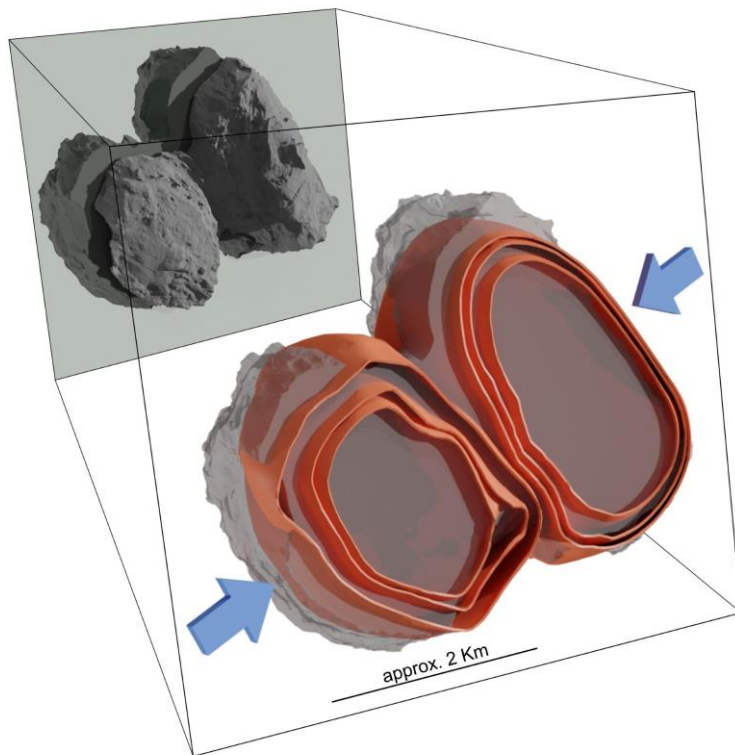


Figura 1. Sezione della cometa 67P/Churyumov Gerasimenko che mette in risalto il modello della struttura stratificata dei due lobi (solo alcuni strati sono evidenziati). La stratificazione risulta evidentemente deformata

Link alla ricerca: <https://www.pnas.org/content/early/2020/04/22/1914552117>

Titolo: “Global-scale brittle plastic rheology at the cometesimals merging of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko” - «PNAS» 2020

Autori: Marco Franceschi, Luca Penasa, Matteo Massironi, Giampiero Naletto, Sabrina Ferrari, Michele Fondriest, Dennis Bodewits, Carsten Güttler, Alice Lucchetti, Stefano Mottola, Maurizio Pajola, Imre Toth, Jacob Deller, Holger Sierks, Cecilia Tubiana

GLOBAL-SCALE BRITTLE PLASTIC RHEOLOGY AT THE COMETESIMALS MERGING OF COMET 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO

Unraveling the mechanical behavior of comet-forming materials is key for understanding the genesis and nature of these primordial bodies. We show that the two cometesimals forming comet 67P/Churyumov-Gerasimenko underwent global brittle plastic deformation at the impact that created the bilobate nucleus. Impact-induced deformations were accommodated through large-scale folding of the layered structure and the formation of deep fractures. Axial compression and transversal elongation of the Small Lobe's structure highlighted by three-dimensional modeling indicate that deformation was globally transferred to transversal strain. These features point to a rheological model in which the bonding action of ice with potential contribute of organics is a main factor governing the bulk rheology of cometesimals.

Observations of comet nuclei indicate that the main constituent is a mix of ice and refractory materials characterized by high porosity (70–75%) and low bulk strength (10^{-4} – 10^{-6} MPa); however, the nature and physical properties of these materials remain largely unknown. By combining surface inspection of comet 67P/Churyumov–Gerasimenko and three-dimensional (3D) modeling of the independent concentric sets of layers that make up the structure of its two lobes, we provide clues about the large-scale rheological behavior of the nucleus and the kinematics of the impact that originated it. Large folds in the layered structure indicate that the merging of the two cometesimals involved reciprocal motion with dextral strike-slip kinematics that bent the layers in the contact area without obliterating them. Widespread long cracks and the evidence of relevant mass loss in absence of large density variations within the comet's body testify that large-scale deformation occurred in a brittle-plastic regime and was accommodated through folding and fracturing. Comparison of refined 3D geologic models of the lobes

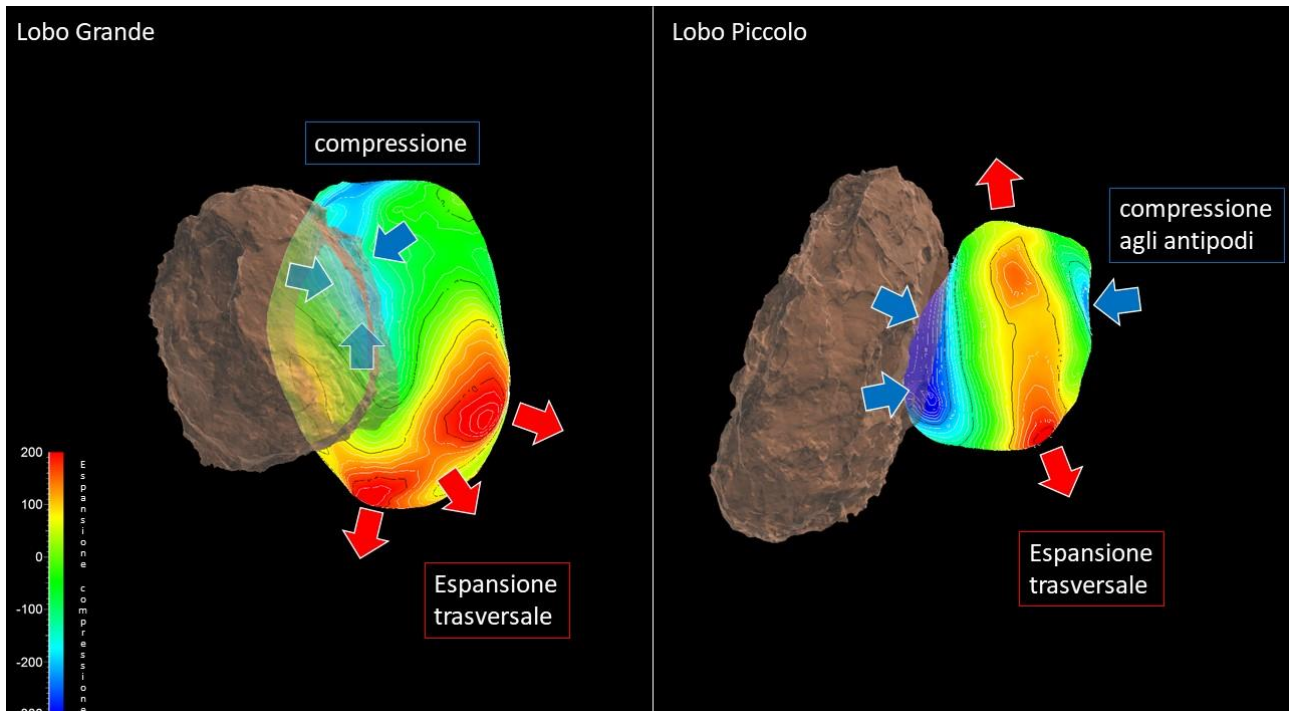


Figura 2. Aree di deformazione in compressione (aree colorate in blu) ed espansione (aree colorate in rosso) della struttura stratificata messe in luce dal modello tridimensionale sul Lobo Grande (a sinistra) e il Lobo Piccolo (a destra) della cometa 67P

with triaxial ellipsoids that suitably represent the overall layers arrangement reveals characteristics that are consistent with an impact between two roughly ellipsoidal cometesimals that produced large-scale axial compression and transversal elongation. The observed features imply global transfer of impact-related shortening into transversal strain. These elements delineate a model for the global rheology of cometesimals that could be possible evoking a prominent bonding action of ice and, to a minor extent, organics.