

Il Grande Salto

Cat. "Autori"

Hermes (*Ingegnere chimico e Ricercatore*)

14 giugno 2019

Latitudine 60°N Longitudine 162,5° W costa occidentale dell'Alaska, mese di Settembre ore 11:00 del mattino.

C'è una sottile frenesia nell'aria, quella che si avverte poco prima della partenza, una stagione è finita e il sole comincia ad abbassarsi sull'orizzonte ogni giorno sempre di più. Questo messaggio del creato significa soltanto una cosa, aspettare il vento propizio per intraprendere il viaggio.

La breve storia che troverete nelle prossime righe ci racconta un'impresa, quella della nostra piccola eroina che chiameremo in maniera affettuosa "Nuvola".

Nuvola è un'esemplare femmina di *Limosa Lapponica* (detta anche Pittima minore). Si tratta di un uccello del peso di poco più di mezzo chilo dotato di grande coraggio e straordinarie capacità di navigazione aerea, che impareremo strada (o meglio volo) facendo.



Ma torniamo all'impresa, motivo principale di questo studio, che è stato intrapreso prendendo spunto dall'ammirevole lavoro sviluppato dagli ornitologi al quale abbiamo aggiunto delle valutazioni fisiche più dettagliate per comprendere le dimensioni di questa esaltante impresa che stiamo per scoprire.

Riprendiamo dall'inizio del viaggio, perché questa impresa parla di una traversata, un grande, anzi grandissimo, "Salto" della nostra eroina Nuvola. Attendere con pazienza la giusta spinta di vento, ogni alito a favore è fondamentale per il successo dell'impresa che non regala nessun trofeo, o medaglia ma, una cosa importantissima: arrivare a "casa" sani e salvi e continuare il ciclo vitale. Tutto il grande Salto è un'opera di strabiliante equilibrio tra:

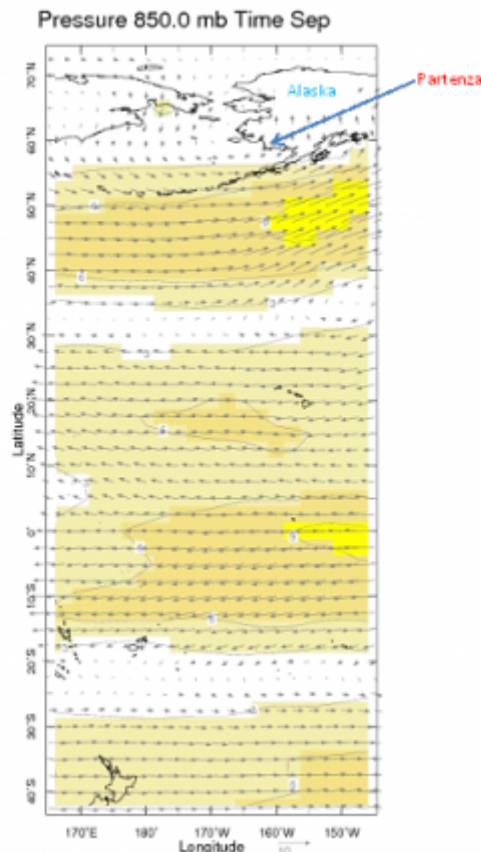
1. Governo delle risorse energetiche
2. Capacità di volo e gestione della quota
3. Resistenza allo sforzo prolungato

Per avere padronanza dei punti 1 e 3, devi essere un atleta olimpionico... ma non basta, perché allo stesso tempo per gestire e ottimizzare il volo devi essere più abile di un pilota con migliaia di ore di

volo alle spalle!

Tutte queste caratteristiche le troviamo in Nuvola e nei suoi temerari compagni di viaggio che, grazie alla loro spiccata sensibilità, prendono il volo appena sentono che il vento è favorevole.

Il vento prevalente, da quelle parti e, su tutto il tragitto, non è di grande aiuto (vedi carta dei venti in quota ~3500 metri)



(fonte: https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Climatologies/Vector_Winds.html?P=850)

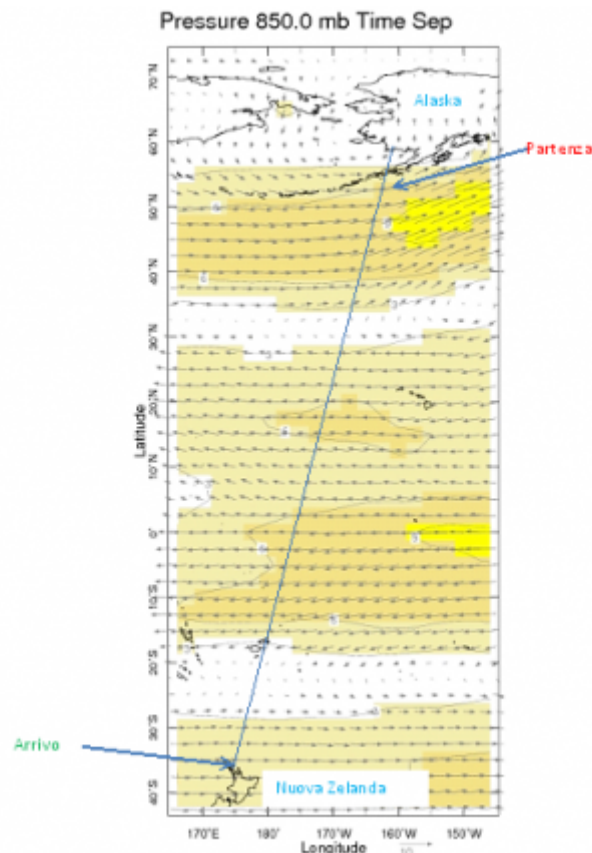
Nuvola e i suoi compagni si portano rapidamente in quota di volo tra i 3000 e 4000 metri. È la quota adatta per consentire la giusta velocità di crociera, quella che, salvo imprevisti meteorologici, consentirà ai nostri piccoli eroi di arrivare a destinazione, stanchi, molto sciupati ma, sani e salvi!

La velocità di volo la scopriremo più avanti, vi posso però anticipare che non può essere costante (qui il vento c'entra ben poco) e nemmeno potrebbe esserlo, perché inciderebbe su tutto il bilancio energetico necessario al compimento dell'impresa.

Nuvola e suoi compagni non sfidano le distanze confidando nella fortuna di ricevere con buona frequenza il vento in coda. La loro esperienza d'anni di migrazione, o meglio, il loro software biodinamico, sa benissimo che lungo il tragitto, l'assistenza del vento è generalmente poco influente. Invero, il successo dell'impresa è fortemente connesso all'abilità complessiva di volo, che coinvolge necessariamente la gestione parsimoniosa del "carburante".

La rotta è, istintivamente, ben fissata: sud-sud-ovest senza alcuna possibile variazione! Compiere il grande Salto tutto di un "fiato", oppure morire, abbandonandosi laggiù nel cuore dell'oceano Pacifico. Che coraggio ragazzi!... e noi che restiamo impietriti soltanto per un semplice colloquio di lavoro...

Ebbene sì, la destinazione finale non è proprio dietro l'angolo. Nuvola e i suoi amici puntano dritto senza indugi e, **SENZA SOSTA**, verso ... le coste settentrionali della Nuova Zelanda!!!! ... (se volete aggiungete a piacere molti altri punti esclamativi non saranno mai abbastanza).



A questo punto non vorrei parlarvi di distanza percorsa in termini di spazio, bensì di tempi: otto giorni di volo ininterrotto dall'Alaska alla Nuova Zelanda, ecco la strabiliante realtà del grande "Salto".

Intanto che Nuvola e gli altri, avendo lasciato da poco le coste dell'Alaska, stanno volando sul Pacifico, vi consiglio di leggere quest'[articolo](#).

Dall'articolo, oltre a quello che già vi ho raccontato, vi estraggo alcuni punti salienti che è bene tenere a mente:

- Velocità media di percorrenza 56 km/h
- Distanza del percorso 11.600 km
- Riduzione di metà del peso corporeo (circa 300 grammi) rilevato nel percorso inverso Nuova Zelanda - Corea del Nord (da notare come nella migrazione opposta la Pittima divida il viaggio in due step)

Senza entrare troppo nei dettagli della meccanica del volo mi preme rilevare un elemento importante che servirà per interpretare meglio la gestione del volo di Nuvola & company.

La quota di volo è compresa tra i 3000 e 4000 m, perché Nuvola ha bisogno il più possibile di evitare eventuali venti contrari, cambiando altitudine per cercare correnti più favorevoli. Farà affidamento sulla propria sensibilità e capacità di valutazione. Questi ultimi sono elementi fondamentali per la buona riuscita dell'impresa perché, mantenere la quota di volo possibilmente stabile (ovvero modificarla meno volte possibile) è alquanto funzionale alla gestione del bilancio energetico, ovverosia, al consumo di "carburante".

Questo, perché il cambio di quota non è una manovra a costo zero! Cambiare quota significa modificare bruscamente la velocità che comporta un maggiore impegno energetico e una sollecitazione muscolare non indifferente. Tale manovra va inevitabilmente a influire negativamente sul regolare andamento del volo con il rischio di compromettere il raggiungimento del traguardo e, quindi, perdere la vita.

Adesso, (... ricordatevi sempre che Nuvola e i suoi compagni stanno volando ininterrottamente) faremo un interessante esercizio. Ricordate che, poc'anzi, ho preferito non parlare di distanza percorsa in termini di spazio?

Ebbene, anziché partire dalla distanza percorsa (quella citata dall'articolo su "ornicoltura.com") per risalire al bilancio energetico faremo esattamente il contrario! Partiremo dal "carburante" a disposizione e calcoleremo qual è, potenzialmente, la massima distanza percorribile da Nuvola in otto giorni. Velocità media e puntuale saranno ricavate di conseguenza.

È giunto il momento di parlare di questo benedetto "carburante" di Nuvola. Come avrete già capito si tratta del grasso del nostro simpatico animaletto, quello accumulato durante la stagione, mangiando qua e là vermetti e insetti di vario tipo. Per snocciolare qualche numero è bene sapere che, per esempio, tipicamente il grasso di Cigno fornisce 32000 Joule per ogni grammo (per avere un parametro di confronto considerate che per aumentare di un grado centigrado un grammo d'acqua occorrono 4,18 Joule).

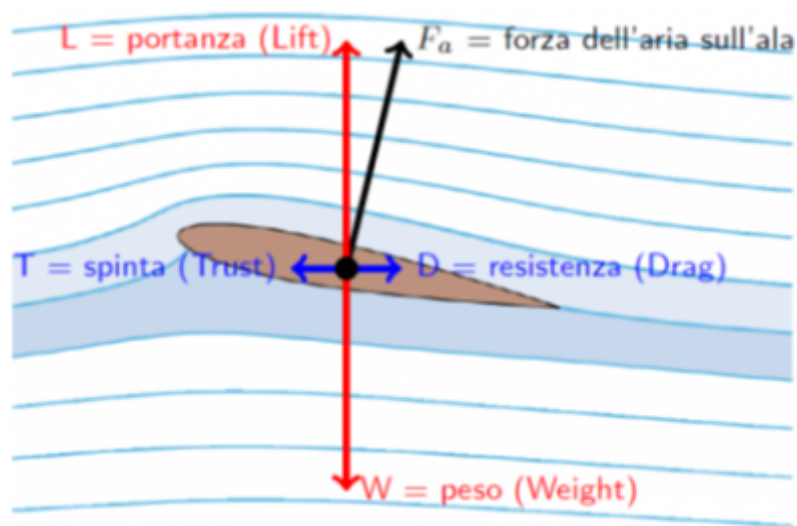
32000 Joule per grammo sono un buon valore energetico per un grasso animale, tuttavia per essere ancora più accurati nel calcolo ci affidiamo a quanto riportato dagli studiosi, i quali, a fronte dei loro rilievi, hanno accertato una diminuzione prevalentemente di massa grassa (circa 90%), ma anche di massa magra (muscoli), negli esemplari che giungono a destinazione a termine della migrazione (Priesma & Jukema 1990 - tabella 5).

I suddetti ricercatori utilizzano un valore energetico del grasso, per gli esemplari femmina, pari a 39400 Joule/grammo, anche se gli autori non forniscono la fonte bibliografica da cui hanno attinto tale valore. Il valore è più alto di quello del Cigno e riteniamo sia attendibile poiché un uccello migratore di lunga distanza (come la Pittima) avrà certamente bisogno di un carburante di qualità superiore per assicurarsi performance elevate.

Sempre in riferimento a (Priesma & Jukema 1990 - tabella 5) fissiamo il valore energetico del carburante di Nuvola ovvero 38570 Joule/grammo come combinazione ponderata del consumo di massa grassa e magra.

Nel frattempo (facciamo finta di accelerare lo scorrere del tempo) Nuvola è al quarto giorno di volo e ha raggiunto latitudine 30° N e, come da sue previsioni (tracciatura geomagnetica delle correnti in quota), ha dovuto modificare solo una volta la quota (di un centinaio di metri) per riportarsi in condizioni di vento prevalentemente laterale.

Procedendo secondo logica e, considerando Nuvola al pari di un piccolo coraggioso aereo, è il momento di fare ricorso a qualche elemento di meccanica del volo! Per farla veramente molto breve l'azione delle ali fa "scivolare" Nuvola sull'aria il cui attrito si traduce (per il principio di azione e reazione) nella Portanza che sostiene la nostra eroina.



L'equazione (ricavata dalla meccanica del volo) che ci interessa particolarmente è quella della potenza di volo:

$$P = D V \text{ ovvero } P = T V \text{ (spinta per velocità)}$$

L'altro parametro fondamentale è la finesse (f) che è praticamente il numero adimensionale che racchiude la qualità aerodinamica di un velivolo o anche di un uccello (Henk Tennekes 2009 - Capitolo 5). Con la finesse l'equazione della potenza diventa:

$$P = W V / f \text{ (essendo } f = W / T \text{)}$$

dove W = peso; V = velocità

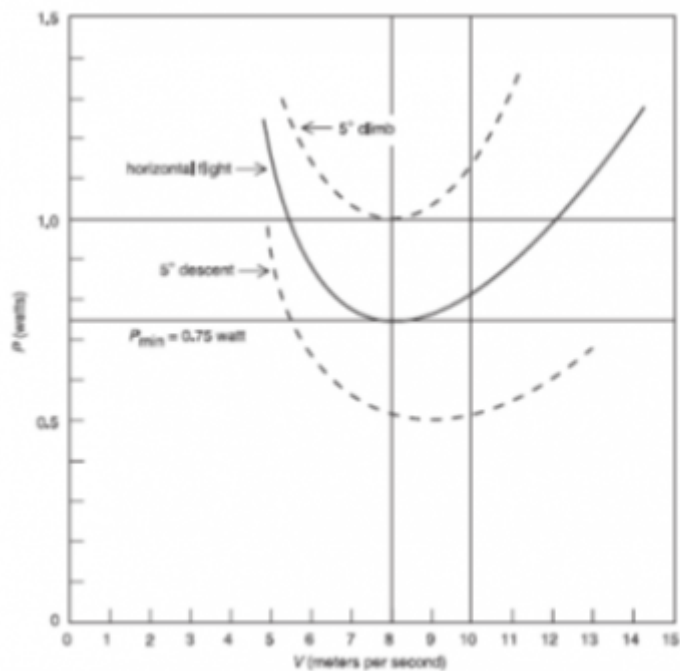
Per proseguire nel nostro studio è necessario, attraverso la logica, porre alcune assunzioni fondamentali che permettano lo sviluppo di un modello di calcolo che sia il più possibile aderente alla realtà del fenomeno fisico osservato (migrazione di lunga distanza della Pittima).

Allo scopo, porremo dei vincoli di calcolo molto semplici, diretti e anche sufficientemente conservativi, o neutri, in modo da non dare adito a valutazioni che possano inficiare i risultati ottenuti e, confonderli, attraverso l'introduzione di variabili aleatorie di difficile interpretazione e dominio.

Di seguito la lista delle assunzioni di calcolo:

1. La potenza erogata dalla Pittima durante il volo di crociera è costante, tale ipotesi è molto conservativa giacché NON si considera la stanchezza muscolare del nostro eroico migratore che comporterebbe una riduzione della potenza erogata inficiando la distanza percorribile. In pratica, stiamo assumendo che la trasformazione dell'energia chimica (contenuta nel grasso) in energia meccanica avvenga sempre con rendimento costante (pari al 25%).
2. In virtù della prima assunzione, deriva un consumo del "carburante" (grasso) pressoché costante nel tempo. Questo comporta una riduzione lineare del peso della Pittima durante la migrazione.
3. Sempre in virtù della prima assunzione, stiamo implicitamente considerando un volo di crociera senza variazioni di quota o quantomeno minime, in altre parole, in condizioni meteorologiche normali durante l'intero viaggio. Quest'assunzione è molto neutra ai fini del calcolo ed è supportata dall'analisi dei venti prevalenti in quota (Figure 2 e 3) che li evidenziano, alla quota

di volo, prevalentemente laterali (quindi pressoché neutri) su tutto il percorso. Se, da una parte, non si considera l'azione del vento in coda (quando disponibile), dall'altra, non si considerano altri dispendi energetici per aumentare la quota di volo che la Pittima dovrebbe compiere per andare a cercare correnti favorevoli, o quantomeno per sfuggire a quelle sfavorevoli (mediamente occorre un 10% di potenza in più per salire di quota per un uccello di 350 grammi - Luciano Teresi 2014, pagina 30). La Pittima quindi, durante il volo, compie un importantissimo equilibrismo nella ricerca della quota di volo ottimale che allo stesso tempo minimizzi la potenza richiesta e massimizzi la velocità (vedi grafico in Figura 5 come andamento qualitativo).



In pratica, se salire di quota, comporta un dispendio energetico ulteriore, d’altro canto, ridurre la quota di volo comporta di dovere affrontare una maggiore densità dell’aria con un ragguardevole attrito che, per essere compensato, impone al migratore di volare a velocità inferiori. Questo significa che la Pittima deve cercare il più possibile di limitare l’intervallo di quota del volo per non alterare troppo il consumo energetico medio giornaliero.

Oltre alle suddette considerazioni, non terremo conto del consumo energetico del metabolismo basale dell’animale. Si aggiunge alla lista un'ulteriore assunzione conservativa (basti pensare solo al cuore che deve assicurare una frequenza cardiaca adeguata per far fronte alla richiesta di ossigenazione durante il volo). Stiamo implicitamente considerando che tutto il “carburante” sia disponibile solo per il volo!

Prima di procedere con lo sviluppo del modello e del relativo calcolo v'informo che il gruppo di viaggiatori “incalliti” capitanati da Nuvola sta per raggiungere, secondo la tabella di marcia, le latitudini equatoriali al quinto giorno di traversata oceanica.

Torniamo al nostro modello di calcolo. In base all’assunto, appare subito chiaro che studieremo il differenziale dell’equazione della potenza, (problema di Cauchy del primo ordine) ovvero:

$$d(P)=0 \text{ ovvero } d(WV/f)=0 \text{ ovvero } VdW+WdV = 0 \text{ con } W=m_0-\alpha t$$

dove: m_0 = massa Pittima iniziale; α = gradiente di riduzione della massa = massa grassa / tempo di

volo; $t =$ tempo

Sviluppando e integrando si arriva alla funzione per la distanza percorsa S :

$$S = V_0 \frac{m_0}{\alpha} \ln \frac{m_0}{(m_0 - \alpha t)}$$

dove V_0 = velocità a inizio volo

Il fatto che sia una funzione logaritmica me lo aspettavo e ci conforta sull'affidabilità del modello, la stragrande maggioranza dei processi naturali mostra un andamento logaritmico.

Di seguito si riassumono i dati di input del modello per arrivare al calcolo della distanza percorribile dalla Limosa Lapponica:

- Sesso esemplare Limosa Lapponica: Femmina
- Massa corporea alla partenza: 530 grammi (Battley-et-al.2012, Tabella 1)
- Massa corporea all'arrivo: 265 grammi (metà della massa iniziale come da [articolo di ornitocultura.com](#)).
- Energia derivata dal consumo di massa grassa e magra: 38570 Joule/grammo (Priesma & Jukema 1990- Tabella 5)
- Tempo di volo: 8 giorni (da [articolo di ornitocultura.com](#).)
- Finesse (efficienza aerodinamica della Pittima Minore): 14 (Henk Tennekes 2009 - Capitolo 5, Tabella 5)

Introducendo i valori di input sopra riportati si arriva ai risultati seguenti:

- Potenza meccanica = 3,697 Watt (considerando rendimento di trasformazione dell'energia da chimica a meccanica del 25%)
- α (gradiente di riduzione di massa) = 0,00038 grammi/secondo
- V_0 (velocità a inizio volo) = 9,95 metri/secondo (35,8 km/h)(calcolata utilizzando l'equazione della potenza $P = W_0 V_0 / f$ alle condizioni iniziali)

Lascio volutamente un poco di suspense prima di fornire l'ultimo valore (quello più importante) che ci eravamo prefissati di calcolare ovvero la **distanza percorsa "S"** dalla Limosa Lapponica ... ossia dalla nostra amica Nuvola!

Prima di fornire il valore della distanza percorsa, mi preme rilevare un altro dato molto importante che è fondamentale nella comprensione del risultato finale, sto parlando della velocità di volo. La velocità varia lungo tutto il tragitto e, siccome il peso di Nuvola si dimezza, la velocità raddoppia tra partenza e arrivo passando da 35,8 km a 71,7 km/h (velocità media 53,7 km/h).

La fisica del volo ha la sua logica, quando Nuvola parte è a "pieno carico", quindi deve limitare la propria velocità per non consumare più carburante di quello che il suo bilancio giornaliero consenta. Quando invece Nuvola si trova nella parte finale del suo viaggio, allora può volare a velocità decisamente prossime a quelle che tutti gli ornitologi dichiarano nei loro articoli, quando affrontano l'affascinante argomento della migrazione della Pittima Minore (Battley-et-al.2012; Priesma & Jukema 1990; Green-et-al. 2002).

C'è veramente un grosso problema in tutti questi lavori... ed è sempre lo stesso problema!

Nulla da obiettare, ovviamente, sull'immenso lavoro di raccolta dati che gli ornitologi compiono con

grande passione, professionalità e scientificità. La mia obiezione, qui confortata da semplici deduzioni logiche e corroborata da calcoli semplici ma inequivocabili, è sull'analisi dei dati raccolti che gli ornitologici considerano a conclusione dei loro sforzi.

Il grosso problema cui mi riferisco riguarda la velocità di crociera (air speed) che tutti identificano in una velocità media sui 60 - 65 km/h!!!... signori velocità media!!! Ma non basta, qualcuno di loro (Priesma & Jukema 1990 pag. 3) addirittura arriva a dichiarare 57 km/h come velocità costante!!!

Cari lettori i nostri calcoli ci dicono chiaramente due cose molto importanti:

- La Pittima non può assolutamente volare a velocità costante durante la migrazione (il suo bilancio energetico non lo consente)
- La Pittima non può tenere una media superiore ai 53,7 km/h

... la discrepanza sulla velocità media, tra quella dichiarata dai sistemi di rilevamento e quella calcolata dal nostro modello, è molto elevata!!

Mentre Nuvola e il suo gruppo cominciano a sentire il profumo (trasportato dal vento di quota da sud) delle coste neozelandesi, vorrei far notare un aspetto molto importante emerso dall'analisi dei risultati.

Da una parte abbiamo una serie di dati che è dominio diretto della scrupolosa rilevazione e analisi scientifica effettuata dagli ornitologi. Mi riferisco a tutti quei dati che gli scienziati misurano in maniera diretta... anzi direttissima! Per esempio, peso della Pittima prima e dopo la migrazione, dati aerodinamici (dimensioni ali etc.), addirittura dati metabolici (Pedro M. Lourenço 2014-15; Andrey Bushuev, et al 2018).

Dall'altra parte abbiamo dei dati, quelli della velocità di volo, che gli stessi scienziati assumono per affidabili e provengono dalla tracciatura radio, GPS o qualsivoglia strumento di rilevazione.

Ebbene tali dati conducono gli scienziati ornitologi a conclusioni che non rendono assolutamente giustizia ai loro encomiabili sforzi di ricerca sul campo, anzi li alterano sensibilmente!

Devo spiegarvi il perché di quest'affermazione che è molto forte lo ammetto, ma poggia sul nostro strumento di analisi più potente ... la logica! Quella che sta alle fondamenta del nostro modello.

La logica ci dice che Nuvola non può volare più veloce di quello che la sua aerodinamica impone e soprattutto di quello che la qualità e quantità del carburante le permette!

Ogni volta, quindi, che tutti gli ornitologici si affidano ciecamente ai dati telemetrici e, di conseguenza, snocciolano dati di velocità di volo, in assoluta buona fede stanno incappando in un madornale errore di fondo.... un errore grande almeno 2000 km!!!

Siamo arrivati al termine dello studio ma, soprattutto, Nuvola e i suoi compagni di viaggio in vista delle coste della Nuova Zelanda hanno iniziato la loro planata che conclude con grande successo la loro traversata!

Una traversata lunga 9538 km, ebbene sì è questa la **distanza percorsa "S" calcolata tra le coordinate di partenza e quelle di arrivo** che risulta notevolmente inferiore agli 11600 km riportati dalle mappe e sbandierati dai ricercatori.

Qui non si vuole affermare che la distanza sia esattamente 9538 km (il valore preciso è in possesso

solo di Nuvola) ma si vuole porre in evidenza la grande differenza con quello indicato dalle mappe. **Con tutte le assunzioni conservative che abbiamo imposto alla base del calcolo**, possiamo ritenere senza esitazione alcuna che la Limosa Lapponica non possiede un'autonomia di volo di 11600 km, ferme restando le sue straordinarie capacità migratorie.

Sempre grazie alla logica possiamo identificare il punto esatto, dove si annida l'errore fondamentale! Si tratta delle mappe, o meglio del database, di cui ogni sistema telemetrico o GPS o quello che vi pare... fa riferimento per la determinazione della velocità. Il sensore caricato sulla Pittima si sposta dal punto A a quello B in un certo tempo. La distanza tra A e B corrisponde a un valore che sta nel database di riferimento dello strumento di misurazione. Se quel valore (distanza tra A e B) non è veritiero la velocità che è calcolata (distanza AB/tempo di percorrenza) da un GPS è a sua volta FALSATA!

Ottavo giorno di volo - Latitudine 35° S Longitudine 173 E - Coste occidentali della Nuova Zelanda arrivo alle ore 12:00 am **il grande Salto!**

Hermes

hahahahaha..... ecco un bel BONUS per voi!!!.... credevate che l'articolo fosse finito con l'arrivo di Nuvola in Nuova Zelanda? Invece no!

Prima di salutarvi, mentre immagino che il ragionevole dubbio e la riflessione agitano le vostre menti, vi volevo segnalare un'altra differenza che emerge dagli studi degli ornitologi. Tale discrepanza è molto importante perché non fa altro che confermare DEFINITIVAMENTE tutti i nostri riscontri analitici sollevati dal nostro modello di calcolo del grande Salto di Nuvola e compagni.

La differenza la troviamo in dettaglio nell'articolo del Prof. Battley che poi è la stessa cosa che è riportata nell'articolo di ornitocultura.com. Il prof. Battley è professore associato di Zoologia della Massey University in Nuova Zelanda ed è uno degli scienziati di punta nello studio sulla migrazione della Limosa Lapponica.

Dal suo articolo (Battley-et-al. 2012.) è riferito che nel viaggio dalla Nuova Zelanda verso l'Alaska in primavera, la Pittima non fa un'unica traversata ma fa tappa nella regione del Mar Giallo, dopo un viaggio lungo 7-9 giorni (quindi intorno a 8 come nel grande Salto) e che, secondo i suoi calcoli, copre una distanza tra i 9380 km e i 10270 km (tabella 2 a pagina 5 dell'articolo).

Da quanto riportato da ornitocultura.com, sappiamo anche che all'arrivo nel Mar Giallo gli uccelli erano praticamente a corto di "carburante", poiché qui gli esemplari, oggetto dello studio, erano a metà della loro massa iniziale. La loro sosta prolungata di 5-6 settimane è quindi necessaria per rimpinguare le riserve di grasso prima di ripartire per la seconda e ultima tappa in Alaska.

La profonda diversità è tutta qui sotto i vostri occhi! Nel viaggio di andata Nuvola impiega lo stesso tempo (8 giorni) per raggiungere le coste del Mar Giallo dove atterra a corto di energie dopo aver percorso, guarda caso, tra i **9500 e i 10000 km!** Nel viaggio di ritorno (il grande Salto), in concreto lo stesso tempo di volo e lo stesso "carburante", ma 11600 km... e, guarda sempre il caso, la discrepanza è di circa

2000 km!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Bibliografia

Henk Tennekes 2009. Simple Science of Flight Battley-et-al. 2012. JAB_extreme_long_migration_patters_in_godwits Luciano Teresi 2014. La Fisica del Volo: dal Moscerino all'Airbus

Priesma & Jukema 1990. Budgeting the flight of a long-distance migrant: changes in nutrient reserve levels of bar-tailed godwits at successive spring staging sites

Green-et-al. 2002. Radio-telemetry observations of the first 650 km of the migration of bar-tailed godwits limosa lapponica from the wadden sea to the russian arctic

Pedro M. Lourenço 2014-15. The energetic cost of pre-alternate body moult in blacktailed godwits (Limosa l. limosa) staging in Portugal during northward migration

Andrey Bushuev,et al 2018. Basal metabolic rate in free-living tropical birds: the influence of phylogenetic, behavioral, and ecological factors

From:
<https://www.extrapedia.org/> - **Extrapedia**

Permanent link:
https://www.extrapedia.org/db/il_grande_salto

Last update: **06/02/2020 08:07**

