

SCHEDA

I SATELLITI GALILEIANI

Nel 1979 le due sonde automatiche *Voyager 1* e *Voyager 2* sorvolarono Giove e inviarono a Terra anche le prime immagini ravvicinate dei satelliti galileiani. Quello che si vedeva era così nuovo e sorprendente che ben presto fu progettata la missione *Galileo*, dedicata allo studio di Giove e dei suoi satelliti. La missione, partita nel 1989 e durata 12 anni, raggiunse Giove nel 1995 e iniziò a inviare immagini di grande dettaglio dei quattro satelliti, nel corso delle numerose e complesse orbite che hanno permesso sorvoli a distanza ravvicinata.

Dal più vicino al più lontano, *Io*, *Europa*, *Ganimede* e *Callisto* presentano aspetti molto diversi. I quattro mondi galileiani sono nati insieme, ma le diverse distanze da Giove ne hanno condizionato fin dall'origine l'evoluzione. I primi due hanno dimensioni simili a quelle della Luna, gli altri due a quelle di Mercurio.

■ **Io**, presenta un'intensa attività vulcanica, maggiore di quella nota in qualunque altro corpo del Sistema solare. Il *Voyager 1* ha individuato una decina di vulcani in eruzione, i cui pennacchi, a forma di ombrello, salivano fino a 300 km di altezza, con velocità di espulsione prossime a 3600 km/h (figura ►1). Dalle bocche vulcaniche, insieme a colate di lava (la cui composizione è sconosciuta: forse silicati?), vengono eruttati zolfo, anidride solforosa e altri composti dello zolfo, che hanno ricoperto tutta la superficie con brillanti colori: giallo, arancione, rosso, oro, bianco, nero. La continua emissione di materiale vulcanico ha cancellato ogni traccia degli

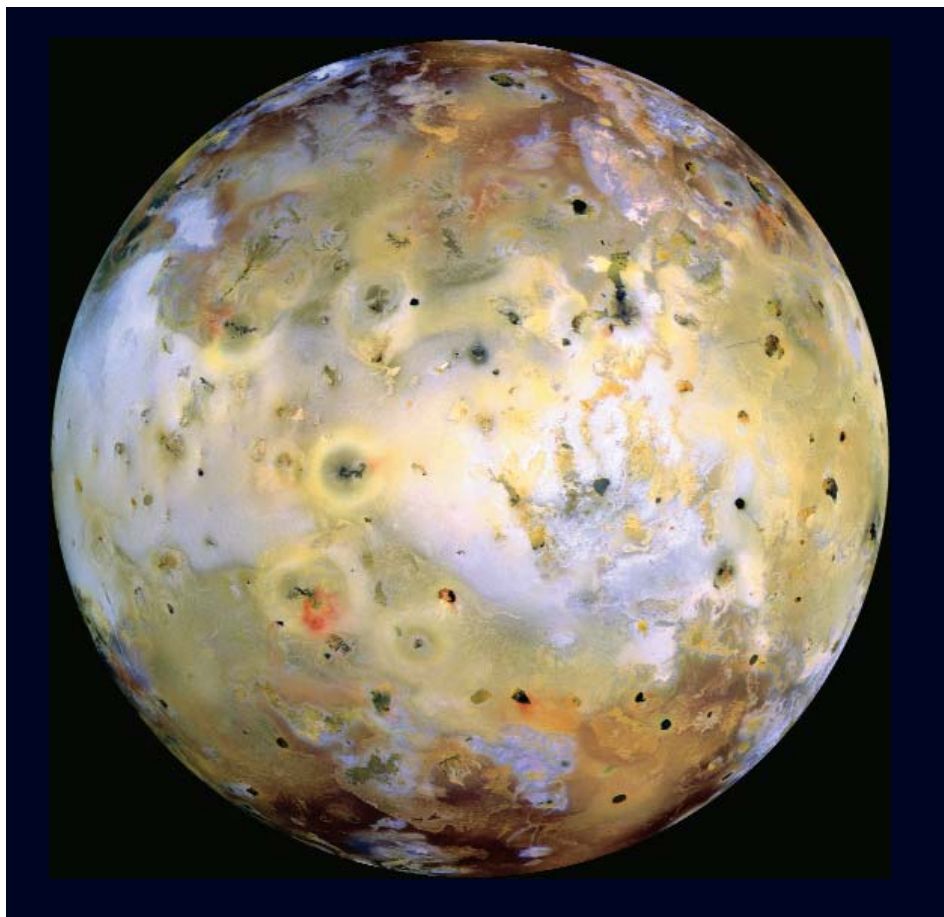
antichi crateri di impatto, e la stessa superficie attuale è in perpetua trasformazione, come è risultato ben evidente anche dal confronto tra le immagini più recenti inviate dalla *Galileo* e quelle dei *Voyager*. Nel corso di migliaia di anni di evoluzione, questo satellite ha perso ogni sostanza volatile (acqua, anidride carbonica), mentre i materiali più densi sono stati e sono continuamente riciclati dal suo continuo «ribollire» interno. L'energia per l'attività di Io proviene dal gigantesco pianeta intorno a cui ruota a soli 400 000 km di distanza. Poiché l'orbita non è circolare, al periodico variare della distanza la crosta della minuscola luna viene più o meno deformata dalla tremenda forza di attrazione di Giove: la continua deformazione libera, all'interno del satellite, grandi quantità di calore (è un po' quello che succede quando si piega e si raddrizza di seguito più volte un fermaglio di metallo, che si riscalda nel punto di piegatura). I dati raccolti dalla missione *Galileo* sembrano anche indicare la possibile presenza di un nucleo metallico, che sarebbe responsabile del forte campo magnetico generato dal satellite.

■ Poco più lontano da Giove, la piccola **Europa** mostra un contrasto impressionante: una superficie bluastra di ghiaccio d'acqua percorsa da una fitta rete di strie, con una temperatura di -150 °C. I dati rilevati dalla *Galileo* hanno permesso di stabilire che Europa ha un nucleo metallico avvolto da un mantello roccioso, ricoperto da un oceano di acqua profondo 100-200 km, con una crosta ghiacciata decisamente

sottile: 2 km al massimo. Le striature della superficie si sono rivelate profonde e lunghissime fessure, fiancheggiate sui due lati da increspature parallele e simmetriche. Le increspature sono attribuite al congelamento in superficie di acqua o acqua e fanghiglia risalita lungo le fessure, in quanto la superficie di Europa risulta decisamente attiva (figura ►2). Gruppi di increspature con fessura centrale risultano tagliati bruscamente da increspature più giovani, con direzione diversa. In certi casi gli intrecci di fessure scompaiono sotto laghi di ghiaccio con superfici levigate e prive di ogni traccia di alterazione, quindi originate da effusioni di acqua molto recenti.

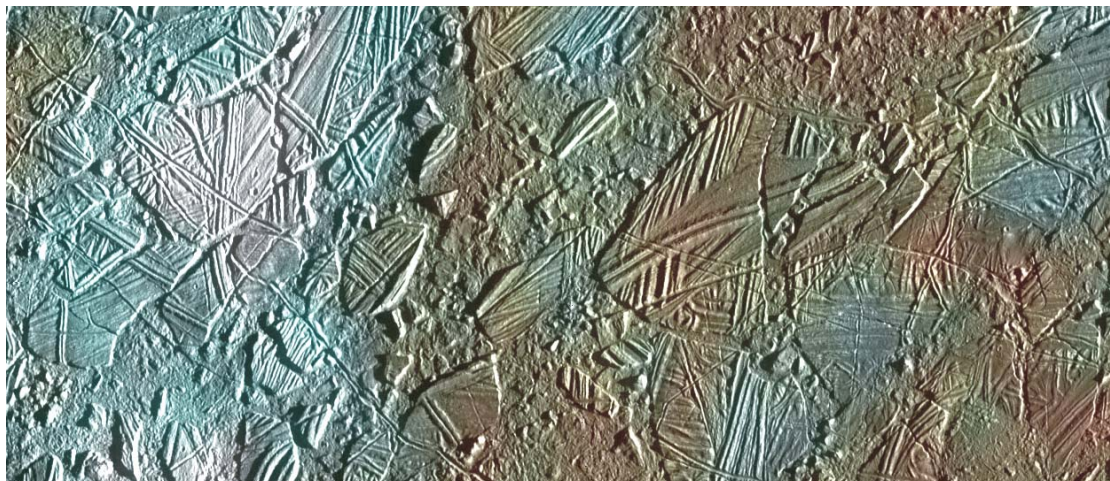
In altri casi si osservano lembi di crosta ghiacciata del tutto simili ad iceberg galleggianti in un oceano, emersi per circa 200 m, separati da canali ghiacciati. Questa intensa attività della crosta in cui si aprono fratture o che si frantumano in blocchi «galleggianti» e mobili, è provocata da poderosi movimenti nell'oceano sottostante: ma a spese di quale energia? Il problema è aperto: forse responsabile è il calore dissipato dal nucleo e dal mantello, o quello dovuto allo stesso effetto di marea (anche se meno forte) che riscalda Io. In ogni caso, acqua liquida e possibilità che si raggiungano determinate temperature, come pure la possibilità di avere strutture idrotermali sul fondo dell'oceano a contatto con un mantello roccioso che libera calore, (come avviene sulla Terra lungo le dorsali oceaniche, hanno suggerito che Europa potrebbe essere un buon candidato per ospitare qualche forma di vita. Infine, è stata scoperta una sottile atmosfera di ossigeno.

■ Ancora più lontano da Giove, **Ganimede**, il più grande satellite dell'intero Sistema solare, appare sempre di più un mondo di ghiacci, con una composizione che comprende il 40% di acqua.



◀ 1 **La superficie di Io.** Il satellite appare come se fosse ricoperto da una crosta metallica, bucherellata in più punti. L'effetto è il risultato della combinazione di continue effusioni di roccia liquida con i numerosi crateri da impatto che si formano grazie all'assenza di un'atmosfera capace di arrestare almeno in parte i meteoriti in caduta. (NASA/JPL/University of Arizona)

I SATELLITI GALILEIANI



◀ 2 **La crosta ghiacciata di Europa.** Un'immagine, ripresa dalla sonda Galileo a distanza ravvicinata, mostra la struttura molto articolata della crosta di ghiaccio che ricopre il satellite di Giove. (NASA/JPL)

Sulla superficie del satellite sono visibili:

- alcune zone di colore più scuro, dovute probabilmente all'accumulo di polveri, costellate di crateri da impatto;
- fasce e zone più chiare che circondano le precedenti, con un numero di crateri da impatto molto inferiore; proprio quest'ultima osservazione fa ritenere che le zone più chiare siano più giovani di quelle di colore scuro.

Le zone chiare sono striate da solchi paralleli, simili a quelli di Europa.

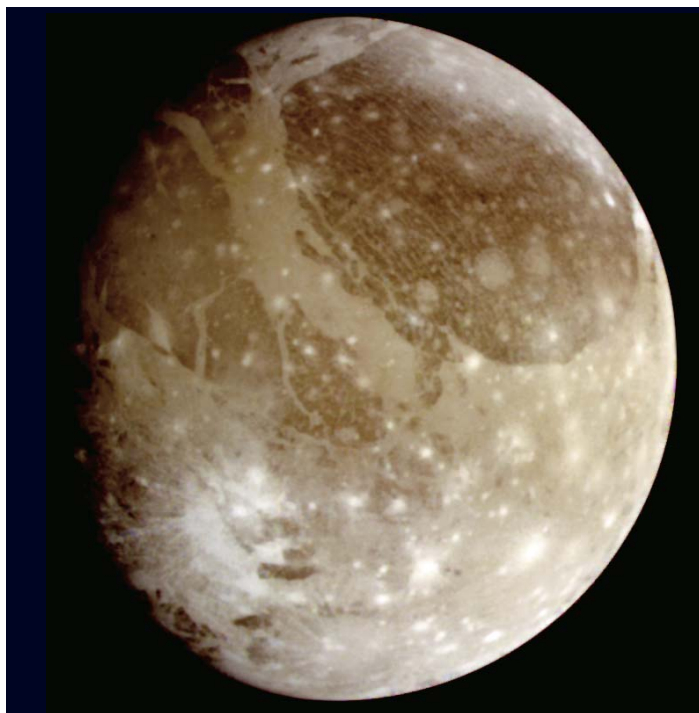
Un nucleo metallico e un mantello roccioso sono avvolti da una «crosta» di acqua spessa ben 800 km, di cui i 200 più esterni sotto forma di ghiaccio. Ganimede conserva perciò ampie

tracce di un'attività molto antica (le aree scure), ma anche vistose testimonianze di attività successiva, che, a più riprese, ha portato alla fuoriuscita di acqua e colate di ghiaccio (forse con meccanismi come quelli di Europa) e al parziale «riciclaggio» della crosta più antica (figura ▶3). Il riscaldamento che periodicamente ha fatto assottigliare localmente la crosta e ha provocato eruzioni in superficie di acqua e ghiaccio è stato ogni volta innescato, probabilmente, da complesse interazioni mareali con Giove e gli altri satelliti. Le misure spettroscopiche effettuate dalla sonda Galileo ai poli hanno confermato la presenza di ozono sulla superficie di Ganimede. Probabilmente, il processo di trasformazione chimica che determina la forma-

zione dell'ozono comporta la presenza di una sottile atmosfera di ossigeno, simile a quella individuata su Europa.

■ **Callisto**, il più lontano, presenta una superficie scura intensamente craterizzata, come quelle di Mercurio o della Luna. Gli impatti si sono verificati sulla superficie di una crosta di ghiaccio «sporco», misto a detriti rocciosi. I numerosi crateri, il cui interno rivela ghiaccio «più pulito», spiccano come tante macchie bianche luminose (figura ▶4).

Lontano da Giove, anche l'interno di Callisto si è da tempo completamente congelato e non c'è stata energia sufficiente per qualche attività in grado di lasciare tracce in superficie.



▲ 3 **Ganimede.** L'immagine è stata ripresa dalla sonda Galileo durante il primo «incontro» con il satellite, nel 1996; mostra Ganimede nei suoi colori naturali, dovuti ad accumuli di quantità diverse di polveri meteoritiche su ghiaccio. Le fasce di colore più scuro sono le più antiche mentre quelle chiare si sono formate più di recente. Le macchie più brillanti sono invece le tracce di crateri da impatto geologicamente recenti e dei materiali proiettati all'esterno dei crateri al momento dell'impatto. (NASA/JPL)



▲ 4 **Callisto.** La superficie di questo satellite di Giove è uniformemente ricoperta di crateri da impatto, ma presenta differenze di colorazione dovute alla diversa quantità di detriti rocciosi e polveri (da meteoriti) mescolati al ghiaccio. Le macchie brillanti sono crateri da impatto più recenti, che rivelano il ghiaccio più profondo e più «pulito». (NASA/JPL)