

VEGA PORTA SAPIENZA NELLO SPAZIO

La collaborazione tra agenzie, industria e università alla base del successo del Programma Vega.

Con il suo ruolo preminente nella realizzazione del lanciatore VEGA, l'Italia entra di diritto nel ristretto novero dei paesi con dimostrata capacità sistemistica, cioè in grado di gestire il progetto e la realizzazione di un intero lanciatore e non solo di alcuni suoi componenti. Siamo quindi il secondo paese europeo, dopo la Francia, ad aver acquisito queste capacità ed anche in campo industriale possiamo, da questo punto di vista, dialogare alla pari con la franco-tedesca Astrium, unica azienda europea fino ad oggi in grado di svolgere questo ruolo.

L'obiettivo dichiarato del programma VEGA era quello di sviluppare un lanciatore Europeo di piccole dimensioni (rispetto al "grande" Ariane 5 ed al "medio" Soyuz) ed a basso costo, sia come costi di progetto e sviluppo, sia in termini di costi operativi. Questa *mission* presentava ovviamente aspetti contraddittori. Infatti, se da un lato veniva immediatamente messo fuori gioco l'utilizzo di tecnologie particolarmente sofisticate, dall'altro sconsigliava il ricorso *tout court* a soluzioni consolidate poiché queste, proprio in quanto tali, difficilmente possono portare all'acquisizione di risultati da primato. Da tutto ciò deriva che il contenimento dei costi del lanciatore VEGA era potenzialmente ottenibile solo perseguendo un elevato livello di innovazione dal punto di vista sia delle soluzioni progettuali adottate, sia delle tecniche realizzative. Proprio in questa ottica si sono mosse, con indubbi risultati, le aziende leader del programma VEGA: la ELV, compartecipata AVIO/Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e responsabile del sistema lanciatore nel suo complesso, e la AVIO stessa, responsabile, quasi in toto, della parte più consistente del progetto, cioè dell'apparato propulsivo. La realizzazione del sito di lancio è stato invece principalmente opera di Vitrociset e CGS.

Questa necessità di ricorrere a soluzioni innovative ha portato ad esempio all'utilizzo del *filament winding* per la costruzione dell'involucro motore (in materiale composito ottenuto per avvolgimento di bande) così che P80FW è risultato il più grande motore a propellente solido mai realizzato con questa tecnica. Altre scelte innovative possono essere considerate l'adozione di particolari sistemi di movimentazione degli ugelli a comando elettrico e l'utilizzo di geometrie del grano propellente che, almeno nel campo delle applicazioni civili, sono piuttosto inusuali (configurazioni del grano propellente del tipo stella/cilindro, cioè *finocyl*, con elevato spessore del grano, cioè alta *web fraction*),

Nelle fasi di sviluppo, realizzazione e verifica di queste ed altre innovazioni, sono inevitabilmente sorte nuove problematiche che hanno reso indispensabile ricorrere al supporto della ricerca scientifica, ed infatti, proprio in questa ottica, molti ricercatori della Sapienza sono stati coinvolti nello sviluppo del progetto VEGA. Nel corso degli oltre dieci anni di sviluppo del lanciatore si è pertanto costruita una stretta integrazione tra le esigenze emerse dal mondo industriale e le competenze scientifiche disponibili nel mondo della ricerca. La costruzione di un'efficace collaborazione tra Agenzie, Università e industrie è stato certamente un importante risultato che il progetto VEGA ha prodotto e l'aver messo la ricerca scientifica applicata al servizio dell'innovazione e della crescita tecnologica dell'apparato produttivo del nostro paese costituisce un paradigma di riferimento per altre possibili opportunità.

Molte delle soluzioni tecnologiche di cui Vega è dotato hanno pertanto il "marchio" della Sapienza. Innanzi tutto, l'idea del Vega nacque nei locali della Sapienza, sul tavolo di lavoro del Prof. Carlo Buongiorno, purtroppo scomparso 3 mesi fa senza poter quindi assistere alla realizzazione del suo sogno. Si chiamò con nomi diversi, frutto della sua fervida immaginazione: all'inizio "Gennarino 1°", come ironico omaggio a S. Gennaro, un santo in Italia più potente –a suo dire– di S. Marco o S. Rita, poi Beta, ed infine venne adottato da Avio come Vega.

Molti dei successivi contributi scientifici apportati durante la fase di sviluppo del progetto hanno poi riguardato il sistema propulsivo del VEGA, quello più critico dal punto di vista delle necessità di introdurre tecnologie e soluzioni innovative.

In particolare, l'unità di ricerca dei professori Maurizio Di Giacinto e Bernardo Favini ha operato per conto dell'ESA ed ha anche affiancato l'AVIO nella fase di sviluppo e realizzazione del sistema stesso, con particolare riguardo per i tre stadi a propellente solido. Per tutti gli stadi, ma in particolare per il terzo stadio Zefiro 9, ha ideato e proposto modifiche di progetto che hanno risolto importanti problematiche di funzionamento emerse nella fase iniziale dei test dei motori ed introdotto soluzioni totalmente originali, precedentemente mai adottate. Una delle più note è stata l'adozione, per la prima volta nella storia dei sistemi propulsivi per razzi a propellenti solidi, dell'**elio come gas pressurizzante** dei tre stadi a solido (al posto dell'azoto). Questa soluzione ha permesso di evitare l'insorgere di oscillazioni di pressione nella fase di accensione del motore, che avrebbero potuto fortemente condizionare i requisiti strutturali del lanciatore ma, ancor più, dei carichi paganti (*payloads*). L'ESA ha ritenuto opportuno verificare l'efficacia di questa soluzione mediante specifici test al banco (P80 FW DM vs. P80 FW QM) e, a seguito delle conferme fornite da questi test, ha quindi deciso l'adozione di questa soluzione in tutte le unità di volo del lanciatore VEGA.

Altrettanto importante è stato il contributo di questo gruppo di lavoro all'introduzione e qualificazione nell'ambito del programma VEGA di **metodologie e modelli di analisi e simulazione** del comportamento dei motori fortemente innovative, che ora sono entrate di diritto a far parte degli **standard progettuali dell'ESA**. Lo sviluppo di queste nuove procedure è stato una conseguenza obbligata di alcune peculiarità progettuali dei motori a solido del Vega rispetto ai boosters a solido di Ariane 5 che, per alcuni versi, possono invece essere analizzati e studiati con procedure e metodologie semplificate.

Sempre per quanto riguarda l'apparato propulsivo è stato anche rilevante il contributo del team di ricerca diretto dai professori Marcello Onofri e Francesco Nasuti allo sviluppo di strumenti di analisi e simulazione numerica per la valutazione delle condizioni di flusso e di **ablazione all'interno degli ugelli propulsivi**. Anche in questo caso va sottolineato che il fenomeno dell'ablazione del carbon/carbon della superficie interna degli ugelli si è rivelato nei motori a propellente solido di VEGA di così rilevante entità da condizionare fortemente la tenuta e le prestazioni complessive dei motori di VEGA. Le metodologie sviluppate sono state basate su una raffinata simulazione dei dettagli dei processi termochimici che ha ricevuto significativi riconoscimenti internazionali.

Anche nel campo delle analisi e verifiche strutturali del lanciatore Vega i ricercatori della Sapienza hanno fornito un significativo contributo. Il gruppo del prof. Paolo Gaudenzi ha seguito le verifiche strutturali degli **involucri in materiale composito** dei motori a propellente solido (*case*) e degli **elementi strutturali di raccordo** tra i diversi stadi (*skirt e interstage*), contribuendo all'ideazione di alcune modifiche strutturali e allo sviluppo di specifiche indagini sperimentali. In particolare questo team ha anche contribuito alla ridefinizione del progetto del giunto flessibile del sistema di orientamento dell'ugello dei motori, dispositivo necessario alla guida e controllo del lanciatore.

Tra i contributi offerti dai gruppi di Ingegneria strutturale, il prof. Franco Mastroddi si è dedicato all'analisi delle problematiche **aeroelastiche** del lanciatore insieme con il prof. Fulvio Stella. Quest'ultimo è stato anche incaricato di studiare le problematiche legate alla **separazione tra i diversi stadi** del lanciatore con il delicato compito di simulare la fase della loro separazione.

Un ulteriore importante contributo fornito dai docenti della Sapienza è stato anche quello di seguire per conto dell'ESA le fasi di verifica degli sviluppi del progetto. Infatti il prof. Di Giacinto, principalmente per gli aspetti propulsivi, ed il prof. Gaudenzi, principalmente per gli aspetti termo-strutturali, hanno anche fatto parte di numerose **commissioni nominate dall'ESA nell'ambito delle procedure di verifica del programma VEGA** (*critical design review, board, etc.*) ed anche di commissioni d'inchiesta (*inquiry board*) nate per affrontare specifiche problematiche degli ugelli propulsivi sorte durante la fase di sviluppo.

Infine, "Sapienza" ha anche fornito all'avventura VEGA un elevato supporto in termini di qualità di risorse umane con la **formazione di molti giovani ingegneri**, che sono stati i co-protagonisti di questo progetto ed hanno spesso ricoperto ruoli di importante responsabilità mostrando capacità da veterani, a dispetto della loro giovane età. Essi sono stati formati nei corsi e nella partecipazione alle attività di ricerca dell'Università di Roma La Sapienza, ed in gran numero provengono dall'esperienza del Master in "Sistemi di Trasporto Spaziale", che è stato riconosciuto da ESA, CNES, ASI e dalle industrie spaziali come una delle più qualificate scuole Europee di alta formazione nel settore aerospaziale. L'esperienza professionale unica che essi hanno acquisito in questa occasione farà certamente di loro i futuri principali

protagonisti delle attività aerospaziali Europee per molti anni a venire, come peraltro avvenne agli ingegneri francesi che parteciparono al progetto Ariane 5 due decenni fa.

Nel chiudere questa nota vogliamo ancora ricordare ed esprimere la nostra gratitudine al prof. Carlo Buongiorno per avere ideato questo progetto e collaborato alla sua costruzione. La sua figura è stata celebrata con una larga e commossa partecipazione del mondo spaziale all' International Memorial Day lo scorso 27 Febbraio.

Marcello Onofri e Maurizio Di Giacinto
(CRAS – Centro Ricerca Aerospaziale Sapienza)