

PERSEO

PErsonal Radiation Shielding for intErplanetary missiOns

Progetto coordinato e finanziato dall'ASI per sperimentazione su Stazione Spaziale nell'ambito dei diritti nazionali di utilizzazione della ISS

Responsabili del progetto:

Giorgio Baiocco, Università di Pavia, Pavia
Andrea Ottolenghi, Università di Pavia, Pavia

Co-responsabile della ricerca scientifica:

Cesare Lobascio, Thales-Alenia Space Italia, Torino

Partner del progetto:

Università di Pavia
Thales-Alenia Space Italia S.p.A.
Società Metropolitana Acque Torino (SMAT) S.p.A.
AVIOTEC S.r.l.
ALTEC S.p.A.
Università di Roma Tor Vergata

Obiettivi della ricerca:

Il progetto PERSEO si propone come obiettivo la realizzazione e il test di un dimostratore di un sistema di radioprotezione personale, in forma di giacca, che l'astronauta possa indossare in un *habitat* spaziale per mitigare gli effetti nocivi della radiazione cosmica. La giacca sarà realizzata con alloggiamenti interni per dei contenitori, da riempire in caso di necessità con l'acqua a disposizione sulla Stazione Spaziale Internazionale. Quando tali contenitori saranno pieni, si verranno a creare degli spessori di protezione nella giacca, che avranno il compito di "schermare" la radiazione (in particolare i protoni emessi nello spazio interplanetario da eventi solari), ovvero di ridurre la quantità di energia depositata dalla radiazione negli organi più sensibili. Ad esempio è di massima importanza garantire protezione al midollo osseo, responsabile della produzione delle cellule del sangue, il cui danneggiamento può causare conseguenze molto pericolose e immediate per la salute dell'astronauta. Mediante la scelta dell'acqua di bordo come materiale schermante, il progetto soddisfa l'esigenza di usare al massimo - anche per scopo di radioprotezione - le risorse già presenti in un *habitat* spaziale, così da evitare costi e problemi logistici aggiuntivi causati dal lancio di materiale destinato al solo scopo della schermatura da radiazione. Assieme alla giacca verrà lanciato anche un contenitore pieno d'acqua, di volume di circa un litro, che verrà poi riportato a terra, dove saranno condotte analisi di contaminazione delle acque. Il contenitore sarà così qualificato al lancio pieno, e il materiale di cui è composto sarà testato per la sua idoneità a preservare le caratteristiche dell'acqua potabile.

Descrizione del dimostratore:

Il dimostratore di PERSEO - *Radiation Shield Demo* - è una giacca a forma di gilet, realizzata in NOMEX® (un tessuto molto utilizzato in ambiente spaziale), con degli alloggiamenti interni per dei contenitori di acqua. In uno dei possibili *design* attualmente allo studio, i contenitori sono quattro, di circa uguale capienza, sono collegati tra loro secondo il seguente schema (visibile in figura): il contenitore che trova alloggiamento nella giacca a coprire la parte bassa della schiena dell'astronauta si interfaccia con una specifica porta di uscita del *dispenser* di acqua a bordo della stazione spaziale (PWD, *Potable Water Dispenser*); a questo contenitore sono connessi mediante appositi tubi dotati di valvole di sicurezza altri tre contenitori, uno alloggiato a coprire la parte alta della schiena, e due frontali simmetrici, che hanno lo scopo di proteggerne il torace. La giacca dovrà essere riempita a bordo della stazione spaziale, indossata dall'astronauta che ne vuoterà poi il contenuto nel sistema di recupero delle acque di bordo. La giacca verrà spedita vuota e piegata all'interno di una borsa di trasporto. La borsa di trasporto verrà realizzata in modo da poter essere completamente aperta su tutti i lati, e prevederà una tasca per l'alloggiamento del contenitore d'acqua lanciato pieno, che vi sarà conservato fino al rientro a terra.

Operazioni su ISS:

Durante l'esperimento a bordo della stazione spaziale all'astronauta verrà richiesto di estrarre la giacca dalla borsa di trasporto, e di verificare che quest'ultima sia facilmente apribile su tutti i lati come da *design*. L'astronauta dovrà poi collegare l'interfaccia della giacca al *dispenser* di acqua di bordo, dando così il via al riempimento. Grazie al controllo da terra sulla quantità d'acqua trasferita, il flusso d'acqua sarà interrotto una volta raggiunta la quantità necessaria per il completo riempimento di tutte le sacche della giacca (dai 30 ai 40 litri). L'astronauta indosserà la giacca piena, allacciandola sul davanti grazie a chiusure con velcro. Indossando la giacca, avrà modo di verificare la bontà del *design* del dimostratore, e per questo gli sarà chiesto di compilare un questionario in cui dovrà dichiarare eventuali sensazioni di disagio, come ad esempio costrizione nei movimenti,

oltre a dare un parere sulla praticità della fase di riempimento. Al termine di questa prova di vestibilità, gli sarà richiesto di svuotare il contenuto della giacca nell'apposito sistema di recupero delle acque di bordo, e di stivare la giacca nella borsa di trasporto.

In una futura fase dell'esperimento, in missioni successive, la capacità di schermatura offerta da spessori d'acqua analoghi a quelli della giacca di PERSEO sarà misurata grazie al rivelatore ALTEA/LIDAL a bordo della ISS.

Possibili ritorni:

Strategie attuali per la mitigazione del rischio da radiazione cosmica prevedono l'utilizzo di spessori di materiali schermante, distribuiti all'esterno dell'*habitat* spaziale, assieme alla realizzazione di *shelter* interni, ovvero zone dell'*habitat* caratterizzate da una maggiore schermatura. Questo comporta che, in caso di un intenso evento solare (SPE, *Solar Particle Event*), l'astronauta possa essere obbligato a rifugiarsi in uno *shelter*, rischiando di restare confinato a lungo in un piccolo volume. In situazioni di questo tipo, un sistema di radioprotezione personale come la giacca di PERSEO potrebbe garantire all'astronauta la possibilità di abbandonare lo *shelter* (seppure per un periodo limitato di tempo), ad esempio per effettuare interventi che possono essere resi necessari dalla tempesta solare stessa, come il riavvio di elettronica danneggiata dalla radiazione. Strategie di radioprotezione personale complementari o alternative devono essere esplorate anche in vista di future missioni previste nelle *roadmap* delle agenzie spaziali, quali l'esplorazione della luna e dei *Near Earth Objects* (NEOs), dove l'indisponibilità di grandi volumi potrebbe rendere del tutto non praticabile la realizzazione di *shelter*, o l'astronauta potrebbe ritrovarsi lontano dall'*habitat* per svolgere attività extra-veicolari senza la possibilità di rientrare velocemente in caso di tempesta solare. Le strategie più promettenti prevedono l'uso (e non il consumo!) di risorse già a disposizione (come nel caso di PERSEO) o di materiali di scarto. Se inoltre sarà dimostrato che il materiale del contenitore qualificato al lancio pieno è in grado di conservare l'acqua potabile all'interno di un *habitat* per un lungo periodo senza causarne alterazioni, se ne potranno prevedere in futuro applicazioni per la conservazione più a lungo termine di acqua, in forma di giacche o sacchi a pelo, eventualmente da spedire già pieni: tutte soluzioni utili non solo all'immagazzinamento, ma al contempo come strumenti di radioprotezione personale.

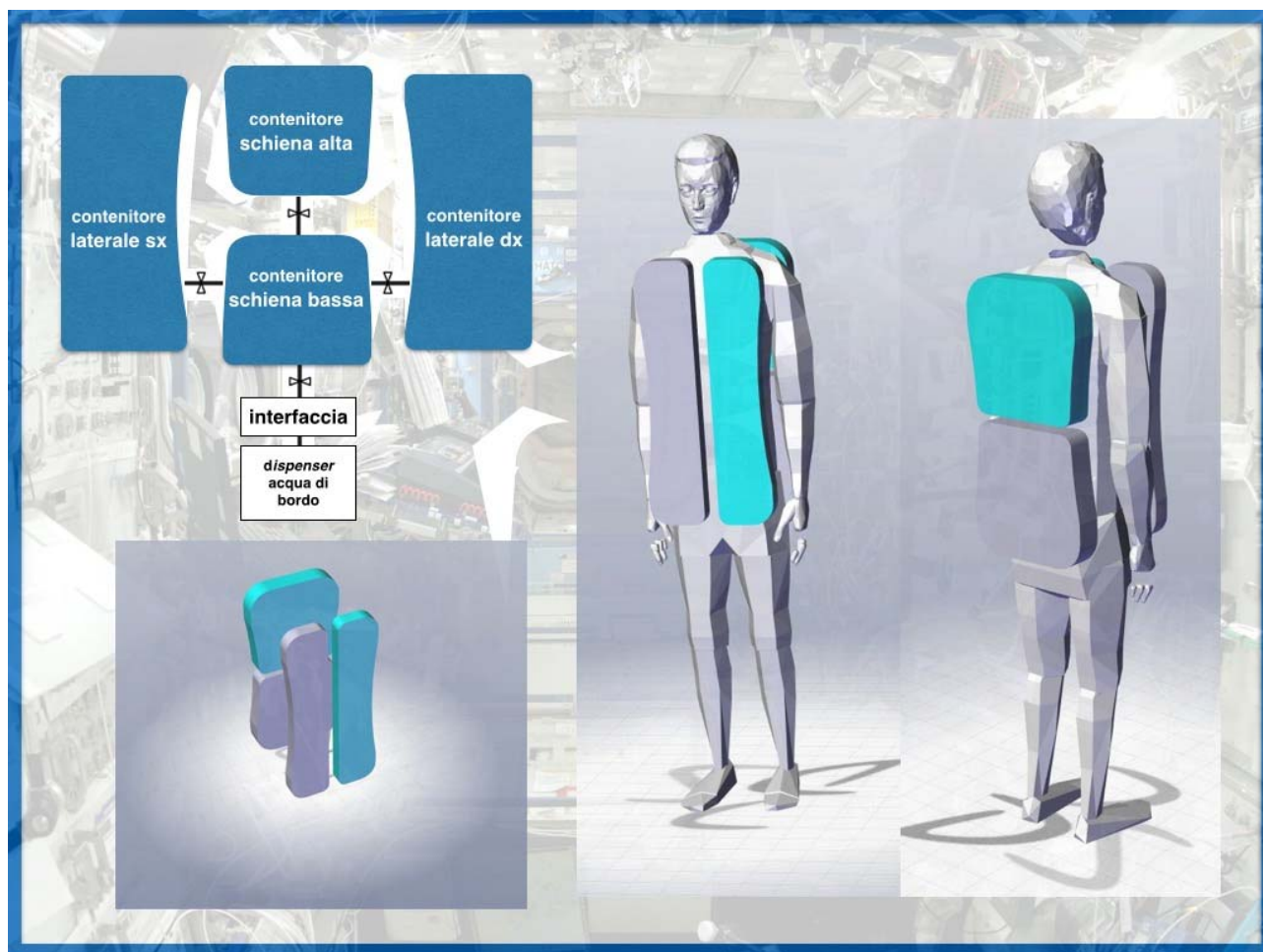


Figura 1: Possibile *design* della giacca di PERSEO: schema dei contenitori d'acqua e dei collegamenti idraulici; modello 3D dei contenitori dimensionato su un fantoccio antropomorfo.