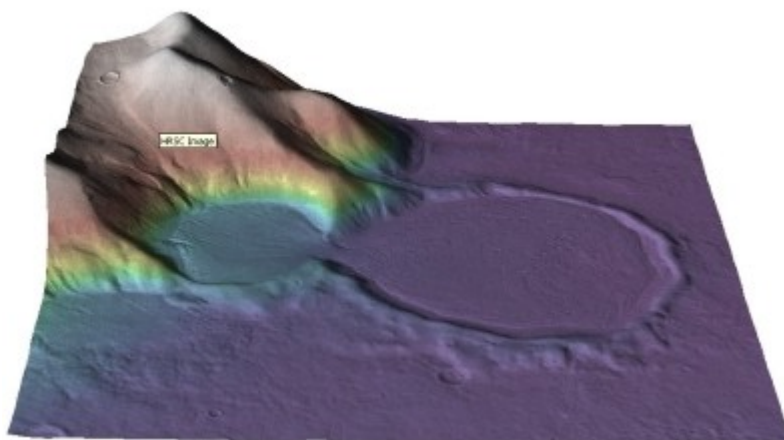


# Case study: Mars Emulation Environment

## APPLICAZIONE:

Plastico idoneo a verificare la validità o meno di alcuni algoritmi di calcolo per la discesa di un rover su una superficie simile a quella di Marte.



## COMMITTENTE:



Thales Alenia Space Italia S.p.A. Turin plant

**EMS Proto Snc**  
Strada Campagnola 77 10091 Alpignano (To) Italy tel +39 011 9780815 fax +39 011 9786998  
e-mail [info@emsproto.it](mailto:info@emsproto.it) [www.emsproto.it](http://www.emsproto.it)

## DESCRIZIONE REQUISITI

### Introduzione

Questo plastico serve per verificare la validità o meno di alcuni algoritmi di calcolo per la discesa di rover su una superficie simile a quella di Marte.

Il plastico perciò dovrà essere il più somigliante possibile all'ambiente di Marte, pertanto dovrà essere di colore rossiccio e di aspetto terroso.

Per consentire una migliore fruizione del plastico esso sarà composto da nove pannelli aventi dimensioni minime 300 x 300 mm. Sarà così possibile creare aree più o meno estese di dimensioni dipendenti dal numero di pannelli.

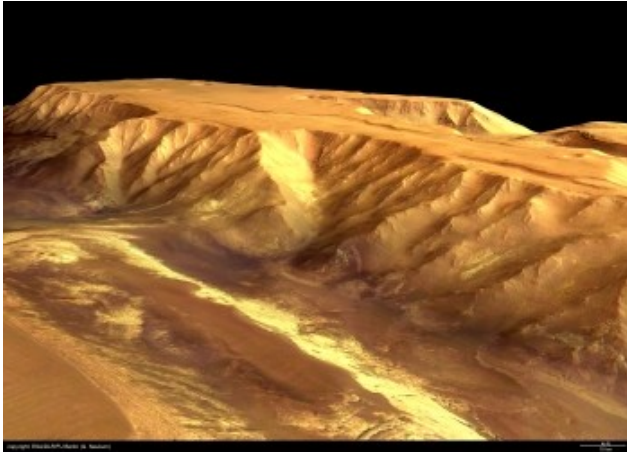
### **Questa modularità del plastico permette di creare scenari differenti utilizzando i medesimi pannelli**

Nell'ambito dell'attività di ricerca promossa internamente alla Thales Alenia Spazio si richiede la costruzione di un plastico in rilievo che simuli la superficie di Marte con una ottima approssimazione. Di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche relative alla realizzazione:

- 1) Il plastico in rilievo dovrà essere modulare
- 2) Esso dovrà essere composto da 9 moduli aventi ognuno dimensioni eguali all'altro di 300 mm x 300 mm
- 3) Dovrà essere possibile affiancare perfettamente ogni modulo. Non dovranno cioè esserci sfridi di lavorazione o altro materiale che non consentano un perfetto allineamento fra i moduli
- 4) La massima altezza di ogni modulo dovrà essere limitata a 150 mm
- 5) Lo spessore minimo di ogni modulo dovrà essere di 5 mm
- 6) Ogni modulo verrà realizzato mediante fotopolimerizzazione in resina acrilica
- 7) Ogni pannello verrà realizzato mediante file numerico in standard STL o simile
- 8) I files numerici relativi ad ogni modulo realizzato dovranno essere visionati dalla Thales Alenia Spazio per verificarne la congruità fra di loro e per apporre eventuali modifiche al modello 3D
- 9) La ditta esecutrice si impegna ad aiutare la Thales Alenia Spazio qualora, quest'ultima non riuscisse ad identificare il modello numerico corretto per la realizzazione di un modulo
- 10) I vari modelli numerici dovranno essere di tipo 2.5D. Non dovranno cioè presentare cavità rientranze, ma solo superfici isometriche sommabili
- 11) La precisione del modulo lungo l'asse x sarà migliore dello 0.1 mm rispetto al modello tridimensionale associato in formato STL
- 12) La precisione del modulo lungo l'asse y sarà migliore dello 0.1 mm rispetto al modello tridimensionale associato in formato STL
- 13) La precisione del modulo lungo l'asse z sarà migliore dello 0.1 mm rispetto al modello tridimensionale associato in formato STL
- 14) Ogni pannello verrà colorato con vernici acriliche. Il colore sarà in accordo alle foto indicate in annesso e il più verosimile alla superficie di Marte
- 15) La consegna dei vari pannelli avverrà entro un mese dalla verifica di congruità dei vari modelli matematici dei pannelli

## COME ABBIAMO PROCEDUTO

Il plastico realizzato in prototipazione rapida simula in nove mattonelle quadrate unite tra loro le morfologie di un terreno simile a quello marziano interessando alcune zone tipiche del pianeta quali le zone di Candor Chasma, Victoria Crater, Casey Valley, Lybia Montes.:



CANDOR CHASMA



VICTORIA CRATER



KASEY VALLEY



LYBIA MONTES

Lo scopo è testare il software di discesa necessario all'atterraggio in sicurezza di un rover sulla superficie marziana o di un vicino asteroide.

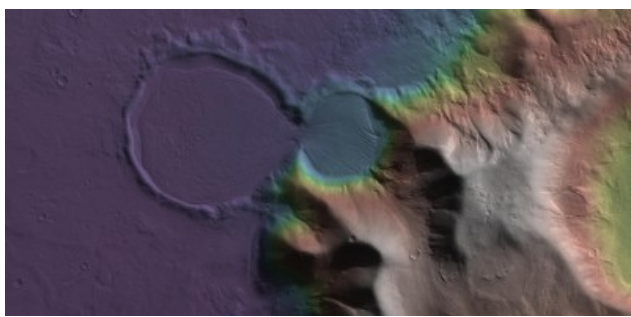
Il software elabora le immagini in fase di avvicinamento ricevute attraverso una telecamera ad alta risoluzione e discrimina tramite l'analisi morfologica del terreno (p.es pendenze critiche delle pareti di un cratere) la zona ottimale per la discesa.

## FASE 1 Creazione dei modelli matematici

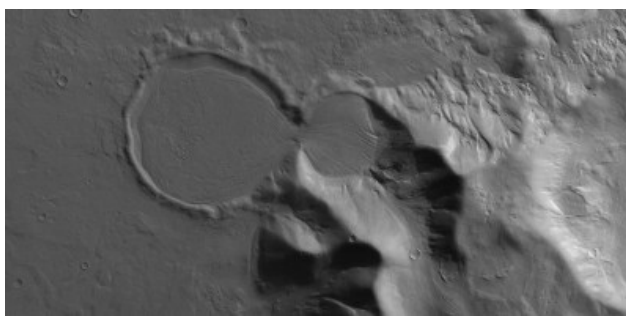
Per le zone tipiche sopracitate le matematiche necessarie sono state estrapolate da fotografie **HRSC** ( High resolution Stereo Camera) scattate dalla sonda Mars Express ricostruendo le superfici tramite nuvole di punti e sequenze “heightfield” a CAD ; le matematiche dei 5 pannelli rimanenti sono frutto invece di un particolare software denominato **PANGU** ( Planet and Asteroid Natural Scene Generation Utility) sviluppato dall'università di Dundee che genera immagini virtuali di terreni extraterrestri.

Le matematiche così ottenute sono state poi tradotte in formato STL per poter essere stampate tridimensionalmente in prototipazione rapida.

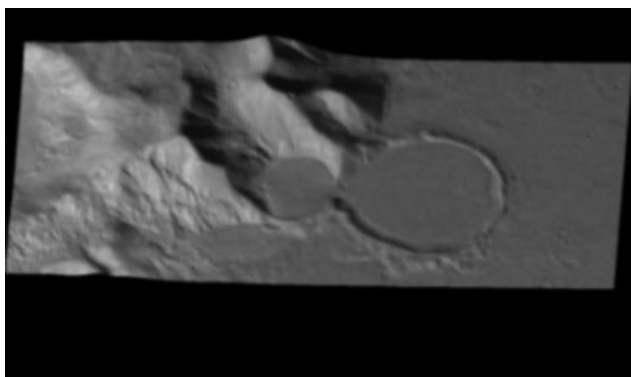
Il lavoro durato circa una settimana è stato sviluppato dal ns team in stretta collaborazione con **Andrea Ferrari**, giovane ingegnere aerospaziale, sotto la supervisione del responsabile del Controllo e Data Handling di Alenia Spazio Ing. **Piergiorgio Lanza**.



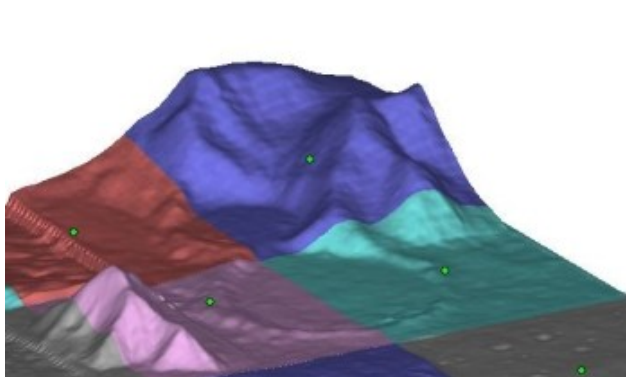
1) Fotografia HRSC



2) Conversione in toni di grigi



3) Estrapolazione modello matematico



4) Traduzione in formato STL

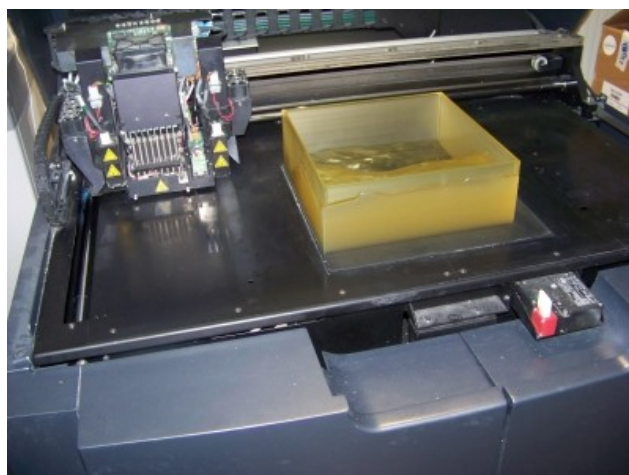
Una volta ottenuti i nove modelli matematici ed i relativi formati STL è stato simulato il posizionamento dei nove riquadri secondo le specifiche richieste.

Evidenziate alcune incongruenze nell'accoppiamento delle varie morfologie si è dovuto procedere ad una operazione di blend tra le superfici per ottenere un risultato il più omogeneo possibile, per ultimo sono stati effettuati gli spessoramenti cartella per conferire ai riquadri la giusta robustezza.

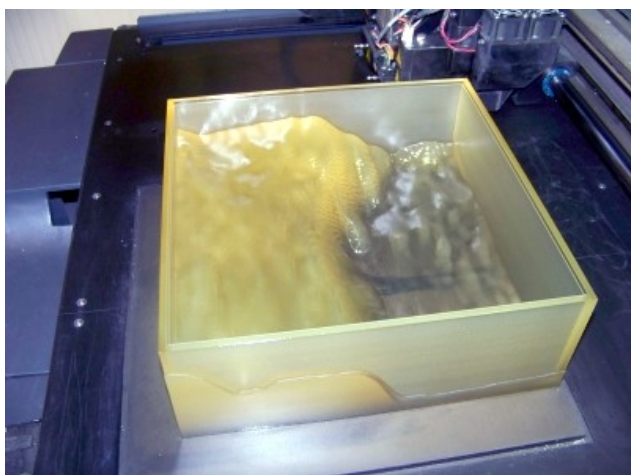


## FASE 2 Scelta della tecnologia

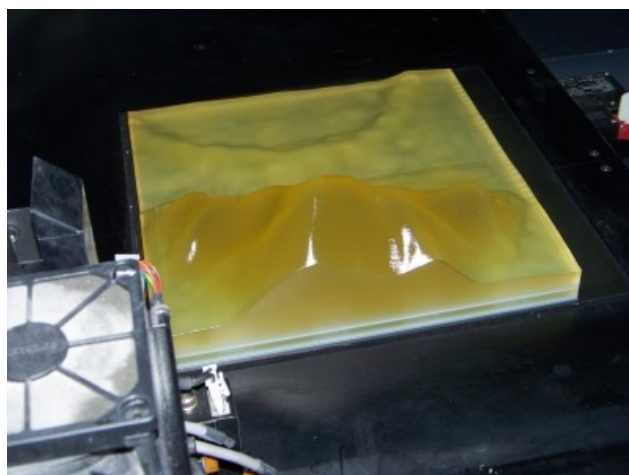
Abbiamo scelto la tecnologia additiva delle stampanti tridimensionali Objet , in questo caso una Eden 350V, per la grande precisione dei layer di costruzione, risoluzione in Z di 16 micron, nonché per la rapidità di esecuzione. Un modello realizzato in lavorazione CNC avrebbe richiesto interventi di ripresa con possibili alterazioni della geometria iniziale ed un allungamento dei tempi. La sinterizzazione è stata ugualmente scartata per motivi di fedeltà al modello (layer con risoluzione di 0,125 mm) e possibili problemi di finitura.



Eden 350v in azione



L'orientamento del modello in questo caso ruotato di 180° in asse Y è calcolato in funzione del consumo del materiale (supporto) e del tempo di esecuzione



In questo caso non è stato invece necessario modificare l'orientamento della mattonella (le superfici non presentavano significative profondità)













Un particolare pulito e pronto per la verniciatura



Dettaglio che esalta la risoluzione a 16 micron

In sintesi la scheda di lavorazione delle 9 mattonelle dove sono elencate le dimensioni singole, il consumo di materiale ed il tempo impiegato:

MARSEMULATION ENVIRONMENT									
DENOMINAZIONE	DIMENSIONI (mm.)	MODELLO gr.	SUPPORTO gr.	OREMACCHINA	DENOMINAZIONE	DIMENSIONI (mm.)	MODELLO gr.	SUPPORTO gr.	OREMACCHINA
	M1 300 X300 X 166	2023	4.178	27		M5 300 X300 X 72,8	1245	2518	10,5
	M2 300 X 300 X 84,2	1515	2883	16		M7 300 X300 X 33,1	346	1487	10
	M3 300 X 300 X 146,2	2815	6399	37		M8 300 X300 X 33,1	802	1020	9
	M4 300 X300 X 71,2	1183	2047	12		M9 300 X300 X 27,3	659	439	7,5
	M5 300 X300 X 109,1	1583	3240	18	 <p>I modelli sono stati realizzati con protagonista OBJET EDEN 360 V</p> <p>Parameters setting Material Mode Fulcrum T20 RGB</p>				

## FASE 3 Verniciatura ed assemblaggio

I modelli in resina fotopolimerica ( FullCure® 720) sono stati ripuliti e verniciati senza dover procedere con una applicazione di primer in poliesteri e relativa carteggiatura che avrebbero sicuramente compromesso la fedeltà di riproduzione



Test di assemblaggio, in basso al centro si intravede la depressione della Kasey Valley



Dettaglio dell'accoppiamento tra i vari riquadri. Grazie all'estrema precisione di stampa non si sono verificati particolari problemi.



Nei volumi interni cavi delle piastre sono stati colati supporti in resina poliuretanica per facilitarne la posa sul piano



Si procede alla verniciatura : colore " rosso Marte" !



Particolare verniciato



Particolari verniciati e pre assemblati (Kasey Valley e Victoria Crater)



## FASE 4 Assemblaggio finale



Posizionamento finale e applicazione del banner



Il plastico è pronto per essere trasportato al laboratorio di calcolo



## Come funziona



Un sistema di illuminazione realizzato con sorgenti LED (a luce fredda) riproducono il variare dell'intensità ed il colore della sorgente luminosa approssimando quella di Marte.

Il braccio del robot su cui è posta la telecamera simula l'avvicinamento della navicella.

Il software attualmente in fase di sviluppo è incaricato di riconoscere con elevata precisione la forma dei crateri e determinare in quale punto del pianeta si sta atterrando, una volta identificata la zona di atterraggio deve occuparsi di evitare pendenze superiori al 10-15% e discriminare la natura del terreno (roccia o ghiaccio) per permettere al *lander* di posarsi in sicurezza ed al *rover* una volta sbarcato di procedere senza intoppi.

Non ultimo la zona deve essere sufficientemente illuminata per poter ricaricare le batterie tramite celle solari



Si ringraziano per l'apporto tecnico e la disponibilità l'ing Piergiorgio Lanza della Thales Alenia Space e l'ing Andrea Ferrari con il quale abbiamo condiviso e superato le numerose problematiche che man mano si presentavano nella realizzazione dei modelli matematici.