

**COMMUNICATION**+41 (0)91 610 82 34  
communication@cscs.ch

Zurigo, 25 maggio 2018

Autrice: Simone Ulmer

**Simulazioni per la missione InSight Mars**

**Il 5 maggio scorso è partita la missione spaziale InSight, destinazione Marte. A bordo: un sismometro per indagare la struttura interna del pianeta rosso. Sulla base delle conoscenze esistenti, i ricercatori del Politecnico di Zurigo stanno preparando l'analisi dati delle misurazioni utilizzando "Piz Daint" per simulare come le onde sismiche potrebbero attraversare Marte.**

Il 5 maggio il veicolo d'atterraggio (detto lander) della NASA "InSight" è partito alla volta di Marte. Questa è la prima missione con lo scopo di indagare la struttura interna del pianeta rosso e di rispondere ad alcune domande chiave, come ad esempio: perché la Terra e Marte si sono sviluppati in modo così diverso, nonostante la somiglianza tra la loro struttura originaria e la loro composizione chimica? Quanto sono grandi, spessi e densi il nucleo, il mantello e la crosta? Qual è la loro struttura? Gli scienziati sperano di ottenere informazioni fondamentali riguardo la formazione di pianeti rocciosi come Marte, Terra, Mercurio e Venere.

**Sismometro per condizioni estreme**

Il lander è dotato di strumenti geofisici, in particolare di uno speciale sismometro, che dopo l'atterraggio (previsto per fine novembre 2018) registrerà le vibrazioni sismiche e trasferirà i dati sulla Terra.

I ricercatori del Politecnico di Zurigo e del Servizio Sismico Svizzero, coinvolti nello sviluppo dell'elettronica del sismometro (cfr. [ETH News del 5 maggio 2018](#)), saranno tra i primi ad analizzare e interpretare i dati.

Gli scienziati dell'Istituto di Geofisica hanno già iniziato a preparare queste analisi. Sul supercomputer "Piz Daint" del Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS), i ricercatori hanno infatti calcolato la propagazione delle onde sismiche per circa 30 diversi modelli di Marte.

Per il loro catalogo, i ricercatori hanno combinato tutte le conoscenze disponibili sul pianeta rosso e le hanno utilizzate per calcolare dati sismici che potrebbero essere ricevuti da Marte. Gli scienziati hanno poi utilizzato questi dati per condurre un test cieco, durante il quale hanno pubblicato i dati e invitato esperti provenienti da tutto il mondo a interpretarli, al fine di scambiare conoscenze ed esperienze nel settore.

**Codice universale per la simulazione delle onde**

Per approfondire l'influenza della struttura 3D della crosta marziana, Martin van Driel, ricercatore senior al Politecnico di Zurigo, ha simulato le onde sismiche su Marte con Salvus, un codice che ha sviluppato insieme ai suoi colleghi Michael Afanasiev, Lion Krischer e Christian Böhm. Questo codice è flessibile e può essere utilizzato ovunque per domande riguardanti la propagazione delle onde attraverso diversi mezzi e su varie scale.

Le simulazioni di Marte sono eseguite su "Piz Daint" in tempo reale su 7200 processori - il che significa che i calcoli richiedono all'incirca lo stesso tempo impiegato dalle onde sismiche per attraversare Marte. A seconda della struttura interna del pianeta, le onde viaggeranno a velocità diverse e percorreranno percorsi diversi dalla sorgente al sismometro. Il tempo necessario affinché le onde attraversino l'interno di Marte aiuterà gli scienziati a comprendere meglio la struttura del pianeta e le proprietà delle sue rocce.



Con circa 10 miliardi di gradi di libertà e 300'000 intervalli di tempo, gli scienziati sono riusciti a risolvere un problema di notevoli dimensioni. "Senza un supercomputer come "Piz Daint", la simulazione di un singolo modello su un computer portatile avrebbe richiesto oltre due anni, quindi circa quattro volte il tempo del viaggio del modulo verso Marte", spiega Böhm.

### **Visualizzazione al lancio della missione**

I ricercatori hanno rappresentato una delle loro simulazioni in un video che è stato mostrato alla [conferenza stampa della NASA](#), in occasione del lancio della missione. Il video mostra come le onde viaggino lungo la superficie di Marte, orbitino intorno al pianeta e passino attraverso il modulo tre volte. Van Driel spiega che è fondamentale misurare le onde in ciascuno dei tre passaggi, in quanto questo permetterà agli scienziati di raccogliere informazioni sul pianeta, identificare i tempi e la posizione del terremoto su Marte e, infine, di calcolare la sua struttura approssimativa, il tutto con un'unica stazione sismica. L'ampiezza della terza onda, tuttavia, risulterà ridotta di un fattore dieci; il sismometro deve, quindi, essere sufficientemente sensibile e sofisticato per misurare questo fenomeno e il sisma deve avere una magnitudo di almeno 4.5.

Sulla Terra, terremoti di questa intensità sono generati principalmente dalla tettonica a placche, un processo in cui le placche continentali o oceaniche si scontrano o scivolano l'una accanto all'altra. Attualmente gli scienziati ritengono che la tettonica a placche non sia attiva su Marte, tuttavia, nel corso di due anni, si prevede che impatti meteoritici o contrazioni causate dal raffreddamento di Marte produrranno eventi sismici sufficientemente forti da essere registrati dal sismometro.

### **Simulazioni preliminari per valutare i dati**

Poiché le onde sismiche su Marte non sono mai state registrate con un sismometro così sensibile, le simulazioni numeriche sono l'unico modo per prepararsi alla valutazione dei dati della missione InSight della NASA.

"Stiamo usando i modelli calcolati per verificare in che modo certe strutture, ad esempio lo spessore della crosta, influenzino le misure", dice Böhm. In questo modo i modelli aiutano i ricercatori a verificare i loro metodi e a comprendere meglio i sismogrammi su Marte. Sebbene, infatti, i dati sismici generati dai modelli appaiano a prima vista simili a quelli terrestri, le sottili differenze sono importanti. Gli scienziati devono quindi familiarizzare con questi nuovi dati e imparare a interpretarli.

Per comprendere la struttura marziana, infine, i ricercatori del Politecnico di Zurigo confronteranno le misure reali con i dati simulati. A tale scopo attingeranno al catalogo di modelli di Marte per vedere se e come la misura cambierà, tenendo conto dei modelli, delle strutture e di tutto ciò che le simulazioni hanno in comune.

### **Referenze**

Bozdog et al: Simulations of Seismic Wave Propagation on Mars, Space Time Reviews (2017), DOI 10.1007/s11214-017-0350-z.

Clinton JF et al: Preparing for InSight: An Invitation to Participate in a Blind Test for Martian Seismicity, Seismological Research Letters (2017), 88, 1290-1302, DOI: 10.1785/0220170094