



UNIVERSITÀ DELLA TERZA ETÀ  
**U N I T R E**  
UNIVERSITÀ DELLE TRE ETÀ  
Cormòns

**STENO FERLUGA**

# **Il volto delle stelle**

**Nuove immagini dell'Universo**

**Anno Accademico 2013-2014**

**14<sup>a</sup>**

Publicazione dell'Università della Terza Età  
**CORMONS**

Publicazione realizzata con il contributo  
della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e della Provincia di Gorizia



*A Patrizia,*

*persona straordinaria  
con cui ho avuto la fortuna  
di condividere la vita.*



**Caspar David Friedrich.** Cigni in un canneto al tramonto

## Prefazione

Mi onoro di presentare la 14a pubblicazione dell'Università della Terza Età -UNITRE di Cormons: "Il volto delle stelle: nuove immagini dell'Universo" del prof. Steno Ferluga.

Attualmente docente di 'Astrofisica teorica' presso l'Università degli Studi di Trieste e di 'Fisica ambientale' presso l'Università degli Studi di Udine, il prof. Ferluga è autore di numerosissime opere scientifiche. Ricordiamo che nel 1989 ha pubblicato il libro "L'orizzonte cosmico" e nel 2012 ha collaborato con la scomparsa prof.ssa Margherita Hack alla stesura di "Il cielo intorno a noi".

Dal 1997 collabora con l'UNITRE di Cormons, per la quale nel 2005 ha già scritto il libro "L'Universo intorno a noi".

Il lavoro di quest'anno, in cui l'autore presenta immagini recenti, in parte inedite e bellissime del Cosmo, è molto simile ad un atlante fotografico arricchito da commenti scientifici facilmente accessibili anche ai non addetti ai lavori.

Nel ringraziare di cuore il prof. Steno Ferluga per quanto ha fatto, fa e farà per l'Università della Terza Età di Cormons, i membri del Consiglio Direttivo, gli associati UNITRE ed io personalmente vogliono dedicare questa quattordicesima pubblicazione alla memoria di Patrizia Caneparo Ferluga, che tanto si spese per la comunità cormonese.

*Il Presidente*  
*Dr. Michele Di Maria*

# Sommario

- 11 *Autoritratto* del nostro pianeta
- 12 I più grandi telescopi del mondo
- 15 **Introduzione**
- 16 Orientarsi nell'Universo
- 17 Una mappa del Cosmo
- 18 La via delle Stelle
- 19 **Nuove vedute dell'Universo**

## LA TERRA

- 22 Il cielo sopra le Tre Cime
- 23 **Il cielo notturno**
- 24 Luminescenza dell'aria...
- 25 ... sulle Dolomiti
- 26 Splendore delle nebulose
- 27 Meraviglie del cielo
- 28 Chiarore antisolare
- 29 Luce zodiacale
- 30 Via Lattea
- 31 Aurora

## I PIANETI

- 34 Un paesaggio terrestre
- 35 **Paesaggi planetari**
- 36 La Luna
- 37 *Apollo 17*
- 38 Venere
- 39 *Venera 13*
- 40 Marte
- 41 *Opportunity*
- 42 Io
- 43 Titano
- 44 Saturno...
- 45 ...e la Terra

## ASTEROIDI E COMETE

- 48 Motore a ioni
- 49 **Avventure asteroidali**
- 50 Eros
- 51 *Near*
- 52 Comete
- 53 La cometa Hale-Bopp
- 54 Asteroidi e nuclei cometari
- 56 Una cometa "suicida"
- 57 Itokawa
- 58 Pianetini e Asteroidi

## LE STELLE

- 62 Ritratti stellari
- 63 **Il miracolo dell'interferometria**
- 64 I2T
- 65 ESO
- 66 SS Leporis - *immagine interferometrica*
- 67 SS Leporis - *ricostruzione grafica*
- 68 Epsilon Aurigae - *interferometria*
- 69 Epsilon Aurigae - *modello*
- 70 Le stelle come si vedono in cielo

## L'UNIVERSO

- 74 La galassia M33
- 75 **Lontano nel passato... fino all'orizzonte**
- 76 Campo Estremamente Profondo
- 77 Galassie sulla volta celeste
- 78 La Sfera di Hubble
- 79 Orizzonte cosmologico
- 80 La radiazione fossile...
- 81 ... vista da *Planck*
- 82 Le perturbazioni primordiali
- 83 Il mistero della notte
  
- 84 Note bibliografiche
- 85 Fonti delle immagini in *Internet*  
Collegamenti alle Tavole originali dell'Autore



***Autoritratto del nostro pianeta.*** Questa fotografia può ben definirsi così, essendo una delle visioni della Terra che più piacciono ai Terrestri (secondo le statistiche di distribuzione delle immagini tenute dalla Nasa). Intitolata anche *Marmo Blu*, questa foto venne ripresa dalla capsula Apollo 17 durante il viaggio verso la Luna il 7 dicembre 1972, ma non si sa bene quale astronauta la scattò.



**I più grandi telescopi del mondo**, sulla sommità del vulcano spento Mauna Kea, a 4150 metri di quota nelle isole Hawaii. Il telescopio giapponese Subaru (a sinistra) ha un diametro di 8 metri.



Le due cupole gemelle dell'osservatorio Keck (USA) ospitano ciascuna un telescopio da 10 metri di diametro. *Fotografia dell'autore (7 dicembre 2013).*

## Introduzione

Dopo quasi un decennio, questo libro rappresenta in qualche modo un aggiornamento del precedente testo di Astronomia pubblicato dall'Autore per la stessa collana: *L'Universo intorno a noi* (Unitrè Cormons, 2005), ormai esaurito.

Il progresso delle conoscenze scientifiche in questo periodo, lo sviluppo di nuove missioni spaziali e il miglioramento qualitativo delle tecniche di ripresa delle immagini hanno portato a interessanti arricchimenti nella visione dell'Universo – intesi non solo in senso specialistico, ma anche sotto un più ampio profilo culturale ed estetico.

Il libro si propone di illustrare tali novità nella visione del cosmo, facendo riferimento a una galleria delle nuove immagini astronomiche più significative e recenti, alcune delle quali sono anche di straordinaria bellezza. Si segue così uno stile editoriale simile all'atlante fotografico, semplice ma ampiamente commentato.

Potremo soffermarci sulle spiegazioni scientifiche delle didascalie, o anche – perché no – contemplare il fascino estetico di certe vedute, quasi fossero opere d'arte in esposizione (come i cieli stellati delle Dolomiti, premiati nei concorsi mondiali di astrofotografia). Alcune delle immagini sono originali, realizzate o adattate dall'Autore per questo testo.

Per alcune immagini scientifiche di particolare interesse, è riportato il anche collegamento alla fonte originale su *Internet*. Questo consentirà di visionare al computer la versione originale della fotografia, generalmente a grande campo e altissima risoluzione, nonché i dettagli tecnici dell'immagine.

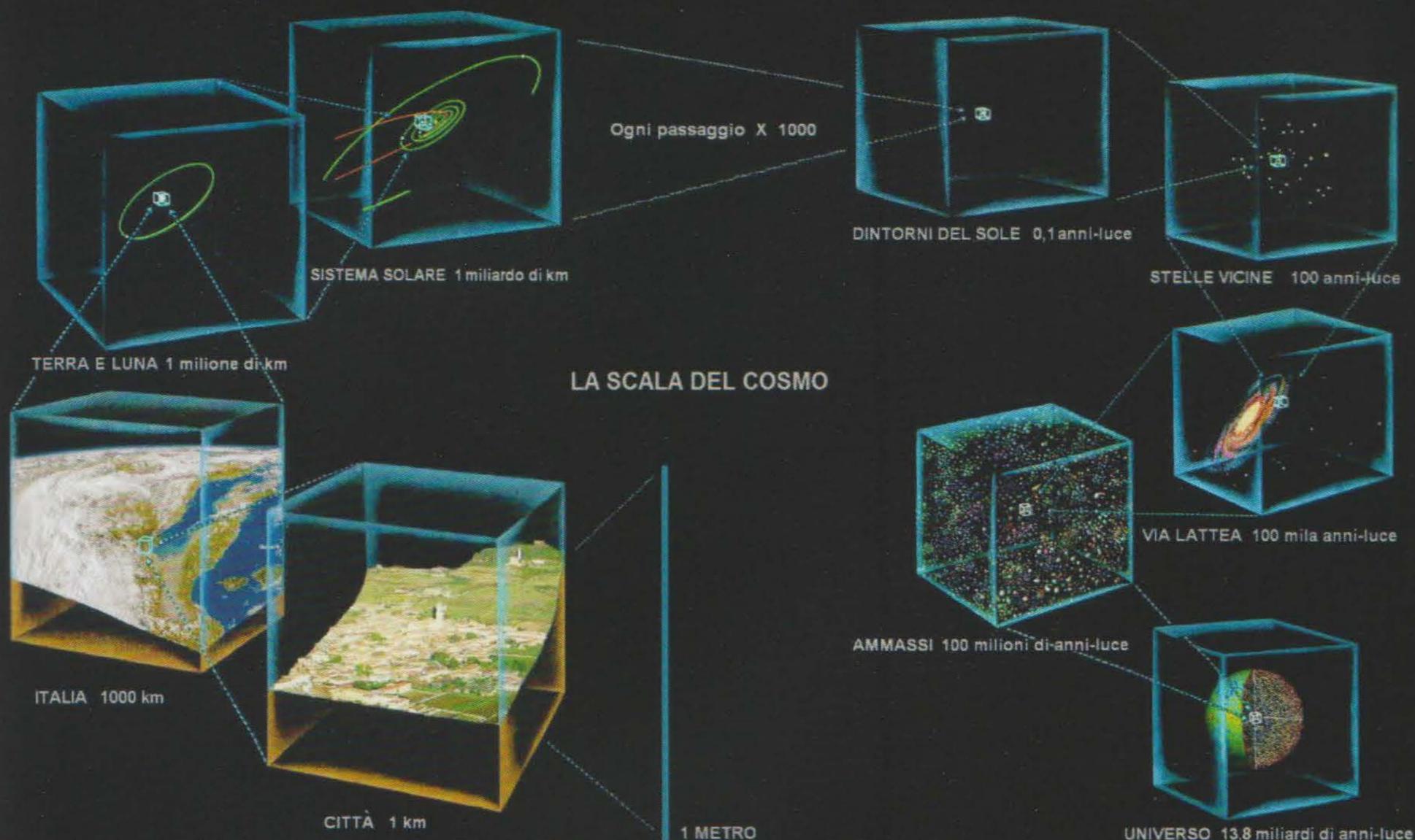
## Orientarsi nell'Universo

Nell'Universo è facile smarrirsi, perdendo la misura delle cose e delle distanze. Gli spazi cosmici sono così immensi da mettere a dura prova l'intuizione umana, tanto che si parla di *numeri astronomici* per indicare valori inconcepibilmente grandi. Spesso mancano i punti di riferimento per concepire gli ordini di grandezza dei corpi celesti: dai pianeti alle stelle, alle galassie, fino all'intero Universo osservabile. Non è banale collocare gli oggetti nella giusta progressione, con dimensioni sempre più enormi.

Per tale motivo, in questa pagina iniziale viene riproposta l'ormai classica mappa della *Scala del Cosmo*, espressamente realizzata dall'Autore per provare ad abbracciare con l'intuizione l'Universo intero. Al fine di superare l'ostacolo dei *numeri astronomici*, troppo giganteschi per essere comprensibili, è sufficiente procedere per gradi seguendo una progressione crescente, basata ad esempio sul fattore 1000 che è intuitivamente accessibile. Per aiutare ulteriormente l'immaginazione spaziale, usiamo una catena di cubi, assomiglianti a "scatole cinesi" sempre più grandi.

Questa figura è una variazione sul tema delle *potenze di dieci*, usato spesso per illustrare la scala cosmica delle distanze, con il vantaggio di comprendere in una sola immagine l'intero macrocosmo. La prima versione a colori è stata pubblicata nel precedente libro dell'Autore: *L'Universo intorno a noi* (Unitrè Cormons, 2005).

# Una mappa del Cosmo



**La scala del Cosmo.** Per orientarci nell'Universo, possiamo usare il metodo delle «scatole cinesi», dove ogni cubo è 1000 volte più grande del precedente. Partendo da 1 metro lineare (al centro in basso nella figura), troviamo un primo cubo (a sinistra) che ha 1 km di lato e comprende la località, o il rione cittadino, in cui ci troviamo. Il cubo successivo, con 1000 km di spigolo, contiene l'Italia (qui ritratta dall'orbita). Il passaggio seguente ci porta già nello spazio, poiché arriviamo a 1 milione di chilometri, che è la dimensione del sistema Terra-Luna. Nel prossimo cubo, entro 1 miliardo di km ci sta il nostro Sistema solare fino a Giove.

Con tale progressione di mille in mille, andiamo poi a considerare (a destra) un cubo di 1000 miliardi di km, pari a 0,1 anni luce, che risulta vuoto con il Sole al centro. Le distanze interstellari sono così grandi, che soltanto la prossima «scatola», con 100 anni luce di spigolo, contiene le stelle più vicine a noi. Poi nel cubo che segue, entro 100.000 anni luce, ci sta tutta la Via Lattea. Questa è solo una delle innumerevoli galassie disperse nell'Universo, che vediamo aggregate in ammassi nel successivo cubo di 100 milioni di anni luce. La serie però non va avanti indefinitamente, perché alla fine dobbiamo fermarci a una «scatola» ideale di 100 miliardi di anni luce (a destra in basso), che comprende l'intero Universo osservabile. *Tavola dell'Autore, [www.ferluga.net/cubi.htm](http://www.ferluga.net/cubi.htm).*



**La Via delle Stelle.** Il pianeta Giove risplende sulle rovine di Efeso, in Turchia.  
*Foto di Tunç Tezel (scelta dalla NASA in Astronomy Picture of the Day, 2008 July 18).*

## Nuove vedute dell'Universo

Le stelle, osservate al telescopio, appaiono sempre come puntini luminosi, per quanto potente possa essere lo strumento impiegato. Questo avviene a causa delle enormi distanze stellari, che rendono indistinguibili i dettagli della superficie. Tuttavia, se viste da vicino, le stelle generalmente dovrebbero apparire come dei dischi luminosi simili al nostro Sole, che è appunto una stella normalissima.

Recentemente l'impiego di una nuova generazione di strumenti astronomici, chiamati interferometri, ha permesso di superare questa limitazione dei telescopi tradizionali, che restava insormontabile sin dai tempi del cannocchiale galileiano. Gli interferometri, mediante complicati sistemi ottici di precisione, combinano la luce di molteplici telescopi distanti fra loro, realizzando l'equivalente di un singolo strumento gigantesco. In questo modo è stato possibile per la prima volta rivelare l'autentico volto delle stelle, che manifestano una spettacolare varietà di forme e colori: appiattite dalla rotazione o deformate dalla gravità, colorate in rosso o azzurro secondo la temperatura.

Alla rivoluzione dell'interferometria per le immagini stellari, si affiancano ulteriori progressi nella conoscenza e nella visualizzazione di altri aspetti dell'universo, resi possibili dal citato miglioramento dei sensori fotografici, da nuove esplorazioni interplanetarie, nonché da una generazione evoluta di telescopi spaziali.

La ricerca astronomica arricchisce così la nostra concezione dell'universo con nuove spettacolari immagini (spesso inedite a stampa), qui disposte lungo un percorso che ci porterà dalla luminescenza del cielo notturno, ai panorami planetari e cometari, ai "ritratti" di stelle e galassie, fino alla radiazione fossile del Big Bang. In termini più suggestivi, seguiremo una ideale *Via delle Stelle* verso i limiti del cielo.

# LA TERRA



**Il cielo sopra le Tre Cime.** Durante la notte le stelle descrivono cerchi attorno all'asse polare, per effetto della rotazione apparente delle volta celeste. Immagini come questa sono comuni nei testi di astronomia, ma qui vediamo in primo piano le Tre cime di Lavaredo e la strada che sale fino al rifugio Auronzo e prosegue in orizzontale fino al rifugio Lavaredo.

*Foto di Cristoph Ottawa (2° premio al 2012 TWAN International Earth & Sky Photo Contest).*

## Il cielo notturno

Non serve essere uno scienziato per esprimere in immagini il fascino profondo del cielo stellato, piuttosto bisogna avere un buon talento per l'astrofotografia. Questa tecnica ha ormai superato le possibilità dell'occhio umano per la visione nell'oscurità e oggi può (letteralmente) mettere in luce i misteri evanescenti del mondo notturno. Oltre al fulgore delle stelle, si possono contemplare le meraviglie segrete della natura immersa nella notte: la luminescenza verdastra dell'aria, il bagliore antisolare, il paesaggio tinto di rosso dalla luce delle nebulose.

Alcune di queste caratteristiche sono sorprendenti, perché riguardano fenomeni dei quali si dubitava addirittura dell'esistenza, e che invece ora vengono visualizzati con la massima chiarezza. Ad esempio la luminescenza atmosferica mostra lunghe striature che si presentano come vere e proprie nuvole luminose, mentre si riconoscono tenui ponti sulla volta celeste che collegano l'evanescente *Gegenschein* (bagliore antisolare) all'assai più brillante luce zodiacale.

Oltre a questi aspetti al limite della visibilità, la volta stellata ci concede grandiosi spettacoli planetari, quando la visione della Via Lattea e di altri aspetti celesti si combina con i più suggestivi panorami notturni terrestri, creando visioni cosmiche a 360°. Il progetto astrofotografico mondiale *World at Night* (il mondo di notte) intende creare un'antologia dei più splendidi paesaggi notturni del nostro pianeta.

## Luminescenza dell'aria...



**La luminescenza atmosferica**, con le Tre Cime di Lavaredo in primo piano. Le bande verdi non sono aurore, ma *chemio-luminescenza* dell'aria, dovuta agli atomi di ossigeno. L'arco luminoso della Via Lattea avvolge il panorama montano, dove la sinistra si vedono i rifugi Auronzo e Lavaredo.

## ...sulle Dolomiti



Il fotografo, per ottenere questa straordinaria immagine, ha combinato 4 fotogrammi scattati presso la Forcella Lavaredo. A destra, più lontano, si nota il massiccio dolomitico dei Tre Scarpèri.  
*Foto di Tamas Ládanyi (scelta dalla NASA in Astronomy Picture of the Day, 2012 Sep.6).*



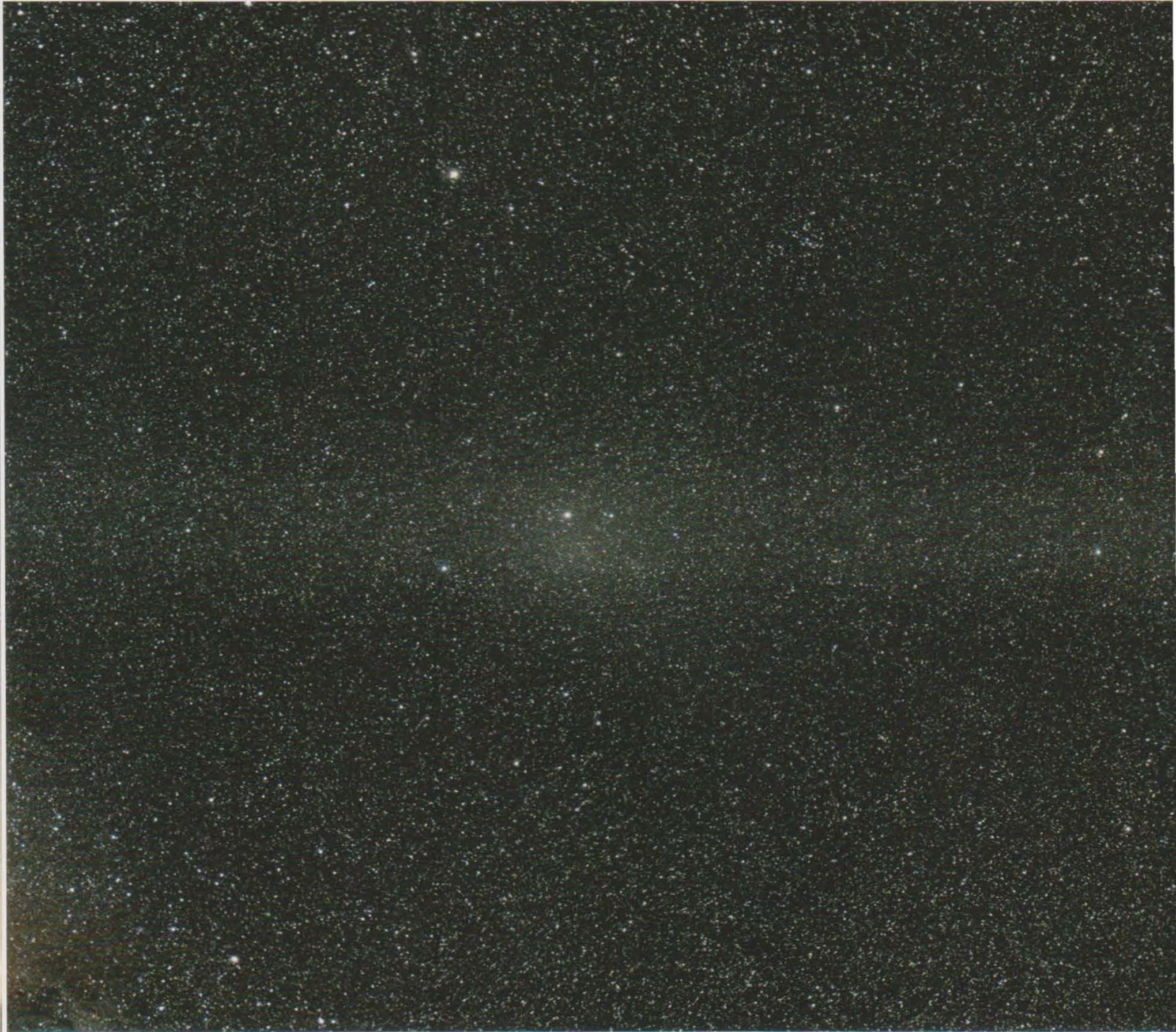
**Lo splendore delle nebulose** domina il deserto di Atacama in Cile, tingendo il paesaggio con il colore rossastro dell'idrogeno (emissione *H-alfa*). Non è un'esposizione multipla, ma una singola fotografia scattata con un'ottica ad alta luminosità. *Foto di Babak Tafreshi.*

## Meraviglie del cielo



**Il chiarore antisolare** (*Gegenschein*), visto dall'Osservatorio ESO sul monte Paranal in Cile. La luminosità diffusa che si vede al centro dell'immagine non è la Via Lattea, ma è un effetto della luce solare riflessa, come in uno specchio, dalle particelle di pulviscolo interplanetario. Sono visibili anche la galassia di Andromeda (a sinistra sopra i telescopi) e le Pleiadi (in basso).  
*Foto di Yuri Beletsky.*

## Chiarore antisolare



**I ponti zodiacali.** Chi dubitava dell'esistenza dei *ponti zodiacali* è servito! Finora nessuno era mai riuscito a documentare fotograficamente questa banda luminosa, di cui si favoleggiava da tempo, che collega il chiarore antisolare (a *sinistra*) con la luce zodiacale (*bordo destro*), cingendo la volta celeste.

## Luce zodiacale



Si tratta della tenue fascia orizzontale, che attraversa questa fotografia su doppia pagina. Gli autori hanno realizzato un fotomosaico di immagini, riprese dal tramonto all'alba, spostandosi in due diverse posizioni sulla vetta del Mauna Kea a 4200 m, isole Hawaii.

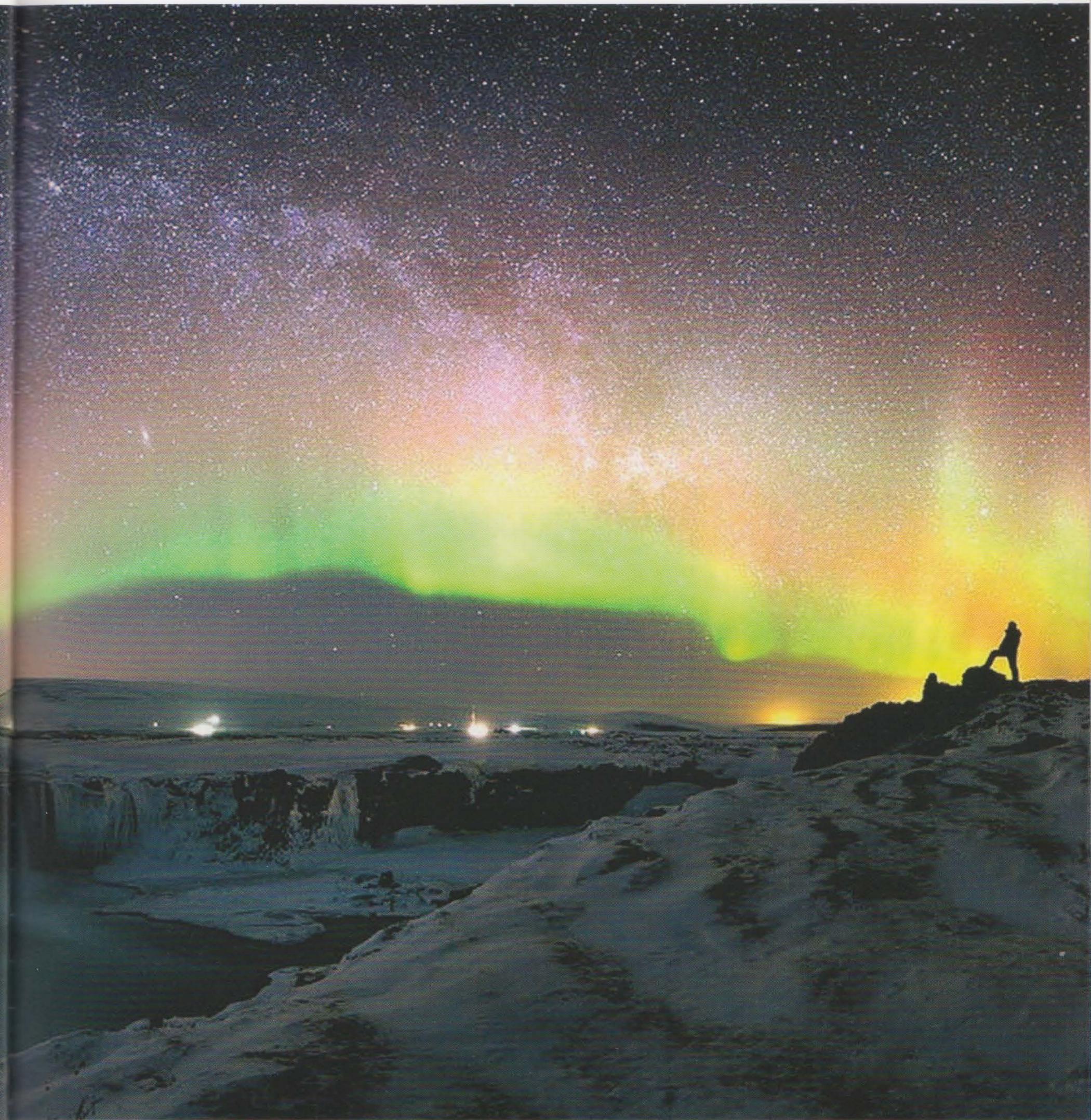
*Foto di Miloslav Druckmüller e Shadia Habbal.*

## Via Lattea



**Un'aurora boreale**, fotografata sopra le Cascate degli Dei (*Godafoss*) in Islanda. I colori delle aurore sono generati dagli atomi di ossigeno e azoto dell'atmosfera, eccitati dalle radiazioni solari.

## Aurora



L'ossigeno emana luce verde sotto i 250 km d'altezza e luce rossa sopra, mentre l'azoto emette luce blu sotto i 100 km e viola sopra. *Foto di S. Vetter (1° premio 2013 TWAN Int. Earth & Sky Photo Contest).*

# I PIANETI



**Un paesaggio terrestre:** veduta delle *Cinque Torri* (Dolomiti) in una notte invernale. I due astri più luminosi sono i pianeti Venere e Giove, mentre a destra si vedono le costellazioni del Toro (un alto) e di Orione (in basso); si noti il colore aranciato delle loro stelle più luminose, Aldebaran e Betelgeuse. *Foto di Tamas Ládanyi.*

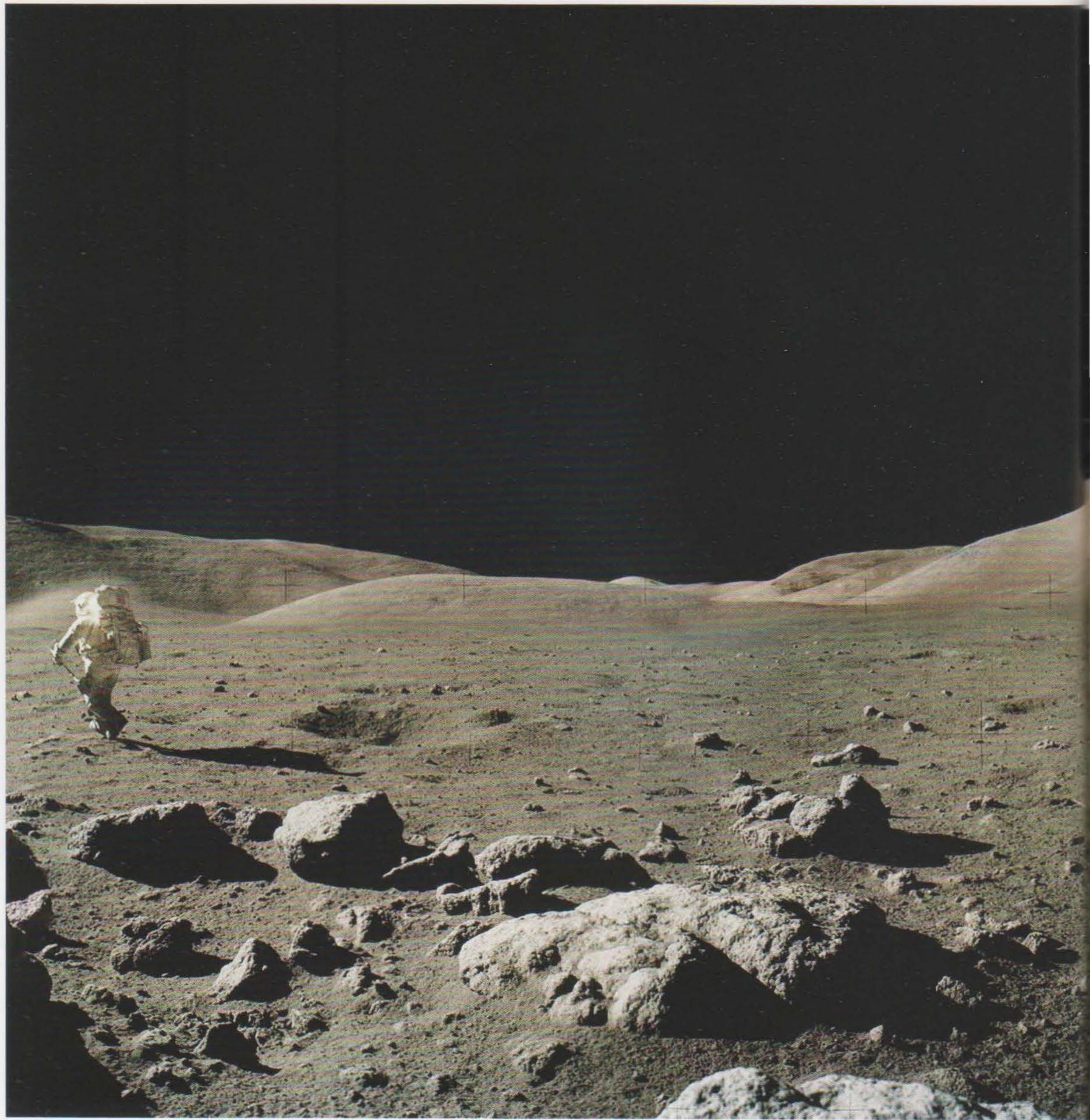
## Paesaggi planetari

I corpi celesti nel Sistema Solare sono ormai intesi come luoghi da esplorare con sonde ed escursioni sul posto, e non più come globi da scrutare in lontananza al telescopio. I misteriosi panorami alieni visibili dal terreno di altri mondi, sui quali l'umanità ha fantasticato per secoli, scorrono ora sugli schermi televisivi e dei computer collegati con le sonde al lavoro sui pianeti.

Nelle pagine seguenti presentiamo alcuni dei più affascinanti e insoliti paesaggi extraterrestri – ripresi al suolo oppure a volo radente – su pianeti, satelliti e asteroidi raggiunti dai veicoli spaziali. Questi sono autentici robot interplanetari dotati di intelligenza artificiale, che si comportano quasi come esploratori umani, effettuando le stesse riprese fotografiche che potrebbero compiere gli astronauti sul posto.

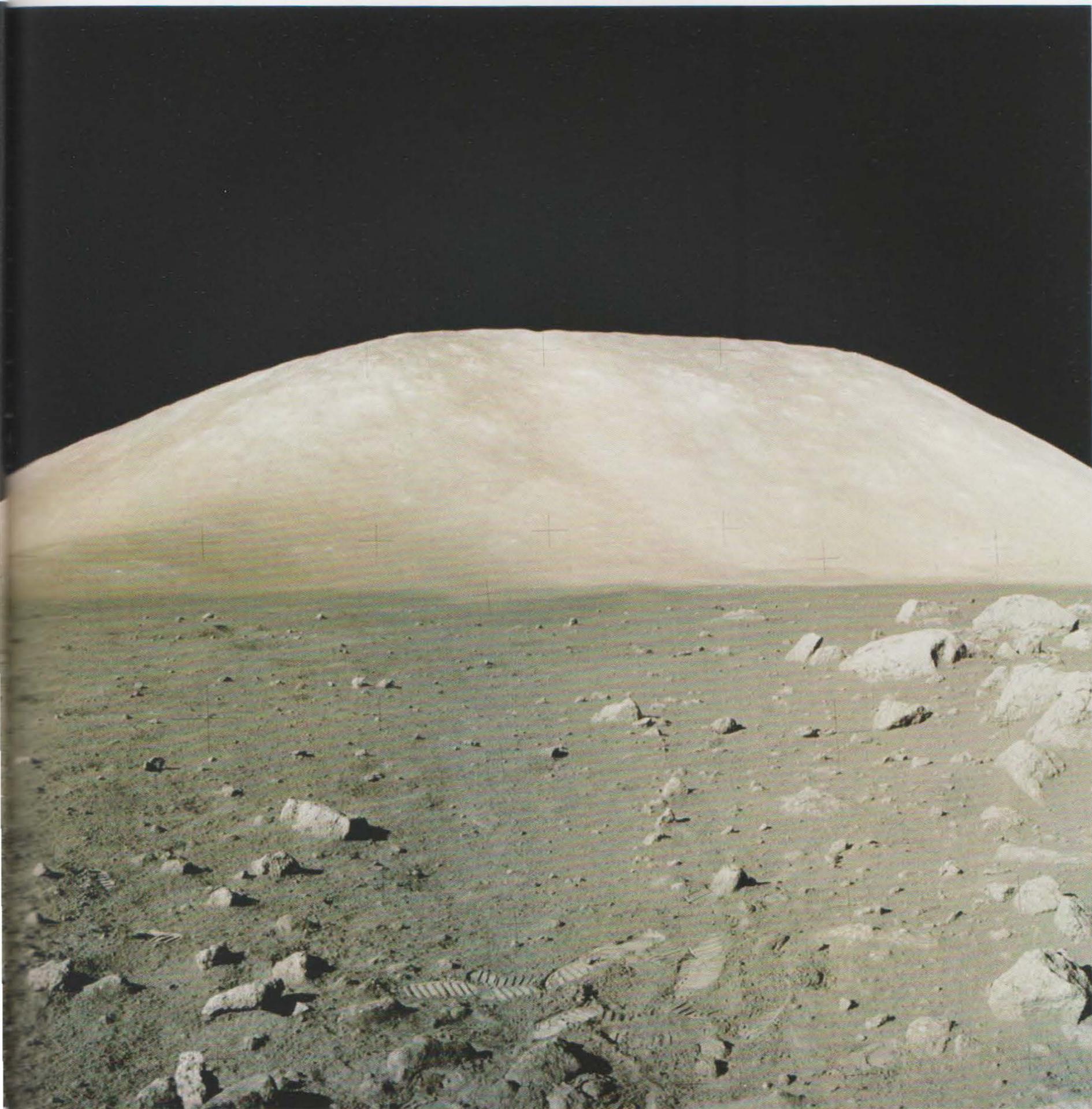
In questo modo è anche possibile farsi un'idea più estesa di quella che è la Natura, comprendendo tutte le innumerevoli modalità in cui essa si manifesta al di fuori della Terra. Comunque, forse a causa della nostra natura antropocentrica, per noi esseri umani la Terra resta di gran lunga il pianeta più bello, vario e ricco di fenomeni. Rispetto alla Terra infatti – per quanto siano molto diversi fra loro – gli altri mondi appaiono non soltanto invivibili, ma anche alquanto uniformi e ripetitivi.

## La Luna



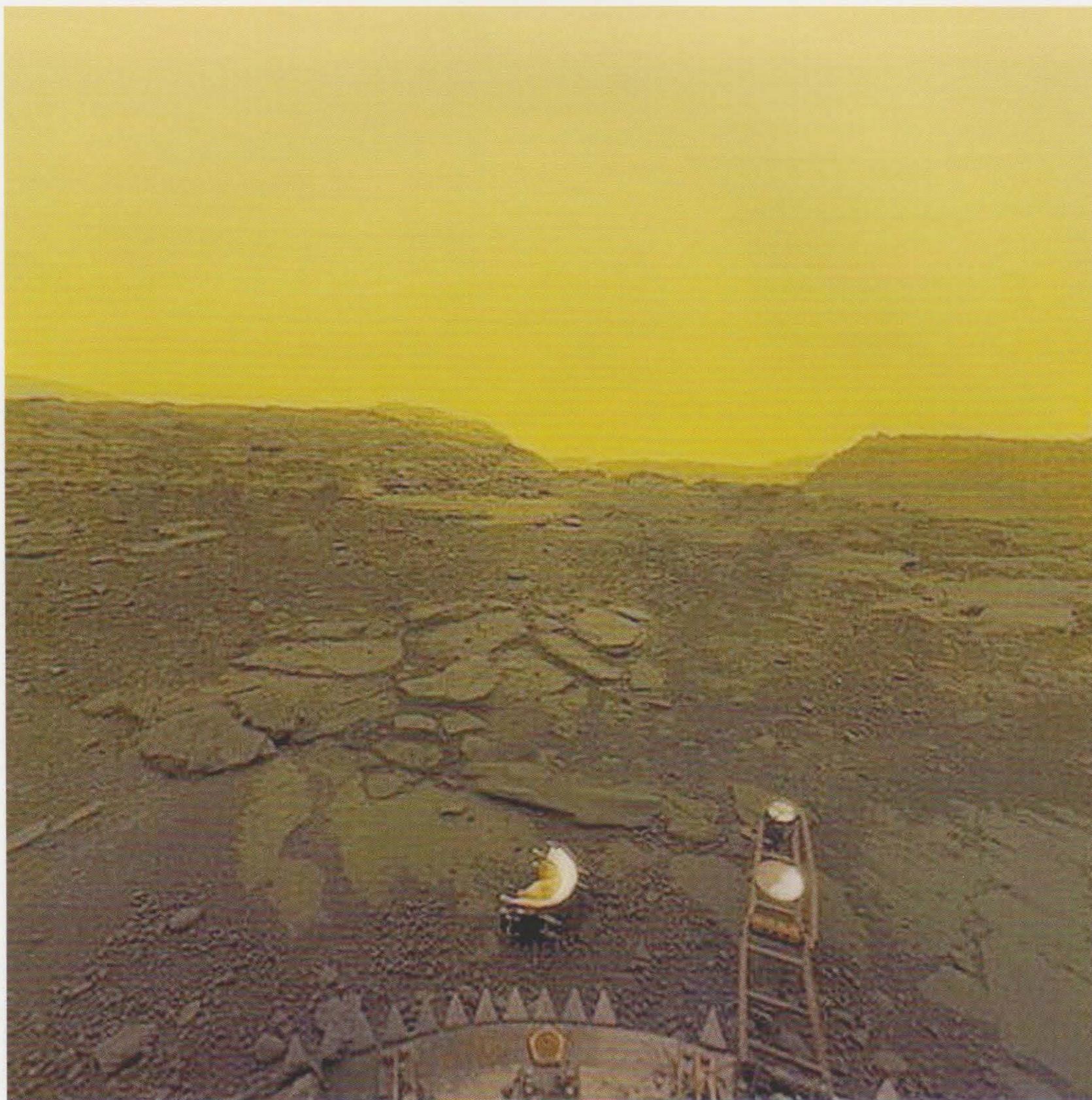
**Un paesaggio lunare.** In questa veduta poco nota, si vede a sinistra l'astronauta-geologo Schmitt, ripreso dal compagno Cernan il 12 dicembre 1972. La montagna a destra è denominata *Massiccio Sud*.

## *Apollo 17*



Il panorama si prolunga molto verso destra e, stampato alla stessa scala, avrebbe la larghezza di circa un metro. *Fotomosaico di David Harland, [www.flickr.com/photos/lunexit/8761101099](http://www.flickr.com/photos/lunexit/8761101099).*

## Venere svelata



**Panorama di Venere**, ripreso nel 1982 dalla sonda *Venera 13*. La discesa e la permanenza sulla superficie di Venere presentano difficoltà così enormi che, dopo gli atterraggi delle sonde sovietiche, l'impresa non è stata mai più tentata da alcuno. Le condizioni al suolo sono proibitive: temperatura oltre 460°C, pressione 62 atmosfere, nubi di acido solforico. Dal cielo filtra una luce giallastra, mentre in basso si vedono alcuni dettagli della sonda: la base dentellata, il coperchio della telecamera (al centro) e un braccio meccanico.

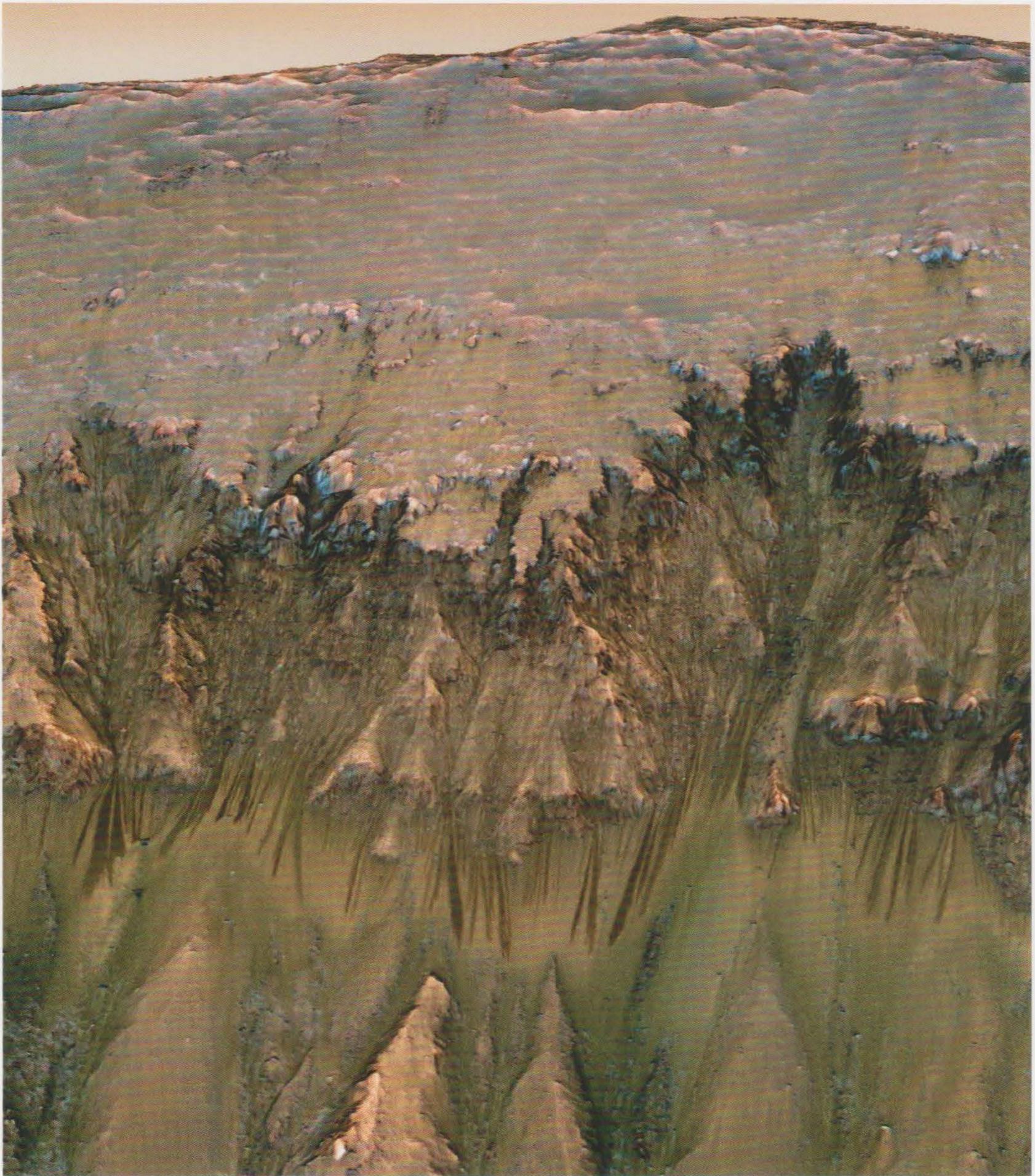
## *Venera 13*



Le singole foto scattate dalle sonde *Venera* sono state diffusamente pubblicate nei testi di astronomia, ma hanno un aspetto frammentario e poco intuitivo (proiezioni sferiche). In questa coppia di immagini vediamo invece un fotomosaico completo fronte-retro (proiezione prospettica), che fornisce un'eccellente impressione di come il paesaggio venusiano apparirebbe all'occhio umano. Si tratta dell'unica – sebbene poco conosciuta – ricostruzione panoramica, che svela il vero aspetto del suolo di Venere.

Rielaborazione di Don P. Mitchell, [mentallandscape.com/C\\_CatalogVenus.htm](http://mentallandscape.com/C_CatalogVenus.htm).

# Marte



**Acqua su Marte?** Dai costoni di questa scarpata marziana (scaldata dal sole) discendono colate di materiale fluido, presumibilmente acqua allo stato liquido. A causa delle bassissime temperature (in media  $-50^{\circ}\text{C}$ ), si pensa che l'acqua formi strati di ghiaccio nel sottosuolo.  
*Foto MRO (Mars Reconnaissance Orbiter).*

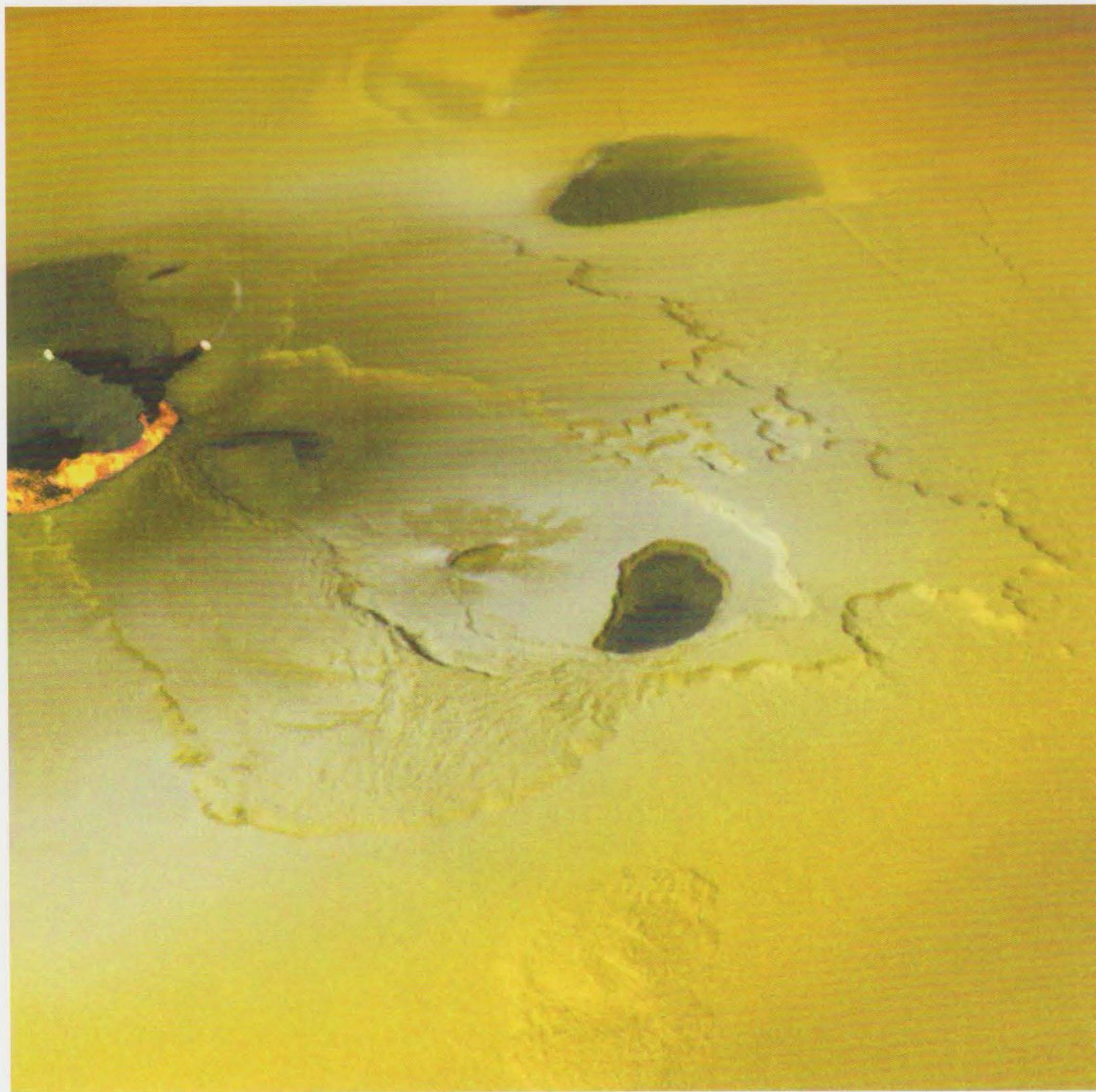
## *Curiosity*



**Interno del cratere Gale.** Marte è il pianeta meglio esplorato dalle sonde automatiche, che hanno viaggiato per anni fra pianure, crateri e montagne. *Opportunity* e *Curiosity* sono ancora in piena attività. Questa immagine fa parte di un ampio panorama (che si prolungherebbe per un metro fuori dalla pagina) ripreso nel 2013 da *Curiosity*.

[www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA17083](http://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA17083).

## Io



**Laghi di lava su Io**, satellite di Giove. L'intensa forza gravitazionale del pianeta deforma e surriscalda internamente questo piccolo satellite, alimentando una violenta e inarrestabile attività vulcanica, che conferisce un colore sulfureo alla superficie. Questa immagine composita (ottica-infrarossa) evidenzia uno squarcio di lava incandescente, che si estende per 50 km, nell'area vulcanica *Tvashtar*. La ripresa è stata effettuata nel 2000, durante un passaggio ravvicinato della sonda Galileo. *Foto NASA.*

## Titano

**Una spiaggia su Titano,** satellite di Saturno (con il suolo lunare alla stessa scala per confronto).

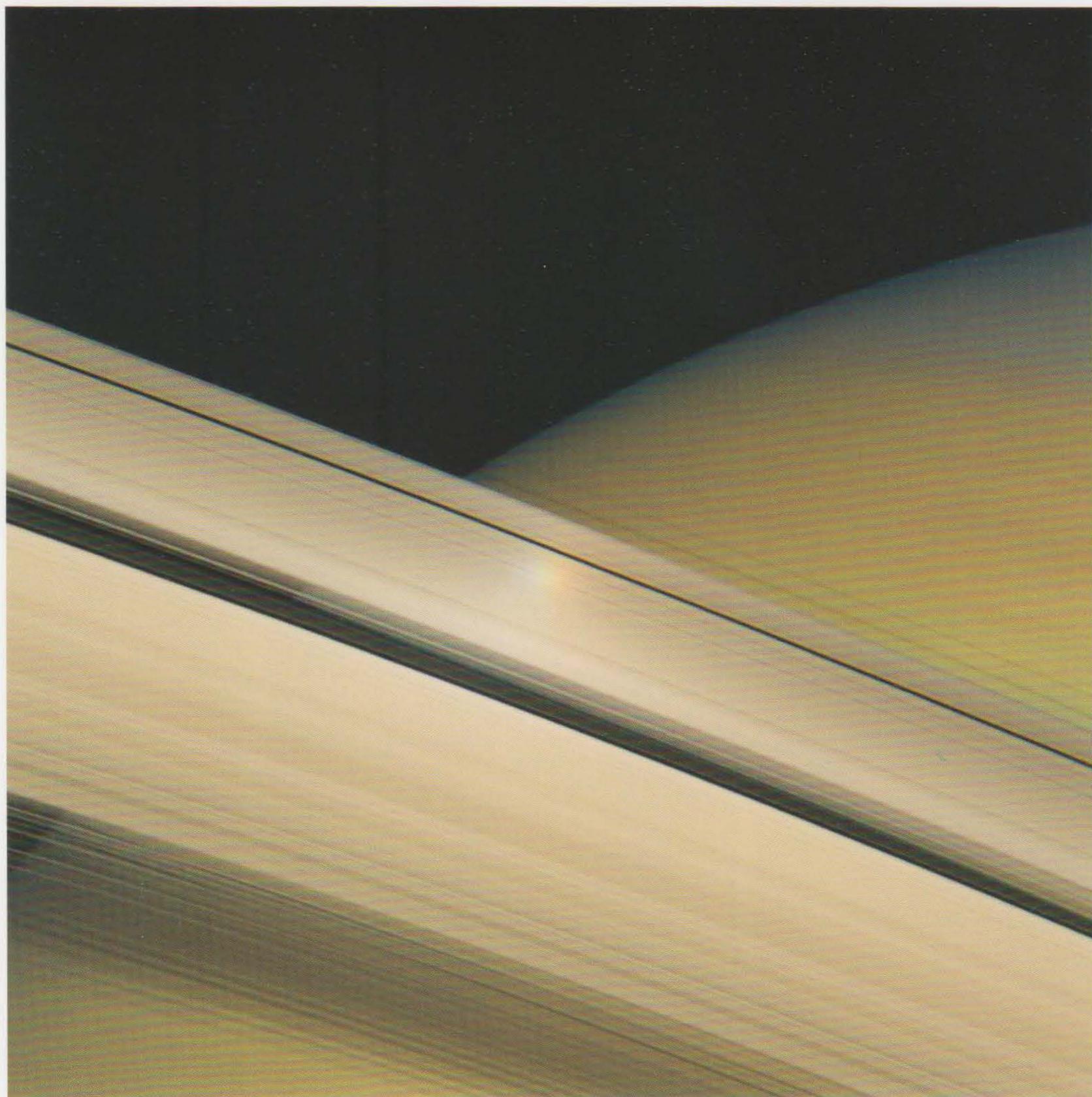
Si vedono i ciottoli, immersi nella fanghiglia, nei pressi di un lago di metano liquido. La temperatura è  $-180^{\circ}\text{C}$ , mentre il metano atmosferico colora il paesaggio con una tonalità rossastra.

Siamo nel luogo più lontano dalla Terra, su cui sia mai scesa una sonda, a oltre un miliardo di km dal nostro pianeta.

*Foto scattata nel 2005 dalla sonda europea Huygens.*

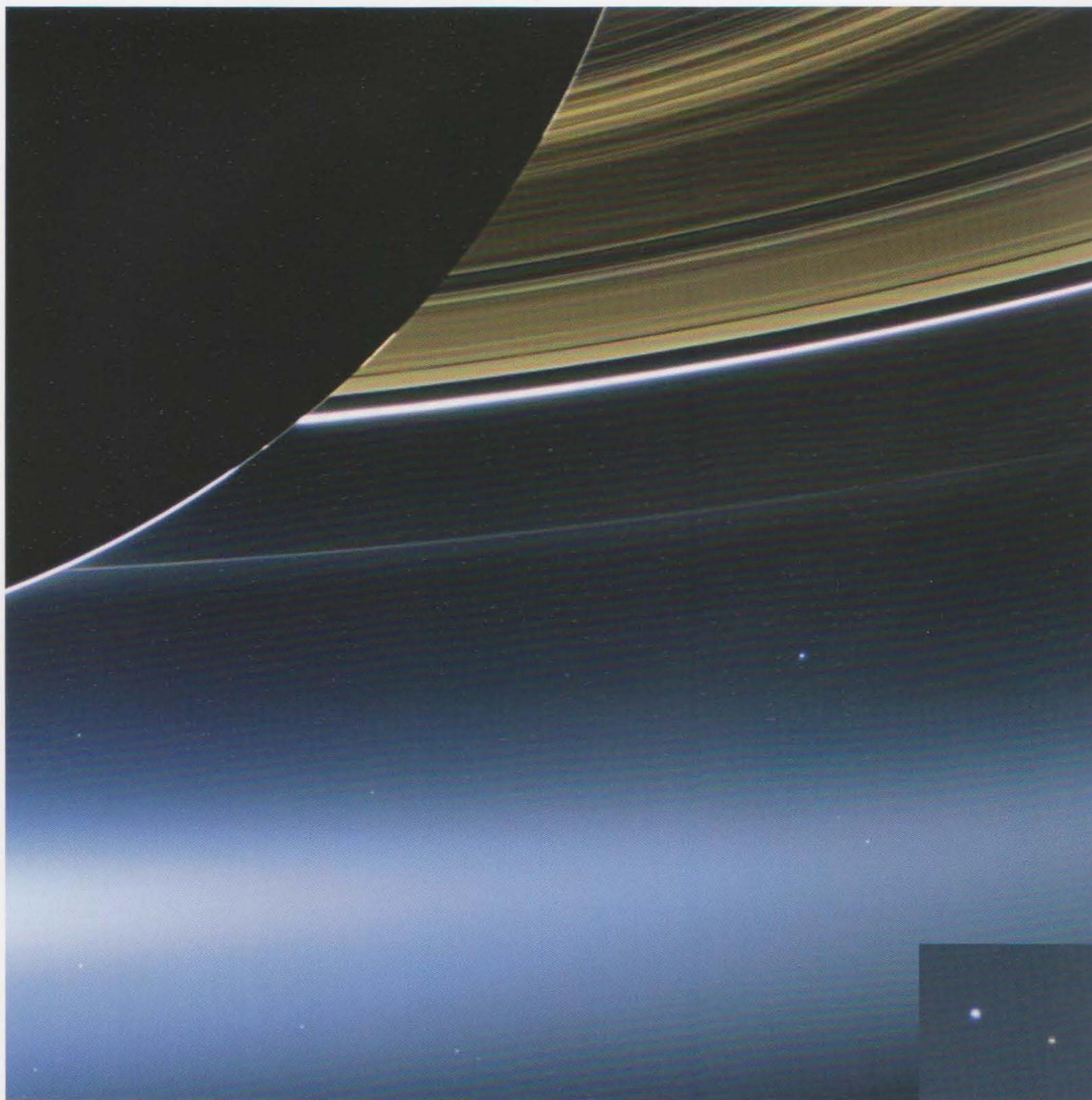


## Saturno...



**Iridescenza sugli anelli.** Le particelle di ghiaccio degli anelli, illuminate dal sole, generano un *parelio*. Si tratta di un fenomeno simile all'arcobaleno, che a volte si può osservare anche nelle nuvole terrestri.

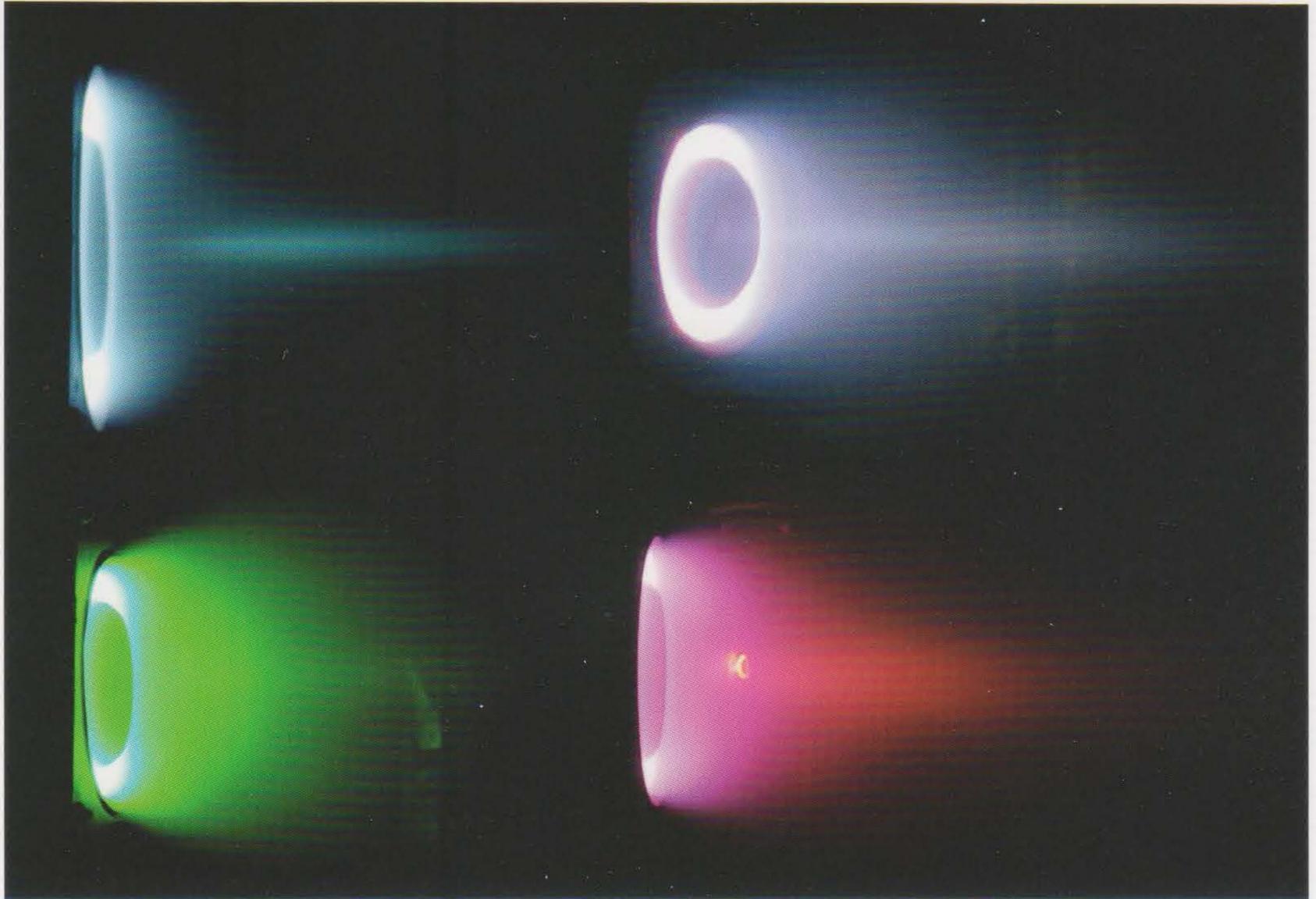
## ...e la Terra



*Sorridi a Saturno!* Il puntino azzurro è la Terra, fotografata da Saturno (nel riquadro ingrandito si vede anche la Luna). *Foto scattata dalla sonda Cassini.*

# ASTEROIDI E COMETE

## Motore a ioni



**La propulsione del futuro.** Per la navigazione interplanetaria, le sonde più avanzate sono spinte da *motori a ioni* che emettono un flusso di particelle cariche e, pur fornendo una piccola accelerazione, sono in grado di funzionare nello spazio per anni. Si supera così la limitazione dei veicoli spaziali tradizionali (con motori a combustione), che esauriscono la propria spinta nei primi minuti dopo il lancio e poi devono proseguire per inerzia, guidati solo dalla gravitazione dei pianeti. *Foto: Michigan Technological University.*

## Avventure asteroidali

Il Sistema Solare è ormai diventato una sorta di immenso “campo di gioco”, dove piccoli robot rimbalzano fra i corpi celesti, compiendo ardite carambole in una specie di biliardo gravitazionale. Alla fine, come dei boomerang, alcuni di questi fantascientifici “giocattoli” ritornano nelle mani di chi li ha lanciati, riportando a casa frammenti di mondi alieni.

Le prime missioni verso una cometa sono state quelle della sonda europea *Giotto* e della sovietica *Vega*, che nel 1986 hanno fotografato il nucleo della cometa di Halley. La prima missione con discesa su un asteroide è stata invece quella dell'americana *Near*, che ha raggiunto Eros nell'anno 2000.

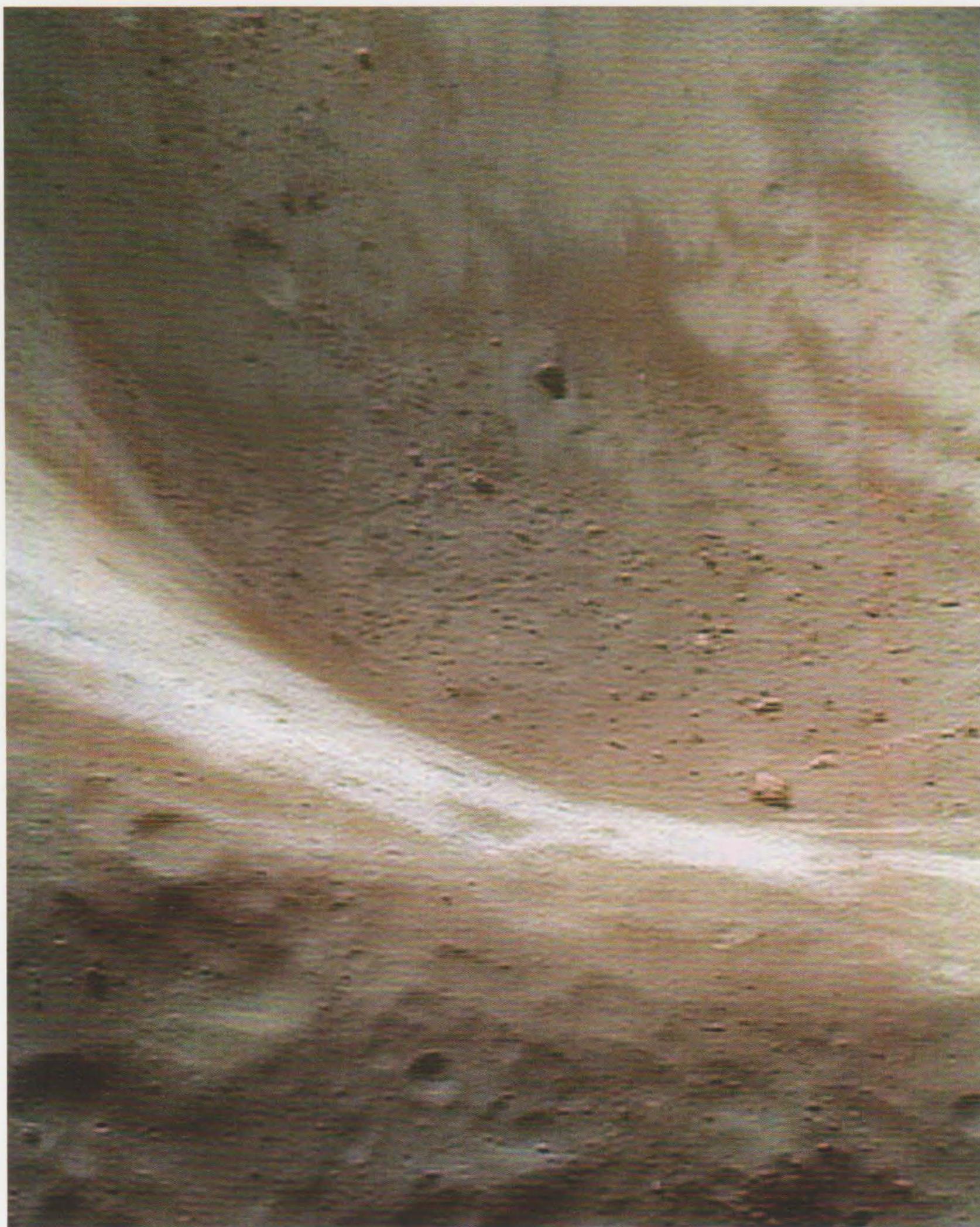
La sonda giapponese *Hayabusa* (Falco pellegrino) ha raggiunto il piccolo asteroide Itokawa nel 2005, toccando il suolo e prelevando alcuni minuscoli frammenti con un congegno a scatto. Nell'urto contro l'asteroide, però, si è perso il controllo della sonda che ha iniziato a rotolare nello spazio. Dopo mesi di sforzi, gli scienziati giapponesi sono infine riusciti a riprendere i comandi dirigendo la *Hayabusa* verso la Terra. Cinque anni più tardi, la sonda è ritornata sul nostro pianeta, rilasciando una capsula che è atterrata in Australia.

La missione americana *Deep impact* (Impatto profondo) – poi ribattezzata *EPOXI* – nel 2005 ha fatto schiantare un apposito modulo sul nucleo della cometa Tempel 1, provocando un'esplosione artificiale. Questa ha generato un aumento di luminosità della cometa, visibile anche dalla Terra. In seguito, la sonda *Stardust* (Polvere di stelle) ha sorvolato la Tempel 1 fotografando il nuovo cratere «fatto a mano». La stessa Stardust aveva in precedenza compiuto un lungo viaggio interplanetario, sorvolando la cometa Wild 2 e inviando sulla Terra alcune particelle di pulviscolo della chioma, racchiuse in una capsula.

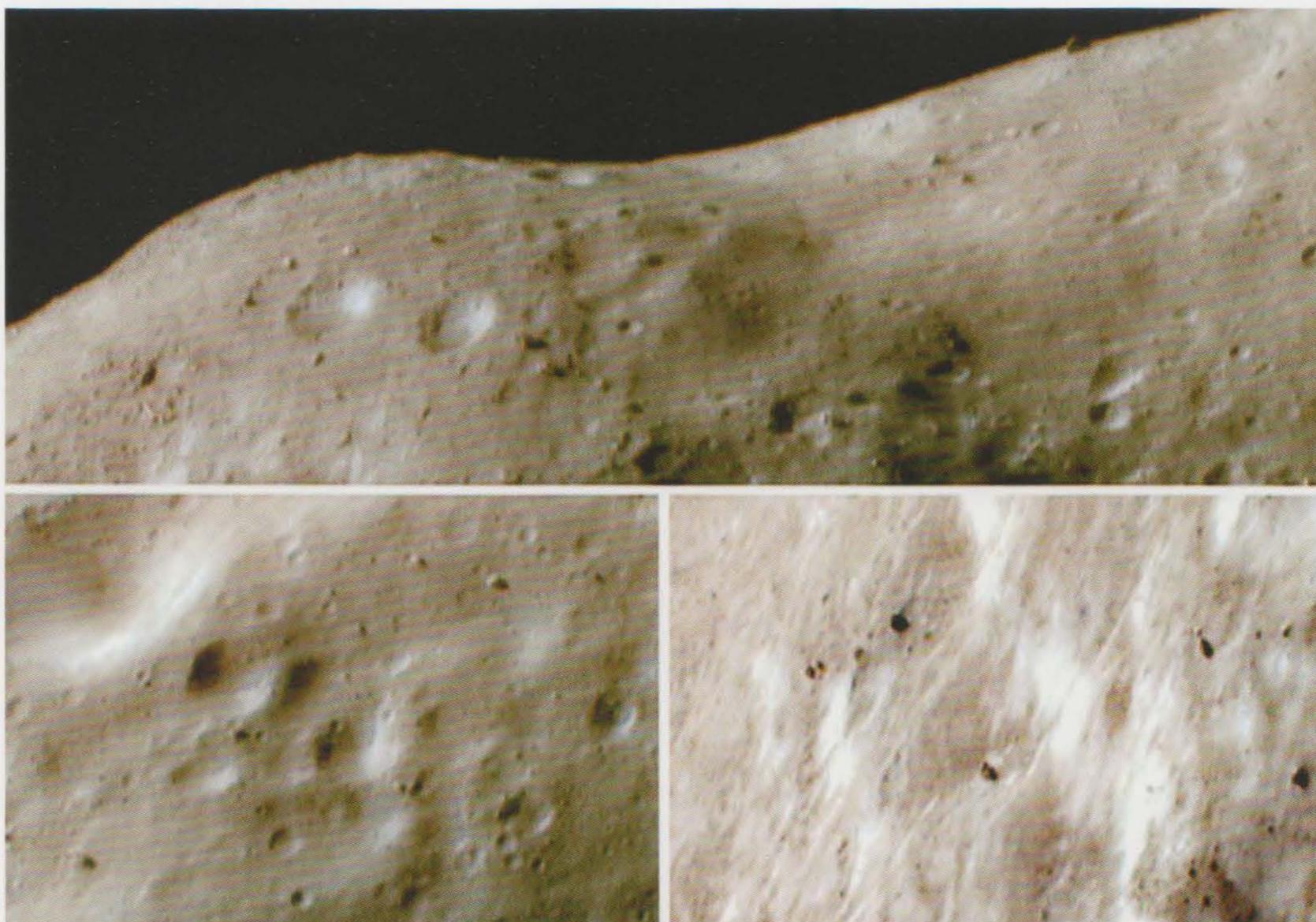
La missione della sonda *Dawn* è in pieno svolgimento. Dopo aver raggiunto nel 2011 l'asteroide Vesta, che è il terzo corpo in ordine di grandezza nella fascia degli asteroidi (dopo Cerere e Pallade), la sonda dovrà toccare il pianetino Cerere nel 2015. Un'altra missione in corso è *Rosetta*, diretta verso la cometa C-W (più precisamente detta 67P/*Churyumov-Gerasimenko*), sulla quale la sonda dovrà addirittura posarsi.

Le più moderne sonde americane e giapponesi per l'esplorazione di comete e asteroidi sono equipaggiate con motori a ioni, che consentono maggiore libertà nelle traiettorie di viaggio entro il Sistema solare. Infatti il motore a ioni è un propulsore rivoluzionario, che può funzionare continuamente per anni.

# Eros



## *Near*



**Un asteroide pericoloso.** Il primo contatto con un asteroide risale all'anno 2000, quando la sonda americana *Near*, dopo numerose orbite attorno all'asteroide Eros, alla fine si è posata dolcemente su questo corpo celeste, lungo circa 30 km. La superficie è costituita di *regolite*, e il colore scuro è prodotto dalla lunga esposizione agli agenti meteorologici interplanetari, come il vento solare, le micro meteoriti e i raggi cosmici. Le zone più chiare espongono il materiale sottostante.

Eros è un asteroide che minaccia la Terra, poiché percorre un'orbita attorno al Sole che comporta un alto rischio di collisione col nostro pianeta nei prossimi milioni di anni. Un impatto con la Terra produrrebbe una catastrofe planetaria, paragonabile a quella che causò l'estinzione dei dinosauri.

## Comete

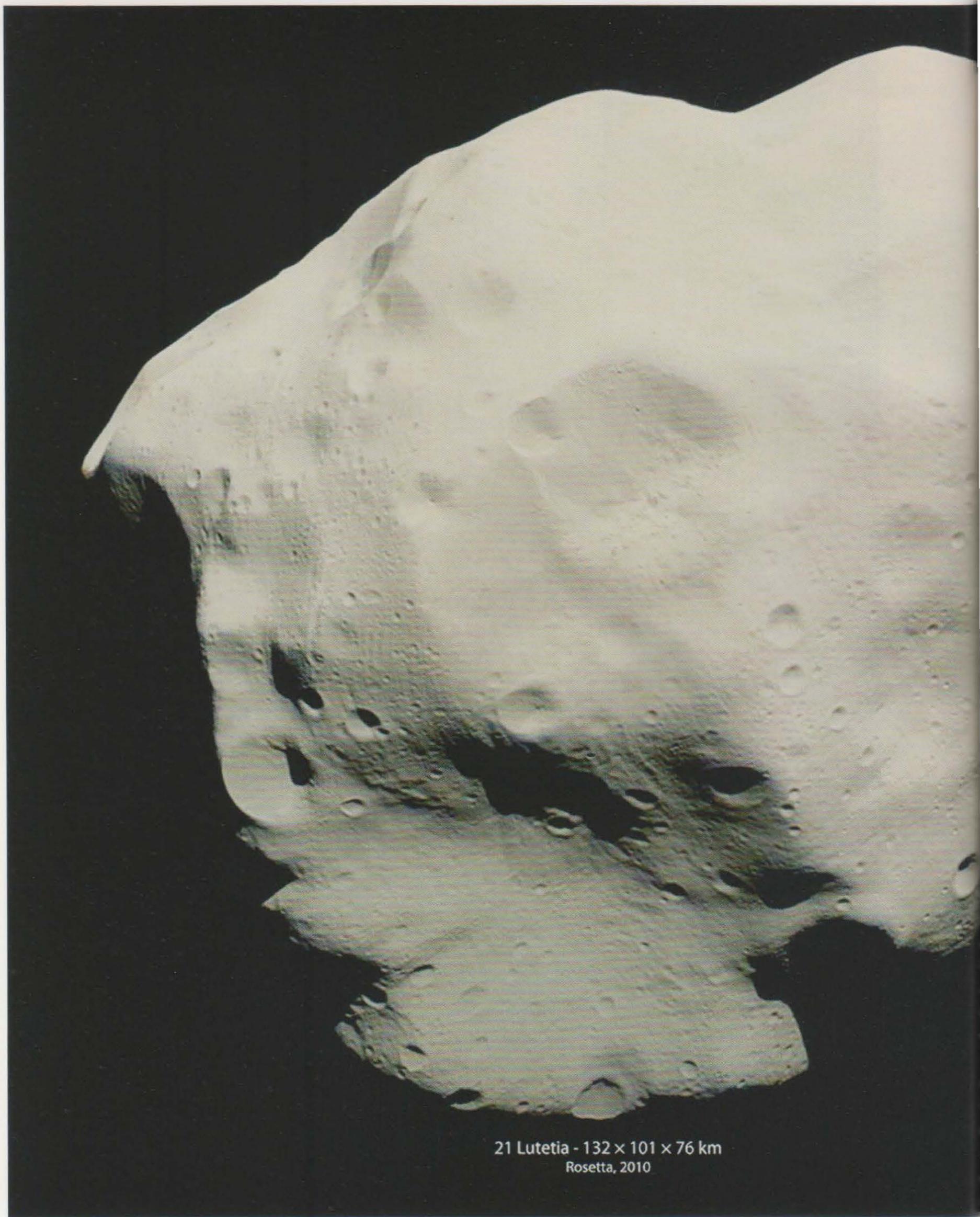


**Sopra: il nucleo della cometa Hartley 2.** Da fessure e avvallamenti fuoriescono i getti, che andranno poi a formare la chioma e la coda. Si tratta di materia ghiacciata sotto la crosta che, per effetto del riscaldamento solare, si trasforma dallo stato solido a quello gassoso (sublimazione). Le comete spesso provengono da regioni remote del sistema solare, e si ritiene che siano costituite da materiale primordiale. *Foto della sonda americana EPOXI.*

**A destra: la cometa Hale-Bopp,** una delle più belle del secolo scorso. Era gigantesca, e se fosse passata un po' più vicina alla Terra (al pari di altre comete), sarebbe stata visibile in pieno giorno e avrebbe rischiarato le notti come la luna piena, dispiegandosi enorme sulla volta celeste.

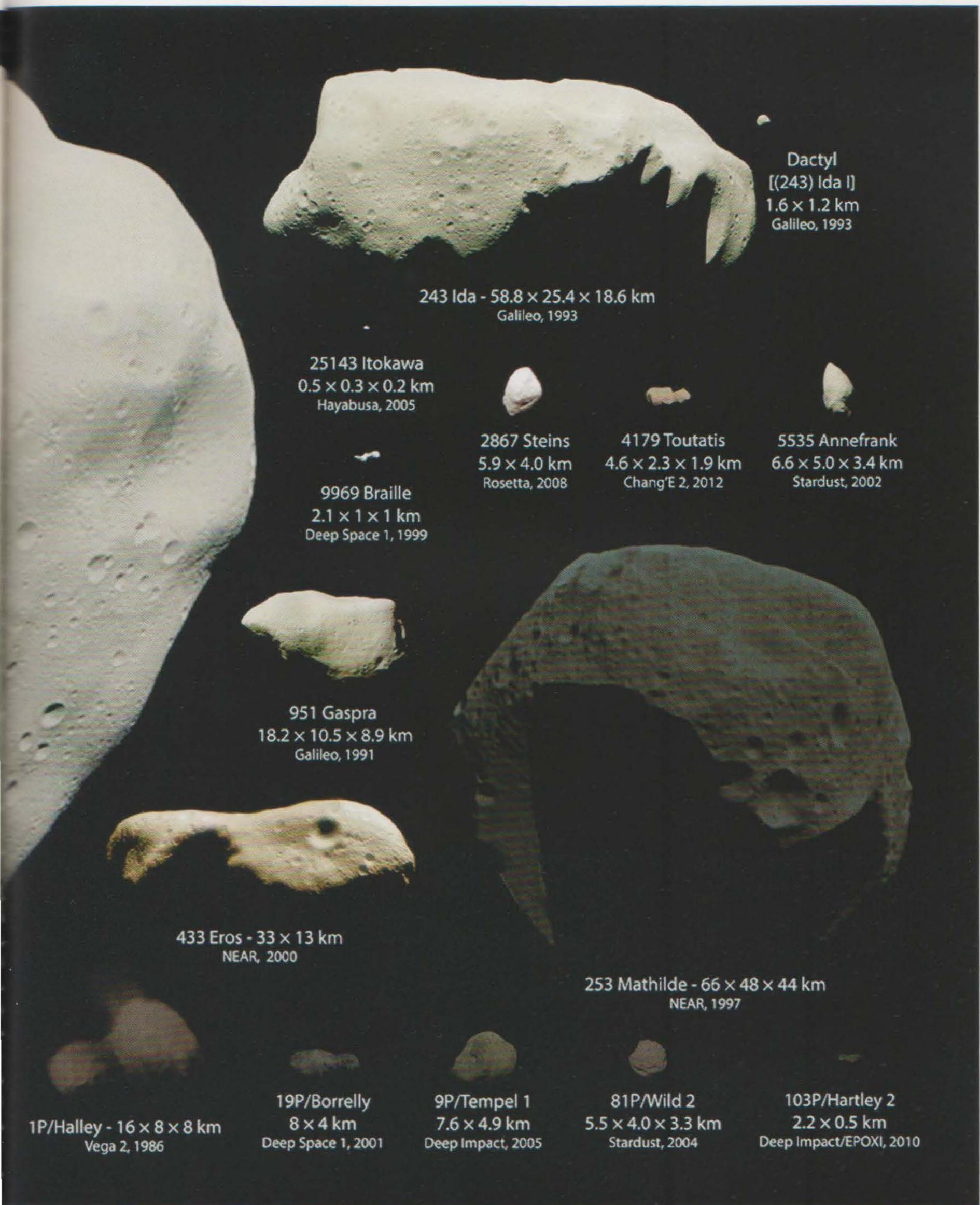
Le comete generalmente possiedono due code: una è costituita di gas ionizzato (plasma) che emette luce azzurrina, mentre l'altra è formata di pulviscolo e riflette la luce solare che ha colore giallastro. La coda di plasma è piuttosto rettilinea, poiché deve seguire le linee del campo magnetico interplanetario. La coda di polveri è invece incurvata – quasi come il fumo di un treno – perché resta indietro rispetto al movimento, mentre il vento solare la spinge “verso l'alto” (ovvero lontano dal Sole). *Foto: M.Jäger.*





21 Lutetia - 132 × 101 × 76 km  
Rosetta, 2010

**Asteroidi e nuclei cometari** in questa tavola sono messi a confronto, con le loro relative dimensioni.



I colori e luminosità sono quelli osservati dalle sonde. *Tavola realizzata dalla Planetary Society.*

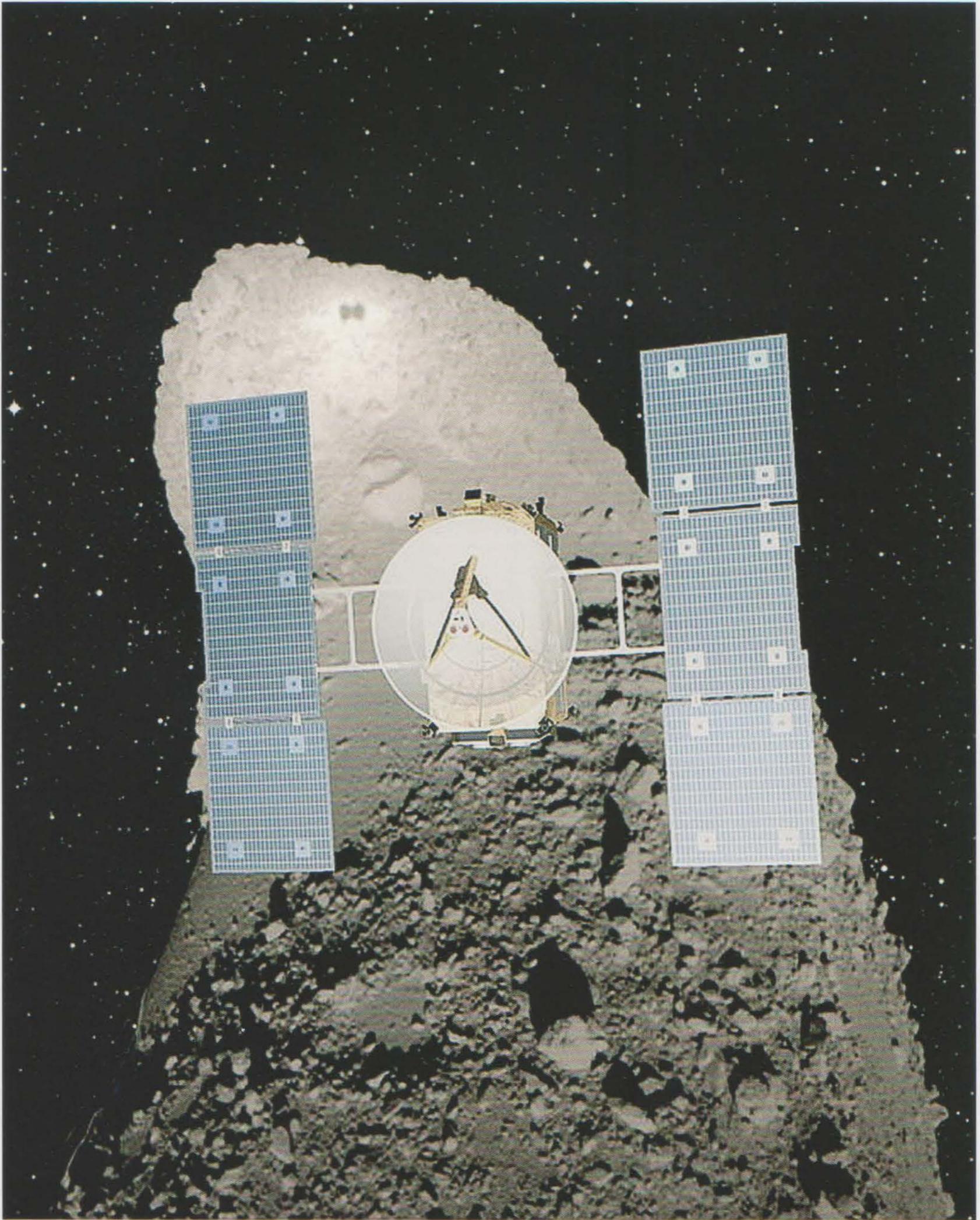
## Una cometa “suicida”



**La cometa ISON** (*International Space Optics Network*) è stata visibile a occhio nudo per breve tempo nel novembre 2013, durante il suo percorso di avvicinamento al Sole. Tuttavia questa cometa non è sopravvissuta al perielio, quando si è avvicinata alla distanza di appena 1 diametro solare, dissolvendosi alla temperatura di migliaia di gradi. *Foto: Damian Peach.*

**A destra: l'asteroide Itokawa.** Sulla punta dell'asteroide, la sonda giapponese *Hyabusha* ha fotografato la propria ombra (macchiolina scura), ma ovviamente non ha potuto ritrarre sé stessa, per cui è qui riprodotta con un fotomontaggio. *Foto JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency).*

# Itokawa

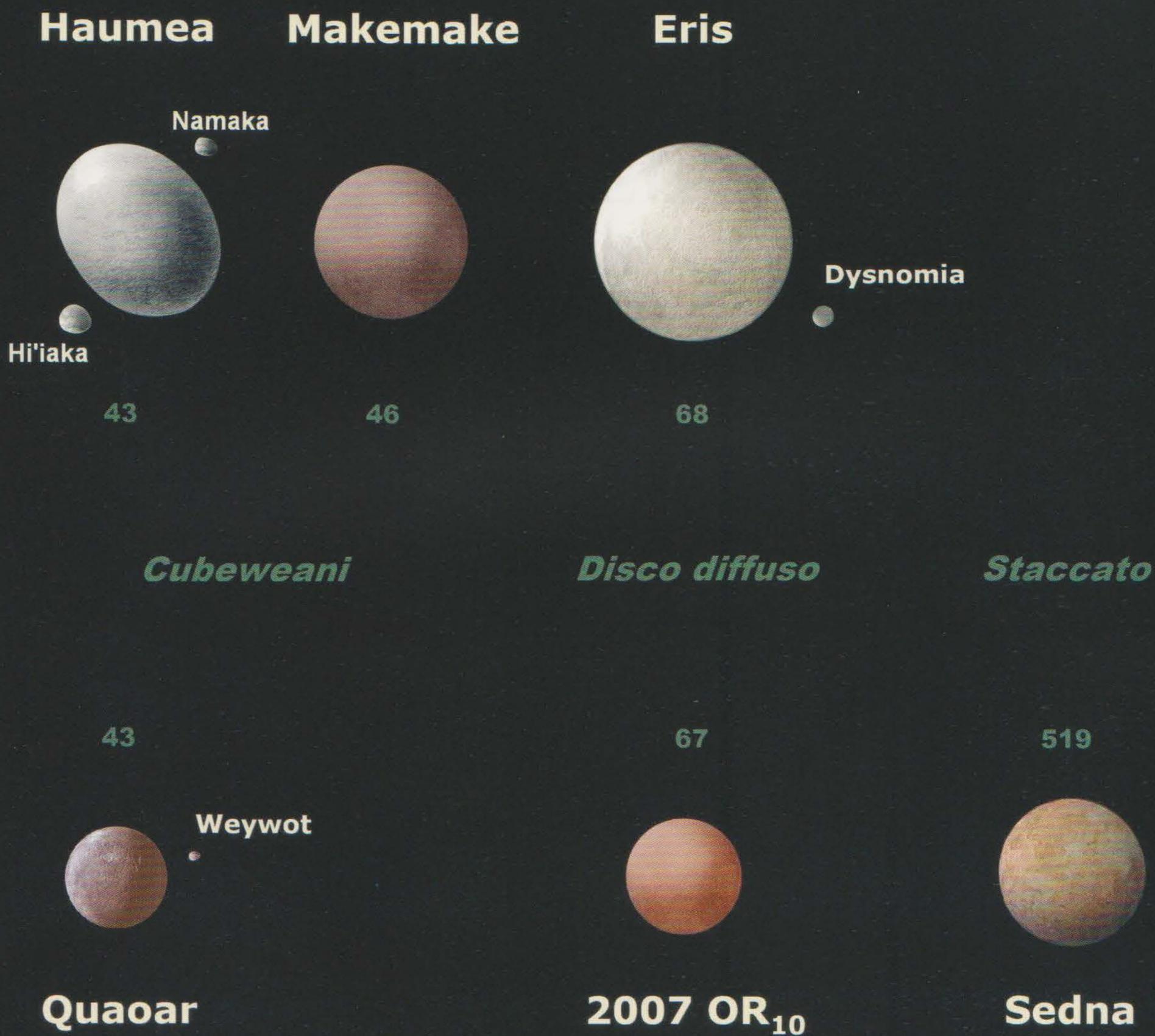


# Pianetini e Asteroidi



Fascia superiore – I Pianetini sono 5 (definiti dall'Unione Astronomica Internazionale), tra cui Plutone.

# Pianetini e Asteroidi



Fascia inferiore – I maggiori *Asteroidi* (dimensioni in scala, colori veri). *Tavola dell'Autore.*

Il miracolo della telecamera.

## LE STELLE

Il cielo è un teatro immenso, dove ogni notte si recita una commedia di luce e di calore. Le stelle sono i protagonisti di questo spettacolo, ciascuna con il suo ruolo e il suo tempo di apparizione. Alcune brillano costantemente, altre solo per brevi momenti, ma tutte contribuiscono a creare un'armonia che ci affascina e ci stupisce. È un mondo misterioso, dove la scienza si unisce all'arte, e dove ogni osservazione ci porta più vicino a comprendere i segreti dell'universo.



**Ritratti stellari.** Le stelle ingrandite 4 milioni di volte dagli interferometri (*Chara, Iota, Eso*), tutte insieme per la prima volta in questa figura. Per vedere queste stelle come appaiono realmente nel cielo, si dovrebbe porre la pagina a 1000 km di distanza. *Illustrazione inedita, realizzata dall'Autore* (già immagine di copertina [www.facebook.com/steno.ferluga](http://www.facebook.com/steno.ferluga)).

## Il miracolo dell'interferometria

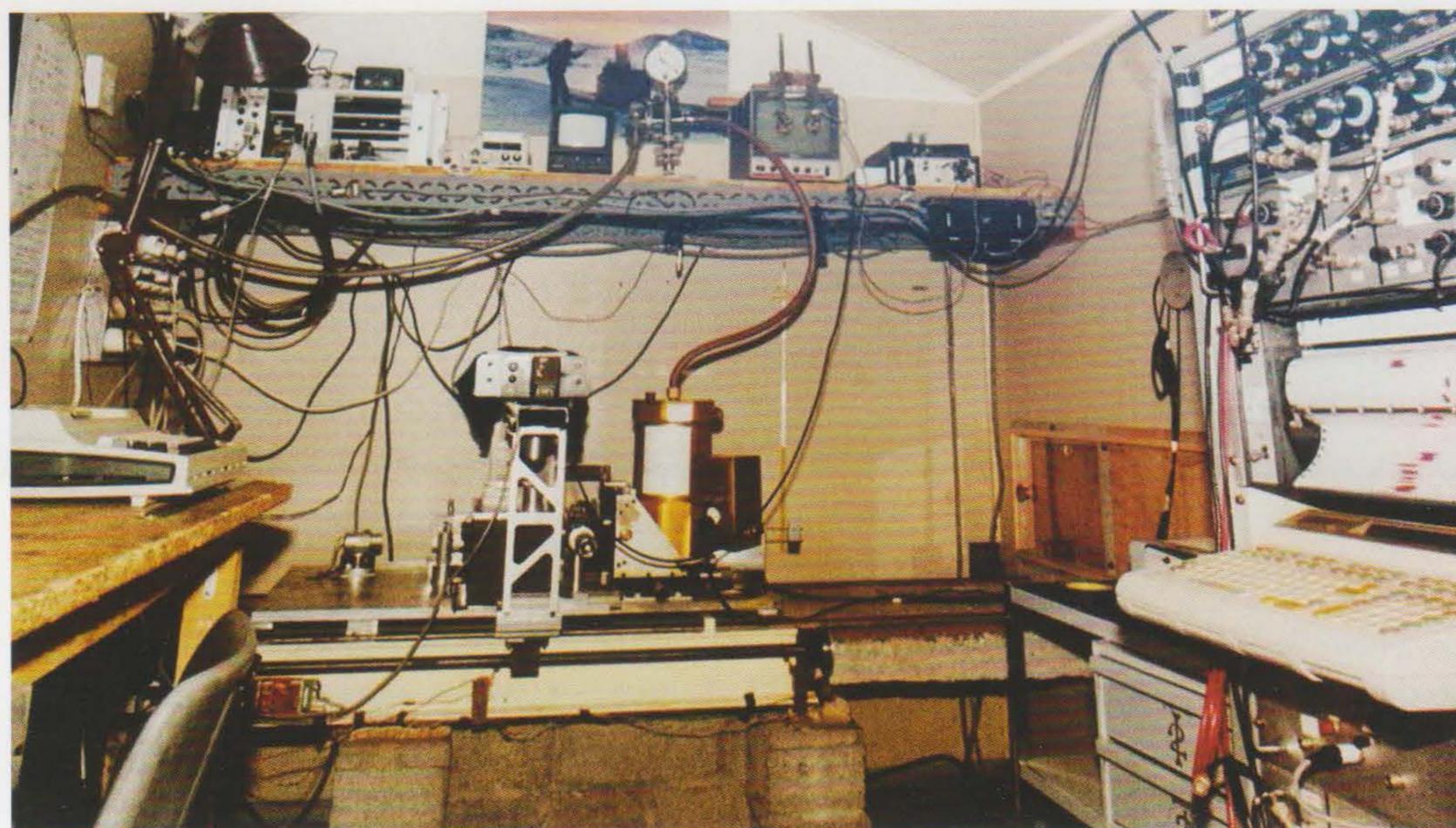
Gli interferometri ottici impiegano un insieme di telescopi multipli o mobili, su distanze di decine o centinaia di metri, riuscendo così a superare il limite storico dei telescopi singoli per i quali le stelle, a causa dell'enorme distanza, appaiono sempre puntiformi.

Ad esempio, l'interferometro del *CHARA* (*Centro per l'Astrofisica ad Alta Risoluzione Angolare*) è un allineamento di 6 telescopi, distanti fino a 350 metri, collocati nel famoso sito astronomico del Monte Wilson in California. Un altro moderno interferometro ottico è quello dell'ESO (*European Southern Observatory*) sulle Ande in Cile, che utilizza un gruppo di telescopi mobili su rotaie. Uno dei primi interferometri funzionanti, chiamato I2T (*Interferometro a 2 Telescopi*), fu utilizzato trent'anni fa dall'Autore nell'Osservatorio *CERGA* presso Nizza.

Con questo tipo di strumenti, si combinano i fasci ottici (o meglio le onde luminose) provenienti da un insieme di telescopi distanti anche centinaia di metri, puntati sulla stessa stella, utilizzando un sistema di specchi ad altissima precisione. È possibile ottenere così la stessa nitidezza dei dettagli (in pratica lo stesso ingrandimento), che si avrebbe utilizzando un fantascientifico telescopio gigante, grande centinaia di metri: un vero miracolo dell'ottica ondulatoria!

Grazie agli interferometri, è stato possibile distinguere per la prima volta le caratteristiche superficiali dei dischi stellari – il *volto delle stelle* appunto – nonché a separare le componenti delle stelle binarie a contatto, che nei normali telescopi apparivano sempre confuse in un puntino. Le prossime pagine svelano l'aspetto che le stelle avrebbero per chi le guardasse da vicino, proprio come noi vediamo ogni giorno da vicino il Sole, che è la nostra stella. Il Sole ha l'aspetto di un disco perfettamente circolare, di colore bianco-giallo splendente, ma vedremo che non tutte le stelle sono fatte così.

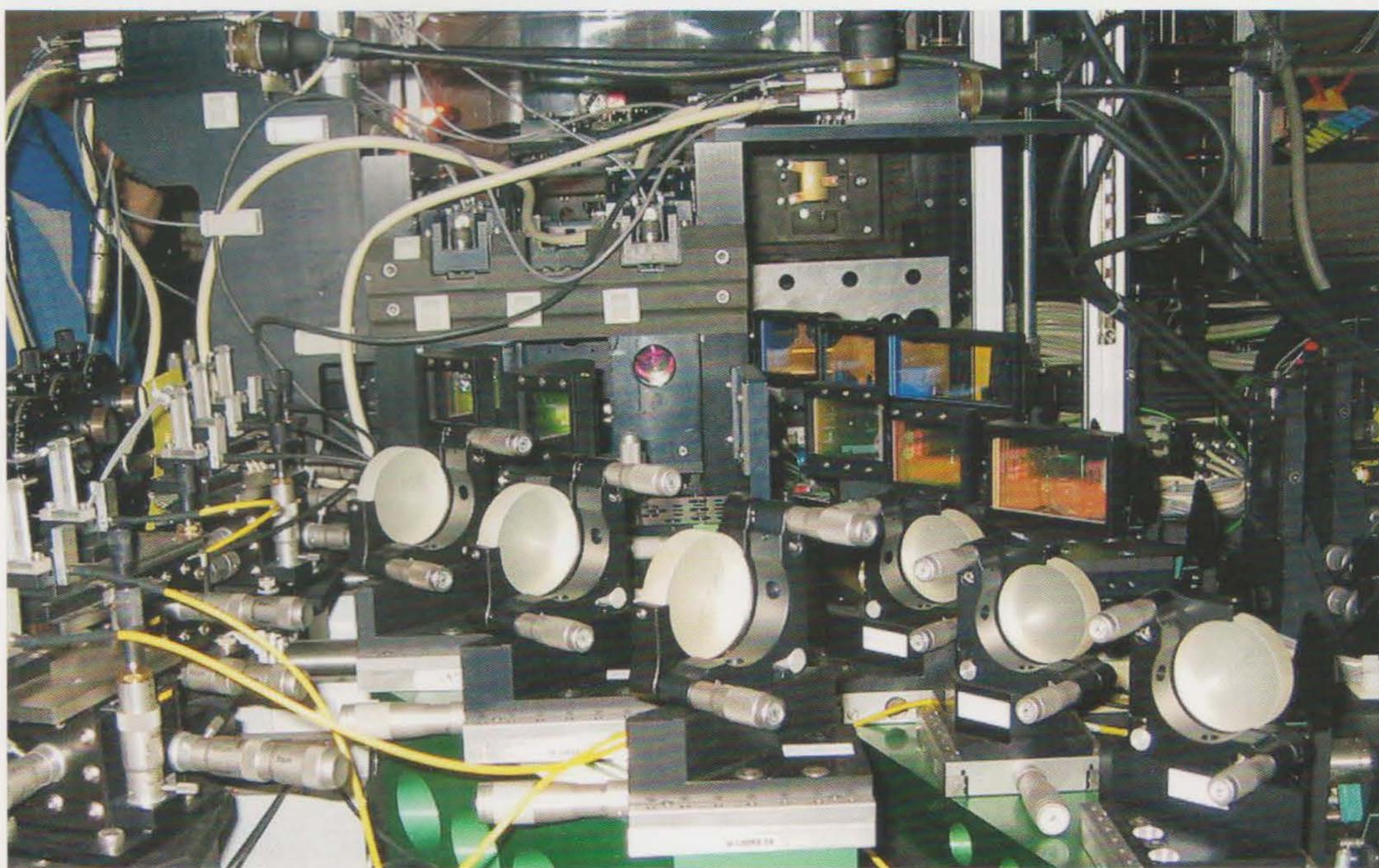
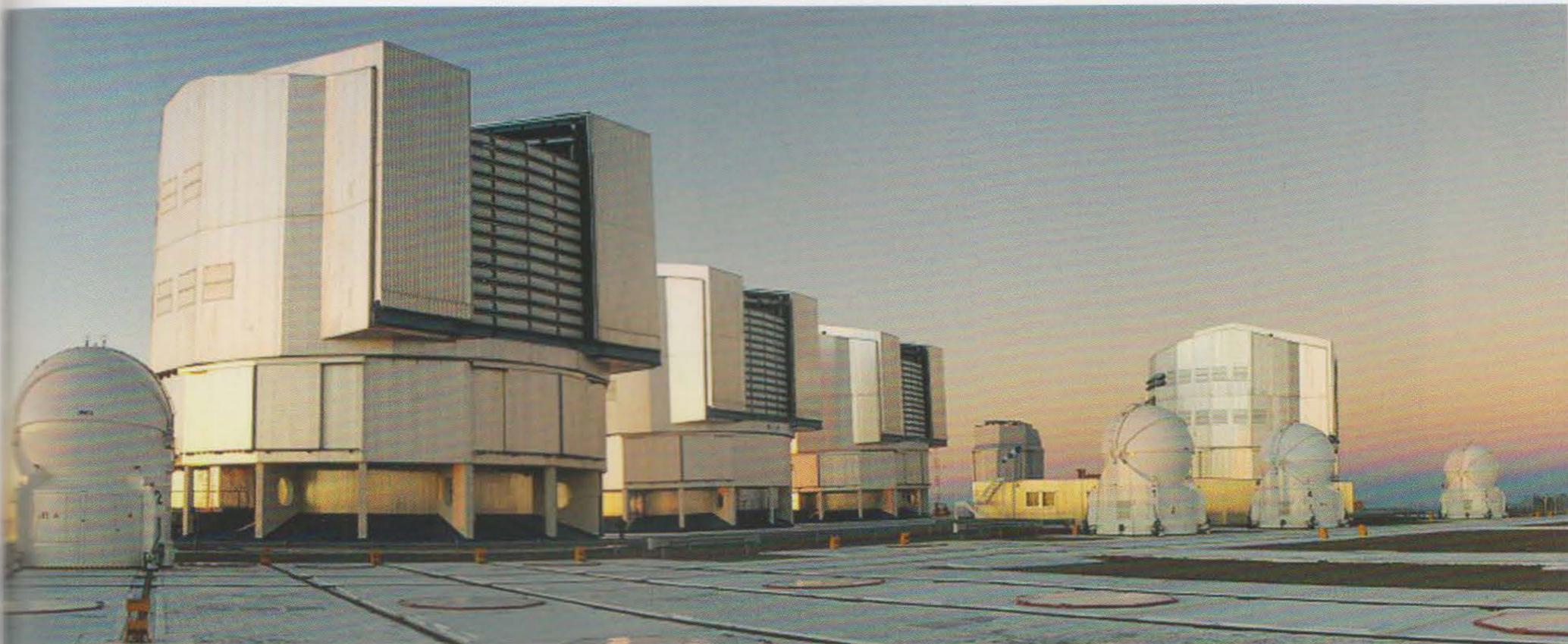
## I2T



**Il pionieristico interferometro I2T** – *Sopra*: il container al centro è il laboratorio, in cui convergono i fasci ottici dei 2 telescopi (spostabili a mano sul muretto), che si vedono ai lati opposti dell'immagine. La fotografia è stata scattata nel 1984, al chiarore della luna, durante le osservazioni notturne. *Foto dell'Autore.*

– *Sotto*: interno del laboratorio, dove al centro si trova la tavola interferometrica.

# ESO

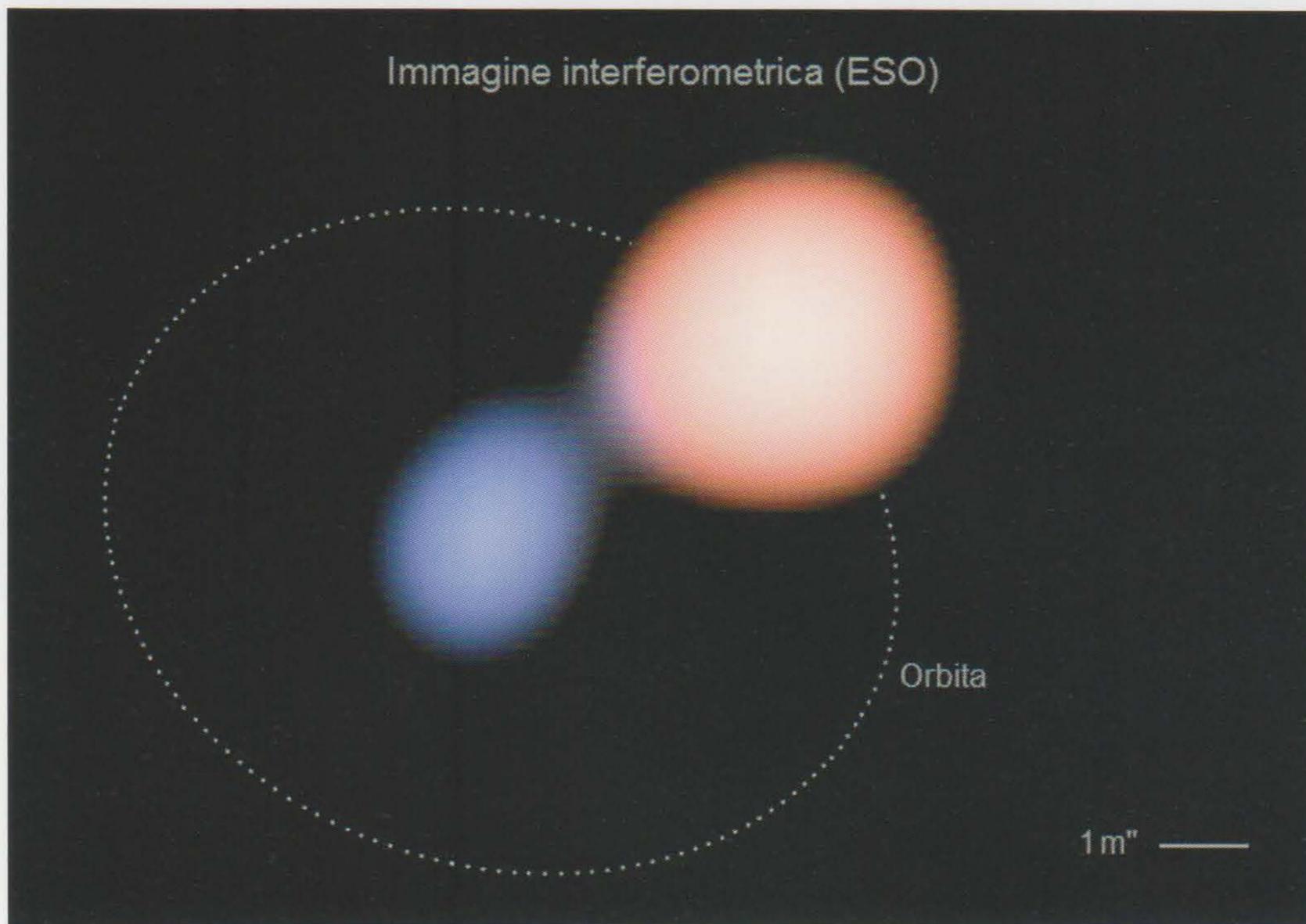


**Il moderno interferometro dell'ESO** – *Sopra:* i telescopi dell'interferometro sono contenuti entro le 4 cupole sferiche più piccole e possono muoversi su rotaie.

– *Sotto:* particolare delle ottiche interferometriche, collocate in galleria sotto i telescopi.

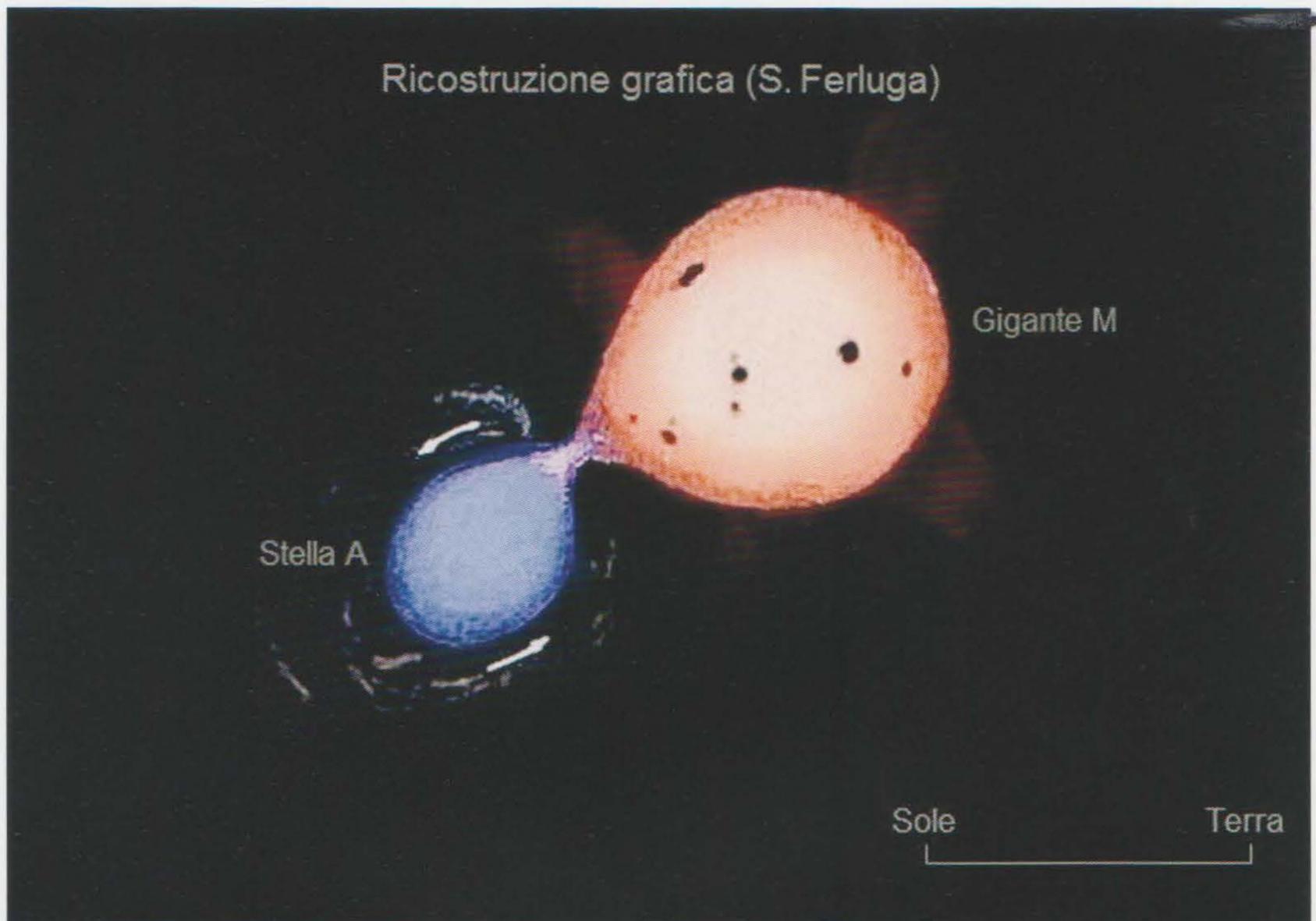
*Foto ESO.*

## SS Leporis



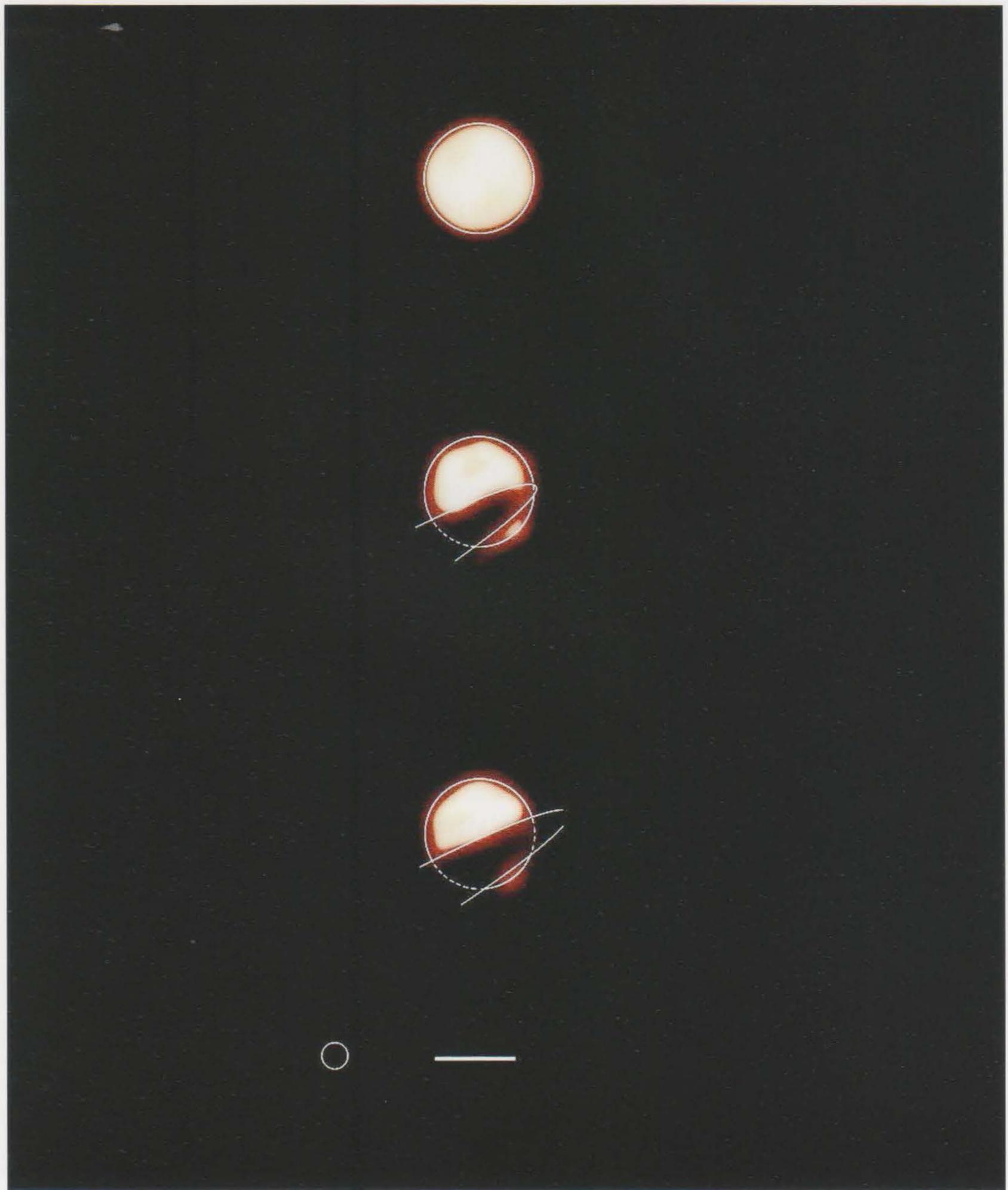
**Immagine interferometrica di SS Leporis**, che conferma un secolo di Astrofisica stellare. La stella doppia SS Leporis, come tutte stelle, al telescopio appare puntiforme per la distanza. Invece l'interferometro rivela le 2 componenti e il flusso di gas che le collega. I colori (aggiunti successivamente) corrispondono alle temperature delle due stelle.

## SS Leporis



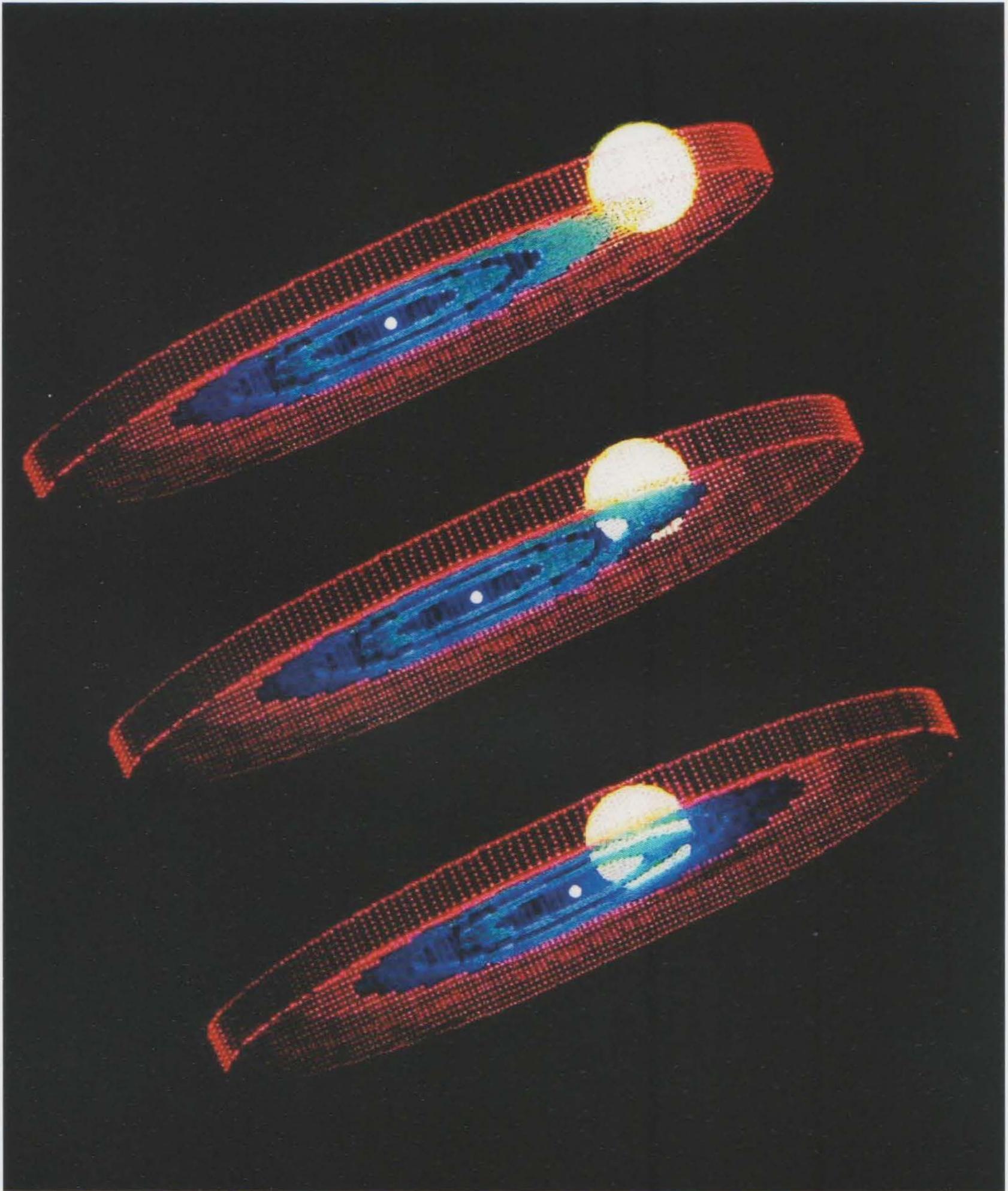
**Ricostruzione grafica realizzata dall'Autore**, che mostra come potrebbe apparire SS Leporis (stella binaria di tipo Algol), osservandola da vicino. Le due componenti a contatto sono deformate dalla gravità e dalla rotazione (animazione su [www.ferluga.net/cosmo/ss-lep.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/ss-lep.htm)).

## Epsilon Aurigae - *interferometria*

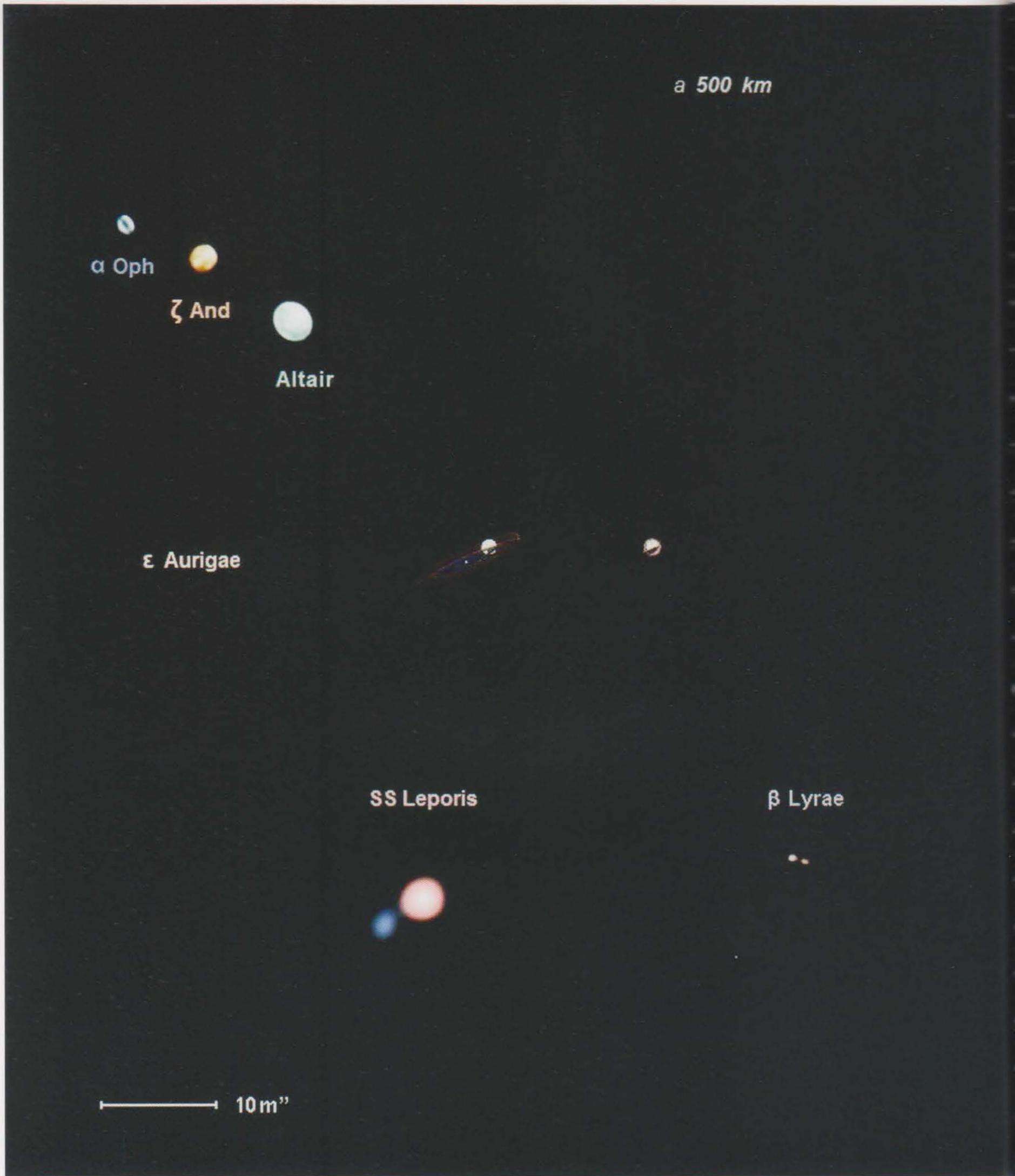


**Le osservazioni.** La misteriosa eclisse di questa stella è stata recentemente risolta dall'interferometro *CHARA*, il quale nel 2009 ha fotografato il passaggio di un disco oscuro obliquo, che occulta in parte la superficie stellare.

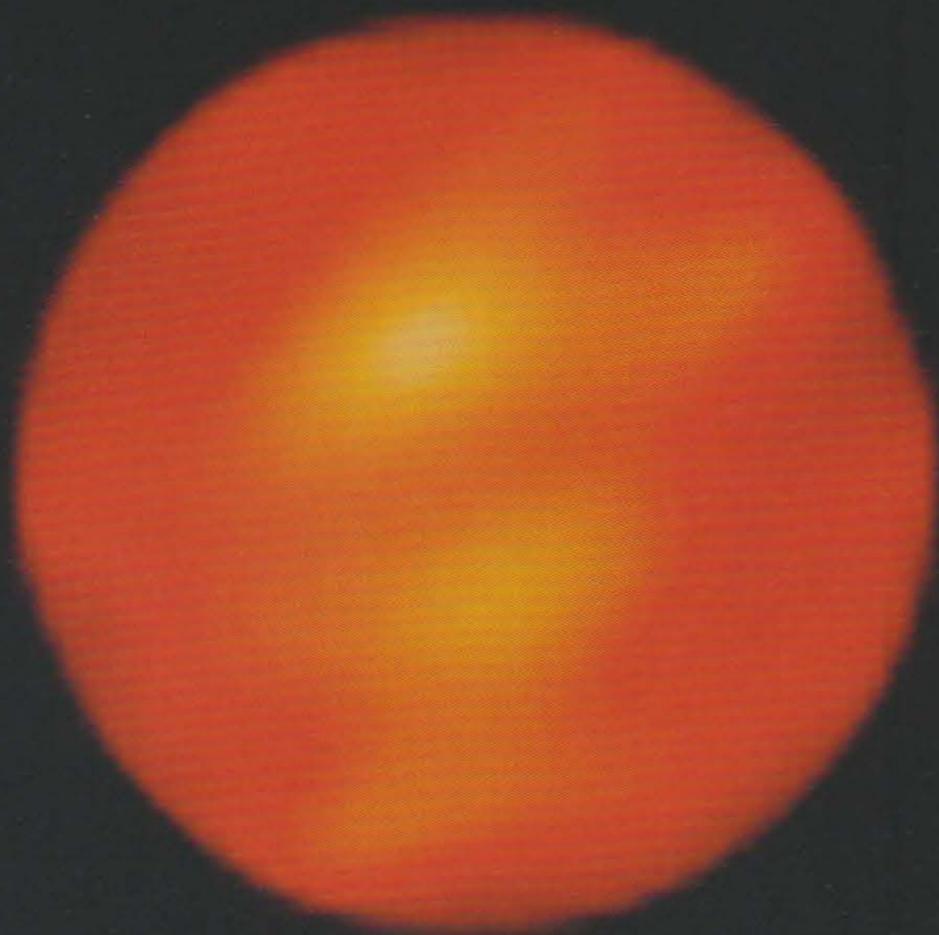
## Epsilon Aurigae - *modello*



**La teoria.** Vent'anni prima, nel 1990, la presenza di un disco ad anelli con le stesse caratteristiche geometriche era stata prevista teoricamente dall'Autore, che aveva realizzato al computer questo modello (*blu* e *rosso* indicano gas caldo e freddo rispettivamente): [www.ferluga.net/cosmo/epsaur.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/epsaur.htm).



**Le stelle come si vedono in cielo**, ingrandite 2 milioni di volte dagli interferometri (*Chara, Iota, Eso*), tutte insieme per intero in questa tavola inedita, realizzata dall'Autore. Si noti, in alto, lo schiacciamento di alcune stelle velocemente rotanti, nonché la deformazione delle binarie a contatto.



Betelgeuse



$\chi$  Cygni

Per visualizzare quanto microscopiche le stelle appaiono nel cielo, bisognerebbe porre questa doppia pagina a 500 km di distanza. Betelgeuse, una supergigante rossa, è la stella che ha il disco più grande sulla volta celeste. I colori dipendono dalla temperatura, [www.ferluga.net/cosmo/stelle.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/stelle.htm).

# L'UNIVERSO



# Lontano nel passato... fino all'orizzonte

L'Universo agisce come una macchina del tempo, che ci consente di vedere il passato guardando in lontananza. Infatti la luce non si propaga istantaneamente, ma viaggia con velocità finita, pari a 300 mila chilometri al secondo. Se la luce arriva dalle profondità del cosmo, ci raggiunge dopo un viaggio durato molto tempo; pertanto essa ci mostra gli oggetti così com'erano molto tempo fa, quando l'avevano emessa. In definitiva basta osservare lontano nello spazio, per studiare il passato dell'Universo.

Questa è la natura del Cosmo, anche se alquanto paradossale. Come se, supponendo che la luce sia enormemente lenta, potessimo vedere intorno a noi gli antenati, più in là gli antichi Romani, più lontano ancora i dinosauri e all'orizzonte l'origine della Terra! In realtà osserviamo davvero intorno a noi l'Universo che sprofonda nel passato. Ad esempio vediamo la Luna com'era 1 secondo fa, il Sole 8 minuti fa e Saturno 1 ora fa, poiché la luce per raggiungerci impiega rispettivamente 1 secondo, 8 minuti e un'ora.

Per percorrere 10.000 miliardi di km, la luce ci mette un anno; pertanto questa distanza si chiama brevemente *anno-luce*. La stella Betelgeuse (illustrata in una pagina precedente) dista circa 650 anni-luce, per cui noi la osserviamo com'era 650 anni fa. La galassia M33 (nella figura a sinistra) è distante 2,7 milioni di anni-luce, quindi stiamo ammirando l'aspetto che aveva 2,7 milioni d'anni fa. Conoscendo la lentezza con cui le galassie evolvono, è ragionevole supporre che sia rimasta quasi uguale fino a oggi.

L'evoluzione cosmica diventa importante sulle grandi distanze. Ad esempio, le galassie che vediamo nel *Campo Estremamente Profondo* (prossima figura) sono così lontane, che ci appaiono com'erano molti miliardi di anni fa, quando alcune si stavano appena formando. Infine, alla distanza estrema di 13,8 miliardi di anni-luce, osserviamo in tutte le direzioni la *radiazione cosmica di fondo*, emessa dalla materia primordiale all'origine dell'Universo. Il limite ultimo di visibilità si identifica col Big Bang e viene chiamato *orizzonte cosmologico*.

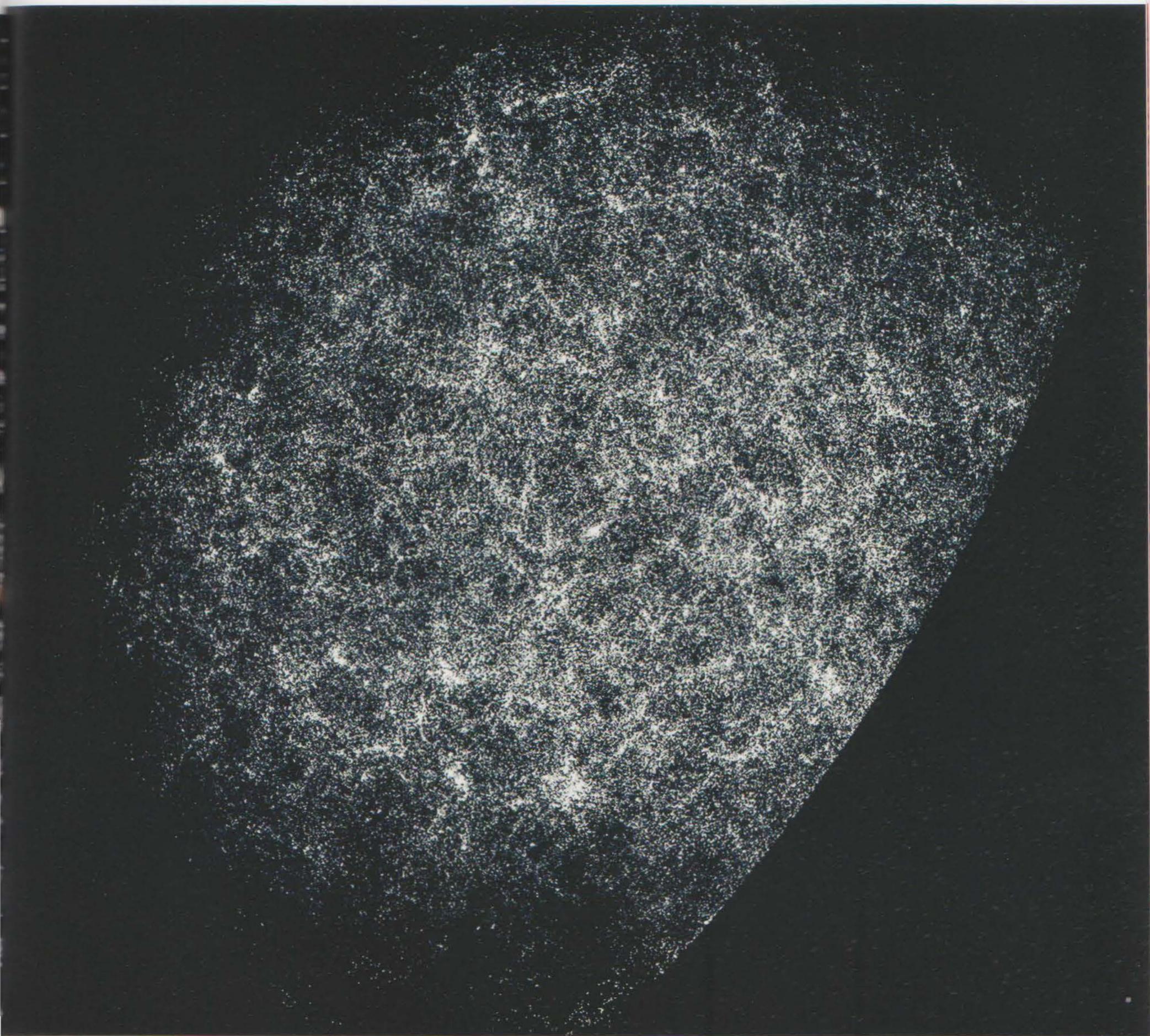
**A sinistra: la galassia M33.** È una galassia a spirale, distante 2,7 milioni di anni luce da noi. Si possono distinguere singolarmente le stelle azzurre più luminose e le nebulose, rosse perché emettono la tipica luce dell'idrogeno *H-alfa*. La fotografia originale (molto più grande) rappresenta probabilmente la più nitida immagine esistente, che raffigura una galassia esterna alla Via Lattea. *Foto telescopio Subaru, elaborazione R.Gendler: [www.robgendlerastropics.com/M33-Subaru-Gendler.html](http://www.robgendlerastropics.com/M33-Subaru-Gendler.html).*

## Campo Estremamente Profondo



**XDF (*eXtreme Deep Field*).** Questa immagine, ottenuta nel 2012, costituisce la visione più profonda mai ottenuta dal Telescopio Spaziale Hubble e supera il precedente campo UDF (*Ultra Deep Field*), già illustrato nel libro *L'Universo intorno a noi* (Unitrè Cormons, 2005). Alcune galassie distano fino a 13,2 miliardi di anni luce e appaiono come puntolini rossi. I colori generalmente dipendono dalla distanza e le galassie più lontane sono quelle più arrossate (per effetto dell'espansione dell'Universo).

## Galassie sulla volta celeste



**La mappa di Shane-Wirtanen.** Già mezzo secolo fa, nel 1967, in questa storica mappa (non molto conosciuta al pubblico) erano state cartografate – a mano, in vent’anni di lavoro – circa 1 milione di galassie. Si vede chiaramente la struttura filamentosa a larga scala dell’Universo. Da quell’epoca dovettero trascorrere altri trent’anni, prima di comprovare che si tratta davvero di una distribuzione tridimensionale (non un’illusione ottica come qualcuno credeva).

## La Sfera di Hubble

L'Universo osservabile è una sfera attorno all'osservatore, detta *sfera di Hubble*, limitata dalla radiazione cosmica di fondo. Infatti la luce che raggiunge un osservatore da grandi distanze arriva dopo un viaggio che richiede miliardi di anni; tale viaggio però può durare al massimo 13,8 miliardi di anni, pari all'età dell'Universo. Pertanto la massima distanza da cui ci arrivano informazioni è pari a 13,8 miliardi di anni luce in ogni direzione: questo è il raggio di una superficie sferica cava, chiamata *orizzonte cosmologico* perché limita l'Universo accessibile attorno all'osservatore, posto nel centro.

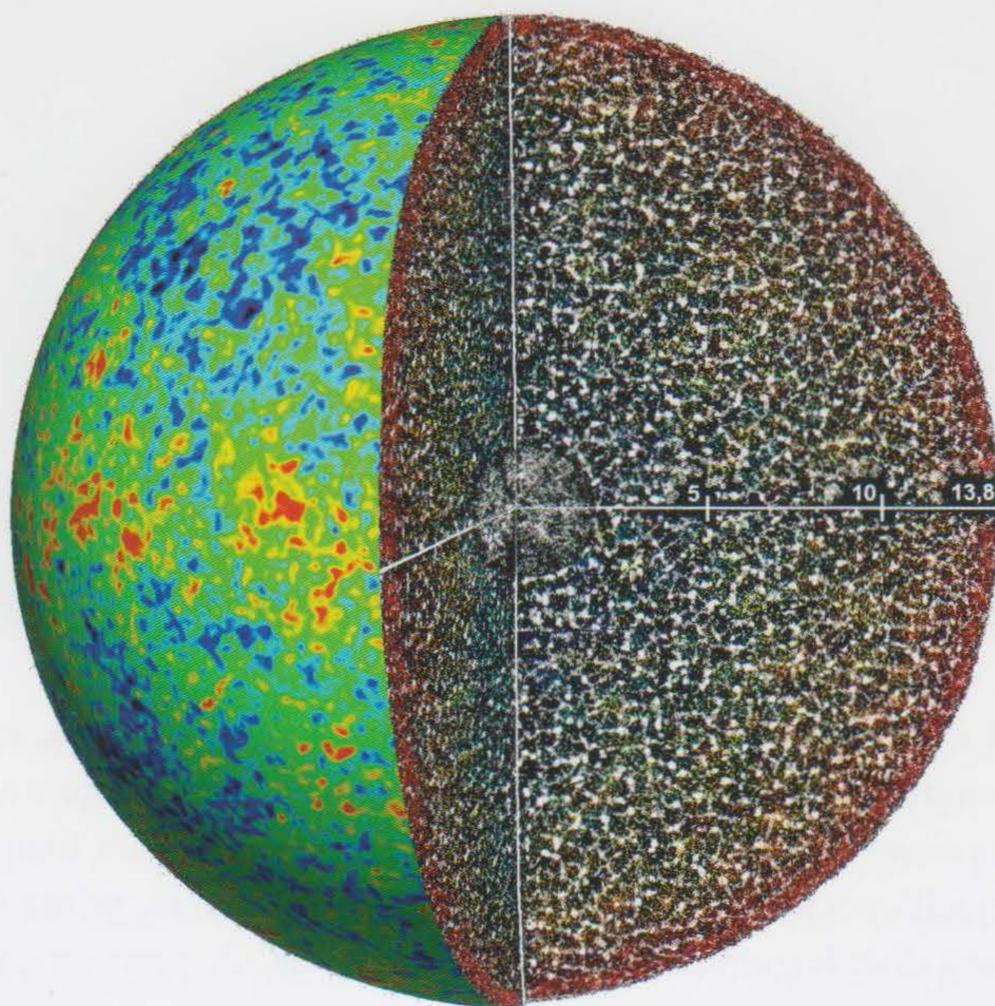
La radiazione cosmica di fondo è una luce che proviene dalle vicinanze dell'orizzonte cosmologico e che si è sprigionata 13,8 miliardi di anni fa, quando si formavano i primi atomi e l'Universo era ancora incandescente. Questa luce si chiama anche *radiazione fossile* poiché ci fa vedere, su tutta la volta celeste, il cielo primordiale rovente che circondava il luogo in cui ora viviamo. La temperatura era di 3000 K ma poi l'Universo si è espanso e raffreddato di 1000 volte, fino agli attuali 3 K.

**L'Universo osservabile**, qui concepito dall'esterno, è pieno di ammassi di galassie (macchie bianche). È delimitato dalla *radiazione fossile* (in verde) e contiene nel centro la Terra, o meglio l'osservatore.

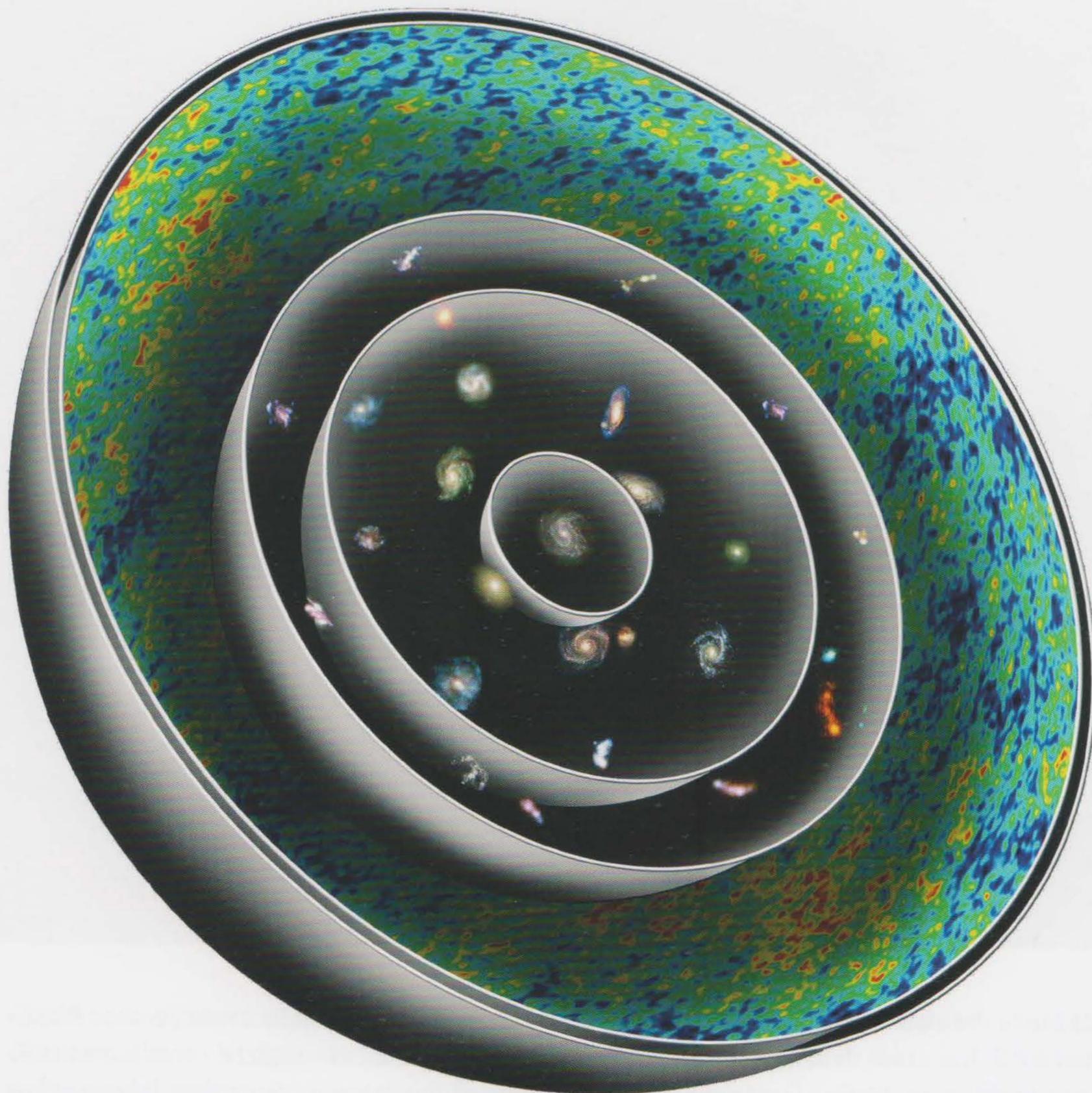
Le macchioline sulla sfera sono le condensazioni primordiali (satellite WMAP) che evolveranno in ammassi, mentre nella sferetta centrale sono mappate le galassie vicine alla Terra (catalogo CfA). La distribuzione degli ammassi di galassie è un disegno, perché non è nota per intero.

*Figura dell'Autore.*

[www.ferluga.net/cosmo/sfera.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/sfera.htm)

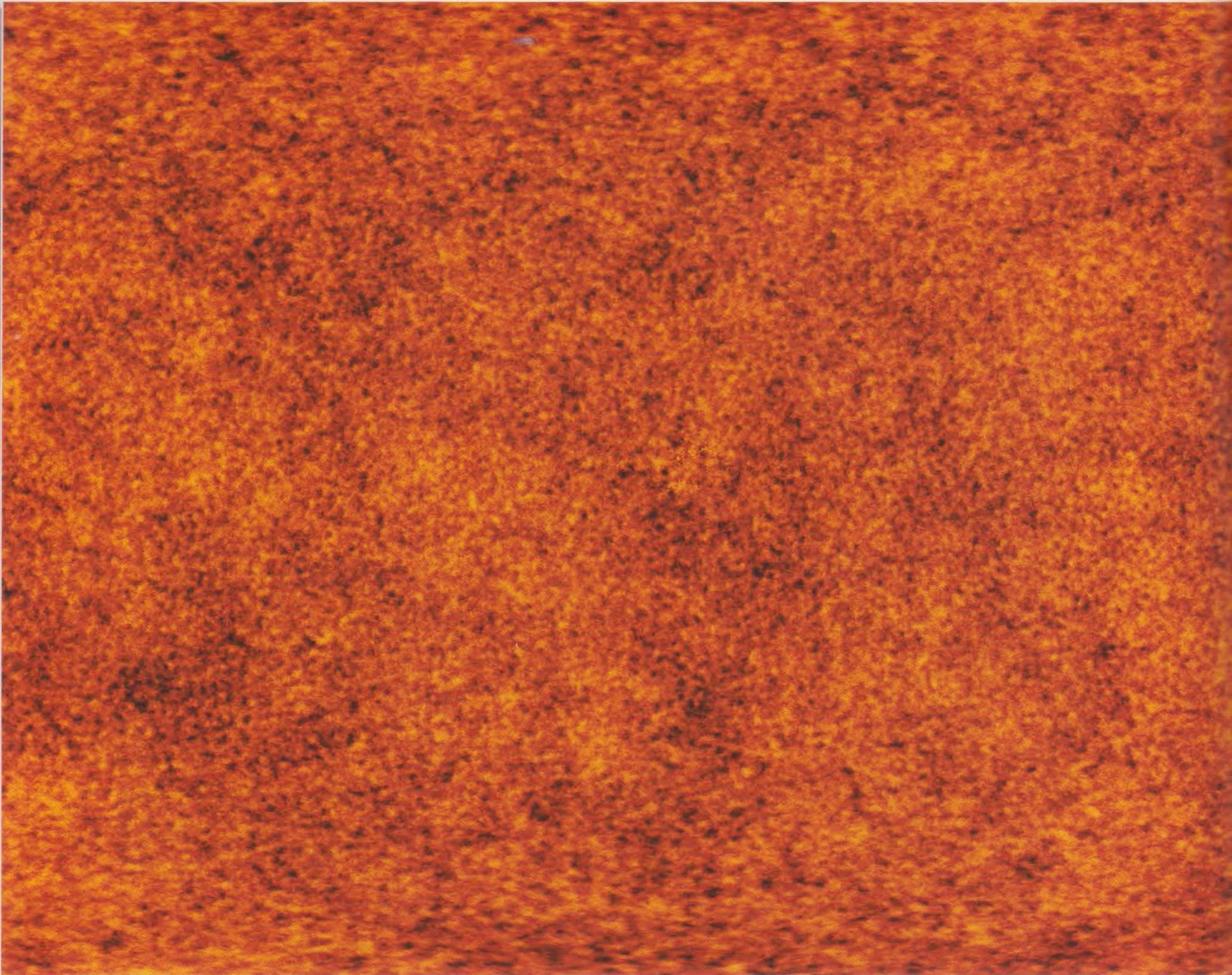


## Orizzonte cosmologico



**L'Universo osservabile**, visto dall'interno. La sfera più esterna rappresenta l'orizzonte cosmologico. *Illustrazione di Nicolle Rager Fullere* (tratta dal libro *The New Universe* di Abrams e Primack) <http://new-universe.org>.

## La radiazione fossile...

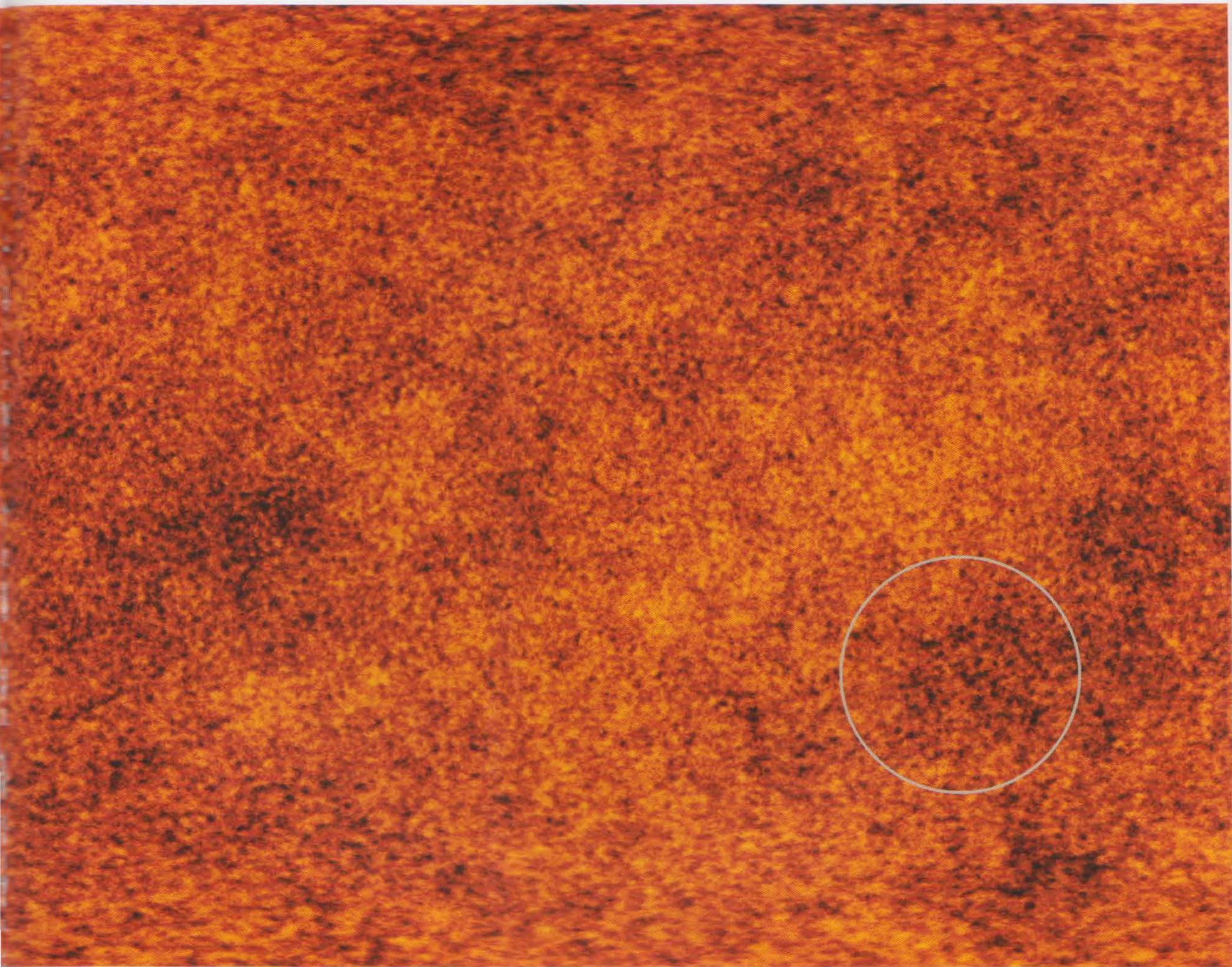


**Il fondo del cielo** è stato studiato, con accuratezza senza precedenti, dalla sonda europea *Planck* nel 2013. La mappa della luminosità, se stampata in colore arancio – anziché verde (come nelle due figure precedenti) – evidenzia meglio l'aspetto fiammeggiante che aveva la *radiazione fossile*, quando è stata emessa dai *primi atomi* a 3000 gradi di temperatura, circa mezzo milione d'anni dopo il Big Bang.

Questa è un'immagine molto realistica di come appariva il cielo primordiale incandescente, visibile (quando la Terra ancora non esisteva) dal luogo in cui noi ci troviamo oggi. Successivamente, l'espansione dell'Universo ha dilatato di 1000 volte anche la lunghezza d'onda di questa luce, che così è diventata la radiazione a microonde vista da *Planck*.

[planck.ipac.caltech.edu/image/planck13-002b](http://planck.ipac.caltech.edu/image/planck13-002b).

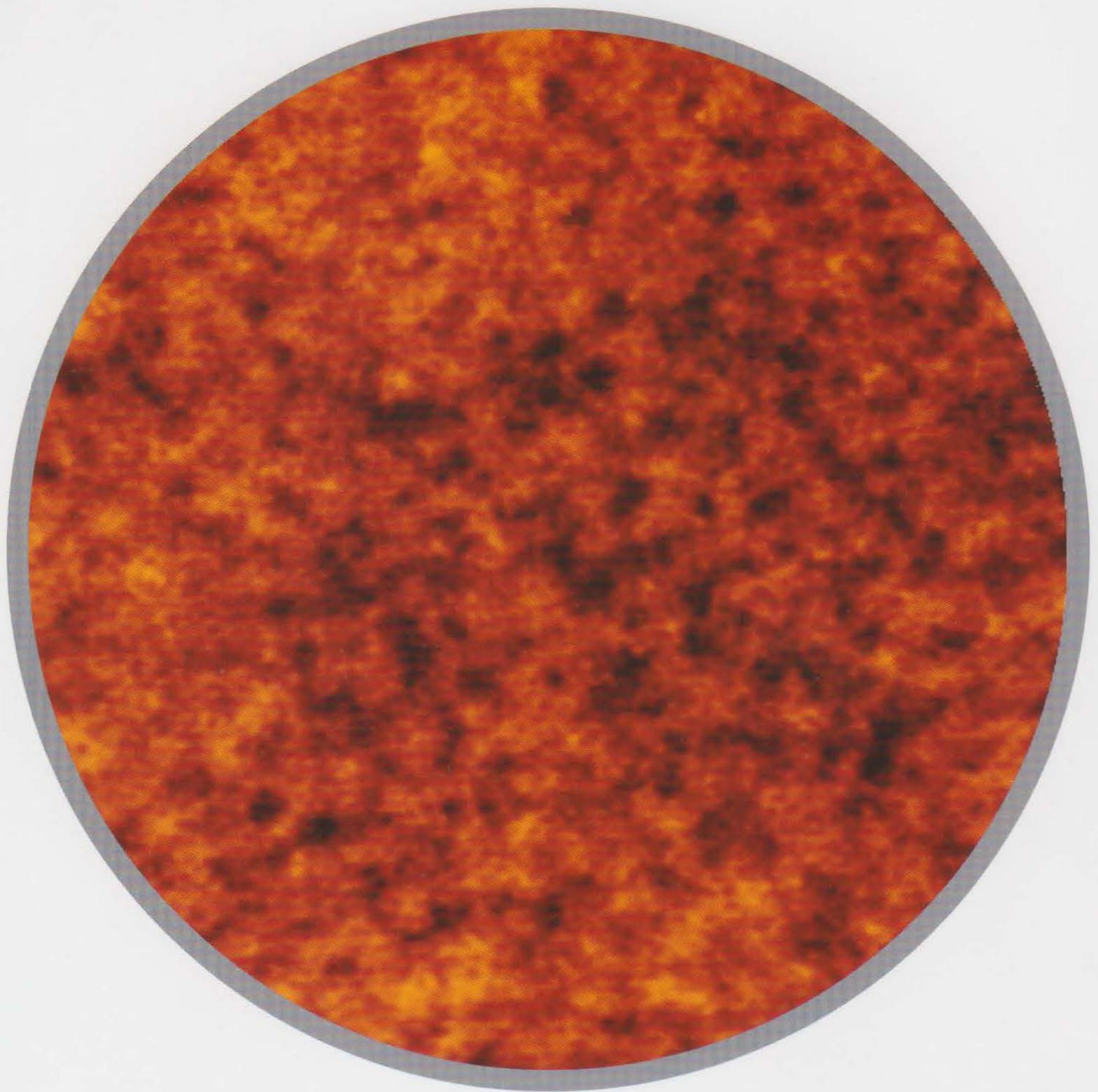
## ...vista da *Planck*



Quanto più si guarda in lontananza, tanto più si vede indietro nel tempo. Oltre questa nebbia luminosa, che si è sprigionata 13,8 miliardi di anni fa dal Big Bang, non è più possibile vedere nulla, poiché nulla esisteva prima del Big Bang. È questo appunto il significato dell'*orizzonte cosmologico*, e con la radiazione fossile stiamo davvero osservando il *fondo del cielo*.

La figura ritrae l'intera volta celeste (in proiezione *equi-rettangolare* lungo l'equatore galattico), osservata nella banda delle microonde (tra 1mm e 1cm); il contrasto tra le zone chiare e scure è fortemente amplificato (l'intensità varia di poche parti per milione). Il circoletto a destra individua un'area scelta a caso e ingrandita nella prossima figura (pagina seguente)

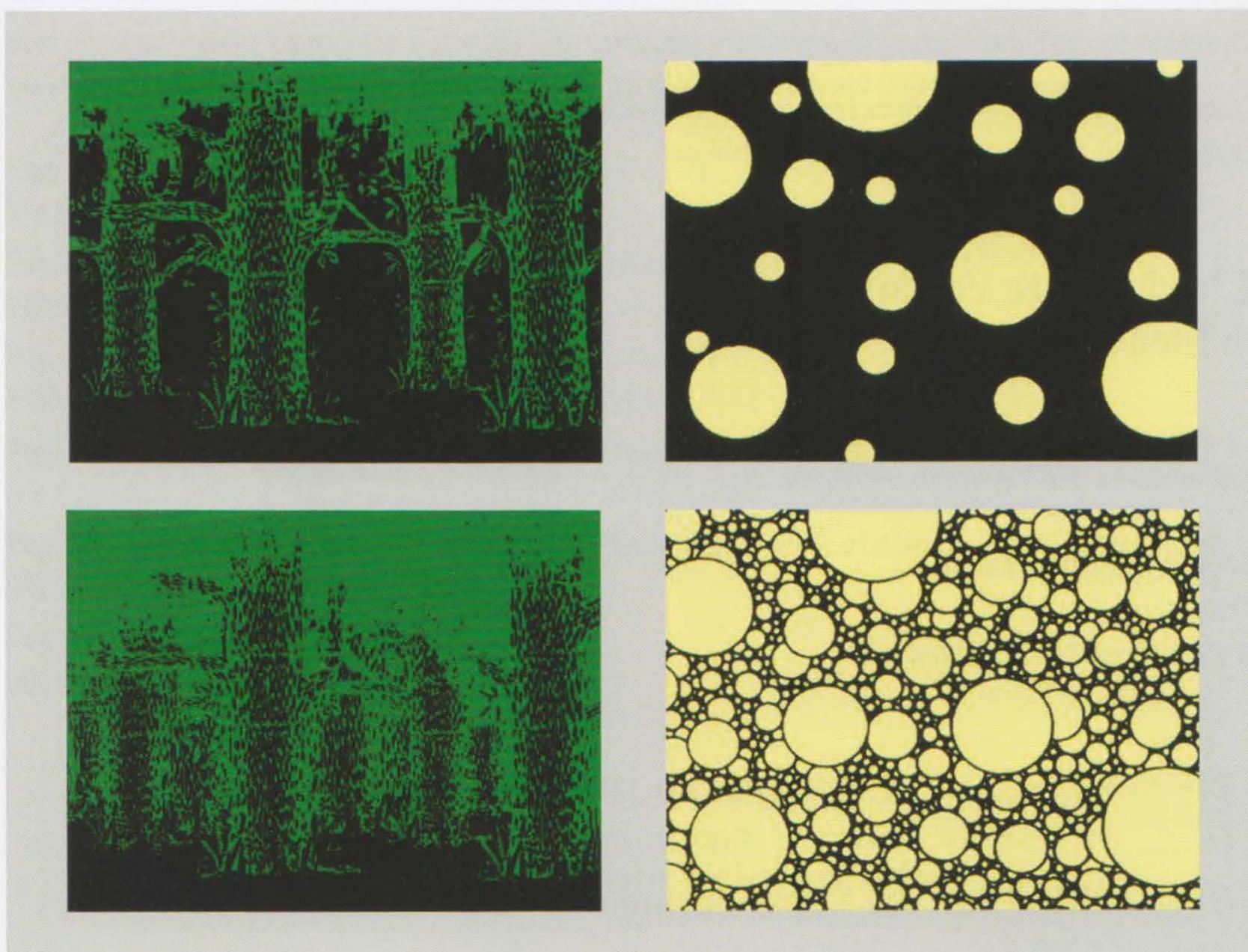
## Le perturbazioni primordiali



**Un ingrandimento** del *fondo del cielo* (figura precedente) mostra in dettaglio le perturbazioni primordiali. Si può notare che le zone chiare e scure hanno un'estensione caratteristica (circa mezzo centimetro in figura), pari a *mezzo milione* d'anni luce nell'Universo primordiale, che all'epoca aveva *mezzo milione* d'anni di età. La coincidenza non è a caso, e mostra che si tratta di regioni *causalmente connesse* (ovvero collegate da effetti che si propagano alla velocità della luce).

Le regioni più luminose (macchie chiare) sono più calde e dense, per cui la gravitazione le farà condensare in giganteschi raggruppamenti di galassie. Per effetto dell'espansione cosmica, queste formazioni si dilateranno poi di 1000 volte, e si formerà così la struttura filamentosa a larga scala dell'Universo, che osserviamo oggi sulla volta celeste (mappa di Shane-Wirtanen).

## Il mistero della notte



**Il buio notturno** (*Paradosso di Olbers*). Per comprendere il problema, paragoniamo l'Universo a una foresta di stelle e galassie, chiedendoci quanto sia vasta. Se ci trovassimo entro una selva reale (*a sinistra*), basterebbe guardarsi intorno. Infatti, in un bosco limitato si vedono gli alberi sullo sfondo dello spazio esterno, mentre in una foresta sconfinata si vede ovunque una sovrapposizione di piante.

Il cielo intorno a noi è fatto di stelle su uno sfondo buio (*sopra*), proprio come accade in un "bosco" limitato. È dunque impossibile che la "foresta" di stelle sia infinita, poiché esse coprirebbero l'intero cielo (*sotto*). Oggi infatti sappiamo che l'Universo osservabile ha un limite preciso, chiamato orizzonte cosmologico. *Tavola dell'Autore.*

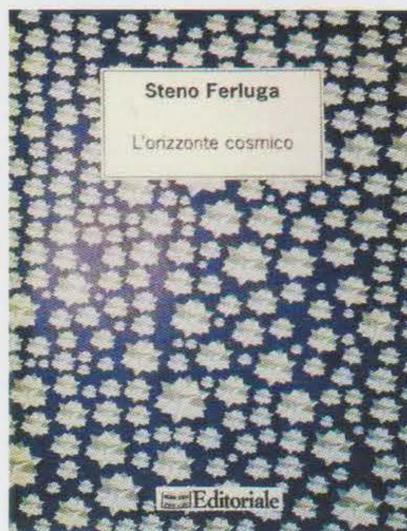
# Note bibliografiche

Questo libro si può consultare in *Internet* all'indirizzo: [www.ferluga.net/stelle.pdf](http://www.ferluga.net/stelle.pdf).  
Dello stesso autore sono stati anche pubblicati:

## L'orizzonte cosmico di Steno Ferluga

Collana "I quaderni del Laboratorio"  
*Laboratorio dell'Immaginario Scientifico* - Trieste

Società Editoriale Libreria  
Trieste, ottobre 1989  
[www.ferluga.net/orizzonte.pdf](http://www.ferluga.net/orizzonte.pdf)



## L'Universo intorno a noi *note di Astronomia e Cosmologia* di Steno Ferluga

dispensa dell'*Università della Terza Età*  
Anno Accademico 2004-2005

UNITRE Cormons  
[www.ferluga.net/universo.pdf](http://www.ferluga.net/universo.pdf)

## Il cielo intorno a noi *Viaggio dalla Terra ai confini dell'ignoto* *Per capire il nostro posto nell'Universo* di Margherita Hack con Steno Ferluga

Baldini Castoldi Dalai - Editore SpA  
Milano, maggio 2012  
*In libreria* ([www.ferluga.net/cielo.pdf](http://www.ferluga.net/cielo.pdf))



## Fonti delle immagini in *Internet*

Alcune immagini scientifiche particolarmente interessanti, a grande campo e altissima risoluzione, non possono essere riprodotte a stampa con adeguata ricchezza di particolari. Per consentire la visione col massimo dettaglio, riportiamo qui gli indirizzi *Internet* delle fonti originali.

Pag. 36-37 **Paesaggio lunare** (missione *Apollo 17*)

[www.flickr.com/photos/lunexit/8761101099](http://www.flickr.com/photos/lunexit/8761101099)

Pag. 38-39 **Panorama di Venere** (rielaborazione dati sonda *Venera 13*)

[mentallandscape.com/C\\_CatalogVenus.htm](http://mentallandscape.com/C_CatalogVenus.htm).

Pag. 41 **Interno del cratere Gale** (sonda *Curiosity*)

[www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA17083](http://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA17083)

Pag. 74 **La galassia M33** (Robert Gendler e telescopio *Subaru*)

[www.robgendlerastropics.com/M33-Subaru-Gendler.html](http://www.robgendlerastropics.com/M33-Subaru-Gendler.html)

Pag. 79 **L'Universo osservabile** (dal libro *The New Universe* di Abrams e Primack)

<http://new-universe.org>

Pag. 80 **Il fondo del cielo** (sonda *Planck*)

[planck.ipac.caltech.edu/image/planck13-002b](http://planck.ipac.caltech.edu/image/planck13-002b)

## Collegamenti alle Tavole originali dell'Autore

Il sito personale [www.ferluga.net](http://www.ferluga.net) approfondisce argomenti didattici e scientifici, rivolgendosi in particolare alle persone interessate all'Astronomia. Tra le varie illustrazioni, contiene anche le Tavole originali pubblicate in questo libro.

Pag. 17 **La Scala del Cosmo**

[www.ferluga.net/cubi.htm](http://www.ferluga.net/cubi.htm)

Pag. 58 **Pianetini e asteroidi**

[www.ferluga.net/cosmo/pianetini.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/pianetini.htm)

Pag. 66 **SS Leporis** (animazione grafica)

[www.ferluga.net/cosmo/ss-lep.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/ss-lep.htm)

Pag. 69 **Epsilon Aurigae** (*Poster* con articoli scientifici dell'Autore)

[www.ferluga.net/cosmo/epsaur.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/epsaur.htm)

Pag. 70 **Le stelle** (pagina interattiva)

[www.ferluga.net/cosmo/stelle.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/stelle.htm)

Pag. 78 **La sfera di Hubble**

[www.ferluga.net/cosmo/sfera.htm](http://www.ferluga.net/cosmo/sfera.htm)

## Elenco pubblicazioni dell'Università della Terza Età UNITRE di Cormòns

- 1<sup>a</sup>) Anno Accademico 1999 - 2000:  
"Corso di lingua e cultura  
friulana"  
Autore: ins. Anna Madriz
- 2<sup>a</sup>) Anno Accademico 2000 -2001:  
"Percorsi ebraici della modernità"  
Autore: ins. Marco Grusovin
- 3<sup>a</sup>) Anno Accademico 2002- 2003:  
"Origini e sviluppo del castello di  
Cormòns"  
Autore: ins. Roberto Tirelli
- 4<sup>a</sup>) Anno Accademico 2003 - 2004:  
"Dal dopoguerra alla guerra"  
Autore: ins. Luciano Patat
- 5<sup>a</sup>) Anno Accademico 2004 - 2005:  
"L'universo intorno a noi"  
Autore: ins. Ferluga Steno
- 6<sup>a</sup>) Anno Accademico 2005 - 2006:  
"Democrazia e diritti umani"  
Autore: ins. Loredana Ferencich
- 7<sup>a</sup>) Anno Accademico 2006 - 2007:  
"Fili d'erba: Guida all'utilizzo  
delle piante officinali spontanee  
della Regione FVG"  
Autore: ins. Elisa Sinosich
- 8<sup>a</sup>) Anno Accademico 2007 - 2008:  
"Tre racconti per tre età: Una fiaba  
storica,  
un giallo ad enigma, un racconto  
fantascientifico"  
Autore: ins. Alessandro Pesaola
- 9<sup>a</sup>) Anno accademico 2008-2009  
"Breve storia della condizione  
femminile in Europa"  
Autore: ins. Maria Luisa Zoratti
- 10<sup>a</sup>) Anno accademico 2009-2010  
"A cavallo del confine  
Considerazioni  
su lingue e storie di frontiera"  
Autore: ins. Orietta Altieri
- 11<sup>a</sup>) Anno accademico 2010-2011  
"Dimmi come scrivi Breve  
introduzione alla grafologia  
morettiana"  
Autore: ins. Luciano Comisso -  
collaborazione Marina Costa
- 12<sup>a</sup>) Anno accademico 2011-2012  
"Un tuffo nella storia Guida  
teologico spirituale alla Basilica  
di Aquileia"  
Autore: ins. Andrea Bellavite
- 13<sup>a</sup>) Anno accademico 2012-2013  
"La Scuola di Gorizia"  
Autore: ins. Luciano de Gironcoli

1. Introduction  
2. The History of the Book  
3. The Book as a Cultural Object  
4. The Book as a Medium  
5. The Book as a Social Object  
6. The Book as a Political Object  
7. The Book as a Religious Object  
8. The Book as a Scientific Object  
9. The Book as a Literary Object  
10. The Book as a Historical Object  
11. The Book as a Philosophical Object  
12. The Book as a Psychological Object  
13. The Book as a Sociological Object  
14. The Book as an Anthropological Object  
15. The Book as a Linguistic Object  
16. The Book as a Semiotic Object  
17. The Book as a Hermeneutic Object  
18. The Book as a Poetic Object  
19. The Book as a Dramatic Object  
20. The Book as a Musical Object  
21. The Book as a Visual Object  
22. The Book as a Kinesthetic Object  
23. The Book as a Tactile Object  
24. The Book as an Olfactory Object  
25. The Book as a Gustatory Object  
26. The Book as an Auditory Object  
27. The Book as a Vestibular Object  
28. The Book as a Proprioceptive Object  
29. The Book as a Pain Object  
30. The Book as a Pleasure Object  
31. The Book as a Fear Object  
32. The Book as a Hope Object  
33. The Book as a Love Object  
34. The Book as a Hate Object  
35. The Book as a Power Object  
36. The Book as a Weakness Object  
37. The Book as a Knowledge Object  
38. The Book as an Ignorance Object  
39. The Book as a Truth Object  
40. The Book as a Falsehood Object  
41. The Book as a Good Object  
42. The Book as an Evil Object  
43. The Book as a Beauty Object  
44. The Book as an Ugliness Object  
45. The Book as a Health Object  
46. The Book as an Illness Object  
47. The Book as a Life Object  
48. The Book as a Death Object  
49. The Book as a Birth Object  
50. The Book as an End Object

Stampa Poligrafiche San Marco - Cormons (Gorizia)

Si ringrazia Rossella Picotti per l'accuratezza della resa grafica.