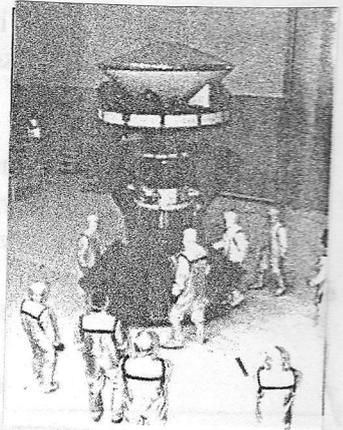




## INTRODUZIONE

La Pathfinder è la prima sonda ad essere atterrata su Marte dall'epoca delle missioni Viking negli anni settanta. Vuole segnare la ripresa dell'esplorazione umana del pianeta rosso. Le ultime 4 missioni: 2 sonde Phobos sovietiche, la Mars Observer statunitense e la Mars '96 russa hanno infatti avuto avarie prima di diventare operative.

La Pathfinder vuole inoltre seguire la nuova linea della NASA: "cheaper, faster, better" (più economica, più veloce, migliore). La sonda è stata sviluppata dal JPL (Jet Propulsion Laboratory), il costo della missione è stato di appena 170 milioni di dollari, 1/15 del costo di ciascuna missione Viking, e la durata del viaggio di appena 4 mesi. Il peso della sonda è contenuto: 800 Kg in tutto, 280 Kg il lander e appena 12 Kg il rover.



## GLI SCOPI

Gli scopi primari della missione Pathfinder sono:

- Studi morfologici e geologici;
- Petrologia e geochemia della superficie;
- Dinamica magnetica e meccanica del suolo;
- Struttura atmosferica e modifiche stagionali;
- Rotazione marziana;

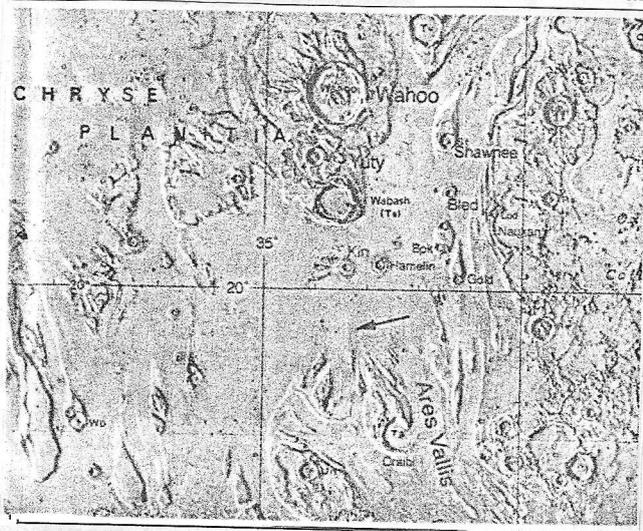
## LA SCELTA DEL LUOGO DI ATTERRAGGIO

La scelta del luogo più adatto in cui far atterrare la Pathfinder è stato uno dei primi problemi con cui gli scienziati si sono dovuti confrontare. Il JPL ha incaricato una commissione di 60 scienziati per trovare la soluzione migliore.

La scelta è caduta su una zona chiamata **Ares Vallis** (19,33° N, 33,55°W). La motivazione è stata fondamentalmente di natura tecnica, ma non solo. In quella zona il Sole raggiunge una notevole altezza sull'orizzonte, un requisito fondamentale dato che tutta l'attrezzatura della sonda funziona ad energia solare. L'Ares Vallis è inoltre una zona relativamente bassa. Una zona elevata avrebbe infatti dato problemi nella fase di discesa e di atterraggio.

L'area era comunque opportuna anche dal punto di vista geologico. Si trova infatti allo sbocco di un antico fiume. Risulta pertanto molto interessante dal punto di vista geologico perchè l'antico fiume potrebbe avervi trasportato rocce dalla composizione più varia.

Tre mesi dopo l'atterraggio, dopo l'invio di una serie di segnali radar, si potrà conoscere la posizione dell'atterraggio con un'accuratezza di pochi metri.



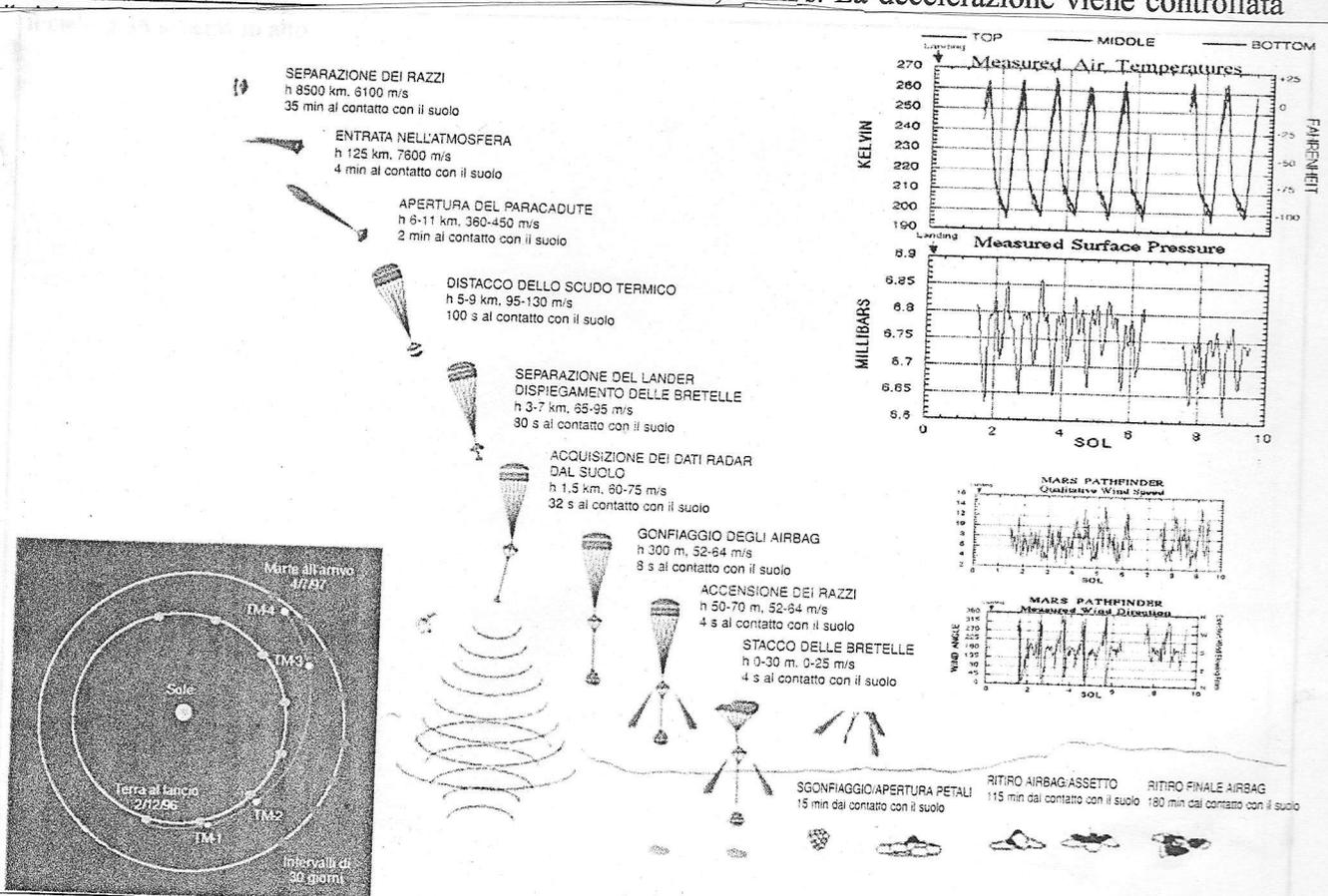
## MECCANICA DELL'ATTERRAGGIO

La Pathfinder risulta essere una missione "innovativa" anche dal punto di vista tecnico. La tecnica di atterraggio progettata e di seguito descritta risulta infatti del tutto rivoluzionaria.

Dopo la fase di crociera della durata di 212 giorni, poco prima dell'arrivo, la sonda scarica i liquidi refrigeranti che hanno mantenuto costante la temperatura degli strumenti nel corso del viaggio. Subito dopo la navicella, automaticamente calibra l'angolo di ingresso nell'atmosfera, intorno ai 14°. Con un angolo diverso si rischia infatti di far rimbalzare la sonda contro l'atmosfera o di farla entrare con una velocità troppo elevata.

Trentacinque minuti prima di entrare nell'atmosfera la sonda si libera del modulo che le ha permesso la traversata spaziale.

Il primo impatto con l'atmosfera avviene ad un'altezza di 125 Km e ad una velocità di 7,5 Km/s. In pochi minuti la sonda sarà frenata ad una velocità di 0,4 Km/s. La decelerazione viene controllata



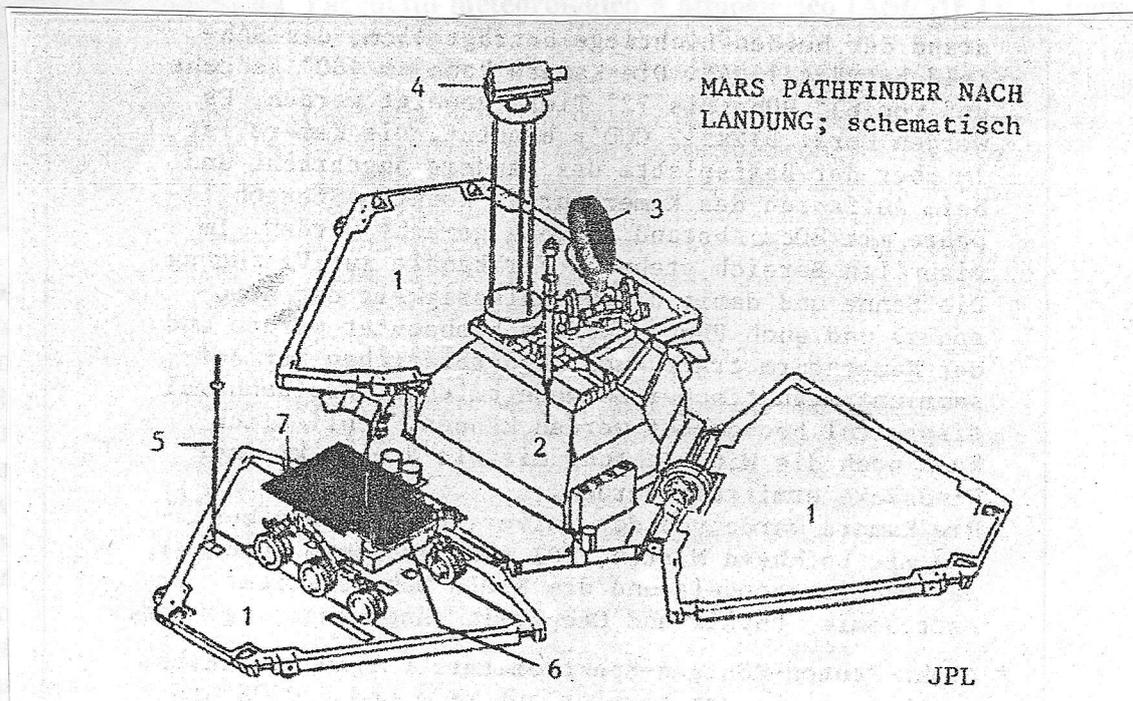
da un'apposito strumento che controllerà poi automaticamente le operazioni successive. Ad una quota di 8 Km viene aperto un paracadute del diametro di 7 metri, simile a quello già utilizzato dalle Viking nel 1976 ma maggiormente stabile. Venti secondi dopo l'apertura del paracadute, a 4 Km di quota, viene sganciato lo scudo termico che aveva assorbito il calore accumulato nella prima fase della discesa. Il paracadute ridurrà la velocità di discesa a 65 m/s. Infine, per garantire un atterraggio morbido, vengono accesi dei retrorazzi contenuti nella cella posteriore. Un radar altimetrico controlla la quota per comandare l'apertura di alcuni grossi airbag a 300 m dal suolo. Arrivati ad un'altezza di 15 m i retrorazzi si attivano nuovamente, sganciandosi dal lander e portando lontano il paracadute. Il lander precipita allora liberamente rimbalzando alcune volte con balzi di 2-300 m.

Una volta atterrato gli airbag si sgonfiano ed il lander apre i suoi 3 "petali" protettivi, radrizzando anche la sonda se fosse poggiata lateralmente.

Subito dopo escono le 2 antenne, ad alto e a basso guadagno per le comunicazioni con la Terra. Queste restano però inattive per 3 ore per smaltire il calore accumulato nella discesa.

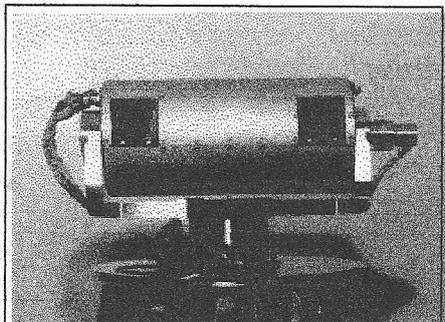
Lo strumento ASI/MET sarà però già attivo raccogliendo dati sulla temperatura e sulla densità. Lo strumento rimarrà attivo per tutta la durata della missione (da 1 mese ad 1 anno marziano).

## LA STRUMENTAZIONE



1. Pannelli solari 2. Antenna basso guadagno 3. Antenna alto guad. 4. Telecamera (IMP)  
5. Asta meterologica 6. Sojourner 7. Spettrometro (APXS)

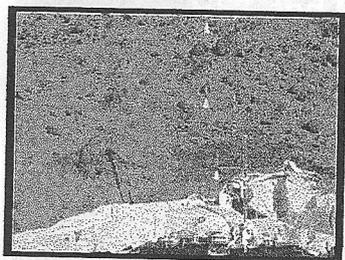
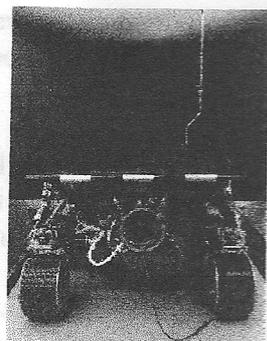
**Telecamera (IMP):** E' in grado di riprendere immagini stereoscopiche con filtri di diversi colori.



Ha un campo di  $14,4^\circ$  e può essere ruotata di  $180^\circ$ . La sua inclinazione va da  $-72^\circ$  a  $+83^\circ$ . E' montata ad un'altezza di un metro che può essere variata. Utilizza dei CCD  $512 \times 512$ . Avrà la possibilità di riprendere la superficie marziana ma anche il Sole oppure il satellite Phobos. I suoi obiettivi sono 2 apocromatici  $f/10$  da 23 mm. A questi sono associati 12 filtri per riprese a colori.

Sulla telecamera è montata anche una piastra magnetica in grado di raccogliere particelle magnetiche che potranno poi essere osservate spettroscopicamente.

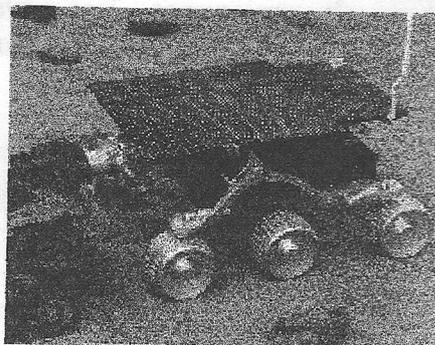
**Spettrometro Alfa-Protoni-X (APXS):** Predecessori di questo strumento hanno già volato sulle sonde Vega e Phobos. Si tratta quindi di un'attrezzatura lungamente collaudata. Ha lo scopo di determinare la composizione delle polveri marziane. E' montata nella parte anteriore del rover Sojourner in modo da poter analizzare anche alcune rocce. Lo strumento è composto da una sorgente di raggi  $\alpha$  e dai relativi sensori. Ottenendo lo spettro magnetico delle particelle alpha è possibile individuare gli elementi leggeri, da quello dei protoni gli elementi medi e da quello dei raggi X quelli pesanti. Lo strumento può ruotare di 20°.



**Pacchetto meteorologico e atmosferico (ASI/MET):** Si tratta di vari strumenti che permettono il rilevamento di vari parametri a partire dall'ingresso nell'atmosfera. Vengono misurati temperatura, densità e pressione. Sull'apposita asta meteorologica i sensori di temperatura si trovano ad un'altezza di 25 cm, 50 cm e 100 cm. Sulla punta si trovano anche un sensore per la velocità del vento e 3 sacche per la sua direzione.

**Il Sojourner:** Il Sojourner è un'innovazione nel campo dell'esplorazione planetaria. Si tratta infatti di un rover automatico che avrà il compito di girare per alcune decine di metri attorno alla Pathfinder, scavando qualche buca e spostando alcuni sassi.

Ha un peso di appena 11,5 Kg ed è dotato dello APXS, lo spettrometro a raggi X. Ha 6 ruote che gli permettono una notevole mobilità anche su un terreno accidentato. Ha un motore ad energia solare e la sua velocità massima è di 40 cm al minuto, meno di una formica. E' uno strumento intelligente, nel senso che scansa gli ostacoli e calcola la propria posizione istante per istante con precisione centimetrica. La sera si ferma comunicando con la Terra e attendendo nuove istruzioni. Il Sojourner ha un'autonomia di 1 settimana che si spera di portare ad un mese.



## IL VIAGGIO

La sonda è stata lanciata il 4 Dicembre 1996 dalla base di Cape Canaveral con un razzo Delta II. La traiettoria che ha seguito è stata di tipo I, diretta, in modo da giungere su Marte in poco più di 200 giorni. Il viaggio è stato relativamente tranquillo. Il 15 Marzo la Pathfinder ha superato la sonda **Mars Global Surveyor** che, sebbene fosse stata lanciata un mese prima, è destinata ad arrivare a destinazione solo a Settembre. Nel corso del volo, la sonda è stata "accesa" 3 volte: il 10 Gennaio, 4 Febbraio, 26 Giugno per compiere delle leggere correzioni di traiettoria. Inoltre il 26 Giugno è stato attivato temporaneamente il rover Sojourner per permettergli di ricevere dalla Terra una versione aggiornata del suo software di controllo. Il resto del viaggio si è svolto senza eventi di rilievo.

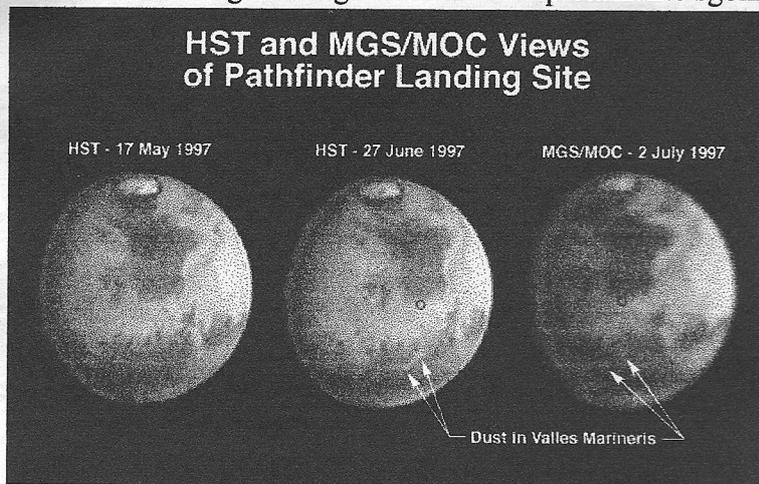
## L'ATTERRAGGIO

L'atterraggio del lander è effettivamente avvenuto il 4 Luglio 1997, alle ore 17:07 T.U.

Immagini riprese ai primi di Luglio dall' **Hubble Space Telescope** avevano dato qualche preoccupazione agli scienziati, mostravano infatti lo svilupparsi di una tempesta di sabbia nella **Valles Marineris**, vicino al luogo d'atterraggio.

Per fortuna la tempesta rimase marginale rispetto al punto d'atterraggio.

La **Pathfinder** è atterrata nell'Area Vallis, ad una distanza di sole 12 miglia dalle previsioni. L'inclinazione del terreno era di appena 2,5°. Dopo appena 90 minuti i 3 petali protettivi erano già aperti ed operativi. Al suolo la temperatura risultò essere di -75°C. In quel momento sul pianeta era ancora notte. Quattro ore dopo iniziarono le comunicazioni con la Terra rivelando le prime difficoltà: uno degli airbag non si era completamente sgonfiato ed ostruiva parzialmente la rampa di

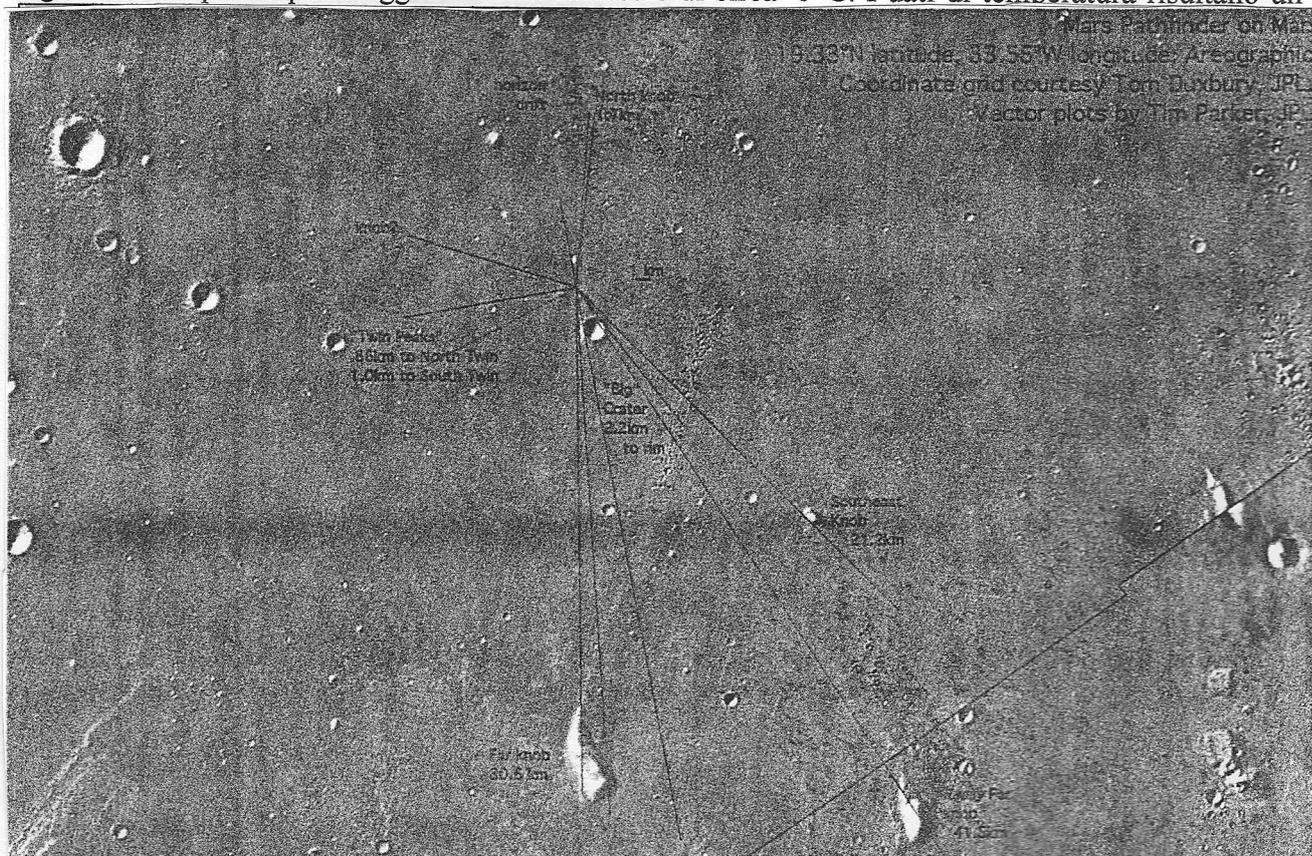


discesa del **Sojourner**. Inoltre i segnali che il rover inviava alla **Pathfinder** risultavano indecifrabili.

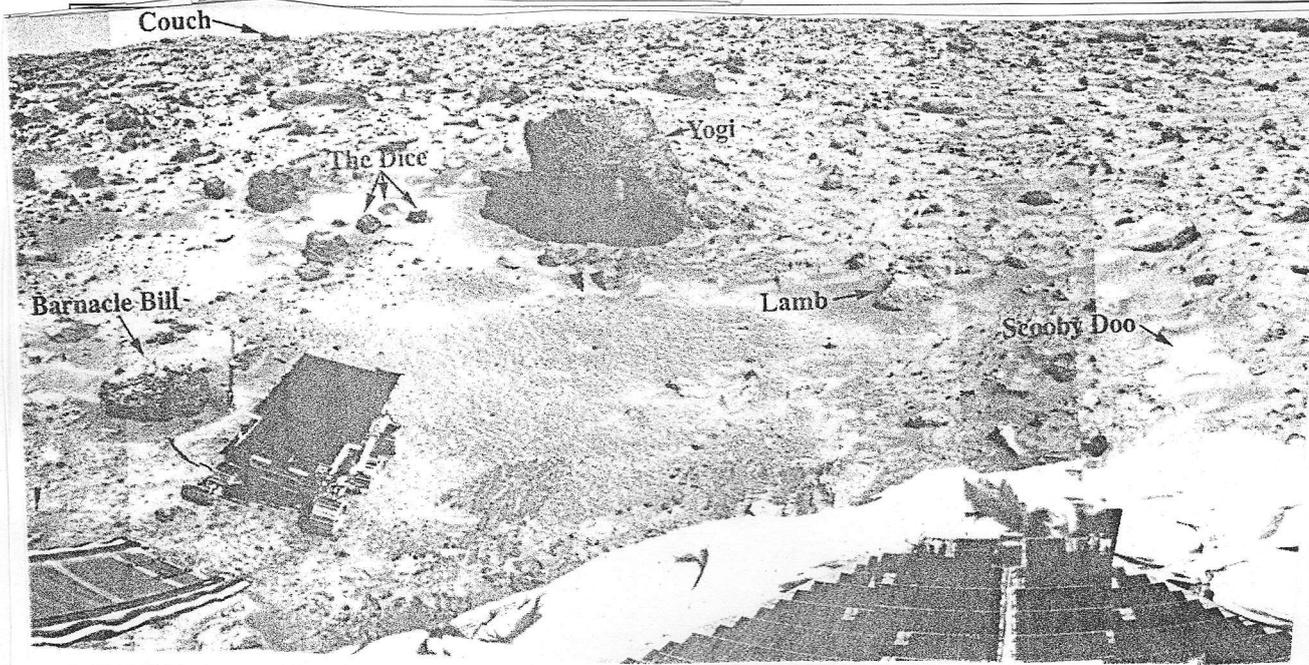
Il problema dell'airbag fu risolto comandando al pannello un lieve innalzamento ed un ripiegamento del tessuto. Per il secondo problema si resettò invece l'intero sistema. Una volta ripartite le comunicazioni tra robotino e sonda risultarono chiare. Poteva così cominciare il lavoro scientifico.

## I PRIMI DATI

La zona circostante il luogo di atterraggio risultò simile a quella già vista dal **Viking**: un'enorme distesa di rocce. Molte di queste sembravano levigate e orientate parallelamente, facendo ritenere ancora più possibile l'ipotesi dell'esistenza di un antico fiume in quel luogo. I rilievi più importanti erano due colline distanti circa 800 m e denominate *Twin Peaks*. A circa 32 Km si trovava una montagna abbastanza alta e, a qualche chilometro, si trovava un cratere di notevoli dimensioni. Fin da subito si cominciò a registrare un bollettino meteorologico. La pressione atmosferica media risultò essere di 6,9 millibar (150 volte meno di quella terrestre). La temperatura più alta si registrava nel primo pomeriggio e risultava essere di circa -5°C. I dati di temperatura risultano un



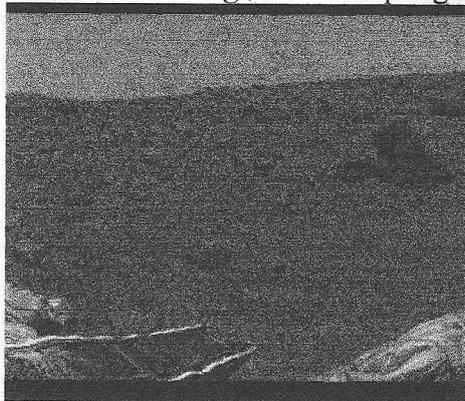
po' più bassi rispetto a vent'anni fa. Al mattino, solitamente, spirava un leggero vento a 15 Km/h da sud-est, il pomeriggio si spostava a nord-est.



Il secondo giorno il Sojourner venne finalmente fatto scendere dalla rampa per muoversi un po' e venire fotografato dalla telecamera IMP.

Durante la notte di Sol 3 (con Sol si indica un giorno marziano, poco più lungo di quello terrestre) venne anche fatta la prima osservazione astronomica, fotografando Deimos.

L'inaugurazione dello spettrometro APXS avvenne il quarto giorno, dirigendo la Sojourner verso le rocce denominate *Barnacle Bill* e *Casper* e analizzandole. Per evitare influenze da parte dei raggi cosmici solari, tali misurazioni vennero eseguite esclusivamente di notte. Due giorni dopo si ebbero i primi risultati dell'analisi di *Barnacle Bill*: la roccia risultò essere di origine vulcanica, una sorpresa per chi si aspettava una roccia di tipo sedimentario, tipica dei fiumi. L'obiettivo seguente era analizzare *Yogi*, la roccia più grande dei dintorni.



Al sesto giorno, la Sojourner, durante il suo tentativo di avvicinamento, era riuscita ad avere il primo "tamponamento spaziale", proprio con la roccia *Yogi*. Il giorno seguente (siamo ormai a Sol 9), proprio quando si doveva analizzare la roccia si ebbe un nuovo intoppo. Il computer della Pathfinder si resettò automaticamente, non rispondendo agli ultimi ordini inviati da terra. Per fortuna questo comportò solamente un ritardo delle operazioni. Il giorno dopo si poté finalmente analizzare *Yogi*, per poi dare ordine di dirigersi verso *Scooby Doo*. Dopo alcuni giorni venne definitivamente superato anche il problema dei "reset" automatici del computer. A causa di un problema del software, quando venivano svolte

troppe operazioni contemporaneamente, il sistema si reinizializzava. In seguito si decise di compiere una sola operazione alla volta. Il software venne inoltre sostituito con una versione aggiornata.

Arrivarono intanto anche i primi dati definitivi riguardo alle analisi di *Barnacle Bill*: risultò un **andesite** (cioè lo stesso tipo di rocce che si trovano nelle Ande terrestri), un misto di granito e basalto di origine vulcanica.

I primi dati di *Yogi* ci dicono che è più antica di *Barnacle Bill*, risulta povera di quarzo e simile alle rocce basaltiche. La terza roccia analizzata: *Scooby Doo* risultò di colore chiaro e moderatamente ricca di calcio e silicio.

Intorno alla metà di Luglio furono anche fatti dei rilevamenti riguardo l'opacità dell'atmosfera. Si registrò una percentuale di polveri triplicata rispetto ai mesi precedenti. Ciò era dovuto alla tempesta ripresa dall'Hubble Space Telescope ai primi di Luglio. Di contro però le nubi erano quasi sparite.

Al momento si attendono ancora i risultati delle analisi delle rocce denominate: *Half Dome*, *Shark* e *Flat Top*.

E' comunque possibile trarre un primo bilancio sui dati raccolti. La telecamera IMP ha funzionato egregiamente dandoci le splendide immagini del suolo e del rover Sojourner che tutti abbiamo potuto apprezzare. Il gruppo ASI/MET ha dato modo di studiare la dinamica del vento (che risulta essere sempre di debole intensità e varia di direzione nel corso della giornata) e la variazione di pressione e temperatura. L' APXS, lo strumento più sofisticato sembra invece riservare ancora molte possibilità ed infiniti dati per i geologi. Il rover Sojourner la cui autonomia era preventivata in una settimana, ha continuato a funzionare per più di due mesi.



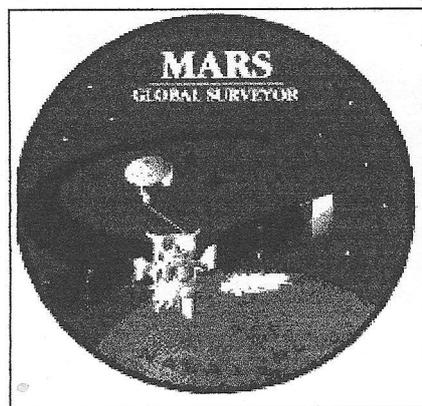
Nei primi 30 giorni di missione sono state raccolte 9000 immagini del paesaggio, 9 analisi chimico-fisiche delle rocce e alcuni milioni di misure di temperatura, pressione e velocità del vento.

La missione verrà portata avanti fino all'esaurimento delle batterie (che comunque vengono ricaricate con energia solare). Il prossimo obiettivo è portare il Sojourner fuori dalla lieve depressione in cui è atterrata la **Carl Sagan Memorial Station** (così è stato ribattezzato il lander). Si spera che il rover raggiunga questo traguardo ai primi di Ottobre. In tal modo sarà possibile avere una visuale più ampia che aiuti a capire meglio la natura morfologica della regione.

Indubbiamente la missione Pathfinder è stato un grande successo sia dal punto di vista scientifico che da quello tecnico-ingegneristico.

L'ultimo segnale dalla Pathfinder è stato ricevuto il 7 Ottobre 1997 (Sol 93), probabilmente a causa dell'esaurimento delle batterie.

## LE PROSSIME MISSIONI SU MARTE



La Pathfinder vuole essere soltanto l'inizio di una nuova serie di missioni dedicate ad uno studio sistematico del pianeta rosso in vista di un futuro atterraggio umano.

Nel mese di Settembre è entrata in orbita intorno al pianeta la sonda Mars Global Surveyor della NASA, con lo scopo di ottenere una mappa del pianeta da un'orbita circolare molto bassa (400 Km). La Mars Surveyor contiene inoltre gli 8 strumenti andati perduti con la Mars Observer.

Nel 1998 dovrebbero poi seguire altre due missioni americane: un orbiter ed un lander.

Anche la Russia ha ulteriori progetti sul pianeta rosso con la missione "Mars Together", in collaborazione con la NASA. Tale

missione dovrebbe lasciare sul pianeta anche il rover Marsokhod.

La speranza è quella di vedere l'uomo su Marte entro i primi 50 anni del nuovo millennio.

## **BIBLIOGRAFIA**

- l'Astronomia* n°153 (p. 76)  
*l'Astronomia* n°171 (p. 4-5)  
*l'Astronomia* n°178 (p. 8-10, 75, 76)  
*l'Astronomia* n°180 (p. 76-77)  
*Il Cielo* n°12 (p. 35-52)  
*Nuovo Orione* n°64  
*Der Sternbote* 2/97  
*Der Sternbote* 8/97 (p. 153-156)

