



Le facilities per osservare dallo spazio

I punti di osservazione sulla Terra offrono un orizzonte molto limitato rispetto allo spazio che ci circonda e l'atmosfera terrestre costituisce un filtro che degrada la precisione delle osservazioni indipendentemente dalla qualità degli strumenti utilizzati.

Si definiscono missioni spaziali, tutte quelle missioni effettuate "fuori" dall'atmosfera terrestre (a partire da circa 4 mb).

Si possono effettuare missioni spaziali su:

1. Palloni stratosferici
2. Razzi
3. Satelliti
4. Stazioni extra-terrestri

1. I palloni stratosferici

I Palloni Stratosferici possono tenere un payload sospeso a circa 40 Km di altezza (3.8-4 mb) per un periodo che va da 2 giorni a 2 mesi. I payload agganciati ai palloni lavorano con un rapporto segnale/rumore molto vicino a quello che si raggiunge sui satelliti.



Un esperimento su pallone:

- ha tempi e costi di realizzazione molto ridotti rispetto agli esperimenti su satellite (perché non va qualificato per il lancio)
- può essere gestito direttamente dagli sperimentatori
- può essere utilizzato più di una volta
- può essere modificato/implementato/migliorato fino a prima del lancio
- "vede" necessariamente solo una porzione di cielo
- utilizza tempi di misurazione ridotti
- può essere lanciato solo da determinati siti

I palloni stratosferici sfruttano le correnti di alta quota e sollevano dei carichi molto pesanti ed ingombranti (3/5 Kg su 1 o 2 m cubi) quindi possono essere lanciati solo in zone di particolare stabilità dei flussi atmosferici e su zone disabitate o sul mare (per ragioni di sicurezza).

La NASA, il CNES e l'ASI da anni lavorano sui progetti per palloni stratosferici raffinando sia le tecniche di lancio che le apparecchiature utilizzate e sono oggi in grado di fornire una altissima affidabilità sul successo delle missioni.

I siti di lancio più importanti sono:

- in Antartide e alle isole Svalbard (per i voli di lunga durata)
- in Texas , in Brasile, in Australia ed in Italia (per i voli di breve e media durata).

Uno degli esperimenti di astrofisica più importanti su pallone è stato realizzato, tra il 29 dicembre 2001 e l'8 gennaio 2002, dalla Università di Roma (P.I. Prof. P. de Bernardis) che, con il supporto della National Scientific Balloon Facility (NSBF) della NASA, ha lanciato l'esperimento Boomerang.

Boomerang ha sorvolato l'Antartide con un volo di 12 giorni ottenendo misure di altissima precisione sulla radiazione di fondo cosmico e migliorando le informazioni ottenute con i satelliti COBE e MAP.



2. I razzi

Gli esperimenti su razzo sono stati i primi ad esplorare le regioni fuori dalla Terra. Oggi con l'avvento delle nuove tecnologie e con le maggiori capacità di costruire satelliti a basso costo sono sempre meno utilizzati (ancora molto utilizzati in oriente, soprattutto dai giapponesi).



Un esperimento su razzo:



1. ha tempi e costi di realizzazione ridotti rispetto a un satellite ma superiori a quelli dei palloni
2. permette di uscire completamente dall'area di influenza della Terra
3. permette di fare un' orbita di qualche minuto fuori dalla Terra e quindi una survey completa del cielo
5. coinvolge strutture industriali (lancio, qualifica e segmento di terra)
6. non permette il recupero degli strumenti utilizzati

3. I satelliti

I satelliti sono il mezzo più utilizzato per esplorare lo spazio. Si classificano per peso e dimensioni dando luogo a missioni di portata ed importanza molto diverse (da qualche kg nel caso dei nano-satelliti a centinaia di kg per le missioni più impegnative).

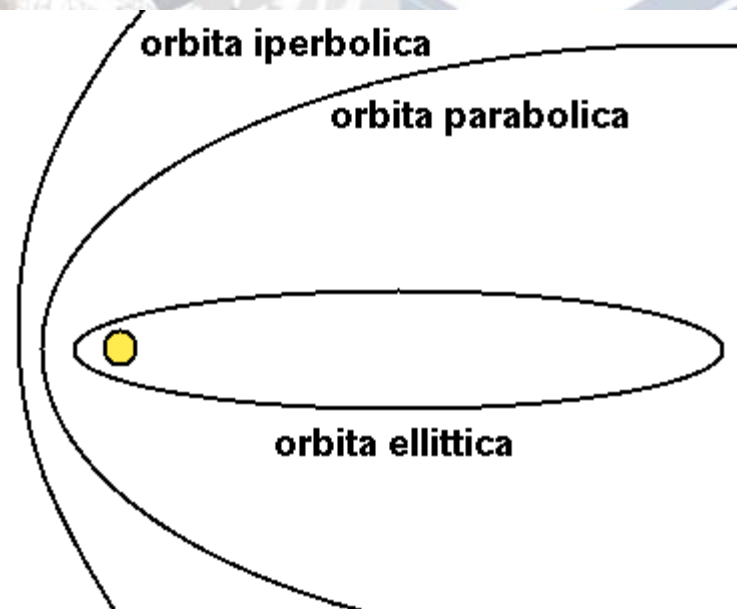
Le missioni si dividono in:

- orbite intorno alla Terra (polari, equatoriali, geostazionarie) >>> **SAX**
- orbite in punti precisi e significativi dello spazio (es. punti lagrangiani) >>> **PLANCK**
- orbite aperte per l'esplorazione del sistema solare >>> **Voyager, Cassini- Huygens**

In astronomia, un' **orbita** è la traiettoria di un corpo celeste, di un satellite artificiale o di un veicolo spaziale, nello spazio, dove in genere è presente il campo gravitazionale generato da un altro corpo celeste.

In principio, imprimendo ad un satellite un'opportuna velocità, è possibile ottenere qualunque orbita e raggiungere qualunque punto nello spazio. In pratica ogni satellite viene portato nell'orbita migliore per portare a termine la sua missione ottimizzando il consumo di carburante e i tempi di percorrenza.

In base all'**energia** posseduta dal corpo le orbite possono essere chiuse e periodiche oppure aperte e non periodiche, in quest'ultimo caso si parla più propriamente di traiettorie.



Orbita ellittica: l'orbita è chiusa ed è un'ellisse se l'energia totale E del corpo è minore di zero (ovvero se l'energia cinetica è minore dell'energia potenziale). Sono ellittiche le orbite dei pianeti del sistema solare e di tutti i loro satelliti.

Traiettoria iperbolica: l'orbita è aperta ed è un'iperbole se l'energia totale E del corpo è maggiore di zero (ovvero se l'energia cinetica è maggiore dell'energia potenziale). Sono iperboliche le orbite delle sonde spaziali inviate al di fuori del sistema solare.

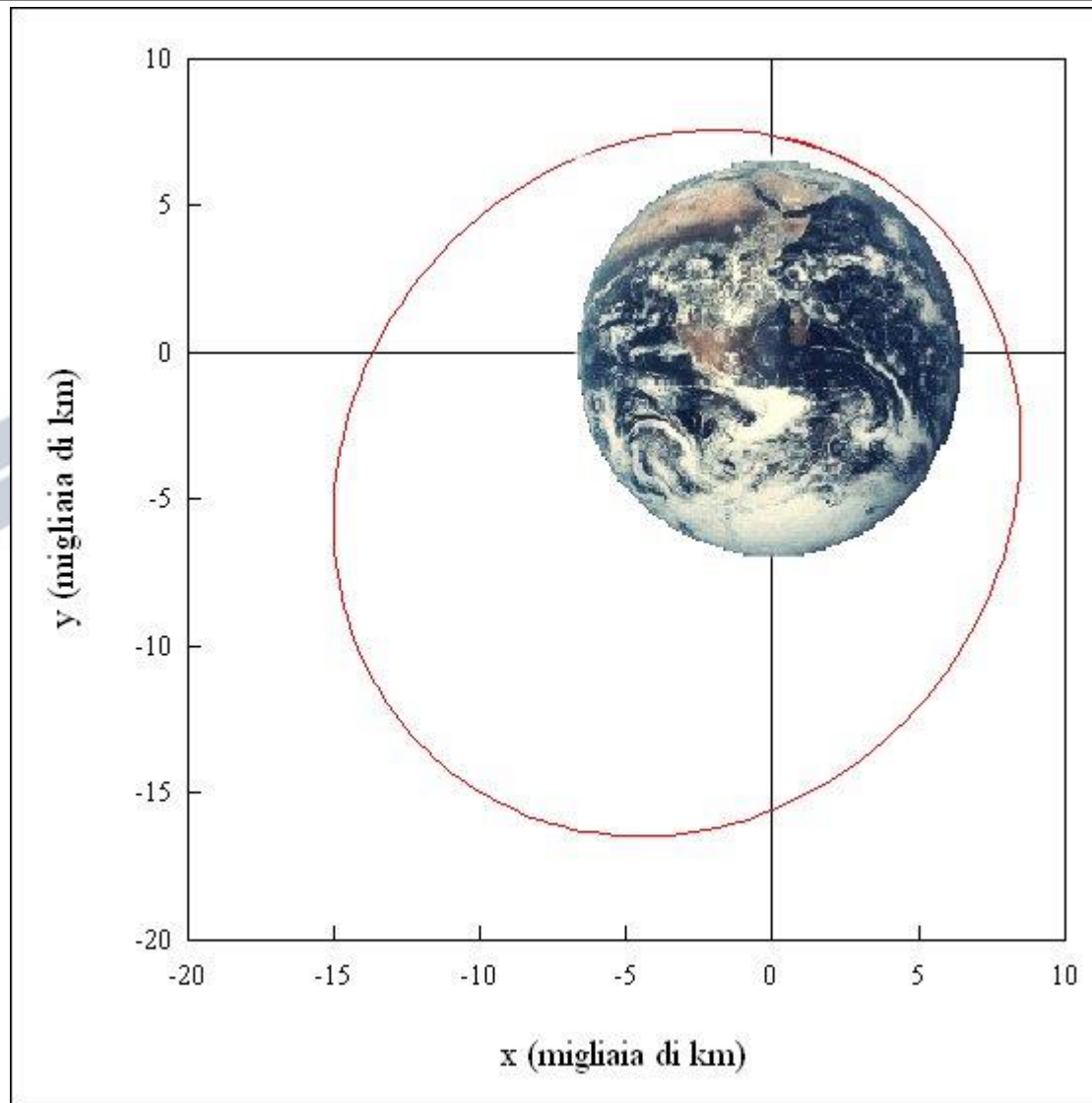
Traiettoria parabolica: da un punto di vista teorico se $E=0$, l'orbita risulterà una parabola; tale orbita rappresenta l'elemento di separazione tra la famiglia di orbite chiuse e di orbite aperte.

In base all'**inclinazione**, un' orbita può essere:

- equatoriale: se l'inclinazione è circa zero (ad esempio tutte le orbite geostazionarie)
- polare: se l'inclinazione è quasi uguale a 90°
- eclittica: se l'inclinazione dell'orbita coincide con l'eclittica del pianeta

In base all'**altitudine** si parla di:

- Low Earth Orbit, nel caso di orbite comprese tra 400 e 600 Km
- Medium Earth Orbit: nel caso di orbite comprese tra 600 e 30000 Km
- High Earth Orbit, nel caso di orbite sopra i 30.000 Km



Orbita ellittica intorno alla terra con perigeo a 630 km e apogeo a 11650 km dalla superficie terrestre

3. I satelliti

I satelliti sono il mezzo più utilizzato per esplorare lo spazio. Si classificano per peso e dimensioni dando luogo a missioni di portata ed importanza molto diverse (da qualche kg nel caso dei nano-satelliti a centinaia di kg per le missioni più impegnative).

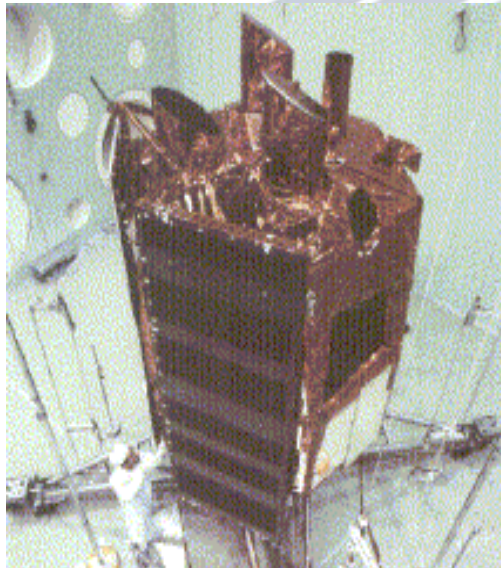
Le missioni si dividono in:

- orbite intorno alla Terra (polari, equatoriali, geostazionarie) >>> **SAX**
- orbite in punti precisi e significativi dello spazio (es. punti lagrangiani) >>> **PLANCK**
- orbite aperte per l'esplorazione del sistema solare >>> **Voyager, Cassini- Huygens**

Beppo-SAX

Il satellite Beppo-SAX (satellite per astronomia X) , con un orbita equatoriale a 600 km di altezza, è una missione italiana (ASI, CNR) che ha osservato , dal 1996 al 2002, il cielo nelle frequenze 1-300 KeV.

Progettato per studiare le sorgenti astrofisiche con alta energia come le stelle a neutroni, i NGA, gli ammassi, le Supernovae Remnants, le pulsar, ecc ., il satellite Beppo-SAX ha fornito le mappe ed i cataloghi più aggiornati del cielo X ed è stato insignito del premio Bruno Rossi per la misurazione e la caratterizzazione dei Gamma Ray Bursts.



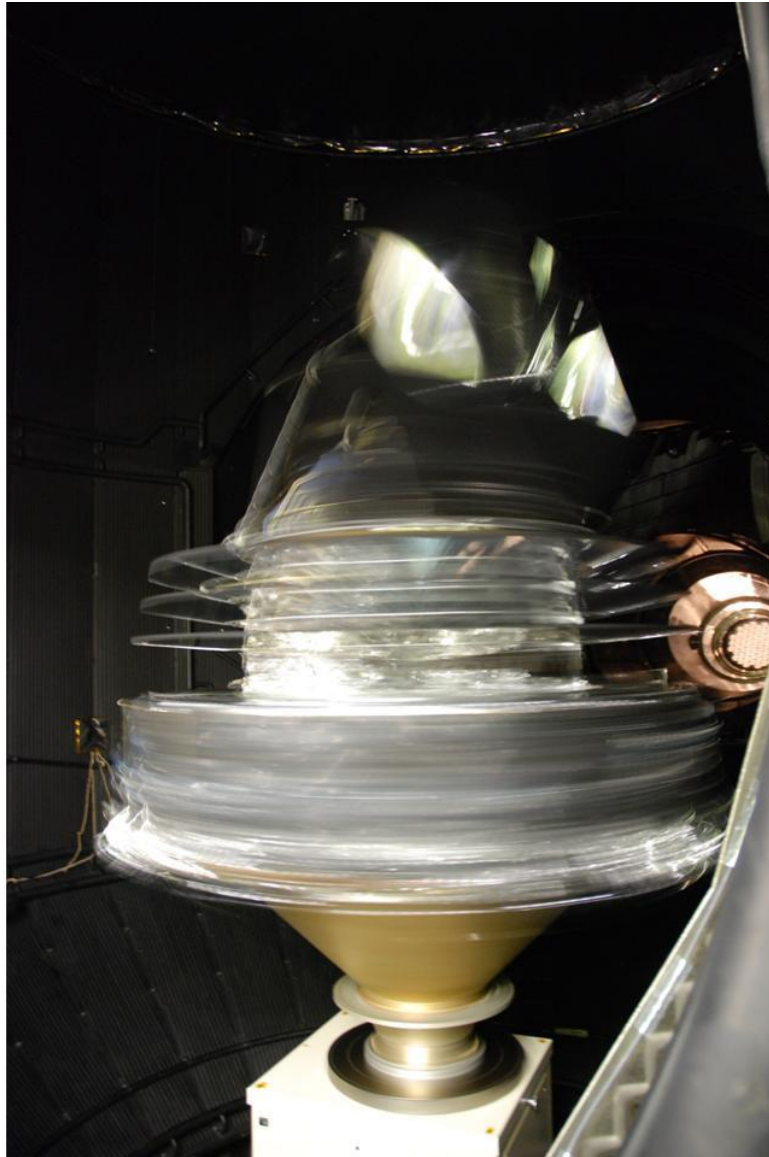
Planck

PLANCK una missione ESA di cosmologia (lontano IR e submm) di terza generazione, dopo le missioni COBE e MAP, dedicata allo studio della radiazione di fondo cosmico (CMB) che è partita nel 2007.

A differenza dei suoi predecessori, PLANCK ottimizzerà il rapporto segnale/rumore, fondamentale per la misurazione della CMB, grazie all'introduzione di:

- un sistema criogenico che permetterà ai rivelatori di lavorare a bassissime T (da 1.6 a 4 K)
- un'orbita in L2 per annullare gli effetti sistematici dovuti alla radiazione termica e radioattiva terrestre
- un set di rivelatori di ultima generazione che, oltre ad avere una elevata sensibilità, un rapporto S/N molto basso ed un minima heat dissipation interna, hanno tempi di risposta abbastanza veloci da permettere di rivisitare più volte la stessa regione di cielo in un arco di tempo molto breve e quindi di eliminare tutti gli effetti sistematici





Cassini-Huygens

A valle delle osservazioni fatte agli inizi degli anni '80 dalla sonda Voyager1, NASA ed ESA decisero di studiare l'atmosfera di Titano, il più grande satellite di Saturno, perché molto simile alla nostra (in particolare a quella che troviamo in Antartide).

Lo scopo della missione Cassini è quella di studiare Saturno ed i suoi anelli, orbitando intorno al pianeta per 4 anni, e rilasciare la sonda Huygens su Titano, per studiare i dettagli della sua atmosfera.

Il satellite Cassini-Huygens (NASA, ESA ed ASI) è stato lanciato il 15 ottobre del 1997, ha raggiunto l'orbita di Saturno il 1 luglio 2004 e la sua sonda è stata programmata per scendere su Titano il 14 gennaio 2005.



4. Stazioni extra-terrestri

Dagli anni '50 si è cominciata a studiare la possibilità di utilizzare basi extra-terrestri (su Marte o sulla Luna) o strutture orbitanti intorno alla Terra (Stazione Spaziale) per osservazioni dallo spazio.

I progetti per arrivare nello spazio hanno attraversato una lunga fase pionieristica:

1957 - Lancio del primo satellite (Sputnik)

1961 - Primo uomo nello spazio (Y. Gagarin)

1965 - Primo satellite commerciale (Early Bird)

1986 - Lancio del primo modulo della MIR

1998 - Lancio del primo modulo della Stazione Spaziale Internazionale (Nodo 1)

La Stazione Spaziale Internazionale (ISS) è tuttora in orbita ed ospita esperimenti di diversa natura:

- Biologia
- Fisica
- Medicina
- Tecnologie avanzate



La Stazione Spaziale Internazionale (I.S.S.) fotografata dallo Shuttle

La Stazione Spaziale Internazionale (ISS) costituisce il più importante ed ambizioso programma di cooperazione a livello mondiale nel campo scientifico e tecnologico fino ad oggi intrapreso.

La ISS è una stazione orbitante con laboratori e moduli abitativi per garantire esperimenti di vario genere (microgravità, medicina, biologia, fisica nucleare, chimica, ingegneria avanzata, astrofisica).

La Stazione Spaziale Internazionale ha una valenza molto importante: dagli evidenti aspetti politici, alle forti ricadute sul piano industriale, alle vaste potenzialità di ricerca scientifica e tecnologica.

La Stazione Spaziale Internazionale deriva da un progetto nato nel 1984, quando il presidente americano Ronald Reagan invitò formalmente i capi di stato europei ad entrare a far parte di questo programma.

Risale al 1988 la firma del primo accordo, aggiornato nel 1998, intergovernativo tra i paesi partecipanti: Stati Uniti, Canada, Giappone, e dieci paesi europei, tra cui l'Italia, rappresentati dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA).

Oggi partecipano al programma ISS: Stati Uniti, Russia, Giappone, Brasile, Canada ed ESA.

Nello stesso periodo si avviarono negoziati tra ASI e NASA, che portarono alla firma di un accordo intergovernativo bilaterale nel dicembre del 1991, relativo allo sviluppo di tre unità per il trasporto logistico (Multi Purpose Logistic Module - MPLM), ossia dei moduli successivamente chiamati dall'ASI Leonardo, Raffaello e Donatello.



Leonardo in the payload bay of Discovery

La Stazione Spaziale Internazionale è una struttura reticolare lunga 95 m che sostiene i pannelli solari per la generazione di energia elettrica, i radiatori per la dissipazione del calore in eccesso ed il complesso dei moduli pressurizzati.

Su tale struttura sono stati montati tutta una serie di elementi funzionali della stazione, tra cui un braccio robotico canadese, e quattro piattaforme per l'alloggiamento di carichi utili ed esperimenti esterni.



L'intero complesso copre una superficie pari a quella di un campo di calcio. Lo spazio abitabile di circa di 1300 metri cubi (pari al volume di due jumbo jet) e comprende, tra gli altri, i seguenti moduli:

- DESTINY: Laboratorio multidisciplinare statunitense
- COF (Columbus Orbital Facility): Laboratorio multidisciplinare europeo
- KIBO: Laboratorio multidisciplinare giapponese
- 3 laboratori russi

Caratteristiche Tecniche



Altezza dell'orbita	Min. 325 km; Max. 405 km
Inclinazione dell'orbita	51.6°
Dimensioni	108 x 88 metri
Massa	426 t
Potenza elettrica	110 kW (di cui 47,5 kW per esperimenti)
Spazio abitabile	1,300
Laboratori	7 (2 USA, 3 Russia, 1 Europa, 1 Giappone)
Zone di attacco per Carichi Utili esterni	9 (4 USA, 3 Russia, 1 Europa, 1 Giappone)
Equipaggio permanente	7 astronauti
Vita operativa nominale	10 anni a partire dal completamento

L'Italia (ASI ed industria italiana) in particolare contribuisce, in cambio di una quota di utilizzazione, allo sviluppo della ISS, con un doppio impegno:

- come paese membro dell'ESA (Nodo2 & Nodo3, e supporto allo sviluppo di COF, AIV e Cupola)
- con un accordo bilaterale intergovernativo con gli USA e un conseguente impegno a fornire alla NASA 3 moduli logistici (MPLM): LEONARDO, RAFFAELLO e DONATELLO

MPLM

Gli MPLM (Multi Purpose Logistic Module) sono moduli pressurizzati per il trasporto verso la Stazione Spaziale Internazionale d'equipaggiamento, rifornimenti ed esperimenti mediante la navetta spaziale americana.

I moduli venivano portati in orbita all'interno del vano di carico dello shuttle:

- Ogni MPLM veniva agganciato alla stazione per una settimana per compiere le operazioni di carico e scarico.
- Al termine delle operazioni veniva sganciato dalla stazione e riposto nella stiva dello shuttle per il ritorno a terra.

Ciascun modulo è stato realizzato per effettuare 25 missioni nell'arco della sua vita operativa di dieci anni

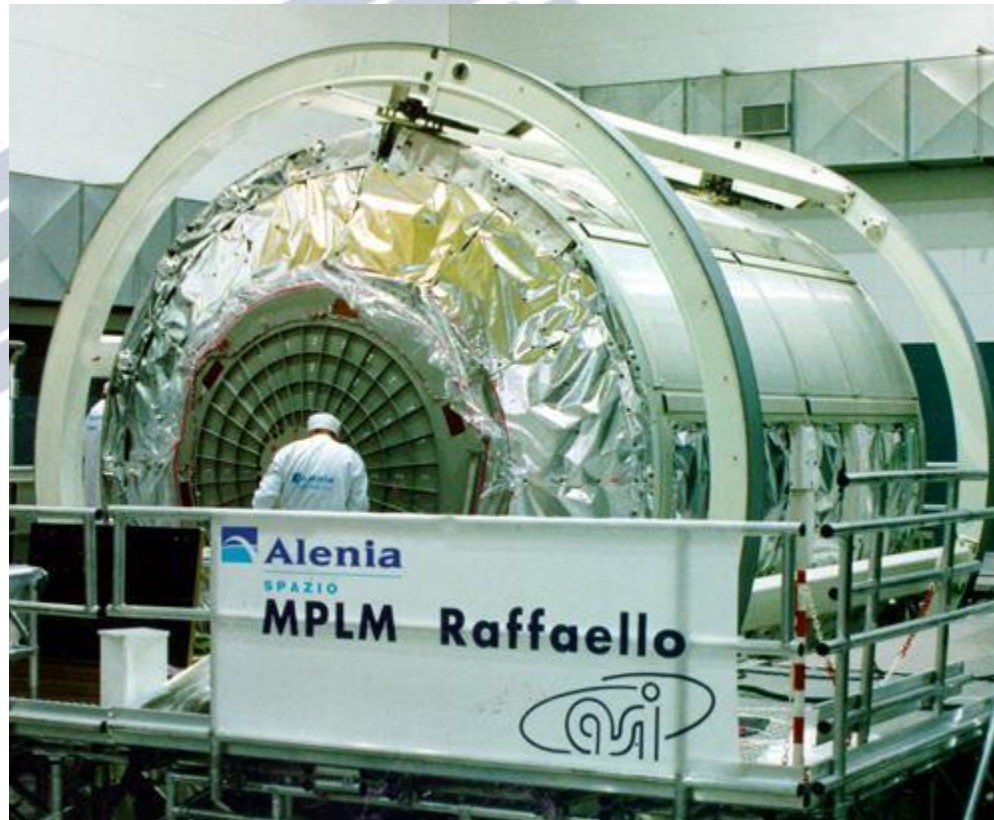


MPLM ha una struttura cilindrica in alluminio del peso di circa 4500 kg realizzata con pannelli curvi saldati, di lunghezza 6,6 m e diametro 4,5 m.

Il modulo è protetto da cosiddette coperte termiche e da pannelli che fanno da scudo in caso d'impatto con micrometeoriti.

Le due estremità del cilindro sono chiuse da strutture tronco-coniche dotate di portelloni apribili per il caricamento di esperimenti e forniture logistiche a terra da un lato, e per l'accesso da parte degli equipaggi della stazione spaziale dall'altro.



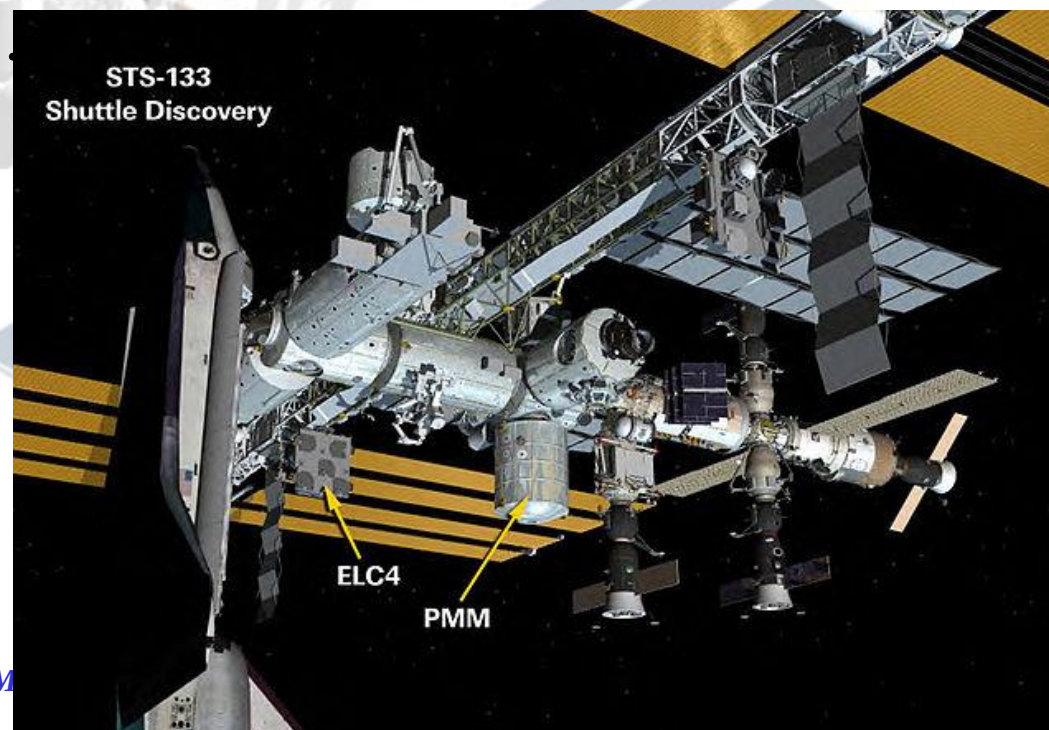


Il modulo possiede:

- sistemi di controllo dell'atmosfera interna, per il mantenimento delle temperature di tutti gli equipaggiamenti di bordo e della temperatura dell'aria
- un sistema per la circolazione dell'acqua di raffreddamento degli armadi (detti anche "rack") frigoriferi
- un sistema di distribuzione della potenza elettrica alle apparecchiature di bordo
- un computer per la gestione delle funzioni del modulo e dei sistemi di sicurezza
- armadi installati su tutta la superficie interna del modulo per l'alloggiamento dei carichi: apparecchiature e materiali usati per le attività di ricerca in orbita, strumenti non più necessari ed anche rifiuti



Nel 2010 il MPLM Leonardo è stato scelto per essere modificato in modo da poter essere permanentemente lasciato agganciato alla stazione spaziale anche al termine dei voli degli Space Shuttle. Per questo fine è stato modificato e, con il nome di Permanent Multipurpose Module, riportato in orbita ed agganciato definitivamente alla stazione spaziale durante la missione STS-133.



Data di lancio	Missione	Shuttle	MPLM
8 marzo, 2001	STS-102	Discovery	<i>Leonardo</i>
19 aprile, 2001	STS-100	Endeavour	<i>Raffaello</i>
10 agosto, 2001	STS-105	Discovery	<i>Leonardo</i>
5 dicembre, 2001	STS-108	Endeavour	<i>Raffaello</i>
5 giugno, 2002	STS-111	Endeavour	<i>Leonardo</i>
26 luglio, 2005	STS-114	Discovery	<i>Raffaello</i>
4 luglio, 2006	STS-121	Discovery	<i>Leonardo</i>
14 novembre, 2008	STS-126	Discovery	<i>Leonardo</i>
29 agosto, 2009	STS-128	Discovery	<i>Leonardo</i>
5 aprile, 2010	STS-131	Discovery	<i>Leonardo</i>
24 febbraio, 2011	STS-133	Discovery	<i>Leonardo PMM</i>
8 luglio, 2011	STS-135	Atlantis	<i>Raffaello</i>

Nodo 2 e Nodo 3

I Nodi sono gli elementi d'interconnessione tra i diversi moduli pressurizzati della stazione e forniscono i punti d'attracco per i veicoli che periodicamente andranno a visitare la stazione stessa.

Inizialmente sono stati progettati come due semplici "corridoi" dedicati allo stowage ma a seguito delle modifiche sulla ISS e degli accordi tecnici tra NASA ESA ed ASI, sono stati trasformati in due moduli abitativi e svolgono funzioni cruciali per la ISS.



In particolare:

- il Nodo 2 garantisce la connessione e la distribuzione delle diverse "utenze" (potenza, aria, comunicazioni) al laboratorio americano Destiny, al laboratorio europeo COF, al laboratorio giapponese Kibo

Esso fornisce inoltre i punti d'attracco per lo space shuttle e gli MPLM;

- il Nodo 3 ospita i sistemi e gli equipaggiamenti che assicurano l'abitabilità; si prevede inoltre che fornisca il punto d'attracco per il veicolo di salvataggio (Crew Rescue Vehicle - CRV), costantemente disponibile qualora fosse necessario un rientro d'emergenza.



IL PIANO DI UTILIZZAZIONE

Tutti i Paesi che hanno contribuito allo sviluppo della ISS, in parallelo ai moduli, hanno sviluppato un piano di Utilizzazione che prevede la progettazione, la realizzazione e la messa in orbita di una serie di esperimenti in microgravità.

Ma il 3 febbraio 2003 la tragedia dello Shuttle ha rallentato drasticamente lo sviluppo della ISS e ha costretto tutti gli utilizzatori a rivedere le pianificazioni



1981-2011: l'era spaziale degli Space Shuttle

In 30 anni sono state effettuati 135 lanci delle missioni STS (Space Transportation System), gli Space Shuttle.

8.07.2011 : alle 17.26 ora italiana, lo Space Shuttle Atlantis è partito per la sua ultima missione in orbita.



I MODULI GONFIABILI

L'esigenza sempre maggiore di elementi ad uso spaziale sottolinea sempre di più la necessità di :

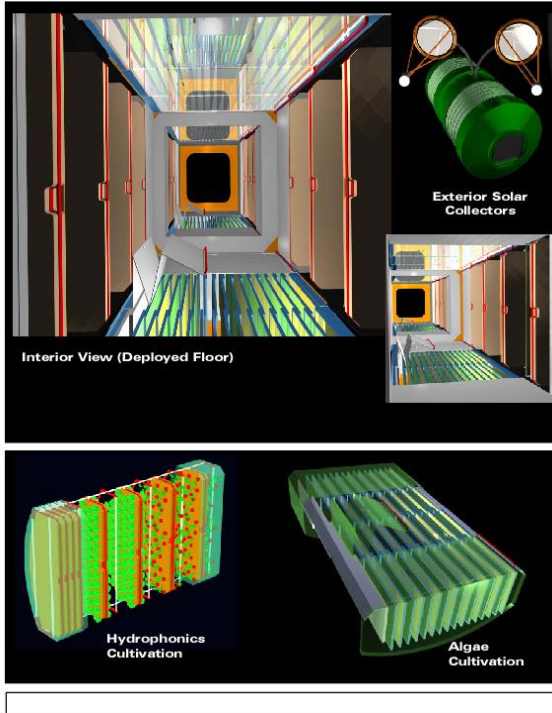
- ridurre i tempi ed i costi di integrazione in orbita
- ridurre i budget di massa ed i volumi dei moduli da lanciare
- aumentare gli spazi a bordo della ISS per lo stowage
- disegnare infrastrutture spaziali flessibili e riutilizzabili

Dalla fine degli anni '90 si è cominciata (ASI-NASA) a studiare la possibilità di utilizzare moduli gonfiabili per utilizzo spaziale, prima con il Programma TransHab, il progetto di un modulo abitativo configurabile in orbita, poi con una serie di studi su materiali ed architetture di nuova generazione per utilizzo spaziale che prevedono:

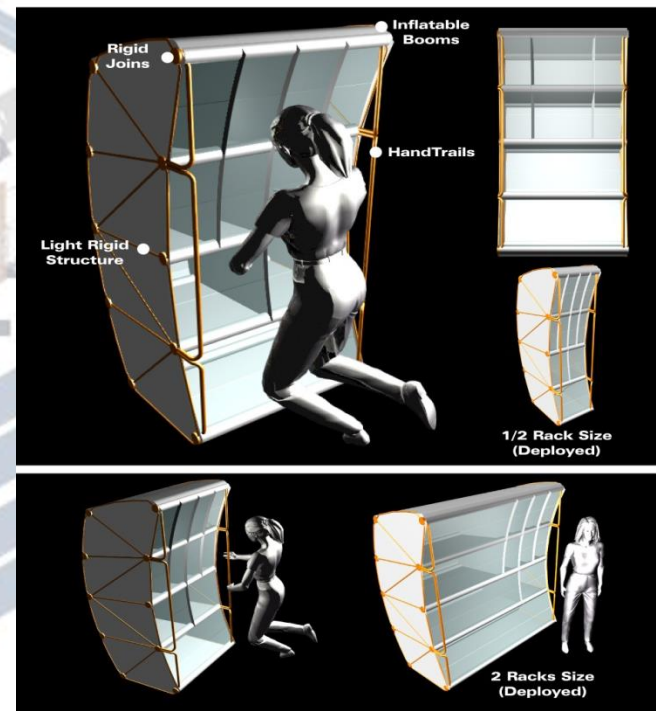
- elementi configurabili in orbita
- strutture in fibra di carbonio
- materiali leggerissimi ma resistenti
- rack gonfiabili



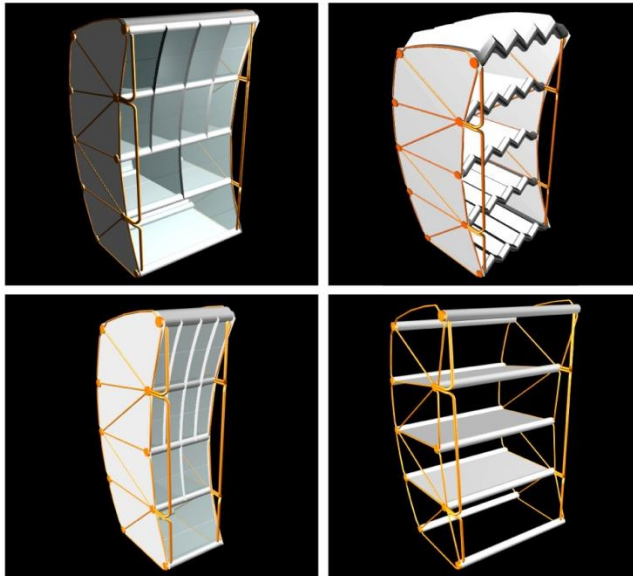
INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. **GREENHOUSE**



INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. **STOWAGE**

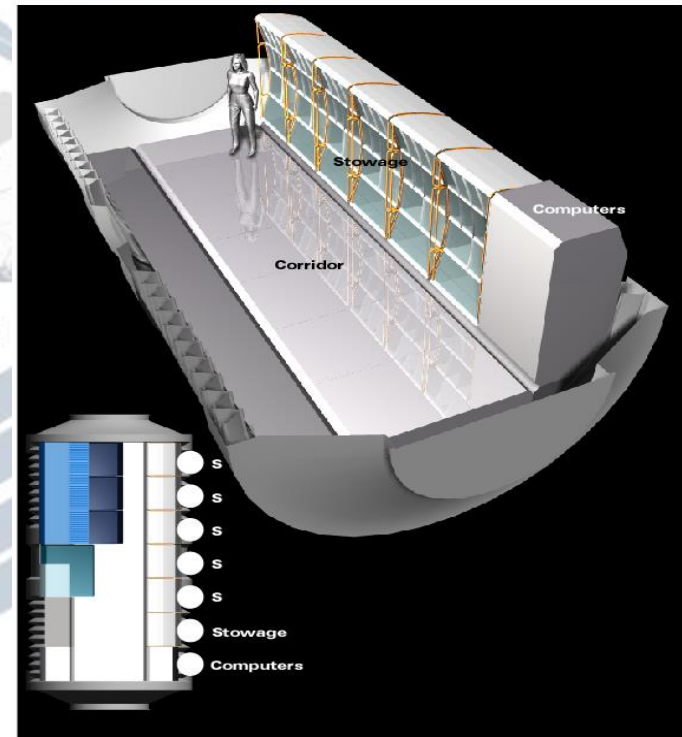


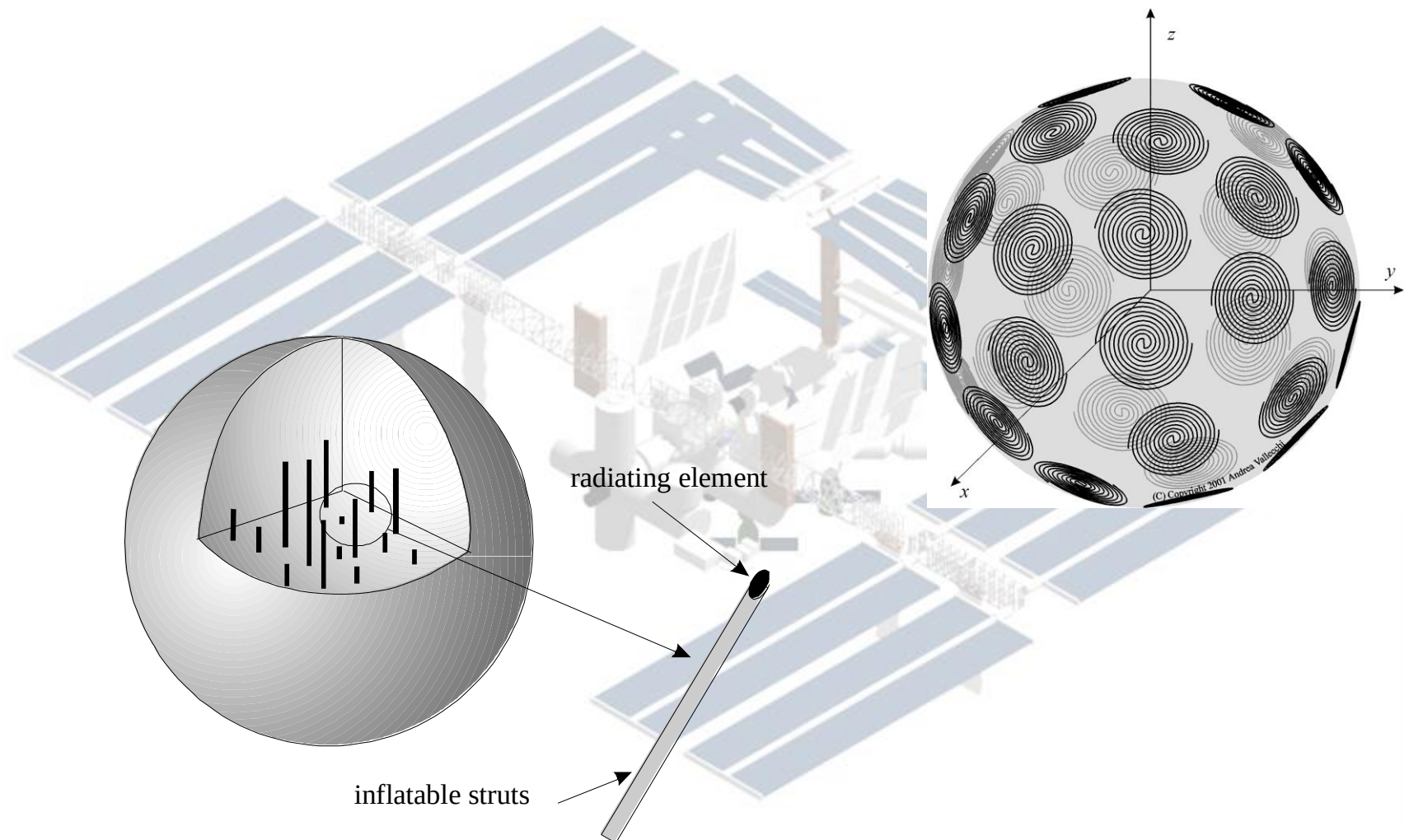
INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. **STOWAGE**



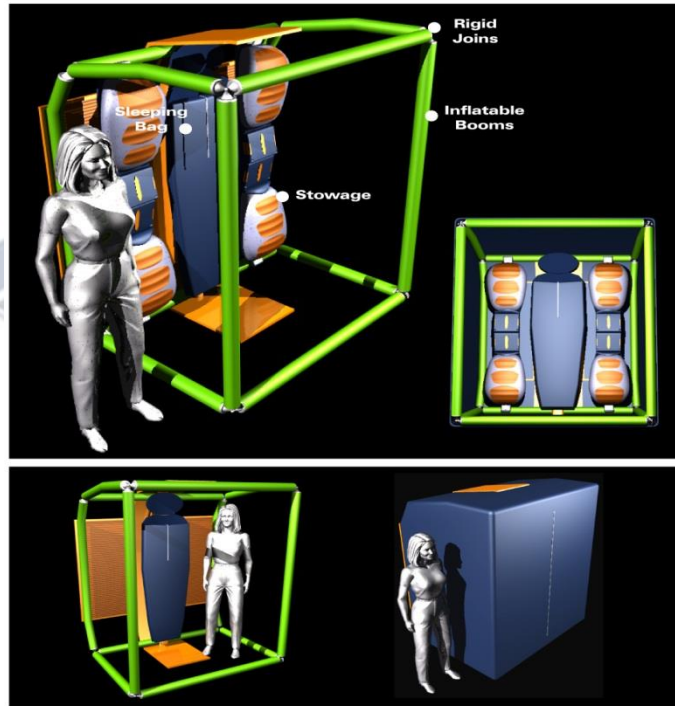
Packed Volume: .41 m³
 Deployed Volume: 1.65 m³
 Packed Area: .22 m² (1/4 Rack)
 Deployed Area: .88 m²
 Joining Points: Rigid Nodes (Booms), Seamed (Fabric), Light Rigid Truss covered with fabric.

MODULE B, INTERNAL CONFIGURATION.
Temporary Moon Base Module.

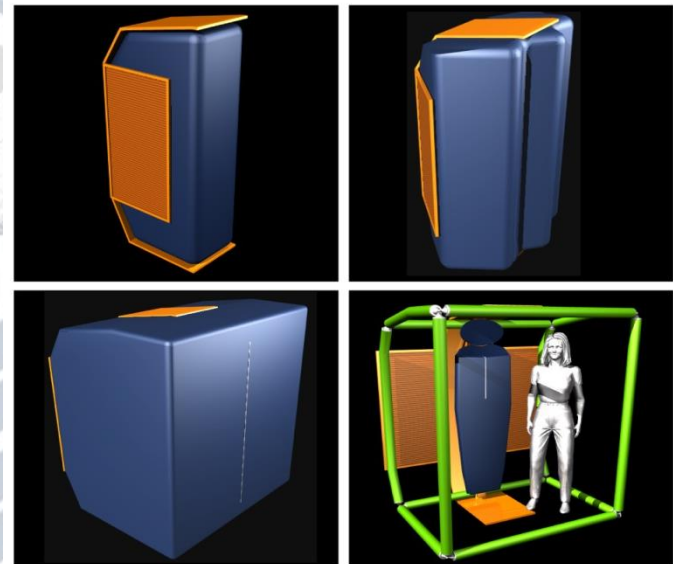




INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. CREW QUARTERS

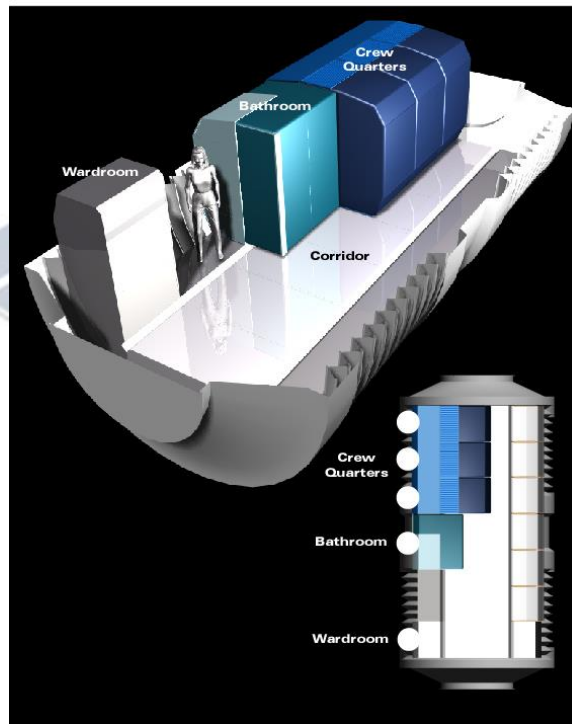


INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. CREW QUARTERS

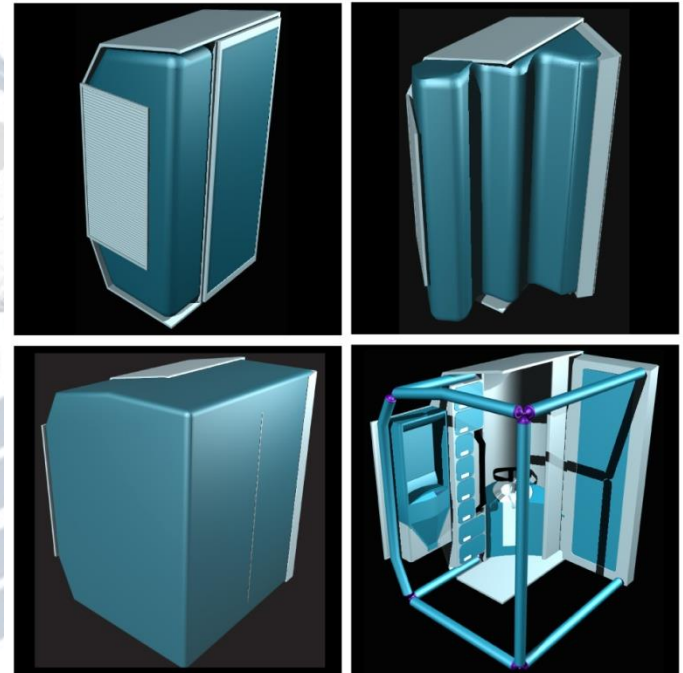


Packed Volume: .60 m3
 Deployed Volume: 3.90 m3
 Packed Area: .44 m2 (1/2 Rack)
 Habitable (Deployed) Area: 2.00 m2
 Joining Points: Rigid Nodes (Booms), Seamed (Fabric).

MODULE B, INTERNAL CONFIGURATION.
Temporary Moon Base Module

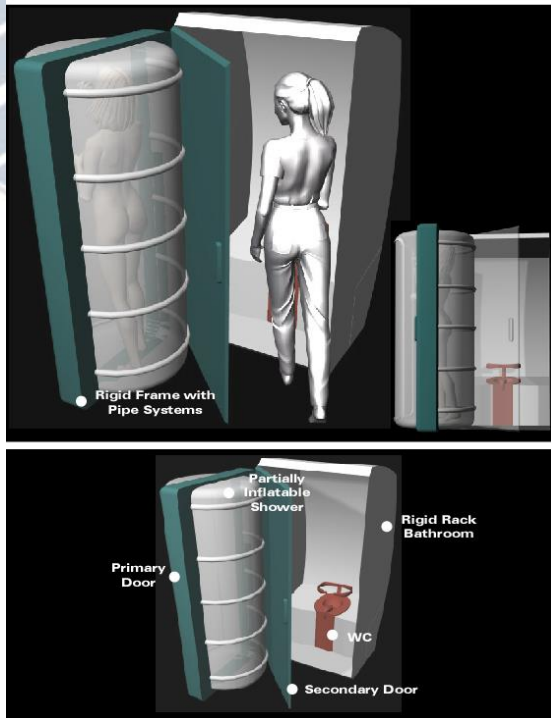


INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. BATHROOM

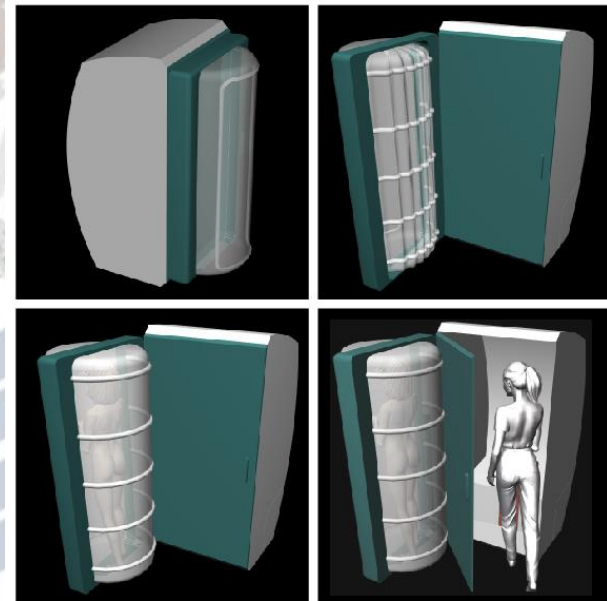


Packed Volume: 1.65 m³
 Deployed Volume: 4.50 m³
 Packed Area: .88 m² (1 Rack)
 Habitable (Deployed) Area: 2.40 m²
 Joining Points: Rigid Nodes and Thermojunctions (Booms),
 Seamed (Fabric).

INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. **BATHROOM**



INFLATABLE INTERIORS
SELECTED DESIGN PROPOSAL. **BATHROOM**



Packed Volume: 2.20 m³
 Deployed Volume: 2.60 m³
 Packed Area: 1.35 m² (1 Rack)
 Habitable (Deployed) Area: 1.60 m²
 Joining Points: Mechanic Joints of Flexible Shower with Rigid.

ISS (UnCrewed)



MODULE "B" SHIELD



MODULE "B" STOWAGE



MODULE "B"
UN-PRESSURIZED

