

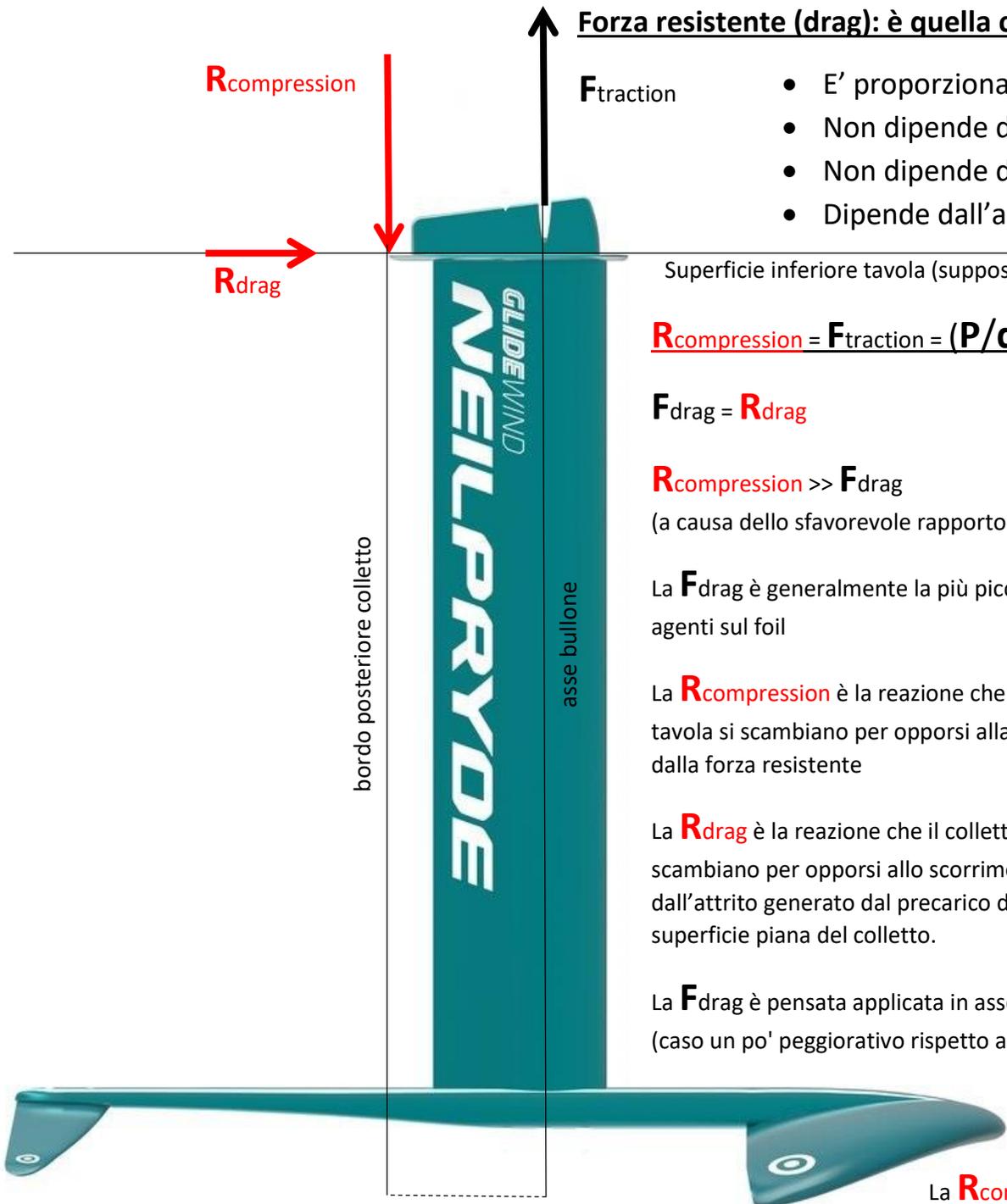
Forza resistente (drag): è quella che l'acqua genera impattando sulla superficie frontale del foil.

R_{compression}

R_{drag}

F_{traction}

- E' proporzionale al quadrato della velocità (aumenta di brutto con la velocità)
- Non dipende dal peso del surfer
- Non dipende dal fatto che la tavola salga o scenda dalla superficie o sia in curva
- Dipende dall'area del foil: large > medium > small



Superficie inferiore tavola (supposta localmente piatta)

R_{compression} = F_{traction} = (P/d) x F_{drag}

F_{drag} = R_{drag}

R_{compression} >> F_{drag}

(a causa dello sfavorevole rapporto D/d)

La **F_{drag}** è generalmente la più piccola delle forze agenti sul foil

La **R_{compression}** è la reazione che il colletto e la tavola si scambiano per opporsi alla coppia generata dalla forza resistente

La **R_{drag}** è la reazione che il colletto e la tavola si scambiano per opporsi allo scorrimento. E' vinta dall'attrito generato dal precarico del bullone sulla superficie piana del colletto.

La **F_{drag}** è pensata applicata in asse con la fusoliera (caso un po' peggiorativo rispetto alla realtà)

La **F_{drag}** è sempre presente

La **F_{traction}** è la forza generata dal precarico del bullone ed è quella che tiene unita la tavola al foil

La **R_{compression}** dipende e aumenta col pescaggio

La **F_{drag}** dipende (poco) dal pescaggio, dipende dalla forma delle ali

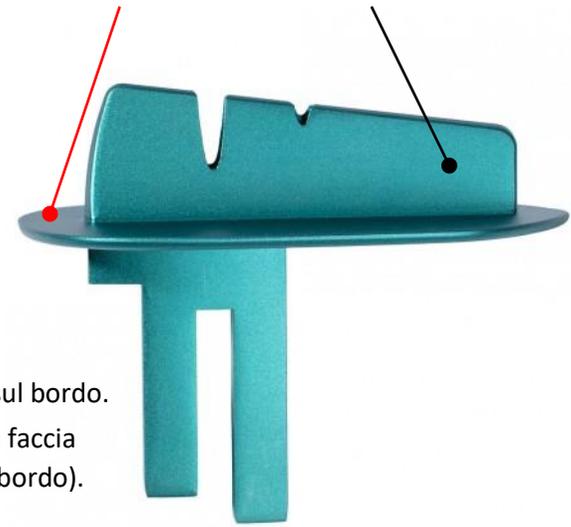
Supponiamo per adesso che le superfici verticali del colletto non siano forzanti con la cassa powerbox e che tutte le forze siano scambiate tramite la superficie piana. Il contatto della cassa con le superfici verticali fa si diminuire le reazioni vincolari ma ne indebolisce la struttura fino alla rottura.

P (pescaggio)

d (distanza bullone con bordo colletto)

F_{drag}

La **R_{compression}** è idealmente applicata sul bordo. In realtà è la risultante delle pressioni sulla faccia piana del colletto (che si avvicina molto al bordo). Vale anche per le altre reazioni vincolari.



Forza portante (load): è quella che l'acqua genera impattando sulla superficie inferiore dell'ala e sulla superficie inferiore o superiore della coda permettendo il sollevamento della tavola

(considero la condizione di down tilting perché è la più gravosa)

Le forze portanti sono posizionate sul piano di simmetria delle ali e spostate sul punto di spinta risultante delle pressioni che dipende dalla forma stessa. Le ali sono profili fluidodinamici con le proprie tipiche caratteristiche.

La **F_{load}** (portanza) dipende dalla grandezza e forma dell'ala ma non dipende dal pescaggio e dallo spostamento in avanti. Il pescaggio aumenta molto la manovrabilità permettendo curve più strette e veloci (steering). Inoltre migliora la continuità di volo. Lo spostamento in avanti migliora il controllo. Una coda molto allungata all'indietro migliora il controllo con venti più sostenuti.

Il foil introduce l'equilibrio alla rotazione rispetto all'asse trasversale della tavola.

D2 (distanza bullone da **F_{downtilting}**)

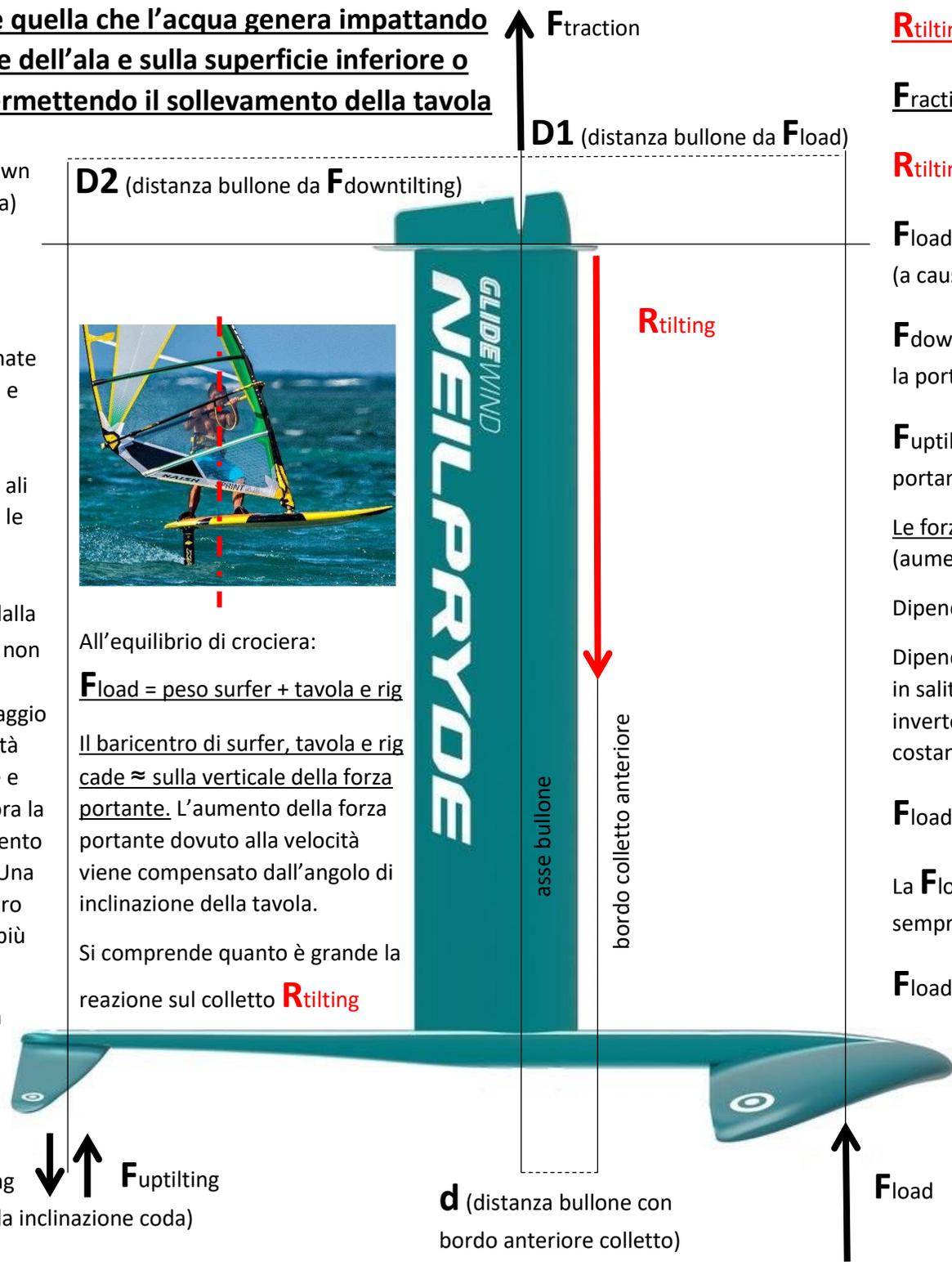


All'equilibrio di crociera:

F_{load} = peso surfer + tavola e rig

Il baricentro di surfer, tavola e rig cade ≈ sulla verticale della forza portante. L'aumento della forza portante dovuto alla velocità viene compensato dall'angolo di inclinazione della tavola.

Si comprende quanto è grande la reazione sul colletto **R_{tilting}**



F_{downtilting} ↓ ↑ **F_{uptioning}**
(dipende da inclinazione coda)

d (distanza bullone con bordo anteriore colletto)

R_{tilting} = $(D1/d) \times F_{load} + (D2/d) \times F_{downtilting}$

F_{raction} = **R_{tilting}** - (**F_{load}** + **F_{downtilting}**)

R_{tilting} >> **F_{load}** (a causa dello sfavorevole rapporto D1/d)

F_{load} >> **F_{downtilting}** (o **F_{uptioning}**)
(a causa delle diverse aree delle superfici fluidodinamiche)

F_{downtilting} è preferibile per venti leggeri per sfruttare tutta la portanza possibile ma aumentano i carichi e rischio stallo.

F_{uptioning} è preferibile per venti più sostenuti per ridurre la portanza, i carichi, il rischio di stallo e facilitare l'assetto di volo

Le forze sono proporzionali al quadrato della velocità
(aumentano di brutto con la velocità)

Dipende dal peso del surfer

Dipende dal fatto che la tavola salga o scenda dalla superficie: in salita le forze sono massime fino allo stallo, in discesa si invertono di segno (carico variabile al cambio di quota e costante in andatura di crociera)

F_{load} dipende dall'area del foil: large > medium > small

La **F_{load}** insieme a **F_{downtilting}** (o **F_{uptioning}**) e **F_{drag}** sono sempre presenti ed agiscono simultaneamente (vedi dopo)

F_{load} >> **F_{drag}** (≤, ≥ (?)) rispetto a **F_{downtilting}** o **F_{uptioning}**)

La **R_{tilting}** è la reazione più intensa in assoluto che agisce sul powerbox, una responsabile delle rotture

La **R_{tilting}** non dipende dal pescaggio ma da quanto l'ala è spostata in avanti e la coda indietro rispetto al bullone. (un colletto molto pronunciato in avanti ridurrebbe moltissimo lo sforzo sul powerbox)

Forza risultante in andatura di crociera: è la somma dei contributi della forza portante (load) e resistente (drag). Questa è la forza che agisce realmente in fase di crociera.

$$R_{sum} = (D1/d) \times F_{load} + (D2/d) \times F_{downtilting} - (P/d) \times F_{drag}$$

$$F_{fraction} = R_{sum} - (F_{load} + F_{downtilting})$$

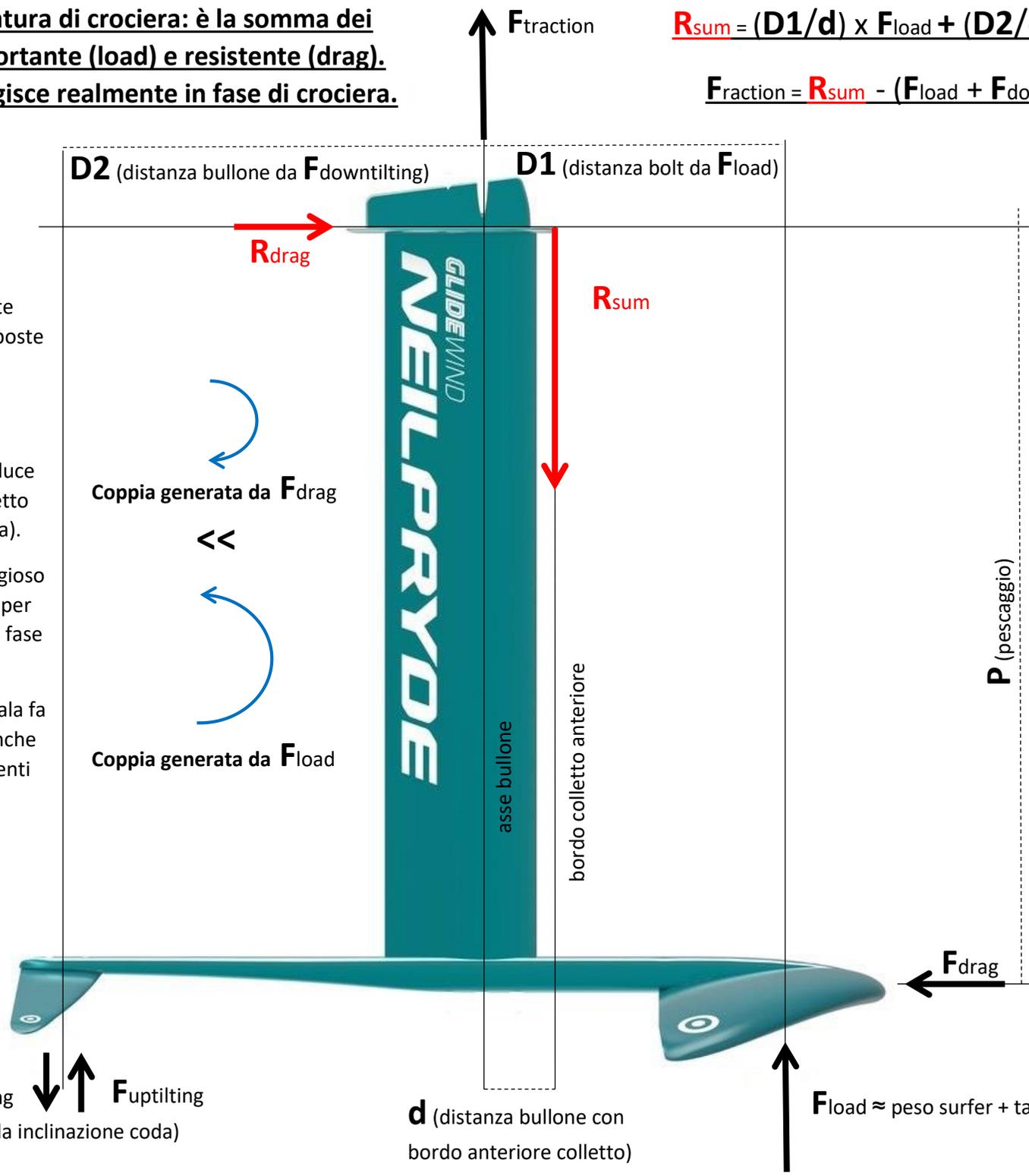
$$F_{drag} = R_{drag}$$

La forza resistente e la portante generano due coppie contrapposte che si sottraggono. La coppia risultante è orientata come la portante ma di valore minore.

Aumentando il pescaggio si riduce sempre di più il carico sul colletto (fino a che si rimane in crociera).

Un grande pescaggio è vantaggioso anche per la stabilità di volo e per la manovrabilità ma le forze in fase curva crescono moltissimo.

Lo spostamento in avanti dell'ala fa migliorare il controllo ma fa anche aumentare le sollecitazioni agenti sul colletto.



$$R_{sum} < R_{tilting}$$

La R_{sum} è la forza che realmente agisce sul colletto in fase di crociera

La $R_{compression}$ viene annullata dalla coppia generata da F_{load}

La R_{sum} pensata applicata al bordo anteriore del colletto nella realtà si avvicina un po' all'asse bullone

R_{drag} rimane invariata

Coppia di rollio in ingresso e uscita di curva: è quella che si genera quando si inclina il foil rispetto all'asse della fusoliera.

Questa coppia non è bilanciata (forza dinamica) cioè nasce quando vario l'angolo di inclinazione e cessa quando l'angolo rimane stazionario.

Una parte dell'ala scende e l'opposta sale.

Questa coppia è tanto più grande quanto più rapida è la variazione di inclinazione.

E' generalmente più grande in ingresso curva rispetto all'uscita (velocità maggiore a parità di variazione di inclinazione).

Sia la fusoliera che il piantone sono sottoposti a

Croll con valore costante. Sulla fusoliera si potrebbe generare una torsione o vibrazione se fosse poco rigida. Sul piantone è ininfluente.

Non dipende dal pescaggio né dallo spostamento in avanti dell'ala. Dipende dalla forma e dalla lunghezza delle ali.

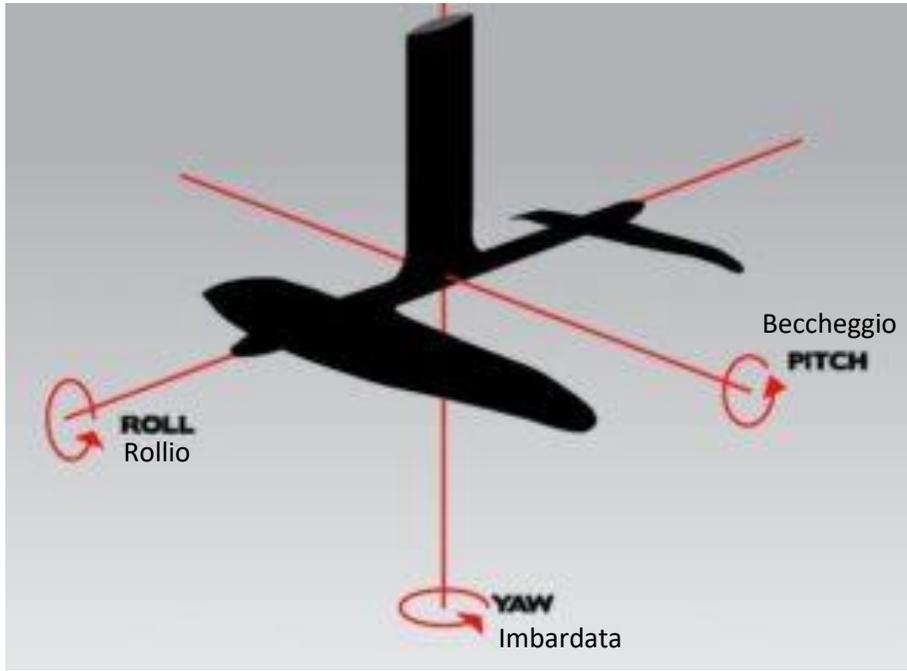
Senza il colletto la torsione si scaricherebbe sul powerbox con effetti piuttosto severi.

Il colletto serve ad eliminare la torsione sul powerbox scaricando le superfici verticali.

Sul bordo colletto si genera una reazione pari a:

$$R_{roll} = C_{roll} / d$$

Aumentando d si diminuisce notevolmente la reazione sul colletto (e quindi sulla tavola), oppure permetterebbe ingressi in curva più aggressivi.



Per come le forze agiscono è preferibile fare un ingresso/uscita curva graduale e lasciarsi trasportare mantenendo l'assetto per tutta la percorrenza della curva stessa (effetto carving).

In ingresso curva agiscono simultaneamente:

- F**drag,
- F**load (maggiorata dell'effetto centripeto)
- C**roll

Sicuramente è il momento di maggior carico

Queste sono le principali sollecitazioni sul foil

