

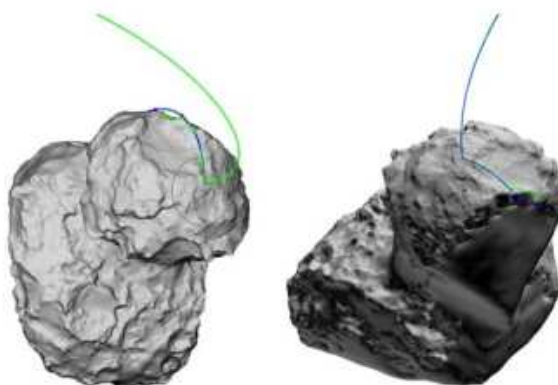
STUDI SUI PRIMI GIORNI DI PHILAE SULLA COMETA

La rivista *Science* del 31 luglio 2015 (vol. 349, n. 6247) ha pubblicato uno speciale dedicato ai risultati ottenuti dal lander Philae della sonda Rosetta tra il 12 e il 15 novembre dello scorso anno. Si tratta di sette articoli e un'introduzione (v. <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/493.full>).

Da *MEDIA INAF* del 30 luglio riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Elisa Nichelli, intitolato "Philae ci svela le comete" (<http://www.media.inaf.it/2015/07/30/philae-ci-svela-le-comete/>).

Il 12 novembre 2014 il mondo intero ha trattenuto il respiro mentre la sonda **Philae** si appoggiava per la prima volta nella storia dell'umanità sulla superficie di una cometa, la **67P/Churyumov-Gerasimenko**. In uno speciale pubblicato oggi sulla rivista *Science* vengono presentati sette studi grazie ai quali è possibile conoscere nel dettaglio i dati mandati a terra da Philae e ciò che questi dati ci svelano sulla natura delle comete.

In un resoconto dettagliato [1] **Jens Biele** e i suoi collaboratori descrivono i momenti critici della **discesa di Philae** su 67P, dei suoi **rimbalzi** da **Agilkia**, la zona prevista per l'atterraggio, e del suo aggancio ad una regione con una superficie più dura più lontana. L'analisi delle differenti reazioni all'urto delle superfici, basate sulle traiettorie di rimbalzo, fornisce informazioni preziose sull'evoluzione delle comete e potrebbe migliorare la progettazione delle future missioni.



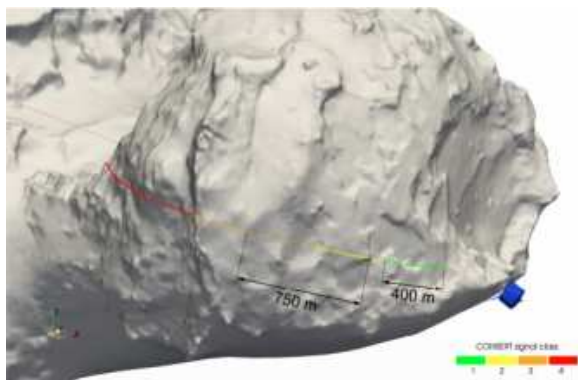
Ricostruzione della traiettoria di Philae sulla cometa 67P realizzate in maniera indipendente dal Lander Science Operations and Navigations Centre (in verde) e dallo European Space Operations Centre (in blu). Tracciando una traiettoria tridimensionale si può avere la percezione che l'impatto delle 16:20 abbia deviato notevolmente il percorso della sonda, mentre bisogna tener conto anche della rotazione di circa 29° all'ora del nucleo cometario. Crediti: ESA/ROSETTA/SONC/ESOC, Biele *et al.*

In passato, gli scienziati che hanno cercato di valutare la solidità della superficie di una cometa hanno dovuto affidarsi a **osservazioni indirette**, con le quali era possibile ottenere misure entro intervalli di incertezza molto ampi, e questo aveva sollevato interrogativi sulla possibilità che una sonda sarebbe stata o meno in grado di attraccare su un materiale potenzialmente molto rarefatto.

Dopo aver analizzato il **profilo di profondità** delle orme lasciate dal lander sulla superficie della cometa, il team di scienziati guidato da **Biele** ritiene che i piedi di Philae siano entrati in contatto inizialmente con una superficie **granulosa e morbida**, di circa 25 centimetri di spessore, e poi con uno **strato più duro sottostante**. Questa stratificazione comporta una resistenza alla compressione di circa 1 kilopascal, mentre quella Agilkia supera i 2 megapascal (2.000 kilopascal), contribuendo alla ragione per cui solo una gamba è stata in grado di ancorarsi a quest'ultima superficie, e solo parzialmente.

«Con il segnale ricevuto da Philae a metà giugno aumenta la nostra speranza che possa essere riattivato per continuare questa entusiasmante avventura con nuove misure scientifiche e immagini. Grazie a questi nuovi dati potremmo rilevare dei cambiamenti della superficie, oppure uno spostamento della sonda Philae rispetto alla

posizione raggiunta otto mesi fa», dichiara **Stephan Ulamec**, **Lander Manager** presso l'Agenzia Spaziale Tedesca, DLR, in Germania.



Tracciato delle prime misurazioni effettuate dallo strumento CONCERT durante la sera del 12 novembre 2014, relative alla zona ovest della testa. Crediti: ESA/Rosetta/Philae/CONCERT, Kofman *et al.*

Nell'articolo [2] scritto da **Wlodek Kofman** e i suoi collaboratori si riporta che la composizione della testa della cometa sembra essere abbastanza omogenea. Per farsi un'idea più chiara di come siano fatti gli strati interni di 67P, il team ha utilizzato lo strumento **CONCERT** (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission) inviando segnali elettromagnetici attraverso il nucleo della cometa verso Rosetta, posizionata sul lato opposto. I segnali ricevuti da Rosetta non mostravano uno schema tipico dovuto alla dispersione del segnale, e questo indica che l'interno della cometa è uniforme. Il team ha utilizzato queste misurazioni elettromagnetiche per determinare anche che 67P ha un **rapporto polvere/ghiaccio** che va da 0.4 a 2.6 e una **porosità** molto elevata: tra il 75 e l'85%.

La ricerca condotta da **Fred Goesmann** e colleghi riguarda un'ulteriore analisi [3] della composizione di 67P, realizzata utilizzando lo strumento **COSAC** (COmetary SAMpling and Composition). COSAC è stato progettato per identificare i **composti organici** presenti nella cometa allo scopo di raggiungere una comprensione più profonda dell'origine della vita sulla Terra. Alcuni scienziati ritengono infatti che le comete abbiano portato sulla Terra dei materiali che si sono rivelati importanti per la sua evoluzione chimica e biologica. Il dispositivo ha raccolto materiale cometario quando si trovava a 10 km dalla superficie del nucleo, in seguito al primo rimbalzo, e nel sito di accometaggio finale. Questa analisi ha permesso di individuare sedici composti organici, quattro dei quali (isocianato di metile, acetone, propionaldeide, e acetammide) non erano mai stati osservati nelle comete prima d'ora. In uno studio correlato [4] **Ian Wright** e il suo team hanno analizzato i composti organici di 67P utilizzando **Ptolemy**, uno strumento che misura i rapporti tra isotopi stabili. I loro risultati indicano la presenza sulla superficie della cometa di un polimero indotto dalla radiazione nonché l'assenza di composti aromatici, come ad esempio il benzene.

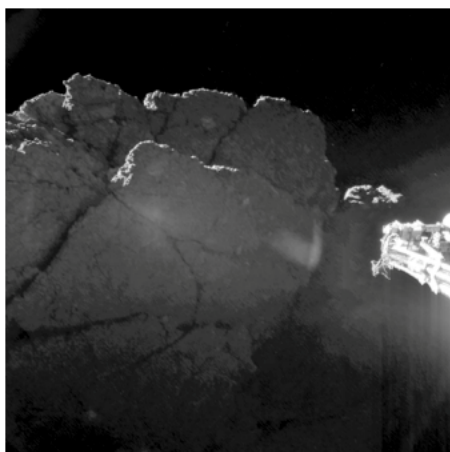
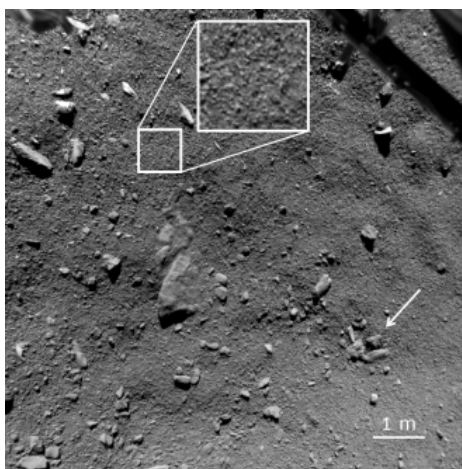


Immagine acquisita dalla camera 1 a bordo dello strumento CIVA. I parametri di riduzione dell'immagine sono stati ottimizzati per mostrare al meglio la retroilluminazione della cima frastagliata, che fa parzialmente ombra al lander. Sulla destra è visibile una parte del piede di Philae, ben illuminato. Crediti: ESA/Rosetta/Philae/CIVA, Bibring *et al.*

In uno studio [5] di **Jean-Pierre Bibring** e colleghi la superficie di 67P è stata analizzata con l'ausilio di immagini panoramiche scattate da sette camere, che costituiscono il Comet Infrared and Visible Analyser (**CIVA**). La raccolta di immagini, scattate da poco dopo il primo rimbalzo di Philae fino al touchdown, rivela una superficie **ricca di fratture** con presenza di **rocce riflettenti** e strutture che mostrano **grande varietà in scale di**

dimensione. Tutte queste informazioni offrono spunti inediti per lo studio di questo tipo di materia spaziale primitiva. Con l'avvicinamento di Philae a 67P, le sequenze di immagini realizzate prima da lontano e poi da vicino hanno rivelato un quadro più chiaro della geografia della cometa. L'analisi [6] effettuata da **Stefano Mottola** e i suoi collaboratori delle immagini raccolte durante la discesa dal Rosetta Lander Imaging System (**ROLIS**) suggerisce che il paesaggio di 67P è stato progressivamente modellato dall'**erosione**. Massi sporgenti e aree granulose sono circondati da depressioni che ricordano quelle osservate sulla Terra, risultato dell'erosione del vento e della successiva deposizione di materiale. Gli autori ipotizzano che parte dell'erosione avvenga da "getti", ovvero dall'espulsione di particelle di terreno dovuta all'impatto di "proiettili" (piccoli corpi che hanno colpito la superficie a grandi velocità). Questa ipotesi è confermata da numerose simulazioni.

«Questi primi dati pionieristici, raccolti direttamente sulla superficie di un cometa, stanno modificando profondamente la nostra visione di questi corpi celesti e ci forniscono informazioni sempre più dettagliate sulla storia del Sistema Solare», spiega **Jean-Pierre Bibring** ricercatore e principal investigator dello strumento **CIVA** presso l'Institut d'Astrophysique Spatiale di Orsay, in Francia (<http://www.ias.fr/en>). «La riattivazione ci permetterebbe anche di completare la caratterizzazione della composizione elementare, isotopica e molecolare del materiale cometario, specialmente nelle sue fasi refrattarie, grazie agli strumenti APXS, CIVA-M, Ptolemy e COSAC».



Ultima immagine acquisita da ROLIS durante la discesa, da una quota di 9 m. L'inserto rappresenta una visione ingrandita della superficie, che ne mostra la struttura granulare con una risoluzione di 0.95m/pixel. La freccia indica un gruppo di rocce. Crediti: ESA/Rosetta/Philae/ROLIS, Mottola *et al.*

Infine, per determinare le **proprietà termiche e meccaniche** di 67P, **Tilman Spohn** e colleghi hanno analizzato [7] i dati provenienti dallo strumento Multi Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science (**MUPUS**) a bordo di Philae. A causa dell'imprevisto luogo di atterraggio finale, i sensori non sono stati in grado di penetrare la superficie, troppo dura per ottenere letture di temperatura degli strati più profondi; tuttavia, i dati che è stato possibile raccogliere rivelano che la temperatura della superficie esposta al Sole varia tra 90 e 130 K (da -183 a -143°C). Analizzando la composizione del terreno e la sua inerzia termica, ovvero la capacità del materiale di variare la propria temperatura in base a sollecitazioni esterne, il team ha scoperto che la superficie nel punto di approdo finale è coperta da uno strato di **polvere di ghiaccio molto compatta**, con una porosità che va dal 30 al 65%.

«Queste osservazioni estremamente accurate, ottenute da un paio di posizioni differenti, rafforzano ulteriormente le numerose misurazioni effettuate in remoto da Rosetta che hanno coperto l'intero nucleo cometario nell'arco dell'ultimo anno», afferma **Nicolas Altobelli**, project scientist di Rosetta presso l'ESA. «Con il rapido avvicinamento del perielio, siamo impegnati nel monitoraggio dell'attività della cometa da una distanza di sicurezza e continuiamo la ricerca di eventuali variazioni delle caratteristiche superficiali, sperando che Philae sarà in grado di inviare nuovi pacchetti di dati, con informazioni complementari, dalla sua posizione sulla superficie».

Elisa Nichelli

Riferimenti:

- [1] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aaa9816>
- [2] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0639>
- [3] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0689>
- [4] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0673>
- [5] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0671>
- [6] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0232>
- [7] <http://www.sciencemag.org/content/349/6247/aab0464>