~	855×328	5.9472BB29b	995 SE	3023	10.5 min (50)	_	Y 252.40	1200	537.94	CONTRACTOR	# 8V8	SINS.	라우얼	DHY.	Mary R		7.5	oges:	HHG	بوتقاي	2022
	9	_	40.0	77	la.	500		200	7	11 23	9638		-	- 7	~	•	$\overline{}$	•	0.7	~	- 198
550	-	4449 (6)	Y 48	B 63	256.0			8 (59		15,523,557	3 1255	Ban di	100	100	83	190	- 1	ES 8	5 B	60.06	ä 13
_	200		20 88	R -	1 1 1 1 1 1 1 1 1	13.75		3 873		2000 Chin.	3950	w 2	(15h)	~ .			•	58 B	A 18	12 R	22 6
Country of	N	Secretary Control	855. IS	eral Baselo	100 march 200 mg/s	-536	21	College	4000	117 136 9	1.52%	10.00	- Mile	MANGE OF THE PARTY	-	Garrier.	m(million	42.00			Same

1 I sistemi di trasporto spaziale

Il settore dei sistemi di lancio è di grande interesse strategico, tecnico ed industriale anche per le ricadute economiche e di occupazione qualificata di questa tipologia di programmi.

Il ruolo dell'Italia in Europa in questo settore è sensibilmente cresciuto nell'ultimo decennio sia qualitativamente che quantitativamente in virtù degli investimenti fatti a livello nazionale (Progetto IRIS, vari sviluppi tecnologici) ed europeo (Ariane) raggiungendo in alcuni settori, quale quello della propulsione a solido, un posizionamento di leader industriale in Europa.

Il ruolo italiano primario nel programma di sviluppo del piccolo lanciatore Vega sta consentendo, inoltre, lo sviluppo di capacità e competenze sistemistiche nazionali, ad elevato valore aggiunto, nel settore dei lanciatori.

In parallelo si sta concretizzando l'impegno nel campo delle tecnologie avanzate per applicazioni nel settore dei lanciatori tradizionali e, soprattutto, riutilizzabili, anche in collaborazione con il CIRA.

Anche per quanto concerne i sistemi di lancio, l'anno 2002 è stato fortemente caratterizzato dalla necessità di orientare le attività già intraprese per soddisfare gli obiettivi del Piano Spaziale Nazionale 2003-2005 nonché, in questo senso, proporre nuove iniziative basate su razionali innovativi.

Un impegno importante è stato inoltre richiesto dalla preparazione del Consiglio dell'ESA a livello Ministeriale, previsto per maggio 2003, che sarà focalizzato sul complesso progetto di ristrutturazione del settore dei sistemi di lancio che coinvolgerà le agenzie europee (ESA e nazionali), le industrie e l'operatore commerciale, e sarà supportato da un programma ESA, in corso di definizione, che garantisca il mantenimento dell'indipendenza europea e consenta l'accrescimento della competitività dei vettori europei (Ariane e Vega) per i programmi istituzionali europei.

1.1 Programma Vega

Nel dicembre 2001 anche la Francia ha sottoscritto la fase 2 del programma di sviluppo del piccolo lanciatore Vega, unendosi ad Italia, Francia, Belgio, Spagna, Olanda, Svizzera e Svezia e portando la sottoscrizione del programma al 94,5%.

All'inizio del 2002 l'ESA ha emesso la richiesta di offerta alla ELV S.p.A. per l'intero contratto di sviluppo. La valutazione della proposta industriale è stata completata a luglio con la sua accettazione ed è stato autorizzato formalmente l'avvio delle attività nelle more della firma del Contratto la cui negoziazione è stata completata all'inizio del 2003.

Queste attività hanno visto primariamente coinvolto il Team Integrato di Programma (IPT) che, nel corso dell'anno ha raggiunto una configurazione pressoché definitiva anche grazie al contributo di tre risorse messe a disposizione dall'ASI, due delle quali all'inizio del 2002.

Anche per le attività della slice P80, relative allo sviluppo ed alla qualifica del motore del primo stadio del Vega, la FiatAvio ha ricevuto l'autorizzazione a procedere ed è stata completata la negoziazione del Contratto in parallelo a quella del lanciatore. Nel 2002 si è completato il Team di Progetto presso il CNES, comprendente una risorsa ESA ed una ASI, che segue lo sviluppo delle attività tecniche.

Per quanto riguarda il Segmento di Terra è stato completato il processo interno all'ESA (Procurement Plan, IPC, Work Statement, ...) per l'attivazione dei contratti industriali e sono state avviate le negoziazioni con il CNES/DLA per l'avvio del contratto relativo a "Technical Management, Engineering and Test", necessario per affidare a questo ente il compito di seguire

tecnicamente le attività presso la base di lancio a Kourou. È stata iniziata anche la preparazione delle richieste di offerta per le competizioni relative alla realizzazione delle infrastrutture meccaniche, civili, circuiti fluidi e mezzi generali, sistema operativo di controllo, e relativo software, e sistema di controllo dei servizi.

La cooperazione tra il Team Integrato e la Direzione Sistemi di Terra del Dipartimento lanciatori del CNES è stata consolidata.

È stato costituito il Vega Exploitation Group che include esperti dell'IPT e di Arianespace con il compito di mantenere aggiornate le informazioni di carattere tecnico e programmatico tra il programma di sviluppo e il futuro operatore commerciale e preparare la fase operativa del sistema di lancio.

È in fase avanzata la discussione, nell'ambito del PB Ariane, delle Implementing Rules sia per Vega che per la Slice P80.

Di seguito sono dettagliate le specifiche attività tecniche

1.1.1 II lanciatore Vega

Per quanto riguarda il lanciatore nel 2002 è stata conclusa, con un certo ritardo dovuto alla contemporanea preparazione dell'offerta, la fase ponte chiamata "Initial Step 2 activities". In tale ambito sono stati completati la chiusura delle azioni scaturite dalla System PDR, il consolidamento del progetto preliminare del sistema e dei sottosistemi, l'effettuazione delle PDR delle strutture degli interstadi e dei motori Zefiro 23 e Zefiro 9, l'approccio per il piano di sviluppo e qualifica, una nuova forma per gli scudi termici.

A partire da agosto sono quindi iniziate le attività di consolidamento e dettaglio del progetto del sistema e dei sottosistemi.

A valle di specifiche analisi di sicurezza è stata effettuata un'attività che ha portato alla riconfigurazione del modulo AVUM (Attitude and Vernier Upper Module).

È inoltre stato consolidato l'approccio integrato per il sistema di controllo della spinta dei motori a solido (attuatore elettromeccanico + unità di controllo + batterie).

Nell'area dell'avionica sono stati consolidati i requisiti sulla base dei quali verranno attivati i contratti per i diversi equipaggiamenti. Nell'area della guida, navigazione e controllo è stato sviluppato un primo modello a 6 gradi di libertà del vettore ed è iniziata la validazione di un primo set di algoritmi per il controllo.

Nel corso del 2002 è stata proseguita l'analisi degli aspetti relativi alla sicurezza alla base di lancio attraverso riunioni con l'autorità di sicurezza del CSG (Centro Spaziale Guyanese di Kourou) e gruppi di lavoro dedicati all'analisi delle specifiche problematiche (frammentazione in caso di esplosione al decollo, prevenzione di accensione e decollo durante il trasporto e/o in rampa, rientro diretto del 3° stadio).

È stata rafforzata la coerenza tra i tre segmenti del programma (vettore, P80 e segmento di terra) e sono stati elaborati i documenti di interfaccia: Coherence Management Plan, Interface Specifications, Joint Development Plan.

1.1.2 P80

Tra marzo e aprile 2002 è stata effettuata la Preliminary Design Review del motore con buoni risultati ed è stato rivisto il piano di sviluppo del motore. È avanzata la realizzazione, in Italia, delle infrastrutture per la realizzazione del motore ed è stata avviata la realizzazione del complesso mandrino scomponibile.

Sono inoltre iniziate le PDR dei principali componenti con Loaded Motor Case e ugello mentre per l'accenditore è in corso un'analisi del progetto della carica principale che potrebbe avere impatti sull'architettura del componente e pertanto la PDR è stata posposta.

Attenzione particolare hanno richiesto le problematiche relative al sistema integrato per il controllo della spinta (con attuatore elettromeccanico).

L'attività sulle tecnologie, che potranno anche essere utilizzate per lo sviluppo di un booster Ariane 5 di nuova generazione con prestazioni migliorate e costi ridotti, è proseguita sulla fibra da utilizzare e sui processi di avvolgimento per l'involucro, sul propellente e sui materiali dell'ugello.

1.1.3 Segmento di terra

Sulla base della nuova configurazione del sistema e della pianificazione è stata presa la decisione di utilizzare la rampa ELA-1 (da cui sono stati lanciati Ariane 1-2-3 ed oggi inutilizzata) ed il CDL3 come centro di controllo; questa configurazione risulta meno costosa sia in sviluppo che come costi ricorrenti. L'architettura e la documentazione relativa a questa configurazione del segmento di terra è stata sottoposta, alla fine della fase A, alla Ground Segment Preliminary Design Review (GSPDR) tenutasi tra giugno e luglio. A valle di questo Key-Point è stata definita la possibilità di utilizzare strutture già esistenti al Centro di Kourou per ospitare gli uffici di Vega.

Nella seconda metà dell'anno le attività sono state focalizzate principalmente alla preparazione della documentazione tecnica e programmatica per l'avvio del contratto con il CNES/SDS e di quelli industriali per la realizzazione delle infrastrutture di terra a Kourou.

1.2 Programma Ariane

Il 2002 è stato caratterizzato dalla ripresa nel mese di febbraio dei voli di Ariane 5 con il satellite ESA Envisat, dopo il problema sullo stadio alto manifestatosi nel luglio 2001 nel lancio del satellite Artemis. Arianespace ha effettuato, nel 2002, 12 lanci (8 Ariane 4 e 4 Ariane 5) mettendo in orbita ben 14 satelliti ma registrando, alla fine dell'anno un altro fallimento di Ariane 5 (A517). La ripresa dei voli non ha, d'altra parte, migliorato significativamente la situazione finanziaria di Arianespace che ha richiesto, come previsto dalla convenzione sulla produzione Ariane, l'intervento dei Governi attraverso l'ESA. La situazione di mercato è infatti estremamente critica sia a causa della diminuzione del numero di satelliti commerciali (che rappresentano l'85% del mercato di Arianespace) sia per la crescita della concorrenza mondiale aumentata, nel 2002, con il successo dei lanci di qualifica dei nuovi lanciatori USA Delta 4 e Atlas V.

In ambito ESA gli Stati Membri hanno pertanto avviato discussioni dedicate nel PB Ariane e nel "Council Working Group on Long Term Perspectives of the Launcher Sector – C/WG-LPL", entrambi presieduti dall'Italia, le cui elaborazioni verranno sottoposte all'approvazione degli Stati Membri in occasione della prossima Conferenza Ministeriale di Maggio 2003.

L'ASI ha partecipato alle sei riunioni del PB Ariane e alle quattro del C/WG-LPL, per la preparazione delle quali sono state effettuate le relative istruttorie per la concertazione e definizione della posizione italiana.

Il gruppo di lavoro appositamente costituito, ha avuto il mandato di:

- predisporre l'organizzazione per una proposta di programma a sostegno della produzione di Ariane 5 e Vega (European Guaranteed Access to Space EGAS);
- stabilire i principi chiave dei ruoli del settore pubblico e privato per lo sviluppo di tecnologie per futuri lanciatori (Future Launchers Preparatory Programme FLPP);
- definire un accordo di cooperazione ESA/Rosaviakosmos (Agenzia Aerospaziale Russa) nel settore lanciatori, incluso il tema dell'apertura di Kourou al lanciatore Soyuz.

La decisione di proseguire il supporto ai programmi complementari Ariane - Ariane 5 Plus Step 2, ARIANE 5 ARTA, Infrastructure e CSG - ha rafforzato il ruolo dell'ASI e dell'industria nazionale che oggi trova nella produzione dei booster Ariane 5 il maggiore ritorno commerciale in campo spaziale. Il ruolo italiano è concentrato sulla realizzazione di componenti critici dei nuovi sistemi

propulsivi criogenici, quali le turbopompe per l'ossigeno liquido dello stadio principale e del nuovo stadio superiore criogenico, e sui grandi boosters a propellente solido del vettore Ariane 5. Sono inoltre stati fatti significativi progressi nella presenza dell'industria nazionale alla base di lancio europea di Kourou (CSG), anche grazie agli sforzi fatti dalla delegazione italiana in questo senso.

Nel 2002 è stato effettuato il volo di qualifica della versione Ariane 5 ECA, (Vulcain 2/ ESC-A) capace di immettere in orbita GTO fino a 10 t in carico doppio, che include il nuovo motore Vulcain 2, sviluppato nel programma Evolution (che vede l'Italia impegnata nello sviluppo delle turbopompa dell'ossigeno liquido), e il nuovo stadio superiore criogenico ESC-A, sviluppato nel programma Ariane 5 Plus. Come detto, purtroppo, questo volo di qualifica effettuato in dicembre è esploso circa 180 secondi dopo il lancio a causa di un problema verificatosi nell'ugello del nuovo motore Vulcain 2. Ciò comporterà una profonda revisione dei piani tecnici e programmatici per il futuro di Ariane 5.

È, inoltre, proseguito l'esame, della apertura del Centro Spaziale Guyanese al vettore russo Soyuz, attualmente commercializzato dalla società francese Starsem dal poligono di lancio di Baikonur che ha portato all'approvazione, da parte del Consiglio ESA di giugno 2002, di una positiva Risoluzione in merito.

1.3 Lanciatori Futuri

1.3.1 Programmi ESA FLPP e GSTP-3 Interim Technology Phase

Dopo la conclusione del programma FESTIP, l'ESA ha preparato il programma di sviluppo delle tecnologie per i futuri sistemi di lancio (FLTP). Questo programma è stato sottoscritto nel 1999 dalla Francia e da altri paesi, ma non dalla Germania e dall'Italia; causa divergenze tra ESA e Francia (maggior sottoscrittore) nella struttura di gestione, esso non è però mai stato avviato. Nel 2001 sono inoltre stati evidenti i problemi di bilancio della NASA sulla Stazione Spaziale Internazionale che hanno portato alla revisione, da parte degli USA, della configurazione della ISS e, in particolare, alla cancellazione del veicolo di salvataggio CRV (Crew Return Vehicle).

Questa situazione ha comportato una revisione dell'approccio ESA e, in quest'ottica, alla Ministeriale di Edimburgo del 2001 è stata approvata la Risoluzione che auspica l'avvio di un nuovo programma, denominato Future Launchers Preparatory Programme (FLPP), nel cui ambito dovranno essere sviluppate le tecnologie necessarie per i sistemi di lancio europei post 2012, siano essi riutilizzabili o meno. Tale Risoluzione, al Capitolo VI B. 8, invita gli Stati Membri, in attesa di definire ed avviare il nuovo programma FLPP, ad avviare le attività tecnologiche particolarmente urgenti nell'ambito del programma GSTP già esistente, come misura transitoria nell'anno 2002.

Nel corso dell'anno l'Italia, dando seguito a tale indicazione, ha dichiarato una sottoscrizione aggiuntiva alla fase 3 del programma "General Support Technology Programme" (GSTP) dell'ESA per la Fase Transitoria delle Attività Tecnologiche nel Campo del Trasporto Spaziale Riutilizzabile e del Rientro Atmosferico, per un ammontare pari a 5,4 M€ a c.e. 2001, nel periodo 2002 − 2003. La partecipazione a tale Fase Transitoria ha per l'Italia una importante ricaduta strategica in vista dei futuri sviluppi di dimostratori europei e consente di massimizzare la valorizzazione degli investimenti nazionali passati ed in corso, con particolare riferimento alle tecnologie per l'aerotermodinamica e per il rientro, nonché dell'impianto Scirocco del CIRA. A tal fine, e a fronte della sottoscrizione aggiuntiva italiana, il CIRA ha dichiarato la propria disponibilità a contribuire allo sviluppo delle relative attività mediante forniture in natura, armonizzate con il programma PRORA USV, per un controvalore stimato aggiuntivo rispetto al valore della sottoscrizione, fino a un massimo di 2 M€ a c.e. 2001.

Inoltre è proseguita l'analisi dei contenuti tecnici del programma FLPP e delle possibili nuove regole di gestione (Implementing Rules) tenendo conto della ristrutturazione del settore in corso. In questo ambito dovrà anche essere valutato l'impatto che la presenza dell'uomo ha sulle suddette tecnologie.

L'approvazione del programma sarà proposta dall'ESA alla prossima riunione del Consiglio a livello Ministeriale.

1.3.2 Programma FAST2

Il programma FAST2 (Future Advanced Space Transportation Technology), un programma tecnologico nazionale coordinato e complementare con le iniziative europee e coerente con lo scenario internazionale, è stato avviato nel 2001 per:

- colmare almeno in parte le lacune tecnologiche rimaste al completamento di FESTIP,
- conseguire un livello di visibilità per l'industria e la comunità scientifica nazionale che sia qualitativamente e quantitativamente alto, attraverso un'opera di mantenimento/rafforzamento delle posizioni maturate in campo europeo e di riallineamento tecnologico rispetto alle più avanzate realtà statunitensi.

Il programma è articolato in due aree tecnologiche ed in altrettanti contratti coordinati: Tecnologie dell'Airframe (Alenia Spazio), Tecnologie di Propulsione (FiatAvio). In entrambi i progetti la società capocommessa è supportata dal CIRA che supporta anche l'armonizzazione delle attività con il programma PRORA-USV per gli aspetti tecnologici di base.

Per quanto concerne le attività delle Tecnologie dell'Airframes nel 2002 sono state effettuate la 2a e la 3a riunione di avanzamento. Relativamente alla realizzazione del dimostratore del serbatoio in Al-Li è stata completata la documentazione di progetto (disegni di manufacturing, specifiche di procurement dei materiali, report di design e analisi del serbatoio, ecc.) e sono state svolte attività di sviluppo e qualifica relativamente al processo di saldatura VPPA su Al-Li nel corso delle quali sono state evidenziate alcune criticità. Questo problema e la contemporanea acquisizione da parte di Alenia Spazio di un impianto pilota per Friction Steer Welding, che è una tecnica ritenuta più affidabile per la saldatura dell'Al-Li, hanno portato all'emissione di una ECP, relativamente alla richiesta per il cambio di tecnologia di saldatura, che è in corso di esame da parte ASI. Sono stati comunque ordinati i manufatti per la realizzazione del serbatoio e sono stati emessi i relativi ordini. È stato messo a punto il processo di incollaggio dell'isolante al serbatoio ed individuati gli impianti dove eseguire eventuali prove criogeniche.

L'attività di realizzazione del dimostratore in Compositi a Matrice Metallica sono avanzate regolarmente: è stato definito lo Statement of Work per i sottocontraenti, la configurazione del componente dimostratore, definizione e Manufacturing delle attrezzature necessarie, ed è stato realizzato il primo pannello di sviluppo in lamiera di Ti per la messa a punto dei processi.

Anche per le attività del contratto delle Tecnologie della Propulsione nel 2002 sono state effettuate la 2a e la 3a riunione di avanzamento. In particolare sono state completate le attività previste per i cuscinetti idrostatici e idrodinamici, quelle relative ai codici di calcolo bi-dimensionale degli induttori super cavitanti. Per quanto riguarda la progettazione di un nuovo induttore super-cavitante si stanno valutando le modifiche da apportare all'inducer progettato per il motore Vinci.

Per quanto concerne la propulsione a ossigeno/idrocarburi sono stati acquisiti alcuni codici fondamentali per la progettazione dei propulsori LOx-HC, è stata completata la progettazione di dettaglio dell'impianto in piccola scala per la prova della piastra di iniezione LOx – HC ed è stata avviata la fase di realizzazione. Sono stati inoltre ottenuti significativi risultati nella progettazione della piastra di iniezione e della sezione di prova, avvalendosi anche della collaborazione del Keldysh Institute (Russia).

1.3.3 Attività nazionali complementari

La dimensione e la strategicità dei programmi di sviluppo di sistemi di trasporto spaziale sono tali che la maggior parte degli obiettivi possono essere perseguiti solo attraverso uno sforzo europeo comune.

D'altro canto è molto sentita l'esigenza di preparare adeguatamente, a livello nazionale, i programmi di sviluppo futuri. In quest'ottica nel corso del 2002 è stato elaborato il progetto per il triennio 2003-2005 che include attività nel campo delle evoluzioni di Vega, di Ariane, e sviluppi tecnologici per i futuri sistemi di trasporto con particolare riguardo alla aerotermodinamica del rientro, in sinergia con le attività del CIRA sul programma PRORA-USV, della propulsione per lanciatori spendibili e riutilizzabili, dei materiali e delle strutture innovative e riutilizzabili.

A questo particolare riguardo è stato anche finalizzato con l'Agenzia Spaziale Russa (Rosaviakosmos) un accordo di cooperazione nel campo dei sistemi di lancio e della propulsione che è stato firmato dai presidenti delle Agenzie nell'aprile 2002. Sulla base di questo accordo è stato istituito un Working Group con l'obiettivo di promuovere, controllare e regolamentare le specifiche collaborazioni tra industrie e centri di ricerca dei due paesi.

1.4 Sistemi di lancio-Tecnologie

1.4.1 GSTP-3

Nell'ambito del piano di attività iniziale del programma GSTP-3 enti ed aziende nazionali hanno partecipato nel contesto di gruppi internazionali alle seguenti attività:

- progettazione di ugelli per il primo stadio con prestazioni superiori a quelli attualmente in uso
- industrializzazione di propellenti solidi basati su HNF.

Nell'ambito della partecipazione al piano di lavoro aggiuntivo del GSTP-3 dedicato alle tecnologie dei lanciatori riusabili e del rientro, le attività principali per le quali è stato indicato il supporto italiano (in linea con le regole di questo programma) sono:

- sviluppo di un test-bed di volo per lo studio dei fenomeni del rientro atmosferico
- strutture metalliche riutilizzabili
- definizione delle tecnologie chiave e dell'approccio alla loro dimostrazione.

Queste attività saranno condotte in coordinamento con gli analoghi sviluppi in ambito nazionale.

1.4.2 Bando per PMI 1999

Nel 2002 è stata completata la prima fase di un progetto cofinanziato selezionato nell'ambito di un bando per progetti di sviluppo tecnologico riservati a PMI e concernente lo studio, progettazione e realizzazione di un sistema automatico di supporto all'operatore nell'individuazione di difetti nei booster dei lanciatori.

2 Sviluppo di Piattaforme Satellitari

Le scelte programmatiche dell'Agenzia in materia di piattaforme satellitari nascono dalla duplice esigenza di disporre di prodotti tecnologici di piattaforma, sviluppando ed aggiornando sistemi e dispositivi allo stato dell'arte, seguendo inoltre le seguenti linee di indirizzo strategico di Agenzia, tracciate nell'ambito del Piano Spaziale Nazionale 2003-2005, quali:

- ottimizzare l'impiego delle risorse finanziarie identificando e perseguendo le scelte che lasciano
 prevedere i maggiori ritorni, cioè capaci di coprire il più ampio spettro di possibili applicazioni
 in termini di prestazioni, missione, orbita;
- utilizzare al meglio la capacità industriale italiana ottimizzando gli aspetti strategici relativi a concorrenzialità, duplicazione delle competenze, tecnologie strategiche, investimenti aziendali.

A fronte di quanto sopra l'area dei prodotti tecnologici di piattaforma è stata segmentata in due classi per satelliti di peso al lancio:

- da 400 a 1500 kg dove trova impiego il prodotto tecnologico PRIMA (Piattaforma Riconfigurabile Italiana Multi Applicazione);
- da 100 a 300 kg dove trova impiego il prodotto tecnologico MITA (Minisatellite Italiano Tecnologia Avanzata).

Tutte le classi di prodotto sviluppato o da sviluppare dovranno presentare marcate caratteristiche di adattabilità e modularità che ne consentano l'utilizzo in occasione di missioni con diverse applicazioni. Per poter raggiungere questa adattabilità e questa versatilità, fin dalle fasi di impostazione dei progetti deve essere perseguita la modularità della piattaforma e delle sue componenti e la standardizzazione delle funzioni e delle interfacce.

Modularità e standardizzazione si devono tradurre in maggiore flessibilità (con possibilità di aggiornamento tecnologico anche parziale dei sottosistemi costituenti la piattaforma), potenzialità di commercializzazione delle tecnologie di piattaforma e maggiore versatilità di impiego di nuovi/diversi sottosistemi o parti costituenti.

2.1 La classe PRIMA

PRIMA (Piattaforma Riconfigurabile Italiana Multi Applicazione) è il programma di sviluppo tecnologico di una piattaforma satellitare appartenente alla famiglia dei piccoli satelliti, con massa al lancio compresa tra 400 e 1500 kg. L'approccio adottato per la progettazione pone forte enfasi sulla modularità dei sottosistemi e della componentistica di piattaforma, così da avere un prodotto che possa essere rapidamente adattato ai requisiti specifici imposti da differenti profili di missione, con costi sia ricorrenti che non ricorrenti, competitivi rispetto ad analoghi prodotti sul mercato.

Attualmente sono in corso le attività di fase C dello sviluppo di PRIMA, che prevedono il consolidamento del progetto, l'ingegnerizzazione, la pre-qualifica delle funzioni chiave dell'elettronica di bordo, lo sviluppo del software, l'integrazione e la realizzazione di prove di validazione.

La modularità di PRIMA si propone di raggiungere l'obiettivo della massima riutilizzabilità della piattaforma per la sua applicazione a missioni spaziali con un lifetime di 5-7 anni, nei campi del telerilevamento, della scienza, delle telecomunicazioni, che richiedano l'immissione in orbita LEO (500 – 1500 km), MEO ed un'accuratezza di puntamento superiore a 0,1°, senza precludere la possibilità d'impiego in altre orbite.

Nella definizione delle interfacce, si prevede la piena compatibilità di PRIMA con il lanciatore VEGA, oltre che con altri lanciatori.

Il concetto di flessibilità e la possibilità di crescita della piattaforma PRIMA risiedono in una progettazione e architettura di sistema flessibile e modulare, in grado di assicurare capacità di

adattamento (massa, potenza, assetto...) ad una vasta casistica di missioni e carichi utili, adeguando opportunamente le risorse della piattaforma alle esigenze specifiche. Ciò viene ottenuto:

- facendo ricorso a prodotti qualificati, per quanto attiene gli elementi vitali della piattaforma;
- con la concezione e la strutturazione del SW di bordo secondo un approccio modulare (moduli SW per applicazioni specifiche che possono aggiungersi o rimuoversi senza implicazioni di riprogettazione e/o qualifica aggiuntiva).

Nella tabella seguente sono indicate le principali caratteristiche della piattaforma PRIMA; alcuni intervalli parametrici sono ampi, poiché la configurazione minima è prevista soddisfare missioni di piccola-media taglia, mentre la configurazione massima deve soddisfare i requisiti della costellazione COSMO-SkyMed.

Parametro	Minimo	Massimo	Note
Orbita	LEO	MEO	Allo studio l' orbita GEO
Altitudine	500 Km	1500 Km	
Inclinazione	0°	180°	
Vita operativa	2 anni	5 anni	
Massa del bus	500 Kg	1100 Kg	
Altezza del bus	1600 mm	3100 mm	
Massa del payload	-	800 Kg	
Potenza media	250 W	800 W	
Potenza di picco	330 W	2310 W	
Accuratezza di puntamento	0.2°	0.015°	> 900 Km : valori ridotti
Memoria di massa del payload	16 Gbit	300 Gbit	
Downlink data rate (housekeeping)	16 Kbps	0.5 Mb/s	
Downlink data rate (payload)		210 Mb/s	2 link in banda X

Nel corso del 2002 è stata terminata la fase A/B del progetto complessivo della piattaforma PRIMA.

2.2 La classe MITA

MITA è una piattaforma modulare a basso costo, stabilizzata su 3 assi, in grado di imbarcare payloads fino a circa 100-130 kg di massa, per missioni LEO con una durata fino a 5 anni; le sue caratteristiche sono tali da supportare missioni di osservazione scientifica e terrestre, anche con elevate esigenze funzionali.

Il primo prototipo della piattaforma "base", MITA-0 (di massa totale di 170 kg), è stato progettato e realizzato nell'arco di tempo 1996-2000 allo scopo di effettuare una missione dimostrativa delle prestazioni in orbita e di validazione dell'intero progetto, che è iniziata il 15 luglio 2000 con il lancio dal Cosmodromo di Pletsesk (Russia), effettuato da un lanciatore della serie Cosmos.

L'orbita di MITA-0, circolare a 450 km di altitudine, con un'inclinazione di 87,3°, ha consentito al payload NINA-2 di studiare raggi cosmici di diversa natura ed origine in prossimità della fase di massima attività solare. La missione MITA-0 si è conclusa il 15 agosto 2001 con il rientro del satellite nell'atmosfera nell'Oceano Pacifico.

La missione ha permesso di confermare la validità tecnologica del progetto, di verificare il raggiungimento delle prestazioni richieste.

I risultati raggiunti, pur dimostrando la grande flessibilità e modularità del progetto MITA, hanno tuttavia evidenziato la necessità di apportare miglioramenti alla piattaforma per sostenere una più ampia gamma di missioni, prima di tutte la missione AGILE per astrofisica delle alte energie.

È infatti in corso l'attività di qualifica e realizzazione della piattaforma MITA per tale missione, che prevede anche adattamenti di alcuni sottosistemi per far fronte agli specifici requisiti di missione, accresciuti rispetto a MITA-0. Tali interventi riguardano in particolare il sottosistema di potenza e la struttura.

Inoltre, al fine di garantire la competitività di MITA nel mercato dei piccoli satelliti dopo la missione AGILE, è fondamentale condurre un programma di costante aggiornamento di tutto il sistema al fine di mantenere alto il livello delle prestazioni del bus e adattare il design a nuovi e molteplici profili di missione.

In questo quadro si inserisce l'attività di aggiornamento tecnologico cui viene attualmente sottoposto il sottosistema di data handling (OBDH). Dal nuovo design dell'OBDH ci si attende un aumento delle prestazioni del sistema MITA, grazie a maggiori capacità in termini di memoria di massa e velocità di trasmissione dei dati scientifici acquisisti dai payload.

Accanto a questo intervento sull'OBDH, è previsto l'avvio di un'attività di aggiornamento tecnologico complessivo della piattaforma che consenta l'aggiornamento di altre funzioni chiave quali controllo di assetto e controllo orbitale, generazione e distribuzione di potenza elettrica, interfaccia con lanciatore, ottimizzazione della massa con l'utilizzo di materiali compositi e di soluzioni progettuali per aumentare l'integrazione delle funzioni; inoltre si prevede l'introduzione di un link di telemetria in banda X. L'aggiornamento complessivo del bus determinerà inoltre la compatibilità della piattaforma anche con il futuro lanciatore europeo VEGA.

Per garantire la competitività della piattaforma nel mercato dei piccoli satelliti successivamente alla missione AGILE, è necessario mantenere aggiornato il livello tecnologico di MITA e, ove possibile, renderlo compatibile con i requisiti sempre più stringenti delle missioni e dei payload.

La prima fase dell'aggiornamento di MITA è già in corso: si tratta di attività che riguardano la realizzazione, con componenti di ultima generazione, del sottosistema OBDH e della memoria di bordo. Tale aggiornamento trova origine nei limiti dell'architettura dell'OBDH utilizzato sul primo esemplare di MITA (obsolescenza ed indisponibilità commerciale dei componenti elettronici; limitazione dei collegamenti interni (transputer link) ed esterni (interfacce transputer) all'OBDH, in numero e velocità di trasmissione dei dati; prestazioni limitate (memoria di massa, capacità computazionale, link ad alta velocità) soprattutto rispetto ai requisiti di payload di osservazione della terra: limitata espandibilità del sistema di calcolo vincolata ai 2 processori esistenti).

Risultato delle attività sono: il modello ingegneristico (EM) del nuovo sottosistema di trattamento dati (OBDH) per MITA ed il sottosistema elettrico di test e verifica a terra (EGSE).

Stato di avanzamento ed attività tecnologiche innovative

L'attività di aggiornamento tecnologico dell'OBDH è iniziata in Settembre 2001 ed il suo termine è previsto entro il 2003. La nuova architettura dell'OBDH è innovativa in quanto prevede l'utilizzo di componentistica allo stato dell'arte e l'ottenimento di prestazioni molto elevate per un minisatellite. E' previsto un significativo ritorno di innovazione tecnologica nell'elettronica di bordo (componentistica, memorie), nei sistemi di prova e nel software. Più in generale, tutti gli interventi di miglioramento, sia quello in corso che quelli futuri, saranno effettuati prevalentemente a livello di sottosistema con la stessa filosofia di intervento originale, ovvero progettando per ottimizzare modularità, standardizzazione, massa e costi di lancio e per ridurre costi ricorrenti e tempi di sviluppo. Tali interventi consentiranno un'evoluzione della piattaforma "continua e crescente" con innovazioni nelle aree specifiche di sottosistema. È atteso un ritorno di innovazione tecnologica soprattutto nelle aree dell'elettronica di bordo, nei metodi e dei tools di analisi e progettazione termica, nei materiali e nei processi, nei sistemi di prova, nel software e nelle comunicazioni.

2.3 L'apparatistica di piattaforma

Parallelamente allo sviluppo ed all'aggiornamento delle classi di prodotto citate, l'ASI svolge una serie di attività volte a consolidare ed incrementare la competitività dell'industria italiana nell'apparatistica di piattaforma, sia in ambito nazionale che in ambito ESA. Si possono citare le seguenti attività:

- sviluppo e realizzazione di diverse tipologie di propulsori elettrici, da utilizzare non solamente con le piattaforme PRIMA e MITA; tali attività sono svolte dalle società ALTA/Centrospazio e Laben/Proel;
- studio e sviluppo di un prototipo di sistema di micropropulsione a combustibile solido; attività svolta da G&A Engineering;
- sviluppo e realizzazione di un impianto di prova per propulsori elettrici; attività svolta da ALTA;
- sviluppo e realizzazione di un modello ingegneristico di un sottosistema di controllo orbitale e di assetto basato sulla ricezione di segnali di navigazione; l'attività viene svolta da Space Engineering;
- studio e sviluppo di sistemi programmabili ad alta affidabilità per applicazioni spaziali; in particolare si prevede la possibilità di realizzare circuiti digitali di bordo basati su logiche programmabili di tipo FPGA; attività svolta dal Consorzio Ulisse.

Sono stati ereditati inoltre una serie di contratti con università ed istituti di ricerca, che coprono aree afferenti alle tecnologie ed ai materiali di piattaforma, e che sono caratterizzati da prospettive di utilizzo ed applicazione sul medio-lungo periodo.

2.4 Piattaforme satellitari - Tecnologie

Le attività tecnologiche connesse con lo sviluppo delle piattaforma satellitari hanno riguardato soprattutto i pannelli solari e la propulsione elettrica; alcuni sviluppi concernono la componentistica elettronica e sono utilizzabili anche per alcuni tipi di payload.

2.4.1 Pannelli solari

Nel 2002 si è concluso un programma per la messa a punto dei processi di produzione di serie, di qualifica e di integrazione di celle solari con rendimenti medi del 24%.

Considerando che l'industria italiana deve competere anzitutto sul mercato europeo e che l'ESA, considerata la strategicità di questa tecnologia ha promosso un processo di armonizzazione mirante ad avere una produzione competitiva in Europa, si sono anche supportate alcune attività complementari a quelle nazionali in ambito GSTP-3.

2.4.2 Propulsione elettrica

Si tratta di un settore in cui alcune realtà nazionali hanno la padronanza di tecnologie realizzative e di test indispensabili alle aziende realizzatrici di questi sottositemi (Astrium) che dominano lo scenario europeo.

Nel 2002 si è concluso un progetto di sviluppo di un propulsore ionico, denominato RMT (Radiofrequency Magnetic Thruster), utilizzabile per piccoli satelliti; in particolare è stato realizzato un modello ingegneristico.

Nell'ambito del bando per attività cofinanziate rivolto alle PMI sono stati selezionati ed avviati i seguenti progetti:

 realizzazione di un impianto di simulazione e relative attrezzature di supporto per le prove di sistemi di propulsione elettrica ad alta potenza e di interi satelliti utilizzanti tali sistemi; questo impianto non ha equivalenti per caratteristiche in Europa

• realizzazione e test di piccoli motori a stato solido per la realizzazione di array di micropropulsori.

Infine le seguenti attività sono state assegnate alle aziende italiane nell'ambito del programma GSTP-3:

- sviluppo della FCU (Fluid Control Unit) per lo Xenon tra il serbatoio ad alta pressione e motori del tipo HET e Gridded Ion Thrusters;
- sviluppo e prova di un modello ingegneristico di un sottosistema per il controllo orbitale basato su micropropulsori FEEP rivolto all'utilizzo per mini-satelliti ed in particolare all'evoluzione di MITA.

2.4.3 Componentistica

Tra i progetti cofinanziati nell'ambito dei bandi per le PMI sono annoverabili in questo ambito i seguenti:

- sviluppo di un navigatori spaziale per piccoli satellite e piattaforme di puntamento basato su un processore a logica fuzzy;
- sviluppo e validazione di un OBC (On-Board Computer) per applicazioni spaziali realizzato con componenti commerciali (COTS);
- studio di meccanismi standard per il dispiegamento di vari elementi (pannelli solari, antenne).

3 La Stazione Spaziale Internazionale

Le attività nazionali nel settore della Stazione Spaziale sono state orientate in modo da favorire il soddisfacimento delle linee guida PSN 2003-2005 e da re-indirizzare verso gli obiettivi dello stesso Piano tutte le iniziative già intraprese.

L'anno 2002 è stato quindi un periodo di transizione in cui sono stati gestiti programmi anche di grande entità, come i Nodi 2/3, e si è provveduto a proporre e sviluppare contemporaneamente nuove iniziative basate su razionali innovativi.

Ad oggi i progetti applicativi dell'ASI che utilizzano la Stazione Spaziale sono quelli relativi alla Medicina e Biotecnologie ed all'Osservazione dell'Universo.

La partecipazione italiana alla Stazione Spaziale, la più grande struttura spaziale oggi in orbita, ha permesso una esperienza di sviluppo scientifico e industriale che le permetterà il raggiungimento di notevoli vantaggi competitivi per l'Italia. Essa si è articolata nella realizzazione e fornitura dei moduli Logistici MPLM e dei cosiddetti Nodi 2 e 3.

3.1 Moduli Logistici MPLM

L'ultimo dei tre moduli logistici MPLM, il modulo Donatello, è stato consegnato a NASA nel febbraio 2001. In base all'accordo con NASA, l'ASI, oltre alla consegna dei tre moduli logistici, si è impegnata al supporto delle loro operazioni in orbita ed al turn-around a terra. Sono state effettuate, ad oggi, cinque missioni di moduli MPLM per la Stazione Spaziale Internazionale.

Si tratta di progetti già previsti nel Piano Spaziale precedente. Alcuni di essi sono già stati realizzati ed attendono la fase di utilizzo, per il quale l'ASI garantisce il supporto. Altri, come il Nodo 2, saranno consegnati a breve ed inizierà la fase di operazioni di volo. Altri ancora sono nella fase di realizzazione ed il loro sviluppo è gestito direttamente da ASI.

3.2 Nodo 2 e Nodo 3

A valle di un accordo con NASA, l'ESA, riconoscendo le competenze acquisite dall'Italia nello sviluppo di moduli spaziali, ha affidato all'ASI la responsabilità della gestione tecnica e contrattuale delle attività di progetto, sviluppo, fabbricazione e qualifica dei Nodi 2 e 3 di interconnessione della ISS, attraverso un contratto ESA/ASI. L'evoluzione del progetto generale della Stazione Spaziale ha fatto sì che i Nodi, da semplici elementi d'interconnessione dedicati allo stivaggio siano diventati due veri e propri moduli abitativi. Il Nodo 2, che ospiterà i crew-quarters, verrà consegnato nella prima metà del mese di Aprile 2003, andrà in orbita nel 2004, sarà attaccato al Laboratorio USA e permetterà la prosecuzione della costruzione della Stazione, con l'aggancio del Modulo giapponese (JEM), del COF (Columbus Orbital Facility), del Centrifuge Accomodation Module (CAM). Il Nodo 3, la cui configurazione è ancora in evoluzione, ospiterà la funzione di "life support" per la Stazione (produzione di acqua e di aria). Il lancio del Nodo 3 è previsto nel 2006.

3.3 Progetti in fase di sviluppo

Per ciò che riguarda i progetti in via sviluppo, alcuni di essi soddisfano gli obiettivi della linea applicativa Medicina e Biotecnologie, in particolare:

- Osteoporosi e atrofia muscolare
- Disturbi e controllo motorio e cardiorespiratorio
- Regolazione e deregolazione dei meccanismi biologici di base nell'ambiente spaziale

I relativi prodotti in via di realizzazione, per missioni già pianificate sulla Stazione Spaziale Internazionale, sono:

3.3.1 Elaboratore di immagini televisive

Le attività di ricerca del progetto sono orientate all'esame quantitativo del movimento umano in condizioni di microgravità.

Le conoscenze che verranno acquisite potranno essere utilizzate sulla terra per arginare o limitare processi di indebolimento fisiologici dovuti a invecchiamento, quali ad esempio fenomeni di ipotrofia muscolare o di indebolimento osseo.

ELITE S2 si prefigge di offrire uno strumento con prestazioni superiori a quelle dei dispositivi per l'analisi del movimento, sia presenti sul mercato, che sviluppati per missioni spaziali.

Per conseguire tali prestazioni, sono stati utilizzati dispositivi elettronici integrati all'avanguardia, che permetteranno un aumento della risoluzione e della velocità di acquisizione della misura.

La componente ottica è altresì innovativa, sfruttando un dispositivo di illuminazione derivato da un sistema di aggancio automatico tra due elementi di un satellite.

3.3.2 Analizzatore di prestazioni dell'arto superiore

Prove sperimentali basate sull'informazione raccolta durante missioni di volo spaziale e missioni terrestri che fanno uso di umani ed animali suggeriscono che l'esposizione prolungata a condizioni di micro-gravità inducono variazioni fisiologiche. In particolare sono stati evidenziati disordini dell'equilibrio, indebolimento osseo ed ipotrofia muscolare, disturbi del sonno ed immuno-depressione.

La fisiologia umana e' stata oggetto di studio in diverse missioni spaziali. Lo scopo scientifico di queste missioni è quello di accrescere la conoscenza della fisiologia umana in assenza di gravità ed anche a gravità normale sulla terra.

Infatti certe modificazioni fisiologiche che avvengono nello spazio sono molto simili a quelle che avvengono sulla terra durante il normale processo di invecchiamento o durante alcuni stati patologici.

Lo scopo principale di questo progetto è di sviluppare strumenti innovativi e portatili per lo studio delle prestazioni dell'arto superiore (in particolare della mano durante la presa di un oggetto) in assenza di peso. Infatti, nonostante siano stati eseguiti diversi esperimenti per studiare la coordinazione sensori-motoria in micro-gravità, così come le funzioni dell'arto superiore e l'adattamento posturale, poca attenzione e' stata dedicata al problema specifico. In questa prospettiva, viene proposto di investigare gli effetti dell'assenza di gravità. In particolare si intende rivolgere l'attenzione ai seguenti aspetti:

- controllo motorio durante il reaching ed il grasping di un oggetto;
- valutazione della fatica muscolare.

3.3.3 Modulo per elettro-encefalogramma in ambiente radiativo

ALTEA (Anomalous Long Term Effects in Astronauts) è un esperimento finalizzato allo studio dei rischi sulla funzionalità celebrale causate dalle radiazioni cosmiche durante le missioni dell'uomo nello spazio di lunga durata. Il progetto si avvale della collaborazione fra istituzioni Italiane, Europee e Russe all'interno del programma FLASH. Il fenomeno dei "Light Flash", una percezione anomala di fosfeni riportata dagli astronauti, è con molta probabilità imputabile all'impatto di particelle ed è il punto di partenza dell'investigazione che ALTEA si propone.

Questo fenomeno, riportato per la prima volta durante i voli dell'Apollo negl'anni '70, è l'esempio più evidente degli effetti indotti dalle radiazioni sull'uomo; esso non è stato studiato ancora in modo sistematico e approfondito.

Le radiazioni che inducono i lampi di luce possono essere di diversi tipi: raggi cosmici galattici o extra galattici, radiazioni solari (solar flares) e particelle delle fasce di Van Allen. Questi lampi si manifestano come punti di luce o lampi dopo un periodo di adattamento al buio di circa 3 minuti.

Non è noto se i Flash di Luce sono generati da particelle che interagiscono con la retina o se avvengono a un livello diverso dell'apparato visivo, dal nervo ottico fino all'area visiva della regione occipitale della corteccia. Per quanto si conosce la percezione dei flash di luce è l'unica anomalia funzionale direttamente causata da singole particelle, pertanto è importante determinare simultaneamente i parametri di tempo, energia e traiettoria delle particelle che attraversano il sistema visivo dell'astronauta per ricostruirne tipo e quantità.

3.3.4 Habitat per Roditori

Lo sviluppo del prodotto Habitat per Roditori, da considerarsi elemento infrastrutturale della piattaforma, in virtù degli elevati contenuti di innovazione tecnologica, è gestito al fine di ottenere un prodotto competitivo nello scenario mondiale di utilizzazione della Stazione Spaziale.

MDS è una facility che permette l'esecuzione di esperimenti in condizioni di microgravità utilizzando topi come modelli della fisiologia umana.

La caratteristica più interessante dell'MDS è la possibilità di alloggiare fino a sei topi in gabbie separate e isolate. Ciò ha un duplice scopo:

- prevenire ogni interazione fisica e ridurre la possibilità di contaminazione biologica tra i topi;
- permettere l'esecuzione di sei esperimenti in parallelo (uno per ciascun topo in maniera indipendente).

L'MDS può essere alloggiato:

- nel laboratorio americano della Stazione Spaziale durante l'esecuzione degli esperimenti;
- nello "Shuttle Mid-deck" durante il trasporto da e per la terra.

3.4 Prodotti innovativi in fase di progettazione

Conseguenti alla definizione di nuove attività in linea con il nuov PSN sono:

- Modulo gonfiabile espandibile per abitabilità umana nello spazio (FLECS)
- Modulo per materiali superprestazionali (SHS)
- Modulo per Energia ed Ambiente (COAS)

Di essi il modulo gonfiabile espandibile risponde alle esigenze della linea applicativa Osservazione dell'Universo, mentre gli altri due discendono direttamente dalle indicazioni dalle Linee Guida per la politica scientifica e tecnologica del Governo.

La definizione di tali prodotti tecnologici ha richiesto durante il 2002 un particolare sforzo organizzativo, soprattutto nella fase di aggregazione di tutte le esperienze, sia accademiche che industriali, per dar luogo a progetti organici che sfruttassero le conoscenze ed il know-how sinora acquisiti su tali argomenti.

3.4.1 Modulo gonfiabile espandibile per abitabilità umana

Prototipo per la validazione di tecnologie abilitanti alla realizzazione di sistemi e sottosistemi spaziali gonfiabili espandibili. Le attività di ricerca applicata necessarie per la realizzazione del prodotto sono orientate anche allo sviluppo di tecnologie abilitanti per la realizzazione dei seguenti prodotti:

- Pannello solare espandibile a film sottile
- Sistemi di rientro espandibili
- Scudi termici.

Lo sviluppo delle tecnologie potrà abilitare la realizzazione di sistemi abitabili per esplorazione umana planetaria.

3.4.2 Modulo per materiali super-prestazionali

Modulo per sperimentazione in microgravità finalizzata al raggiungimento di tecnologie abilitanti per lo sviluppo di prototipi di materiali innovativi (es. per applicazioni nell'ambito dei veicoli di rientro e riutilizzabi, telecomunicazioni, ecc.).

3.4.3 Modulo per energia ed ambiente

Modulo per la sperimentazione in microgravità dei processi di combustione e di emulsioni petrolifere e non finalizzata al raggiungimento di tecnologie abilitanti per lo sviluppo sia di prototipi di camera di combustione a basso impatto ambientale sia dei processi di controllo delle emulsioni stesse.

3.4.4 Riorientamento di progetti di ricerca

Tra le attività svolte durante il 2002 dall'U.T. Stazione Spaziale vi è anche il re-indirizzo dei progetti di ricerca derivanti da precedenti proposte. Esse sono state, laddove è stato possibile, re-orientate per essere collegate alla realizzazione di prodotti tecnologici già approvati o proposti. Tali progetti di ricerca, svolti per lo più da università o istituti di ricerca, sono:

- Attività scientifiche in supporto agli esperimenti RAID1 e RAID2 (537-RAID1/2)
- Zeoliti per Unità di Controllo ambientale nello spazio (365-Zeoliti1)
- Influenza dei campi elettrici sulla fluidodinamica ad una fase ed a due fasi e sul trasferimento di calore a gravità ridotta (405-Heat Transfer)
- Interazione fra gocce e fronti di solidificazione unidirezionali in presenza di moto di Marangoni (539-Fronti di solidificazione)
- Diagnostica con Laser ad ultrasuoni (406-LUD)
- Crescita di cristalli in microgravità (612-Crescita Cristalli)
- Sperimentazione e modellistica della combustione di gocce in microgravità (848-Spray Combustion)
- Infiammabilità e smolder di materiali isolanti in microgravità (293-Isolanti)
- Formazione di strutture durante la precipitazione dalla fase liquida (171-Formazione Strutture)
- Crescita di Zeoliti in microgravità (8-Zeoliti2)
- Fluttuazioni in non-equilibrio in microgravità (385-N.E. Fluctuation)

3.4.5 Supporto alle operazioni ed all'utilizzazione dell'ISS

Tra le attività svolte dall'U.T. Stazione Spaziale vi è anche quella di supporto alle operazioni ed all'utilizzazione dell'ISS.

Le infrastrutture di terra per la Stazione Spaziale Internazionale attualmente previste sono costituite da tre entità:

- ALTEC (Advanced Logistics & Technological Engineering Centre) localizzata a Torino per il supporto ingegneristico e alle operazioni di MPLM e Nodi, Payload;
- USOC-MARS (Microgravity Advanced Research Service Centre) localizzato a Napoli per il supporto scientifico alle operazioni di Payload;
- ASI-COM per il trasferimento dei dati.

3.5 Attività in ambito europeo: la missione Marco Polo

Nell'aprile 2002 è stata effettuata con successo la missione ISS "Marco Polo", risultato di una cooperazione tra ASI, ESA e l'Agenzia Spaziale Russa Rosaviakosmos. Tale missione ha consentito all'astronauta ESA di nazionalità italiana Roberto Vittori di raggiungere, a bordo della navetta russa Soyuz, il segmento russo della ISS. Gli obiettivi principali della missione "Marco Polo" sono stati quello di sostituire l'attuale navetta Soyuz agganciata alla Stazione e, che serve

quale navetta d'emergenza per l'equipaggio della Stazione Spaziale, ed inoltre quello di condurre alcuni esperimenti dell'ASI e dell'ESA a bordo della ISS.

Questa missione è stata possibile anche grazie ad un accordo propedeutico stipulato il 9 maggio tra l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e l'Agenzia Spaziale Russa (RKA) riguardante l'organizzazione di voli di astronauti ESA utilizzano opportunità di volo Russe sulla Stazione Spaziale Internazionale.

La partecipazione di Vittori, Tenente Colonnello dell'Aeronautica Italiana e appartenente al Corpo Astronauti Europeo, alla missione 4S è stata dovuta ad un accordo tra l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e l'Agenzia Spaziale Russa (RKA) che ha permesso l'effettuazione di quattro esperimenti italiani, CHIRO, ALTEINO, VEST e NGFACTOR. Tale accordo ha visto anche la partecipazione dell'Agenzia Spaziale Europea sul fronte internazionale e si è basato su un accordo di collaborazione tra ASI e l'Aeronautica Militare Italiana.

Tutto ciò nell'ambito dell'accordo tra ASI e RKA firmato il 10 febbraio 1998 dal titolo "Cooperation in the Exploration and Use of the Outer Space for Peaceful Purpose".

Roberto Vittori ha completato il suo addestramento, iniziato ad agosto 2001 presso il Gagarin Cosmonaut Training Center (GCTC), Star City (Mosca), dopo nove mesi, approssimativamente metà del tempo richiesto normalmente per un cosmonauta.

Molte "Prime volte" sono state raggiunte dall'ASI durante la missione Marco Polo, che meritano di essere ricordate:

- Prima missione umana dell'Agenzia Spaziale Italiana in collaborazione con la Russia;
- Primo cosmonauta Italiano;
- Primo cosmonauta non Russo ad avere il 50% delle responsabilità durante l'intera missione Soyuz;
- Primo progetto pilota di sponsorizzazione;
- Prima missione umana nello spazio sponsorizzata dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.
 Per la prima volta, gli astronauti hanno indossato il logo della giornata mondiale della salute dell'OMS sulla propria tuta spaziale.

A questo proposito, vale la pena menzionare che nell'ambito della missione Marco Polo, è stato avviato anche un secondo importante progetto pilota, denominato "Spazio Per la Salute".

Lo scopo di questo progetto è stato quello di focalizzare i benefici sociali derivanti dalla ricerca effettuata sulla ISS ed in generale sui voli umani.

Dalle passate ricerche nello spazio sulla fisiologia umana è ora ben nota l'esistenza di correlazione tra il processo di invecchiamento umano e l'esposizione ad ambiente di microgravità.

Basandosi su tali conoscenze, l'ASI ha valutato la possibilità di sviluppare vari esperimenti rivolti essenzialmente alla preparazione fisica e alla riabilitazione degli astronauti che può portare benefici anche per la popolazione anziana.

Inoltre l'ASI ha focalizzato la sua attenzione nell'uso della medicina spaziale in generale, sull'uso dell'immagine pubblica dei voli spaziali sugli stessi astronauti, come mezzo per la promozione della salute per creare la base di uno sviluppo strategico ed il miglioramento della qualità della vita sulla terra.

Il concetto di "Spazio per la Salute" relativo alla missione Marco Polo è stato implementato in accordo con:

• attività preparatorie alla missione e riabilitazione dopo la missione: applicazione di metodologie sia per l'addestramento fisico che per la riabilitazione e la verifica del comportamento cardiovascolare e neuromuscolare nell'uomo;