



Era l'aprile del 2001 e lo Space Shuttle Endeavour era all'inseguimento della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) che ormai era molto più brillante di tutte le stelle del firmamento. Guardando il punto di luce che continuava ad ingrandire, non potevo fare a meno di pensare alle immagini di «2001 Odissea nello spazio»; l'anno era lo stesso e mi trovavo in orbita proprio come i personaggi del film. Ben presto, l'oggetto luminoso cominciò a mostrare i dettagli della sua struttura e l'impressione di vivere quell'avventura sfumò in un attimo. Davanti ai miei occhi non c'era la gigantesca ruota immaginata da Kubrik ma una grande farfalla dal corpo argentato e dalle ali dorate: erano i moduli ed i pannelli solari della ISS. Dopo l'emozione dell'attracco, giunse il momento di fare il mio ingresso a bordo. Mentre fluttuavo nel tunnel che collegava la navetta alla stazione orbitante provavo un pizzico d'orgoglio al pensiero di essere il primo europeo ad entrare nella base spaziale e, allo stesso tempo, sentivo la responsabilità di rappresentare l'Italia e il vecchio continente. Vivendo e lavorando sulla Stazione Internazionale, però, ho dimenticato la bandiera italiana ed il patch dell'ESA e ho avvertito il fascino di partecipare a una sfida che andava ben al di là delle differenze di nazionalità. I nemici di un tempo, che avevano vissuto le imprese spaziali prima di tutto come una grande competizione politico-militare, oggi lavorano fianco a fianco e collaborano con una decina di altri Paesi, sparsi nei quattro angoli del globo. Senza questo mutamento epocale, senza uno sforzo davvero planetario, sarebbe stato impossibile realizzare quello che è diventato il «primo avamposto umano nello spazio».

### **Umberto Guidoni**

Missione NASA STS-75, (1996)

Missione NASA STS-100, (2001)

Foto: La Stazione Spaziale Internazionale.  
Credits: Nasa/ESA

# **La Stazione Spaziale Internazionale (ISS)**

## Una collaborazione su scala mondiale

*"Nella Stazione Spaziale Internazionale c'è un traffico infernale"*  
(Gianni Rodari, La Stazione Spaziale)

Avamposto della colonizzazione dello Spazio, laboratorio di ricerca scientifica unico nel suo genere, luogo di sperimentazione delle tecnologie più avanzate, la Stazione Spaziale Internazionale (o ISS, International Space Station) è il più importante programma di cooperazione internazionale mai intrapreso in campo scientifico e tecnologico. È il risultato di una estesa cooperazione tecnologica tra USA, Russia, Giappone, Canada, Brasile e i 11 paesi europei che aderiscono all'ESA. Dal 2000, quando salì a bordo il primo equipaggio permanente, la ISS (la cui costruzione ha avuto inizio nel 1998) assicura una ininterrotta presenza umana nello Spazio. Con i suoi sette laboratori pressurizzati e le nove piattaforme esterne, rappresenta

un vero e proprio laboratorio orbitante per la ricerca scientifica e tecnologica. Consente di condurre esperimenti impossibili sulla Terra in diversi campi, dalla fisica alla chimica, dalla biologia alla medicina, e naturalmente nel campo dell'osservazione dell'Universo e del pianeta Terra. Persone di diversa estrazione, formazione e nazionalità lavorano insieme e collaborano per curare nei minimi dettagli il funzionamento di questa enorme costruzione spaziale. Sono richiesti ingegneri, tecnici e specialisti in pressoché tutti i campi della scienza. Una stazione spaziale funzionante fa anche affidamento sulla forza lavoro di manager, consulenti legali, specialisti delle relazioni pubbliche e naturalmente di astronauti.



Foto: l'equipaggio della Missione STS-100 giunge a bordo della ISS nel 2001. L'astronauta italiano Umberto Guidoni (secondo a sinistra in basso nella foto) sarà il primo europeo a salire a bordo della ISS. Credits: NASA/ESA

Foto: il logo celebrativo dei primi quindici anni della Stazione Spaziale Internazionale. Credits: NASA/ESA



## Le prime Stazioni Spaziali

Il sogno di viaggiare nello Spazio accompagna gli esseri umani da migliaia di anni. Nel 1902, l'insegnante russo Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky descrisse la costruzione di un osservatorio permanente nello Spazio, immaginando un sistema orbitante che egli chiamò "serra" e cosmonauti che vi facevano crescere piante senza rifornimenti esterni. Innumerevoli pionieri continuarono a lavorare su queste idee e studiarono le possibilità di realizzare una Stazione Spaziale. Dopo la Seconda Guerra mondiale, vennero prese in esame nuove idee e, nel 1952, Werner von Braun descrisse una stazione a forma di ruota, che avrebbe viaggiato nell'orbita polare intorno alla Terra per osservare l'intero pianeta. La guerra fredda influenzò enormemente l'esplorazione dello Spazio. Gli anni '60 furono dominati dalla corsa alla Luna, in cui l'America e l'Unione Sovietica si trovarono in competizione per aggiudicarsi il titolo di prima nazione a sbarcare sul suolo. Il 21 luglio del 1969, gli astronauti americani Neil Armstrong e Buzz Aldrin misero piede sulla Luna e Armstrong pronunciò, in diretta televisiva, le famose parole: "Questo è un piccolo passo per l'uomo, ma un balzo gigantesco per l'umanità". Fu soltanto nel 1971 che venne messa in orbita la prima stazione spaziale. Si trattava della stazione sovietica "Salyut" (che in russo significa "saluto").

Nel corso degli 11 anni che seguirono, l'Unione Sovietica lanciò nello Spazio altri 6 laboratori, i cui obiettivi comprendevano lo svolgimento di esperimenti di scienza e tecnologia in assenza di peso e impieghi militari. Il primo laboratorio americano, lo "Skylab", lanciato nel 1973, fu abitato soltanto negli anni 1973-1974. Successivamente il programma occidentale incentrato sulle ricerche nello Spazio fu lo Spacelab. Si trattava di un programma in cui le

ricerche venivano eseguite a bordo di un veicolo spaziale orbitante, sviluppato dalla NASA che fu chiamato Space Shuttle. Il modulo Spacelab in cui si svolgevano le sperimentazioni, costruito dall'Agenzia Spaziale Europea, venne installato nel vano di carico dello Space Shuttle, e collegato alla cabina di quest'ultimo, mediante un tunnel. Una nuova era nello sviluppo delle stazioni spaziali ebbe inizio quando, nel febbraio del 1986, venne lanciato il primo componente della stazione spaziale sovietica "Mir" (che in russo significa "pace"). Il piano consisteva nell'assemblare nello Spazio una stazione modulare costituita da sei parti, che sarebbero state messe insieme nell'arco di diversi anni; l'insorgenza di difficoltà economiche rinviò il completamento della Mir. Quando ebbe fine la Guerra Fredda e il clima politico tra gli Stati Uniti e la Russia mutò, l'America fornì alla Russia un contributo finanziario per far salire i propri astronauti sulla Mir ed acquisire esperienza in vista della realizzazione della ISS. Il programma di ricerche Mir poté allora continuare e l'Europa inviò due dei propri astronauti per prendere parte al progetto Euromir. Mentre il programma della Stazione Spaziale Internazionale prendeva corpo, nella seconda metà del 1998 vennero portate a termine le attività comuni sulla Mir. La Mir fece il suo rientro distruttivo programmato il 23 marzo 2001.



Foto: La Stazione sovietica MIR. Credits: Nasa/Roscomos

## ***ISS: un laboratorio di ricerca fluttuante nello Spazio***

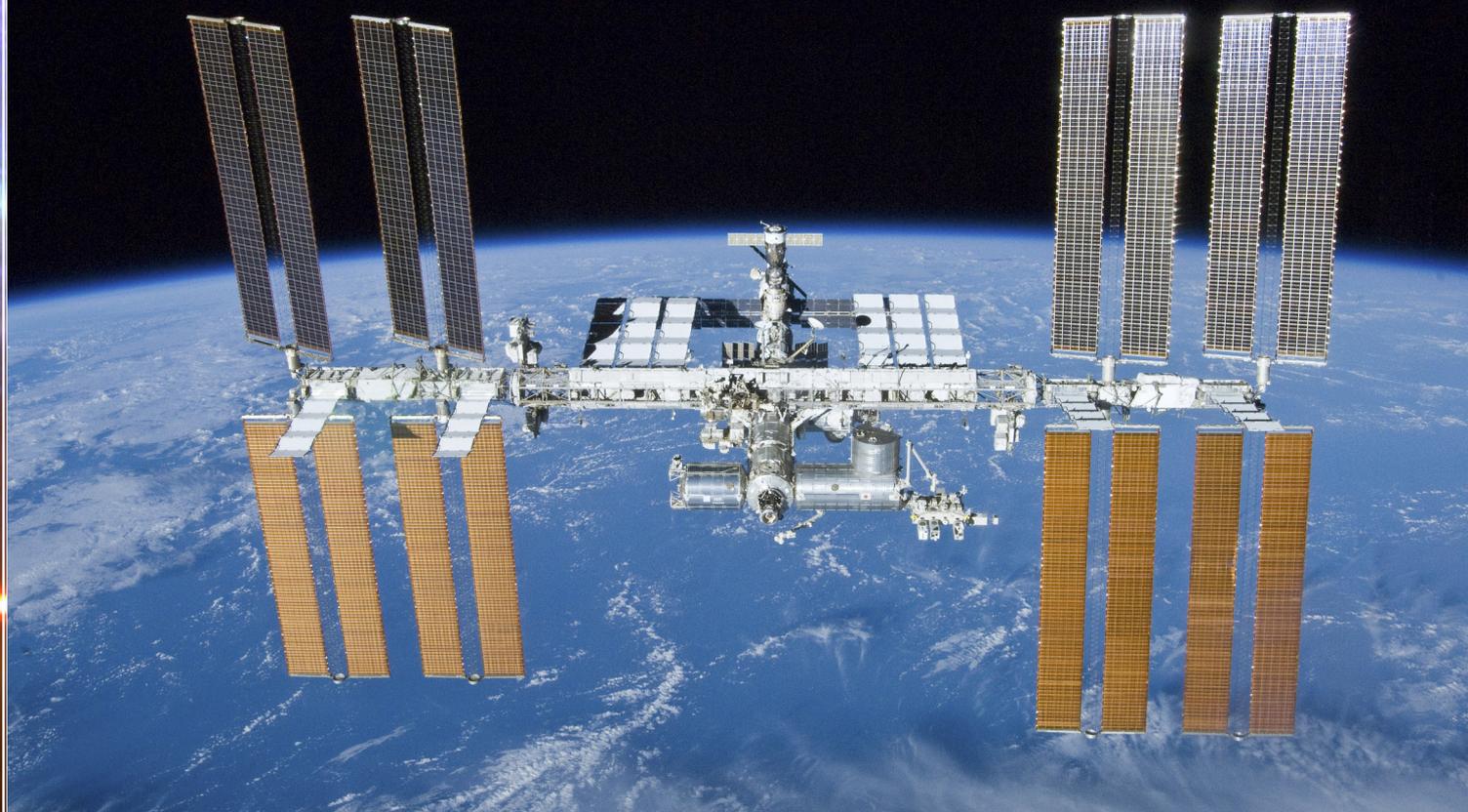
Provate ad immaginare un laboratorio fluttuante nello Spazio in assenza di peso al servizio degli abitanti e dell'industria terrestre. Ebbene questo laboratorio esiste già. Si tratta della Stazione Spaziale Internazionale, che è in orbita ad un'altitudine di 400 Km dalla Terra e che garantirà la presenza umana permanente nello Spazio per i prossimi 10 anni.

Tutto ebbe inizio il 25 gennaio del 1984, quando gli Stati Uniti invitarono le altre nazioni a prendere parte alla realizzazione di una stazione spaziale "con equipaggio permanente". L'Europa rappresentata dall'ESA, il Canada e il Giappone risposero

con entusiasmo e iniziarono a collaborare alla definizione del progetto. Nel 1993, la Russia divenne il quinto partner, facendo del progetto il più vasto programma di collaborazione internazionale fino ad oggi intrapreso nell'ambito della scienza e della tecnologia.

La ISS è infatti il frutto del lavoro congiunto di 5 agenzie spaziali rappresentanti 15 nazioni: Stati Uniti, Canada, Giappone, Russia, 11 Stati membri dell'Agenzia Spaziale Europea (Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Norvegia, Paesi Bassi, Spagna, Svezia, Svizzera e Inghilterra).

Foto: la ISS. Credits: NASA



## Dove si trova la ISS

La ISS orbita intorno alla Terra ad una distanza di circa 400 Km dalla superficie terrestre. Sebbene questa possa sembrare una distanza notevole, in realtà è possibile vedere la Stazione, ad occhio nudo, in una serata limpida. Quando è visibile, la ISS somiglia ad una stella vagante che si sposta nel cielo. Il momento migliore per vederla è appena dopo il tramonto o immediatamente prima dell'alba. In questi intervalli di tempo noi, come osservatori, ci troviamo nell'ombra della Terra e attorno a noi vi è il buio, mentre la ISS, che viaggia ad una elevata altitudine, è ancora illuminata dal Sole. Sebbene la ISS segua sempre la stessa orbita, compiendo un giro completo intorno alla Terra ogni 90 minuti, essa non attraversa sempre gli stessi luoghi del nostro pianeta. Ciò è dovuto al fatto che anche la Terra ruota intorno al proprio asse, una volta ogni 24 ore. Ogni volta che la ISS raggiunge lo stesso punto della propria orbita, la Terra ha ruotato e al di sotto della ISS vi è un luogo diverso. L'orbita della Stazione Spaziale copre l'85% della superficie terrestre, soltanto le regioni più settentrionali e più meridionali della Terra non possono vederla.

*Scopri se la ISS è visibile dal luogo in cui vivi:*

Sul Web: ISS Tracker - <http://www.isstracker.com/>

Applicazioni gratuite per smartphones:

ISS Spotter per iOS - <https://itunes.apple.com/it/app/iss-spotter/id523486350?mt=8>

ISS Detector per Android - <http://www.issdetector.com/>



Foto: la Soyouz e il modulo ATV agganciati alla ISS. Credits: NASA/ESA

Foto: la ISS in orbita intorno alla Terra. Credits: NASA

## Come fa la ISS a rimanere in orbita

Per raggiungere l'orbita e rimanervi la ISS deve acquistare e mantenere una velocità specifica. La velocità necessaria per rimanere in orbita dipende dalla distanza dalla Terra. Se la velocità è troppo ridotta, il veicolo spaziale ricadrà sulla Terra. Se, invece, la velocità è troppo elevata, il veicolo verrà proiettato nello Spazio. Per generare una velocità adeguata è necessario applicare una forza che acceleri il veicolo spaziale. Se la forza applicata non è sufficiente, la forza terrestre (gravità) attrarrà il veicolo sulla Terra. Se, invece, la forza applicata è troppo grande, la forza gravitazionale della Terra non sarà sufficiente per mantenere in orbita il veicolo. La ISS e gli altri satelliti orbitano dunque attorno alla Terra analogamente alla Luna. La Terra e gli altri pianeti del nostro sistema solare orbitano attorno al Sole. Ma quanto tempo impiegano i pianeti del nostro Sistema Solare per orbitare attorno alla loro stella (in mesi terrestri)? Giove: 12 mesi; Marte: 23 mesi; Mercurio: 3 mesi; Nettuno: 1978 mesi; Plutone: 2976 mesi; Saturno: 354 mesi; Terra: 12 mesi; Urano: 10008 mesi; Venere: 7 mesi.

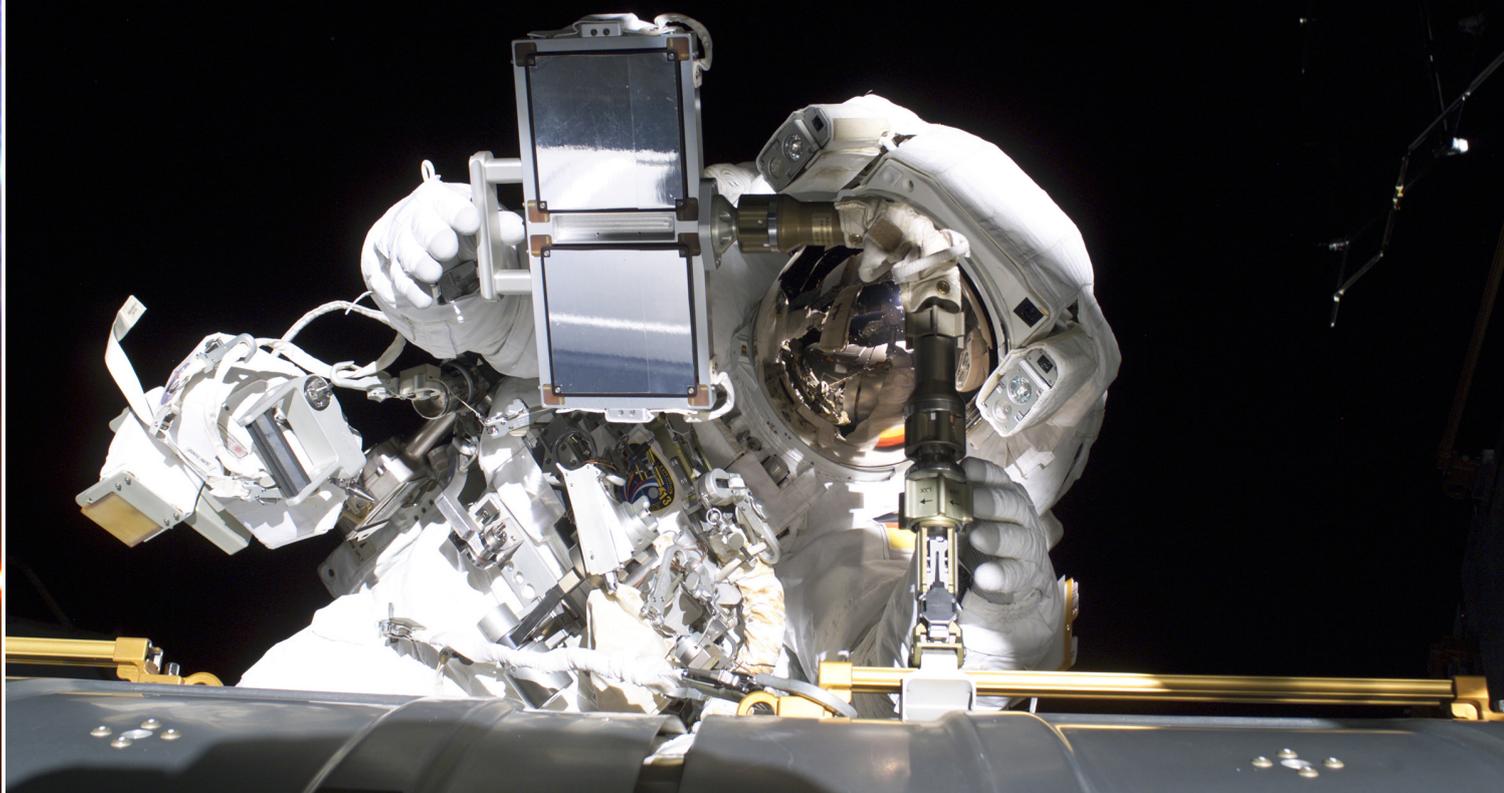
## ***ISS: un grande "puzzle"***

L'assemblaggio in orbita della ISS è iniziato nel 1998 ed è stato completato nel 2011. Rappresenta la più grande struttura mai costruita dall'uomo nello Spazio. Con un peso di 455 tonnellate, una lunghezza di circa 100 metri e una larghezza di circa 80 metri, la Stazione si estende su un'area delle dimensioni di un campo di calcio. Il volume pressurizzato della ISS, pari a 1200 m<sup>3</sup> è equivalente a quello di due jumbo jet Boeing 747. Vi è spazio a sufficienza per ospitare fino a sette membri dell'equipaggio e capacità per realizzare una

vasta gamma di esperimenti scientifici. A tutt'oggi, non esistono razzi sufficientemente grandi o potenti per lanciare nello Spazio una struttura di queste dimensioni. Esattamente come un puzzle, la ISS è stata assemblata congiungendo circa 100 pezzi, trasportati nello Spazio con oltre 50 lanci di diversi veicoli. L'assemblaggio dei vari pezzi è stato eseguito utilizzando bracci robotici sia dallo Space Shuttle americano sia dalla ISS, mentre gli astronauti hanno contribuito a completare il lavoro con un totale di 160 passeggiate spaziali.

Foto: l'astronauta Thomas Reiter a lavoro all'esterno della ISS. Credits: NASA/ESA

Foto pag. accanto: il modulo italiano Leonardo (sinistra) e il laboratorio Columbus (destra). Credits: NASA



## ISS: i pezzi del "puzzle"

L'attuale architettura vede la ISS costituita da moduli pressurizzati in lega di alluminio per lo più adibiti a laboratori e allestiti con armadi, un traliccio munito di un complesso sistema di pannelli solari per la generazione dell'energia usata a bordo e varie piattaforme esterne per l'installazione di equipaggiamenti ed esperimenti operanti in ambiente non pressurizzato.

Al fine di garantire la sicurezza degli ambienti, buona parte delle superfici sono protette esternamente da coperture di materiale termicamente isolante, installate sopra pannelli per la protezione contro impatti meteoritici. La partecipazione europea, ed in particolare italiana, alla costruzione della ISS è stata significativa: in Italia, infatti, sono stati realizzati molti degli elementi pressurizzati della Stazione Spaziale. Tra questi troviamo i tre moduli logistici MPLM (Multi-Purpose Logistic Module) Leonardo, Raffaello e Donatello, che venivano lanciati nella stiva dello Space Shuttle per rifornire la ISS di materiale che richiedeva un ambiente pressurizzato ed erano estremamente utili per riportare a terra equipaggiamenti non più necessari a bordo.

Uno di questi moduli, Leonardo, è stato poi modificato per renderlo compatibile alla permanenza continua nello Spazio e, nel febbraio 2011, è diventato l'ultimo elemento abitabile aggiunto alla configurazione permanente della ISS. Leonardo è quindi diventato PMM, acronimo di Permanent Multipurpose Module.



Altri due elementi della ISS realizzati in Italia di particolare rilievo sono il Nodo 2 ed il Nodo 3. Il Nodo 2 è connesso alla ISS tramite uno dei portelloni del laboratorio statunitense e internamente ospita apparecchiature atte a distribuire aria, potenza elettrica e le altre risorse necessarie a rendere abitabile l'ambiente a bordo della ISS e a mantenere operativi i moduli ad esso collegati. Il Nodo 3 è stato lanciato nel 2010 e ospita apparecchiature per la produzione e purificazione di acqua e la generazione di ossigeno necessarie per il sostentamento degli astronauti. Il laboratorio Columbus è, invece, il principale contributo dell'ESA alla Stazione Spaziale Internazionale. Il laboratorio, la cui struttura primaria e secondaria è stata realizzata in Italia, è collegato al resto della Stazione Spaziale per mezzo del Nodo 2 ed è stato concepito per condurre molteplici esperimenti di medicina, biologia, scienza dei materiali, fisica dei fluidi e ogni altra ricerca che possa trarre vantaggio dallo svolgimento in condizioni di assenza di peso.



La cabina del Columbus può ospitare al proprio interno ben 10 armadi (rack) per esperimenti scientifici e grazie alla presenza di quattro piattaforme di montaggio esterne consente di eseguire, anche all'esterno della ISS, esperimenti scientifici e tecnologici, di osservazione della Terra e dello Spazio. L'ESA è responsabile anche di un altro elemento chiave della Stazione: l'Auto-

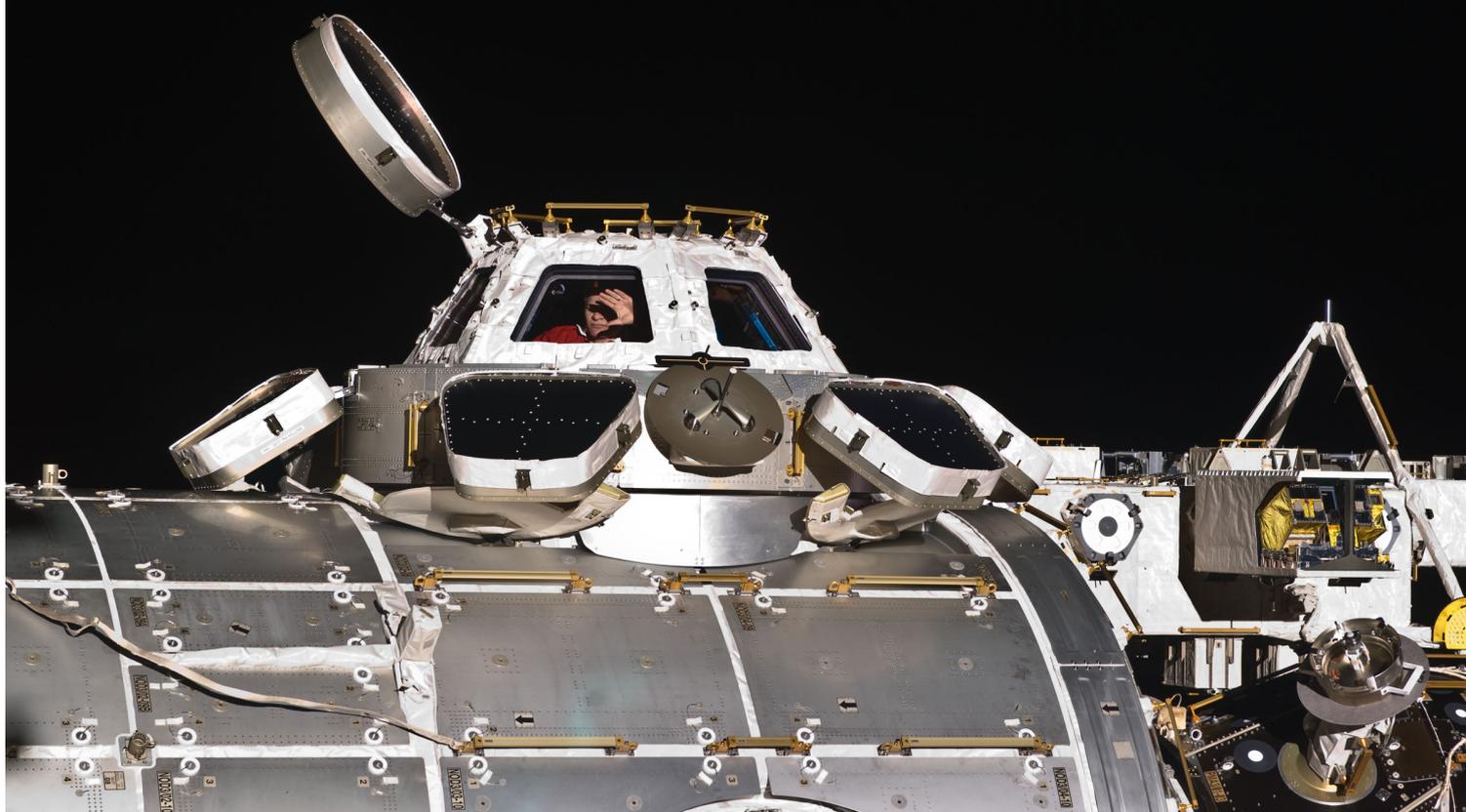
mated Transfer Vehicle (ATV). Gli ATV inviati sulla Stazione, il cui modulo cargo è prodotto in Italia, fungono da veicolo di approvvigionamento. L'ATV è in grado di trasportare fino a 9 tonnellate di carico, costituito da provviste, materiale scientifico e propellente per razzi. Cinque sono stati gli ATV inviati sulla Stazione, il cui modulo cargo è stato prodotto in Italia.

Uno degli elementi più affascinanti della ISS è però senza dubbio la Cupola, un modulo di osservazione e controllo installato sul Nodo 3, costruito in Italia e fornito dall'ESA nell'ambito di un accordo di scambio con la NASA. Come suggerisce il nome stesso, il modulo presenta un ambiente di lavoro a forma di cupola con sei finestre trapezoidali ed una finestra circolare sul lato superiore.

Ciascun oblò è stato realizzato utilizzando tecnologie molto avanzate per proteggere i pannelli dall'esposizione alle radiazioni solari e dall'impatto con detriti spaziali. Oltre a contenere le postazioni di comando e controllo e altre attrezzature, la Cupola offre agli astronauti in orbita un punto di osservazione per la guida delle operazioni robotiche all'esterno della Stazione Spaziale, per il monitoraggio delle operazioni di atterraggio dei veicoli in visita e delle passeggiate spaziali. La chiara visuale della Terra e dei corpi celesti permette inoltre di usare la Cupola per una varietà di applicazioni scientifiche nel settore delle osservazioni della Terra, dell'atmosfera e dell'universo, oltre a offrire importanti benefici psicologici all'equipaggio.

Foto: l'astronauta italiano Paolo Nespoli all'interno della Cupola della ISS. Credits: NASA/ESA

Foto pag. accanto: rappresentazione artistica degli elementi della ISS. Credits: ESA





## Le attività extraveicolari (EVA)

Immaginate di camminare nello Spazio e di volare attorno alla Terra ad una velocità di circa 28.000 km/h. Questo è quello che centinaia di esploratori dello Spazio hanno sperimentato negli ultimi 50 anni. Le EVA o "passeggiate nello Spazio" rappresentano una parte essenziale del lavoro di un astronauta. Consentono, infatti, di installare nuove apparecchiature ed esperimenti e di effettuare attività di manutenzione e riparazione all'esterno della struttura. Dal 1998 sono servite quasi 1.000 ore di attività extraveicolari per costruire e riparare la Stazione Spaziale Internazionale. Durante le passeggiate spaziali, gli astronauti indossano tute protettive per muoversi nel vuoto e sono spesso trasportati da un punto all'altro della Stazione sull'estremità di un braccio robotico. Vi sono, inoltre, speciali corrimano che facilitano i loro spostamenti. Per non rischiare di volare via e perdersi nello Spazio, gli astronauti sono legati alla Stazione per mezzo di cavi sottili. Naturalmente, anche tutti gli utensili degli astronauti devono sempre essere fissati saldamente. Questi utensili sono molto simili alle chiavi e ai cacciaviti elettrici che è possibile acquistare in un qualsiasi negozio di ferramenta e vengono impiegati per serrare bulloni e bloccare saldamente l'uno all'altro i vari componenti della ISS. Le passeggiate nello Spazio possono durare molte ore. Il record è stato segnato da Susan Helms e James Voss che hanno trascorso quasi nove ore nello Spazio nel marzo 2001.

Foto: l'astronauta italiano Luca Parmitano durante la prima EVA della Missione Volare, nel 2014.  
Credits: NASA/ESA



Foto: l'astronauta americano Alan Bean durante una delle prime EVA all'esterno dello Skylab 3. Credits: NASA



Foto: astronauti durante una EVA.  
Credits: NASA/ESA

## Vuoi diventare astronauta?

Non occorre essere superuomini o superdonne per volare nello Spazio. Molti uomini e donne provenienti da vari Paesi del mondo sono riusciti a diventare astronauti: l'ESA, per esempio, può contare su 14 astronauti di otto Paesi diversi. Se volete diventare uno dei fortunati che sperimentano l'ebbrezza del decollo, vedono la Terra dall'alto e fluttuano all'interno di un veicolo spaziale, qual è la strada da seguire? Prima di tutto: per diventare astronauti bisogna volerlo davvero, perché occorrono tanti anni di studio e di impegno costante prima ancora di poter iniziare l'addestramento; la maggior parte degli astronauti inizia fra i 27 e i 37 anni. In secondo luogo: occorre seguire con profitto un corso universitario di una facoltà scientifica o essere piloti di aereo. Molti astronauti imparano a pilotare nelle forze aeree del loro Paese. Terzo: gli astronauti provengono da diversi Paesi europei e possono condividere missioni con astronauti americani, russi e giapponesi, quindi devono essere in grado di parlare inglese e russo per poter comunicare tra loro. Quarto: bisogna essere in buona salute perché gli allenamenti e i voli spaziali possono essere molto faticosi ma, soprattutto, vi deve essere una quasi certezza che non ci si ammali durante una missione poiché questo metterebbe a rischio la stessa missione. Infine, su un veicolo spaziale gli astronauti vivono e lavorano in spazi molto angusti, quindi è necessario avere una buona capacità di adattamento. Siete ancora interessati? Allora forse avete la stoffa per diventare uno degli uomini o delle donne che orbitano attorno alla Terra in un veicolo spaziale, effettuano passeggiate nello Spazio o visitano la Luna. Ci vediamo nello Spazio!

Foto: gli astronauti italiani Paolo Nespoli e Roberto Vittori a bordo della ISS nel 2011. Credits: NASA/ESA



Foto: l'astronauta italiano Maurizio Cheli. Credits: NASA/ESA

Foto: il primo astronauta italiano Franco Malerba. Credits: NASA/ESA



## Vivere a bordo della ISS

*"muoversi come se si fosse a bordo di un mezzo fantastico, che abbia la velocità di un veicolo spaziale e la manovrabilità di una bici, un'astronave a pedali. Un mezzo modernissimo, adeguato alla frenetica velocità imposta dai tempi, ma che consenta, quando serve, la riflessione e la contemplazione. Un mezzo proiettato nel futuro, ma ecologico e salutare e soprattutto che conservi la memoria della nostra infanzia e della nostra storia. E adesso... montate in sella e pedalate!"*

(Maurizio Melani – Un'astronave a pedali, 2002)

La difficoltà di realizzare missioni prolungate o insediamenti permanenti non è solo relativa alla soluzione dei quesiti posti dagli eventuali limiti fisiologici, ma anche alla definizione dell'ambiente e dei sistemi necessari all'uomo per lavorare efficacemente come individuo e come parte di un gruppo capace di mantenere un equilibrio psicologico nel-

le condizioni espresse dal volo spaziale. Attualmente la ISS è abitata costantemente da sei astronauti che rimangono a bordo fino ad un massimo di sei mesi. Dopo la dismissione dello Space Shuttle americano nel 2011 gli astronauti possono raggiungere la ISS solo a bordo del razzo russo Soyuz.

Foto: l'astronauta Tracy Caldwell guarda la Terra dalla Cupola della ISS. Credits: NASA/ESA



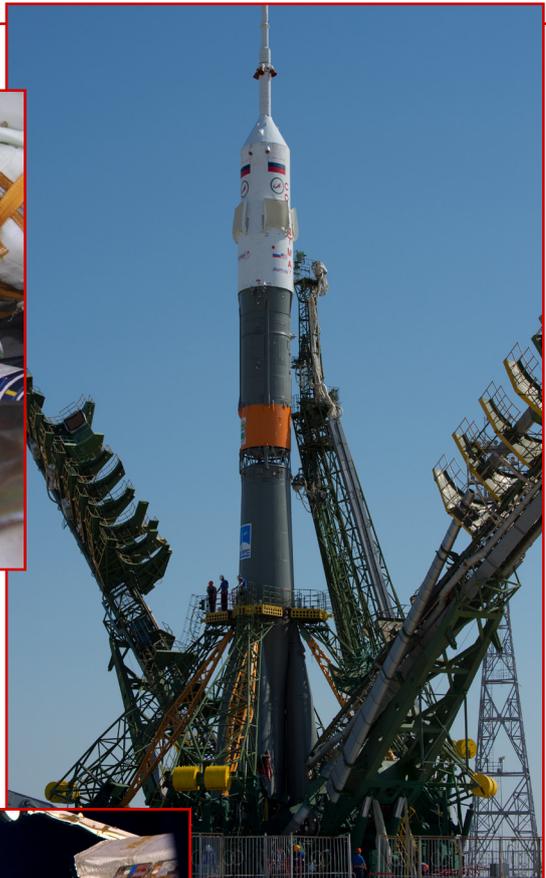
## Come e in quanto tempo si raggiunge la ISS

A partire dal novembre del 2000, le navicelle Soyuz effettuano il trasporto degli equipaggi (non più di tre persone) sulla ISS. Da allora, una di esse resta sempre attraccata alla Stazione Spaziale per poter essere utilizzata in caso di emergenza, qualora gli astronauti debbano rientrare a Terra. Il lancio viene effettuato dal Cosmodromo di Baikonur in Kazakistan; raggiunta l'orbita, in sei ore circa, le fasi di rendez-vous (avvicinamento alla ISS) e docking (attracco) avvengono automaticamente, ma con il costante monitoraggio dell'equipaggio. La fase di rientro viene, invece, completata in meno di tre ore e mezza e l'atterraggio avviene sulle steppe del Kazakistan in Asia Centrale. Dal 2006, inoltre, la NASA ha cominciato ad investire risorse tecniche e finanziarie per stimolare il settore privato allo sviluppo di sistemi di trasporto spaziali sicuri, affidabili e convenienti. Questa iniziativa ha consentito la messa a punto di nuovi veicoli di lancio e di trasporto, per l'invio di carichi da e verso la ISS, che prendono il nome di COTS (Commercial Orbital Transportations Services).



Foto: l'astronauta italiano Roberto Vittori a bordo della Soyuz. Credits: NASA/ESA

Foto: a destra, la Soyuz sulla rampa di lancio e, in basso, agganciata alla ISS. Credits: NASA/ESA



## Come passano la giornata gli astronauti

Poiché la ISS orbita intorno alla Terra in 90 minuti, non esiste il ritmo di 24 ore, scandito dal giorno e dalla notte, cui siamo abituati sulla Terra. Durante un'orbita, la ISS si trova alla luce del Sole per 45 minuti e all'ombra della Terra per i rimanenti 45 minuti. Tuttavia, gli astronauti cercano di mantenere un ritmo artificiale di 24 ore che sia il più possibile simile a quello "terrestre". Utilizzano, infatti, come riferimento il Greenwich Mean Time (GMT), ovvero l'ora locale in corrispondenza del meridiano che attraversa Greenwich (Inghilterra), per tentare di dormire per 8 ore durante la "notte" e di lavorare per 8-10 ore nei giorni feriali. Il resto della giornata viene invece dedicata a mangiare, fare esercizio fisico, rilassarsi e divertirsi. Tuttavia, dal lunedì al venerdì, gli astronauti seguono una routine molto strutturata: gli orari dei pasti sono prestabiliti, così come quelli delle pause di relax, delle riunioni, dei momenti di privacy e di svago. Se non vi sono particolari esperimenti da seguire o lavori di manutenzione da svolgere, il sabato gli astronauti lavorano solo per 4 ore, mentre la domenica hanno la giornata libera. In ogni caso, il programma giornaliero può sempre essere scombussolato da eventi imprevisti o dall'arrivo di navicelle. Molto tempo viene dedicato

all'esecuzione di esperimenti scientifici, ma ovviamente anche al controllo e alla manutenzione degli strumenti e delle apparecchiature di bordo. Tutte le attività a bordo vengono registrate in un diario. Per qualsiasi equipaggio, è essenziale disporre di tempo da dedicare al relax e ai rapporti interpersonali. Il momento dei pasti rappresenta in genere un'occasione per stare piacevolmente insieme e la sera l'equipaggio spesso si riunisce per guardare un film in DVD. Nel tempo libero, gli astronauti possono ricevere una videochiamata dai familiari una volta alla settimana e possono ovviamente scambiare messaggi e-mail tutti i giorni con amici e conoscenti. Possono, inoltre, portare con loro oggetti personali, libri, giochi, musica da utilizzare come intrattenimento nel tempo libero. Oltre alla musica registrata, alcuni astronauti portano nello Spazio i propri strumenti musicali. Un'altra delle loro attività preferite è guardare la Terra e scattare foto attraverso la Cupola. Durante le ore diurne, è possibile vedere la straordinaria natura "terrestre", ma anche le opere costruite dall'uomo. Quando invece sulla Terra è notte, si possono osservare le città illuminate e nell'oscurità è possibile individuare vulcani attivi o fulmini durante i temporali.



Foto: momenti di relax sulla ISS. Credits: NASA/ESA

## ***Dormire a bordo della ISS***

Dopo una lunga giornata di lavoro in orbita, non c'è niente di meglio di una buona notte di sonno! Dormire nello Spazio, però, è un'esperienza un po' diversa da quella cui siamo abituati sulla Terra. Non c'è un sopra e un sotto e tutto è senza peso e dunque gli astronauti possono fissare le proprie cuccette a una parete o al soffitto e dormire in qualsiasi posizione, purché, appunto, le cuccette siano fissate a una parete in modo da non fluttuare e andare a sbattere contro qualcosa. Sulla ISS i membri dell'equipaggio dormono generalmente nelle proprie piccole cabine. Se non ce ne sono abbastanza per tutti gli astronauti a bordo, un astronauta può accomodarsi in uno dei moduli della ISS. Le cabine private americane sono insonorizzate e qui gli astronauti possono ascoltare musica, usare un computer portatile e riporre gli effetti personali in un grande cassetto o in reti fissate alle pareti della cabina. La cabina dispone anche di una luce di lettura, una mensola e una scrivania. È importante che le cabine siano ben aerate, altrimenti gli astronauti possono svegliarsi in debito di ossigeno a causa della bolla di anidride carbonica che si forma attorno alla loro testa durante la respirazione. Sulla Terra, l'aria viene costantemente mossa dalle correnti di convezione che si formano quando l'aria calda, più leggera, sale mentre l'aria fresca, più pesante, scende. Queste correnti però non hanno alcun effetto in condizioni di assenza di peso, dove non vi sono oggetti più o meno leggeri di altri. Senza i ventilatori, l'anidride carbonica espirata durante il sonno da un astronauta non circolerebbe e il gas rimarrebbe intrappolato in una bolla intorno alla sua testa.

Sulla ISS vi sono 16 tramonti ed albe ogni 24 ore e pertanto non è facile capire quando è il momento di dormire. Gli astronauti lavorano e dormono se-

condo un programma giornaliero. Generalmente è previsto che dormano otto ore al termine di ogni giornata di missione. Possono indossare mascherine o oscurare le finestre per evitare la luce del Sole durante il sonno. Per svegliarsi usano una sveglia o la musica trasmessa dalla centrale di controllo della missione sulla Terra. La mancanza di moto e l'emozione di trovarsi nello Spazio possono però disturbare il sonno di un astronauta. Gli astronauti, proprio come noi, possono soffrire di problemi di insonnia durante le missioni e alcuni riferiscono di sogni e incubi nello Spazio.

La comunità medica spaziale sta, inoltre, conducendo una serie di esperimenti sulle luci di diverso colore. Sembra che, nella Stazione Spaziale, un'illuminazione sui toni del blu (simile a una luce solare brillante) possa influenzare il corpo rendendolo più vigile, mentre un'illuminazione sui toni del rosso sembrerebbe indurre più facilmente il sonno.

Foto: il sonno degli astronauti sulla ISS. Credits: NASA/ESA



## Perchè gli astronauti si allenano sulla ISS?

A causa dell'assenza di peso i muscoli e le ossa degli astronauti si indeboliscono con un'importante perdita di calcio nelle ossa. Inoltre per la mancanza di pressione idrostatica i fluidi corporei si spostano "verso l'alto" determinando un effetto caratteristico del volo spaziale che gli americani chiamano "puffy face and chicken legs", ovvero visi gonfi e gambe sottili. Ovviamente tutto l'organismo è soggetto a modifiche più o meno importanti in relazione, peraltro, alla durata di permanenza nello Spazio. Quanto più lunga è la permanenza di un astronauta nello Spazio, tanto più marcati saranno i cambiamenti che si verificano.

Ogni membro dell'equipaggio della ISS, quindi, trascorre fino a due ore al giorno allenandosi in "palestra". Tutto questo esercizio è necessario da un lato per contrastare il declino fisico che si verifica durante i lunghi voli nello Spazio, ma, allo stesso tempo, facilita il riadattamento degli astronauti alla normale

gravità una volta rientrati sulla Terra. I medici a terra tengono sotto controllo la forma fisica dell'equipaggio e ne registrano i cambiamenti. Se necessario, possono raccomandare agli astronauti di modificare i loro programmi di esercizi. Tra le diverse attrezzature a disposizione degli astronauti vi sono due tapis-roulant, una macchina per gli esercizi di resistenza e una bicicletta ergometrica. In ogni caso, gli astronauti devono essere fissati alla macchina per non volare via! I tapis-roulant sono utilizzati per simulare la camminata e la corsa in condizioni di gravità normale. La bicicletta serve a esercitare le braccia o le gambe. La macchina per gli esercizi di resistenza consente un'attività simile al sollevamento pesi sulla Terra. L'utilizzatore può compiere una serie di esercizi fisici trattenuto da corde elastiche. Un computer portatile tiene sotto controllo la frequenza cardiaca e gli altri segni vitali durante la sessione di allenamento.

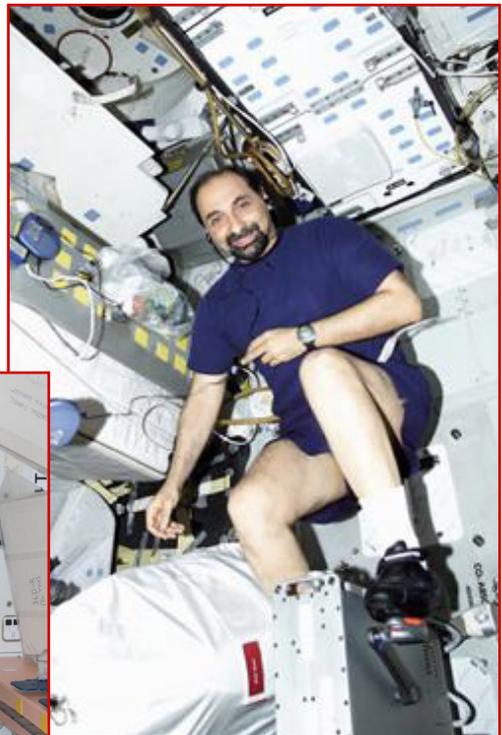
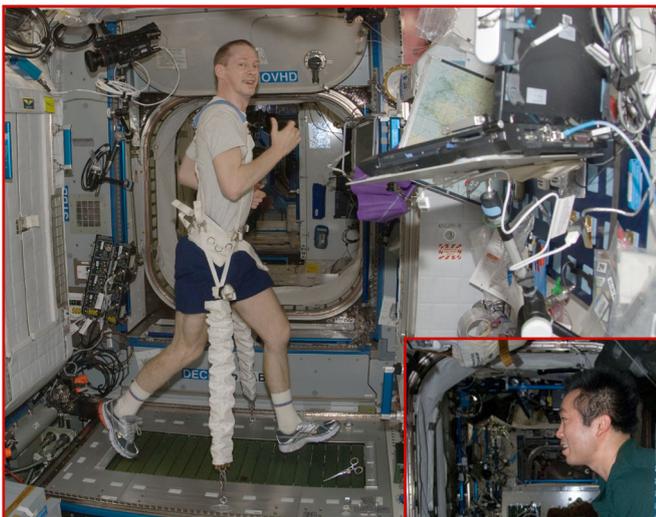


Foto: l'allenamento degli astronauti sulla ISS. Credits: NASA/ESA

## L'acqua a bordo della ISS

In condizioni di assenza di peso, l'acqua non cade sul "pavimento", ma fluttua liberamente in gocce. Esiste una forza, chiamata tensione superficiale, che agisce tra le molecole dell'acqua esercitando una trazione verso l'interno sulle molecole presenti in superficie. Questa forza fa sì che la superficie del liquido si comporti come se fosse una pelle elastica, come un palloncino. Questo spiega perché l'acqua, in condizioni di assenza di peso, forma tante sfere.

A bordo della ISS l'acqua è una risorsa limitata e costosa. Il motivo è che lo spazio di conservazione dell'acqua è limitato e che l'acqua non è continuamente disponibile, in quanto deve essere portata sulla ISS dalla Terra median-

te veicoli automatizzati quali le navette russe Progress o l'ATV dell'ESA. Se pensiamo che trasportare un litro di acqua nello Spazio costa circa 20.000 euro, un bicchiere di acqua è decisamente il drink più costoso che un astronauta possa bere! Il sistema per mantenere la vita a bordo della ISS è quindi progettato per riciclare il più possibile l'acqua, comprese l'urina e l'umidità dell'aria e per minimizzarne il consumo rendendo il suo impiego quanto più possibile efficace. Ad esempio, fare una doccia sulla Terra comporta il consumo di circa 50 litri d'acqua, mentre un astronauta ne utilizza meno di quattro litri per l'igiene personale e, in totale, non più di 10 litri al giorno.



Foto: una goccia libera sulla ISS. Credits: NASA/ESA

Disegno di Fabio Tambornino.



## La sudorazione degli astronauti

Con il cibo e le bevande un astronauta consuma circa 2,7 litri di acqua al giorno. La maggior parte di questa acqua viene espulsa dall'organismo, sia allo stato liquido (sotto forma di urina o sudore) sia come vapore (attraverso i pori della pelle o la respirazione). Se il vapore acqueo che fuoriesce dall'organismo non venisse eliminato dall'aria, la Stazione assomiglierebbe ben presto ad una sauna e gli astronauti avrebbero difficoltà a respirare. E' importante, inoltre, evitare che si formino gocce d'acqua in punti dove potrebbero causare problemi alla strumentazione. A tal proposito, il sistema di supporto alla vita della ISS svolge diverse funzioni: mantiene pulita l'aria della cabina filtrandola per rimuovere particelle e microrganismi, garantisce una miscelazione di gas e una pressione dell'aria adeguate e una temperatura ottimale. Se, ad esempio, il livello di umidità dell'aria raggiunge livelli troppo elevati, il sistema si assicura che il vapore acqueo in eccesso venga rimosso.

Foto: l'allenamento di un astronauta sulla ISS. Credits: NASA/ESA



Foto: installazione del Water Recovery System (WRS) sul laboratorio Destiny. Credits: NASA/ESA

## Il sistema di condensazione dell'acqua

Avete mai notato che se, in una giornata fredda, una persona con gli occhiali entra in un luogo caldo e umido i suoi occhiali si appannano immediatamente? Uno strato di vapore costituito da tante piccole gocce d'acqua si depositerà infatti sulle lenti. Sfruttando questo principio è possibile recuperare l'acqua dall'umidità dell'aria a bordo della ISS! L'aria calda e umida viene fatta passare attraverso una superficie fredda, su cui si formano piccole gocce d'acqua (condensa). A causa dell'assenza di peso però, le gocce d'acqua non sono più pesanti dell'aria e quindi non scivoleranno sulla superficie per poter essere raccolte sul fondo. E' stato possibile ovviare facilmente a questo problema facendo ruotare la superficie. Tale rotazione porta le gocce verso l'esterno della superficie stessa, dove verranno quindi raccolte. E', inoltre, possibile utilizzare superfici con rivestimenti idrofili unitamente ai cosiddetti "slurper" (piccoli fori con tubi di aspirazione sul retro). In questo sistema, il rivestimento idrofilo viene utilizzato per fare aderire l'acqua alla superficie, e gli "slurper" per aspirarla.

## Il sistema di depurazione dell'acqua

Dopo essere stata raccolta, l'acqua condensata deve essere depurata rimuovendo microrganismi, ioni e molecole indesiderati, per salvaguardare la salute dell'equipaggio. La depurazione viene eseguita in varie fasi:

1. L'acqua da depurare entra nel depuratore che rimuove le bolle di gas dal liquido per poterli trattare separatamente, utilizzando apparecchiature e processi più semplici nelle fasi successive.
2. A seguito della rimozione del gas, l'acqua viene filtrata con un apposito filtro che trattiene e intrappola tutte le particelle con diametro superiore a 0.5 micron (per avere un'idea di queste dimensioni basti pensare che lo spessore medio di un capello è di circa 10 micron).
3. In seguito, l'acqua viene indotta a passare attraverso una superficie contenente materiale a scambio ionico, rimuovendo gran parte degli agenti contaminanti.
4. A questo punto, rimangono solo alcune piccole molecole da eliminare prima di poter riutilizzare l'acqua. Questo sarà possibile facendo riscaldare l'acqua oltre i 100°C e facendola passare attraverso un catalizzatore.

Se al termine del processo vi sono ancora particelle residue, l'acqua dopo essere stata raffreddata, viene ancora sottoposta al trattamento. Quando l'acqua fuoriesce dal depuratore, è più pulita dell'acqua che la maggior parte di noi beve sulla Terra!

Foto: i gruppi elettrici del modulo Zvezda utilizzati nel sistema di riciclo delle acque, che consente di produrre ossigeno sulla ISS.  
Credits: NASA/ESA



Foto: confezioni di cibo in assenza di gravità sulla ISS. Credits: NASA/ESA

## Niente briciole!

A bordo della ISS è possibile mangiare una grande varietà di alimenti, basta evitare cibi poco salutari e pesanti e quelli che possono sgretolarsi e perdere residui. Immagina, infatti, cosa accadrebbe dando un bel morso ad un fragrante biscotto. Di sicuro verremmo avvolti da una marea di briciole, che andrebbero in giro per tutta la Stazione Spaziale e questo è assolutamente da evitare! Altrimenti rischieremmo di avere un ambiente sporco, pieno di residui di cibo, compromettendo così le condizioni igieniche sulla ISS.

## ***L'igiene personale a bordo della ISS***

Per la loro igiene personale, gli astronauti hanno a disposizione un piccolo kit che contiene: un pettine, un paio di forbici, uno spazzolino da denti, dentifricio, sapone, shampoo, salviette e fazzolettini. Per gli uomini sono previsti anche un rasoio, crema da barba e dopobarba, mentre le donne possono, eventualmente, portare dei cosmetici. Il kit è provvisto di velcro, in modo tale che gli astronauti possano attaccarlo alla parete ed evitare che si metta a fluttuare mentre si lavano i denti!

### ***La doccia***

Alcune stazioni spaziali precedenti erano dotate di docce, ma sugli shuttle e sulla ISS non sono state previste. Al loro posto, per lavarsi, gli astronauti usano un panno umido e insaponato. Per lavarsi i capelli, gli astronauti fanno uso di un tipo speciale di shampoo che si applica come un normale shampoo, ma viene rimosso con una salvietta. Non è necessario ricorrere all'acqua per eliminarlo. Questi shampoo sono acquistabili anche sulla Terra, dal momento che risultano utili in viaggi in cui l'accesso all'acqua è limitato.



Foto: doccia a bordo della ISS. Credits: NASA/ESA

### ***Lavarsi i Denti***

Per lavarsi i denti, gli astronauti usano un normale dentifricio. Aspirano l'acqua da un apposito dispenser, ma siccome non vi è un

lavandino in cui sputarla, la sputano in un fazzolettino, che poi gettano. In alternativa, possono utilizzare un dentifricio commestibile, che è stato appositamente studiato per risparmiare acqua.

### ***Radersi***

A bordo della ISS, è possibile radersi con un rasoio elettrico, ma questa operazione deve essere eseguita accanto a un tubo di aspirazione, per evitare che i peli si spargano ovunque. Radersi con la crema può rivelarsi una vera e propria sfida a bordo della ISS, in quanto non vi sono lavandini e l'acqua e la crema da barba tendono ad aderire al viso. La crema e i peli devono essere rimossi dalla lama del rasoio con un fazzolettino, che, quindi, andrà accuratamente gettato: i residui sottili e appiccicosi non devono sfuggire!

### ***Andare alla toilette***

Quando gli astronauti vanno alla toilette, la prima cosa che devono fare è aggangiarsi con una cinghia, per evitare di fluttuare. Anziché utilizzare l'acqua, la toilette possiede un tubo di aspirazione che, con un flusso d'aria, convoglia i rifiuti in un foro di aspirazione. I rifiuti solidi, vengono quindi compressi e successivamente smaltiti, mentre l'urina viene raccolta in un contenitore separato per poi essere riciclata. L'urina depurata viene, infatti, trattata per generare altri prodotti, uno dei quali è l'aria che l'equipaggio respira.

## Cosa mangiano gli astronauti

Negli ultimi 50 anni sono stati fatti molti progressi nell'alimentazione degli astronauti in voli spaziali di durata limitata, ma ancora molto c'è da fare per mantenere un buono stato nutrizionale dell'equipaggio in previsione di viaggi di lunga durata su Marte e oltre. L'alimentazione a cui furono sottoposti i primi astronauti è un'altra dimostrazione del loro spirito pionieristico: gli equipaggi dovettero sopportare cubetti di cibo liofilizzato freddo che si reidratava solo al contatto con la saliva e paste insapori che venivano spremute direttamente in bocca da tubetti come dentifricio. Il cibo non era per niente appetitoso! Nei cinquant'anni trascorsi dal primo viaggio dell'uomo nello Spazio, i cibi per gli astronauti si sono trasformati da intrugli poco gradevoli a manicaretti preparati dai più grandi chef del mondo. Sono stati creati anche piatti speciali per festeggiare il Capodanno, i compleanni o l'arrivo di un nuovo membro dell'equipaggio.

I principali problemi nutrizionali sono tre: il mantenimento delle proprietà organolettiche del cibo (le proprietà chimico-fisiche quali il sapore e l'odore percepite dagli organi di senso), che deve essere appetibile anche dopo lunghi periodi di conservazione; l'efficacia nutrizionale, per mitigare i problemi associati alle condizioni ambientali (microgravità, attività fisica limitata); la sicurezza del cibo, che deve potersi conservare per lunghi periodi di tempo. Inoltre il momento del pasto è molto importante per gli astronauti poiché rappresenta un'opportunità di aggregazione e integrazione per l'equipaggio: durante la giornata standard in orbita, infatti, gli astronauti sono occupati in compiti diversi nei vari moduli della ISS e le possibilità di socializzare possono essere scarse. Pur con i limiti determinati dalla necessità di conservare il cibo in forma congelata, disidra-

tata e liofilizzata è importante mantenere l'appetibilità degli alimenti, così come poter scegliere tra diversi tipi di alimenti sembra essere importante per il morale dell'equipaggio. Attualmente sono disponibili oltre 200 ricette e gli stessi astronauti possono scegliere i menù prima della missione.

Il cibo "spaziale" è confezionato in pacchetti singoli, preparato in piccole porzioni ed è cotto nella cucina di bordo dotata di scaldavivande, frigorifero e distributore di acqua calda e fredda. Le bevande, sorseggiate da sacchetti di plastica con cannuccie, sono fornite sotto forma di polvere disidratata e mescolate con acqua prima del consumo. Sono previsti tre pasti al giorno, oltre agli snack che possono essere consumati in qualsiasi momento della giornata; vengono forniti condimenti come ketchup, senape, maionese e sono disponibili anche sale e pepe, ma solo in forma liquida.



Foto: una cena a bordo della ISS. Credits: NASA/ESA

Gli astronauti raccontano, inoltre, di perdere l'olfatto e il gusto durante la loro permanenza nello Spazio. Spiega Paolo Nespoli, vicecomandante di una spedizione sulla ISS e primo italiano a compiere una missione di lunga durata: "Il cibo è una delle maggiori criticità a bordo. Nelle condizioni che si crea-

no nella Stazione Spaziale si percepisce meno il profumo del cibo e questo è essenziale per stimolare l'appetito. Ciò, assieme all'assenza di gravità che causa la perdita del tono muscolare, porta a un deperimento fisico".

Per questo motivo, durante la missione viene chiesto agli astronauti di compilare un questionario indicando i cibi che consumano giornalmente e un nutrizionista fornisce supporto e consigli su come migliorare la dieta, se necessario. L'apporto nutrizionale viene monitorato selezionando attentamente gli alimenti da portare a bordo per conoscere esattamente quello che gli astronauti assumeranno in termini di nutrienti e calorie, tenendo conto anche dell'attività fisica svolta. Da approfondite ricerche è emerso che, sebbene gli astronauti consumino solo poche calorie in meno, vi sono alcune importanti differenze tra una dieta bilanciata sulla Terra e una dieta bilanciata nello Spazio. Ad esempio, sulla Terra, la vitamina D3 viene prodotta dalla reazione di una sostanza chimica naturalmente presente nella pelle, il 7-deidrocolesterolo, con i raggi UV-B. Nello Spazio, però, gli astronauti non possono sintetizzare la vitamina D e pertanto devono assumere alimenti che sono stati arricchiti con questa vitamina. Inoltre, l'orga-

nismo ha bisogno di ferro per produrre l'emoglobina (la principale componente dei globuli rossi), la mioglobina (un'importante proteina delle cellule muscolari) e certi enzimi. Uno degli effetti secondari della permanenza degli astronauti nello Spazio è la riduzione del numero di globuli rossi. Questo fenomeno, insieme al calo dell'emoglobina, fa sì che la quantità di ferro necessaria all'organismo diminuisca ed è quindi importante ridurre l'apporto con la dieta. Infine, in assenza di peso, anche con normali livelli di assunzione di sodio, si attivano degli ormoni che causano la ritenzione e l'accumulo nell'organismo di questo elemento. Per questa ragione, l'introduzione di sodio (un minerale che assumiamo principalmente dal cloruro di sodio o sale da cucina) con la dieta deve essere attentamente controllata. Insieme al potassio, il sodio aiuta a mantenere la distribuzione dell'acqua e regola la pressione sanguigna.

La contaminazione microbica potrebbe mettere in serio pericolo la salute dell'equipaggio, per questo motivo il cibo deve subire dei trattamenti che ne eliminino i rischi e che permettano al contempo la conservazione degli alimenti per periodo piuttosto lunghi.



Foto: "ISSpresso", l'innovativa macchina per il caffè, prodotta in Italia, che sarà portata sulla ISS dall'astronauta italiana Samantha Cristoforetti. Credits: NASA/ESA

## Il cibo dello spazio ha un sapore tutto italiano

Da circa un anno un'azienda italiana si occupa della preparazione del cibo che viene inviato nello Spazio. Si tratta di piatti che devono rispettare i rigidi standard individuati dalla NASA: avere un giusto apporto di proteine e minerali, ma poco sale. La durata dell'alimento deve essere compresa tra i 18 e i 24 mesi, ma senza l'impiego di conservanti: via libera alle metodiche che permettono la conservazione del cibo, ad esempio il trattamento termico, con un'attenzione molto speciale al mantenimento del colore e del gusto.



Foto: l'interno del laboratorio Columbus sulla ISS. Credits: NASA/ESA



*Scrivi qui i tuoi appunti*



