

# CONCORDE

## Parte seconda

### ► PROBLEMI DEL PROGETTO

di Luciano Salari

*\*Nota: alcune informazioni/note sono liberamente tratte da Wikipedia e da fonti Internet*

### **Problemi del progetto**

**Spostamento del centro di pressione.** Quando un aereo sorpassa il numero di Mach critico, il centro di pressione si sposta all'indietro. Questo fenomeno provoca un beccheggio del velivolo, poiché il centro di gravità non si sposta. Gli ingegneri progettaron le ali specificatamente per ridurre lo spostamento del centro di pressione, che tuttavia rimase di circa 2 metri. Avrebbe potuto essere compensato tramite le superfici di controllo, ma alle velocità estremamente elevate di crociera ciò avrebbe comportato un notevole aumento dell'attrito. Per compensarlo venne così implementato un sistema per spostare il centro di gravità, mediante lo spostamento interno della distribuzione del combustibile durante l'accelerazione e la decelerazione.

**Propulsori.** Per essere economicamente sostenibile, il Concorde avrebbe dovuto avere un raggio ragionevolmente lungo, con un'efficienza sufficientemente elevata. Per poter sostenere un volo supersonico ottimale vennero inizialmente presi in considerazione dei propulsori a turboventola, ma la loro sezione trasversale avrebbe generato troppo attrito. Quindi vennero scartati in favore di propulsori a turbogetto e il modello su cui cadde la scelta fu il Rolls-Royce Olympus, il cui modello originale era stato sviluppato per il bombardiere Avro Vulcan e che era stato successivamente modificato in un propulsore supersonico con postbruciatore per il bombardiere BAC TSR-2.

Un particolare critico per i propulsori era costituito dalle prese d'aria. Tutti i propulsori convenzionali possono ricevere l'aria ad una velocità massima di circa Mach 0,5; quindi, era necessario rallentare il flusso d'aria dalla velocità iniziale di Mach 2, controllando le onde d'urto generate da questo rallentamento, che avrebbero potuto danneggiare il propulsore.

Per rallentare il flusso d'aria entrante, vennero quindi progettate delle prese d'aria che contenevano delle alette in grado di modificare la loro posizione durante il volo e un flap ausiliario che poteva disporsi in posizione rialzata oppure piatto:

- durante il decollo, quando la richiesta di aria da parte del propulsore era elevata, le alette erano piatte ed il flap era in posizione rialzata, in modo da permettere ad una maggiore quantità d'aria di entrare
- al raggiungimento di Mach 0,9 il flap si chiudeva, e a Mach 1,3 le alette interne si spostavano per generare le onde d'urto
- alla velocità di crociera, attorno a Mach 2, le alette erano spostate ulteriormente verso il basso



Apertura Aeroporto Berlino Tegel volo Berlino-Tokio - Annullo figurato 9-11-1974



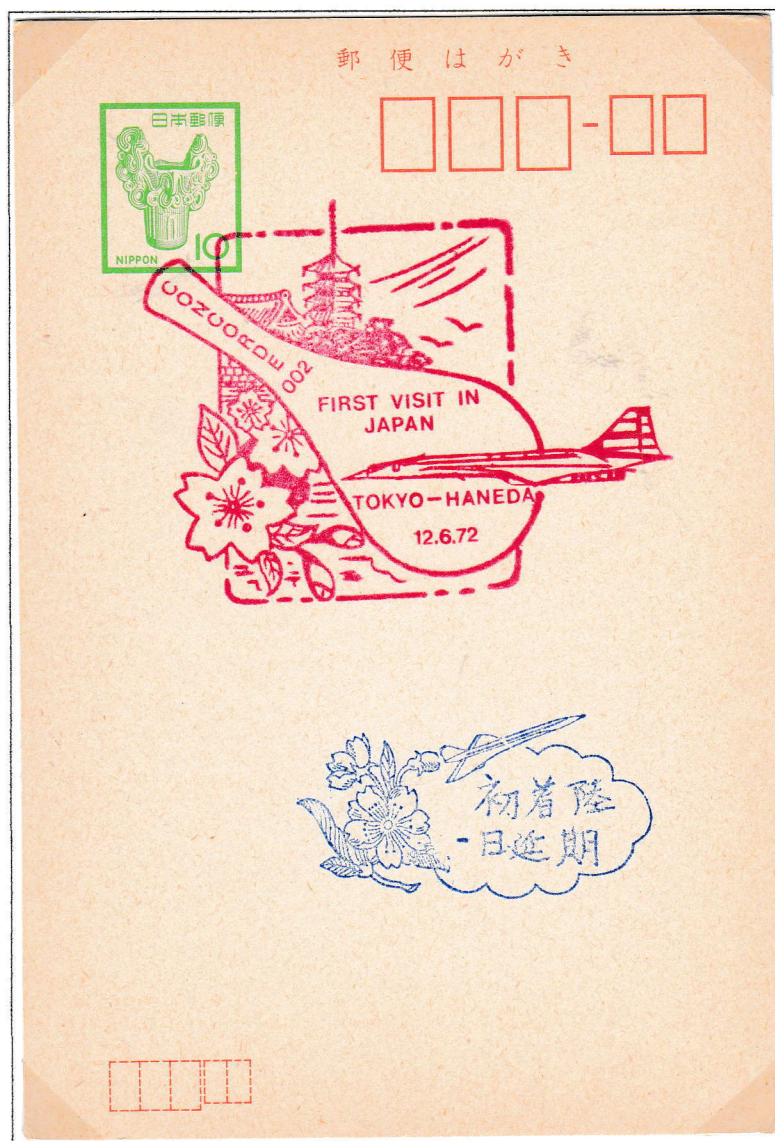


CONCORDE per scoprire il Giappone  
Annullo figurato 1-08-1971



Volo Bahrain-Singapore con CONCORDE 02 Brithis Airways G-BBDG  
Annulli Singapore 22-08-1974 (annuncio visita) e Singapore 3-09-1974 (arrivo)





Concorde 2 Prima visita in Giappone  
Annullo figurato Tokyo-Haneda 12-06-1972



CONCORDE nei cieli di Parigi



## Aereo supersonico Concorde



Repubblica Alto Volta (1978) Fr 100



Impero Centrafricano (1977) Fr 300



Repubblica Costa d'Avorio (1977) Fr 300

Aerogramma 1969  
Fr CFA 50  
"1° volo Concorde"  
Isola della Reunion  
(dipendenza francese)



Aerogramma Filippine 120 PHP (Piso)  
Annullo figurato 1° giorno emissione Manila (PH) 17-09-1973



Il malfunzionamento di un propulsore su un velivolo convenzionale procura vari problemi: oltre alla perdita di potenza su un lato, il propulsore non funzionante crea un notevole attrito, causando l'imbardata e la deriva del velivolo nella direzione del propulsore non funzionante. A velocità supersoniche questi fenomeni possono avere conseguenze catastrofiche, arrivando anche a causare il cedimento della struttura dell'aereo. Poiché se un propulsore non funziona il suo fabbisogno d'aria è nullo, nel Concorde era prevista l'apertura del flap e l'estensione totale delle alette, in modo da deflettere l'aria verso la parte posteriore del propulsore, diminuendo gli effetti d'attrito del propulsore e aumentando la portanza. Nei test effettuati, il Concorde fu in grado di spegnere entrambi i propulsori situati su un lato del velivolo ad una velocità di Mach 2 senza che ciò generasse problemi di controllo.

I postbruciatori venivano utilizzati al decollo e nel passaggio al regime transonico, tra Mach 0,95 e Mach 1,7. In ogni altra fase di funzionamento erano spenti.

A causa dell'alta inefficienza dei propulsori a basse velocità, il Concorde consumava due tonnellate di combustibile solo per la fase di rullaggio a terra. Per risparmiare combustibile, dopo l'atterraggio solo i due propulsori esterni rimanevano accesi: la spinta di due propulsori era sufficiente per le fasi di rullaggio, poiché l'aereo risultava molto leggero dopo essere arrivato a destinazione.



Aerogramma Poste Francesi "Concorde 1969" da 1,00 Fr sovrastampato 50 f CFA

**Problemi di riscaldamento.** Oltre ai propulsori, le parti più calde della struttura di un aereo supersonico si trovano nella parte anteriore. Il riscaldamento dovuto alla velocità supersonica è dovuto all'elevata compressione dell'aria provocata dal moto dell'aereo. Durante il volo supersonico i finestrini nella cabina di pilotaggio diventavano talmente caldi da non poter essere toccati.

Gli ingegneri volevano utilizzare duralluminio in tutto l'aereo, per migliorare i costi e semplificare la fabbricazione. La temperatura più alta che poteva sopportare l'alluminio utilizzato, durante tutta la vita dell'aereo, era di 127 °C e questo valore obbligò a limitare la velocità massima a Mach 2,02. Sul bordo d'attacco e sui bordi degli inlet dei motori, nonostante tale limitazione, la temperatura superava comunque quella massima accettabile e fu quindi adottato un sistema di raffreddamento che impiegava lo stesso combustibile del velivolo come refrigerante. Tale soluzione era stata già adottata con successo anni prima sul ricognitore strategico statunitense SR-71.



## Aereo supersonico Concorde



Repubblica du Tchad (1973) Fr 200



Repubblica du Tchad (1978) Fr 120



Fujeira Emirati Arabi Uniti (1972) RL 1



Concorde 2  
"volo Bahrain - Kuwait"  
Annullo 19-08-1974 Kuwait

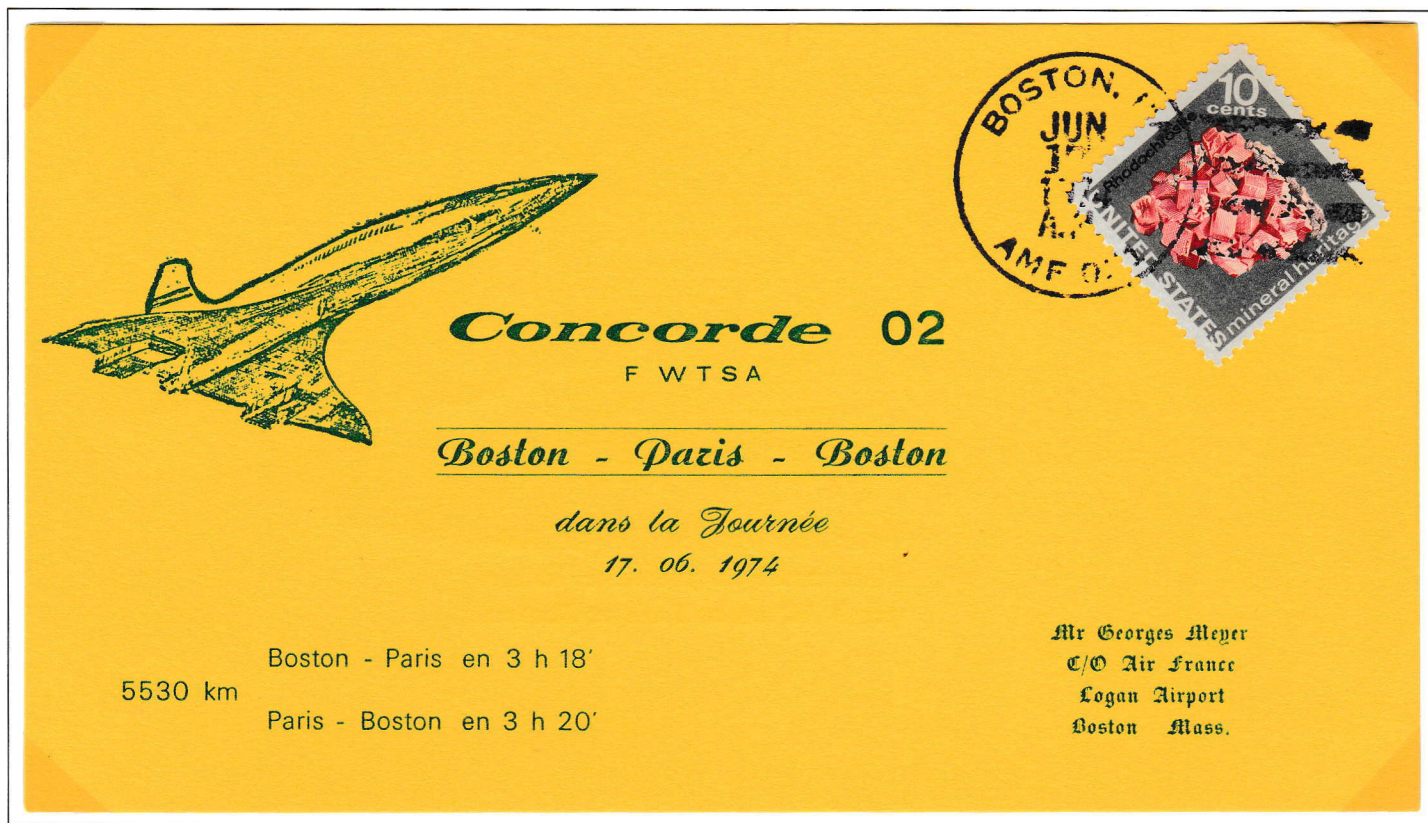


Concorde 2  
"Volo Kuwait - Abu Dhabi" Annullo 28-08-1974 Abu Dhabi (Emirati Arabi Uniti)



Dopo il decollo, l'aereo si raffreddava a mano a mano che aumentava la quota; successivamente si riscaldava dopo essere entrato in regime supersonico. Prima dell'atterraggio avveniva l'opposto, con un raffreddamento e un successivo riscaldamento. Tali sbalzi di temperatura dovettero essere considerati attentamente nella progettazione, dato che il calore avrebbe potuto espandere l'alluminio della fusoliera di 300 mm, causando uno strappo della fusoliera all'altezza del ponte di volo, tra la postazione dell'ingegnere di volo e il resto dell'aereo.

Per evitare il surriscaldamento della struttura in alluminio, anche le livree dovettero essere principalmente di colore bianco. Nel 1996 l'Air France dipinse un esemplare con una livrea in colore blu, per promuovere la bibita Pepsi-Cola. A causa della scelta di quel colore, alla compagnia aerea venne consigliato di non mantenere la velocità di crociera per più di 20 minuti consecutivi e di viaggiare a velocità inferiori a Mach 1,7. Il velivolo, con sigla *F-BTSD*, non era previsto che operasse a lungo raggio (i lunghi viaggi richiedevano periodi prolungati di volo a velocità di Mach 2).



CONCORDE 02 Air France F-WTSA Air France - Annullò volo Boston-Parigi-Boston 17-06-1974

**Problemi strutturali.** Ad alte velocità, durante le virate e le imbardate vengono sviluppate forze aerodinamiche intense, che provocano la distorsione della struttura dell'aereo. Questo inconveniente venne risolto evitando di utilizzare gli elevoni più esterni ad alte velocità, impiegando solo quelli interni che erano collegati alla parte più robusta delle ali.

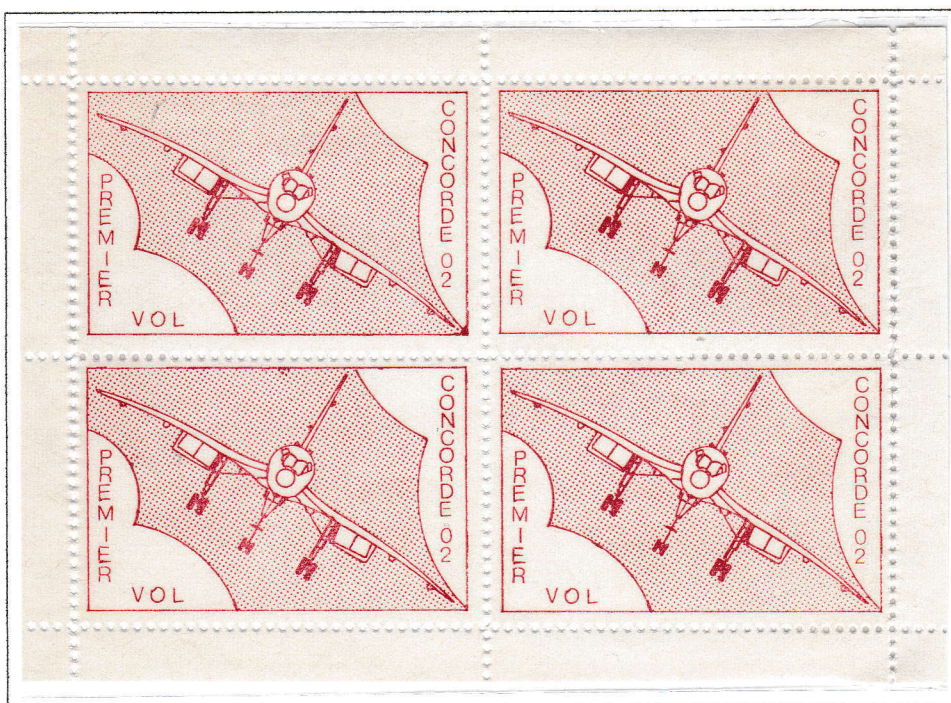
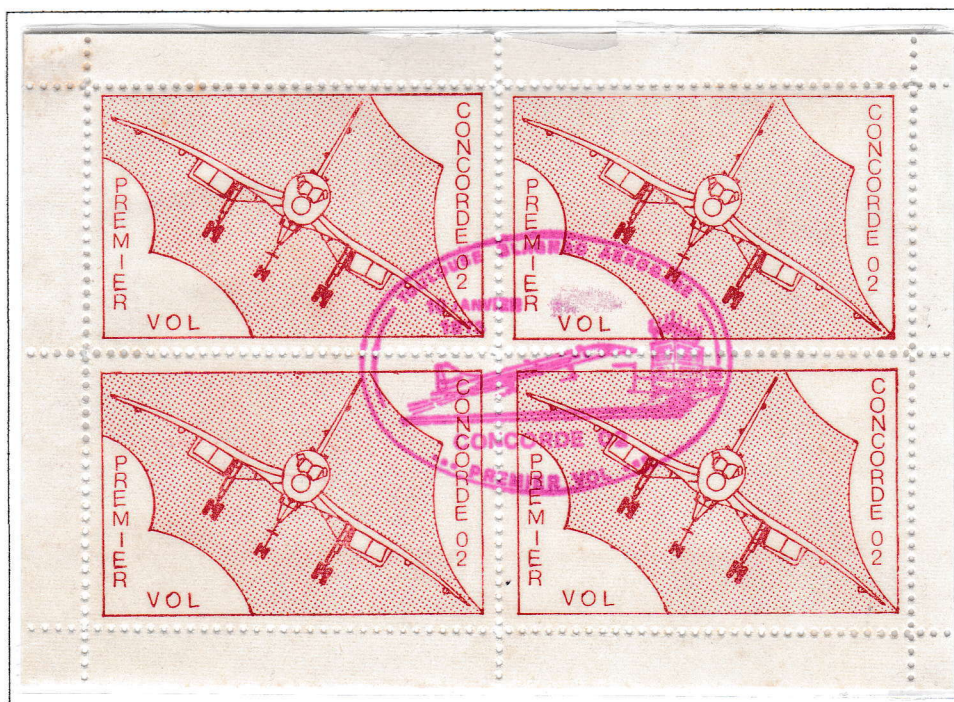
**Freni e carrello d'atterraggio.** A causa della velocità di decollo relativamente elevata (400 km/h), il Concorde doveva possedere un adeguato sistema frenante in caso di annullamento del decollo. Vennero così progettati freni in carbonio e un sistema antibloccaggio precursore dell'ABS, noto come "ANTI-SKID", impiegato oggi nelle autovetture. Il sistema frenante così realizzato era in grado di fermare il velivolo, con peso di 188 tonnellate e lanciato a 305 km/h, in uno spazio di circa 1.600 metri. Vista la configurazione ad elevoni (superfici di controllo degli aeromobili che uniscono le funzioni di equilibratore, usato per il controllo di beccheggio, e gli alettoni, usati per il controllo di rollio; sono utilizzati in particolare sugli aerei senza piano di coda), il Concorde era sprovvisto di aerofreni. Per arrestare il velivolo sulla pista si poteva dunque fare affidamento soltanto sui freni del carrello principale e sugli invertitori di spinta dei propulsori.





Foglietto filatelico Mongolia (1989) con Aereo supersonico Concorde Air France (20 Tugrik)

CONCORDE 02  
"Primo volo"\_chiudilettera  
Annullo figurato  
Tolosa (F) 10-01-1973



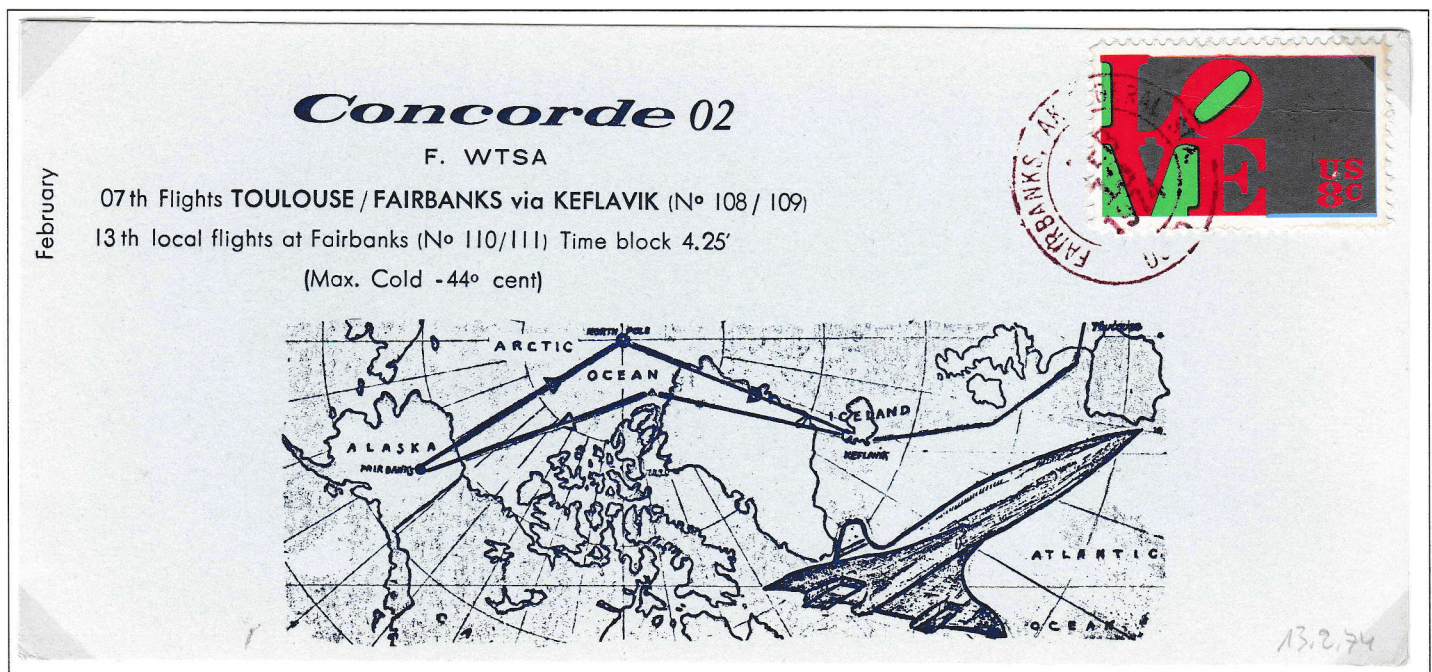
CONCORDE 02  
"Primo volo"\_chiudilettera



Durante la progettazione gli ingegneri si accorsero che il carrello d'atterraggio doveva essere irrobustito a causa dei notevoli carichi generati dal caratteristico angolo d'attacco, necessario per il decollo, indotto dalle ali a delta. Questo aumento dei carichi ne rese necessaria la riprogettazione. Sempre per il problema dell'elevato angolo di attacco fu necessaria l'introduzione di un quarto carrello retrattile in coda per evitare che questa parte toccasse terra nei decolli o negli atterraggi, rischiando di rovinarsi.

**Autonomia.** Era previsto che il Concorde volasse da Londra a New York o Washington D.C. senza scali e, per raggiungere questo requisito, i progettisti riuscirono a dotarlo della maggiore autonomia posseduta da un aereo supersonico. Questo risultato venne conseguito attraverso un'attenta progettazione delle ali per ottenere un buon rapporto portanza/atrito, una sofisticata ottimizzazione dei propulsori a velocità supersoniche, un carico relativamente leggero e una grande capacità dei serbatoi di combustibile.

Nonostante gli sforzi, poco dopo i primi voli venne progettato un modello "B" con una maggiore quantità di combustibile e delle ali leggermente più ampie con ipersostentatori alle estremità, per aumentare ulteriormente le performance aerodinamiche a tutte le velocità. Inoltre erano previsti propulsori più potenti, equipaggiati con dispositivi per la riduzione del rumore e privi di postbruciatori che consumavano molto combustibile ed erano rumorosi. Queste modifiche avrebbero aumentato la portata di 500 km, anche con un carico maggiore, e permesso di aprire nuove rotte commerciali. Il progetto del Concorde "B" venne tuttavia cancellato a causa dell'insuccesso commerciale.

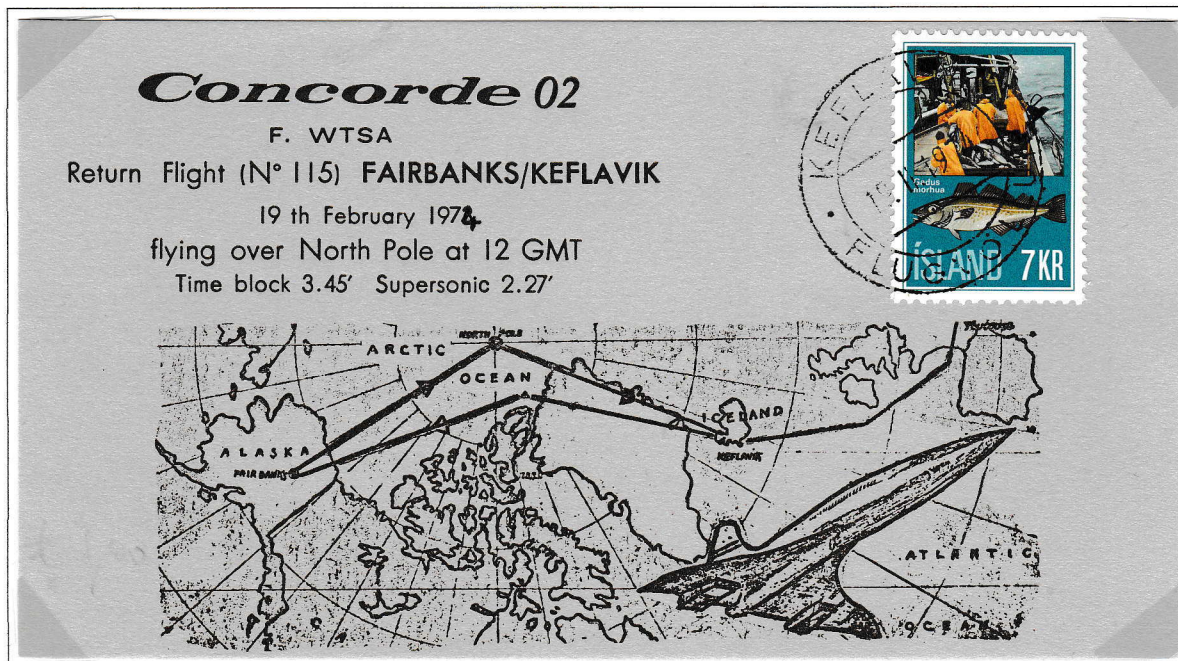


CONCORDE 02 Air France F-WTSA

Volo Tolosa-Keflavik (Islanda)-Fairbanks (Alaska-USA) annullo 13-02-1974

**Esposizione alle radiazioni.** Il flusso di radiazioni ionizzanti, provenienti dallo spazio esterno, presente alle altitudini di crociera del Concorde, è doppio rispetto a quello a cui sono esposti i passeggeri che viaggiano su un volo convenzionale. A causa del tempo di volo ridotto, tuttavia la dose equivalente totale di radiazione era inferiore a quella assorbita in un volo tradizionale. Sul ponte di volo era presente un radiometro e uno strumento per misurare il tasso di diminuzione delle radiazioni, cosicché in caso di occasionali aumenti dell'attività solare, se i livelli fossero divenuti eccessivi, i piloti sarebbero scesi sotto i 14.000 m. Tramite la lettura del tasso di diminuzione era possibile capire se era necessario scendere ulteriormente di quota, diminuendo il tempo trascorso ad altitudini non sicure.





CONCORDE 02 Air France F-WTSA

Volo Keflavik (Islanda)-Fairbanks (Alaska-USA) annullo Keflavik 19-02-1974



Volo Gander-Messico con CONCORDE 02 Air France F-WTSA

Annullo Messico 20-10-1974



**Pressurizzazione della cabina.** Generalmente le cabine degli aerei di linea sono pressurizzate alla pressione equivalente ad una quota di 1.800 – 2.400 m di altezza, mentre l'aereo vola molto più alto. La pressurizzazione del Concorde era impostata alla quota equivalente inferiore rispetto agli altri jet commerciali, quindi con una pressione interna più elevata. Questo fatto fu considerato necessario per creare una maggiore scorta d'aria all'interno dell'aereo; se fosse stata minore, una improvvisa riduzione sarebbe stata pericolosa per tutte le persone presenti a bordo. Infatti dato che l'altezza massima di crociera del Concorde era di 18.000 m (anche se l'altitudine tipica era di 17.000 m), mentre quella degli aerei di linea subsonici è generalmente inferiore a 12.000 m, una depressurizzazione della fusoliera verso l'esterno a tale quota avrebbe causato un calo di pressione così rapido da rendere inutili anche le maschere ad ossigeno e causare velocemente ipossia. Oltre i 15.000 m infatti la carenza di ossigeno può causare la perdita di conoscenza, anche ad un atleta allenato, in 10-15 secondi. Per questo motivo il Concorde aveva dei finestrini più piccoli, per limitare drasticamente il tasso di diminuzione della pressione in caso di incidente; inoltre era presente una riserva d'aria aggiuntiva erogabile per mantenere sostanzialmente più a lungo la pressione della cabina, ed esisteva in parallelo una procedura di discesa rapida per giungere ad un'altitudine di ripristino della pressione. I piloti indossavano delle maschere di tipo C-PAP tramite le quali l'ossigeno viene inviato ad una pressione maggiore nei polmoni.



Annullo Buenos Aires (Argentina) 26-08-1972 "Mostra Aerofilatelica"

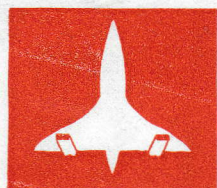
**Abbassamento del muso.** Il famoso "muso" del Concorde, che poteva essere abbassato, fu il risultato di un compromesso tra la necessità di una forma aerodinamica per ridurre l'attrito ed aumentare l'efficienza in volo e la necessità dei piloti di avere una buona visuale durante le fasi di taxi, decollo e atterraggio.

Un aereo con ali a delta decolla e atterra con un angolo d'attacco più elevato rispetto ad altre configurazioni, a causa del modo con cui le ali a delta generano la portanza. La parte anteriore affusolata avrebbe ostruito ai piloti la visuale della pista, quindi fu progettata per essere abbassabile. Durante il volo, quando il muso era riportato in posizione orizzontale per migliorare la forma aerodinamica, veniva alzato un visore posizionato davanti alla finestra.

Un dispositivo nella cabina di pilotaggio ritraeva il visore e abbassava il "muso" di 5° rispetto alla posizione orizzontale nelle fasi di decollo e rullaggio.



AEROPUERTO  
JORGE CHAVEZ



25  
de Octubre  
de  
1974

**Concorde 02**

F. WTSA

**PRIMERA VISITA AL PERU**

Vuelos { Acapulco (Méjico)/Lima Kms 4056 en 2.19 H.  
Lima/Bogota (Colombia) Kms 1945 en 1.26 H.  
Bogota/Lima..... Kms 1945 en 1.32 H.



PINTURA INCA



**Sr D. Jose Diaz de Herrera**

Apartado 117

LIMA

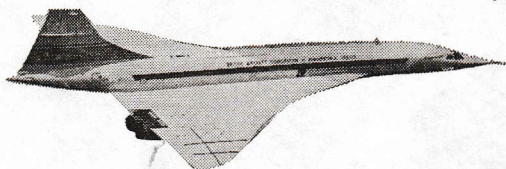
Peru

Volo Lima-Bogotá con CONCORDE 02 Air France F-WTSA

Annullo Lima (Perù) 25-10-1974

**COLOMBIA SALUDA AL Concorde**

02



Supersonico franco inglés F-WTSA  
Bogota 26 de octubre de 1974



**Bogota**

Vuelo (de ida LIMA/BOGOTA 1.26 horas  
(de vuelta BOGOTA/LIMA 1.32 horas



**Excmo Sr D. Georges MEYER**

AIR FRANCE

Carrera Septima 1380

**BOGOTA**

Volo Bogotá-Lima-con CONCORDE 02 Air France F-WTSA

Annullo Bogotá (Colombia) 26-10-1974

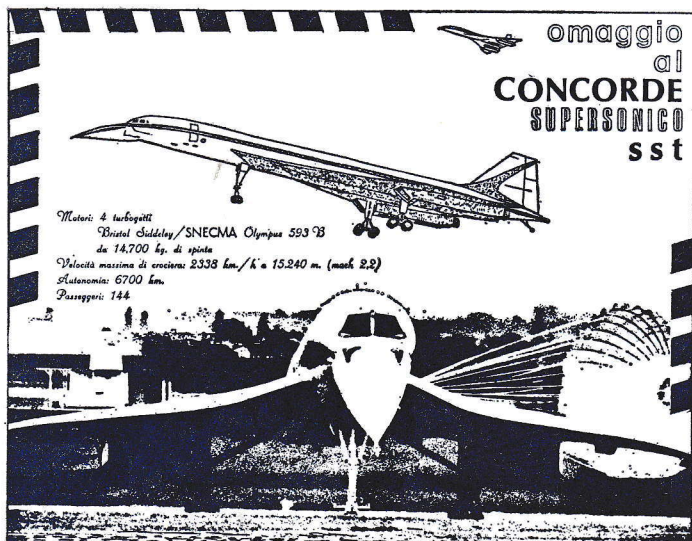


Dopo il decollo il "muso" veniva riposizionato orizzontalmente mentre veniva alzato il visore. Poco prima dell'atterraggio il visore veniva nuovamente abbassato e il "muso" inclinato di 12,5° per assicurare la visibilità massima. Dopo l'atterraggio, il muso era portato ad una inclinazione di 5° per evitare danni accidentali. Il Concorde avrebbe comunque potuto decollare con il muso completamente abbassato.

Infine, era possibile tenere il visore abbassato e il muso orizzontale. Questa configurazione era utilizzata per brevi voli subsonici.

**Costi eccessivi.** Il budget per la costruzione di un Concorde passò dai 6 miliardi di franchi del 1969 a 30 miliardi verso la fine degli anni ottanta e ciò comportò la riduzione della produzione a sole 20 unità contro le 500 previste. La manutenzione dell'aereo durava tra le 18 e le 20 ore per ogni ora di volo, contro le due ore impiegate mediamente per altri aerei di linea, ed il suo costo per ogni ora di volo era di 88.000 franchi, oltre la metà del costo complessivo di un volo.

Gli impressionanti consumi di combustibile, in media 17 litri a passeggero per ogni 100 km, erano un problema relativo prima delle gravi crisi petrolifere del 1973 e del 1979, che comportarono un grande incremento del prezzo del petrolio. L'elevato costo del biglietto, tre volte maggiore di quelli di prima classe delle linee normali, finì per fare del Concorde l'aereo ad uso esclusivo dei VIP. Il grave deficit maturato dal Concorde negli anni di esercizio, ha portato l'aereo ad essere incluso nella lista degli 'elefanti bianchi', espressione con cui in Francia e nei Paesi anglosassoni si indicano progetti o beni i cui costi di realizzazione e gestione non sono compensati dai benefici che procurano.



POSTA AEREA ✈ KimCover

Annullo figurato 01-06-1972 Rovigo mostra filatelica "Omaggio al CONCORDE"



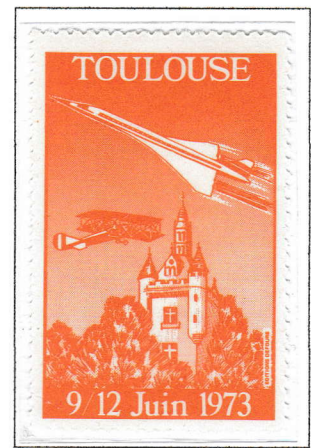
# Aereo supersonico Concorde - Chiudilettera



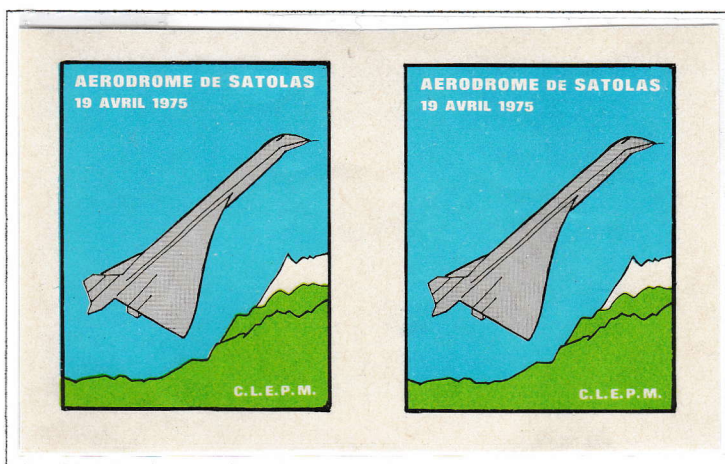
Vienna (A) 1968



Croydon-Gatwick (GB) 1971



Tolosa (F) 1973



Lione (F) 1978



Lucerna (CH) 1972



Erinnofilo Lucerna (CH) 1975