I.4. PROGRAMMI DI RICERCA E SVILUPPO

I.4.1 - Introduzione

La finalizzazione al "problem solving"

L'aggiornamento del PRORA consente di portare avanti la naturale evoluzione del PRORA, capitalizzando e valorizzando al meglio le grandi infrastrutture di ricerca che hanno costituito fino ad oggi la parte più significativa delle attività del CIRA. Esso deve contenere elementi propositivi ed innovativi che possano consolidare le basi, facilitare la crescita del comparto e contribuire ad un salto qualitativo del settore aerospaziale nazionale.

Punto di partenza della presente proposta è l'osservazione che il PRORA definisce i risultati delle ricerche e più specificamente la capacità di risolvere i problemi o potenziali problemi, come il "prodotto atteso" delle attività del CIRA; è pertanto necessario corredare con una serie di competenze di modellistica e di valutazione dei risultati sperimentali i mezzi necessari a sviluppare le attività. Tali competenze sono indispensabili sia per valorizzare i laboratori disponibili presso il Centro che per usufruire di impianti disponibili altrove.

I progetti proposti nell'aggiornamento del PRORA tendono a perseguire la massima integrazione tra le attività richieste dalle imprese e da terzi da un lato, e quelle definite nell'ambito di iniziative e programmi di cooperazione internazionale, anche parzialmente finanziati e di programmi istituzionali dall'altro, anche per i quali è auspicabile la collaborazione di componenti del sistema nazionale.
Per meglio chiarire tale integrazione si può osservare che:

- le cooperazioni internazionali hanno lo scopo di "coltivare" il network di relazioni, non solo del CIRA ma dell'intero sistema nazionale, con il mondo (e specie quello europeo), nonché di formare ed acquisire esperienza attraverso i contatti con chi è già inserito nel mercato aerospaziale
- la partecipazione a programmi istituzionali consente sia di accedere ai fondi governativi (nazionali e/o europei) in un quadro di rapporti di collaborazione con altri attori, sia di sviluppare, propedeuticamente, conoscenze ed esperienze indispensabili a favorire un successivo inserimento internazionale in settori particolarmente competitivi.

Nel concepire le linee di aggiornamento del PRORA, come è stato già detto, una delle condizioni al contorno che è stata tenuta maggiormente in conto è quella derivante dalle esigenze ed interessi evidenziati delle imprese italiane che costituiscono un elemento conoscitivo e di confronto alle quali le linee del PRORA devono un'ampia risposta come evidenziato nel paragrafo I.4.6.

Le due linee programmatiche: Aeronautica e Spazio

In coerenza con la legge istitutiva del CIRA, l'aggiornamento PRORA evidenzia le due linee programmatiche: la Linea Aeronautica e la Linea Spazio.
Come mostrato in fig.3, lo sviluppo delle due linee Aeronautica e Spazio avviene sulla base di una forte sinergia, che consente di ottimizzare le risorse e diminuire i tempi di sviluppo. Inoltre le due linee consentono una continua crescita nei vari settori di ricerca quali fluidodinamica, materiali, sistemi, ecc., finalizzando tali settori e quindi migliorando la ricaduta dei risultati.

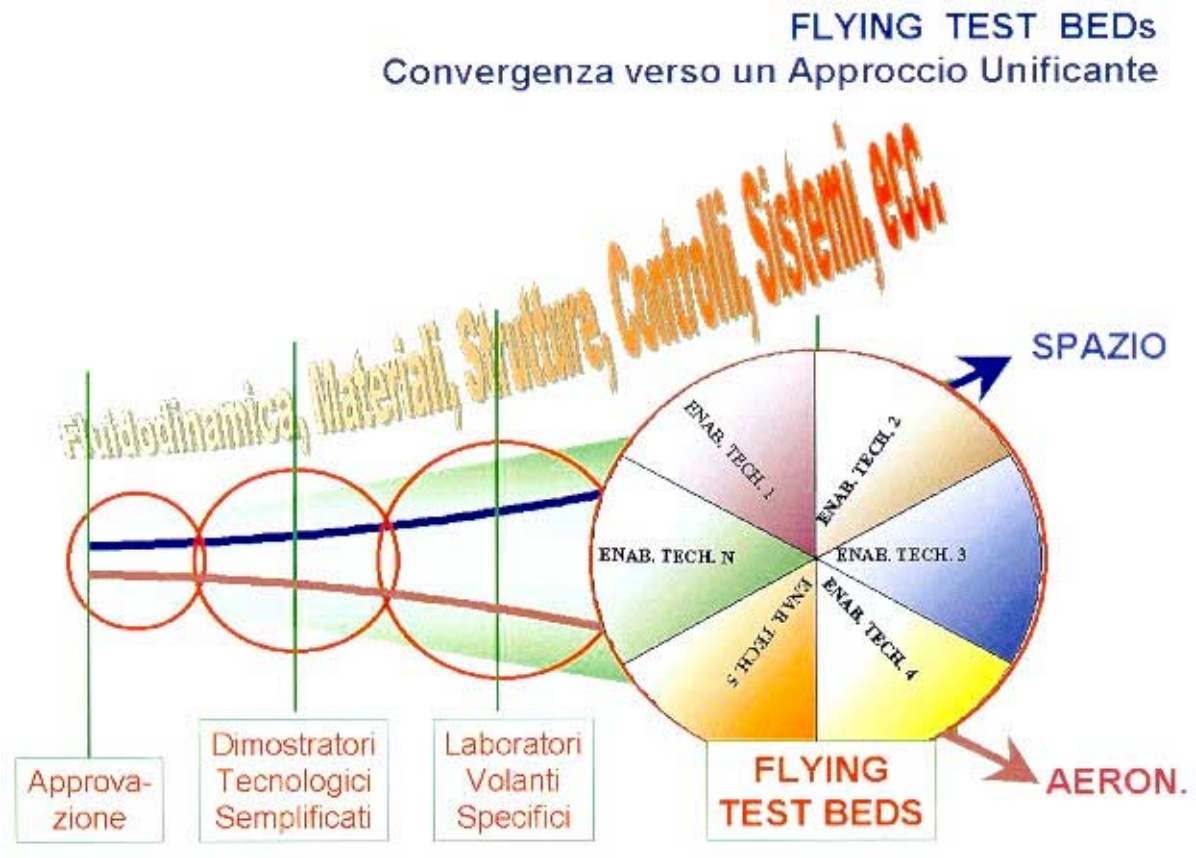

Fig. 3 – L'approccio unificante delle due linee di ricerca

La dimensione multidisciplinare e la valorizzazione delle competenze

I progetti del PRORA sono intrinsecamente multidisciplinari e devono pertanto essere condotti utilizzando tutte le competenze esistenti nel Centro. La conduzione complessiva di tali progetti PRORA sarà di responsabilità di uno o più gruppi di sistema, che garantiranno sia l'acquisizione del know-how sistemico, sia il raggiungimento degli obbiettivi tecnologici nelle aree individuate critiche. La mancanza di una capacità di visione sistemica, da non confondere con una capacità sistemistica globale di tipo industriale, rischierebbe di vanificare e rendere sterili le attività sulle tecnologie critiche, oppure di non valorizzare adeguatamente i risultati ottenuti. I gruppi di sistema infine svilupperanno un'azione di "scouting" all'esterno nell'intento di individuare potenziali committenze rivolte a "mettere a valore" le capacità del CIRA

Le tecnologie avanzate e la funzione di cerniera tra ricerca e imprese

Il settore aerospaziale è per sua natura strutturalmente dipendente dalle tecnologie avanzate. Da questo consegue immediatamente che la disponibilità di tecnologia high-tech nonché, ed ancor più, la capacità di sviluppare con continuità tale tipo di tecnologia di alto livello qualitativo è considerata da tutte le nazioni il requisito base per la crescita e per un successo duraturo della propria industria aerospaziale.
Tale capacità di rendere disponibili e fruibili, con continuità, tecnologie high-tech richiede quindi una maggiore focalizzazione delle attività del CIRA verso il "Problem Solving" nei prossimi anni. Cio' in parallelo con il completamento dei grossi laboratori, in fase di avanzata realizzazione,

permetterà un migliore bilanciamento, e successivamente una integrazione sempre più spinta ,tra le attività di “Problem Solving” e quelle che ruotano intorno ai laboratori di ricerca (v. Figura 4).

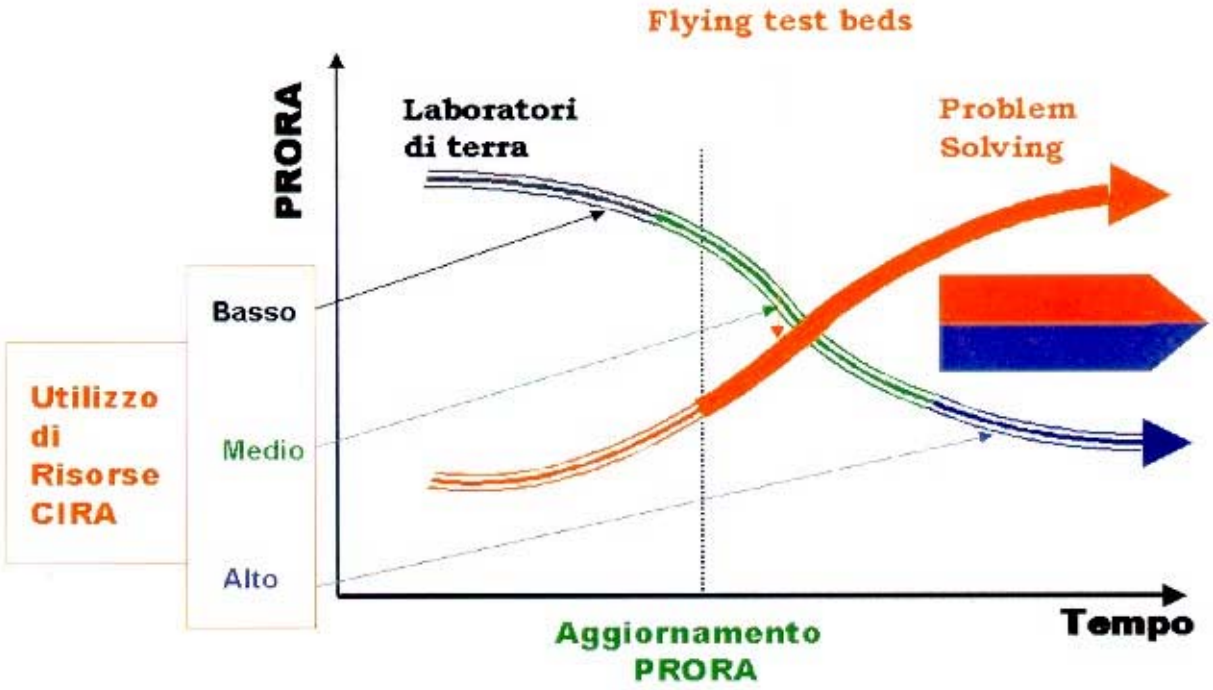

Fig.4 Andamento qualitativo negli anni delle attività del CIRA

Come chiaramente delineato dalla legge costitutiva, il CIRA è chiamato a sviluppare tutte le attività indispensabili a rendere disponibile e fruibile con continuità dall’intera comunità nazionale un patrimonio tecnologico consistente e sistematicamente aggiornato. A questo scopo il Centro favorirà e consoliderà uno stretto legame tra le proprie attività e le attività di ricerca più di base sviluppate presso le istituzioni di ricerca, sia nazionali che estere, nonché le attività di ingegneria avanzata condotte presso le industrie.

Il CIRA comunque dovrà fornire non solo il supporto tecnologico necessario mediante lo sviluppo, l’integrazione, la validazione e la certificazione delle tecnologie più prossime ad un livello di maturità ma dovrà anche sviluppare attività di ricerca sulle tecnologie high-tech emergenti, a più alto rischio ma, proprio per questo, con più elevate potenzialità di ritorni tecnologici.

Le tecnologie duali

Si è poi preso pienamente atto che nel nuovo scenario, più coerente con la scelta strategica nazionale di integrazione aeronautica-spazio, è necessario dare pieno titolo alle attività afferenti al segmento spazio nonché alle Double Application Technologies. Infatti, benchè per il segmento spazio gli investimenti siano stati consistenti (v. PWT-SCIROCCO), le attività di ricerca non hanno goduto dello stesso livello di attenzione; relativamente poi alle Double Application Technologies, esse beneficeranno certamente di una rivisitazione delle attività di interesse spaziale e, nell'ambito della scelta strategica, troverà adeguata collocazione nell'aggiornamento del PRORA. Questo risulterà del tutto coerente con un approccio integrato e con prospettive di sviluppo di lungo periodo.

I dimostratori tecnologici e/o i Flying Test Beds

In una prospettiva di acquisizione, sviluppo, validazione e valorizzazione di tecnologie critiche, si è ritenuto di dover definire programmi di ricerca applicata pluriennali associati e finalizzati allo sviluppo di "Dimostratori Tecnologici e/o Flying Test Beds". Tali obiettivi si pongono quali riferimenti di medio termine dello sviluppo scientifico/tecnologico da perseguire con sistematicità nonché quali elementi chiave e caratterizzanti il Programma Nazionale di Ricerca Aerospaziale.
Per entrambe le linee programmatiche, i dimostratori tecnologici, finali ed intermedi, a cui si è pensato sono delle piattaforme aerospaziali di dimensioni ridotte ma di alta sofisticazione tecnologica. Proprio le tecnologie innovative, le soluzioni e gli strumenti sviluppati nell'ambito di questi programmi saranno immediatamente riutilizzabili sui prodotti aeronautici e spaziali che le industrie nazionali svilupperanno nei prossimi anni.
Si sono concepite due famiglie di Flying Test Beds senza pilota, una per l'aeronautica e una per lo spazio, denominate sinteticamente UAV (Unmanned Aerial Vehicles) e USV (Unmanned Space Vehicles).
Tali dimostratori tecnologici, che prevedono una serie di ricadute intermedie, si affiancheranno ai mezzi di prova al suolo, realizzando una perfetta integrazione e sinergia.

Tali piattaforme sperimentali, la cui caratterizzazione dovrà essere oggetto di confronto con l'ASI e con le imprese nazionali del settore anche con riferimento alle loro strategie di lungo termine, costituiscono di per sè un obiettivo ambizioso che può contribuire allo sviluppo delle imprese ed alla crescita sistematica e continua delle competenze. Esse infatti si collocano in una prospettiva aderente alla Evoluzione Continua della Ricerca e Sviluppo nel settore. Lo scenario ipotizzato è quello di medio/lungo termine con una proiezione a 10-15 anni. In tale ambito è stata posta particolare attenzione alla capacità di acquisire, sviluppare e valorizzare tecnologia puntando a creare basi solide per lo sviluppo continuo. Saranno, quindi, curati gli aspetti di costante crescita professionale, di interazione sistematica con i più evoluti Centri di Ricerca high-tech Internazionali e sarà perseguita una strategia di Focalizzazione su Programmi Multidisciplinari di Sviluppo Competitivo.

La promozione di una rete integrata di competenze a livello nazionale

Nel dare attuazione, nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerca, a tali programmi high-tech di ricerca, il CIRA sarà in grado di offrire all'intera comunità scientifica/industriale nazionale una grossa opportunità di crescita. Ciò infatti permetterà di attivare sinergie, cooperazioni e consolidare una metodologia di impegno e di lavoro in comune finalizzato ad obiettivi tecnologici chiari e ad una più rapida acquisizione/sviluppo di know-how.

Una volta consolidati tale approccio e tale metodologia di crescita congiunta, il know-how sarà acquisito/ sviluppato con maggiore sistematicità e sarà reso disponibile e fruibile con continuità. A ciò si aggiungerà inoltre la disponibilità, presso il centro, di una più elevata capacità di approccio multidisciplinare per la soluzione dei problemi e di visione sistemica anche per le attività di ricerca applicata, propedeutiche a quelle più finalizzate.

Per acquisire, sviluppare e valorizzare le tecnologie è necessario consolidare e potenziare la capacità di sviluppare attività di R&S e quindi di acquisizione/ideazione/realizzazione di laboratori, piccole facility di ricerca, dimostratori ed impianti di qualifica. I laboratori dovranno essere certamente potenziati e con sistematicità adeguati al continuo sviluppo scientifico/tecnologico; analogamente sarà necessario porre la dovuta attenzione alle prevedibili necessità di piccole facility, indispensabili e sinergiche allo sviluppo delle attività di ricerca.

Il potenziamento dei laboratori corrisponderà all'incremento delle conoscenze high-tech dei ricercatori del CIRA, all'aumento costante nel triennio del numero di ricercatori attraverso: l'incoraggiamento al rientro di bravi ricercatori italiani che abbiano già acquisito esperienza in altre realtà; l'acquisizione e/o attrazione di giovani ricercatori; la messa a disposizione di un numero consistente di dottorati di ricerca da svolgere, anche con formazione on-the-job, presso il CIRA nell'ambito di programmi di collaborazione con l'Università; l'acquisizione di ricercatori di alta professionalità provenienti dall'estero.

Necessità di ulteriori approfondimenti – Studio di fattibilità

La complessità delle linee programmatiche di aeronautica e spazio presentate richiede chiaramente uno studio approfondito di fattibilità che è previsto sia condotto nell'anno 2000, in parallelo alla individuazione delle tematiche ed attività di ricerca più promettenti e/o più critiche.
Solo alla fine dello studio di fattibilità, in termini sia tecnici che di percorribilità rispetto al contesto, si riusciranno a delineare più chiaramente le fasi di sviluppo dei due progetti di ricerca PRORA (aeronautica e spazio) e, di conseguenza, sarà possibile definire più in dettaglio il successivo aggiornamento del PRORA.
Infatti come è stato detto si propone che l'evoluzione del PRORA avvenga sulla base di un insieme di piani triennali aggiornati di anno in anno.

I.4.2 – LA LINEA AERONAUTICA

La Linea Aeronautica, così come l'analoga per lo Spazio, si sviluppa in realtà lungo due direttrici principali complementari di cui una relativa alla realizzazione di attività di Ricerca e Tecnologia (R&T) finalizzate a portare a maturazione una capacità di "problem solving" avanzato, e l'altra con l'obiettivo di sviluppare progetti finalizzati alla realizzazione di Dimostratori Tecnologici volanti da utilizzare come dei veri e propri FTB (Flying Test Beds).
La realizzazione effettiva dei dimostratori porterà a maturazione presso il CIRA una visione sistemica delle attività di R&T che sicuramente avrà ricadute positive sia sulle strategie della ricerca che sui percorsi attuativi delle stesse attività.

I.4.2.a – Le attività di ricerca e sviluppo per il "problem solving"

I progetti R&T saranno legati a particolari aree tecnologiche ma avranno in realtà uno spiccato carattere multidisciplinare in accordo alle più moderne tendenze della ricerca. Uno dei compiti più importanti dello studio di fattibilità sarà appunto l'individuare alla luce delle linee definite per i FTB quali aree di ricerca vanno considerate critiche, tenendo ovviamente nel dovuto conto anche le necessità, gli interessi espressi e l'eventuale ricaduta sugli operatori nazionali del settore.
In quest'ottica appaiono prevedibili attività di R&T in aree quali :

- Aerodinamica applicata e sperimentale
- Sistemi di volo
- Meccanica del volo
- Concezione ed analisi strutturale
- Dinamica strutturale
- Tecnologie di fabbricazione e materiali
- Materiali compositi ed intelligenti
- Acustica applicata e vibrazioni
- Propulsione
- Strumentazione e acquisizione dati
- Metodologie informatiche

Che oltre ad essere funzionali agli studi ed alla progettazione dei Flying Test Beds, hanno un impatto notevole in termini di ricadute sulle capacità delle industrie nazionali eventualmente di sviluppare un prodotto aeronautico che sia innovativo e competitivo.

Ovviamente le attività evidenziate sono da considerarsi nell'ambito di uno scenario complessivo necessario a rendere credibile ed esaustivo il lancio dei FTB. Uno degli obiettivi principali dello studio di fattibilità sarà appunto l'individuazione degli attori dello scenario nazionale che dovranno affiancare il CIRA, contribuendo alla realizzazione degli FTBs.

I.4.2.b – I Dimostratori Tecnologici e i FTB

Obiettivi

Il Programma di Sviluppo di Flying Test Beds in ambito Aeronautico pur presentando sinergie con la linea spazio ha caratterizzazioni specifiche che nascono dall'esigenza di essere trainanti e nel contempo complementari alle strategie industriali nazionali e sinergici ai loro interessi.
La dimensione del programma e l'impegno da esso richiesto comportano che i suoi contenuti specifici siano definiti d'intesa con l'ASI e attraverso un confronto approfondito con le imprese nazionali del settore.
L'approccio Flying Test Beds in ambito Aeronautica si può tradurre in un programma di dimostratori tecnologici aventi molteplici finalità:

- Consentire una effettiva ed efficace dimostrazione di tecnologie di interesse aerospaziale in ambito nazionale ed internazionale, realizzando e rendendo operativi dei laboratori volanti;
- Sviluppare e validare tecnologie critiche consentendo un significativo, misurabile e continuo incremento del know-how nazionale

A tal fine diventa essenziale lanciare una serie di progetti di R&T aventi una valenza in sé, da integrare fortemente e coordinare con i programmi finalizzati (FTB). Tali programmi R&T rendono disponibili ai progetti finalizzati, nei tempi debiti, le tecnologie per il raggiungimento degli obiettivi. Contemporaneamente i progetti per i Flying Test Beds, identificati e descritti nel prosieguo, hanno un impatto positivo sugli stessi programmi R&T su le tecnologie critiche, sia perché li obbligano a "dare il massimo", sia perchè ne verificano le capacità di "dare risposte adeguate".

Lo studio degli UAV (Unmanned Aerial Vehicles)

Il programma di ricerca che si propone è in linea con gli scenari internazionali che si stanno delineando in campo aeronautico, dove uno degli elementi di novità che emergono è costituito dal sempre crescente impiego di velivoli *unmanned***.**
Il concetto di velivolo *unmanned* sembra trovare un grande interesse per un ampio campo di applicazioni che vanno dal militare al civile, spaziando da applicazioni scientifiche a prospettive anche di utilizzo commerciale. Si arriva addirittura a sostenere che il concetto di *unmanned* può contribuire a cambiare il mondo dell'aeronautica in generale. Le ragioni di fondo risiedono nelle disponibilità di nuove tecnologie di GN&C, Tecnologie del Volo, Strutture e Materiali, Sensoristica che rendono estremamente flessibili e sicure macchine di questo tipo espandendo nello stesso tempo a dismisura il *range* tipico delle missioni realizzabili. Tutto questo può essere ottenuto a costi che sono di ordini di grandezza inferiori rispetto a quelli tipici dei corrispettivi velivoli *manned*. Anche dal punto di vista industriale l'interesse è notevole in quanto tale concetto di prodotto è accessibile ad aziende anche di dimensioni contenute rispetto al gigantismo industriale che caratterizza l'attuale panorama aeronautico. Gli UAV sono maturati essenzialmente nel campo delle applicazioni militari di tipo tattico e di sorveglianza, solo successivamente l'interesse si è spostato nell'ambito della comunità scientifica verso l'utilizzo in missioni quali l'osservazione e la sorveglianza del territorio o dell'atmosfera. Negli ultimi tempi l'espansione degli inviluppi di volo fa prevedere future applicazioni nel campo dello studio della fisica dell'alta atmosfera e addirittura applicazioni commerciali come piattaforma per telecomunicazioni. Negli US ormai da molti anni (1994) NASA ha lanciato un programma (ERAST - Environmental Research

Aircraft and Sensor Technology) per lo sviluppo di dimostratori tecnologici di UAV avanzati. Il programma ERAST ha degli obiettivi di missione precisi in termini di quota e durata; recentemente il *Centurion*, l'ultimo UAV sviluppato nell'ambito di questo programma, è stato ribattezzato *Helios* e verrà modificato per consentire il raggiungimento di un target di missione realmente *challenging*, quale il volo a circa 30 Km di quota con una *endurance* (durata utile della missione) di mesi. *Helios* è un concentrato di tecnologie che vanno dalle strutture di concezione avanzata, che utilizzano materiali a elevata resistenza ma nel contempo estremamente leggeri, a capacità di guida e controllo *over-the-horizon*. L'elemento tecnologico chiave per ottenere le durate di missione richieste è un sistema di propulsione unico, basato su celle solari rigenerabili durante la notte. Non solo la NASA, ma un po' dovunque nel mondo vi sono programmi dedicati allo sviluppo di UAV vedi l'*Observer* in UK o il *Brumby* in Australia solo per citarne alcuni. Un altro motivo che stimola tale interesse è l'evidenza che, al di là delle sue acclarate potenzialità applicative, un UAV è forse la migliore piattaforma aeronautica R&T oggi ipotizzabile soprattutto nell'ottica di ricerche multidisciplinari e di sistema. Infatti la disponibilità di tecnologie di progettazione e costruzione a più basso costo, unita a sistemi automatici di guida sempre più accurati ed affidabili, predispone gli UAV come piattaforme sperimentali per lo studio, direttamente in volo, di nuovi concetti di velivoli o di nuove tecnologie nel campo dei sistemi di volo.
Un programma quindi lanciato dal CIRA, che copra un arco temporale di 7-10 anni, per la ricerca e lo sviluppo di UAV Avanzati come piattaforme sperimentali volanti e per applicazioni scientifiche in particolare nel campo aeronautico ed ambientale, può risultare strategico per dotare il paese di una capacità tecnologica di punta. Tali programma di ricerca avrebbe forti ricadute in ambito socio-industriale sia dirette che indirette attraverso le singole tecnologie ad esso collegate.
Stiamo quindi immaginando come obiettivo finale un UAV capace di soddisfare dei requisiti di missione estremamente *challenging* e di configurarsi quindi come una sorta di ***satellite atmosferico.*** In tal caso si richiamerebbe addirittura l'interesse dell'industria delle telecomunicazioni in quanto si tratterebbe di una piattaforma più efficiente e molto meno costosa rispetto ai satelliti oggi impiegati.

I.4.2.c – Le piattaforme di integrazione sistemica per velivoli innovativi

L'altro elemento di novità da tenere presente nel delineare il PRORA Aeronautico è la tendenza ormai chiara che nel futuro si assisterà allo sviluppo di velivoli commerciali che avranno configurazioni profondamente innovative, questo indipendentemente dalle dimensioni del velivolo. E' fortemente probabile che si assisterà ad una specializzazione di configurazioni in funzione della classe di velivolo con specifiche configurazioni per velivoli dell'aviazione generale. Per poter sostenere attività di ricerca aeronautica credibile in questo scenario, sembra sempre più evidente la necessità di realizzare *piattaforme multidisciplinari di integrazione sistemistica*
Sembra ormai chiaro che nel lungo periodo solo nuove configurazioni non convenzionali consentiranno di ottenere significativi miglioramenti per quanto riguarda economicità e compatibilità ambientale. Gli elementi fondamentali che concorrono all'efficienza di un velivolo sono il peso, l'aerodinamica e la propulsione, ed è proprio su tali fattori che configurazioni innovative promettono di avere un notevole impatto, di gran lunga superiore a quanto ottenibile con le attuali configurazioni anche nel lungo termine. Però, pur considerando importante la corretta valutazione delle cifre di merito da imputare alle singole discipline, rimane fondamentale la valutazione dell'impatto multidisciplinare sulle prestazioni in generale. Ad esempio non sono facilmente valutabili a priori gli effetti dell'introduzione di concetti di stabilità rilassata o di nuovi tecnologie dei materiali e così via. L'unico approccio possibile è nello sviluppo di dimostratori che consentano di arrivare ad un sufficientemente

elevato grado di accuratezza nel progetto da valutare effetti globali. I dimostratori che si svilupperanno consentirebbero di progettare e realizzare nella sua interezza un velivolo estremamente avanzato dal punto di vista della configurazione e delle tecnologie ad essa associate.

I.4.2.d – Roadmap della Linea Aeronautica

L'approccio seguito nel delineare il progetto tende a portare a graduale maturazione capacità e tecnologie in tal modo minimizzando i rischi tecnici. In primo luogo appare evidente la necessità e l'urgenza di sviluppare capacità di gestione diretta del velivolo e contemporaneamente crescere nella capacità di implementare un sistema di guida e navigazione del velivolo in "teleguida" ed in "automatico" (GN&C).
Per acquistare rapidamente tali capacità la via più opportuna è identificabile nell'acquisizione sul mercato di un velivolo esistente che potrebbe essere un velivolo UAV convenzionale o anche un ultraleggero certificato (UAV-0). Tale velivolo andrebbe a costituire l'embrione di una capacità di linea di volo al CIRA. In parallelo tale velivolo verrebbe utilizzato come laboratorio volante su cui provare i sistemi sviluppati per il telecontrollo e/o di guida automatica, questo sia per i moduli di terra che i relativi sistemi di bordo.
Un altro elemento fondamentale da prevedere già nell'ambito delle attività relative all' *entry-point* UAV-0, sarà una stazione di acquisizione dei dati di volo con capacità di gestione dinamica dei dati di esperimento, di telemetria per il controllo online dei parametri salienti del volo da terra. In tale contesto sono da prevedere anche collegamenti con centro di supercalcolo e con il laboratorio di realtà virtuale.

Queste capacità possono essere opportunamente adattate per essere utilizzate anche per le attività relative al programma parallelo spaziale previsto dal PRORA.

Dalla roadmap presentata in allegato si evince che il suddetto UAV-0 dovrà essere pienamente operativo entro la fine del 2001, avendo assunto come ipotesi che il programma parta a metà del 2000.
Parallelamente dovranno esser formulati due requisiti per il progetto e la realizzazione di due dimostratori UAV-1 di secondo livello di cui uno finalizzato a dimostrare concetti aerostrutturali innovativi (UAV-1-AeS) che potenzialmente offrano vantaggi significativi se introdotti sul velivolo target finale, mentre l'altro è un dimostratore che fa riferimento a tecnologie tradizionali per quanto riguarda la parte aerostrutturale, ma in compenso è fortemente innovativo per quanto riguarda gli aspetti di elettronica, sensoristica e sistemi di bordo (UAV-1-SiS). L'UAV-1-AeS è previsto in volo per il 2004, mentre l'UAV-1-SiS per il 2005, questo per non appesantire la struttura di progetto con due velivoli da sviluppare e di cui fare contemporaneamente le prove di volo.
I due dimostratori previsti in questa fase, al di là delle prestazioni globali, dovranno avere soprattutto la possibilità di funzionare efficientemente come *flying laboratories* per un ampio spettro di applicazioni. Andranno cioè a costituire una *capacità permanente*, per attività di ricerca nazionali che possono andare ben oltre gli scopi dell'attuale programma e nelle più svariate aree tecnologiche quali ad esempio indagini e misurazioni in volo delle condizioni di formazione di ghiaccio o in generale studi sulla fisica della bassa atmosfera, integrazione attraverso diversi tipi di sensori di diverse immagini sia reali che "sintetiche" per S.A.R., osservazione del territorio, operazioni in condizioni pericolose per l'uomo ed infine di particolare interesse potrebbe essere anche la verifica in volo di nuovi dispositivi e/o nuove configurazioni.
Gli UAV-1 ovviamente sfrutteranno pienamente la capacità di linea volo e gran parte dei moduli acquisiti e sviluppati con l'UAV-0, quale ad esempio i moduli di terra, di acquisizione dati, di telemetria, di guida a distanza o automatica.

Si evidenzia che una configurazione particolarmente modulare ed una attenta valutazione degli effetti di scala sulla meccanica del volo e sulla dinamica strutturale potrà rendere il sistema UAV-1, includendo la cellula e la struttura, un laboratorio ideale per la dimostrazione tecnologica in volo soprattutto di configurazioni avanzate di velivoli, con la possibilità di ottenere preziose informazioni sul comportamento dinamico e sulle performance, consentendo un preciso "tuning" di simulatori di volo avanzati e permettendo di ridurre sensibilmente il rischio sia economico che operativo, soprattutto nella definizione di procedure di sicurezza in condizioni di manovra marginali. Gli UAV-1 in tal senso si possono intendere quindi come veri sistemi di prova multiuso, per la maggior parte riutilizzabili, Flying Test Beds necessari per l'assessment delle capacità di ottimizzazione multidisciplinare del CIRA.
Il laboratorio volante, previsto come oggetto finale del programma, infine verrà realizzato ormai sulla scorta delle precise risultanze di esperienze maturate e delle prove di volo dell'UAV-1. Si propone cioè di studiare e realizzare un dimostratore UAV ad elevate prestazioni (UAV-HP, Unmanned Aerial Vehicle High Performance) capace per esempio di grande *endurance* (>48h) ad altissima quota (>30km) per l'osservazione del territorio, per sorvegliare zone ad alto rischio geologico, da utilizzare come piattaforma per TLC e quant'altro ancora.
La realizzazione di questo velivolo permetterà di esplorare aspetti di ottimizzazione ed integrazione "estreme" quali:

- Sviluppo ed integrazione di sistemi propulsivi (eliche) ad altissima efficienza ed autoadattativi (smart) per garantire prestazioni adeguate sia a livello del suolo che ad altissima quota;
- Integrazione di "celle solari" con la struttura dell'ala e della fusoliera per l'alimentazione dei motori e dei sistemi di bordo con energia rinnovabile;
- Sviluppo di una cellula altamente efficiente sia aerodinamicamente che strutturalmente, con l'utilizzo di elementi attivi (smart) per controllare la dinamica strutturale;
- Sensorizzazione della struttura ed utilizzo di HUMS (Health and Usage Monitoring Systems) per l'identificazione di eventuali problemi/danneggiamenti e per consentire la massima sicurezza operativa con l'attivazione di procedure automatiche di "recovery" in caso di problemi.

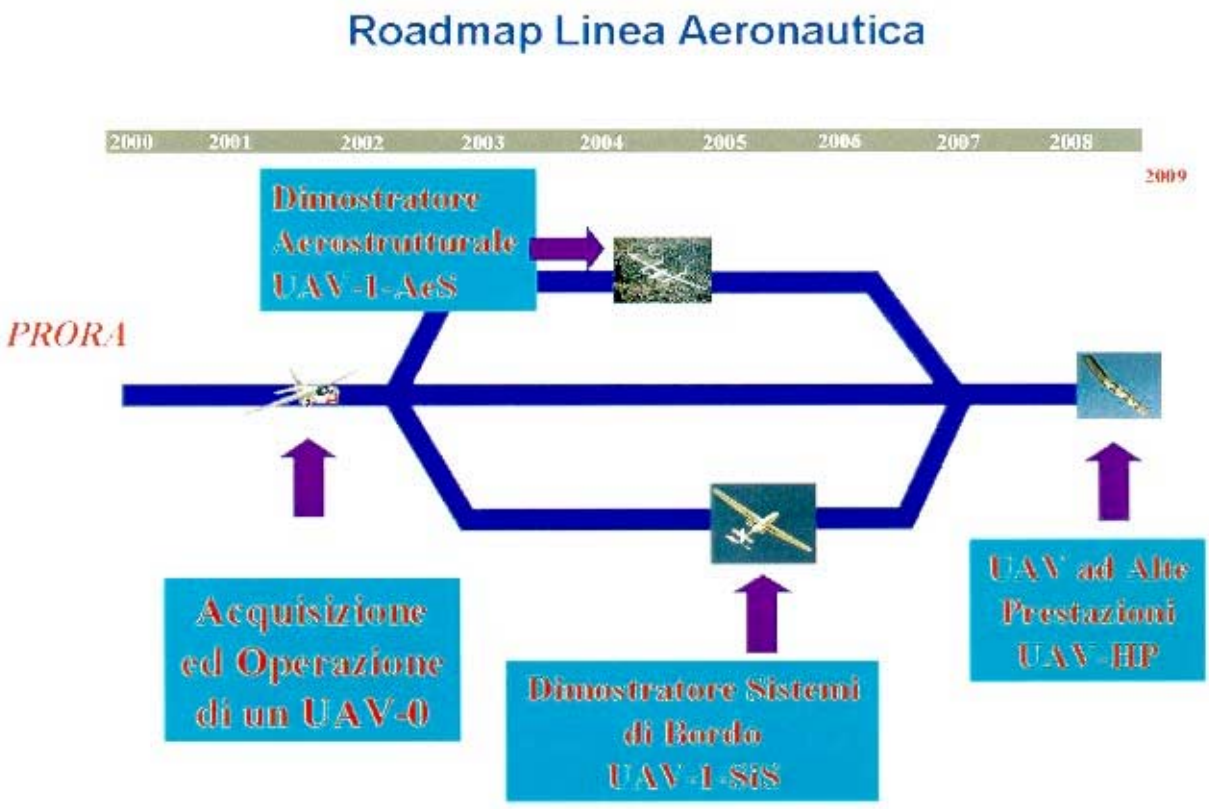

Fig. 5 – Roadmap della linea aeronautica

I.4.2.e – Studio di Fattibilità (Fase A)

Come detto, è previsto che il Programma UAV si articoli per gradi, attraverso la realizzazione di dimostratori di volo che forniscano evidenza della rispondenza delle tecnologie via via consolidate durante lo sviluppo:

UAV-0 = Acquisizione ed operazione di un UAV da mercato;
UAV-1-AeS = Dimostratore Aero-Strutturale;
UAV-1-SiS = Dimostratore Sistemi di Bordo.

Lo studio di fattibilità da realizzare nel corso del 2000 si intende finalizzato alla definizione delle attività da svolgere per lo sviluppo del dimostratore UAV-HP. In questo ambito, tuttavia, saranno svolte anche attività afferenti alla definizione dei succitati modelli di volo (UAV-0, UAV-1-AeS, UAV-1-SiS).

Si prevede di svolgere le seguenti attività:

- La definizione dei requisiti di primo livello riguardo alla missione e alla configurazione del velivolo.
- La comparazione e la valutazione di possibili profili di missione e la scelta di un profilo di riferimento.

- La definizione degli aspetti operativi e la valutazione dei conseguenti impatti sulla configurazione e sulla missione di volo.
- La progettazione concettuale del velivolo per gli aspetti di configurazione aerodinamica e aero-strutturale; la definizione dei requisiti e della configurazione dei sistemi di bordo e delle loro prestazioni; la valutazione delle caratteristiche di volo del velivolo e le prestazioni dei sistemi di controllo e navigazione, con particolare riguardo agli aspetti tipici UAV. La definizione del sistema di misura dei parametri e dell'inviluppo di volo, nonché del sistema di gestione e telemetria dati.
- La definizione del sistema di controllo da adottare per configurazioni innovative.
- La definizione dei piani di acquisizione di esperienza e conoscenza circa le caratteristiche, l'utilizzazione e la gestione di un UAV da mercato. La individuazione ed acquisizione di un velivolo disponibile (UAV o velivolo di aviazione generale da modificare).
- La definizione degli strumenti di calcolo ed elaborazione da impiegare nelle varie fasi del Programma.
- La identificazione delle tecnologie critiche da sviluppare.
- La definizione ed elaborazione di un piano di sviluppo del Programma ed una valutazione preliminare dei costi e dei tempi associati, sia per i dimostratori che per le tecnologie critiche.

I risultati saranno condensati in una Specifica di Sistema preliminare, in un Design Description Report, in un documento di valutazione economica ed in uno studio di pianificazione temporale.

Si stima che le attività di Fase A saranno condotte all'interno di CIRA per circa la metà del valore, è quindi previsto il coinvolgimento di imprese a prevalenza aerospaziale, come:

- Alenia, Meteor, Aermacchi per gli aspetti di sistema
- Marconi, Laben e/o Cap Gemini, per aspetti di avionica e software di bordo
- Inoltre PMI (ad esempio Vulcan Air, Tecnam, Secondo Mona, Mareco)

I.4.3 – La Linea Spazio

Analizzando le tematiche di ricerca caratterizzanti lo scenario mondiale del trasporto spaziale a medio e lungo termine, emerge chiaro come un sempre più crescente interesse (NASA X33, X34, X37, X38, X40; NASDA HOPE-X; ESA FESTIP, FLTP) sia rivolto verso le tecnologie del riutilizzabile, ossia verso quelle tecnologie atte alla realizzazione di lanciatori spaziali i cui materiali, le cui strutture ed eventualmente il cui sistema di propulsione possano essere riutilizzati in lanci successivi. La necessità, infatti, di ridurre i costi delle sempre più frequenti missioni spaziali, associato all'esigenza di incrementare le prestazioni durante l'intero spettro della missione, trova nella possibilità di riutilizzare i materiali e le strutture, limitando il fermo tra un lancio e l'altro, la chiave di risposta.
Tale esigenza si sposa poi con la giustificata tendenza ad una cospicua riduzione di massa e volume di alcune categorie di satelliti, resa possibile dalle tecnologie della miniaturizzazione e dal trend dettato dall'elettronica. Attualmente, infatti, il peso dei mini-satelliti impiegati ad esempio per le telecomunicazioni si aggira intorno ai 1000 kg; l'evoluzione delle tecniche citate potrebbe portare ad una riduzione di un ordine di grandezza di tale quantità, rientrando così nella vasta categoria dei micro e nano satelliti impiegati per sperimentazioni scientifiche.

I.4.3.a – Le attività di ricerca e sviluppo per il "problem solving"

Il Programma di Sviluppo di Flying Test Beds in ambito spazio si pone l'obiettivo fondamentale di sviluppare e validare una parte considerevole delle tecnologie chiave necessarie al progetto identificato come rappresentativo della naturale evoluzione del trasporto spaziale: l'*aerospazioplano*.
Lo sviluppo di un aerospazioplano presuppone in particolare la disponibilità di alcune macro-tecnologie specifiche:

1. *volo ipersonico* – il veicolo dovrà volare per grossa parte della sua missione a velocità molto superiore a quella del suono, e dovrà manovrare in tali condizioni in maniera sicura, dovendo anche sopportare i carichi termici generati dall'attrito con l'aria
2. *rientro atmosferico* – l'aerospazioplano dovrà essere in grado di sopportare i grossi carichi termici tipici del rientro a terra da LEO, dovuti alla necessità di frenare il veicolo da velocità dell'ordine di Mach 25 fino alle poche centinaia di km/h all'atterraggio
3. *riutilizzabilità* – la caratteristica più rilevante dal punto di vista operativo deve essere certamente la "somiglianza" agli attuali aerei, somiglianza tradotta ormai nel concetto di riutilizzabilità

nell'ambito della quali è opportuno lanciare una serie di progetti di R&T fortemente integrati e coordinati rispetto ai focus (Flying Test Beds) in quanto rendono disponibili ai gruppi di sistema le tecnologie per il raggiungimento degli obiettivi. I progetti R&T pur essendo legati a particolari aree tecnologiche sono in realtà a carattere multidisciplinare, e sono concentrati in particolare nelle seguenti aree da considerarsi critiche:

- Tecnologie Critiche

  - *Aerotermodinamica e Aerodinamica Ipersonica*: problematiche di particolare rilievo sono la stabilità dello strato limite, la transizione laminare-turbolento, la base flow e base drag prediction, le interazioni viscose, l'extrapolation to flight, la separazione di stadio
  - *Materiali per Altissime Temperature per TPS*: una delle principali problematiche è rappresentata dalla identificazione di materiali in grado di resistere in ambiente ossidante alle elevate temperature (superiori ai 2000°C) che si realizzano su geometrie a basso raggio di curvatura (alcuni millimetri), senza subire degradazioni strutturali.
  - *Health Monitoring Strutturale*: metodologie real-time di monitoraggio, individuazione ed analisi del danno. Il concetto di riutilizzabilità delle strutture richiede infatti un continuo monitoraggio dello stato di salute, durante l'intera vita operativa, al fine di poter prevenire danni catastrofici.
  - *Micro- & Nano-tecnologie*: la riduzione della massa di un veicolo spaziale passa anche attraverso la miniaturizzazione dei sottosistemi di bordo; la riutilizzabilità ed affidabilità passa per l'integrazione sempre più spinta di funzioni operative in elementi fisici singoli, cosa questa che sta spingendo alla manipolazione delle caratteristiche atomiche dei materiali per l'espletamento di funzioni specifiche e/o per l'ottenimento di particolari proprietà chimico-fisiche del materiale.
  - *Autonomous GN&C*: in questa area sono comprese la progettazione di sistemi di Guida, Navigazione e Controllo (GN&C), la Dynamic System Inversion, i Fault Tolerant System
  - *Rapid Prototyping*: di interesse sono le problematiche di Numerical Iron Bird, e la Real-Time HW-in-the-loop simulation.

– *Pallone Stratosferico "chiuso"*: grazie all'utilizzo di materiali innovativi in composito, il pallone può essere progettato come un sistema chiuso capace di restare in quota per tempi più lunghi e senza risentire troppo delle variazioni di temperatura.

Va sottolineato che le tecnologie sopra menzionate non rappresentano le necessità nelle quali CIRA sarà impegnato. Infatti occorre considerare due punti essenziali:

1. Lo studio di fattibilità (Fase A, vedi par. I.4.3.e) consentirà di mettere a fuoco le reali esigenze del progetto; solo a valle di questo si potrà effettuare la scelta delle nicchie nelle quali operare.
2. Così come il corrispettivo programma aeronautico, la linea Spazio non può che prevedere il coinvolgimento di altri attori industriali e non; pertanto, le tecnologie che sarà necessario sviluppare potranno essere sviluppate esclusivamente da CIRA, da un gruppo di attori (con o senza CIRA), o potranno essere acquisite da mercato.

I.4.3.b – I Dimostratori Tecnologici e i FTB

Obiettivi

La realizzazione di dimostratori che possano essere impiegati per dimostrare la fattibilità di un sistema multi-obiettivo a "configurazione mista" (pallone stratosferico + veicolo alato riutilizzabile + kick-stage) e testare le tecnologie necessarie al riutilizzo di strutture/materiali sottoposti a condizioni estreme, rappresenta sicuramente una sfida importante che porterebbe l'intera comunità scientifico-industriale italiana in una indubbia posizione di rilievo nello scenario internazionale aerospaziale.

L'obiettivo ultimo del progetto risulta pertanto essere la realizzazione di un "dimostratore tecnologico" orientato al raggiungimento di LEO (150-200 km) con un sistema multi-obiettivo.

Il dimostratore, seppure non totalmente riutilizzabile, deve poter dimostrare la validità delle soluzioni tecnologiche sviluppate e/o adottate nonché la fattibilità dell'idea di sistema completo, e cioè la possibilità di:

- utilizzare la base ASI di Trapani Milo per massimizzare il coinvolgimento nazionale e per proporre l'Italia come gestore/fornitore dell'intero ciclo
- utilizzare il pallone stratosferico come primo stadio per attraversare in modo economico gli strati dell'atmosfera più densi, quelli cioè nei quali sono maggiori attrito e resistenza aerodinamica
- far rientrare a terra una parte consistente del sistema rappresentata da un 2° stadio "alato", sul quale saranno state implementate tecnologie riutilizzabili la cui bontà potrà quindi essere valutata
- rilasciare ad un'adeguata quota l'ultima parte del sistema (kick-stage) per l'immissione in LEO.

Durante lo sviluppo del programma sono previsti diversi step intermedi (Flying Test Beds) caratterizzati dal raggiungimento di concreti obiettivi tecnologici e sistemistici volti alla contemporanea acquisizione di concrete competenze realizzative ed alla effettuazione di flight test tecnologici.
Va specificamente sottolineato che la valenza dei Flying Test Beds non risiede nella sua reale realizzazione, ma nel fatto di costituire un Focus rispetto al quale saranno sviluppate tecnologie innovative ed abilitanti. La successiva realizzazione totale o parziale del programma di FTB non potrà che rafforzare le competenze e la credibilità acquisite. Aspetto non trascurabile di questi FTB

intermedi è il ritorno di immagine a beneficio di CIRA e di tutti gli altri attori che interverranno, con la conseguente crescita di credibilità del sistema Italia.

Lo studio degli USV (Unmanned Space Vehicles)

Il programma proposto prevede quindi lo sviluppo di tecnologie nella direzione dell'aerospazioplano, e prevede la realizzazione di Flying Test Beds con i quali validare e qualificare i risultati raggiunti in laboratorio. Inoltre, questi laboratori volanti consentiranno di dimostrare la capacità del CIRA di realizzare progetti complessi ed innovativi con visione indirizzata al sistema.
E' chiaro quindi quali siano le enormi ricadute che il CIRA e l'Italia avrebbero nel prendere parte a tale progetto: oltre all'innegabile vantaggio legato all'accrescimento di know-how in settori strategici quali quelli impattati, e sopra descritti, vanno citate:

- l'entrata nel ristretto club di Paesi e/o entità che detiene la capacità tecnologica del Rientro Atmosferico
- il raggiungimento di una posizione di leadership in Europa per quanto riguarda il Volo Ipersonico, visto che ad oggi non esistono programmi nazionali o internazionali in tal senso
- partecipare agli sforzi europei e mondiali verso la riutilizzabilità dei futuri grossi lanciatori, proponendo inoltre un dimostratore di un sistema di accesso allo spazio di piccole dimensioni che possa essere economico e di facile e frequente accesso (Small Payload Reusable System);

Come mostrato in Figura 1, lo sviluppo di USV necessiterà della realizzazione di tre *flight tests* intermedi che, con approccio *step-by-step*, hanno lo scopo di far maturare le esperienze progettuali, tecnologiche e di volo in modo progressivo.
Un gruppo di sistema dovrà tenere costantemente sotto controllo lo sviluppo dell'intero programma, e sin dall'inizio dovrà affrontare tramite il coinvolgimento di gruppi tecnologici argomenti relativi a ciascuna delle linee identificate.

La linea tecnologica, volta a sviluppare o ad acquisire le tecnologie necessarie per USV, prende spunto dai tre elementi fondamentali già richiamati:

(i) la necessità di acquisire/sviluppare competenza nel Rientro Atmosferico, se si vuole assicurare all'Italia un ruolo chiaro (sebbene da "follower") nello scenario internazionale dei futuri sistemi di trasporto spaziale
(ii) l'opportunità di specializzarsi nel volo ipersonico
(iii) l'obiettivo di ridurre i costi di accesso allo spazio che comporta l'adozione della filosofia del *riutilizzabile*.

Ancora una volta, questi elementi sono indispensabili in una proiezione di lungo termine quando in un modo o l'altro si riprenderà a parlare in termini più pratici dell'Aerospazioplano.
D'altra parte, l'opportuno connubio tra questi 3 elementi consente di realizzare piattaforme volanti con le quali dimostrare e qualificare la riutilizzabilità di alcune parti importanti, e nel contempo qualificare un concetto innovativo (*proof of concept*).

I.4.3.c – Le piattaforme di integrazione sistemica per velivoli innovativi

Il primo flying test bed (**Dropped Transonic Flight Test)** è un veicolo sperimentale non propulso lasciato cadere da una quota predefinita da un pallone stratosferico. La geometria e la distribuzione delle masse dell'oggetto, di materiale sicuramente diverso dal definitivo, rispecchieranno i requisiti dell'oggetto finale.
Portato fino a circa 40 km di quota, con un pallone stratosferico (primo stadio) lanciato dalla base ASI di Trapani Milo, il velivolo alato viene lasciato cadere; nella caduta si raggiungono velocità moderatamente supersoniche rappresentative della fase finale di un rientro.
Obiettivi fondamentali sono:

- Acquisire capacità progettuali di un flying test bed vehicle
- Dimostrare la capacità di gestire l'intera missione
- Studiare la stabilità aerodinamica di un velivolo spaziale in fase di rientro (alti angoli d'attacco e piccoli allungamenti) con riferimento alla fase transonica
- Validare il sistema di sgancio da pallone di un secondo stadio alato.

Il secondo velivolo (**SRT**: **Sub-orbital Re-entry Test**) è sostanzialmente simile al primo differenziandosi essenzialmente per la disponibilità di un vero sistema propulsivo ed ovviamente delle capacità di controllo necessarie per il differente profilo di missione desiderato. I materiali, compreso il TPS, saranno praticamente quelli di USV.
Portato fino a 40-50 km di quota con un pallone stratosferico (primo stadio), il velivolo alato viene rilasciato; l'accensione successiva del suo razzo garantisce un volo ascensionale suborbitale in modo da arrivare a quote dell'ordine di 150-200 km prima di cominciare la fase di rientro.
Obiettivi fondamentali sono :

- L'ulteriore estensione della validazione del sistema bi-stadio (Pallone + Secondo Stadio) con l'impiego di un velivolo alato e propulso
- Lo sviluppo della tecnologia di controllo necessaria alla guida di siffatto veicolo sulla traiettoria che prevede il raggiungimento di una quota paragonabile a quella orbitale sebbene a velocità nulla, e di velocità massime corrispondenti a M=6-7
- Il rientro da traiettoria suborbitale di un velivolo a controllo aerodinamico.

Tale test di volo consentirà di acquisire una mole notevole di informazioni e di esperienza particolarmente utile per la validazione di numerosi modelli (CFD Aerotermodinamica, materiali, traiettorie, ecc.). Particolare enfasi va data ai materiali UHTC che saranno sviluppati ed utilizzati per i bordi d'attacco aguzzi del velivolo. Tutto ciò sarà arricchito grazie al "montaggio" a bordo di esperimenti di vario genere (v. progetto CARTEC-FT, per esempio), nonché da test tecnologici relativi alla telemetria, al GNC, all'elettronica di bordo.

Il terzo test bed (**HFT: Hypersonic Flight Test**) è sostanzialmente simile al precedente differenziandosi essenzialmente per il profilo di missione e per l'inclusione di un *dummy* rappresentativo della terza parte del sistema; questo dummy è utilizzato per testare in volo la relativa fase di separazione.
L'HFT non richiede nuovo hardware rispetto all'SRT, ma richiede lo sviluppo di tutte le attività necessarie a prevedere, ottimizzare e gestire il volo ipersonico livellato che è sostanzialmente diverso da quello suborbitale realizzato precedentemente. L'obiettivo essenziale è l'acquisizione di conoscenze sul volo a Mach 7-8. L'opportunità di condurre esperimenti a bordo (del tipo CARTEC-FT, sull'aerodinamica, aeroelasticità, GN&C, ecc.) consente di beneficiare il più possibile della missione.

I.4.3.d – Roadmap per la Linea Spazio

La Road Map del programma proposto è riportata in Figura 6, dove sono evidenti i quattro Flying Test Beds essenziali in termini di esperimenti in volo; lo sviluppo e l'implementazione delle dette milestones richiede l'esecuzione di attività teorico-numeriche, sperimentali al suolo, varie fasi di progettazione, nonché la gestione del programma con visione indirizzata al sistema, ma anche eventualmente altri esperimenti in volo utilizzanti piattaforme esistenti (X-33, X-34, X-37, X-38, X-40, Shuttle, Stazione Spaziale, vettori SS20 o simili, ecc.).

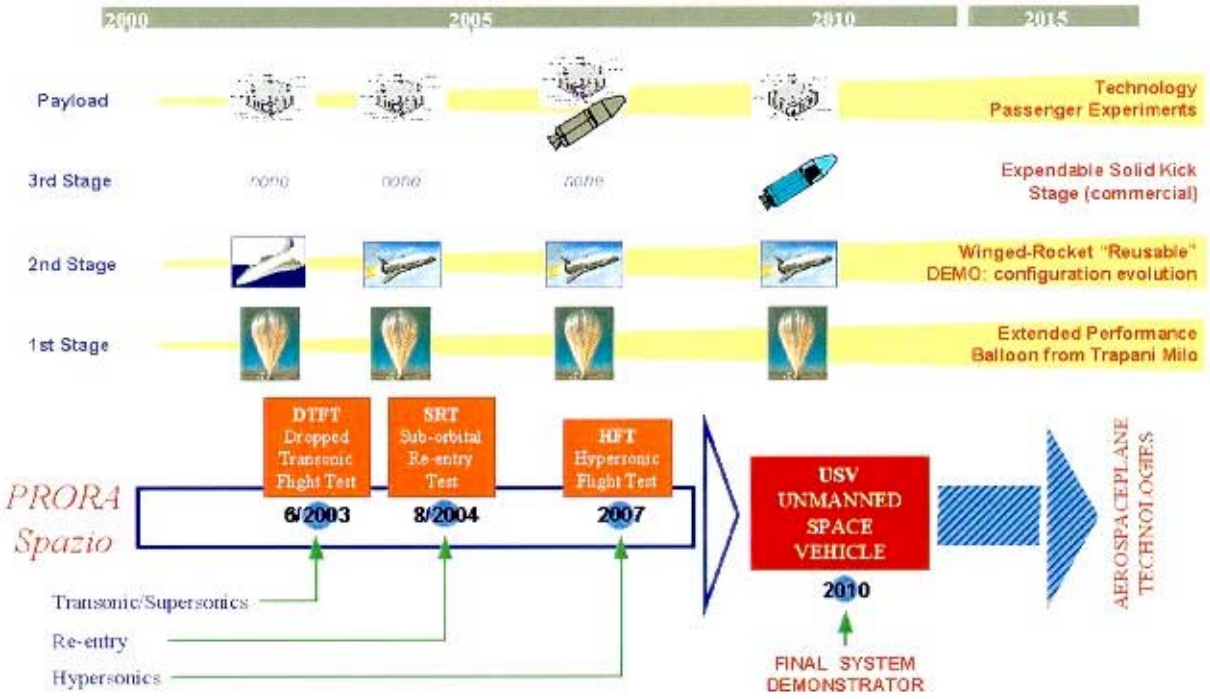

Fig. 6 Roadmap della Linea Spazio

La Figura 7 mostra il posizionamento del programma strategico proposto in ambito PRORA rispetto a quanto si sta facendo nelle tre aree mondiali più avanzate in materia: USA, Europa, Giappone.

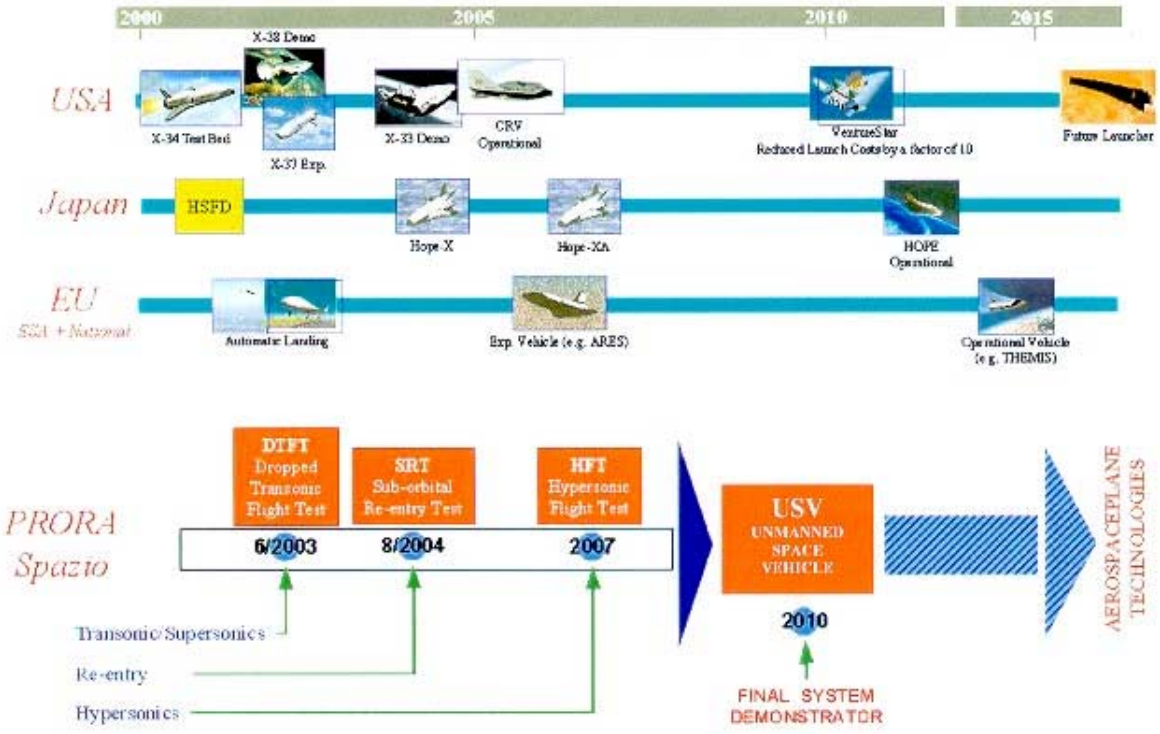

Fig. 7 – Inquadramento

Si nota che, come ben noto, gli USA sono ovviamente molto avanti; tuttavia gli sforzi nella direzione di futuri lanciatori riutilizzabili sono consistenti ed includono un numero ampio di velivoli sperimentali. In particolare, è il caso di sottolineare il caso di X-37 che è stato definito specificamente per l'analisi del volo ipersonico a velocità comprese tra Mach 10 e Mach 25, in quanto fino a Mach 10 gli USA hanno già grossa esperienza anche per effetto dei programmi militari degli ultimi decenni.
Per quanto riguarda il Giappone, il programma HOPE già definito ad inizio anni Ottanta continua ad essere sviluppato; questo programma si basa su un concetto simile a quello dello Space Shuttle e, oltre i tre già effettuati, prevede la realizzazione di altri due flight test.
Infine, in Europa la situazione è molto fluida e basata al momento solo su attività limitate di sviluppo tecnologico. Solo oggi si comincia a parlare di dimostratori tecnologici e si punta al 2007 (circa) per prendere una decisione chiara sul nuovo sistema di lancio Europeo (post-Ariane 5).

Possibili partner

Riassumendo, il lancio del programma PRORA qui proposto consentirebbe concretamente all'Italia di assumere una posizione ed un ruolo prominente nel settore. Ovviamente, tale programma non basterà a coprire tutte le esigenze e tutti gli obiettivi, restando limitato alla dimostrazione tecnologica e/o al test in volo di alcuni degli aspetti dei velivoli futuri. Occorrerà cioè identificare in un secondo tempo veri programmi industriali (in ambito Piano Spaziale Nazionale), eventualmente sulla base di quanto sviluppato e delle esperienze acquisite in PRORA, che in quanto tali saranno più consistenti.

Va detto che i flying test bed DTFT e SRT ben si collocano nello scenario internazionale (v. oltre) in quanto: a) trovano certamente interessata l'industria nazionale; b) la parte della proposta BLEV di Alenia Spazio a cui si fa riferimento per diversi motivi non trova adeguata collocazione nei programmi attualmente in corso. Per quanto riguarda invece HFT, va sottolineato che l'assenza di programmi similari in Europa dà l'opportunità di puntare ad una chiara leadership europea nel settore del volo ipersonico, con i consistenti ed evidenti vantaggi potenziali nell'ambito dei futuri sviluppi (aerospazioplano).

Tenuto conto di quanto detto e dello scenario internazionale attuale, possibili partner sono:

- Nazionali

  -Alenia Spazio, per gli aspetti di sistema e per i FTB
  -FiatAvio, per la scelta e l'integrazione di razzi supposti acquisiti da mercato
  -CSM e ENEA-FN, per lo sviluppo dei ceramici UHTC
  -Laben e Cap Gemini, per aspetti di health monitoring, avionica e software di bordo
  -PMI (ad esempio Tecnam, Baratto, Mareco, Techno System, Intecs)

- Internazionali

  -DLR/MAN/DASA, per comuni aspetti relativi alla riutilizzabilità e ai velivoli sperimentali, nell'ambito di un possibile accordo bilaterale tra le rispettive agenzie spaziali nazionali
  -ESA, per un coordinamento e scambio di esperienza con FLTP, nonché per un possibile futuro accordo di collaborazione via ASI
  -CNES e/o NASDA con le rispettive industrie, visto il recente accordo tra le due agenzie per un esperimento simile a DTFT
  -DLR/ONERA, per i discorsi già avviati in ambito EREA (associazione dei Centri di Ricerca Aerospaziale Europei)

I.4.3.e – Studio di Fattibilità (Fase A)

Come detto, è previsto che il Programma USV si articoli per gradi, attraverso la realizzazione di dimostratori di volo, che forniscano evidenza della rispondenza delle tecnologie via via consolidate durante lo sviluppo:

DTFT	= Dropped Transonic Flight Test;
SRT	= Sub-orbital Re-entry Test;
HFT	= Hypersonic Flight Test.

Lo studio di fattibilità da realizzare nel corso del 2000 si intende finalizzato alla definizione delle attività da svolgere per lo sviluppo del dimostratore USV. In questo ambito, tuttavia, saranno svolte anche attività afferenti alla definizione dei succitati modelli di volo (DTFT, SRT, HFT).

Si prevede di svolgere le seguenti attività:

- La definizione dei requisiti di primo livello riguardo alla missione e alla configurazione del veicolo.
- La comparazione e la valutazione di possibili profili di missione e la scelta di un profilo di riferimento.
- L'analisi degli obiettivi della missione relativamente alla definizione dei parametri e dei fenomeni che si desiderano misurare e quantificare durante il volo.

- La definizione degli aspetti operativi, logistici e di interfaccia del sistema di lancio con il pallone e la valutazione dei conseguenti impatti sulla configurazione e sulla missione di volo.
- La progettazione concettuale del veicolo per gli aspetti di configurazione aerodinamica e termo-strutturale; la definizione dei requisiti e della configurazione dei sistemi di bordo e delle loro prestazioni; la valutazione delle caratteristiche di volo del veicolo e le prestazioni dei sistemi di controllo e navigazione e di recupero e/o ammaraggio. La definizione del sistema di misura dei parametri di volo, delle prestazioni dei sistemi di protezione termica e strutturale con i relativi sensori di pressione e di temperatura e il sistema di gestione e telemetria dei dati di volo.
- La definizione del sistema di controllo della configurazione da adottare.
- La definizione degli strumenti di calcolo ed elaborazione da impiegare nelle varie fasi del Programma.
- La identificazione delle tecnologie critiche da sviluppare.
- La definizione ed elaborazione di un piano di sviluppo del Programma ed una valutazione preliminare dei costi e dei tempi associati, sia per i dimostratori che per le tecnologie critiche.

I risultati saranno condensati in una Specifica di Sistema preliminare, in un Design Description Report, in un documento di valutazione economica ed in uno studio di pianificazione temporale.

Si stima che le attività di Fase A saranno condotte all'interno di CIRA per circa la metà del valore, è quindi previsto il coinvolgimento di imprese a prevalenza aerospaziale, come:

- Alenia Spazio, per gli aspetti di sistema e per i FTB
- FiatAvio, per la selezione dei sistemi propulsivi, supposti acquisiti da mercato
- CSM e ENEA-FN, per la parte relativa ai materiali ceramici UHTC
- Laben e Cap Gemini, per aspetti di health monitoring, avionica e software di bordo

Inoltre PMI (ad esempio Tecnam, Baratto, Mareco, Techno System, Intecs)

I.4.4 – Sinergia delle due linee con le competenze esistenti ed i progetti di ricerca in corso

La strategia dell'aggiornamento del PRORA nasce anche dal coinvolgimento di una larga parte dei ricercatori del CIRA, attraverso numerose riunioni condotte sia con tutti i ricercatori sia con un gruppo di coordinamento formato dai responsabili dei diversi settori.

I.4.5 – Sinergia delle due linee con il Piano Spaziale Nazionale

L'aggiornamento del PRORA si integra perfettamente con il Piano Spaziale Nazionale condotto dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Infatti il ruolo dell'ASI quale Agenzia Nazionale è in perfetta sinergia ed integrazione con il ruolo del CIRA come struttura nazionale di ricerca.

Il PSN 2000-2002 include le seguenti linee principali:

- Ricerca fondamentale
- Stazione Spaziale
- Telecomunicazioni
- Osservazioni della Terra
- Sistemi di Lancio
- R&S Tecnologico
- Centri di terra ed elaborazione dati
- Formazione

> *"… Il programma tecnologico costituisce elemento indispensabile per la preparazione dei futuri programmi spaziali considerati di rilievo per il nostro Paese. Esso costituirà strumento per lo sviluppo ed il consolidamento di un articolato ed equilibrato insieme di competenze nazionali, composto da imprese e centri di ricerca fra loro cooperanti in grado di mantenere e svolgere un ruolo autonomo e produttivo …"*
>
> Estratto da: Piano Spaziale Nazionale 1998-2002, par. 5.6.2, pag. 46

A parte la visione di lunghissimo termine, le due linee (Aeronautica e Spazio) che costituiscono l'aggiornamento del PRORA si collocano come linee di ricerca a lungo termine, con l'obiettivo di garantire una serie di ricadute intermedie tecnologiche. Il nuovo PRORA è complementare e sinergico rispetto al PSN, garantendo quel serbatoio di idee innovative dal quale l'ASI potrà attingere per individuare e sviluppare la propria politica di miglioramento delle capacità industriali del paese e i programmi futuri.

Tenuto poi conto della disegnata evoluzione di ASI verso l'integrazione del ruolo di agenzia aeronautica, l'esperienza accumulata negli anni da CIRA ed ancor più la realizzazione della linea Aeronautica con gli UAV faciliterà e supporterà l'acquisizione delle nuove funzioni.

> *"… Una stretta cooperazione tecnologica con il CIRA, … renderà operativo un complesso organico di impianti, strumenti di simulazione, sperimentazione e progettazione di rilievo internazionale nel campo della ricerca, sviluppo e prova dei futuri sistemi di trasporto spaziale …"*
>
> Estratto da: Piano Spaziale Nazionale 1998-2002, par. 5.6.2, pag.47

I principali punti di sinergia con il PSN sono i seguenti:

- Ricerche sui materiali ceramici capaci di resistere in ambiente ossidante a temperature superiori ai 2000°C; la loro disponibilità contribuirà ad una possibile rivoluzione del design dei futuri sistemi di trasporto spaziale. Le ricadute tecnologiche
- Ricerche sui materiali intelligenti e su nano e micro tecnologie, con l'ampliamento dei laboratori esistenti e lo sviluppo di nuovi. Queste ricerche si collocano in piena sinergia con la linea del PSN relativa ai piccoli satelliti e consentiranno di migliorare la prestazione diminuendo anche la massa ed il volume dei futuri satelliti ampliando quindi il mercato dei lanciatori piccoli-medi.
- Ricerche sui palloni chiusi stratosferici in materiali compositi avanzati, per il lancio dei dimostratori USV. Tali ricerche consentiranno di sviluppare una nuova famiglia di palloni, in grado di essere parzialmente controllati, che consentiranno un ampio utilizzo e valorizzazione della base di Trapani-Milo del'ASI.

> *"Le missioni tecnologiche sono orientate alla qualifica in volo di sottosistemi, apparati, sensori e componenti avanzati aventi valenza commerciale, oltre che alla realizzazione e sperimentazione in volo di strumenti e sistemi innovativi …"*
> *"… saranno utilizzate le opportunità di volo delle piattaforme satellitari standard, dei minisatelliti e dei palloni stratosferici della base di Trapani."*
>
> Estratto da: Piano Spaziale Nazionale 1998-2002, par. 5.6.4, pag. 48

- Ricerche su piattaforme intermedie da integrare con i sistemi spaziali di telecomunicazione, osservazione della Terra e ricerca scientifica di base. Gli UAV della linea Aeronautica potrebbero ben collocarsi, una volta industrializzati, appunto come piattaforme intermedie rispetto ai sistemi satellitari COSMO-SKYMED, GNSS, DRS, HELIOS.
- Ricerche, con la creazione di un laboratorio sperimentale, nell'ambito della propulsione avanzata. Queste ricerche si collocano in piena sinergia con la linea del PSN della partecipazione ad ARIANE e dello sviluppo di un lanciatore di gamma medio. Le ricerche, in collaborazione con istituzioni di ricerca nazionali ed internazionali e con le imprese, apriranno la strada ad una migliore collocazione dell'Italia nell'ambito della politica europea del lanciatori.

"… riguarderà i seguenti elementi chiave:

- *riduzione delle masse e degli ingombri dei sottosistemi*
- *miniaturizzazione elettronica sempre più spinta*
- *…*
- *sviluppo di materiali termostrutturali avanzati e di strutture adattive*

Aree specifiche di intervento sono:

- *…*
- *l'acquisizione di tecniche avanzate di controllo di assetto e navigazione …*
- *…*
- *…; la messa a punto e sperimentazione di materiali per protezioni termiche dei sistemi di rientro*
- *la messa a punto e la validazione di codici numerici per la soluzione delle problematiche dell'aerotermodinamica dei sistemi di trasporto riutilizzabili; l'acquisizione di competenze nel settore della dinamica del volo ipersonico."*

Estratto da: Piano Spaziale Nazionale 1998-2002, par. 5.6.2, pagg. 46-47

I.4.6 – Sinergia delle due linee con le esigenze delle imprese in Italia

Come detto nell'introduzione, nell'individuare le linee di ricerca dell'aggiornamento del PRORA sono state, fin dall'inizio, tenute in conto le esigenze espresse dalle imprese ed in particolare quelle aderenti all'AIAD.
Nell'Allegato III.4 , è riportato integralmente il documento AIAD presentato e discusso durante l'incontro del novembre 1999 presso il CIRA.

Da esso si evince che l'IWT (Icing Wind Tunnel) e il CRASH rientrano pienamente nelle aspettative delle maggiori aziende sia del settore ala fissa (Alenia Aeronautica e Aermacchi) che degli elicotteri (Agusta). Analogamente i Laboratori Tecnologici nel loro complesso si complementano con altre strutture nazionali esistenti. Le capacità di "problem solving" già maturate in settori quali la Fluidodinamica, sia interna che esterna, la Computer Grafica, il Supercalcolo Parallelo, la Simulazione e il Controllo vanno incontro a dichiarate esigenze di Fiat Avio, Agusta e Aermacchi.
Per quanto riguarda le attività future appare quindi abbastanza evidente che l'insieme delle tecnologie critiche che si andranno ad affrontare sia nella Linea Aeronautica che in quella Spazio in quanto previste nell'aggiornamento del PRORA, coprono la gran parte delle future esigenza tecnologiche fondamentali del comparto aerospaziale nazionale.
Laddove si evidenzino chiaramente esigenze nazionali che non trovino rispondenza nel PRORA, il CIRA comunque analizzerà la situazione alla ricerca di vie alternative.

I.5 - Linee Principali dei Programmi di Formazione

Il bagaglio culturale dei ricercatori e la intrinseca capacità di adeguarsi rapidamente all'evoluzione è, prima di ogni altra cosa, l'indicazione dello stato di salute di un centro di ricerca, inteso come "learning organization". È questo, in particolare, il caso del CIRA, un'organizzazione che, con non poche difficoltà, si sta inserendo in un ambito europeo e mondiale ad elevata competitività e velocità di sviluppo.

Nell'ambito di un tale Centro di ricerca le politiche formative devono essere centrate sullo sviluppo di elevata capacità ad affrontare i problemi reali, comunque esse non possono essere limitate ad una dimensione strettamente tecnica, ma devono prendere in considerazione oltre agli aspetti scientifici, tematiche più generali e culturali (un vero progetto di innovazione culturale).
E' del tutto evidente, quindi, che gli obiettivi dell'aggiornamento del PRORA si devono integrare con un processo di sviluppo di competenze, stimolato ed orientato dai problemi che con continuità si affacciano sullo scenario tecnico-scientifico ed industriale. Da una parte le attività finalizzate ad obiettivi di interesse industriale richiedono competenze che dovranno essere opportunamente acquisite, dall'altra lo stesso svolgimento di tali attività, finalizzate alla risoluzione di problemi concreti, sarà una peculiare ed imprescindibile occasione di crescita di competenze.
Tali opportunità formative, di crescita professionale e di interscambio culturale vanno, tra l'altro, certamente colte nei Programmi di R&S, parzialmente finanziati, proposti e svolti in ambito di collaborazioni internazionali, con il pieno coinvolgimento delle industrie del settore.

In questo senso lo svolgimento del PRORA consentirà non solo di conseguire gli obiettivi programmatici prefissati ma anche di aggiungere al consistente patrimonio di laboratori e mezzi di prova, già realizzati o in via di completamento, un incremento altrettanto consistente del patrimonio immateriale costituito dalle accresciute competenze, in termini di qualificazione del personale, know-how, padronanza di tecnologie e conoscenze orizzontali, rapidità di risposta ai trend evolutivi tipici del settore, e simili.
Tale processo di evoluzione programmatica si va quindi ad integrare con un ben definito e specifico "Progetto Sviluppo di Competenze", funzionale a stimolare la caratterizzazione del Centro quale "Learning Organisation", cioè entità che vive, dove il vivere significa che è capace di apprendere e quindi è sensibile all'ambiente in cui opera, "capace di adattarsi ed evolvere rapidamente". Solo le entità viventi sono infatti in grado di imparare, evolvere, integrarsi, adattarsi e competere.

Punti caratterizzanti di tale progetto sono il:

- creare in aree strategiche ed in forte evoluzione gruppi di ricercatori ad alto potenziale, fortemente motivati e pienamente inseriti in uno scenario di collaborazioni internazionali
- attuare condizioni operative che stimolino la creazione di una cultura orientata all'innovazione e valorizzazione dei risultati, e che favoriscano una costante crescita professionale
- creare condizioni di scambi culturali ed interazione sistematica con entità innovative nazionali e con i più evoluti centri di ricerca high-tech internazionali sulle tematiche di interesse
- avere disponibilità di un congruo numero di laboratori di ricerca di altissima qualità, capaci di garantire flessibilità e rapidità di adattamento ai trend evolutivi in atto ed alle necessità dell'industria nazionale.

La definizione di tale progetto parte da alcune assunzioni:

- l'attività formativa deve e può essere perseguita attraverso l'impostazione e la realizzazione di programmi di ricerca di ampio respiro, coinvolgendo e stimolando le diverse sfere conoscitive delle risorse umane CIRA. Ciò significa anche riservare una quota non trascurabile del tempo di lavoro alle attività "formative" e più specificamente quelle formative "on-the-job";

- devono essere previste sia fasi di sviluppo e formazione che fasi di consolidamento e valorizzazione delle conoscenze acquisite,
- raggiunti certi livelli di eccellenza, il tempo di lavoro, su problemi "challenging", deve tendere a coincidere con la stessa formazione, dando così luogo a processi di formazione "continua";
- deve essere sempre possibile una mappatura costante delle competenze disponibili, che permetta una verifica degli sviluppi culturali acquisiti e ne consenta la loro valorizzazione;

D'altra parte nella realtà locale in cui il CIRA dovrà inserirsi, è molto sentita la necessità di punti di riferimento per la cultura tecnologica. Un impegno CIRA nel ruolo di volano per lo sviluppo tecnologico ne faciliterà il processo di integrazione con il contesto socio-economico.
Si intende qui proporre un sistema integrato di flusso di informazioni e di concertazione tra e con le imprese per dare un notevole impulso alle potenzialità di "spin-off" derivanti dalle attività di ricerca sviluppate presso il CIRA. Questo al fine di innescare e sostenere con continuità processi di ricaduta tecnologica e favorire i conseguenti molteplici effetti positivi derivanti da una crescita economica più sostenuta, effetti di mercato e ritorni di immagine.

L'attuazione di processi efficaci che favoriscano uno spin-off diffuso è infatti in grado di:

a) favorire la nascita di nuove imprese high-tech
b) favorire processi di trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca a quello dell'impresa
c) favorire processi di integrazione e collaborazione tra il mondo della ricerca, le imprese ed il sistema locale
d) contribuire ad accrescere la cultura imprenditoriale, e/o manageriale tecnico-scientifica, all'interno del mondo della ricerca ed inoltre diffonderla sul territorio.

E' quindi previsto un impegno sui tre seguenti filoni:

- Formazione interna on-the-job, con riferimento alle principali aree scientifiche del CIRA, alle necessità di rafforzare la cultura tecnologica, alle esigenze di formazione degli specialisti nonchè dei "professionals" coinvolti indirettamente nelle attività di ricerca e sviluppo;
- Offerta di formazione tecnologica, concepita per venire incontro a domande di formazione specialistiche differenziate e non in sovrapposizione con le attività istituzionali di Università ed altri Enti;
- Aggiornamento tecnico-scientifico, inteso come l'insieme delle attività volte al mantenimento sistematico della propria preparazione tecnico-scientifica specialistica, attraverso eventi formativi che consentano appunto di essere inseriti in un contesto internazionale e di tenersi costantemente aggiornati sull'evoluzione tecnologica del proprio settore.

Fig. 8: Il progetto "Sviluppo Competenze"

LISTA degli ACRONIMI

CRV	Crew Rescue Vehicles
CRYO	Laboratorio di Propulsione Criogenica
CSM	Centro Sviluppo Materiali
CTS	Comitato Tecnico-Scientifico del CIRA
DERA	Centro di Ricerche Aerospaziali inglese
DNW	German and Dutch Wind Tunnel
DLR	Centro di Ricerche Aerospaziali tedesco
DTFT	Dropped Transonic Flight Test
ERAST	Enviromental Research Aircraft & Sensor Technology
EREA	European Research Estabilishmnets in Aeronautics
EVA	Laboratorio mobile di Vibrazioni e Acustica
FAA	Federal Aviation Authority
FAR	Federal Aviation regulations
FESTIP	Future European Space Transportation Investigation Program
FFA	Centro di Ricerche Aerospaziali svedese
FLTP	Future Launcher Technology Program
FTB	Flying Test Beds
GARTEUR	Group for Aeronautical Research and Technology in EuRope
GN&C	Guidance Navigation and Control
GVT	Ground Vibration Testing
HFT	Hypersonic Flight Test
ICAO	International Commercial Aviation Organisation
INTA	Centro di Ricerche Aerospaziali spagnolo
IWT	Icing Wind Tunnel
JAA	Joint Aviation Authority

LEO	Low Earth Orbit
LISA	Laboratorio per prove di Impatto di Strutture Aerospaziali
LSWT	Low Speed Wind Tunnel
LWC	Liquid Water Content
NAL	National Aerospace Laboratory of Japan
NASDA	National Space Development Agency of Japan
NLR	Centro di Ricerche Aerospaziali olandese
ONERA	Centro di Ricerche Aerospaziali francese
ORR	Operational Readiness Review
PIV	Particle Image Velocimetry
PNR	Piano Nazionale della Ricerca
PRORA	PROgramma aerospaziale nazionale della Ricerca Aerospaziale
PSN	Piano Spaziale Nazionale
PSP	Pressure Sensitive Paints
PT-1	Galleria Transonica Pilota
PWT	Plasma Wind Tunnel
SRT	Sub-orbital Re-entry Test
TPS	Thermal Protection System
UAV	Unmanned Aerial Vehicles
UHTC	Ultra High Temperature Composites
USV	Unmanned Space Vehicles
VAP	Verbale di Accettazione Provvisoria
WEAG	West European Armament Group
WEAO	West European Armament Organisation