

WE LOOK AFTER THE EARTH BEAT

L'Additive Manufacturing applicato alla Realizzazione di Elementi in Orbita (ISS) e a Strutture di Grandi Dimensioni

Marco Nebiolo – Thales Alenia Space
marco.nebiolo@thalesaleniaspace.com

13/09/2016

FABBRICA FUTURO TORINO - 21 SETTEMBRE 2016

OPEN

ThalesAlenia
A Thales / Finmeccanica Company Space

- L' applicazione in ambito Spazio per la tecnologia dell'Additive Manufacturing ha duplice valenza:



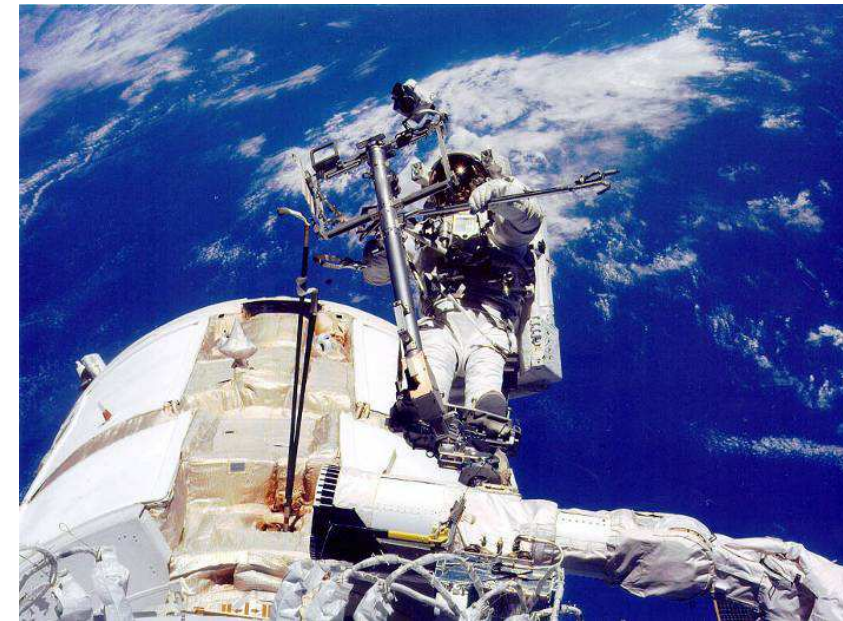
Produzione a Terra di componenti per uso in Spazio



Produzione in Orbita (ISS e Missioni di Esplorazione Future)

Applicazioni Spazio – Materiali & Processi Target

- **Materiali AM di interesse Spazio**
 - Polimeri ad alte prestazioni (e.g. ULTEM 9085)
 - Leghe di Ti (in particolare Ti6Al4V)
 - Leghe di Al (in particolare 6061 o AlSi7Mg0.6)
 - Acciai per componentistica fluidica (AISI 316L, etc.)
 - Leghe di Ni per alte temperature (Inconel 718)
- **Processi AM di interesse Spazio**
 - EBM (Electron Beam Melting)
 - DMLS (Direct Metal Laser Sintering)
 - FDM (Fused Deposition Modeling) su polimero ad alte prestazioni
 - Laser Cladding



OPEN

© 2015, Thales Alenia Space

Applicazioni Spazio – Produzione a Terra

- **Applicazione a componenti seriali e componenti di medie/grandi dimensioni**
- **Opportunità e Vantaggi**
 - Flessibilità nell'utilizzo di leghe metalliche e polimeri per applicazioni spazio
 - Ottimizzazione di massa dei pezzi (tramite percorsi di carico ottimizzati)
 - Abbattimento del quantitativo di materiale rispetto alla lavorazione sottrattiva
 - Abbattimento dei tempi di acquisizione del materiale grezzo (e.g. forgiati)
 - Possibilità di realizzare componenti di dimensioni in un ampio range dimensionale
 - Riduzione del numero di componenti che costituiscono un assieme grazie alla realizzazione di componenti monolitici
 - Eliminazione totale dei vincoli di forma legati alle lavorazioni tradizionali (sottosquadra, volumi interni cavi, zone non raggiungibili con lavorazione di fresa)

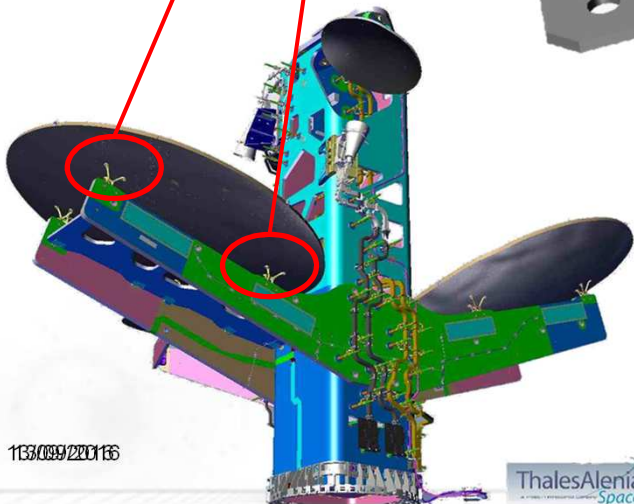
OPEN

Applicazioni Spazio – Produzione a Terra

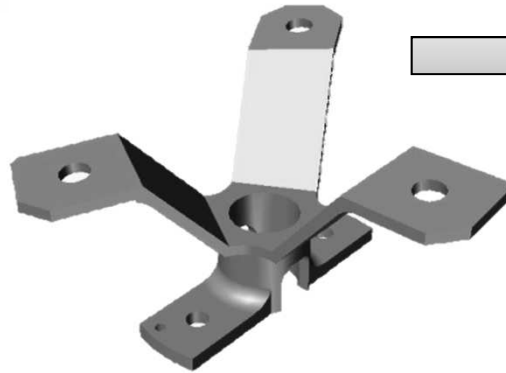
Primo caso di supporto strutturale per antenna: satellite ARABSAT 6B

Design per manufacturing sottrattivo

Design per Additive Manufacturing



Ri-design:
Riduzione Massa
20 %



Riduzione Costi
50 %



OPEN

163/099/220166

ThalesAlenia
Space

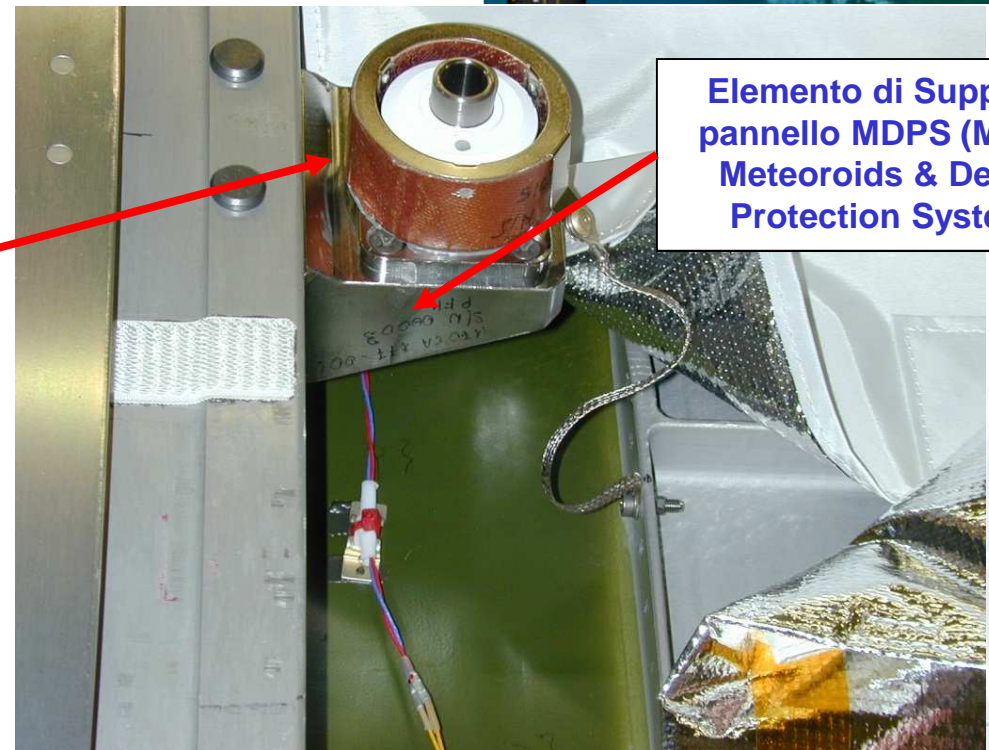
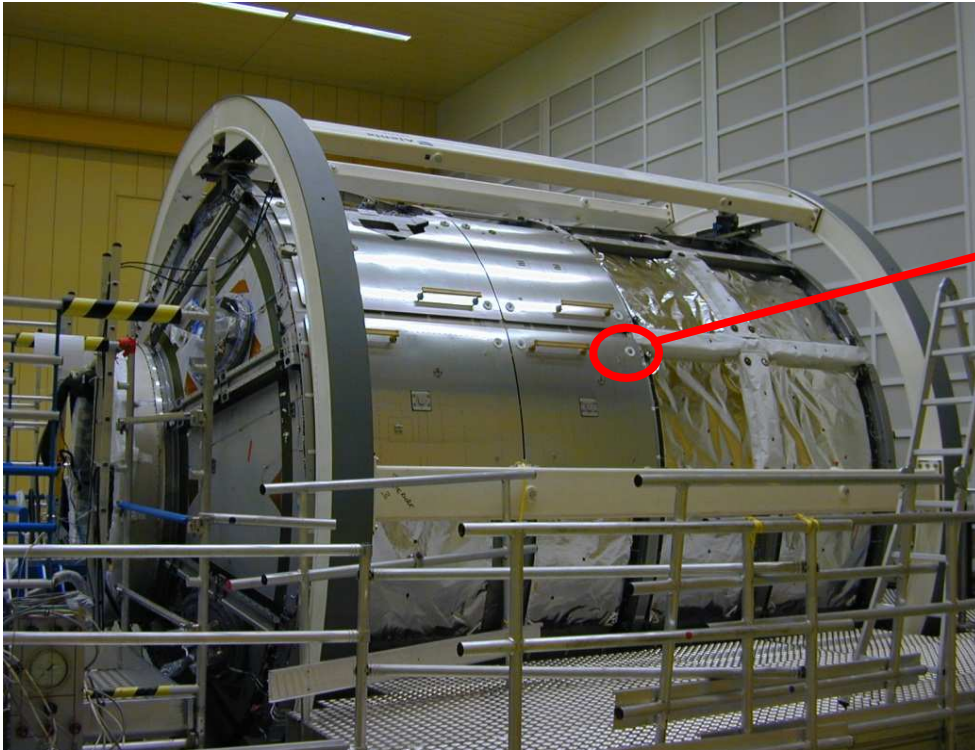
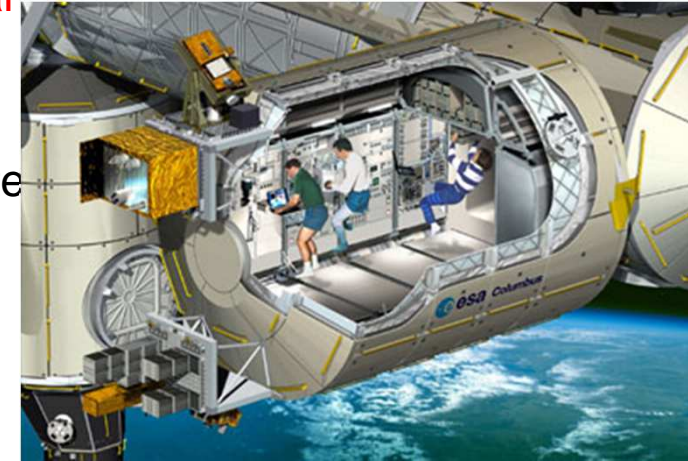
Ref.:

© 2015, Thales Alenia Space

ThalesAlenia
Space
A Thales / Finmeccanica Company

Applicazioni Spazio – Produzione a Terra (Metallo)

- Esempio: supporto seriale per pannelli MDPS (Micro-Meteoroids & Orbital Debris) in Moduli Spaziali Abitati
 - Valutazione topologica partendo dal design originale del componente
 - Valutazione dei processi EBM e DMLS
 - Realizzazione del componente sia con tecnica EBM che DMLS per confronto prestazioni su componente
 - Validazione del componente con test meccanici in configurazione



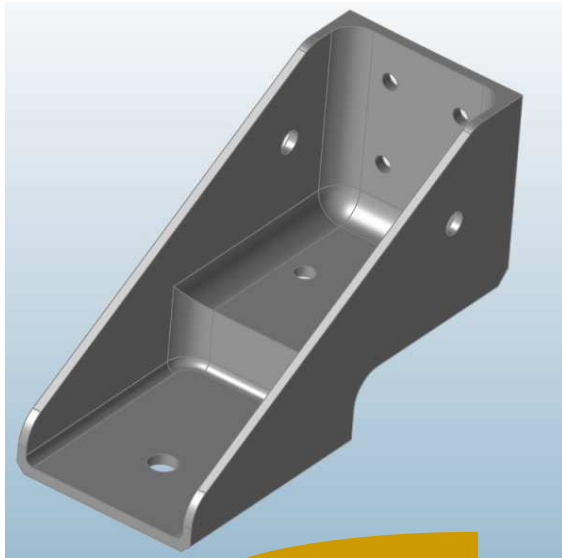
Elemento di Supporto pannello MDPS (Micro-Meteoroids & Debris Protection System)

OPEN

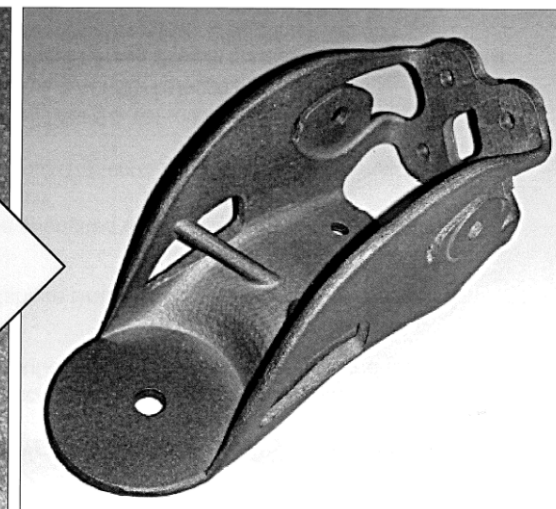
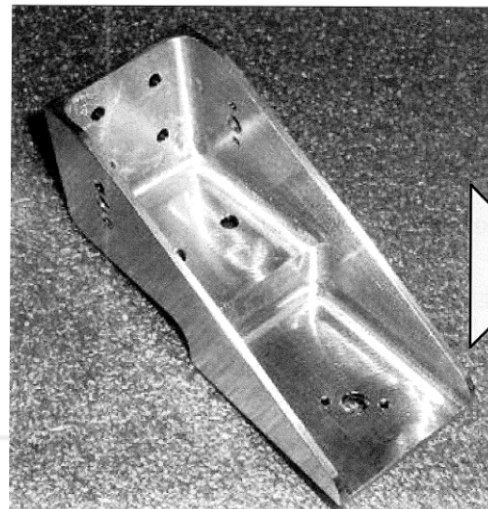
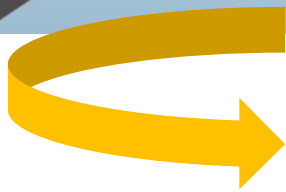
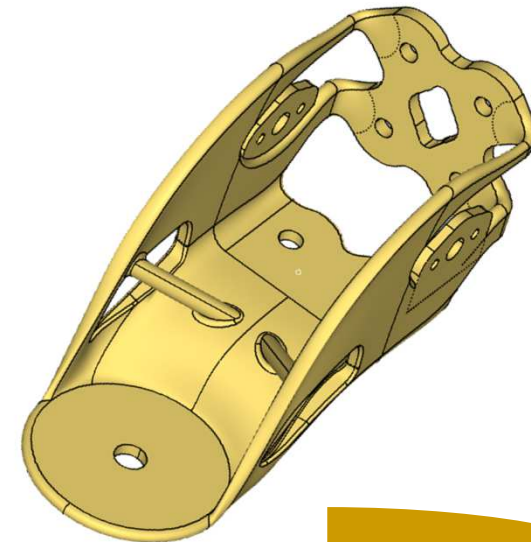
Applicazioni Spazio - Produzione a Terra (Metallo)

▪ **Design Originale Lega Ti-6Al-4V per lavorazione di macchina**

▪ **Design dopo ottimizzazione topologica per lavorazione di macchina (in collaborazione con ALTAIR)**



Risparmio di massa:
maggiore del
20%



Applicazioni Spazio – Produzione a Terra (Metallo & DMLS)

- 2 processi finora investigati da TAS-I per la realizzazione di componenti in Ti6Al4V con relativi test preliminari su materiale base: **DMLS e EBM**
- Processo DMLS (Direct Metal Laser Sintering) su lega Ti6Al4V**
- Esempio di campioni per prove di trazione (tecnologia DMLS) :**

Cilindri grezzi



Campioni per trazione



Tipo di Rottura: fragile



- La tecnica DMLS ha evidenziato rottura fragile anche dopo trattamento termico per distensione delle tensioni residue:**
 - Allungamento a rottura sotto il minimo da specifica (rif. AMS 4928 per piastre in Ti6Al4V) del 25 %
 - Resistenza a rottura superiore del 33 % rispetto al minimo da specifica

OPEN

© 2015, Thales Alenia Space

Applicazioni Spazio – Produzione a Terra (Metallo & EBM)

- **Processo EBM (Electron Beam Melting) su lega Ti6Al4V**

- **Esempio di campioni per prove di trazione (tecnologia EBM) :**

Cilindri grezzi

Campioni per trazione

Tipo di Rottura: duttile

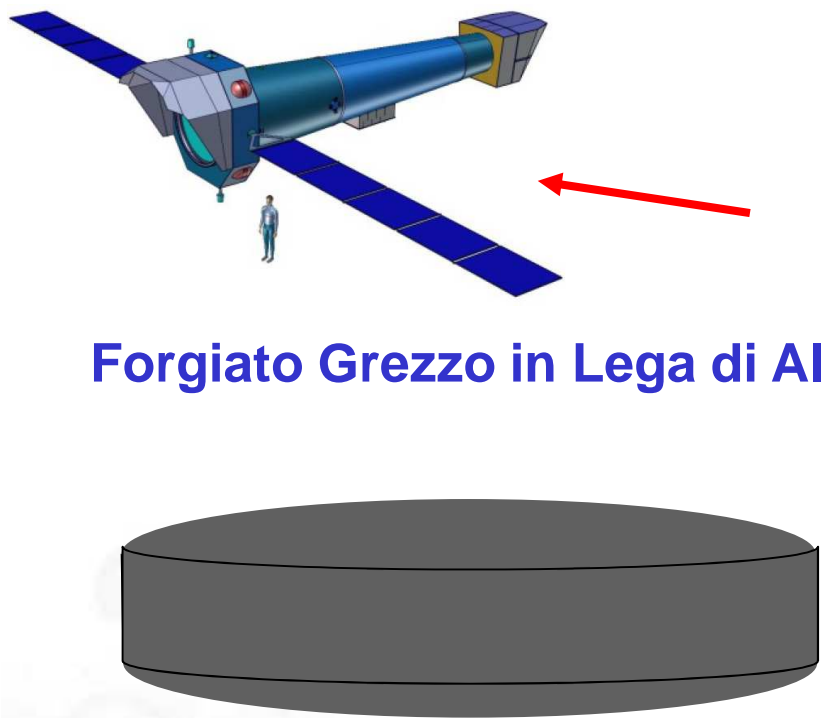


- **La tecnica EBM ha evidenziato rottura duttile senza bisogno di trattamento termico per distensione delle tensioni residue:**
 - Allungamento a rottura superiore al minimo da specifica (rif. AMS 4928 per piastre in Ti6Al4V) del 40% e oltre
 - Resistenza a rottura superiore del 10 % rispetto al minimo da specifica
- **L'EBM evidenzia minore fragilità del materiale a fronte di prestazioni meccaniche ridotte rispetto al DMLS**

OPEN

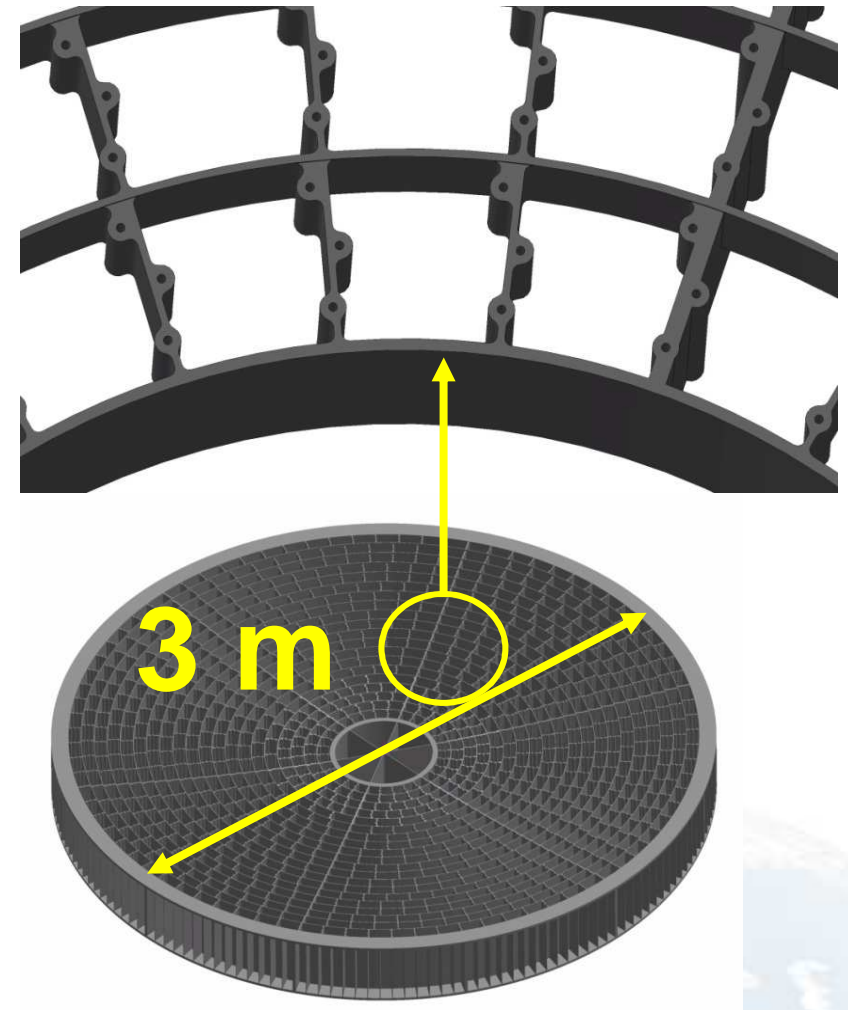
© 2015, Thales Alenia Space

- **Nell'iniziativa Fabbrica Intelligente della Regione Piemonte si prevede di fare prototipazione di Strutture di Grandi Dimensioni**
- **Esempio - Sostituzione di Forgiati in Ti**



ATHENA X-
Rays
Telescope
(ESA)
Es. LEGA Ti

MANUFACTURING
SOTTRATTIVO



- **L'AM è oggetto di un TRP (Technology Research Program) dell'ESA**

OPEN

Applicazioni Spazio – Produzione a Terra (La Sfida per Strutture di Grandi Dimensioni)

■ Esempio - Sostituzione di Forgiati in lega di Al e Ti:

- Riduzione dei costi di sviluppo e qualifica dei forgiati
- Drastico risparmio di materiale
- Drastica riduzione dei tempi di acquisto
- Limiti dimensionali imposti dagli attuali impianti AM europei

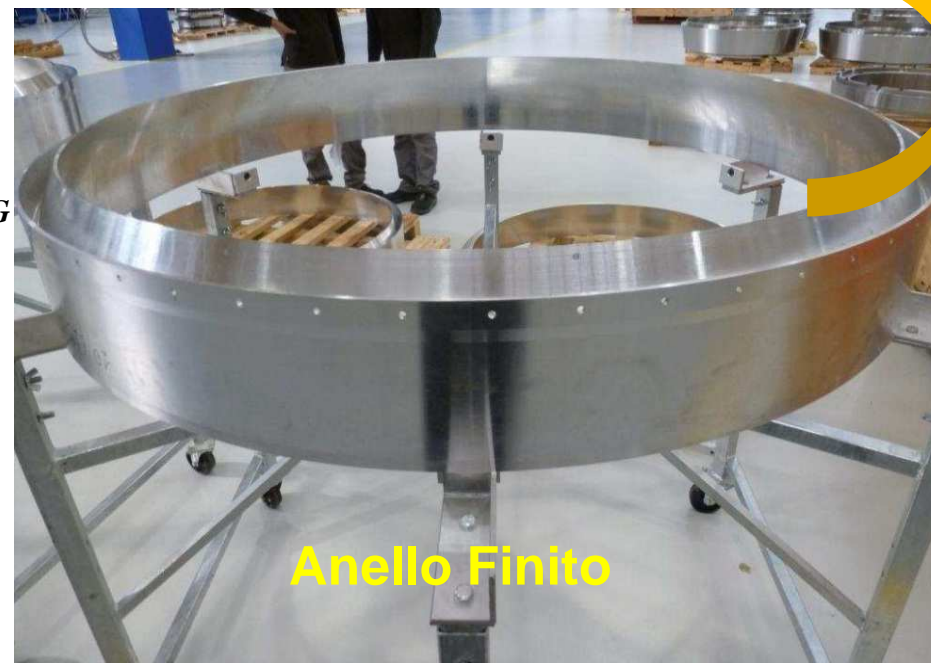


Esempio LEGA Al

Forgiato Grezzo in Lega di Al



MANUFACTURING
SOTTRATTIVO



Anello Finito

- L'AM può candidarsi come processo per la realizzazione di anelli di grandi dimensioni

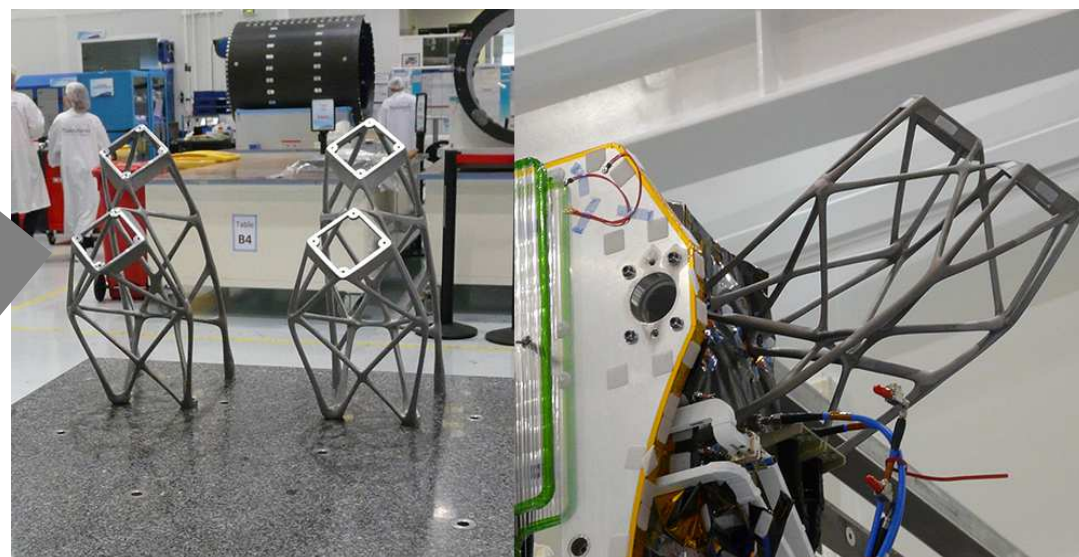
OPEN

© 2015, Thales Alenia Space

- **Esempio - Supporto in lega di Al AlSi7Mg (Thales Alenia Space – France con Poly-Shape SAS partner e macchina Concept Laser)**



Satellite KoreaSat

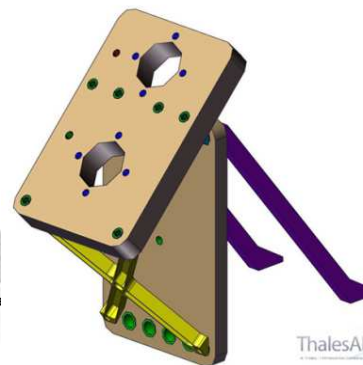


**Supporto per antenna in orbita nel 2017:
componente più grande finora realizzato con
laser e letto di polveri,
volume: 447 x 204.5 x 391 mm³ – peso 1.13 kg**



**Stampanti Concept Laser 3D in
Poly-Shape SAS**

**Riduzione 22% massa e
30 % costi rispetto al
design originale**



OPEN

© 2015, Thales Alenia Spa

ThalesAlenia
Space

ThalesAlenia
Space

Applicazioni Spazio - Fase Costruttiva a Terra (Polimeri)

- **TAS-I, per conto dell'ESA, ha progettato e sviluppato una nuova cassetta utensili per il modulo Columbus della ISS**
 - Considerando le indicazioni degli utilizzatori finali / gli astronauti (per strumenti visibili a prima vista)
 - "Ripensare" il progetto partendo anche dalla esperienza operativa maturata in un ambiente di microgravità.
- **Il processo Additive per la produzione della nuova cassetta, sulla ISS dal 2013 e attualmente in uso, è l'FDM (Fused Deposition Modeling).**
- **Luca Parmitano ha installato la cassetta utensili a bordo e ne ha mostrato la fruibilità nel corso di una teleconferenza nel luglio 2013.**

20



Applicazioni Spazio - Fase Costruttiva a Terra (Polimeri)

14

- ULTEM 9085 è il polimero ad alte prestazioni utilizzato per la produzione di tutti i componenti (a parte le cerniere) della TOOLBOX, compresi:
 - **5 diverse tipologie di fissaggio utensili:** concetti ottimizzati per ogni taglia di utensile e qualificati con 3000 cicli di inserimento / estrazione.

21



■ Principali Sfide Tecnologiche e Qualità

- Raggiungere le prestazioni meccaniche del materiale base e del componente finale
- Raggiungere le tolleranze finali del pezzo
- Minimizzare rilavorazioni post-AM per interfacce locali del componente
- Identificare i difetti tipici e mettere i metodi NDI e di indagine metallografica
- Finitura superficiale (rugosità legata al tipo di applicazione)
- Scelta di processi che minimizzavano la necessità di trattamento di distensione termica (stress residui indotti da processo)
- Corretta attuazione del pattern di deposizione
- Processo di qualifica legato alla macchina, alle qualità delle polveri, al set-up dei parametri di processo, etc.

Applicazioni Spazio – Produzione in Orbita

- **L'Additive Manufacturing legato alla realizzazione di componenti per**
- **Nel breve-medio termine**
 - Soluzione di problemi di emergenza legati a rotture di componenti (evitare problemi come in Apollo 13: costruzione di un adattatore per filtri della CO2 con materiali di emergenza)
 - Evitare di avere troppa ricambistica a bordo (massa) con un approccio just-in-time
- **Nel lungo-medio termine**
 - Costruzione di infrastrutture per avamposti di su Luna e Marte



Adattatore Apollo 13



La gamma di componenti e materiali comprende anche in questo caso polimeri e leghe metalliche

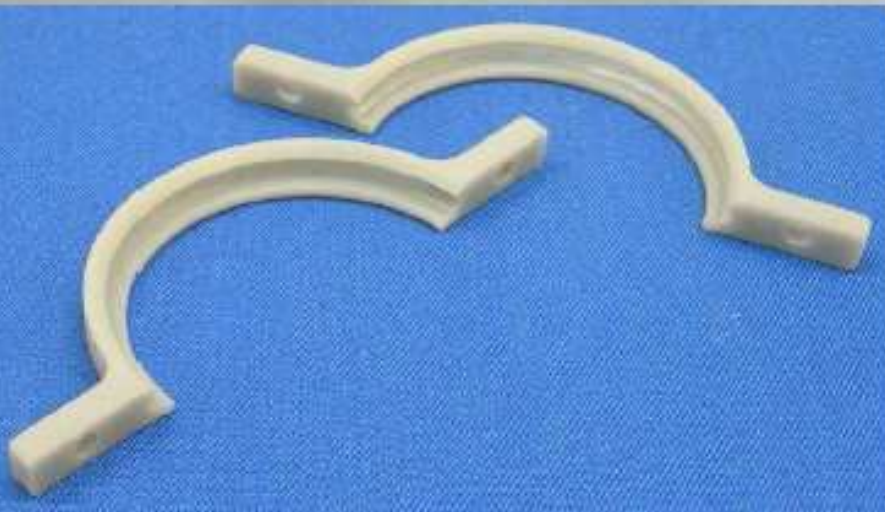
OPEN

© 2015, Thales Alenia Space

ThalesAlenia
Space
A THALES / FINMECCANICA COMPANY



Possibili componenti per
produzione in Orbita



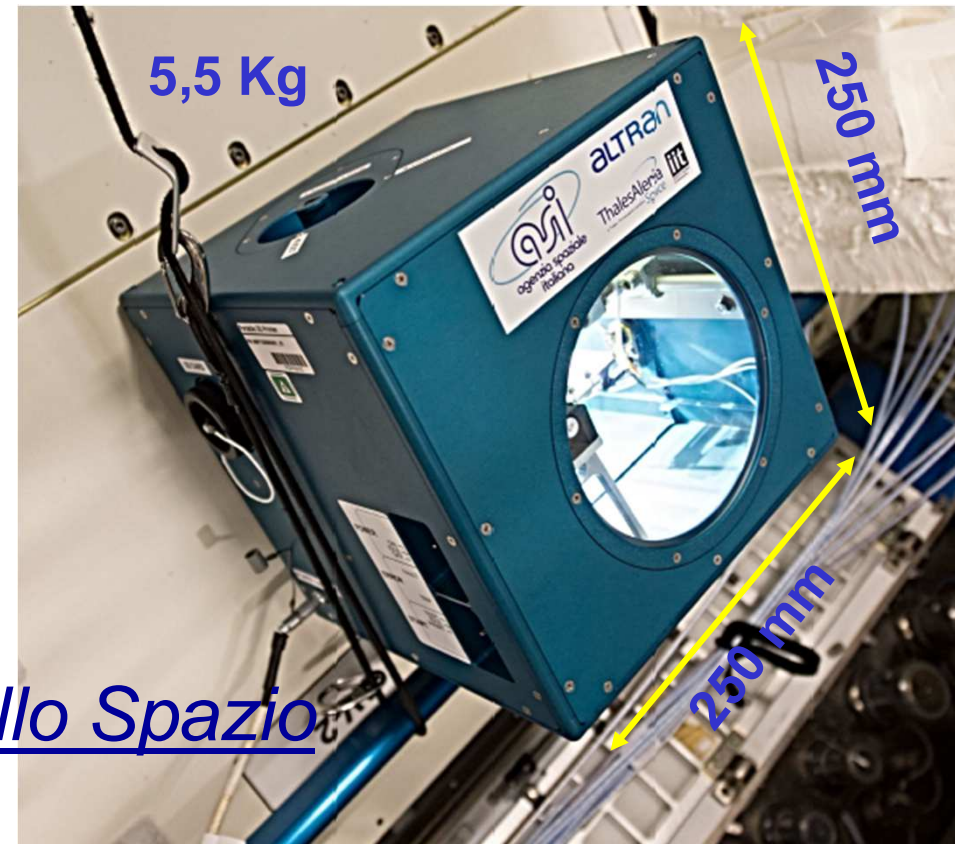
Stampante POP-3D (Portable On-Board Printer-3D)

- Progetto ASI (Agenzia Spaziale Italiana)
- Attività svolta da:



- Portata in orbita da del 6 Dicembre 2015
- Riportata a Terra con SPX-8 su 11 maggio 2016

Prima Stampante ALM Europea nello Spazio



- La stampante portatile On Board 3D è stata dedicata a valutare la capacità di AM in condizioni di microgravità a bordo della ISS

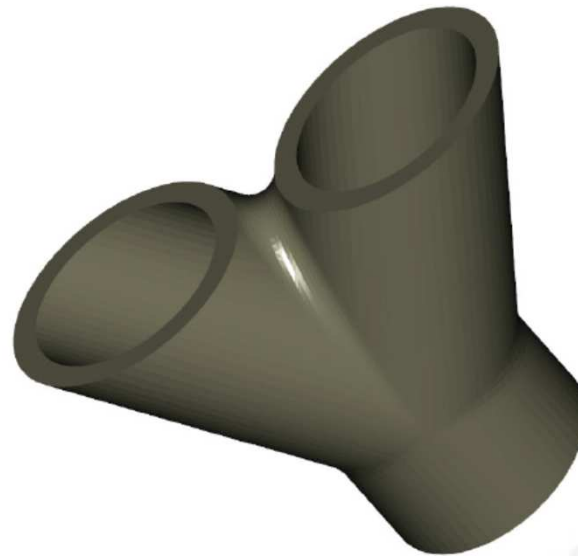
OPEN

© 2015, Thales Alenia Space

ThalesAlenia
Space
A Thales / Finmeccanica Company

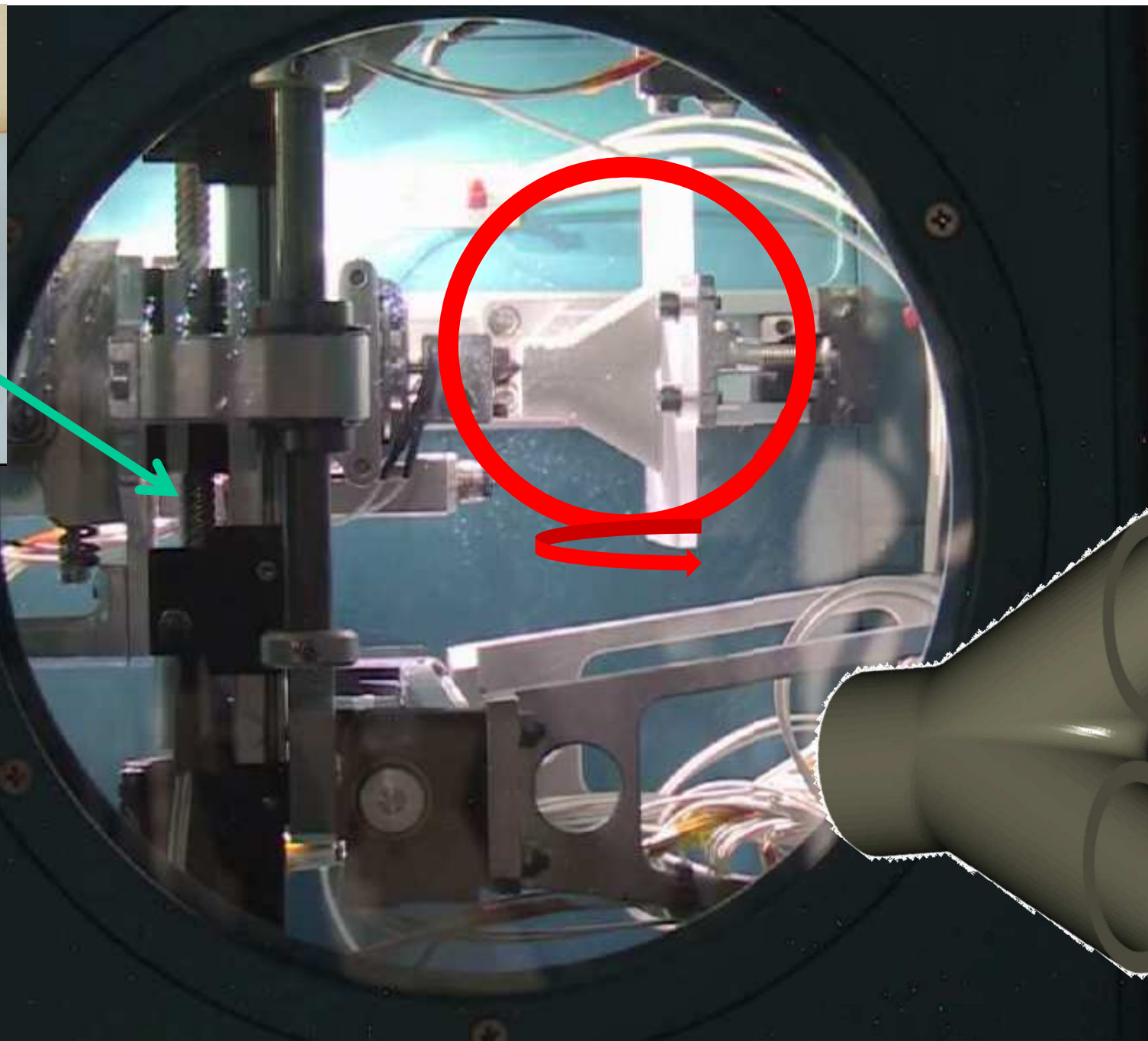
Stampante POP-3D (Portable On-Board Printer-3D)

- La POP3D implementa il processo di Fused Deposition Modeling (FDM) per la fabbricazione di componenti polimerici
- FDM è un AM processo a filo compatibile con ambiente micro-g
- Il processo FDM utilizzato nella stampante portatile On Board 3D consiste nella fusione, estrusione e solidificazione della resina acido polilattico (PLA) polimero termoplastico
- La parte fabbricata in orbita è un raccordo fluidico a Y



**Raccordo
Fluidico a Y**

Stampante POP-3D in azione



Il Futuro - Stampa 3D con suolo Lunare e Marziano

- TAS-I è in contatto con D-SHAPE per studiare tecnologie di stampa 3D utilizzando simulanti della regolite di Marte o Luna.



D-SHAPE, insieme a Foster + Partners ed altri, stanno lavorando con ESA per verificare la fattibilità di stampa 3D utilizzando suolo lunare.

- La stampa 3D offre un potenziale strumento per facilitare l'insediamento di avamposti con un ridotto supporto logistico da Terra
- Le nuove possibilità che questo lavoro apre possono quindi essere considerate dalle agenzie spaziali internazionali come parte dello sviluppo attuale di una strategia comune per esplorazione



Grazie per l'attenzione !!

Bridge the gap!



OPEN

© 2015, Thales Alenia Space