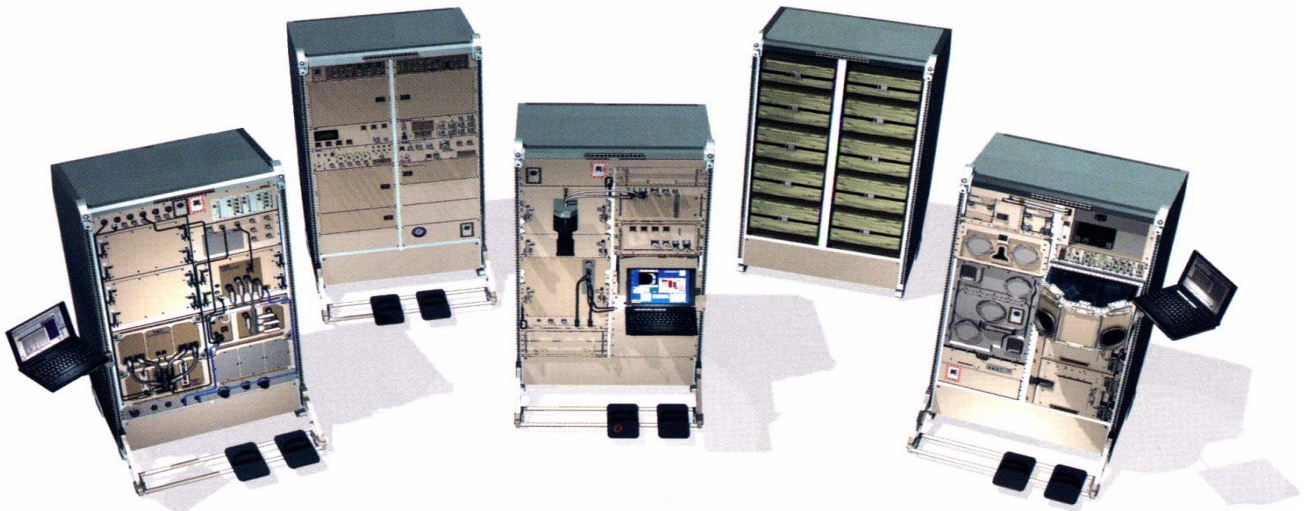


Strutture interne del Columbus



Le strutture europee che saranno lanciate dentro il Columbus. Fila anteriore da sinistra a destra: European Drawer Rack, Fluid Science Laboratory and Biolab. Dietro, da sinistra: European Physiology Modules and European Transport Carrier. (Illustrazione: ESA/D. Ducros)

L'ESA ha sviluppato una gamma di rack per carichi utili destinati al laboratorio Columbus. Questi rack sono stati costruiti su misura per raccogliere la maggiore quantità possibile di dati scientifici nel minimo spazio possibile e per offrire agli scienziati europei di una vasta gamma di discipline il completo accesso a un ambiente in assenza di gravità irrealizzabile sulla Terra.

Quando verrà lanciata la missione Space Shuttle che ha l'obiettivo di assemblare il modulo 1E, il Columbus verrà equipaggiato con cinque carichi (interni) pressurizzati: il Biolab, il laboratorio di scienza dei fluidi (Fluid Science Laboratory), i moduli di fisiologia europei (European Physiology Modules), il rack a cassetti europeo (European Drawer Rack) e l'European Transport Carrier. I primi tre sono stati sviluppati all'interno del Programma dell'ESA delle strutture di microgravità del Columbus, mentre gli ultimi due rientrano nell'Utilisation Programme dell'ESA.

Le attrezzature per esperimenti destinate all'ISS appena citate rappresentano una novità assoluta per le attività di ricerca europea e sviluppo dell'hardware. Infatti, offrono alla comunità scientifica una piattaforma europea che consente lo svolgimento di esperimenti di lungo termine a bordo dell'ISS e in assenza di gravità, un netto passo avanti rispetto alle gravi limitazioni di tempo tipiche delle precedenti missioni Spacelab.

Le attrezzature multi-utente sono di concezione modulare per agevolare le attività di aggiornamento, riparazione e ristrutturazione rese necessarie dal lungo periodo di utilizzo previsto per la stazione spaziale, che va ben oltre il ritiro dello Space Shuttle nel 2010.

Questa modularità offre l'opportunità e la flessibilità per utilizzare continuamente i contenitori per i diversi esperimenti, permette di abbreviare i tempi di preparazione delle missioni e contribuisce ad uno sviluppo scientifico più rapido nei campi specifici.

Le attrezzature di ricerca sono state progettate per essere abbastanza compatte da adattarsi agli spazi limitati di un rack di carico standard internazionale (ISPR), abbastanza resistenti da sopportare anni di servizio, in grado di soddisfare più utenti e in larga misura automatiche oltre che pienamente controllabili dalle stazioni a terra.

Quest'ultimo requisito è reso necessario dal fatto che il personale a bordo ha a disposizione solo periodi di tempo limitati per supervisionare gli esperimenti in corso. I contenitori degli esperimenti da effettuare sulle attrezzature verranno trasportati separatamente all'interno di moduli logistici multifunzionali (MPLM), che sono moduli di trasporto pressurizzati che viaggiano all'interno dell'area di carico dello Space Shuttle.

Strutture per Esperimenti del Laboratorio Columbus

Gli esperimenti che richiedono operazioni umane successive possono essere trasportati anche all'interno degli armadietti del ponte centrale dello Space Shuttle. I contenitori per esperimenti saranno trasportati anche utilizzando il veicolo di trasferimento automatizzato (ATV) europeo o l'H-II Transfer Vehicle (HTV) o le navette russe di tipo Progress.

Tra questi contenitori sono inclusi anche alcuni campioni biologici e medici che vanno ricondizionati termicamente (a meno ottanta gradi) all'interno del congelatore di laboratorio dell'ISS (MELFI), che funge da principale unità di refrigerazione/congelamento permanente dell'ISS.

Strutture interne: Biolab



Biolab. (Foto: EADS Astrium)

Il Biolab è una struttura concepita per eseguire esperimenti biologici su micro-organismi, cellule, colture di tessuti, piante a basso fusto e piccoli invertebrati. Il principale obiettivo dell'esecuzione di esperimenti biologici nello spazio è quello di scoprire il ruolo che l'assenza di gravità gioca a tutti i livelli di un organismo, dagli effetti sulle singole cellule per arrivare sino agli organismi complessi, esseri umani inclusi.

Il primo esperimento che si svolgerà nel Biolab, quando il Columbus arriverà sulla ISS, indagherà sull'effetto che l'assenza di peso ha sulla crescita dei semi e punterà alla migliore comprensione del meccanismo cellulare che inibisce le funzioni immunitarie e aggrava la risposta alle radiazioni in condizioni di volo spaziale. Questo esperimento è importante in vista delle future missioni spaziali umane di lunga durata. Ulteriori esperimenti tenteranno di svelare il mistero dell'influsso della gravità su vari meccanismi cellulari, quali ad esempio la trasduzione dei segnali e l'espressione genica. Questi due effetti sono passi importanti nella reazione di una cellula ai cambiamenti nel suo ambiente. I risultati degli esperimenti saranno quindi determinanti per individuare cause e

trattamenti di malattie che affliggono gli abitanti della Terra.

Il Biolab si divide fisicamente e funzionalmente in due sezioni: la sezione automatica, posta sul lato sinistro del rack, e la sezione manuale, posta sul lato destro del rack. Nella sezione automatica, nota come Unità Centrale, tutte le attività vengono eseguite automaticamente dall'attrezzatura, dopo il caricamento manuale dei campioni da parte dell'equipaggio. Grazie all'elevato livello di automazione, l'esigenza in termini di tempo dell'equipaggio viene drasticamente ridotta. La sezione manuale, nella quale tutte le attività sono eseguite direttamente dall'equipaggio, è destinata soprattutto a deposito per i campioni e per specifiche attività di gestione degli esperimenti.

Il principale elemento dell'Unità Centrale è la grande incubatrice, un volume a temperatura controllata nel quale si svolgono gli esperimenti. All'interno dell'incubatrice ci sono due centrifughe, ciascuna delle quali può contenere sino a sei contenitori per esperimenti. I contenitori contengono i campioni biologici e possono essere agitati in modo indipendente per generare una gravità artificiale nella gamma da 10-3 g a 2 g. Questo permette l'esecuzione simultanea nell'attrezzatura di esperimenti a 0 g e di esperimenti di riferimento a 1 g.

Durante l'elaborazione dell'esperimento, il meccanismo di gestione dell'attrezzatura trasporta i campioni alla strumentazione diagnostica dedicata dove, tramite teleoperazioni, gli scienziati a terra possono partecipare attivamente alle analisi preliminari in-situ dei campioni. Il meccanismo di gestione effettua anche il trasporto dei campioni nelle unità di stivaggio automatico a temperatura ambiente e controllata. Queste sono destinate alla preservazione dei campioni o all'esecuzione di ulteriori analisi. La tipica durata degli esperimenti del Biolab varia da 1 giorno a 3 mesi.

La sezione manuale del Biolab contiene un laptop per il controllo da parte dell'equipaggio, due centraline di controllo della temperatura e di immagazzinamento dei campioni e una BioGlovebox. Le centraline di controllo della temperatura sono refrigeratori/congelatori (da +10°C a -20°C) per l'immagazzinamento di oggetti

Strutture per Esperimenti del Laboratorio Columbus

di grandi dimensioni e di contenitori per esperimenti.

La BioGlovebox è un contenitore chiuso per la gestione dei materiali tossici e dei campioni biologici deperibili che devono essere protette dalla contaminazione da parte dell'ambiente della stazione spaziale. Un generatore di ozono assicura la sterilizzazione del volume di lavoro della BioGlovebox. La struttura del Biolab verrà lanciata all'interno del laboratorio europeo Columbus.

Strutture interne: Comparto a cassette europeo (European Drawer Rack)



European Drawer Rack

La comunità scientifica avverte l'esigenza di un'attrezzatura per esperimenti di medie dimensioni, dedicata a ricerche spaziali e finalizzata a ridurre costi e tempi di sviluppo. La soluzione dell'ESA è lo European Drawer Rack, una struttura che contiene un contenitore flessibile per esperimenti che consente una grande varietà di discipline scientifiche.

Questa struttura offre spazio e risorse ai moduli per esperimenti grazie a due tipi di alloggiamenti standard, veri e propri cassette per l'ISS denominati International Subrack Interface Standard (ISIS) e gli armadietti ISS Cocker. L'attrezzatura può contenere sino a tre di questi cassette, ciascuno con un volume di carico di 72 litri, nonché 4 armadi, ciascuno con un volume di carico di 57 litri.

Questo approccio aumenta la rapidità di allestimento e offre maggiori opportunità alla vasta comunità di utenti che dispone di carichi che non occupano un rack completo. La concezione complessiva dell'attrezzatura è ottimizzata per contenere tre o quattro carichi utili in parallelo, ad esempio un carico sperimentale medio che contiene 2 cassette/armadi. Comunque, la struttura può contenere anche carichi grandi e piccoli simultaneamente. Il monitoraggio dell'assegnazione delle risorse ai carichi individuali è controllato dalla gestione risorse, ma il concetto operativo dello European Drawer Rack prevede che i carichi siano in larga misura autonomi. Il computer del laboratorio distribuisce i dati dell'ISS ai carichi di lavoro e indirizza i dati dei carichi verso terra e verso i laptop dello European Drawer Rack. Il sistema di gestione dei dati dello European Drawer Rack supporta tutte le modalità di azionamento del carico, che variano da pienamente automatico al controllo passo dopo passo da parte di un astronauta.

Oltre a distribuire le risorse del Columbus ai moduli per esperimenti, lo European Drawer Rack fornisce servizi quali il ciclo di raffreddamento dell'aria e la conversione dell'alimentazione elettrica a 120 volt del Columbus in quella standard a 28 volt. La prima configurazione dello European Drawer Rack include un modulo per esperimenti. Si tratta dell'attrezzatura Protein Crystallisation Diagnostics, uno strumento multi-utente di scienza dei materiali che intende sottoporre a indagine la cristallizzazione delle proteine nello spazio.

Questa attrezzatura aiuterà a far luce sulle condizioni nelle quali è possibile far crescere cristalli di zeolite. Questo tipo di dati può essere desunto solo in assenza di gravità. I risultati dell'esperimento consentiranno innovazioni in diverse applicazioni industriali.

Un secondo modulo verrà lanciato con un volo successivo. Si tratta della Facility for Adsorption and Surface Tension (FASTER), che intende studiare i processi di adsorbimento di tensioattivi su superfici liquide. Questa ricerca ha un gran numero di collegamenti ad applicazioni in campo industriale ed è connessa a studi quali stabilità della schiuma/scarico/reologia.

Strutture Interne: Moduli Europei di Fisiologia



Moduli europei di fisiologia

I Moduli di fisiologia europei sono concepiti per studiare gli effetti del volo spaziale di lunga durata sull'organismo umano. Alcuni campi di studi, quali neuroscienza, sistema cardiovascolare e respiratorio, fisiologia dello scheletro e dei muscoli, nonché endocrinologia e metabolismo, sono già stati delineati.

La ricerca sulla fisiologia umana in condizioni di assenza di gravità contribuirà anche a una maggiore comprensione di problemi quali il processo di invecchiamento, l'osteoporosi, i disturbi dell'equilibrio e il deterioramento muscolare.

Quando il Columbus arriverà sull'ISS nei Moduli di fisiologia europei verrà subito avviata una prima batteria di esperimenti relativi alle neuroscienze, ai meccanismi dei difetti cardiaci, agli effetti in assenza di gravità sulla funzione muscoloscheletrica umana e sulla ritenzione di sodio.

La struttura può contenere un massimo di otto moduli scientifici montati su un'infrastruttura di

trasporto. Il sistema di trasporto fornisce a questi moduli le funzioni di gestione dei dati, controllo termico e alloggiamento.

L'attrezzatura si interfaccia direttamente con il Columbus e fornisce supporto a moduli scientifici sia montati in rack sia esterni. Oltre ai moduli scientifici già presenti, è possibile interfacciare con il sistema di trasporto gli strumenti montati nella corsia centrale del Columbus per mezzo di un pannello speciale (Utility Distribution Panel).

La prima configurazione di lancio dei moduli di fisiologia europei prevede tre moduli scientifici. Questi sono:

Cardiolab: Si tratta di un'attrezzatura per lo studio dei differenti apparati coinvolti nella regolazione della pressione sanguigna arteriosa e del ritmo cardiaco.

I dati del Cardiolab saranno utilizzati per mantenere l'equipaggio in buona salute durante la permanenza a bordo, oltre a preparare gli astronauti per il ritorno a Terra. Il Cardiolab, sviluppato dal CNES e dal DLR è stato inserito nei moduli di fisiologia europei grazie ad accordi di cooperazione.

MEEMM (Multi Electrodes Encephalogram Measurement Module): Il MEEMM verrà utilizzato per studiare l'attività cerebrale misurando i segnali elettrici captati da elettrodi montati sul soggetto dell'esperimento.

PORTEEM (Portable Electroencephalogram Module): Questo strumento è un registratore digitale flessibile, modulare e portatile per studi sulla deambulazione e sul sonno. Lo strumento è equipaggiato con un EEG/polisonnigrafo a 16 canali per studi sui disturbi del sonno, ma può facilmente essere riconfigurato per una vasta gamma di altre applicazioni.

I moduli di fisiologia europei dell'ESA sono strettamente collegati ai rack della Human Research Facility della NASA contenuti dal laboratorio statunitense, che include anche alcuni dei moduli fisiologici dell'ESA quali il sistema di studio dell'apparato polmonare.

Il sistema per l'apparato polmonare è già in orbita e funziona con successo. I nuovi moduli scientifici e gli altri oggetti necessari saranno trasportati sulla stazione dal volo di assemblaggio 1E e da

Strutture per Esperimenti del Laboratorio Columbus

voli futuri per l'uso congiunto con i moduli di fisiologia europei. Questo volo comprende principalmente attrezzature di controllo quali il FlyWheel Exercise Device, un sistema portatile per la funzione polmonare, un monitor delle radiazioni, ecc.

Queste attrezzature dei moduli di fisiologia europei possono essere trasportate sull'ISS dall'ATV europeo, dalle navicelle spaziali russe Progress e Soyuz o dallo Space Shuttle. I campioni vengono poi riportati a terra con l'MPLM, gli armadi del ponte centrale dello Shuttle o la navicella spaziale Soyuz

Strutture interne: Laboratorio di scienza dei Fluidi



Il Laboratorio di Scienza dei Fluidi

Il laboratorio di scienza dei fluidi è un'attrezzatura multi-utente progettata per studiare la dinamica dei fluidi in assenza di forze gravitazionali. Il principale obiettivo dell'esecuzione di esperimenti relativi alla scienza dei fluidi nello spazio è lo studio di fenomeni dinamici in assenza di forze gravitazionali. In condizioni di assenza di gravità, come sulla ISS, queste forze sono quasi interamente eliminate, dando luogo a riduzioni significative dei processi di convezione, sedimentazione, stratificazione e pressione statica dei fluidi, tutti dovuti alla gravità. Questo permette lo studio degli effetti dinamici dei fluidi normalmente mascherati dalla preponderanza della forza di gravità. I primi esperimenti che si svolgeranno nel laboratorio di scienza dei fluidi, quando il Columbus arriverà sull'ISS, includono il trasferimento di calore e massa dalle superfici libere nei liquidi binari, uno studio sulla stabilità delle emulsioni, un'indagine sul flusso geofisico in assenza di gravità, e può avere grande importanza in aree quali il flusso su scala globale nell'atmosfera e negli oceani, studi sui campi elettrici nei processi di ebollizione e uno studio per

il miglioramento della produzione di leghe peritetiche. Il laboratorio di scienza dei fluidi è di concezione modulare e si basa sull'uso degli elementi a cassette. Questo facilita la rimozione e il trasporto dei componenti, sia per aggiornarli che per riparare le parti difettose. Il laboratorio può essere azionato in modalità pienamente automatica o semi-automatica e può essere controllato a bordo dagli astronauti dell'ISS, oppure da terra in modalità telescientifica. Il lato destro del Laboratorio di Scienza dei Fluidi contiene sottosistemi funzionali per la distribuzione dell'energia, il condizionamento ambientale e l'elaborazione e gestione dei dati.

L'elemento principale sul lato sinistro del laboratorio contiene il modulo di diagnosi ottica e il modulo esperimenti centrale, nel quale vengono inseriti tutti i contenitori per esperimenti. Il modulo di diagnosi ottica alloggia l'attrezzatura di osservazione visiva, velocimetrica e interferometrica, l'elettronica di controllo correlata e i punti di attacco e di interfaccia con le speciali fotocamere a montaggio frontale.

Il modulo esperimenti centrale si divide in due parti. La prima contiene la struttura di sospensione per i contenitori degli esperimenti, incluse tutte le interfacce funzionali e le attrezzature ottiche. Questa struttura è progettata per essere estratta dal rack in modo da consentire l'inserimento e la rimozione dei contenitori di dimensioni standard nei quali sono integrati gli esperimenti. La seconda parte contiene tutte le attrezzature diagnostiche e di illuminazione, assieme all'elettronica di controllo che consente di comandare e monitorare i componenti elettromeccanici e opto-meccanici.

Accordi di cooperazione hanno consentito di aggiungere alla struttura il Microgravity Vibration Isolation System, sviluppato dall'Agenzia Spaziale Canadese (CSA). Questo sistema fornisce agli esperimenti un buon isolamento dai disturbi generati dall'ambiente in assenza di gravità della stazione. Un contenitore per esperimenti può inoltre essere equipaggiato con funzioni diagnostiche sofisticate, che vanno a integrare quelle standard fornite dal laboratorio di scienza dei fluidi. Un'attrezzatura quale il laboratorio di scienza dei fluidi, che può essere riutilizzato più e più volte con differenti contenitori per esperimenti, consente di ridurre i tempi di allestimento per le singole missioni e contribuisce a rendere più rapido lo sviluppo scientifico nel campo in questione.

Attrezzature interne: European Transport Carrier



European Transport Carrier

Lo European Transport Carrier è un contenitori di elementi di trasporto e stivaggio basati su elementi standard denominati "Cargo Transfer Bags" compatibili per il trasporto a bordo dei moduli logistici multifunzionali (MPLM) e ATV europei oltre che per l'uso sui moduli dell'ISS quali il Columbus. La concezione modulare dello European Transport Carrier, basata su contenitori di stivaggio rigidi, offre la massima flessibilità per la gestione di contenitori di trasferimento del carico di differenti dimensioni. Tutti i carichi utili europei verranno trasportati e stivati nei contenitori di trasferimento del carico dell'ISS. Si tratta di scatole in Nomex di quattro dimensioni standard con elementi di separazione rimovibili e riconfigurabili. I contenitori rigidi di stivaggio dello European Transport Carrier hanno dimensioni ottimizzate per l'inserimento in scatole di trasferimento del carico di diverse misure. Ci sono due contenitori di minori dimensioni che possono contenere scatole di trasferimento del carico di dimensioni massime e ridotte. Ciascuno di essi ha un volume equivalente a 1,5 armadi del ponte centrale dello Space Shuttle. Ci sono quattro contenitori che offrono circa 3 volte il volume di un

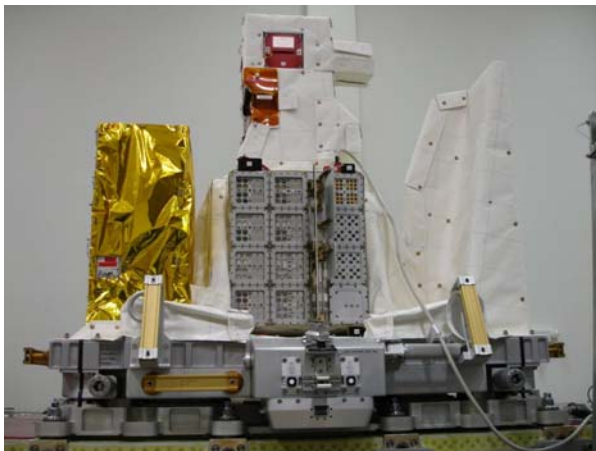
armadio del ponte centrale dello Space Shuttle. Questi possono essere riempiti con qualsiasi combinazione di scatole di trasferimento del carico (max. dimensioni triple). Tutti i contenitori di stivaggio sono concepiti per sopportare, anche durante il trasporto dei contenuti, i carichi di lancio e atterraggio. Lo European Transport Carrier trasporterà carichi utili che non possono essere lanciati all'interno delle attrezzature dell'ESA a causa delle limitazioni di stivaggio o trasporto. In orbita, questo fungerà da banco di prova e struttura di stivaggio per esperimenti con il Biolab, il laboratorio di scienza dei fluidi, i moduli di fisiologia europei e l'European Drawer Rack. Un componente che verrà portato sull'ISS all'interno dello European Transport Carrier sarà lo European Flywheel Exercise Device. Questo è un dispositivo di esercizio alla resistenza che consente di tenere sotto controllo problemi quali atrofia muscolare, osteoporosi e inibizione del funzionamento muscolare degli astronauti. Questo verrà trasportato all'interno di due dei contenitori di trasferimento del carico di dimensioni triple. L'uso secondario dello European Transport Carrier è all'interno del MPLM una volta che questo sia stato sostituito nel Columbus da un rack per esperimenti attivo. (L'ESA attualmente 'possiede' cinque posizioni per rack, tutte attive/alimentate). Lo European Transport Carrier può quindi agire come trasporto logistico tra la Terra e l'ISS per i rack per carichi utili dell'ESA sul Columbus. Il modulo è progettato per 15 lanci e può essere riconfigurato a terra per le esigenze di stivaggio specifiche di ciascun volo. In generale, lo European Transport Carrier stiverà e trasporterà oggetti pronti per entrare in servizio, strumenti complementari, materiali di consumo, attrezzature di volo e orbitali, unità orbitali sostituibili, rifornimenti e attrezzature scientifiche quali contenitori per esperimenti e materiali di consumo. Inoltre, le Zero-g Stowage Pockets dello European Transport Carrier (due superiori, una inferiore) permettono l'uso orbitale del volume interno rimanente. Queste tasche possono essere riempite soltanto in orbita e non possono essere utilizzate per il trasporto nelle fasi di lancio e discesa. Lo European Transport Carrier può trasportare più di 400 kg di carichi utili e attrezzature per esperimenti, per un volume totale di circa 800 litri. A bordo dell'ISS, le Zero-g Stowage Pocket estendono la capacità a circa 1000 litri.

Strutture esterne del Columbus

Solitamente immaginiamo gli astronauti della Stazione Spaziale Internazionale mentre eseguono esperimenti all'interno di moduli di laboratorio pressurizzati, ma i carichi utili esterni permettono di condurre esperimenti nello spazio aperto con gli ulteriori e importanti vantaggi dell'esposizione di lunga durata e della possibilità di un successivo ritorno a Terra per ulteriori esami e analisi.

Un esempio importante di questa possibilità è la struttura di dosimetria radioattiva dell'ESA, Matroshka, presente sulla superficie esterna dell'ISS per i 18 mesi successivi all'installazione avvenuta a Marzo 2004. L'ESA ha equipaggiato il modulo Columbus con l'unità di carico esterna, che offre quattro punti (piattaforme) per accogliere carichi utili dedicati alle ricerche.

Si tratta di una struttura montata sull'estremità conica del modulo che fornisce collegamenti per energia, dati e comando.



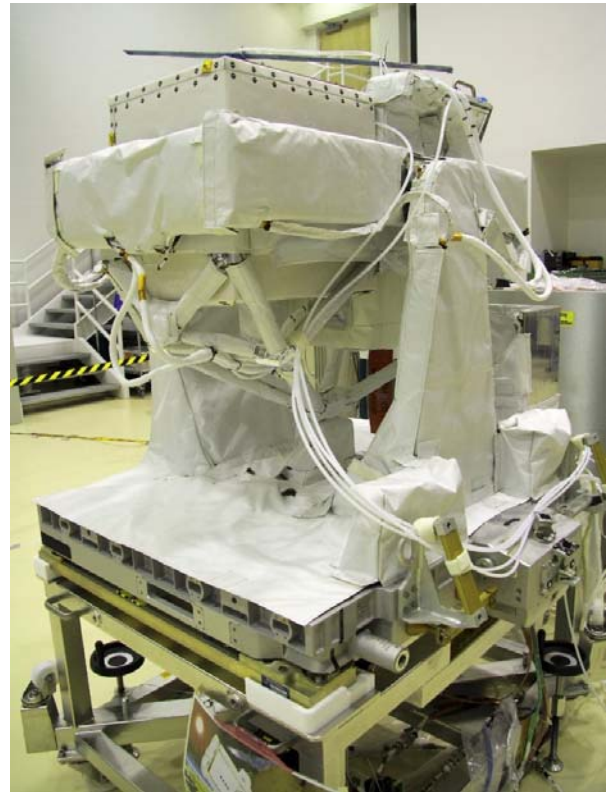
EuTEF external payload facility

L'unità di carico esterna del Columbus offre l'opportunità di svolgere esperimenti scientifici e tecnologici di tipo classico per una vasta gamma di discipline.

L'unità di carico esterna incrementerà il rendimento della stazione senza aumentare in modo significativo il costo infrastrutturale. Infatti, si affida ad attività operative automatizzate, riducendo al minimo gli interventi da parte dell'equipaggio.

Il programma carichi utili esterni consiste di due elementi: utilizzo preventivo (prima del completamento dell'allestimento della stazione) e sfruttamento ordinario (dopo il completamento dell'allestimento). Ogni carico utile è montato su

un adattatore in grado di accogliere piccoli strumenti ed esperimenti che totalizzano sino a 227 kg.



SOLAR external payload facility

In seguito a un Annuncio di opportunità e a un attento riesame, sono stati selezionati cinque carichi utili, quattro dei quali sono già in fase di sviluppo.

Questi erano stati originariamente concepiti per l'installazione sui rack esterni a disposizione della NASA, ma ora verranno collocati sul Columbus due dei carichi utili: l'unità di esposizione di tecnologia europea (EuTEF) e il SOLAR sono già a bordo del volo di assemblaggio 1E assieme al Columbus e saranno agganciati all'esterno del Columbus durante l'ultima passeggiata spaziale della missione.

Il gruppo orologi atomici spaziali (ACES) e il monitor dell'interazione tra spazio e atmosfera (ASIM) verranno trasportati sull'ISS con un volo successivo. Questo primo gruppo di carichi utili esterni per il Columbus verrà successivamente sostituito da nuovi carichi. Un carico utile di

Strutture per Esperimenti del Laboratorio Columbus

questo tipo è l'ASIM, composto da strumenti ottici per l'osservazione delle emissioni alle altitudini elevate provenienti dalla stratosfera e dalla mesosfera e correlate all'insorgere delle tempeste.

In futuro il trasferimento in orbita dei carichi utili non pressurizzati dallo Space Shuttle all'unità di carico esterna (e viceversa), verrà eseguito dal sistema di manipolazione robotizzato della stazione spaziale. Per il SOLAR e l'EuTEF, tuttavia, il trasferimento verrà eseguito dagli astronauti con l'assistenza del braccio robotico, come parte delle attività extraveicolari. I futuri carichi utili quali l'ASIM e l'ACES potrebbero invece essere caricati con l'HTV; quelli più piccoli/modulari con l'ATV o persino con navette Progress.

Strutture Esterne: European Technology Exposure Facility (EuTEF)



EuTEF (Foto: ESA)

L'unità di esposizione di tecnologia europea (EuTEF) verrà montata all'esterno del modulo Columbus e trasporterà esperimenti che richiedono l'esposizione all'ambiente spaziale. Si tratta di un'attrezzatura multi-utente programmabile e pienamente automatizzata con capacità di trasporto modulare e flessibile, perfetta per una varietà di carichi utili tecnologici. L'EuTEF è concepita specificamente per facilitare il rapido completamento degli esperimenti. Durante la sua prima configurazione in orbita, l'attrezzatura conterrà nove differenti strumenti.

Gli esperimenti, l'infrastruttura e le attrezzature sono alloggiati sull'adattatore di carico esterno del Columbus, che consiste di una piastra adattatrice, un meccanismo di aggancio e rilascio delle navette, connettori e traliccio.

Gli esperimenti sono montati direttamente sulla piastra adattatrice o su una struttura di supporto che li eleva per esporli in modo ottimale alla direzione di volo o in direzione opposta alla Terra. In totale, la massa del carico utile è inferiore ai 350 kg e richiede meno di 450 W di potenza.

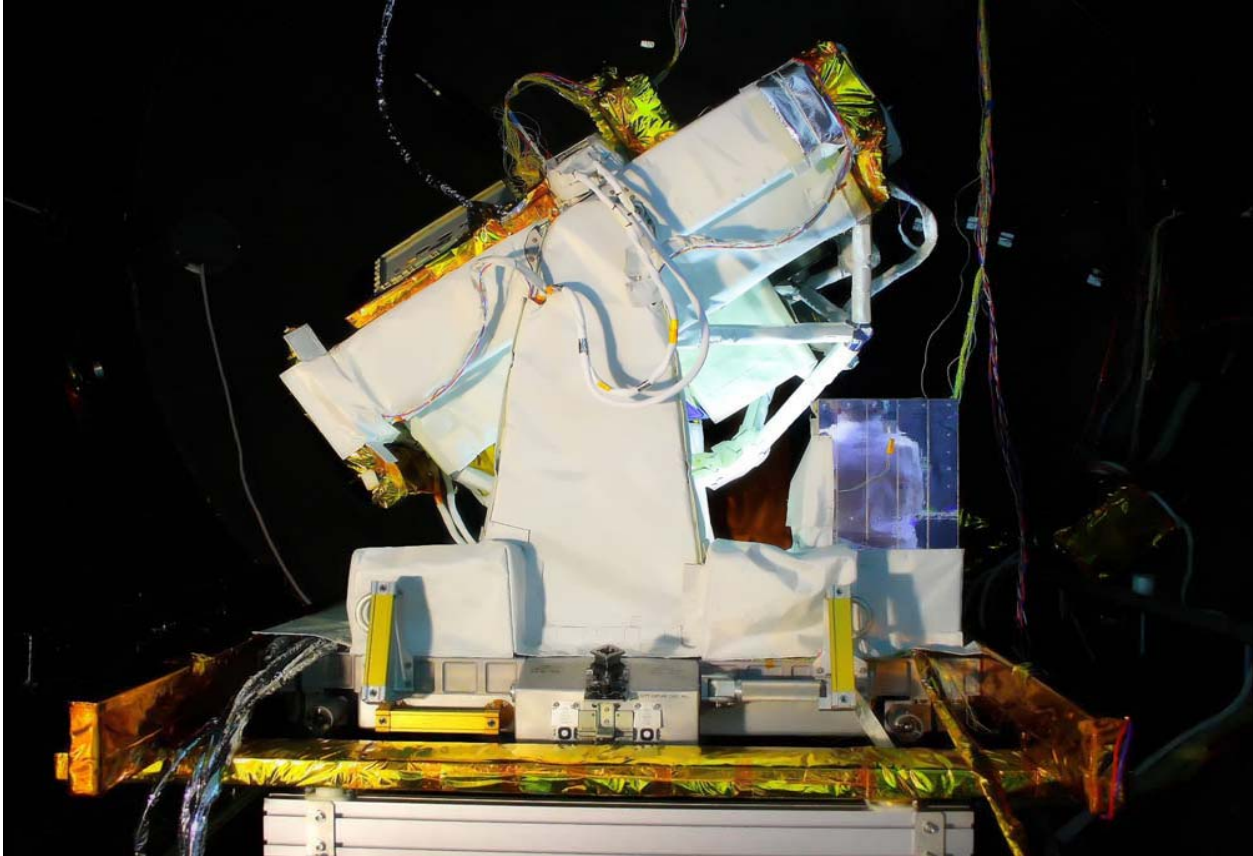
La suite di esperimenti consiste di:

- MEDET, esperimento di esposizione e degradazione dei materiali (CNES, ONERA, Università di Southampton, ESA);
- il DOSTEL, per la misurazione delle radiazioni (Istituto di medicina del volo del DLR);
- TRIBOLAB, un banco di prova per le proprietà tribologiche dei materiali nello spazio (INTA, INASMET);
- EXPOSE, un laboratorio di fotobiologia ed esobiologia (Kayser-Threde, su appalto dell'ESA);
- DEBIE-2, un rilevatore di micrometeoroidi e detriti orbitali (Patria Finavitec, su appalto dell'ESA). Questo condivide un alloggiamento standard con il FIPEX. Il DEBIE-1 è stato trasportato a bordo del satellite Proba;
- FIPEX, un rilevatore di ossigeno atomico (Università di Dresda). Condivide un alloggiamento standard con il DEBIE-2;

Strutture per Esperimenti del Laboratorio Columbus

- PLEGPAY, il carico utile del cannone elettronico al plasma per la dispersione in orbita (Thales Alenia Space, su appalto dell'ASI);
- EuTEMP, un esperimento destinato a misurare l'ambiente termico dell'EuTEF durante il trasporto in assenza di energia dallo Shuttle all'unità di carico esterno del Columbus. (EFACEC, su appalto dell'ESA).
- EVC, una fotocamera di osservazione della Terra, sviluppata dall'ESA/Carlo Gavazzi Space per attività di monitoraggio.

Strutture esterne: SOLAR



SOLAR External Payload Facility marzo 2007

SOLAR, oltre a contribuire allo studio della fisica solare e stellare, nonché dell'interazione tra il flusso dell'energia solare e l'atmosfera della Terra, è di grande importanza per la modellazione atmosferica, la chimica atmosferica e la climatologia.

SOLAR studierà la maggior parte della gamma spettrale del Sole con una precisione senza precedenti. Attualmente l'attività di SOLAR è programmata per durare due anni. SOLAR verrà posizionato sulla posizione zenitale dell'unità carichi esterni del Columbus (ovvero, in direzione opposta alla Terra).

SOLAR si articola in 3 strumenti che si completano reciprocamente per consentire le misurazioni dell'irradiazione di quasi tutto lo spettro solare elettromagnetico - da 17 nm a 100 μm - nel quale viene emesso il 99% dell'energia solare. I tre strumenti complementari per lo studio dell'energia solare sono:

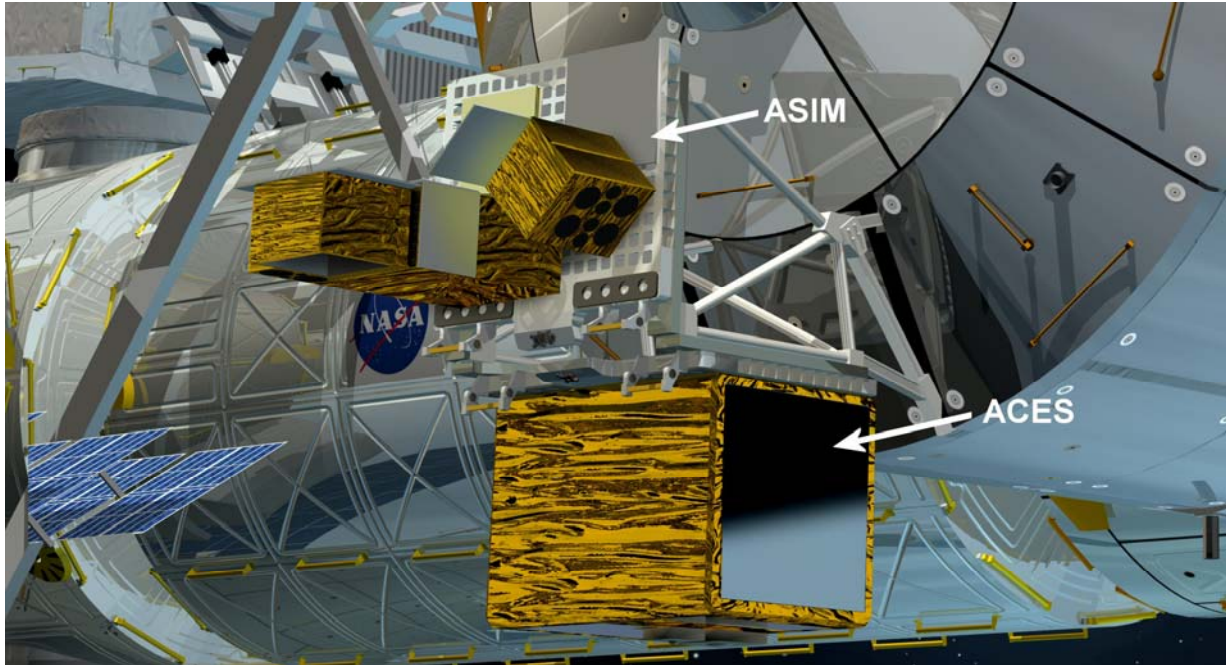
SOVIM (SOlar Variable & Irradiance Monitor), strumento che copre le regioni prossime all'UV, visibile e termica dello spettro (200 nm – 100 μm); è sviluppato da PMOD/WRC (Davos, Svizzera) mentre uno dei radiometri è prodotto da IRM (Bruxelles, Belgio).

SOLSPEC (SOlar SPECtral Irradiance measurements), strumento che copre la gamma tra 180 nm e 3.000 nm. SOLSPEC è sviluppato dal CNRS (Verrières-le-Buisson, Francia) in collaborazione con IASB/BIRA (Belgio) ed LSW (Germania).

SOL-ACES (SOlar Auto-Calibrating Extreme UV/UV Spectrophotometers) strumento che rileva il regime spettrale EUV/UV. SOL-ACES è sviluppato da IPM (Friburgo, Germania).

SOVIM e SOLSPEC sono versioni aggiornate di strumenti che hanno già portato a termine diverse missioni spaziali. SOL-ACES è invece uno strumento di nuova concezione.

Strutture esterne future



Le prossime strutture esterne ASIM e ACES collocate sul laboratorio Columbus (Foto: ESA/D. Ducros)

Gruppo orologi atomici spaziali (ACES)

ACES sottoporrà a test nello spazio una nuova generazione di orologi atomici. Il PHARAO (Projet d'Horloge Atomique par Refroidissement d'Atomes en Orbite) sviluppato dal CNES in Francia e lo Space Hydrogen Maser sviluppato in Svizzera verranno testati e i loro segnali verranno confrontati reciprocamente e con gli standard di frequenza nazionali usando un collegamento a microonde dedicato. Oltre a eseguire un gran numero di importantissimi esperimenti di fisica, queste attrezzature consentiranno anche lo studio delle eccezionali prestazioni del PHARAO in condizioni di microgravità. ACES è un carico utile complesso che contiene strumenti e sottosistemi innovativi. Gli orologi atomici sono estremamente sensibili al loro ambiente operativo, quindi un ambiente particolarmente rigido come quello spaziale presenta nuove sfide per la progettazione di orologi e carichi utili. La sensibilità termica ed elettromagnetica pone seri limiti al carico utile. PHARAO si avvale di sei raggi laser ortogonali per raffreddare atomi di cesio ad alcuni μK . La combinazione di questi atomi lenti e la loro bassa accelerazione in microgravità consente tempi di osservazione significativamente più prolungati rispetto a quelli possibili sulla Terra. Questo garantisce una migliore stabilità e precisione della frequenza.

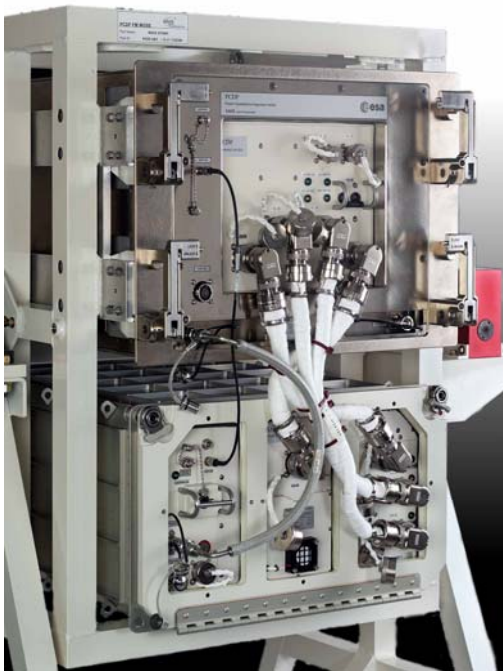
Atmosphere Space Interactions Monitor (ASIM)

La mesosfera e la bassa termosfera sono le regioni dell'atmosfera meno conosciute. Si tratta di strati atmosferici troppo bassi per osservazioni in situ da parte di satelliti e il telerilevamento a distanza è ostacolato dalle basse densità e dall'elevato grado di variabilità spazio-temporale.

ASIM (Atmosphere Space Interactions Monitor) studierà l'interazione delle tempeste con le regioni di altitudine più elevata dell'atmosfera, sino alla ionosfera e alla magnetosfera, nonché gli effetti energetici delle radiazioni delle particelle spaziali sulla mesosfera e la termosfera. Gli obiettivi scientifici di questo carico sono complementari a quelli della missione satellitare Taranis sviluppata dal CNES. ASIM è composto da due strumenti, il MMIA (Miniature Multispectral Imaging Array) e l'MXGS (Miniature X- and Gamma-Ray Sensor), e di sottosistemi loro correlati. Il MMIA incorpora due videocamere CCD e un fotometro. Due moduli MMIA sono dedicati all'osservazione esterna con un campo visivo di 20° . Un terzo modulo MMIA in congiunzione con l'MXGS punterà verso il nadir con un campo visivo di 80° . Gli strumenti puntati verso il nadir sorveglieranno le raffiche di raggi X e gamma.

Ulteriori carichi

Protein Crystallisation Diagnostics Facility



La struttura Protein Crystallisation Diagnostics

Il PCDF (Protein Crystallisation Diagnostics Facility) è uno strumento multi-utente per lo studio di base dei processi di nucleazione e cristallizzazione delle macro-molecole biologiche, e nello specifico, del modo in cui questi processi vengono influenzati dalla gravità.

Questo strumento può essere utilizzato per condurre misurazioni dettagliate dei fenomeni fisici nei singoli reattori, nonché per controllare questi fenomeni tramite cambiamenti di temperatura e concentrazione della soluzione.

Il PCDF verrà caricato a bordo dello European Drawer Rack durante il lancio e quindi, montato sull'ISS. Lo strumento include un'unità di elaborazione con attrezzature diagnostiche, una camera di elaborazione nella quale vengono collocati i contenitori degli esperimenti e un'unità elettronica che contiene tutti i comandi necessari per l'esecuzione degli esperimenti. I dati e le immagini video digitali del PCDF sono archiviati a bordo della Stazione Spaziale Internazionale o trasmessi alla stazione di controllo a terra, a seconda delle capacità di trasmissione al momento dell'esperimento.

Flywheel Exercise Device



Modello del Flywheel Exercise Device (Foto: ESA)

Il Flywheel Exercise Device è un dispositivo per esercizi fisici tendenti a favorire la resistenza che non dipende dalla gravità. Questo dispositivo, sviluppato da Yo-Yo Technology, viene utilizzato per controbattere i fenomeni di atrofia muscolare, perdita di tessuto osseo e inibizione della funzione muscolare che tendono a insorgere negli esseri umani durante i voli spaziali di lunga durata. Si tratta di un sistema di esercizio fisico per favorire la resistenza che si avvale di un volano rotante che sostituisce pesi e altri mezzi per macchine basate sulla gravità. La resistenza è fornita da un volano rotante che viene fatto ruotare da una cinghia di trasmissione che collega il mozzo del volano a quello di un rocchetto che a sua volta ha un cavo che il soggetto umano avvolge e svolge.

L'azione muscolare *concentrica* supera l'inerzia del volano, facendolo accelerare. Per farlo decelerare è richiesta una successiva azione muscolare *eccentrica*. A una maggiore forza usata per far accelerare il volano corrisponde una maggiore forza per farlo decelerare. La sua resistenza variabile offre un potenziale di addestramento illimitato per qualsiasi utente. Teoricamente, non esiste limite alla forza o potenza che può essere prodotta. Mentre si eseguono gli esercizi, lo strumento registra continuamente i valori di velocità e forza del volano usando un programma installato su laptop. Il programma esegue calcoli di lavoro e potenza. Il programma consente anche di ricavare e registrare simultaneamente valori ausiliari quali angolo congiunto ed EMG (elettromiografia).

Il Flywheel Exercise Device verrà trasportato sulla ISS a bordo dello European Transport Carrier, integrato nel modulo Columbus.