

INFO TECH n. 22/2019

Dipartimento Tecnico – 3 Settembre 2019

*(english text at the bottom)*

## PIU' VELOCI DEL SUONO

Gentili Colleghi,

Di recente, quando Anpac ha cambiato sede, abbiamo avuto l'occasione di riordinare la vecchia documentazione associativa, che credo rappresenti un importantissimo archivio storico riguardante l'aviazione commerciale italiana dal dopoguerra ad oggi.

In questa Info Tech vogliamo riprodurre un bellissimo articolo dell'allora Direttore del Dipartimento Tecnico Comandante Corrado Schreiber pubblicato sulla rivista Anpac "Euro Pilot" di Aprile Maggio 1962!!

L'articolo tratta della valutazione del nuovo velivolo supersonico "Super Caravelle" (in seguito chiamato Concorde!) che all'epoca era ancora in fase di progetto ed Alitalia poteva essere un possibile acquirente....pare incredibile ma è così.

Mi ha colpito di quest'articolo la grande competenza di Schreiber ed il meticoloso approfondimento tecnico fatto ad un velivolo ancora in fase di progetto.

Buona lettura

Marcello Bernabucci

[ANPAC - Dipartimento Tecnico](#)

Per ogni osservazione o feedback è gradita un'email a: [dt@anpac.it](mailto:dt@anpac.it)

## PIU' VELOCI DEL SUONO

Dear Members,

Recently, when Anpac changed its location, we had the opportunity to reorganize the old associative documentation, which I believe represents a very important historical archive concerning Italian commercial aviation from the post-war period to today.

In this Info Tech we want to reproduce a beautiful article by the then Director of the Technical Department Corrado Schreiber published in the Anpac magazine "Euro Pilot" of April May 1962 !!

The article deals with the evaluation of the new supersonic aircraft "Super Caravelle" (later called Concorde!) Which at the time was still in the planning stage and Alitalia could be a possible buyer ... it seems incredible but it is so.

This article struck me the great competence of Schreiber and the meticulous technical analysis made of an aircraft still in the planning stage.

Enjoy the reading

Marcello Bernabucci

[ANPAC - Dipartimento Tecnico](#)

Any comments or feedback is welcome by emailing us at: [dt@anpac.it](mailto:dt@anpac.it)

# EURO

ORGANO UFFICIALE DELL'ASSOCIAZIONE NAZIONALE PILOTI AVIAZIONE CIVILE FEDERATA ALL'I.F.A.L.P.A.

# PILOT



ANNO IV - NUMERO

**4** APRILE  
**5** MAGGIO

**1962**

# ***Più veloci del suono***

di **CORRADO SCHREIBER**

Non è passato molto tempo da quando ha avuto luogo ospitata dall'Alitalia, una conferenza su di un futuro supersonico civile; la conversazione, tenuta signorilmente più sul piano divulgativo che non su quello strettamente tecnico da un alto Dirigente di una Ditta costruttrice d'Oltralpe, ha avuto il merito di rappresentare il primo atto, negli annali dell'Alitalia, verso la pratica soluzione del « problema del supersonico ».

Vogliamo anche noi, in questa sede, « agitare il problema », dapprima a grandi linee, sperando di stimolare, con le nostre modeste argomentazioni, vuoi l'interesse degli uni, vuoi lo spirito di emulazione degli altri, così da arrivare, attraverso apporti reciproci, a conclusioni e suggerimenti costruttivi.

E proprio per agitare il problema iniziamo col dire qualcosa di assai elementare, di molto « divulgativo » sull'aereo supersonico, analogamente a quanto ha fatto il Dirigente francese d'industria che pur ci è apparso ferratissimo sull'argomento.

Iniziamo così, modestamente, sottovoce, questo dibattito che ci auguriamo abbia buon seguito, cominciando dal poco, a beneficio anche di quei piloti più nuovi dell'ambiente che « non conoscono già da anni » i problemi inerenti al supersonico commerciale.

E, tanto per cominciare, parliamo dell'aereo supersonico civile, della sua fisionomia prevista, delle caratteristiche preventivate, facendo riferimento alle attuali macchine transoniche che operano, come è noto, a valori di  $N^\circ$  di Mach intorno a 0,8. Aerei che operino nel campo tra Mach 1 e Mach 2 offrono scarse possibilità per l'impoverirsi del rapporto Portanza/Resistenza. Al di sopra di Mach 2 il rapporto Portanza/Resistenza migliora decisamente: contemporaneamente si restaura il rendimento globale per effetto dell'aumento di rendimento propulsivo con l'incremento del numero di Mach. Per macchine aventi la fisionomia di quelle attuali i

campi di efficienza che si raggiungono a Mach 2 aumentano progressivamente al di là di questo valore; d'altro canto — e per quanto ci è possibile sapere — gli elementi che compongono i materiali strutturali non sono idonei a far fronte alle nuove esigenze, soprattutto alle forti velocità. A questo proposito sarà bene ricordare che a Mach 2,4 la temperatura in una parte della struttura posizionata a 30 cm. indietro rispetto al bordo di attacco è di ben 150° C; tale valore diviene 260° C a Mach 3. Si consideri, poi, che il succitato numero limite di Mach 2,4 per strutture in leghe leggere di alluminio è dato di laboratorio: non tien conto, cioè del *tempo di esposizione* all'usura termica, usura che porta, dopo trentamila ore di volo, la robustezza reale al 53% di quella riscontrata in laboratorio. A questo la tecnica troverà rimedio: per esempio, sempre in base a quanto ci è dato sapere, si stanno studiando leghe al berillio il quale ha però l'inconveniente di essere tossico, al titanio, acciaio inossidabile in combinazione con alluminio, ecc. ecc.

Per quanto riguarda i gruppi motopropulsori, l'evoluzione di tipi oggi disponibili o per lo meno in corso di realizzazione, dovrebbe essere adeguata fino a velocità intorno a Mach 3.; andando oltre si dovrà ricorrere a stato-reattori. Considerazioni su consumi specifici, spinta disponibile, peso del motore, tollerabilità dei rumori, sembrerebbero indicare in un turbofan con post-bruciatore il motore almeno per ora più adatto per un supersonico commerciale. Per il motore nasceranno o già sono nate cento piccole difficoltà, relative ai particolari di dettaglio, ma sono state o saranno facilmente risolte (ad esempio, le prese d'aria che, a forti velocità possono risentire di onda d'urto, per cui può richiedersi in esse una geometria variabile. Un'avaria può essere critica, per cui sarà assolutamente sconsigliabile l'alimentazione di più motori con una presa d'aria in comune).

Circa l'aspetto della macchina i pareri sono tuttora rimasti discordi: c'è chi vagheggia an-

cora il tipo a « canard » con ala a delta e motori montati posteriormente; altri hanno già scartata questa soluzione dopo averla presa in centro di gravità il che costituisce una superficie del timone di profondità posto molto in avanti rispetto alla lunga fusoliera fornisce portanza positiva durante il decollo, permette l'uso dei flaps a tutto il bordo di uscita dell'ala e delta e consente una più libera escursione del centro di gravità il che costituisce una necessità basilare in un velivolo che prevede così vaste escursioni di consumi e velocità).

L'ala a delta presenterà in linea di massima (ma l'esigenza sarebbe in questo caso comune a qualsiasi tipo di ala) notevoli variazioni in efficienza, dovendo passare attraverso la vasta gamma di velocità cui sarà destinato un aereo supersonico: sarà di evidente scarsa efficienza nel campo sub-sonico, il che si farà particolarmente risentire in decollo ed in atterraggio. Se un aereo transonico sviluppa la sua massima portanza ad un angolo di attacco di circa 16 gradi, per un aereo supersonico, il valore dell'angolo d'attacco al decollo andrà all'incirca moltiplicato per due: nonostante ciò la portanza rimarrà inferiore a quella del velivolo transonico. Per contro, un angolo di attacco di 30 gradi è eccessivo anche se lo si riduce, poniamo, a 25°, sia per la visibilità della cabina di pilotaggio, sia per le esigenze del carrello, sia infine, per il « confort » dei passeggeri. E' vero che i flaps saranno parzialmente di aiuto, ma sempre in misura decisamente inferiore a quanto avviene per l'aereo transonico. Tanto per usare delle cifre, se il coefficiente di portanza che i flaps conferiscono al transonico è di 1,7, a parità di angolo di attacco, gli stessi flaps forniranno per il supersonico un coefficiente di 0,8. Tra le possibili soluzioni al problema non è mancata quella di ali a freccia variabile, ali a geometria comunque variabile e perfino l'uso di motori per il sollevamento verticale. Pensiamo tuttavia che si tratti di solu-

zioni di là da venire: gli angoli d'attacco rimarranno probabilmente alti contro un basso coefficiente di portanza, le velocità caratteristiche di decollo e di atterraggio saranno — rispetto ai tipi attuali — di circa 40 nodi più alte, la lunghezza di pista richiesta, infine, sarà di circa 2000 piedi maggiore dell'attuale (a prescindere da particolari impianti di decelerazione). Gli elevati angoli di attacco portano a problemi di visibilità: a certi assetti la visibilità rispetto la pista sarà minima se non addirittura nulla. Sono allo studio varie soluzioni, quale, per esempio, impianti telescopici o anche televisivi o, infine, un muso di fusoliera a sistemazione variabile (ad esempio una cabina a gondola abbassabile sotto il muso della fusoliera) ma pensiamo che, alla fine, tecnica e senso comune andranno a braccetto verso una soluzione veramente pratica.

Il supersonico, destinato al volo a quote altissime, dovrà possedere un'ala relativamente ampia, in grado, cioè, di fornire portanza alle altissime quote.

Per quanto concerne il carico alare esso sarà al decollo, di circa 90 libbre per piede quadro, (contro il valore medio di circa 100 dei transonici attuali); sarà di molto inferiore all'atterraggio, dato che circa la metà del peso al decollo sarà costituito da combustibile (cioè di circa 40 contro il valore *medio* dei transonici attuali che è intorno a 65). Il rapporto spinta peso sarà più alto che non per gli aerei subsonici (pensiamo si aggirerà intorno a 0,3-0,4). Pressurizzazione e condizionamento potrebbero venir realizzati sia con i sistemi attualmente in uso o analoghi, sia attraverso contenitori di aria (quest'ultimo sistema consentirebbe un risparmio in peso sull'impianto di circa un terzo e prevederebbe dei filtri per purificare l'aria che verrebbe fatta ricircolare in continuazione attraverso una doppia parete di cabina in modo che l'effetto della elevata temperatura del rivestimento verrebbe mitigato attraverso un salto

di calore che porterebbe la temperatura del rivestimento da circa 230° C a soli 18° C). In caso di avaria potrebbe funzionare un impianto di emergenza alimentato dall'aria d'imbatto raffreddata a circa 35° C grazie ad uno scambiatore di calore ad acqua. Nell'eventualità di una tale emergenza si potrebbe realizzare una quota cabina di circa 20.000 piedi (sono state proposte tute-pressione per l'equipaggio ed un sistema di tenuta stagna per i passeggeri, prevedendosi in questo caso l'immediato abbassamento ed il successivo rapido atterraggio al primo aeroporto disponibile.

In quanto a manovrabilità, il supersonico sarà instabile sia in quanto a rollio che in quanto a beccheggio: la manovra sarà in ogni caso assai limitata. Tanto per dir dei numeri, per evitare una collisione con un avvistamento a distanza di 17 miglia a velocità Mach 3, sarebbe necessaria un'inclinazione di 70° ed un fattore di carico di 2,5 per ottenere un solo miglio di separazione. A velocità di crociera, per un valore ragionevole di « g », il raggio di virata è di 125 miglia nautiche.

Per quanto riguarda il vento al traverso, il lato critico imposto dall'ala a freccia sarà forse leggermente compensato, dalla maggiore ampiezza del carrello prevista nel supersonico rispetto ai tipi transonici.

La sistemazione del carburante continuerà ad essere realizzata mediante serbatoi alari e, forse, serbatoi supplementari di fusoliera; per quanto concerne l'ordine di consumo si prevede una sequenza automatica sia per poter controllare il centro di gravità dell'aeromobile, sia per poter consumare per primo il carburante più caldo.

Esaminati così molto rapidamente (e molto superficialmente) i problemi di progetto e le esigenze operative veniamo ora al volo vero e proprio. Esso dovrà essere distinto in diverse fasi: la prima salita e la discesa dalla quota di crociera dovranno essere effettuate a ve-

locità transoniche e in parte subsoniche anche per poter mantenere il controllo del « boom » sonico. La distanza coperta sul terreno fino al raggiungimento della velocità supersonica sarà di circa 250 miglia. Viceversa la distanza dal punto di abbandono della velocità supersonica coperta cioè a velocità transonica o subsonica (ossia in discesa) sarà dell'ordine delle 450 miglia. Si tratta in sostanza di circa 700 miglia totali che saranno percorse a velocità transonica o subsonica. Questa considerazione potrebbe essere sufficiente per sconsigliare l'impiego del supersonico su rotte a breve raggio e, entro certi limiti, anche a medio raggio. E' opinione corrente infatti che l'aeromobile supersonico possa essere commercialmente efficace soltanto su rotte dell'ordine di 2000-3000 miglia. E' anzi nostra particolare convinzione che il supersonico dovrebbe essere realizzato per raggio d'azione decisamente superiore alle 2000 miglia (il che dovrebbe anche coincidere con l'interesse di bandiera che verrebbe danneggiato da una realizzazione di un aeromobile coast-to-coast America-Europa).

Esaminiamo ora le fasi di un possibile volo da New York a Parigi in supersonico: una prima salita a velocità subsonica e transonica fino a 35.000 piedi coprirà per quanto detto prima circa 250 miglia di percorso. Nella fase di decollo il *fuel-flow* totale sarà di 200.000 libbre ora mentre scenderà, in salita a 100.000 libbre/ora, fino al raggiungimento della velocità supersonica. Nella seconda salita — che sarà effettuata a velocità supersonica — il consumo salirà nuovamente a 200.000 libbre/ora. In sostanza la terza parte circa del carburante imbarcato sarà consumata per raggiungere una quota iniziale di crociera di 65.000 piedi. Nel caso si possa effettuare una salita diretta a 73.000 piedi si prevede un risparmio di carburante dell'1% oppure un aumento di carico pagante del 10%. E' comunque evidente che la scelta della quota, già quasi determinante in

alcuni voli transonici, diverrà addirittura critica nel caso del volo supersonico.

Il consumo di carburante in crociera sarà di circa 50.00 libbre ora. La discesa sarà iniziata da una distanza dall'aeroporto di destinazione compresa tra le 600 e le 400 miglia a consumo fortemente ridotto. L'aeromobile ridurrà a velocità transonica una volta sceso alla quota di 50.000 piedi.

Veniamo ora all'attesa: si può prevedere un'attesa per ragioni di traffico fino ad un'ora a 35.000 a Mach 0.80; pensiamo comunque che in realtà la riserva di carburante consenta un margine veramente minimo qualora ci si debba allontanare, nella realizzazione pratica volo, dalle condizioni previste. « *In sostanza l'aeroplano supersonico opererà all'incirca come un proiettile. Una volta lanciato dovrà procedere lungo una precisissima direttrice di volo controllata, non dovrà aver nessun ritardo o mantenerlo minimo basandosi in altissimo grado su comandi automatici di volo, sistemi stabilizzatori e su controlli automatici di traffico sopra l'intera rotta. E' assai dubbia la compatibilità tra il comando manuale da parte del pilota e la sicurezza, l'economia e le esigenze di orario richieste in un trasporto commerciale* ». Con questa affermazione di un illustre studioso del problema, affermazione assai significativa, concludiamo questa nostra chiacchierata che, lo ripetiamo ancora a scanso di errate interpretazioni è volutamente senza pretese puramente divulgativa o, se preferite, chiarificativa per i più giovani che « già non sapevano ».

Speriamo che l'invito racchiuso nella premessa non sia stato lanciato invano: anzi tanto per non restare ultimi ci sia concesso preannunciare un prossimo incontro nel quale esporremo alcuni nostri punti di vista sul problema, punti di vista di chi vola che non ci dispiacerebbe venissero considerati per il loro giusto valore.

Corrado Schreiber