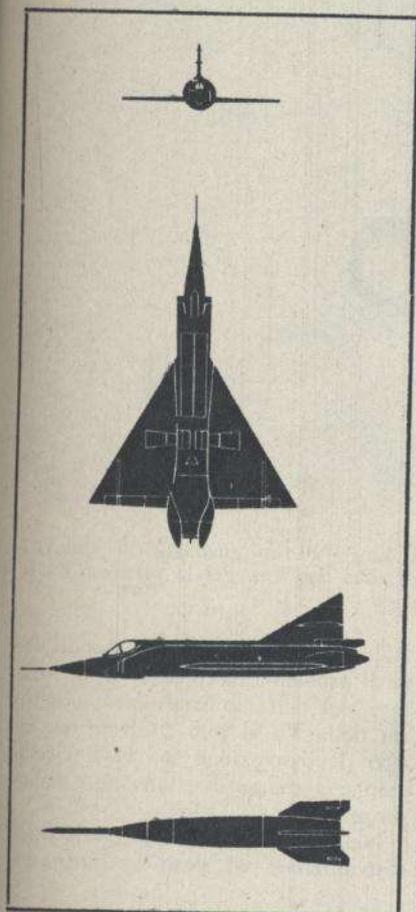


UNA "BASE MISSILI" A QUOTA QUATTORDICIMILA

L'ing. Robotti espone le sue teorie relative alla scalata agli spazi ultra-atmosferici. I vantaggi offerti dall'impiego di macchine composite e dal lancio effettuato da grandi altezze.



IL CACCIA CONVAIR F102 A e il razzo a due stadi Bumper, alla stessa scala per confrontarne le dimensioni.

ANCHE quando l'astronautica, uscita dalla sua infanzia, avrà raggiunto un grado di maturità maggiore di quello che possiede oggi, continuerà ad essere importante il problema del raggiungimento delle grandi altezze, di quelle altezze, cioè, che si misurano in centinaia di km e che è necessario scalare per uscire dall'atmosfera e per portare i satelliti, abitati o meno, sulle orbite circumterrestri. Poichè, per il momento gli endoreattori ad energia nucleare appartengono al regno delle cose proposte ma non ancora attuate e poichè, anche quando saranno attuati,

l'inconveniente dell'inquinamento radiattivo della atmosfera probabilmente ne consiglierà l'uso sui veicoli in partenza dalle stazioni spaziali piuttosto che su quelli in partenza dalla terra, e poichè, infine, gli studi sui materiali antigravità sono appena iniziati, se vogliamo fondare i nostri programmi su un terreno di positiva concretezza, per il momento dobbiamo accontentarci ancora di razzi chimici e di materiali non ancora affrancati dalla schiavitù gravitazionale.

In queste condizioni, malgrado i recenti importanti progressi che hanno migliorato il valore degli impulsi specifici all'incirca da 200 a 250 secondi, il rapporto tra il carico pagante ed il peso totale dei razzi polistadi di impiego astronautico è ancora assai oneroso, come stanno a dimostrare i progetti dei tristadi che lanceranno i primi satelliti, nei quali ad un carico utile dell'ordine di 10 kg corrisponde un peso totale in partenza dell'ordine di 10 tonnellate.

Nel presente articolo esamino appunto questo particolare profilo energetico ed economico del raggiungimento delle orbite. E' noto che il rapporto sopraccennato migliorerebbe se, anzichè partire da quote prossime al livello del mare, si potesse partire da quote ai limiti della troposfera. Nella impossibilità di costruire un astroporto sulla vetta del Monte Everest, è già stato proposto di lanciare i polistadi dalla quota di una quindicina di km trasportandoli sino a quella altezza per mezzo di palloni e di aeroplani. Cosa facile a dirsi, ma molto difficile a farsi.

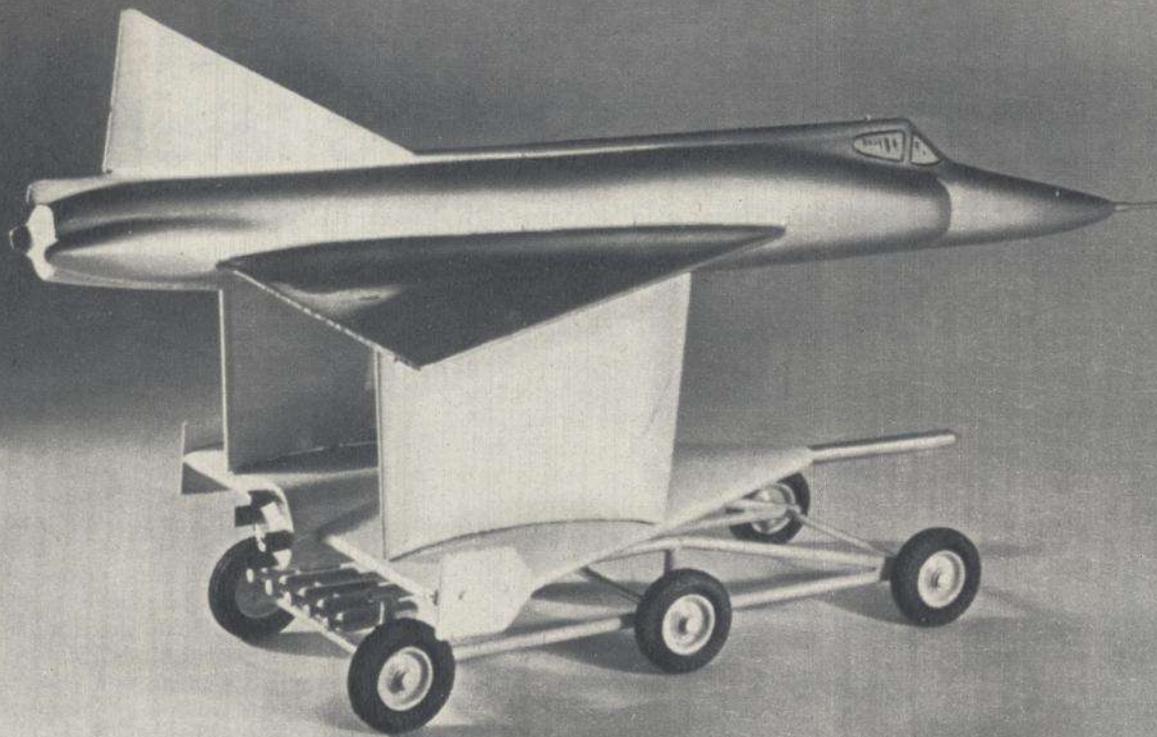
Per affrontare il problema nel modo più positivo mi sono riferito al noto missile *Bumper* che nel 1950 stabilì con 400 km il record di altezza per bistadi ed ho calcolato il guadagno di altezza che detto bistadio otterrebbe se iniziasse la salita da quota 14.000 m. Ho inoltre studiato attraverso quale espediente un aeroplano normale potrebbe trasportare a 14.000 m un razzo pesante oltre 12 tonnellate (come,

appunto, pesava il *Bumper*) e, ciò che è ancora più problematico, lanciarlo dopo averlo sollevato a quella altezza. A tale scopo ho preso in considerazione, a titolo puramente esemplificativo, il caccia americano *Convair F 102 A*, che, nella figura in nero è rappresentato insieme con il *Bumper*, nella stessa identica scala di disegno.

Il *Convair F 102 A* è un aeroplano che pesa al decollo 11 tonnellate, ha un carico alare al decollo di circa 180 kg/mq, è munito di un turbogetto da 5000 kg di spinta ed ha una velocità massima di 1500 km/h a 11.000 m ed una quota di tangenza di 18.000 m. Le caratteristiche esatte di questo caccia sono naturalmente segrete; quelle indicate sono presunte, ma si devono ritenere non molto lontane da quelle vere. Il bistadio *Bumper* aveva un peso totale di circa 12 tonnellate di cui circa 3 tonnellate di strutture e quasi 9 di propellenti. Il primo stadio era una *V2*, ad ossigeno liquido ed alcool, ed il secondo stadio un razzo *Corporal*, a propellente solido. Il miglioramento di prestazioni che si otterrebbe, facendo partire il *Bumper* da 14.000 m an-



L'ING. A. C. ROBOTTI che durante il congresso di astronautica tenutosi poco fa a Roma ha proposto il lancio di satelliti artificiali da aerei in volo ad alta quota.



IL LANCIO di un missile Bumper da un aereo in volo a 14.000 m di quota darebbe luogo ad un guadagno di velocità di 505 m/sec a fine combustione del secondo stadio e ad un aumento della quota massima di circa 200 km. Per la partenza, il comple

ziché da quota zero, consiste in un guadagno in velocità di 505 m/sec, a fine combustione del secondo stadio, e in un aumento della quota massima di circa 200 km, pari al 50%.

Ora, se si considerano il peso totale del Bumper e le prestazioni dell'aereo, si constata facilmente non soltanto che il velivolo non decollerebbe con un sovraccarico di oltre 12 tonn, ma che è praticamente impossibile un collegamento ragionevole tra le due strutture, (anche in vista delle esigenze di decollo dell'aereo); se l'uno e l'altro ostacolo si potessero superare in virtù di inimmaginabili stratagemmi, quando il velivolo fosse arrivato a 14.000 metri col suo immane sovraccarico appeso sotto il ventre, il lancio del Bumper sarebbe irrealizzabile.

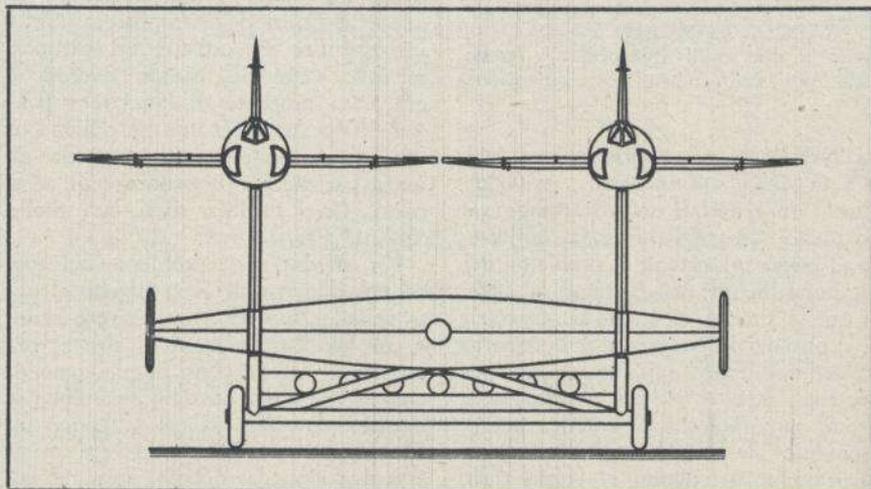
Un missile alato

Escludendo che l'aereo, a tale quota e con quel carico, possa disporsi in assetto verticale, è facile prevedere le conseguenze disastrose del lancio orizzontale di un razzo a modesta accelerazione iniziale e dotato di portanza assolutamente insufficiente, quale

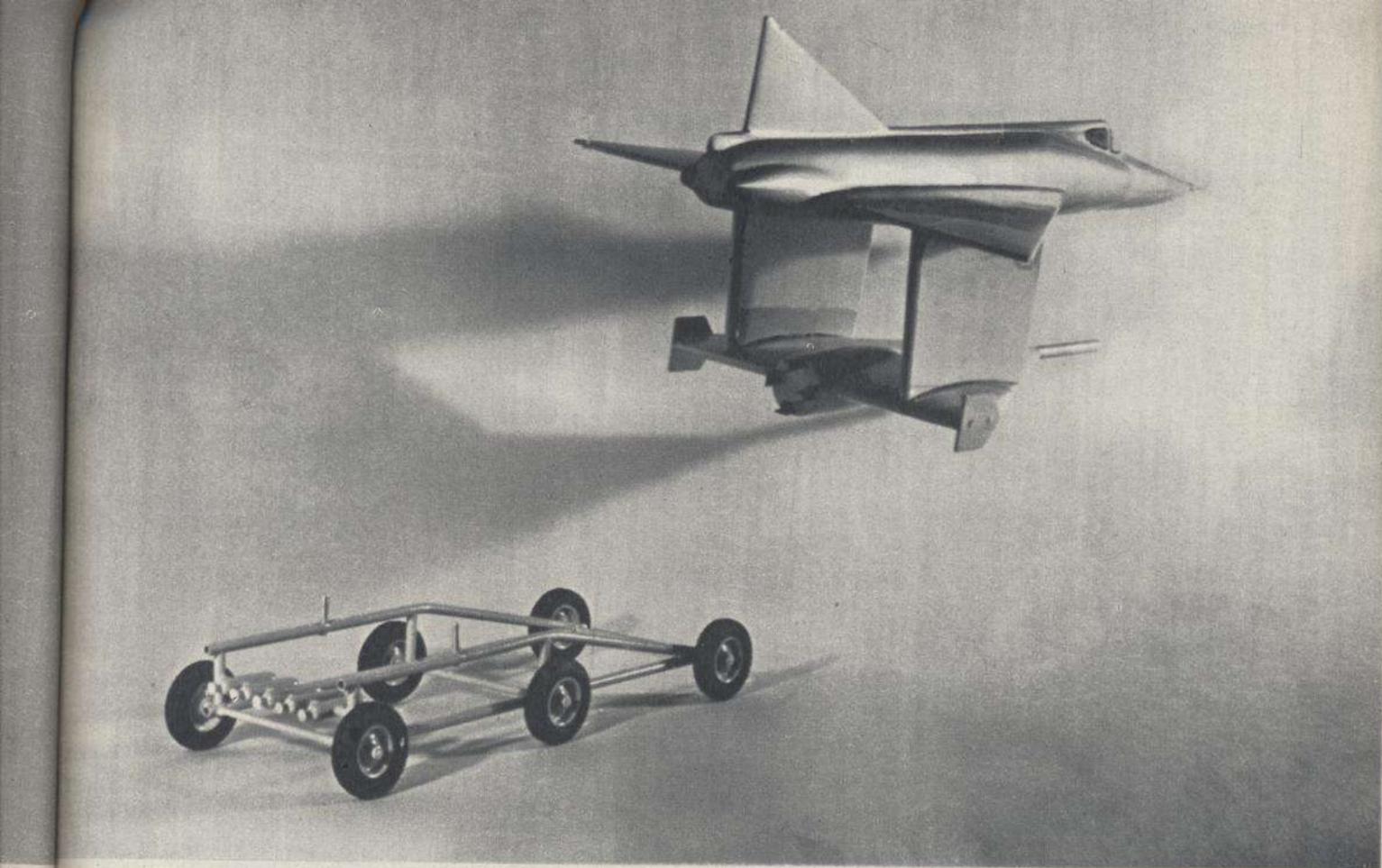
è il Bumper. Al fine di risolvere questi problemi, si propone perciò di dare al razzo una architettura portante, in forma di tutt'ala a delta di circa 9 metri di base e 9 metri di altezza. In tal caso il Bumper, che assume l'aspetto illustrato nelle figure, a parità di peso totale ha un carico alare di 300 kg/mp. Il razzo Corporal risulta par-

zialmente alloggiato nella prua del delta. Il problema di conservare alle strutture del delta lo stesso peso originario della V2 si può risolvere con un tipo di costruzione in cui il rivestimento contenga direttamente i liquidi propellenti.

Nella V2 Delta si conserva la stessa distribuzione di pesi; la camera di



UN MISSILE da 30 tonnellate munito di ala a delta potrebbe essere portato in volo da due aerei, opportunamente collegati fra loro e con la struttura alare del razzo.



di 50
mpless
rà va'ersi di un carrello che rimarrà a terra dopo il decollo. Nelle fotografie del modellino sono chiaramente visibili i due robusti montanti verticali che collegano il missile all'aeroplano e che questo abbandonerà dopo che il razzo si sarà staccato dal velivolo.

combustione, turbopompe e relativi asserbimenti sono sistemati in un alloggiamento cilindrico avente come asse quello di simmetria del complesso. A parte gli organi propulsori, vi è un unico serbatoio nel quale una paratia separa il volume di 4200 litri (a prua) destinato al combustibile da quello di 4700 litri (a poppa) destinato all'ossidante.

La V2 Delta può essere collegata all'aereo madre mediante due montanti verticali che uniscono le semiali dell'aereo a quelle del razzo. Questo, a sua volta, poggia su un carrello speciale del tipo di quelli che rimangono a terra quando il velivolo si stacca dal suolo. Il complesso decollerà (aiutato anche da razzi tipo Jato di cui è corredato il carrello) mentre la V2 Delta ha i serbatoi vuoti; in tali condizioni il complesso ha il modesto peso alare medio di kg 138 mq.

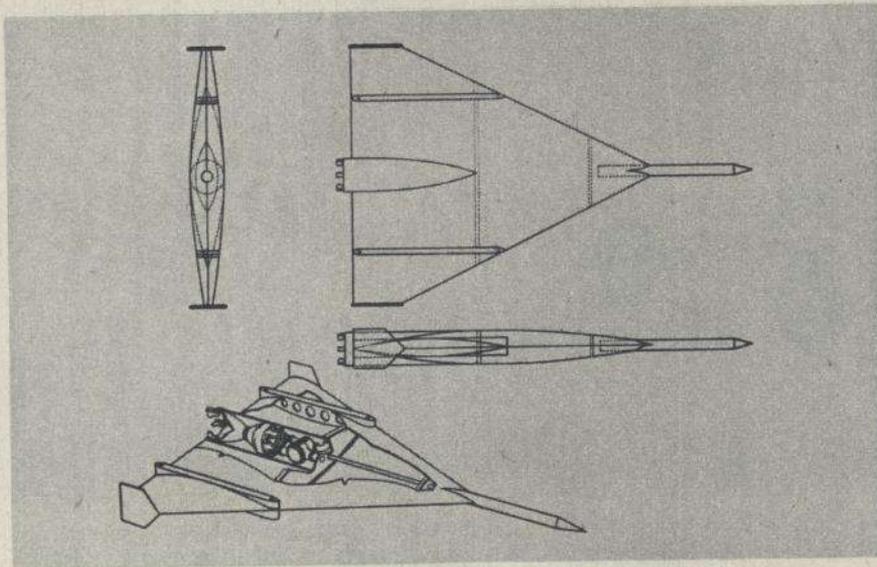
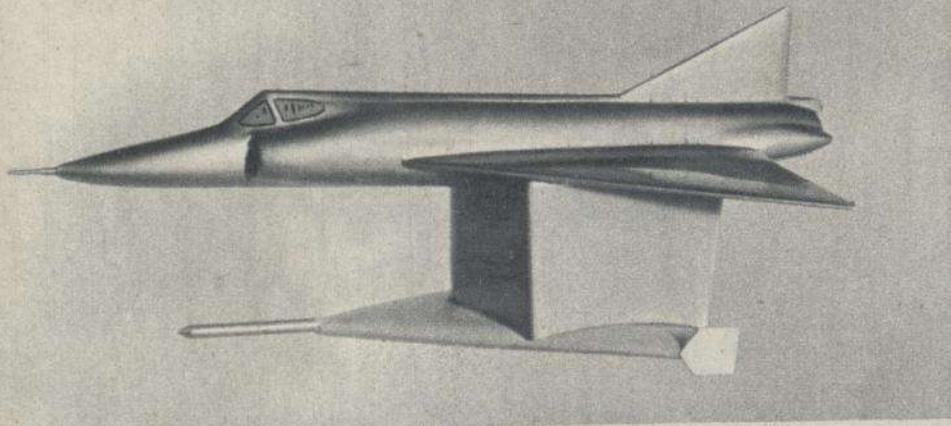
Alla quota più opportuna un aereo cisterna rifornirà il complesso, pompando successivamente nei serbatoi della V2 Delta i 4200 litri di combustibile ed i 4700 litri di ossidante per mezzo di un sistema di tubazioni che dalla

prua dell'aereo, attraverso le ali di questo e le strutture di collegamento aereo-razzo, raggiunge i serbatoi di quest'ultimo. Ultimato il rifornimento, il complesso raggiungerà la quota di 14.000 metri; allora il pilota metterà in azione il combustore del primo stadio del razzo e, non appena la spinta avrà raggiunto il valore previsto, opererà lo sgancio del missile e ne inizierà la radioguida. Il bistadio, sotto l'azione dei deflettori di grafite, eseguirà l'impennata secondo la traiettoria prevista per portare il razzo su un'orbita circumterrestre qualora questo debba comportarsi come un satellite. Effettuata la separazione, il pilota sgancerà le strutture di collegamento aereo-razzo e rientrerà alla base.

La mia proposta vuole essere soprattutto un invito allo studio del problema generale del trasporto ad alta quota di grandi razzi, per mezzo di aeroplani. L'esempio « Convair F 102 - Bumper » è perciò soltanto indicativo; si possono naturalmente escogitare altre combinazioni « velivolo madre-razzo » che attuino il concetto di sostituire il tradizionale booster ad endo-

reazione con un mezzo più idoneo ad attraversare i primi 15 km di atmosfera. Nessun mezzo è più adatto dell'aeroplano, anche in considerazione del fatto che il motore endotermico presenta un consumo specifico circa 15 volte più basso di quello dell'endoreattore. Fra le varie soluzioni che si possono immaginare, a titolo esemplificativo ne illustriamo schematicamente in figura anche una comprendente due aerei, di tipo opportuno, i quali sollevano un razzo delta di circa 30 tonnellate di peso: anche per questo caso è previsto il rifornimento in volo.

Nell'attuazione della proposta si dovrebbero risolvere alcuni problemi aerotecnicici di cui illustriamo i principali. Per quanto riguarda la *interferenza aerodinamica* dei piani alari, il complesso, costituente un biplano con ali di allungamento minore di 1, non ha precedenti nella prassi aeronautica e perciò è un caso da provare nella galleria aerodinamica; ma è da prevedersi che non si incontrerebbero particolari difficoltà sperimentali in quanto la velocità di esercizio sarebbe nettamente subsonica. E' certo che, aumentan-



IL BISTADIO BUMPER munito di una superficie portante in forma di ala a delta. Più sopra, il biplano composito, costituito dal velivolo-madre e dal missile.

do a sufficienza la distanza tra i piani, il pericolo dell'interferenza scompare. Tale pericolo si prospetta specialmente al decollo, quando l'aumentata incidenza esalta il disturbo reciproco dei due piani; il decollo è però l'unica fase in assetto critico, poichè la salita può essere effettuata ad incidenza piccola e l'atterraggio viene affrontato dal solo monoplano.

Il rifornimento in volo, grazie al metodo cosiddetto « imbuto-fioretto », non offre più incognite ed è praticato correntemente presso l'aviazione americana. Dato che due propellenti diversi dovrebbero percorrere la stessa tubazione dalla cisterna volante al razzo, è facile prevedere accorgimenti idonei affinché, dopo il passaggio del primo propellente, venga effettuato il lavaggio del tubo (scaricando in aria i prodotti del lavaggio) e quindi immettendo il secondo propellente.

Quanto invece al centraggio del complesso prima e dopo il rifornimento in volo, è possibile effettuare il rifornimento stesso in modo che lo spostamento del baricentro del razzo sia

contenuto in limiti tali da non compromettere la stabilità dell'insieme.

Per motivi di peso, è necessario che nel razzo delta le lamiere di rivestimento servano anche come pareti dei serbatoi. Immettendo ossigeno liquido, è molto probabile che durante la salita a 14.000 m (che durerebbe parecchi minuti) l'umidità atmosferica si condensi sulla parete esterna del serbatoio provocando una pericolosa formazione di ghiaccio. I rimedi ovvi sono due: o impiegare un ossidante che non sia ossigeno liquido, o isolare termicamente le pareti del serbatoio. Non è il caso, in questa sede, di approfondire tali problemi secondari, che non sono insolubili anche se abbastanza seri: gli ingegneri possono risolvere qualsiasi problema tecnico: ciò che importa è di saperli prevedere e di non lasciarsi cogliere di sorpresa. Naturalmente esiste anche il problema inverso della condensazione del combustibile sulla parete interna del relativo serbatoio, a causa delle basse temperature atmosferiche che si incontrano in alta quota.

La realizzazione di un carrello che rimanga a terra quando il complesso decolla non presenta particolari difficoltà. Lo stesso carrello può essere accelerato da un certo numero di razzi Jato.

I governi dell'aeroplano non sono previsti per manovrare il biplano risultante ma, a parte la possibilità di modificarli adeguatamente, il biplano non deve effettuare alcuna acrobazia: infatti l'unica manovra da compiersi è il prudente decollo da una pista di lunghezza opportuna.

La pianta triangolare dei due piani alari offre infine buone possibilità per un robusto ancoraggio dei due montanti di collegamento. Tutte le sollecitazioni verticali si scaricano direttamente sul carrello di decollo, attraverso due strutture longitudinali di forza del piano inferiore. Naturalmente i montanti presentano uno dei problemi costruttivi più importanti, poichè debbono assicurare lo sfilamento del razzo ed essere poi abbandonati in volo per consentire all'aereo di atterrare sul proprio carrello.

Vantaggi non illusori

Concludendo: Le macchine composte, risultanti dall'accoppiamento di aeroplani — di forma convenzionale o no — e di missili propulsi da endoreattori, possono trovare un utile impiego come locomotori di carichi destinati ad essere trasferiti oltre i limiti dell'atmosfera terrestre. Infatti il concetto di impiegare, per la scalata agli spazi ultraatmosferici, due veicoli diversi, ciascuno particolarmente idoneo nel tratto di salita cui è destinato, appare fondamentalmente sano.

Facendo partire il complesso da località costiere, sarebbe possibile effettuare il lancio del missile nel cielo che sovrasta il mare aperto, col vantaggio di non dover temere danni per la ricaduta degli stadi del missile stesso.

Inoltre il fatto che il razzo inizi la corsa autonoma alla quota di 14.000 m, in una regione cioè dell'atmosfera nella quale la densità dell'aria è ridotta ad un quarto, ha riflessi favorevoli ed importanti sulla entità dei problemi aerodinamici e sull'impulso specifico degli endoreattori.

E' infine superfluo sottolineare il vantaggio fondamentale di usare come booster un mezzo pilotato dall'uomo: infatti l'aereo-madre potrebbe essere impiegato un numero praticamente illimitato di volte e la spesa per la salita fino a 14.000 m si ridurrebbe a quella, insignificante in imprese di questo genere, del combustibile per i motori dell'aeroplano.

Aurelio C. Robotti