

# L'aerodinamica degli aeroplanini di carta

a cura del Team ICARUS PoliTO

L'aeroplanino di carta è un particolare tipo di origami<sup>1</sup> detto anche “aerogami”. La sua popolarità è dovuta al fatto che è tra gli origami più semplici da fabbricare, basta un foglio di carta, un po' di fantasia e qualche piccola nozione di aerodinamica.

Prima di tutto bisogna sapere che su un qualunque velivolo, dal Boeing 747 al nostro aeroplano di carta, agiscono fondamentalmente 4 forze:

- Peso
- Portanza
- Resistenza
- Spinta

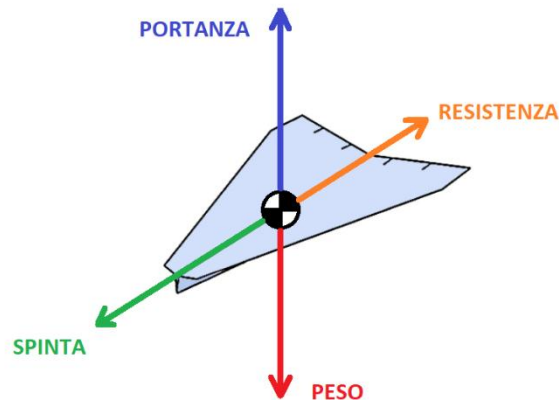


Figura 1: Forze che agiscono su un qualsiasi aeroplano.

Il peso è la forza che attrae tutti i corpi dotati di massa verso la terra e la portanza è la forza perpendicolare alla direzione del vento relativo, la quale spinge verso l'alto l'aereo e bilancia la forza peso.

La generazione della portanza è un fenomeno complesso dovuto a diversi effetti combinati e generalmente è associata all'ala del velivolo.

In primo luogo, gli aerei si muovono nell'atmosfera costituita dall'aria, un fluido viscoso e comprimibile, dotato di una propria massa e quindi capace di generare una pressione statica. Se si osserva il profilo di un'ala si vede come essa ha generalmente un dorso (la parte superiore) inarcato e un ventre (la parte inferiore) con inarcamento meno accentuato o a volte anche nullo.

---

<sup>1</sup> Origami: arte orientale di piegare la carta.

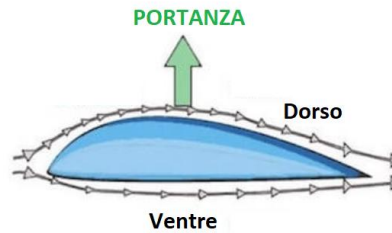


Figura 2: Distribuzione del flusso di aria sul dorso e sul ventre del profilo alare.

La ragione alla base del volo degli aerei è la nascita di una differenza di pressione tra queste due parti del profilo alare.

Se si pensa ora alla dinamica dei fluidi, ovvero lo studio dei fluidi in moto, e si suppone di essere nel caso di moto stazionario (non si ha la dipendenza dal tempo del campo di velocità) e di fluido ideale (ovvero inviscido ed incompressibile) esiste una particolare legge fisica detta “Equazione di Bernoulli”:

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{costante}$$

Essa spiega un fenomeno che si può osservare in natura: se si ricade nel caso particolare in cui ci si muove ad una stessa quota la pressione statica  $\rho gh$  resta all'incirca invariata e risulterà che la somma di  $P$  e pressione dinamica  $\frac{1}{2} \rho v^2$  (funzione della velocità) sarà pari ad una costante; ne segue che la velocità e la pressione sono fra loro inversamente proporzionali, al crescere della velocità diminuisce la pressione e viceversa. Sulla base di queste considerazioni si osserva che sul dorso dell'ala, dove l'aria accelera, e quindi aumenta la sua velocità, la pressione, da essa esercitata sulla superficie alare, diminuisce, generando un differenziale di pressione che provoca una spinta verso l'alto.

La legge sopra esposta è stata ricavata per un fluido ideale, supposto incompressibile e non viscoso, ma con le dovute accortezze si può applicare anche ad un fluido non ideale come l'aria.

A cosa ci serve sapere questa legge? Semplice: nel fabbricare un aeroplanino di carta si ripiega più volte un foglio andando a ricreare la forma di un profilo alare che in modo approssimativo presenta le stesse caratteristiche di una vera ala di aereo. Le zone del foglio ripiegate più volte sono curve verso l'alto, sia per motivi di tensione della carta che di spessore e quindi riproducono l'effetto spiegato dall' “Equazione di Bernoulli”.

Un altro fenomeno che interviene a spiegare il volo è illustrato dal terzo principio della dinamica: generalmente l'ala è posta ad una certa incidenza rispetto al flusso d'aria e quando avanza spinge quest'aria verso il basso generando una reazione uguale e contraria, e sulla stessa retta d'azione, che spinge l'ala verso l'alto. Tale fenomeno dà un contributo minore alla portanza rispetto alla depressione sul dorso, ed è più rilevante negli aerei veri e propri, i quali spostano notevoli masse d'aria. Quindi questo fenomeno è poco rilevante negli aeroplanini di carta.

La resistenza è un altro fenomeno aerodinamico e nel caso di aeroplani di carta la sua forma principale è quella dovuta alla presenza dell'attrito viscoso dell'aria che, in breve tempo, riduce la sua velocità ad un valore così basso che non si genera più sufficiente depressione sul dorso dell'ala e quindi l'aereo perde quota e cade a terra.

La spinta, nel caso dell'aeroplanino di carta, non è altro che una forza di tipo impulsivo, ovvero che agisce per un intervallo di tempo molto piccolo, ed è data dalla mano al momento del lancio.

Altre osservazioni che si possono fare sugli aeroplani di carta (e che li rendono simili agli aerei reali) è la presenza di superfici posizionate verticalmente rispetto all'orizzonte di volo: tali superfici hanno la funzione di stabilizzare il velivolo sugli assi di imbardata e di rollio, ma soprattutto la superficie corrispondente alla "fusoliera" permette di afferrare e lanciare il velivolo di carta.

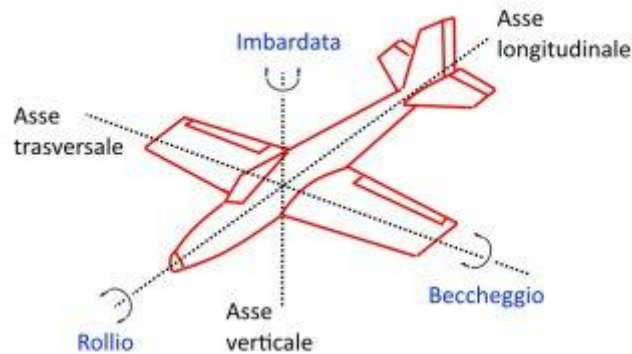


Figura 3: Assi di un velivolo.

Detto ciò, gli aeroplanini di carta possono avere le forme più disparate a seconda della fantasia e delle conoscenze del progettista: a parità di peso e tempo di volo gli aerei con grandi superfici alari possono volare più lentamente di quelli con un'ala a delta più piccola, pieghe particolari sull'ala consentono voli acrobatici ("giri della morte"), ecc.

## Bibliografia

<https://www.vialattea.net/content/2731/>

<https://www.chimica-online.it/fisica/portanza.htm>

[https://www.lescienze.it/news/2015/03/28/news/aereo di carta scienza volo-2544118/](https://www.lescienze.it/news/2015/03/28/news/aereo_di_carta_scienza_volo-2544118/)

<https://it.wikipedia.org/wiki/Portanza>

## Immagini

<https://www.pourfemme.it/articolo/aeroplanini-di-carta-come-farli-e-i-modelli-da-copiare/224360/>

[https://www.airsardiniavirtual.it/wp\\_alivirtuali/Airsardinia%20Academy/navigazione/lezioni/le-superfici-mobili/](https://www.airsardiniavirtual.it/wp_alivirtuali/Airsardinia%20Academy/navigazione/lezioni/le-superfici-mobili/)

<https://www.chimica-online.it/fisica/portanza.htm>

## Follow us



[icarus.polito.it](http://icarus.polito.it)



[ICARUS PoliTO](#)



[icarus\\_polito](#)



[Icarus – Polytechnic University of Turin](#)