

Danza col vento



Jean-Marie Clément

Prefazione

Immaginate di camminare in una grande stanza buia, ma di farlo con facilità perché ne conoscete bene il suo contenuto invisibile.

O di stare volando in un'aria trasparente che non mostra gli invisibili movimenti che la agitano, ma di farlo ancora una volta con facilità perché le sue condizioni vi sono conosciute e familiari.

Ora invece, immaginate di correre in una stanza buia piena di cose in movimento cariche d'energia, e di andare alla ricerca di tesori da raccogliere in questa corsa: dopo pochi passi, sperando di non esservi già fatti del male, vi renderete conto che vi servono una mappa e una lampada per evitare i pericoli e navigare verso i tesori.

Questo libro svela i tesori invisibili dell'atmosfera, ne spiega le promesse, vi avvisa a riconoscerne i pericoli e v'insegna a goderne.

Anche se queste avventure non le avete ancora vissute, credo che proverete stupore e meraviglia per quanta bellezza e quanta incredibile energia sia a nostra disposizione nel cielo. Potrete imparare a riconoscerla, a interpretarne lo stato e a cavalcare i suoi tappeti magici.

Ad ogni nuovo capitolo di questo meraviglioso libro, l'Autore non mancherà d'avvertirvi a non entrare in questo ricco e invisibile mondo senza averlo prima compreso a fondo, perché gli incauti potrebbero raccogliere conseguenze negative: volare mille miglia senza un motore, all'altitudine della vetta dell'Everest su deserti inatterrabili, è possibile ma non ammette improvvisazioni. È indispensabile comprendere appieno l'aerologia, le attrezzature di volo e, soprattutto, la propria fisiologia e la propria psicologia; in breve, occorre conoscere sé stessi.

La mia personale esperienza di volo è appena sufficiente a consentirmi d'apprezzare quanto profondamente e con quanta generosità l'Autore stia mettendo a disposizione la sua conoscenza, vastissima e faticosamente acquisita. Jean-Marie ha portato l'aliante su terreni inospitali ed estremi e ora ci fornisce «una bella mappa, e una lampada potente» per condurci ad esplorare in sicurezza uno degli ultimi gioielli nascosti del nostro fantastico pianeta. Per questo dono non solo la comunità del volo a vela, ma ogni persona curiosa e amante della natura sarà per sempre in debito con lui.

Alvaro de Orleans-Borbón

Danza col vento

Jean-Marie Clément

Manuale per il volo dinamico in aliante.
Tutto quello che dovete sapere per volare col vento,
felici ed in sicurezza.



*Il vento.
Domarlo, perché è l'apparente incostanza.
Domarlo, perché è la forza, l'arma dei Titani.
Comprenderlo, perché rispetta solo le sue leggi.
Infine, e poiché la sua rosa secolare disegna per sempre l'orizzonte
degli uomini,
Renderlo nostro complice.
Possa questo piccolo libro aiutarvi e guidarvi.*

*Anne-Claude DERO
Spéracèdes, 1° marzo 2015*





Carissimi amici piloti,

il **Centro Volo Nord Est** o più comunemente detto **“Enemonzo is Magic”**, ha deciso di compiere uno sforzo organizzativo ed economico importante, traducendo in italiano il bellissimo libro di **Jean Marie Clément** **“Dancing with the wind”**.

Riteniamo infatti che, essendo un testo fondamentale per tutti i piloti di volo a vela, dovevamo dare la possibilità a tutti i piloti italiani, che non padroneggiano le lingue straniere, di poter conoscere e studiare questo testo.

Ecco i nomi delle persone che hanno collaborato a questa traduzione e revisione linguistica con la supervisione dell'autore Jean Marie Clément:

- Diego Gaspari Bandion
- Alessandro Busco
- Aldo Cernezzi
- Davide Cescato
- Pier Fassina
- Stefano Gianni
- Flavio Dal Lago
- Viviano Ongaro
- Danilo Spelta
- Massimo Stucchi
- Andrea Venturini

Questo PDF sarà LIBERO e GRATUITO, come deciso in accordo con l'autore Jean Marie Clément e grazie allo sforzo economico del Centro Volo Nord Est che, oltre alla traduzione, ha sostenuto i costi di impaginazione.

Non poco per un piccolo club come il nostro!

Vi chiediamo perciò di effettuare una DONAZIONE volontaria, per contribuire alle spese sostenute tramite PayPal:

enemonzoismagic@gmail.com

Vi ringraziamo e vi invitiamo a diffondere questo libro.



Centro Volo Nord Est



IL VENTO
Acrilico su carta da parati, 2013.
79 x 53 cm

Vedi anche "IN TERMICA" pagina 301



ANA INÉS MC LOUGHLIN MATTANÓ

Nasce a Tigre, sobborgo di Buenos Aires, nel 1942. Per diversi anni, insegna ceramica e scultura, dedicandosi anche al decorativismo e alla ritrattistica.

Nel corso degli anni '80 si trasferisce in Italia prosegue le sue ricerche artistiche tra Varese e Como, dove frequenta la scuola Castellini, nell'atelier dei maestri Alberto & Mario Bogani.

Partecipa a numerose mostre personali e collettive con il Circolo di Cultura e Arte di Como e realizza opere pubbliche in Italia e all'estero.

Nel 2007 aggiorna e arricchisce la sua formazione frequentando l'International Summer Accademy of fine Arts, sotto la direzione del professore tedesco Michael Morgner.

Il trasferimento in Italia influisce in maniera cruciale nella sua ricerca artistica: la lontananza dalla sua terra porta la sua ricerca artistica a riscrivere e rileggere la storia delle proprie radici. Dipinti, disegni, sculture e collage che raccontano momenti di vita quotidiana impregnati da volti e paesaggi e lei cari, narrano storie di separazioni e ricongiungimenti familiari, presentano cicli pittorici – i quattro elementi e i cinque continenti.

Vive e lavora tra Varese e l'Argentina.

Pilota di aliante, batte il primato nazionale di quota (2.750 m) l'11 dicembre 1970, su Grünau Baby III. Sposata con il Comandante Aimar Mattano, è madre di due figli anche loro piloti e artisti.

Indice

	IL VENTO, PERCHÉ E COME ?	
1	IL VENTO GENERALE : ORIGINI ER PREVISIONI	11
	1.1 Il vento sinottico, vento del gradiente.	12
	1.2 La previsione del vento... ..	13
	1.3 Le correnti a getto (jet – streams)	15
	1.4 Forma ad omega: flussi tirati e flussi spinti	18
	1.5 Dove trovare le previsioni del vento ?	20
2	I VENTI LOCALI DI ORIGINE TERMICA: BREZZE DI VALLE E CONVERGENZE	23
	2.1 Formazione dei fronti di convergenza	24
	2.2 Utilizzo delle convergenze	25
	Nelle Alpi	26
	In Italia Centrale	28
	Nella Cordigliera delle Ande	38
3	VOLO DI PENDIO, TECNICHE E CONSIGLI	43
	Introduzione, storia, Karl Striedick (USA), Janowitsch-Trimmel (AT), Schunk (DE), Sironi (IT).	
	3.1 La verticalità della parete, la componente orizzontale del vento	51
	3.2 Il gradiente di vento lungo il pendio	56
	3.3 A che velocità volare lungo i pendii?	56
	3.4 L'orientamento della linea di cresta rispetto al vento	58
	3.5 Gli acceleratori di flusso: concavità o convessità	59
	3.6 Nota sul diritto di precedenza durante il volo in termica.	60
	3.7 Presenza di un altro pendio sopravento in grado di creare una opposizione di fase	60
4	VOLO DI PENDIO: TECNICHE E PERICOLI.	61
	4.1 Angoli ciechi, pericolo di collisione	62
	4.2 I limiti di autorità dei comandi di rollio	63
	4.3 La trappola mortale della termica sotto l'ala esterna	65
	4.4 Altipiani ingannevoli	66
	4.5 Nuvole di cappello.	68
	4.6 Luce radente del mattino e della sera	78
	4.7 I cavi	82
	4.8 Perdita di portanza dovuta alla vegetazione	84
	4.9 Attraversamento di una cresta con vento in coda (anomalie del variometro)..	86
	4.10 Attraversamento di un colle dal lato sottovento	86
	4.11 Senso di rotazione del pendio: destogira o levogira	88
5	TEORIE SULLA FORMAZIONE DELLE ONDE	93
	5.1 Storia degli studi teorici ed esperimenti correlati alle onde atmosferiche.	95
	5.2 Mécanismes physiques à l'origine de la formation des ondes atmosphériques.	99
	5.3 Continuità del moto ondoso nel piano verticale, Richard Scorer.. . . .	111
6	LE ONDE ATIPICHE	119
	6.1 Le onde di inversione e le onde di gradiente del vento (onde mobili)..	120
	6.2 L'onda convettiva	120

6.3	L'onda da fronte freddo	121
6.4	La termo-onda	122
6.5	Onde di scia da montagne isolate	125
7	IL SALTO IDRAULICO (Salto di Bidone)	133
7.1	Introduzione di Giorgio Bidone e del suo "salto"	134
7.2	Introduzione a Froude e alla meteorologia delle montagne	136
7.3	Materializzazioni atmosferiche e come sfruttarle	137
7.4	Il salto indotto direttamente dall'orografia, in una valle sottovento ad una montagna . . .	140
7.5	Il salto indotto da un'area piana.	148
7.6	Situazioni tipiche in Europa e loro sfruttamento.	152
7.7	Note conclusive	158
8	INDIVIDUAZIONE E TECNICHE SPECIFICHE PER SFRUTTARE LE ONDE DI RIMBALZO. .	161
8.1	Onda in presenza di termiche, cumuli isolati di sottovento..	162
8.2	Onda in presenza di termiche, cumuli allineati lungo le creste	163
8.3	Onda in presenza di termiche, strati di cumuli	165
8.4	Onda in presenza di termiche, cumuli con due basi (confluenza, convergenza)	166
8.5	Volare sottovento a creste non perpendicolari al vento	167
8.6	Quando il pendio non è in fase con il rimbalzo dell'onda	169
8.7	Gradiente del vento negativo, rotori che sembrano girare al contrario..	171
8.8	Rotori migratori	174
8.9	Pendenza di una parete sottovento	177
9	DETERMINAZIONE DELLE VELOCITÀ DI VOLO E LIMITI	181
9.1	Velocità di massima efficienza controvento.	182
9.2	Velocità di miglior efficienza con vento a favore	183
9.3	Ottimizzare la velocità di volo crosscountry in presenza di ascendenza.	184
9.4	Influenza del carico alare.	185
9.5	Influenza diretta della quota	186
9.6	Influenza indiretta della quota.	187
9.7	scelta della speed to fly	188
9.8	Tabella finale	190
9.9	limiti strutturali.	192
9.10	Gli errori dell'anemometro	202
9.11	Errori del variometro	205
9.12	Selezione e preparazione dell'aliante.	206
9.13	Conclusions	208
10	PIANIFICAZIONE DEL VOLO, GESTIONE DEI PROBLEMI	211
10.1	Osservazioni meteorologiche, scelta del percorso e dei punti di virata..	212
-	La scelta del tema	212
-	La scelta dei punti di virata..	214
-	La scelta del punto di partenza	216
-	La scelta del punto di arrivo.	217
-	La scelta della durata	217
10.2	Preparazione dell'aliante e impostazioni: massa, baricentro, comandi,	217

Indice

prevenzione della formazione di ghiaccio al suolo e in quota.	
- La massa.	217
- L'antigelo.	218
- Posizione del baricentro (CG)	220
- I comandi di volo..	220
10.3 Controlli specifici a terra, pre e soprattutto post volo	222
- Checklist pre-volo (prima di salire a bordo)	222
- Checklist prima del decollo (se possibile con la capottina chiusa)	222
- I controlli post-volo.	222
10.4 Controlli periodici durante il volo: blocco diruttori, durezza dei comandi (alettoni), flusso e pressione di ossigeno, orologio.	223
- Blocco dei diruttori:	223
- Verifica della durezza, in particolare gli alettoni	223
- Flusso e pressione dell'ossigeno	223
- L'orologio e la luce del giorno	226
10.5 Problemi frequenti in quota: condensazione e ghiaccio all'interno della capottina, disorientamento spaziale, occlusione da nubi, formazione di ghiaccio sull'ala.	229
- Appannamento alla chiusura della capottina	229
- Il ghiaccio all'interno della capottina.	230
- Disorientamento spaziale.	232
- Chiusura del cielo.	233
- Ali ghiacciate.	234
10.6 Effetti della temperatura e dell'umidità sul gelcoat.	236
10.7 Effetti della temperatura sui diversi tipi di batterie..	238
- Batterie al piombo con elettrolito gelificato (Dryfit)	238
- Batterie al piombo puro – stagno con ricircolo interno	239
- Batterie agli ioni di Litio e al litio fosfato di ferro (LiFePo)	240
11 BENESSERE, ALTA QUOTA E VOLI DI LUNGA DURATA.	243
11.1 Prerequisiti Fisiologici	244
- Igiene dentale	244
- ORL. Orecchio, naso e gola..	244
- Rischi tromboembolici venosi	244
- Le immersioni subacquee	245
11.2 Gestione dei problemi fisiologici	246
- La minzione.	246
- Protezione contro il freddo e vestiario..	247
- Abbigliamento riscaldato elettronicamente	250
- Protezione solare	250
- Disbarismo, gas intestinali	251
- Effetti del caffè o del tè	251
- Consigli dietetici.	251
- Buco delle due del pomeriggio» (metabolismo e bioritmo)	252
11.3 Sindrome da Decompressione (DCS) o Malattia da Decompressione (MDD).	253
12 OSSIGENO: ASPETTI FISIOLOSICI, RICERCA APPLICATA E GESTIONE DELL'EDS®.	257

12.1	Avvertenza	258
12.2	oria della regolamentazione	259
12.3	Richiami di base sulla medicina aeronautica (semplificata)	260
	a) Il ruolo dell'ossigeno	260
	b) Riduzione dell'ossigeno con l'altitudine	261
	c) Misurazione della quantità di ossigeno nel sangue: saturimetria, ossimetria	262
	d) Dispositivi di erogazione dell'ossigeno	263
	e) Sintomi ipossici ed effettivo tempo di prestazione (EPT)	265
12.4	Raccomandazioni essenziali per la manipolazione dell'ossigeno..	267
12.5	Caratteristiche principali dell'EDS e limiti attuali	269
	- Il primo modello, denominato A1	269
	- Il modello seguente, denominato D1	269
	- L'ultimo modello denominato O2D1	271
12.6	Problemi identificati (il produttore ci sta lavorando)	272
	a) La pressione di uscita del regolatore XCR non è costante	272
	b) La pressione in ingresso all'EDS dipende dalla lunghezza dei tubi	273
	c) La quantità di O ₂ , in (F) posizioni non è quella che ci aspettiamo..	274
	d) Gli allarmi «Guasto flusso» e «Apnea» non sono appropriati	278
	e) In conclusione..	280
12.7	Cannula o maschera o entrambe?	281
	a) Le conseguenze della normativa statunitense	281
	b) La maschera di base e la cannula fornite di serie con l'EDS..	281
	c) Mascherine "alternative", ma efficaci	283
	d) Esperimento del Dr. Schaffner con maschera A-14 a flusso inverso: dimostrazione dell'efficacia del freno espiratorio	283
12.8	Iperventilazione, episodi respiratori periodici: i pericoli, saperli identificare e curare in volo prima dell'incidente..	284
	a) Iperventilazione non ipossica: stress, angoscia, ansia, iper-attenzione, fobia...	285
	b) Iperventilazione a seguito di una marcata ipossia ipobarica (Hypoxic Ventilatory Drive).	287
	c) Nota sugli sviluppi di Cheyne-Stokes e EDS	288
12.9	Identificazione di incidenti ipossici, sperimentazioni pratiche di pulsossimetria	289
	a) Sperimentazioni in volo in aereo	289
	b) Analisi di incidenti ipossici reali	290
	• Chiacchierare o soffocare, devi scegliere	290
	• Urinare con difficoltà	291
	• Mangiare un panino	292
	• Tossire o non tossire, questo è il dilemma	293
12.10	La respirazione cosciente o volontaria e il freno labiale, necessari per superare 6.000 m in sicurezza con un singolo EDS.	294
12.11	Riepilogo e raccomandazioni..	296
	a) Dal punto di vista delle impostazioni EDS	297
	b) Atteggimento personale del Pilota in Comando	297
	c) Conclusioni	297

È ora di rientrare a casa





In questo libro useremo il termine “sollevamento dinamico” come il termine è usato nel volo a vela francese, indicando qualsiasi portanza che non sia una termica o direttamente causata dal movimento verso l’alto di una colonna o bolla d’aria più calda o meno densa, quindi per sollevamento dinamico qui includeremo il sollevamento dinamico del pendio, il sollevamento dell’onda, il sollevamento delle zone di convergenza o di confluenza, compresi quelli generati dalle differenze termodinamiche.

La parola «quadrante» è usata per indicare i quattro quarti della rosa dei venti, usati nella navigazione, in senso orario. Il primo quadrante comprende quindi le direzioni da nord a est, il secondo quadrante da est a sud, il terzo quadrante da sud a ovest e il quarto quadrante da ovest a nord. Per evitare confusione, i punti cardinali inizieranno con lettere maiuscole.



1. Il vento generale : origini e

Sollevamento termico o dinamico sono solo due differenti manifestazioni dell'energia termica proveniente dal sole, le prime di una scala che può variare da un emisfero a un distretto, le seconde della stessa scala di un aliente.

1.1 Il vento sinottico, vento del gradiente.

Questo è il vento causato dalle differenze di pressione tra due parti del globo. Queste differenze hanno due cause principali: a) una differenza tra la velocità di rotazione della superficie del pianeta e quella dell'atmosfera, ad essa collegata, e b) la differenza di temperatura del suolo tra i poli e l'equatore.

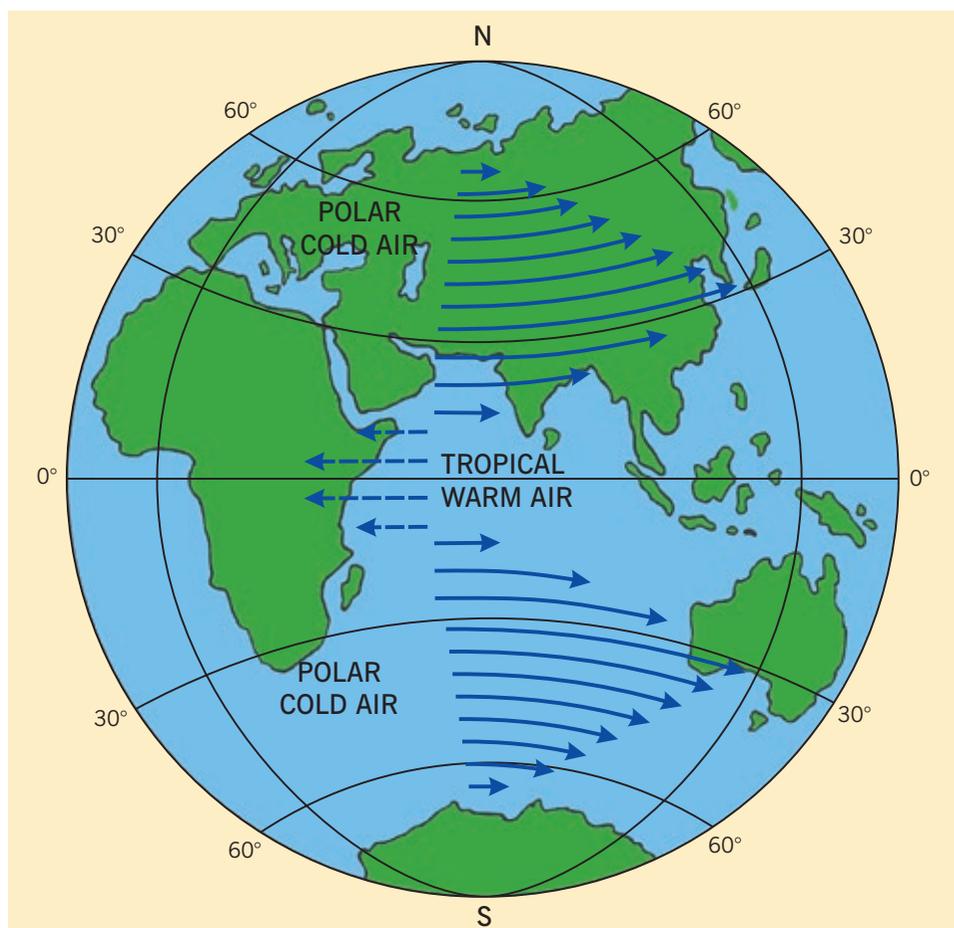


Fig. 1.1 Circolazione generale nei continenti, bassa e media altitudine.

La Figura 1.1 mostra il flusso generale tra il suolo e un'altitudine media di circa 3.000 m. Puoi facilmente vedere che le correnti, generalmente occidentali, sono più forti tra le latitudini 30° e 50°, tanto nell'emisfero settentrionale quanto nell'emisfero meridionale. Questo si adatta bene alle montagne europee (Regno Unito, Norvegia, Alpi, Italia meridionale), agli Urali e all'altopiano tibetano, nonché a tutte le catene montuose del Nord America. D'altra parte, queste latitudini corrispondono alle Ande tra Mendoza e Ushuaia e alla Nuova Zelanda. Tra tutti questi potenziali paradisi, l'Himalaya è già stato esplorato da Alvaro d'Orléans - Bourbon e solo gli Urali non sono mai stati esplorati. Il potenziale è enorme, ma la mancanza di infrastrutture e di dati non consente attualmente il lancio di spedizioni private, come abbiamo fatto in Argentina. Un invito a chi ama volare in onda in montagna!

Si noti che su questa mappa lungo l'equatore, oltre una decina di gradi di latitudine, l'aria fluisce da Est. Questi sono i venti che soffiano solo tra il suolo e da circa 2.000 a 3.000 m. Durante una spedizione in barca a vela tra Martinica e le Grenadine nel 1999, la mia curiosità è stata attratta dal fatto che un tale vento, ad una velocità media da 15 a 20 nodi, stabile in

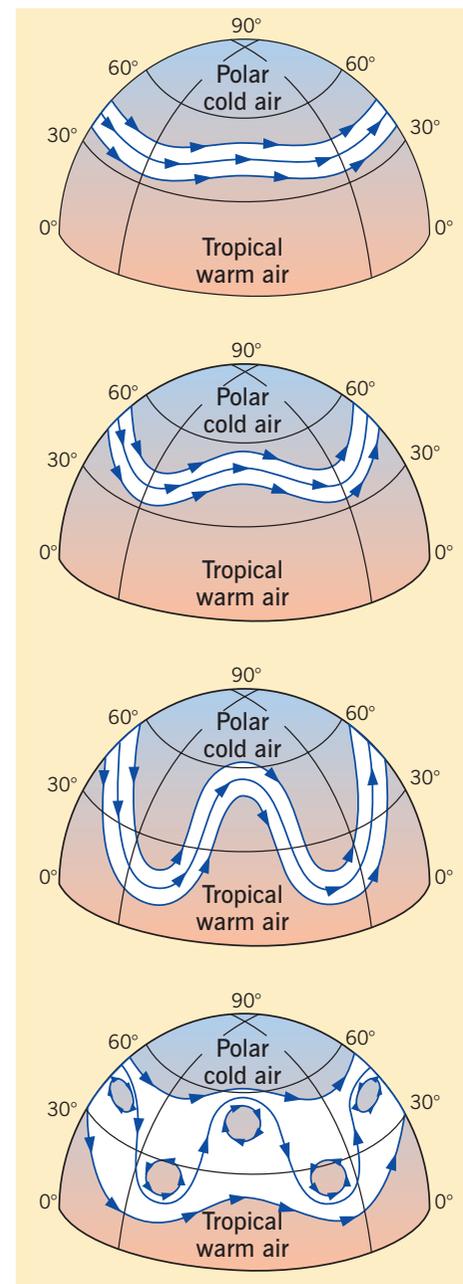


Fig. 1.2 L'evoluzione delle correnti a getto, e quindi la situazione che favorisce la formazione di sistemi ondulatori orografici.

direzione ed intensità, sembra non generare un'onda visibile come potrebbe essere in Europa. Arrivato ad Union Island, ho noleggiato un piccolo aereo e sono andato ad esplorare l'atmosfera sottovento delle vette «Piton» di St. Lucia che si elevano fino a 900 m. Che sorpresa trovare lì quel giorno, e fino a 2.500 m, tutti gli ingredienti del sistema ondulatorio classico tranne le nuvole. Poi improvvisamente tutto si fermò e 100 m più in alto il vento ruotò di 180°, vale a dire, verso ovest. Ovviamente solo grazie al motore è stato possibile scoprire che al di sopra di questo livello la stabilità era completa. Dato che tutto stava accadendo sopra il mare e sottovento a queste isole, non potresti andare a giocare con un aliante puro nei Caraibi!

Su questo flusso, generalmente occidentale, si sovrappongono i movimenti lungo i meridiani Nord - Sud dagli effetti delle celle di convezione termica tra l'equatore e il polo, la cui intensità varia tanto quanto la posizione, su scala continentale a seconda della stagione e delle differenze di temperatura tra il suolo e l'atmosfera.

La figura 1.2 illustra l'evoluzione di queste celle, che ci interessano particolarmente perché è durante il passaggio attraverso la fase intermedia, che i venti sono più forti e meglio organizzati a tutti i livelli. Infatti, questa fase intermedia presenta, essa stessa, anche una forma ondolata chiamata «onde di Rossby», che sono state oggetto di studi teorici estremamente complessi, ma senza alcun interesse per il pilota di aliante, che può accontentarsi di un'analisi molto semplice: dal momento che l'aria deve fare il giro della terra in un certo tempo, se il percorso si allunga per girare attorno a centri di pressione o celle termiche, la massa d'aria dovrà andare più veloce. L'osservazione dello sviluppo previsto delle linee di pressione al suolo, a 500 hPa (circa 5.000 m) e a 200 hPa (correnti a getto a bassa quota) sarà più che sufficiente per prevedere con tre o anche cinque giorni in anticipo una giornata che dovrebbe essere buona per il volo in onda; oppure se dobbiamo spostarci di qualche centinaio di chilometri per andare a trovare quello che dovrebbe accadere, o limitare il nostro volo all'area coperta da queste correnti.

1.2 La previsione del vento.

La prima regola: tutte le situazioni sono solo la ripetizione di situazioni precedenti. Da qui l'importanza dell'osservazione e dell'archiviazione di tutte le situazioni al fine di migliorare l'accuratezza della previsione.

Le attuali risorse di informazione tecnologica ci consentono di fare previsioni con precisione di pochi chilometri su distanze da 2.000 a 3.000 km, in intervalli di tempo di circa un'ora. La potenza delle macchine utilizzate per questi calcoli è enorme. Quando Epsom Meteo ci ha fornito assistenza nelle previsioni del tempo durante le prime spedizioni in Ar-

gentina, era il 25% della capacità di calcolo totale del Centro Meteo (cinque piani di computer e 150 dottori in fisica) che ci è stata dedicata per due mesi. Sfortunatamente, tutte le cose belle finiscono, soprattutto in tempi di crisi.

E' ancora importante ricordare che questi voli e primati, specialmente in Europa, sono iniziati ben prima dell'era potente dell'informatica tradizionale. Negli anni 1980 - 1990, sono stato assistito dal centro meteorologico situato in Piazza del Duomo a Milano, che mi chiamava telefonicamente quando vedeva comparire alcune situazioni interessanti sulle mappe, che all'epoca, erano solo fax cartacei inviati una o due volte un giorno dal centro di Bracknell (UK). Poi mi precipitavo con la mia moto nei loro uffici per discutere e fare fotocopie, e così via. Ovviamente non avevamo altre informazioni il giorno effettivo del volo, il che ci ha permesso di sviluppare una certa sensibilità, che a volte ancora oggi risulta utile.

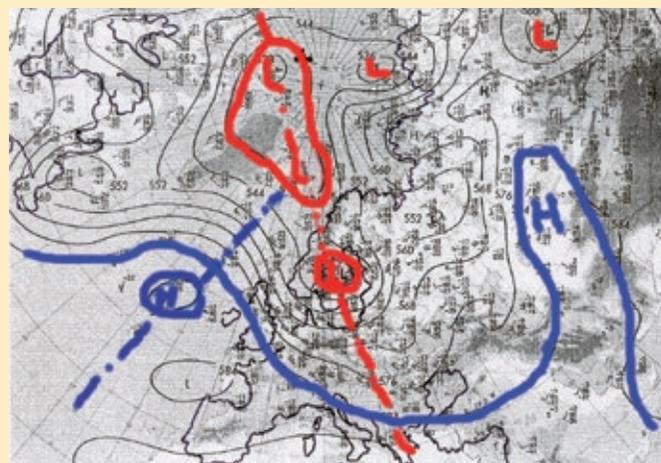


Fig. 1.3 Mappa 500 hPa per il 17 aprile 1982

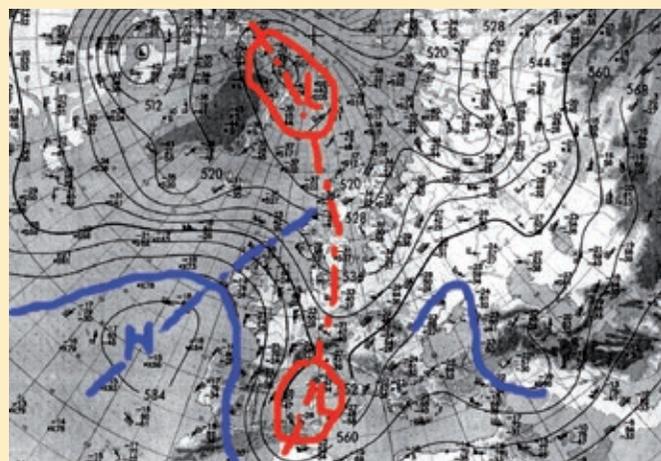


Fig. 1.4 Mappa 500 hPa per il 17 aprile 1992



1. Il vento generale : origini e

Affinché questo periodo eroico non venga dimenticato, ho riportato in Figura 1.3 l'analisi delle isoipse a 500 hPa, che ho avuto prima del mio primo volo di 1.000 km il 17 aprile 1982 (con il Nimbus 2A, I - NEVI, senza zavorra, a soli 29 kg/m²) e nella Figura 1.4 l'analisi delle isoipse a 500 hPa il giorno del famoso volo con meta prefissata da Vinon (Provenza) a Fez (Marocco) dei fratelli Herbaud.

Alla fine degli anni '90 apparvero le prime connessioni di rete di computer pubblici, che sarebbero diventate il Web, utilizzando modem PSTN con una velocità 1.000 volte inferiore a quella di una connessione Internet standard odierna. I browser non esistevano ed il trasferimento dei files avveniva tramite FTP. Era comunque un grande miglioramento rispetto al telefono e al ciclomotore! Poi, tutto è cambiato a una velocità vertiginosa; la quantità d'informazioni è tale che il problema oggi è discernere ciò che è più utile e creare strumenti automatizzati che attingeranno ai siti pubblici e creeranno mappe mirate per le nostre esigenze. Inoltre ora disponiamo di sondaggi della temperatura dell'aria da tutto il mondo, senza dover inviare un aereo in volo e previsioni del vento di elevata affidabilità a breve termine; il pilota non ha più bisogno di sviluppare competenze specifiche.

La prima mappa da osservare è quindi la Terra vista dal Polo e le onde di Rossby, per cercare il momento in cui la parte più inclinata della sinusoide passerà sopra le nostre teste, a meno che non ci spostiamo, ad esempio andando sui Pirenei a cercare l'onda con vento meridionale dopo il passaggio di un'onda con vento di Maestrale (Nord) nelle Alpi, come nella Figura 1.5, 28 marzo 1997.

Per il Polo Sud, la situazione è esattamente la stessa, tranne per il fatto che le depressioni girano in senso orario e che gli anticicloni girano in senso antiorario; il vento del Nord è caldo e umido, mentre il vento del Sud è freddo e secco. Stranamente, i venti da Est sono impopolari in Argentina come in Europa.

Il detto locale sul vento di tipo Foehn orientale dal Mediterraneo nel sud della Francia "Le Vent d'Autan, le vent qui rend fou" e cioè "Il Vento di Autan, il vento che fa impazzire" diventa in Argentina «Viento del este, lluvia como la peste», «Vento da Est, piove come la peste!» In effetti, il motivo è semplice: se il vento proviene da Est in Argentina, abbiamo un anticiclone appena a nord della nostra posizione, che da un lato provoca venti catabatici (discendenti) e, dall'altro, porta umidità dall'oceano Atlantico che non può essere scaricata su alcuna altura, a differenza di un vento di ponente, proveniente dal Pacifico, che rilascia direttamente la sua umidità sul lato cileno. La figura 1.6 mostra la situazione isobarica prevista per il giorno di Natale 2010, il giorno del nostro triangolo da 1.600 km (due primati mondiali).

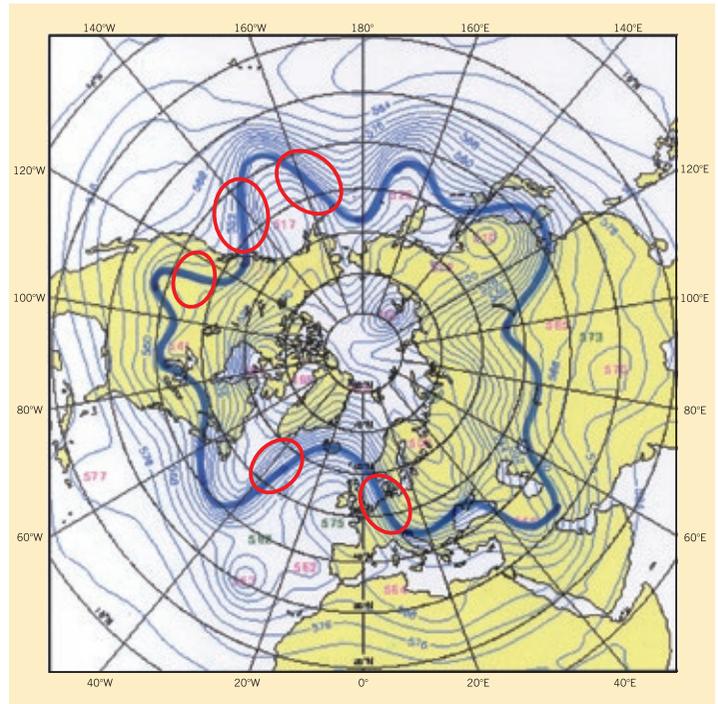


Fig. 1.5 Polo Nord 500 hPa previsione a 5 giorni del 24 marzo, 1997. I circoli rossi mostrano le zone migliori per il volo in onda.

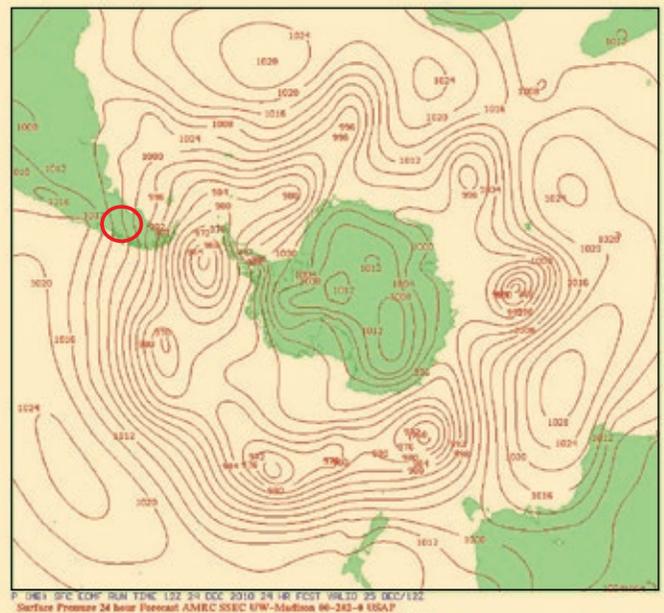


Fig 1.6 Polo Sud isobare, previsione a 24 ore per il giorno di Natale 2010. In rosso, le zone di volo.

Le meraviglie dei calcolatori attuali, ci consentono di avere questo grafico ogni 6 ore con previsioni di sette giorni in anticipo, che è quasi lo stesso ordine di grandezza, differente di pochi giorni, della rotazione complessiva del sistema di onde di Rossby attorno al polo. Difficile sbagliare o per-

dere una situazione favorevole, almeno per quanto riguarda il vento. Ma per quanto riguarda i fronti, è un'altra questione. Questo stesso grafico, sviluppato orizzontalmente, è riportato in Figura 1.7: previsione a tre giorni per il giorno di Natale 2010 a 500 hPa.

In questo momento, la bassa pressione era centrata esattamente sulla Patagonia meridionale e noi eravamo nella parte migliore della sinusoide. Infatti, gli eventi si sono svolti un po' più velocemente del previsto e la fine del volo è avvenuta mentre il vento diventava da nord-ovest; non avevamo altra scelta, poiché avevamo deciso che il giorno 24, in definitiva il giorno migliore, sarebbe stato dedicato alla preparazione del volo del 25.

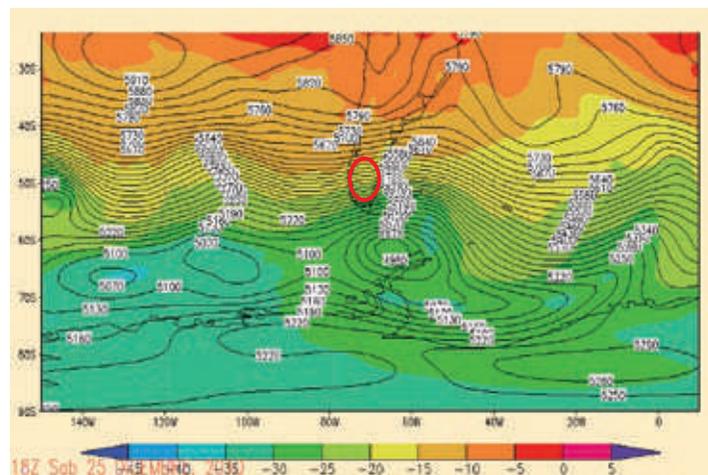


Fig. 1.7 Geopotenziale 500 hPa a 78h per Natale 2010 ore 18Z. In rosso è l'area di volo.

Prima di chiudere il capitolo sulla circolazione generale e le previsioni del vento su scala continentale, è bene ricordare due semplici concetti da tenere sempre presenti:

- L'intera atmosfera compie una rivoluzione al giorno insieme al nostro pianeta. Quando questa rotazione si estende e gira intorno alle celle convettive, l'aria dovrà andare più veloce in alcuni luoghi per arrivare nello stesso momento. È grazie a queste anomalie convettive su scala continentale, che nascono i venti che ci permetteranno di realizzare questi bellissimi voli. Bisogna quindi tenere d'occhio la formazione di aree di depressione profonda, quelle che porteranno miseria alle popolazioni, ma anche felicità agli amanti del volo in onda.
- Nell'emisfero settentrionale alla latitudine media di 45°, quasi il 60% del percorso che fa l'atmosfera è al di sopra della superficie terrestre, dove si perde energia e i cambi di direzione dovuti all'attrito sono i più elevati. Nell'emisfero australe, la superficie terrestre è insignificante, sicuramente inferiore al 10%. Quindi, i venti negli strati inferiori

dell'atmosfera meridionale sono naturalmente più forti, a parità di gradiente di pressione, e più stabili in direzione.

1.3 Le correnti a getto (jet – streams).

Queste sono correnti molto rapide, di larghezza variabile da un centinaio di chilometri a 1.000 km; di solito sono dell'ordine di 500 km. Il loro spessore non è noto esattamente: apparentemente pochi chilometri (gli esperti indubbiamente dovrebbero saperlo), ma solo la parte inferiore ci interessa in quanto si trascina lungo la parte alta della troposfera, la massa d'aria inferiore, la parte in cui viviamo, da 7.000 a 8.000 m, circa 200-300 hPa. Dal punto di vista pratico, questa energia può compensare le perdite di energia per attrito tra i diversi strati a partire dalle altitudini che innescano sistemi ondulatori stabili, cioè sopra i rotori, tra 1.000 e 2.000 m in Europa e da 2.000 a 4.000 m nelle Ande o nelle Montagne Rocciose negli Stati Uniti. Le velocità possono raggiungere diverse centinaia di nodi (1 kt = 1,85 km/h) nel cuore della corrente a getto, ma siamo già ampiamente soddisfatti quando vediamo 100 a 150 kt a 200 hPa. In definitiva, queste correnti sembrano costituire il principale contenuto energetico in un'onda di Rossby.

Di conseguenza, rappresentandoli entrambi come visti dal Polo o in pianta, ci forniscono risultati comparabili, con, in aggiunta, un'indicazione dell'energia disponibile, che è assolutamente essenziale poiché nessun volo in onda può riuscire a battere un primato senza la presenza di una corrente a getto nell'area del volo.

È la presenza di questa corrente a getto che permette, per lo stesso luogo, la stessa direzione ed intensità del vento e alla stessa altitudine, il verificarsi di venti di velocità di salita di 2 m/s o di 10 m/s, come già più volte osservato (anche 15 m/s nel 2002 con Diego Volpi).

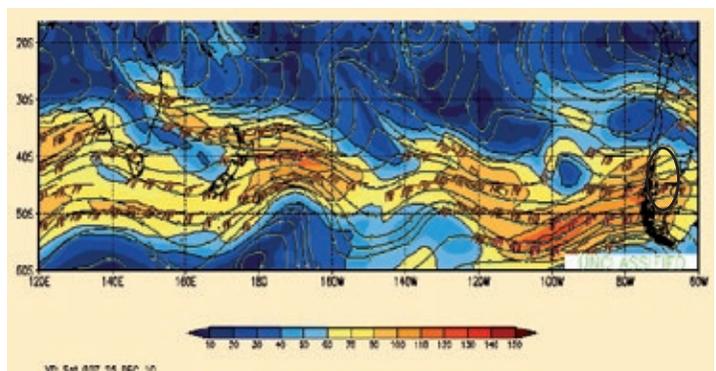


Fig. 1.8 Previsione della corrente a getto a 200 hPa prevista per il Natale 2010. L'area di volo è in nero.



1. Il vento generale : origini e

La Fig. 1.8 mostra la previsione a 24 ore della corrente a getto a 200 hPa in sviluppo tra 60° W e 120° E, pari alla metà del pianeta, tra 20° e 60° di latitudine Sud.

Il dato interessante di questa giornata è che, da un lato il vento non è molto violento (circa 100 kt) e dall'altro, l'ampiezza della corrente a getto copre l'intera catena montuosa tra i 40° e 52° di latitudine o più di 1.000 km. Da notare l'accuratezza della previsione a Nord, che ci invita a non superare i 40°. Sapendo che Bariloche è a 41°, il punto di virata settentrionale del nostro triangolo non dovrebbe essere molto a Nord e anzi il punto scelto a 39° 52' era già praticamente morto nonostante il forte vento, perché senza l'aggiunta di energia della corrente a getto.

La stessa mappa «vista dal Polo» è rappresentata nella Figura 1.9 a lato. L'area di volo è in rosso. Le caratteristiche sono abbastanza simili, incluso il buco o il vuoto annunciato per il giorno successivo e che alla fine è arrivato mezza giornata prima del previsto.

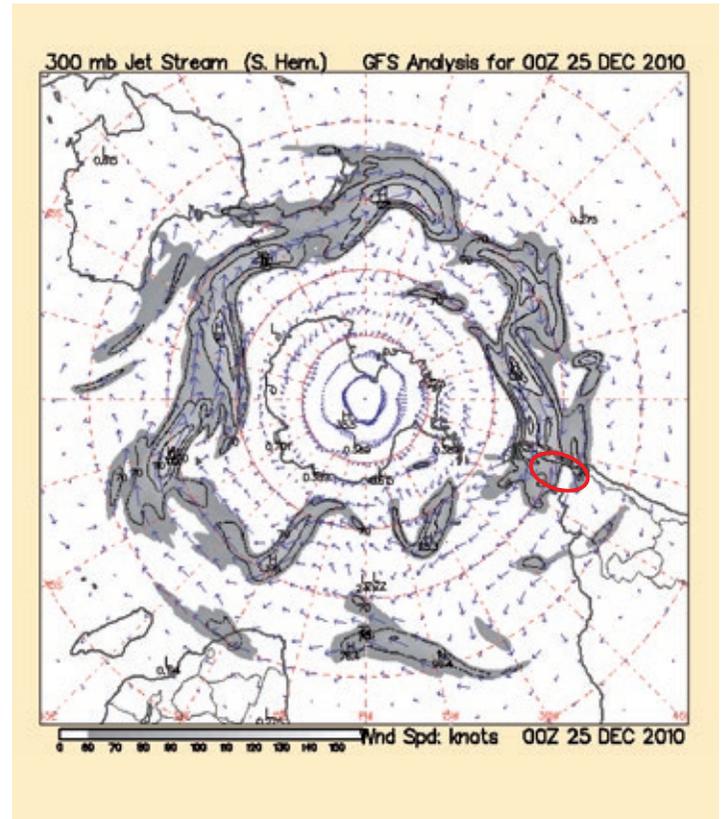


Fig. 1.9 1.9 Jet - stream a 300 hPa il 25 dicembre 2010 a 00Z (cioè 21 ore, ora locale, 24 dicembre). (FOTO sul lato destro).



Fig. 1.9.a La presenza di cirri pettinati a "coda di cavallo" (c. Uncinus) è la prova del passaggio di una corrente a getto, favorendo il rinforzo dell'onda.



Il più delle volte, le correnti a getto non sono visibili, ma l'osservazione di nuvole alte (cirri) con forma a coda di cavallo (il termine scientifico è nuvola di Kelvin-Helmholtz) è un segno sicuro della loro presenza.

Sebbene l'arrivo dei cirri sia un fattore negativo per la formazione delle onde, questa è un'eccezione. La Figura 1.9.a mostra un esempio di questo tipo di cirri.

Allo stesso modo, queste nuvole sono spesso presenti alle estremità laterali della corrente a getto, e rappresentano la zona di attrito tra il «tubo d'aria», che si muove ad alta velocità e la massa relativamente immobile dell'aria circostante. Questi vortici laterali sono classici nell'idraulica. La Figura 1.9.b mostra un esempio.

Fig.1.9.b Nubi di Kelvin-Helmholtz sul bordo della corrente a getto osservati da alta quota.

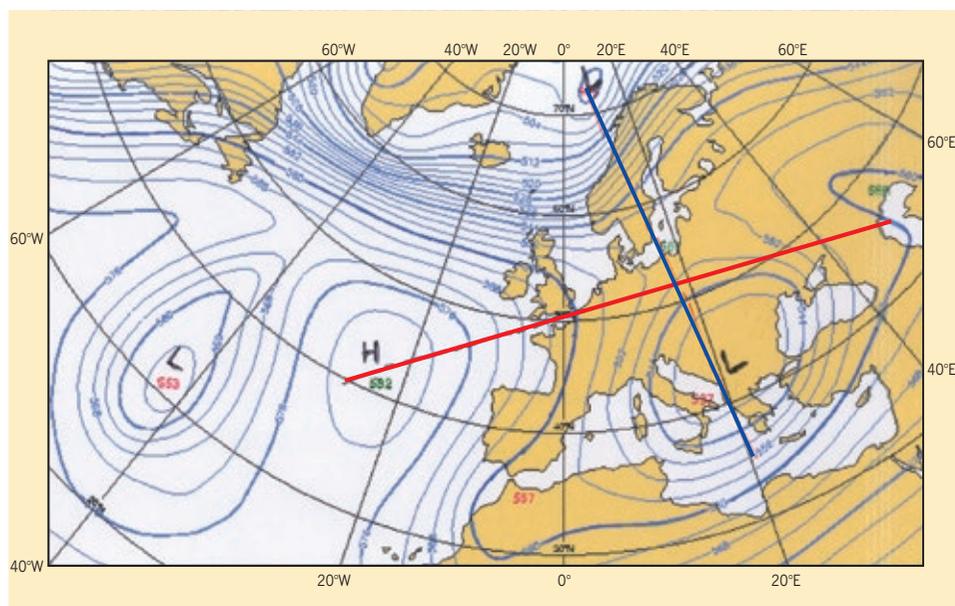


Fig.1.10



1. Il vento generale : origini e

1.4 Forma ad omega: flussi tirati e flussi spinti.

L'osservazione delle linee di pressione al suolo (isobare) o di altitudine ad una data pressione (isopse), relative alle migliori condizioni d'onda, mostra sempre una linea mediana a forma di omega (Ω). Le linee che uniscono i centri di alta pressione e quelle che uniscono i centri di bassa pressione sono praticamente perpendicolari. Questa configurazione è in effetti quella che fornisce la massima energia. Ecco alcuni esempi.

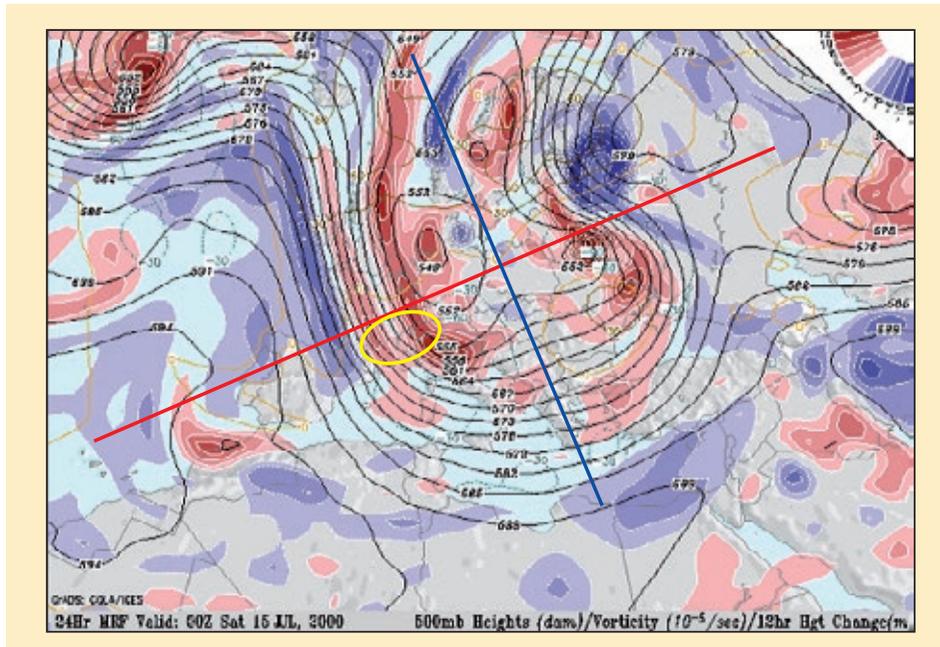


Fig. 1.11 Previsione a 24 ore delle isoipse a 500 hPa sull'Europa il 15 luglio 2000

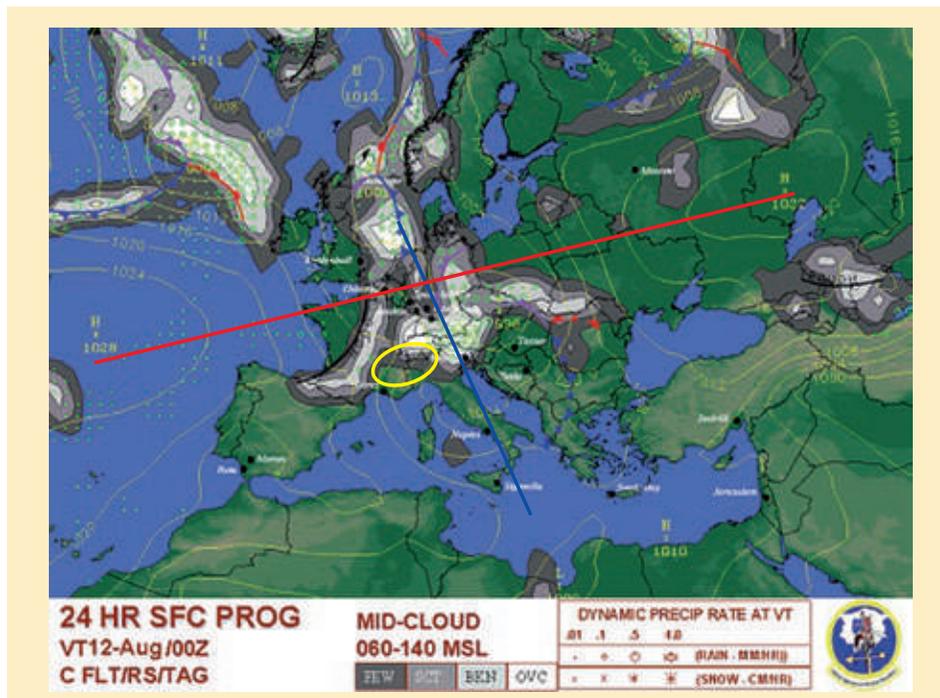


Fig. 1.12 Previsione a 24 ore delle isoipse a 500 hPa sull'Europa il 12 agosto 2002

Nella fig. 1.10, isoipse a 500 hPa sull'Europa, c'è una buona perpendicolarità di queste linee, da notare che la presenza di due centri di alta pressione e due centri di bassa pressione posti ai lati dell'omega è un fattore di accelerazione e quindi aumenta l'energia disponibile e migliora la qualità dei sistemi ondulatori.

Nella figura 1.11, previsione a 24 ore delle isoipse a 500 hPa sull'Europa il 15 luglio 2000, il giorno del primo attraversamento della Valle del Rodano partendo da Calcinate del Pesce, c'è più o meno la stessa linea perpendicolare che unisce i centri di pressione e la stessa forma ad omega delle isoipse. Tutti gli ingredienti vengono così raccolti per questo primo tentativo di un volo di 1.000 km «andata e ritorno» tra Calcinate e Bédarieux, che ha dovuto essere abbandonato a causa della solida copertura nuvolosa negli ultimi 100 km.

Ma questo era solo un rinvio, poiché la previsione per il 12 agosto 2002 sembrava essere una fotocopia di quella precedente e quindi, questa volta, avrebbe consentito di effettuare il volo come originariamente previsto. Fig. 1.12.

La situazione sembra infatti molto semplice da prevedere, almeno per quanto riguarda la direzione e l'intensità del vento.

Per quanto riguarda la qualità dei sistemi ondulatori, cioè le intensità delle velocità verticali, si deve tener conto, oltre a tutti i parametri di temperatura, gradiente di temperatura, gradiente di velocità (come spiegato più avanti) e la presenza o meno di correnti a getto, di un altro parametro che ritengo importante e di cui nessuno parla; la posizione dell'area di volo rispetto ai centri di pressione, o più semplicemente, se siamo sul lato dell'anticiclone o dalla parte della bassa pressione rispetto alla linea centrale delle isoipse o isobare.

Bisogna tener presente il fatto che a

causa dell'attrito causato dal terreno all'altitudine delle montagne, le linee di flusso sono tutt'altro che parallele alle linee di pressione.

La differenza può variare da 10° su un mare calmo (aumentando con l'altezza delle onde) fino a 25° o 40° a seconda delle dimensioni del terreno montano, vedi Figura 1.13 e le leggi di Buys-Ballot e Coriolis, che presumo il lettore conosca già.

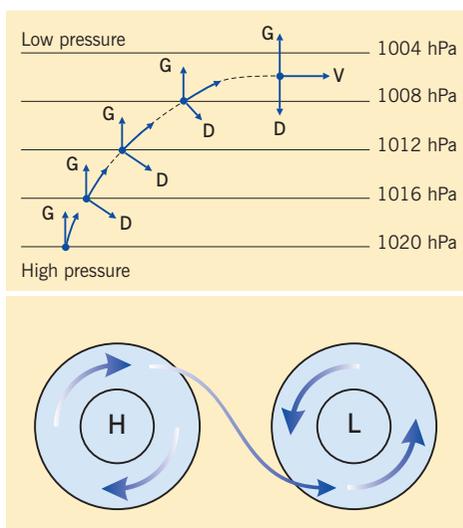


Fig. 1.13 Linee di flusso inclinate rispetto alle linee di pressione (emisfero Nord).

In effetti, se ci si trova dalla parte di una bassa pressione, il flusso è di tipo ciclonico quindi ascendente e quindi «tirato». Questa è la situazione migliore, perché siamo in condizioni di energia positiva in cui tutta la massa d'aria sale indipendentemente da fenomeni ondulatori e termici eventualmente sovrapposti (o interferenti).

Se invece, al contrario, si è dalla parte di un'alta pressione, il flusso è di tipo catabatico quindi discendente e «spinto». Siamo in condizioni di energia negativa, poiché il flusso si sta comprimendo, «schiacciato». Questo è assolutamente tipico dei giorni dopo il «Maestrale», il famoso vento di nord-ovest delle Alpi. È facile da capire guardando le due figure sopra e sup-

ponendo che l'Omega è scivolato a destra; la nostra area di volo è quindi ora dalla parte dell'alta pressione. Essendo la corrente catabatica, il gradiente di temperatura diventa stabile ed inoltre la massa d'aria proveniente dagli strati superiori è più fredda. Le termiche possono aspettare tutto il giorno e anche se c'è ancora vento, le onde saranno deboli e inaffidabili, perché ancora una volta il vento girerà da Nord-Est (nell'emisfero settentrionale).

Nelle Alpi francesi una situazione del genere non favorisce i voli cross country in onda, non solo per i motivi sopra esposti, ma anche perché l'orientamento generale delle montagne non è favorevole con venti da Nord-Est. Nelle Alpi Svizzere e Italiane, la situazione è migliore ed ho potuto effettuare piccoli voli di cross country a circuito chiuso in onda con vento tra Nord ed Est, sempre con cielo sereno. Sul versante austriaco, la situazione è molto più favorevole ed è anche possibile effettuare gare di velocità lungo i costoni per centinaia di chilometri.

Nonostante il loro orientamento complessivo Nord-Sud, le Ande, a causa della formazione vulcanica che le caratterizza, presentano molte catene montuose isolate e grandi laghi, che consentono ai sistemi ondulatori di prosperare in venti anticiclonici meridionali, la cui intensità è di circa 20-50 km/h, con ascendenze da 0,5 fino a 2 m/s e con basi dell'ordine di 4.000 m. Il vantaggio di questo tipo di volo sta nel fatto che si vola nel cuore delle montagne, in un cielo generalmente di un azzurro intenso con una visibilità straordinaria, cavalcando tra la costa del Pacifico e il deserto bruciato della «steppa o pampa secca».

La Figura 1.14 mostra la situazione di isobare e isopse a 500 hPa il 25 dicembre 2012, con un vento di 15 kt da Sud, che consente questo tipo di volo principalmente a scopo turistico.

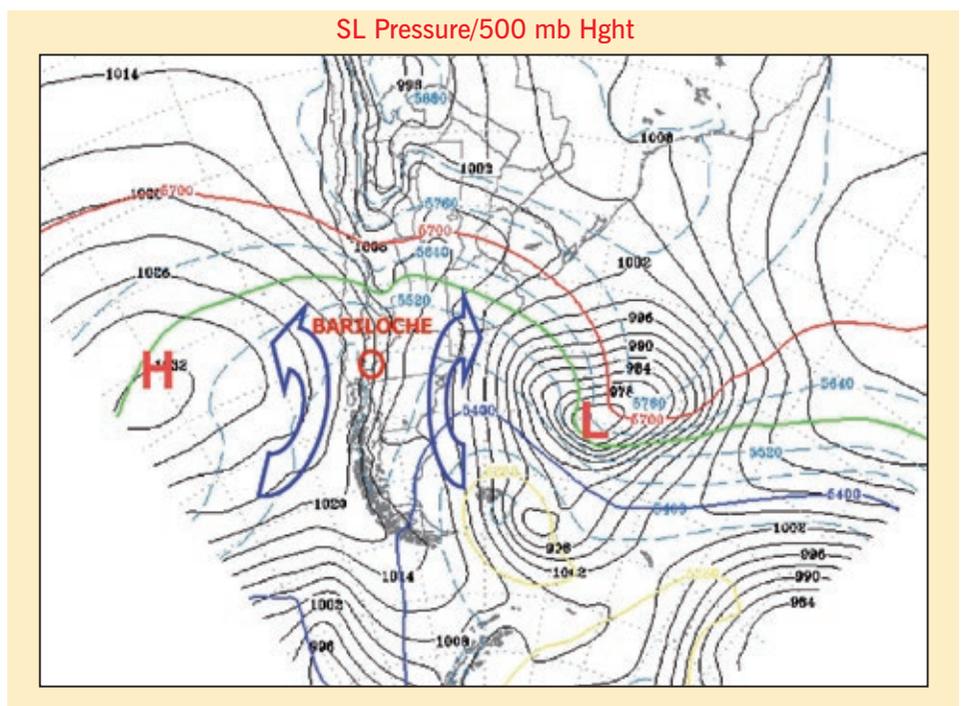


Fig. 1.14 Situazione tipica con flusso da Sud per volare all'interno della Cordigliera con cielo sereno o parzialmente nuvoloso, venti da 10 a 20 kt con rimbalzi isolati di onde di 1-2 m/s. 25 dicembre 2012.



1. Il vento generale : origini e

1.5 Dove trovare le previsioni del vento ?

Le reti di comunicazione Web e Internet hanno completamente cambiato le modalità di previsione. Ora è possibile trovare previsioni del vento gratuite e affidabili con tre o anche cinque giorni di anticipo. I siti web sono così numerosi che citerò solo i più importanti, che servono come fonte per tutti gli altri. La disponibilità è così vasta, che è necessario creare una pagina di «siti web» che contenga tutte le carte e bollettini per il pilota, organizzati secondo i suoi desideri e tipologie di voli. Questo è quello che abbiamo fatto per le nostre spedizioni in Argentina dalla fine della sponsorizzazione di Epson.

Per l'Europa, consiglio di controllare come minimo (elenco non esaustivo), gratuitamente:

- Topkarten, <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/ani/GFS>, Pannello-animazione per 384 ore (16 giorni), e selezionare le mappe 500 hPa Geopot., Bodendruck (isopse e isobare) e 500 hPa Wind/Stromlinien (linee di flusso a 500 hPa).
La mappa del vento 200 hPa Wind/Stromlinien è interessante, in quanto dà un'idea delle correnti a getto viste come dal Polo Nord e la finestra «Niederschlag» mostra le precipitazioni, quindi i fronti o le tempeste. Per coloro i quali hanno uno schermo grande, è possibile vedere fino a quattro grafici aperti contemporaneamente e, spostando il mouse verticalmente sul lato sinistro dello schermo, tutti questi grafici prendono vita mostrando ogni 6 ore per un periodo di otto giorni. Utilizzando i tasti CTRL+ e CTRL- è possibile ingrandire lo schermo per visualizzare un dettaglio o una panoramica. Difficile da battere!
- Per il jet-stream, un bel grafico dal link, <http://www.netweather.tv/index.cgi?action=jetstream;sess=> mostra ogni 3 ore per 16 giorni in animazione. Questo è più che sufficiente per pianificare le tue vacanze!



Infatti, tutte queste mappe si basano su informazioni fornite gratuitamente dal Global Forecast System (GFS), modello di previsione numerica del Servizio Meteorologico Nazionale USA (NWP National Weather Service).

- **Solo per le Alpi francesi**, un sito molto completo soddisfa sia le esigenze del pilota che quelle della famiglia:

<http://meteo05.sepcs.fr/bulletin/meteorapide.htm>

- **Per 100-130€/anno**, puoi avere accesso a previsioni più mirate e più precise, da 4 a 6 giorni.

In quest'area due aziende tedesche si dividono la torta:



- TopMétéo (Wetter Jetzt), <http://fr.topmeteo.eu/go/home>
- PC Met, <http://www.dwd.de/>

Il primo sito è il più semplice e, secondo me, sufficiente per la maggior parte dei piloti.

Il secondo è più completo, soprattutto per quanto riguarda l'evoluzione delle termiche e dell'energia disponibile. Nessuno dei due al momento fornisce ancora previsioni per l'onda, ma riportano solo le mappe del vento GFS liberamente disponibili sui due siti sopra citati.

- La società ceca FLYMET <http://flymet.meteopress.cz/index.php> ha anche avviato le previsioni del tempo e poiché uno dei suoi sponsor ha già partecipato a due spedizioni in Argentina, ha deciso di investire in sistemi di previsione delle onde. Un primo grafico è già in home page. Uno da guardare !
- **Per circa mille euro l'anno**, si possono far spedire più volte al giorno fascicoli già pronti con magari delle previsioni dei movimenti verticali. Contratto da negoziare direttamente con i fornitori di cui sopra.
- **Per circa dieci volte di più**, un bollettino personalizzato di un previsore con disponibilità telefonica permanente, un pacchetto completo quattro volte al giorno e con una monitoraggio personalizzata. Contratto da negoziare direttamente con i fornitori di cui sopra, ma meglio con grandi centri meteorologici privati come Epson in Milano.

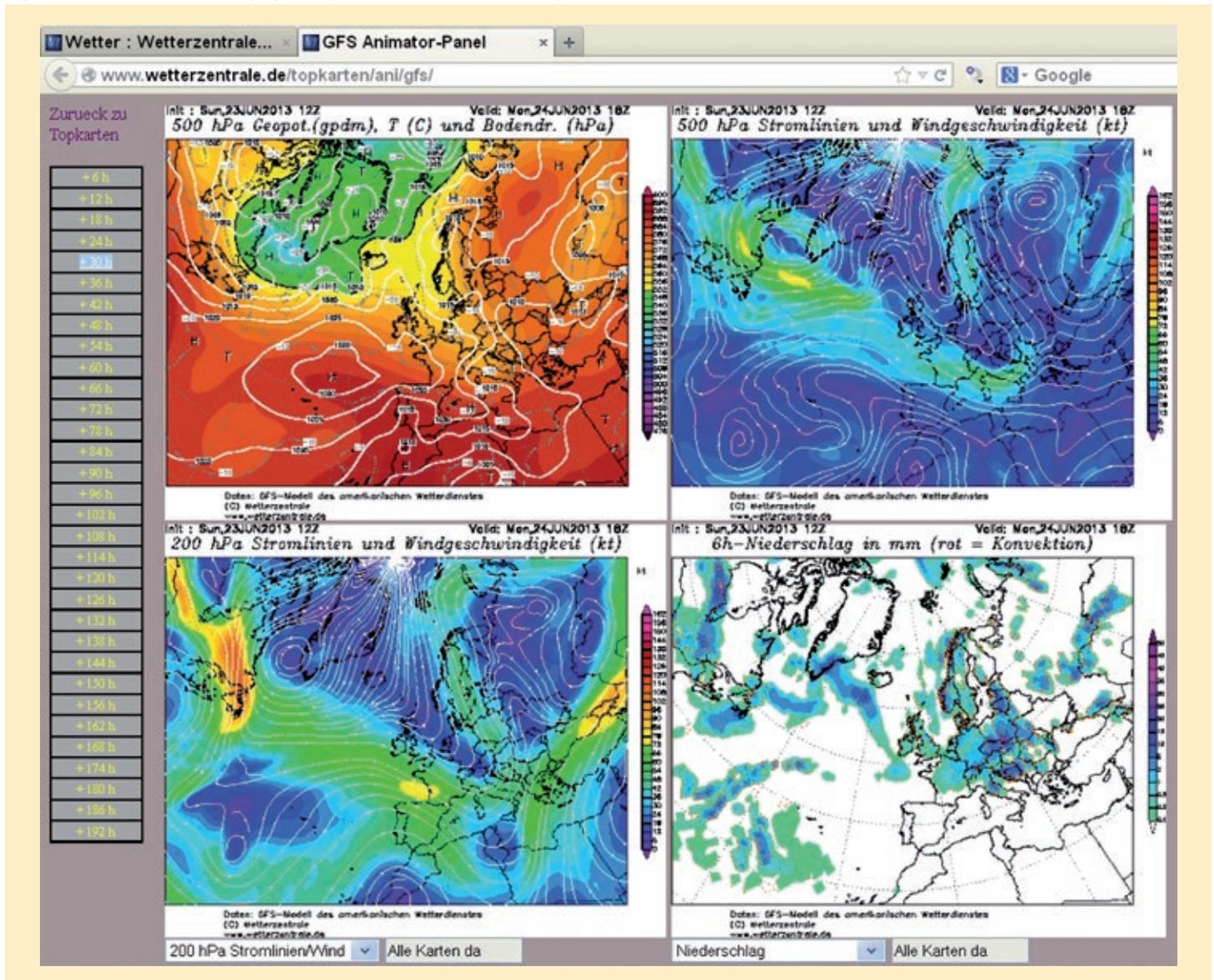
- Per il Sud America, la nostra unica fonte di informazioni è attualmente il Servizio Meteorologico Nacional, <http://www.smn.gov.ar/>, che include tutte le informazioni di tutti i tipi. È quindi necessario creare pagine personali che colleghino direttamente alle informazioni ricercate.



- Si noterà con piacere che in <http://www.smn.gov.ar/?mod=vueloavela> Scheda Informazioni aeronautiche, c'è una sotto scheda di informazioni per il volo a vela con meteogrammi che comprende cinquanta città, immagini di satelliti nello spettro visibile ed infrarosso, globali o regionali, previsioni di isobare e isoipse, precipitazioni e vento fino a quattro giorni avanti. E tutto gratis.



Fig. 1.15 Schermata di una pagina Topkarten costruita come sopra descritto.





I tre vulcani locali intorno a Bariloche: a sinistra Osorno, 2.661 m (Cile), in primo piano il Tronador, 3.491 m (confine argentino-cileno), a destra il Puntagudo 2.493 m (Chile). Sullo sfondo, la costa dell'Oceano Pacifico.



Il principio è lo stesso, si tratta di un flusso d'aria che viene «tirato» da una bassa pressione indotta dalla temperatura. La scala è essenzialmente locale (poche centinaia di chilometri) e la loro durata è quella del giorno solare, con inversione di direzione del flusso d'aria che si avvicina al suolo nelle ore serali e notturne. Tutti i libri di testo ne parlano, ma io ne vorrei sottolineare alcune caratteristiche utili per l'immediata applicazione pratica da parte del pilota...

2. I venti locali di origine

Il principio è lo stesso, si tratta di un flusso d'aria che viene 'tirato' da una bassa pressione indotta dalla temperatura. La scala è essenzialmente locale (poche centinaia di chilometri) e la loro durata è quella del giorno solare, con inversione di direzione del flusso d'aria, che si avvicina al suolo nelle ore serali e notturne. Tutti i libri di testo ne parlano, ma io ne vorrei sottolineare alcune caratteristiche utili per l'immediata applicazione pratica da parte del pilota.

2.1 Formazione dei fronti di convergenza.

In Europa, dove le pianure sono ricoperte di vegetazione e le montagne al di sopra dei 2.000 m sono spoglie, sulle vette si sviluppano sempre zone di bassa pressione termica, formate da sufficiente irraggiamento al suolo, il quale fa sì che la brezza di valle, che soffia all'inizio del pomeriggio, scorra sempre dalla pianura verso le cime dei monti. Questa bassa pressione, situata al centro del massiccio montuoso, è soggetta a una rotazione in senso antiorario nell'emisfero settentrionale. Questo aspetto è spesso sottovalutato, ma è comunque reale e genera un movimento complessivo dell'aria dal settore N-NE verso Nord al centro della depressione e dal settore Sud-Sud Ovest verso Sud dello stesso centro. Lo stesso movimento si aggiunge alla naturale brezza di valle o ad essa si oppone, a seconda che ci si trovi rispettivamente a nord o a sud del centro del massiccio montuoso. Quando la catena montuosa è prevalentemente orientata Nord-Sud, le creste orientali si riscaldano per prime ed una brezza di valle orientale si stabilisce alla fine della mattinata. Poi entrano in gioco le creste occidentali e generano una brezza in senso contrario. L'incontro di queste due masse d'aria spesso genera fronti di convergenza, detti anche linee di confluenza o di convergenza. Questi consentono voli veloci, ma dove la rotta è necessariamente quella della zona di attrito, dove queste due masse d'aria si incontrano, una lama di poche centinaia

di metri di larghezza, a volte così stretta da non poter essere utilizzata in spirale (ricordando che a 30° d'inclinazione e 120 km/h, il diametro della virata è di circa 400 m).

Quando l'umidità e le caratteristiche termodinamiche di queste due masse d'aria sono differenti, allora questo fenomeno può essere spesso visibile come una nuvola; un aliante deve necessariamente volare a lato della massa d'aria più secca e, se necessario, allontanarsi dalla rotta prevista, perché così facendo volerà complessivamente più velocemente. Quando la linea delle creste è continua ed è molto più alta della base delle nubi nell'aria più umida, questa linea energetica è praticamente stazionaria per tutto il pomeriggio.

Questo dilemma è sempre oggetto di grandi discussioni tra i piloti, tuttavia il mio consiglio è di non esitare a spostarsi di diversi chilometri, se la differenza di rotta tra la linea di convergenza ed il percorso teorico non supera i 20°.

A questo angolo la distanza percorsa aumenta del 6 %, ma se la linea di energia funziona normalmente, la velocità in rotta aumenta facilmente del 20 %, il che produce un guadagno teorico del 14 %. Per 30° di differenza tra i percorsi, la penalità diventa del 13%, bisogna quindi essere certi della qualità della linea di convergenza in termini di velocità verticali ascendente (V_z) e della sua continuità per essere sicuri di guadagnare seguendola.

Fare sempre attenzione, se la cresta è interrotta da un colle situato ad un'altitudine prossima a quella della base delle nuvole dal lato della massa d'aria umida, quest'ultima utilizzerà questa breccia per penetrare all'interno della massa d'aria secca e andrà non solo ad interrompere l'attività termica, ma ugualmente a generare un vento di bassa quota in senso opposto a quello dell'aria secca, con il risultato che i pendii che erano sede di buona sali-



Fig. 2.1 Alla fine del pomeriggio, la brezza da Est può entrare dai colli e scivolare sotto la brezza ascendente da Ovest, o addirittura fermarla. I pendii cesseranno di funzionare, bisogna immediatamente fuggire sulle pendici laterali opposte o verso Briançon.

ta all'inizio del pomeriggio, verranno a trovarsi senza vento e senza alcun segno esteriore per segnalare necessariamente questo cambiamento. Il pilota che cercava di proseguire lungo queste montagne nella speranza di trovare ascendenze dinamiche o termiche, si ritroverà rapidamente in mezzo ad un prato. In questa situazione non bisogna restare più di qualche secondo, ma procedere subito in direzione opposta, verso la pianura o verso il centro valle, dove prima o poi si troverà la linea di convergenza tra le due masse d'aria, che potrebbe non essere necessariamente visibile. Questa situazione è molto frequente nelle Alpi, ad esempio sul versante della valle della Clarée, dove la brezza di valle da Est proveniente dall'Italia entra agevolmente dai colli del Monginevro e della Scala, posti a 1.800 m quando le montagne vicine sono circa 3.000 m. Si veda nella figura 2.1 la rappresentazione di questo fenomeno sul famoso pendio di Plampinet, il quale ha visto atterrare più di un aliante nel campo di 'Le Rosier'.

Stessa cosa nell'alta valle dell'Ubaye, dove la brezza proveniente dall'Italia penetra alla fine del pomeriggio attraverso il colle della Maddalena (col de l'Arche, 1.990 m) e va ad interrompere l'attività termodinamica tra Jausiers ed il colle di Vars, con forse un'influenza negativa fino alla Testa di Siguret.

È quindi meglio, se si proviene da nord, essere molto prudenti se si prevede di riguadagnare quota sul pendio di Siguret alla fine della giornata. È bene anche osservare da vicino i cumuli, per vedere se la brezza da Est non sia entrata: altezze della base delle nubi variabili, cumuli sfilacciati o rotti al centro della valle. Vedi Fig.2.2.

Lo stesso vale per il colle del Moncenisio (2.080 m), il colle del Nivolet (2.600 m), il Gran San Bernardo (2.470 m), il



Fig. 2.2 Entrata di una massa d'aria italiana nell'alta valle dell'Ubaye dal colle della Maddalena (col de Larche) nel corso della giornata. Il pendio di Siguret non funziona più, occorre avvicinarsi a Barcelonnette.

passo Novena (Nufenen 2.480 m) e tutti gli altri passi che si trovano a cavallo di due masse d'aria molto diverse. Per questo motivo, si consiglia vivamente di non scendere al di sotto delle cime prossime ai limiti climatici nel tardo pomeriggio; il risultato potrebbe essere particolarmente deludente. In caso di dubbio, non esitare a ridurre l'impostazione di velocità (McCready) e rimanete in planata di campo atterrabile conosciuto.

2.2 Utilizzo delle convergenze.

Nelle Alpi nei belli e caldi pomeriggi estivi, non è raro trovare convergenze che vanno da Nizza fino ad Aosta; negli Appennini questa linea può superare i 500 km e dare gioia ai volovelisti da Firenze a Rieti: ha consentito i primi 1.000 km a sud della valle del Po.

La linea di energia da utilizzare è sul lato delle basi nuvolose più alte nella massa d'aria più secca.

Il segno visibile può essere piccolo come un semplice fracto-cumulus, che indica al pilota che dovrebbe fermarsi un momento per sfruttare questo fenomeno e passare ad un altro sistema molto più attivo con base cumuli che saranno più alte di 1.000 - 2.000 m, dove tutto risulterà più semplice. Esempio in Fig, 2.3.

2. I venti locali di origine



Fig. 2.3 Nube dei Convergenza alle Aiguilles d'Arve, agosto 2012. Siamo arrivati con cautela da destra (NW) dalla bassa valle della Maurienne in una massa d'aria umida e meno attiva. Vedendo questa nuvola di convergenza, l'abbiamo sfruttata sul lato sinistro (SE), cioè nella massa d'aria secca delle Hautes-Alpes, che ci ha permesso di salire da 2.500 a 4.000 m, attraversare senza difficoltà i colli e proseguire il nostro volo verso sud.

In estate, quando la Pianura Padana e le Hautes-Alpes sono state ben riscaldate dal sole, si forma una corrente ascensionale su ogni lato del massiccio, ma solo il versante francese è sfruttabile perché le basi delle nubi sul versante italiano sono troppo basse, mentre sono circa 3.500-4.000 m in Francia. Foto del Monviso scattata guardando verso Sud, a sinistra la Pianura Padana. Vedi fig. 2.4.

Fig. 2.4 Convergenza alla verticale del Monviso.



Allo stesso tempo, guardando a nord del Monviso si può notare la presenza di piccoli cumoli sopra i 4.000 m, che mostrano la parte superiore del fronte di convergenza. Vedi fig. 2.5.

In questo caso il percorso da seguire per andare a Nord e raggiungere Bardonecchia dovrebbe essere da prima una curva a sinistra e poi a destra.

Cercare di attraversare dritto sarebbe probabilmente destinato a fallire data l'altitudine delle basi delle nubi in Italia.

La fig. 2.6 riporta sulla mappa l'esempio delle fotografie sopra. L'aliante proviene da sud, si avvicina al Monviso e deve proseguire verso nord attraverso la val di Modane per il colle d'Etache (3.020 m) 15 km a NE di Bardonecchia. Il percorso in linea retta è di 58,6 km e probabilmente fallirà perché il pilota troverà solo aria discendente e sarà ostacolato dalle nuvole.

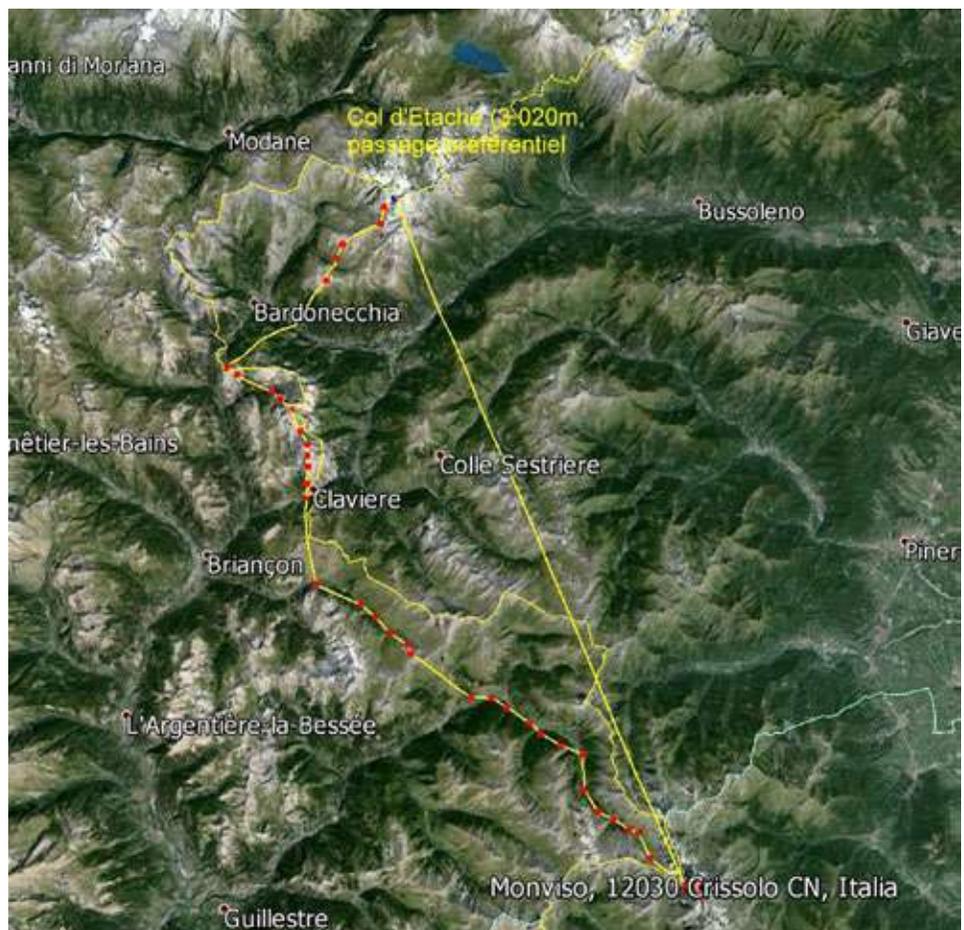
Il percorso lungo la linea di positiva è di 70 km, ovvero il 20 % in più, ma il pilota che sceglierà questo percorso arriverà in tutta tranquillità e ad una quota prossima alla quota di partenza senza essersi dovuto fermare per salire. Il tempo di volo a 150 km/h sarà di 28 min contro 23 min per la linea retta. Ipotizzando che il pilota che abbia scelto la linea retta ed abbia perso 1.500 m (che è il minimo in queste condizioni) e una salita a Bardonecchia di 2 m/s (ottimista), ci vorranno oltre 12 min per salire fino alla quota del suo compagno.

Il risultato complessivo è di 7 minuti a favore di chi ha fatto la deviazione, oltre alla certezza di arrivare senza problemi.

Fig. 2.6 La linea retta è forse il percorso più breve, ma certamente non il più affidabile né il più veloce. In questo percorso ci vorranno circa 7 minuti in più.



Fig. 2.5 La linea di convergenza che va dal Monviso a Bardonecchia fa una curva lungo il crinale.



2. I venti locali di origine

La linea di convergenza può essere individuata anche dalla differenza di visibilità tra le due masse d'aria, la zona di attrito può generare piccoli segni a testimonianza.

Nella foto fig. 2.7 siamo al centro della Valle Strona guardando in direzione del Monte Rosa, che si intravede in lontananza. La difficoltà in questo caso è quella di mantenere la quota, perché si vede che la base nuvolosa della convergenza è solo poche centinaia di metri sopra le creste. Bisogna assolutamente evitare di passare nella massa d'aria a sinistra, questo assicurerebbe un atterraggio fuori campo. In gergo volovelistico, si chiama «mettere il piede nel buco».



Fig. 2.7 Il pilota deve rallentare per rimanere all'interno del fronte di convergenza, che non si estende molto al di sopra delle creste. Il Monte Rosa si vede di fronte e si raggiunge senza fermarsi. Siamo sopra la Valle Strona, in rotta verso Aosta attraverso il Piemonte.



Fig. 2.8 Fig. 2.8 Linea di convergenza al Dente di Herens, lunga parete culminante a più di 4.000 m che divide la Valle d'Aosta (quota media 500 m) dal Vallese svizzero (Valle del Rodano). Si può notare l'altezza della base del cumulo dalla parte dell'aria secca. Con molta esperienza e pazienza i piloti svizzeri e italiani riescono a volte a passare dall'inferno al paradiso. L'arrivo di alianti motorizzati ha permesso di mettere il piacere del volo in alta montagna alla portata dei piloti meno esperti.

termica : brezze di valle e convergenze

Nell'Italia centrale, gli Appennini, catena montuosa lunga più di 800 km, tra Carrara e la Calabria, costituiscono una barriera climatica naturale tra l'Adriatico e il Tirreno. Questa linea è inclinata di 40° su un asse da Nord-Ovest a Sud-Est e con vento da Nord debole le condizioni sono molto interessanti. Allo stesso modo nel vento di ponente, queste due condizioni generano fronti di brezza di grandi dimensioni, perché il vento non è perpendicolare alla linea di cresta. È in queste condizioni che Leonardo Brigliadori e Davide Casetti volarono il 5 settembre 1992 da Alzate Brianza (Lago di Como) a Taranto, sulle sponde del mar Ionio, attraversando così tutta l'Italia con una distanza di 900 km.

Questo storico exploit rappresenta la sintesi dell'identificazione e dello sfruttamento della maggior parte dei fenomeni dinamici e termici presenti nella penisola italiana: una partenza in onda, lasciata in un momento calcolato per cogliere le prime termiche dopo circa un'ora e mezza di planata con vento in coda, cambiando direzione per sfruttare una linea di convergenza di centinaia di chilometri, rientrando in una zona di termiche classiche e infine sfruttare (apparentemente per caso) una convergenza di brezza di mare senza cumuli per attraversare il golfo di Taranto. Tutto questo nel 1992, quando non avevamo né Internet,

né GPS e né motore. Evidentemente oggi, un'avventura del genere, non sarebbe possibile, perché l'attraversamento della Pianura Padana è limitato a 600 m MSL (spazio aereo di classe A sopra) contro i 6.000 m utilizzati da questi pionieri. Bisogna ricordare che lo spazio aereo di classe A era stato creato nell'aprile dello stesso anno e che, probabilmente, il controllore del traffico aereo (ammesso che avesse capito cosa stava succedendo) non aveva ancora recepito la nuova regola.

Il fatto di essere partiti volontariamente per un volo d'onda a 6.500 m per diverse ore senza alcuna attrezzatura per l'ossigeno, testimonia purtroppo la profonda ignoranza dei rischi da parte di questo equipaggio, che ha avuto un'enorme fortuna. Ciò che Leonardo ha volontariamente omesso dal suo articolo, pubblicato all'epoca, è che il suo passeggero ha perso conoscenza durante la salita iniziale e si è svegliato solo verso i 3.500 m al termine dell'attraversamento della Pianura Padana, circa due ore dopo. Quanto a Leonardo, ammette di non essere riuscito a cambiare frequenza come richiesto dal controllore per l'attraversamento della pianura padana. Ha semplicemente spento la radio mentre cercava, con qualche difficoltà, di seguire un rilevamento della bussola. Senza commenti.

La lunghezza dell'Italia è di 9 ore e mezzo (in aliante).

Il fronte freddo di venerdì 4 settembre 1992 aveva ripulito l'intera penisola apportando aria fresca e molto secca. Una bassa pressione persistente sui Balcani assicurava un costante flusso d'aria da nord (un vero jet stream lungo l'intera penisola), che prometteva di durare almeno per un giorno ancora.

Questa, almeno, era l'interpretazione data da Ricky (mio figlio ventenne) leggendo le carte meteo, valutazione verificatasi poi perfetta.

È così che alle 10 di sera del venerdì, Ricky mi propone di tentare un grande volo a Sud con il magnifico aliante biposto che il club detiene all'aeroporto di Alzate Brianza. Lui, però, ha un esame lunedì e sono costretto a fargli presente, che deve stare a casa a studiare; allora, seduta stante, si organizza l'equipaggio dell'ASH 25 D-KBFH con il Leo (il sottoscritto) primo pilota, Davide Casetti secondo pilota., Lucio Casetti, padre di Davide, pronto all'inseguimento verso Sud per venirci a recuperare dove mai atterreremo e mio fratello Riccardo, sempre disponibile, pronto a rimorchiarmi con l'aereo da traino fino a 1.000 metri di quota alle 8 della mattina.

Preparo in fretta e furia le molte cose necessarie per un volo così impegnativo e, dò un ultimo sguardo alla meteo della TV. La previsione per sabato indica sereno su tutta l'Italia. È veramente un raro caso!

Decoliamo incontrando la consueta turbolenza violenta





2. I venti locali di origine

ta delle grandi giornate di volo d'onda. A 1.000 metri ci sganciamo dal velivolo trainatore con un "Buona Fortuna!" da parte di mio fratello e iniziamo subito facilmente una calma salita in un flusso laminare d'aria ascendente che ci porta ben presto a 3.000 metri di quota. Decidiamo di spostarci ancora più a Nord verso l'Alto Lario perché la nostra esperienza c'insegna che le più grandi quote si possono raggiungere soltanto da quelle parti. Abbiamo tempo, perché sappiamo che dovremo attendere le 11 per lasciare le Alpi in modo da raggiungere l'Appennino quando le condizioni di veleggiamento termico saranno maturate.

Nella zona di Porlezza, sottovento al Monte Garzirola, raggiungiamo i 6.500 metri sfruttando al massimo la salita che pazientemente abbiamo trovato e poi mantenuto. Essendo sprovvisti entrambi di ossigeno, avvertiamo qualche inconveniente anche se siamo abituati a volare in alta quota. Tuttavia, il prolungato permanere a queste quote, ci darà una frustata che pagheremo poi con un terribile mal di testa, finendo per incidere sul nostro rendimento ed aggravando il senso di stanchezza verso sera.

Alle 11, in contatto radio con "Milano Controllo", lasciamo le Alpi e con un'attenta tecnica intesa a sfruttare al meglio le onde di rimbalzo, che si susseguono fino alla linea del Po, per poi dirigerci a zig zag verso Sud-Est.

Transitiamo su Reggio Emilia e dirigiamo verso il Monte Cimone. Favoriti da una visibilità stupenda ci concediamo un momento di contemplazione del panorama, che ci permette, da quella quota, di vedere chiaramente le Alpi Apuane ed il Mar Ligure.

Nel frattempo a terra, mio figlio Ricky, ha organizzato una vera centrale operativa: due telefoni, carta geografica, computer, righello, elenco delle frequenze radio italiane VHF. Ha già preso contatto con i principali centri di volo a vela italiani lungo la penisola ed è pronto a passarci informazioni.

"Hai tenuto finora efficienza 90, arriverai al Pratomagno con circa 2.000 metri" sarà l'ultimo messaggio, preziosissimo, che riceveremo da Ricky che con emozione e entusiasmo ci manda dalla cima della Collina di Sirtori (il mio paese in provincia di Lecco).

Superati Prato e Firenze giungiamo infatti al Pratomagno con un'unica planata durata un'ora e mezza e con circa 2.000 metri, quanto basta per agganciare la prima "ascendenza termica" della giornata. Mentre saliamo in spirale stretta a circa 2 m/s, sulla nostra testa si forma una nuvoletta bianca, il primo cumulo della giornata. Confortati da questo sincronismo miracoloso, superiamo Arezzo e inseguendo una serie di cumuletti giungiamo velocemente fino al Lago Trasimeno.

Speriamo di essere per le 14 a Rieti, anche se perdiamo un po' di tempo perché dobbiamo spostarci verso Est attratti da un cielo giudicato migliore in senso volovelistico. Passiamo così sul Subasio, Norcia, Lago di Campotosto, La visione del Mare Adriatico che si profila da dietro i monti Sibillini, prima, e del Gran Sasso, poi, ci sorprende perché non mi era mai successo nei numerosi voli fatti in prece-

denza partendo da Rieti. Nella Valle aquilana sfruttiamo un magnifico "fronte di brezza", che ci porta fino a Pescasseroli in pieno Parco Nazionale d'Abruzzo. Pensiamo di puntare su Sora per prendere i Monti della Meta da Ovest dove magnifici cumuli ci aspettano, ma prima, esploriamo il Monte Marsicano. E facciamo bene perché qui troviamo l'ascendenza più forte della giornata: un 5 m/s che ci permette di salire fino a 3.200 m. Di qui, in un'unica planata, arriviamo fino a Benevento. Notiamo con piacere che i cumuli sono belli e continuano a perdita d'occhio verso Sud-Est.

A questo punto però dobbiamo fare una scelta: andiamo verso la Puglia o verso la Calabria?

La migliore atterribilità ci fa propendere per la Puglia. Dopo un po' di difficoltà perché il vento che è girato piuttosto a Est pettina i cumuli e rende difficile la salita sotto di essi, giungiamo ad Ariano Irpino. Di qui le condizioni riprendono vigorose. Sulla cima del Monte Vulture una salita a 4 m/s ci dà estremo conforto mentre ci godiamo la bellezza del paesaggio locale con i due laghi ed il fiume Ofanto e uno sguardo verso Est ci fa rivedere il Mare Adriatico e il promontorio del Gargano. Procediamo delfinando sotto cumuletti tutti attivi mantenendo una quota media di circa 2000 metri. Siamo a Matera, inconfondibile con i suoi "sassi" Però ora ci cominciamo a rendere conto che la giornata sta volgendo al termine anche se c'è ancora energia nell'aria. Il forte mal di testa è stato contrastato con una sorsata di acqua mescolata a Novalgina.

Comincia a profilarsi il problema dell'atterraggio fuori campo e notiamo che i bei campi del tavoliere pugliese si rarefanno per lasciare il posto a grandi frutteti o altre coltivazioni intensive.

Davanti a noi si profila Taranto col suo magnifico golfo. Sorvoliamo il Mare Piccolo con la flotta militare all'ancora e poi, proprio sul mare, un'ascendenza che non si sa da dove sia stata generata ci riporta a 1.500 metri, proprio in pieno golfo. Pensiamo di dirigerci allora verso l'aeroporto di Grottaglie (aeroporto di Taranto), ma non riusciamo a individuarlo, sprovvisti come siamo di navigatore GPS. Dopo una mezz'oretta di indugi, decidiamo di atterrare alla periferia Sud della città, anche perché il sole si è abbassato sull'orizzonte: sono le 18.30.

Sono passate 7 ore e 30 da quando abbiamo lasciato Porlezza, ma 9 ore 30 da quando siamo decollati

Siamo stanchi ma felici per aver, per la prima volta, percorso tutta la penisola italiana.

Leonardo Brigliadori [† 20 juillet 2013]

Ed. Nota: Il volo a zig zag è dovuto principalmente allo stato di profonda ipossia del pilota, che non poteva essere aiutato dal suo copilota, che aveva già perso conoscenza.

È anche in queste condizioni che fu realizzato il primo volo di 1.000 km da Rieti, su tre punti di virata FAI lungo l'Appennino, ad opera di Ugo Paolillo il 17 luglio 2000 su un Nimbus 3T.

Per chi legge l'italiano e apprezza l'umorismo romano, Ugo ha scritto sei pagine sulla sua gustosa avventura, vedi :

<http://www.postfrontal.com/PDF/1000KM-Paolillo.pdf>.



Nella foto 2.9, si vede a sinistra la massa d'aria adriatica, separata da quella dell'Appennino centrale dal massiccio del Gran Sasso, le basi dei cumuli sono al di sopra dei 3.000 m e la linea di convergenza è ben organizzata su un Asse Nord-Sud. La foto mostra Campo Imperatore ai piedi del Gran Sasso (dove si trova l'aliante). Questo luogo è noto soprattutto per essere stato quello in cui Mussolini era stato «incarcerato» nell'albergo sull'altopiano da quegli italiani fedeli a re Vittorio Emanuele III, e poi liberato il 12 settembre 1943 a bordo di un Fieseler Storch pilotato dal capitano Gerlach, inviato direttamente dal Führer. Questa operazione è stata preceduta dall'atterraggio di una dozzina di alianti DFS 230 contenenti 108 soldati, che hanno neutralizzato, grazie a sorpresa e senza sparare un colpo, i soldati italiani a cui era stato ordinato di uccidere Mussolini nel caso in cui avesse tentato la fuga. L'aspetto più incredibile di questo caso è che l'organizzatore del rilascio, Otto Skorzeny, ha insistito per accompagnare il Duce nello Fieseler Storch, che è una biposto e aveva solo 70 metri a disposizione per decollare. Congratulazioni capitano Gerlach! Tuttavia, ci rammarichiamo per la perdita di un aliante in atterraggio con i suoi nove uomini.

Foto 2.9 Campo Imperatore e convergenza, visti dal Gran Sasso. Il mare Adriatico si trova a 40 km a sinistra.





2. I venti locali di origine

Dallo stesso luogo e guardando verso nord, la foto 2.10 mostra un altro aspetto della linea di convergenza, proprio nel punto in cui l'aria di mare entra attraverso la Val d'Ortolano (a meno di 1.000 m di quota). Fortunatamente, il Monte Gorzano (2.300 m) blocca nuovamente quest'ingresso di aria marittima e il volo continuerà a nord dal Lago di Campotosto in buone condizioni.



Fig. 2.10





2. I venti locali di origine

Quando la massa d'aria sul versante adriatico è molto umida, e tenendo conto della presenza del mare a soli quaranta chilometri dalla cresta dell'Appennino, la linea di convergenza è visibile da enormi nubi.

In questo caso il percorso da seguire, o meglio l'autostrada, è chiaro, vedi fig. 2.11.

Affinché queste linee di convergenza funzionino bene, è necessario che il vento di gradiente non sia troppo forte (10-15 kt) ed il meno possibile perpendicolare alla linea di cresta. Infatti, se è troppo intenso o troppo perpendicolare, la massa d'aria che ne risulta attraverserà la cresta con troppa energia e scorrerà dall'altra parte del massiccio, rompendo il delicato equilibrio tra le due brezze. Si ritiene che l'angolo migliore tra la cresta e il vento di gradiente sia compreso tra 20° e 45° , consentendo la riattivazione della linea di convergenza dallo scorrimento laterale delle masse d'aria l'una sull'altra. Entrambi i versanti, NE o W, sono buoni; il W generalmente funziona meglio perché in direzione opposta alle brezze provenienti dal mare Adriatico, che alimentano la depressione termica posta al centro dell'Appennino, verso la pianura perugina. Vedi fig. 2.12.

Fig. 2.11 Nube di convergenza lungo il Gran Sasso.



Questo vale per gli Appennini e le Alpi meridionali, non abbiamo riscontri né abbiamo trovato pubblicazioni sull'argomento in altri paesi.

Quando l'energia del vento di gradiente è maggiore di quella del minimo termico che si forma nel pomeriggio, allora il fronte della massa d'aria della pianura si ritira lentamente e l'altra massa d'aria scivola su di essa, creando un fronte praticabile come un pendio virtuale, ma con poche speranze di ritorno, tanto più che la linea del fronte non è chiaramente identificabile, se non da lontano con la differenza di trasparenza tra le due masse d'aria. Una volta all'interno della zona frontale, tutto si mescola nell'arco di poche centinaia di metri e diventa molto difficile, se non impossibile, identificare con chiarezza il percorso energetico ideale. Si deve «zigzagare» modificando la direzione di circa 30° per lato cercando le migliori letture del variometro. Si tratta di una faccenda delicata, che non sempre porta la soddisfazione attesa, ma può, ad esempio, salvare un volo di ritorno in serata o in una planata al limite.

La fig. 2.13 mostra il risultato di un vento di gradiente troppo forte su una brezza in salita identica a quella di fig. 2.7. L'intera massa d'aria nella brezza in salita viene respinta dal vento. In questo caso rimane solo la possibilità di sfruttare il fronte della brezza, che purtroppo si muove ed il cui spessore è relativamente contenuto, in questo caso ca. 1.500 m. La foto è stata scattata sopra il Lago di Como il 17 giugno 1986: sullo sfondo a destra si vede il Monte Rosa e la linea di convergenza che porta direttamente a Torino. A quel tempo la parola «spazio aereo» non esisteva!



Fig. 2.12 Il fronte di brezza dell'Appennino.

Fig. 2.13 il vento di gradiente respinto dalla brezza ascendente.



2. I venti locali di origine

Al contrario, quando l'energia creata dalla minima termica pomeridiana è maggiore del vento di gradiente, allora è la massa d'aria della pianura che penetra lentamente nella montagna. La foto 2.14 mostra questo scenario, l'aliante è approssimativamente nella stessa posizione di quella della foto 2.13, ma vola nella zona di attrito tra due masse d'aria, l'instabilità della destra (Nord) e la temperatura e l'umidità della sinistra (Sud) permettendo il verificarsi sporadico di fracto-cumuli, che mostrano la zona d'attrito e sono sede di forti e spesso turbolente termiche. Il pilota può scegliere se continuare a volare lungo la linea di convergenza ad alta velocità verso Ovest o cercare una salita sotto il cumulo situato nella massa d'aria a destra, le cui basi sono circa 2.000 m più alte, ma dovrà perdere molta quota per arrivarci.

Le linee di convergenza possono non avere un aspetto «frontale» continuo. Si osserva spesso che l'attrito delle due masse d'aria imprime un brusco vigore alle termiche su ogni lato, sebbene solo una, quella secca, possa essere facilmente sfruttata. La foto 2.15 mostra il crinale tra le montagne del Gran Paradiso e le Levanne, tutte vette oltre i 3.000 m, che separano la pianura torinese dalla valle della Maurienne. Quel giorno, il vento da ovest non superava i 10 kt a questa quota e combaciava perfettamente con la spinta del vento di gradiente e la spinta del minimo termico del pomeriggio. Si può notare che ogni colonna termica in aria secca è accompagnata dalla sua controparte, visibile in aria umida. Le basi dei cumuli erano 500-1.000 m più alte di quelle dell'area circostante, quindi 4.000-4.300 m contro i 3.000-3.500 m altrove, che hanno notevolmente

Fig. 2.14 La brezza ascendente risale contro il vento di gradiente.

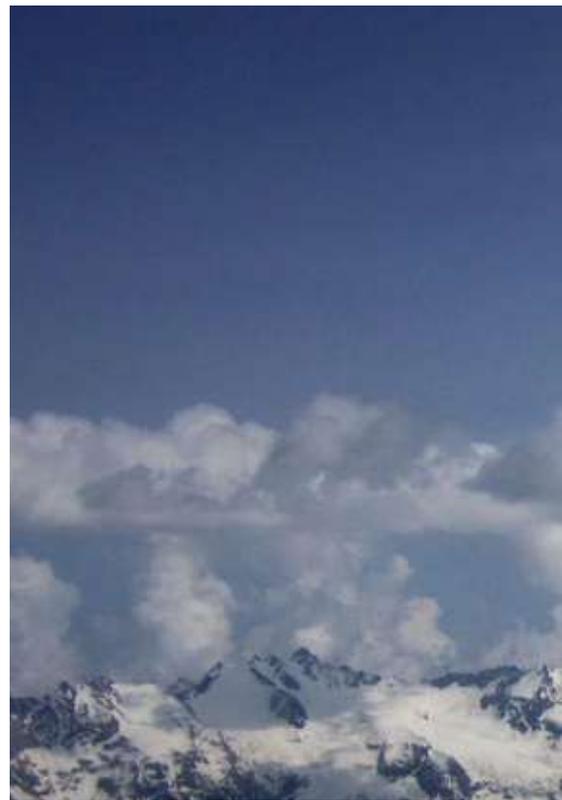




Fig.2.15 Linea di Convergenza lungo la frontiera italiana fra le Levanne ed il Gran Paradiso.

facilitato il volo attraverso i valichi di montagna tra Francia e Italia, arroccati ad oltre 3.000 m. In queste condizioni, quando un colle più basso permette la giunzione tra due masse d'aria, quella più umida (e quindi di densità inferiore se alla stessa temperatura) ha la possibilità di penetrare all'interno della massa d'aria più secca, formando lunghe lingue che partono dal suolo fino alla base del cumulo. La figura 2.16 è un bell'esempio, e mostra la situazione lo stesso giorno della foto 2.15, ma poche ore dopo, nel tardo pomeriggio,

quando l'aria umida è già penetrata in profondità nella valle della Maurienne. Siamo sopra il Lago del Moncenisio (1.974 m), la parete visibile a destra è quella che collega il Picco di Ronce (3.612 m) a Rocciamelone (3.538 m), impraticabile venendo dalla massa d'aria italiana.

Nei dieci anni in cui ho vissuto a Torino dal 1970 al 1980 questo luogo è stato la «mia» chiave per passare da una massa d'aria all'altra, usando questa parete per salire in convergenza, dopo aver faticato lungo la valle di Susa e le condizioni termiche spesso difficili con basi nuvolose che raramente superano i 1.500 m. Oggi, gli alianti a motore possono guadagnare più di un'ora ed essere sicuri di passare facilmente nella valle della Maurienne, l'aeroporto di Torino dista solo cinquanta chilometri. Gli alianti puri si fanno trainare fino a 2.500 m. La garanzia di una giornata di volo sulle Alpi a 4.000 m vale bene questo prezzo.

2. I venti locali di origine

Un'altra forma di linea di convergenza sfruttabile dall'aliante è costituita dal fronte che si forma dall'attrito di una massa d'aria calda, che sale lungo una parete anch'essa riscaldata (così alta che la massa d'aria non può in nessun caso arrivare in vetta), combinata con un vento di gradiente che soffia in direzione opposta, cioè provocando una discendenza lungo questa parete, che quindi è rivolta verso la massa d'aria ascendente. I video girati a velocità molto bassa hanno mostrato quel fronte «andare e venire» proprio come le onde lungo una spiaggia, con periodi di una decina di minuti. Questo movimento è quindi al di là dell'occhio umano che ha notato una «istantanea» della situazione, che non dovrebbe impedire di provare ad usarlo se necessario. L'autore di questi stupendi scatti, Damiano Zanocco, esperto di parapendio, ha prodotto due DVD con trailer e acquisto disponibili sul sito di Meteoshop: <http://www.nimbus.it/meteoshop/VediLibro.asp?IdArticolo=650&IdPag=1>



La foto 2.17 è un buon esempio e la storia di questa parte del volo merita di essere raccontata (file sul nostro sito www.topfly.aero). Non sono sicuro che questa esperienza sarebbe stata necessaria per il successo di questo volo, ma avrà confermato un'ipotesi e lasciato un ricordo indimenticabile.

Fig. 2.17 Il fronte di convergenza ai piedi del vulcano Tupungato permette di raggiungere la lenticolare visibile un centinaio di miglia a sud, mantenendo un'altitudine di 4.000-4.500 m, e di portare il primato di distanza francese a 2.582 km.



Fig. 2.16 Nel tardo pomeriggio, la bassa pressione termica, che si forma nelle Alpi centrali, risucchia l'aria umida della Pianura Padana che riesce a penetrare nella Valle della Maurienne, generando queste «lingue» di convergenza sotto il Picco di Ronce.



termica : brezze di valle e convergenze

« 13 dicembre 2003, due giorni prima della mia partenza per l'Europa. Sveglia alle 3:30, decollo alle 5:37 locali con alba alle 6:07 per un'andata e ritorno di 2.500 km con Fabrice Papazian. Intorno alle 10 ore locale siamo al km 670 nel blu e il vento a 6.000m è di 70 km/h contro i 100 km/h di prima, i rimbalzi dell'onda si stanno indebolendo e decido di proseguire verso nord lungo i pendii molto alti in questa parte della Cordigliera.

Passiamo davanti alla famosa Laguna del Diamante con un pensiero per Henri Guillaumet, che atterrò (ribaltandosi) nella neve proprio sotto di noi con il suo Potez 25 il 13 giugno 1930 (in pieno inverno).

Proseguendo verso Nord, il vento continua a indebolirsi, le onde si fermano a 5.000 m, i pendii sono mal orientati, contorti, rotti (i vulcani si sgretolano rapidamente) e nulla più funziona fino ai piedi del vulcano Tupungato (6.800 m), il colle, situato a 6.000m è invalicabile. Infatti il vento ora è inferiore a 40 km/h e a 6.000 m il tasso di caduta del nostro bellissimo aliante è piuttosto quello di uno Canguro!

Siamo a SO di Mendoza, a 827 km di distanza dalla nostra base, abbiamo ancora 8 ore di luce. Dobbiamo affrontare i fatti, serve un'inversione di mar-

cia se non voglio perdere l'aereo per Parigi. Negli ultimi 200 km ho notato la presenza di nuvole di convergenza appese alle pareti, che scendono dalle cime verso la pianura. Chissà se questi fracto-cumuli non ci nascondono qualche ascendenza in onda? La decisione è presa, dobbiamo provarci. Saltiamo l'ultimo passaggio in pianura, a bocca asciutta, perché se non funziona, il ritorno sarà lungo, faticoso e caldo. Ci siamo vestiti per -30° e sotto ci sono +30°C!

La risposta, negativa, non si è fatta attendere: nessun segno di sollevamento organizzato su questi fracto-cumuli, ma invece possiamo viaggiare all'altezza delle loro basi ad un'altitudine quasi costante, anche se lentamente, mantenendo la planata verso le uniche due piste note in questa regione, La Consulta e Malargüe, separate l'una dall'altra da 200 km. Questo piccolo gioco durerà un centinaio di chilometri tra 4.000 m e 4.500 m, con vento da NW 40-50 km/h (vedi la traccia del volo fig. 2.18) fino al punto in cui il vento ritorna girando a SW a 70 km/h. Di nuovo passaggio in onda e risalita a 8.200 m, il resto del volo sarà volato a 200 km/h di media, un delirio di nubi lenticolari di cui 400 km volati alla Vne, chiudendo a 2.582 km e atterrando 5 minuti prima del buio. Primato francese battuto. »

Vedi traccia del volo in fig. 2.18





2. I venti locali di origine

Per concludere con la formazione delle brezze termiche di valle del pomeriggio, la situazione delle Alpi non può essere trasposta su tutte le montagne e soprattutto non sul versante argentino del Sud America, dove il sistema delle brezze funziona completamente al contrario. La pianura argentina nei pressi della Cordigliera, comunemente detta Pampa Secca o Steppa, è totalmente priva di vegetazione naturale per centinaia di chilometri a Est, sottovento, mentre la Cordigliera è ricoperta da una rigogliosa vegetazione per effetto delle forti piogge esattamente ai piedi delle montagne. A causa dell'effetto föhn ci si sposta dalla foresta pluviale al deserto in meno di cinque chilometri.

Osservando lo schema fig. 2.19, vediamo che il sole mattutino riscalda principalmente la Pampa, che diventa un'ampia depressione termica, e il sole pomeridiano riscalda principalmente il lato «mare» della catena montuosa, verde e umido.

Le giornate senza vento e in condizioni anticicloniche (alta pressione) consentiranno quindi l'instaurarsi nel primo pomeriggio di una brezza da ponente con le seguenti caratteristiche:

- L'aria proveniente dall'Oceano Pacifico è particolarmente fredda e stabile.
- Ipotizzando una brezza media di 15 kt e una distanza media della dorsale dall'oceano di circa 120 km, questa massa d'aria arriverà sui pendii del versante argentino, cioè sul versante Est, nel pomeriggio alle 15 -16 circa.
- Nel caso di condizioni generalmente anticicloniche, le correnti usuali sono quindi di tipo catabatico cioè discendenti.
- Sul versante argentino, la brezza è naturalmente largamente discendente lungo la Cordigliera, l'aria si comprime e diventa più stabile.
- Nel pomeriggio, i raggi del sole sono fortemente inclinati sul lato argen-

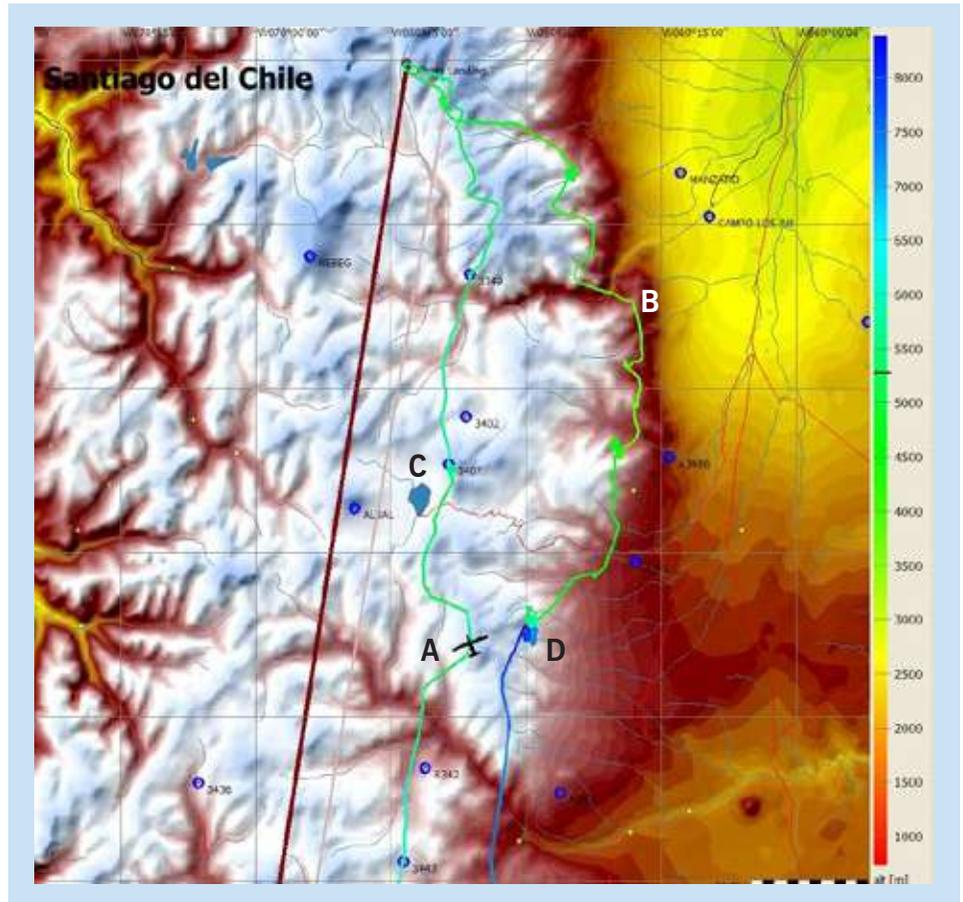


Fig. 2.18 Parte del volo del 13 dicembre 2003: (A) cresta alta circa 5.000 m. (B) Ritorno lungo la convergenza di figura 2.17. (C) Laguna del Diamante e vulcano Maipo (D) Risalita in onda a 8.200 m.

tino, quindi l'energia disponibile per la formazione delle termiche è inferiore, una situazione opposta a quella delle Alpi.

È chiaro, dalla combinazione di questi cinque fattori negativi, che i sistemi di brezze di valle sul versante Est della catena montuosa sono difficili da usare e possono essere particolarmente pericolosi.

Le poche sfortunate termiche che si riescono a formare in zone di surriscaldamento fanno fatica a raggiungere la quota delle vette, il tutto accompagnato da forti turbolenze causate dai fattori sopra descritti e da uno strato d'inversione bassissimo che, di fatto, segue l'orografia. Dopo queste esperienze nelle prime spedizioni, ci siamo resi conto che il gioco non vale la candela, e ho rinunciato a volare in quelle condizioni.

Per usare un'espressione più semplice, eravamo tutti d'accordo che non avevamo percorso 16.000 km per andare a rischiare la vita facendo voli locali tra le rocce con alianti a pieno carico.

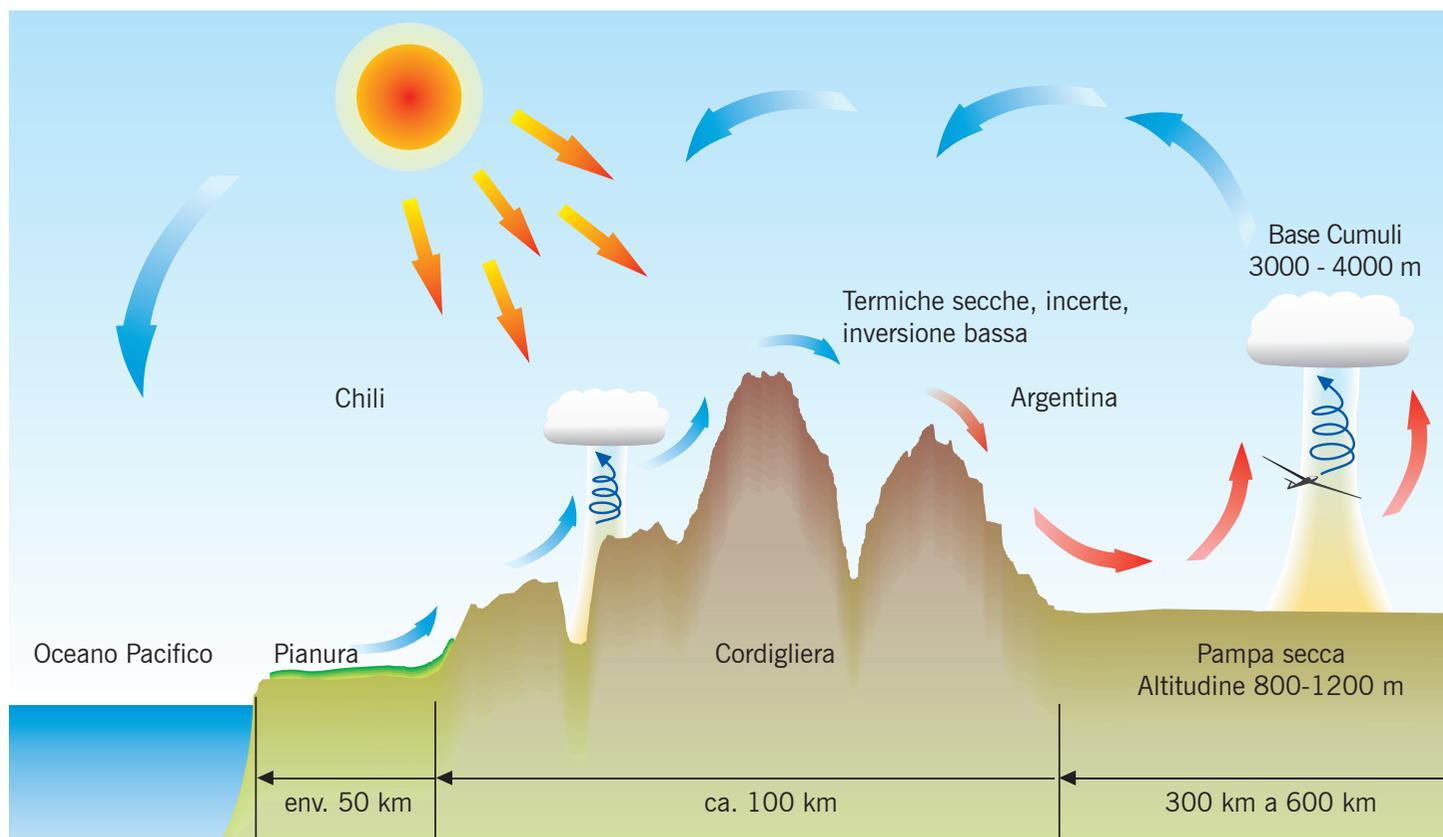


Fig 2.19 Schema del sistema delle brezze termiche nella Cordigliera Andina all'inizio del pomeriggio.

Fig 2.20 Fronte di convergenza sulla Pianura Padana, aprile 1994, orientato da NE-SO, spostandosi lentamente verso SE con vento da NW. La parte superiore dell'ascendenza era di circa 2.000 m. Oggi lo spazio aereo in questa immagine è limitato a 600 m AMSL (Classe A sopra).





La cima del vulcano Lanin vista da Jeanne Gianti in occasione della nostra prima spedizione patagonica nel 2002. La qualità della pellicola e del Nikon F1 è straordinaria. Jeanne ritornerà nel 2003, affascinata da questi paesaggi.



Maurizio Secomandi, ripreso da Roland Hoffmann, veleggiando in pendio sul Cervino (Matterhorn) con un vento da nord-est

Volare vicino al terreno a velocità comprese tra 100 e 250 km/h è un esercizio pericoloso, ma necessario se si vogliono sfruttare tutte le possibilità offerte dall'atmosfera e dalle montagne per ottenere il meglio dalla giornata sia in termini di velocità che in termini di distanza. Non ricordo un solo grande volo in onda o in termica, record o meno, che non mi abbia visto ad un certo punto usare un pendio a bassa quota, per andare più veloce o per riprendere quota. L'esempio più tipico è l'attraversamento della valle del Rodano, soprattutto il ritorno ad Est, in cui mi sono sempre dovuto fermare sulla parete nord o sud della Rochecourbe (a seconda che ci sia maestrale da nord o brezza da Sud) solo per rimanere in volo ed evitare di atterrare ad Aubenasson. Sempre in Argentina, il mio record nella classe 15 metri è stato salvato da un recupero ai piedi del vulcano Tromen (3.978 m). Durante il mio primo grande volo verso nord, il 24 dicembre 2002, mentre eravamo vicini alla pista di Las Ovejas, ai piedi del vulcano Domuyo (4.709 m), a 500 km dalla nostra base, ho voluto verificare come funzionava il pendio prima di atterrare e quindi quindici minuti dopo, sono entrato in sottovento con una salita di 15 m/s fino a 8.000 m; questo mi ha permesso di completare il mio primo volo di oltre 2.000 km e trascorrere il Natale in famiglia!



3. Volo di pendio, tecniche e

Prima di passare alle tecniche, vediamo l'evoluzione storica del volo di distanza utilizzando il volo in pendio. Cito, solo per la cronaca, il veleggiamento di pendio «sul posto» il cui scopo era solo quello di rimanere in aria il più a lungo possibile, anche di notte. Il versante nord delle Alpilles (aeroporto Saint Remy de Provence creato nel 1920 da Jacques Thoret, creatore di «L'Ecole des Remous», «la Scuola dei Turbinii») è stato dotato nel 1948 di luci di proiezione DCA in modo che il pilota potesse volare in VFR di notte. Questo tipo di record fu fermato dopo l'incidente mortale nel 1954 di Bertrand Dauvin che ottenne appunto l'ultimo record del genere. Prima di allora questo record è stato detenuto nella categoria femminile da Jacqueline Mathé e Marinette Garbarino (dicembre 1954, 38 ore e 11 min), in monoposto da Charles Atger (4 aprile 1952, durata 56 ore e 15 minuti) ed in biposto alla fine da Henry Couston e Bertrand Dauvin (aprile 1954, durata 57 ore e 40 minuti). C'è una buona documentazione in possesso della storica commissione della FFVV (Federazione Francese di Volo a Vela) e posso consigliare di leggere il libro di un altro pilota di pendio, Guy Marchand, che miracolosamente è sopravvissuto ad un atterraggio mentre dormiva «Il mio record del mondo di volo a vela», Edizioni Amiot-Dumont, disponibile su Internet (circa € 20) in francese come «Mon Record Du Monde De Vol à Voile».

Il pioniere del volo di pendio su lunghe distanze: Karl Striedieck, USA (medaglia FAI Otto Lilienthal)

Karl è senza dubbio il pioniere e maestro del volo di pendio ad alta velocità. Ha costruito la sua casa e la pista (per il lancio

con rimorchio) sulla cima dei Monti Appalachi, conquistando negli anni 1968-1997 nove record mondiali di distanza, arrivando fino a 1.362 km in triangolo e 1.634 km in «andata e ritorno». L'andata ed il ritorno ed i triangoli furono tutti fatti senza mai lasciare la linea di cresta, volando spesso a Vne in turbolenze infernali che gli davano spalle sanguinanti nei punti di contatto dove le cinture di sicurezza lo trattenevano. Questa moda è finita, ma Karl organizza regolarmente delle gare.

- **Nel 1966**, acquistò un Ka-8 di seconda mano, lo portò in cima al Bald Eagle Ridge in Pennsylvania, tagliando alberi sufficienti per fare una pista e una fattoria, ha costruito un hangar e ha così posto le basi per i suoi record di A/R, successivamente su tre punti di virata, quindi triangolo FAI. Figura 3.0.1.
- **Marzo 1968**, 761 km (Record Mondiale) in Ka-8, primi voli dalla sua fattoria «Eagle Field», trainato da sua moglie Sue alla guida di una Jeep speciale.
- **Ottobre 1972**, 1.025 e 1.098 km andata e ritorno in ASW 15 (Record Mondiale). Soaring Magazine, marzo 1972: *«Il volo precedente gli ha insegnato cose utili relative alle raffiche e turbolenze di pendio ad alta quota. La sua testa aveva urtato tanto fortemente la capottina che aveva sentito il suo collo spezzarsi e momentaneamente «visto le stelle». Per ammorbidire il contatto tra la sua testa e la capottina, ho portato con se un pezzo di gommapiuma di 2 cm di spessore che ha fissato alla sommità della sua testa. Questo rese le cose relativamente migliori fino a quando gli impatti ripetuti non lo allentarono facendolo*



Fig. 3.0.1 Karl Striedieck e il suo Ka-8 nel 1967 alla partenza della sua nuova pista di Eagle Field (40°49' 36»N 077°59'18»E). Trainato da Jeep quanto basta per decollare e gettarsi sul pendio.

cadere dietro la schiena nel comparto bagaglio posteriore e rendendolo irrecuperabile fino alla fine del volo. Figura 3.0.2.

- **Soaring Magazine, maggio 1975:** volo di 880 km in andata e ritorno realizzato da quattro piloti, Wil Schuemann con un ASW 12, Tom Knauff con un Libelle, Roy McMaster con uno Std Cirrus e Karl Striedieck con un ASW 15B. Tentativo di record mondiale interrotto a causa di tempeste di neve.

“Auspichiamo che la maggior parte dei lettori sarà critica nei confronti di alcune delle manovre sopra raccontate. È possibile rimanere travolti da tormente di neve su entrambi i lati e poi averli vicini l'uno all'altro creando una situazione di azzardo estremo.

La turbolenza è un altro pericolo. Noi tutti eravamo d'accordo che tiravamo 5 G una volta all'ora, e 3 G ogni trenta minuti in media. Ho visto 7.5 G positivi e 5.5 G negativi e questo romperà alcuni aeroplani. Inutile dire, non zavorrare la fusoliera. La turbolenza è aggravata da quanto segue: terreno più alto, termiche pomeridiane, velocità del vento più elevata ed una stretta vicinanza ad ostacoli, e discontinuità del costone. Il volo di pendio, come nel deltaplano o qualsiasi volo, può essere effettuato in maniera sicura se il pilota mantiene l'aliante dentro ai suoi limiti operativi e non si mette in situazioni al di là delle sue capacità.

Se conosci il tuo aeroplano e te stesso e voli di conseguenza, sperimenterai fantastiche ricompense in queste bellissime montagne. Le sei aquile reali che abbiamo visto durante il nostro volo dell'8 marzo furono la nostra ricompensa.”



Fig. 3.0.2 10 ore vicino alla Vne a filo piante, altitudine al massimo qualche centinaio di metri.

- **Rivista “Soaring”, ottobre 1976:** 19 maggio 1976, 1.624 km, volo A/R della durata di 13 ore e 30 minuti nell'ASW-17.

“Gli unici effetti negativi che ho notato sono state le vertigini quando ho iniziato a camminare, e questo si è risolto circa un'ora dopo. C'erano problemi di temperatura. Era difficile capire quali vestiti indossare. La temperatura al decollo era di 2°C, ma sapevo che a mezzogiorno in Tennessee mi sarei trovato di fronte a un cielo sgombro da cumuli in un bagno di sudore. Immagino che si possa in media dire che: mi sono congelato al nord, arrostito nel Tennessee e mi sentivo a mio agio a metà strada!

Questo tipo di volo di pendio è molto impegnativo fisicamente, estenuante mentalmente ed è pericoloso. Raramente, inoltre, sei al di sopra di un campo di atterraggio sicuro. La maggior parte delle piccole fattorie degli Appalachi sono radure collinari che ridurrebbero una bella aeronave di vetroresina a una «classe-26» [12,2 m di apertura alare Ed.] Buona parte delle valli sono boschive. La turbolenza è un pericolo in agguato che sgretolerà le tue ali ed è appena 30 m sopra gli alberi. E poi ci sono quegli scrosci di neve devastanti. Alcune parole sui grandi alianti contro quelli piccoli: avendo guidato alianti leggeri, medi e pesanti tra gli alberi per alcuni anni, le mie conclusioni sono probabilmente più o meno quello che ci si aspetterebbe: l'AS-W 17 è il Re del Pendio in termini di prestazioni e assorbimento della turbolenza, l'AS-W 17 vola circa 30 km/h più veloce di uno Standard Cirrus e tira circa il 25% in meno in (g). Quando si tratta di atterrare, più piccolo è l'aliante, meglio è. In questo caso, un 1-26 è la macchina per te.

Il futuro? I primati mondiali di distanza a meta prefissata o libera sono possibili in aprile. Ed anche naturalmente la distanza in triangolo. Per quanto riguarda l'andata e ritorno, forse qualche chilometro in più potrebbe essere ottenuto in un super giorno con un super aliante - ma dubito che lo sarà. Ma finché potrò volare, volerò ancora lungo l'Allegheny Expressway perché è bellissimo. Ed emozionante. E spaventosa. E sensazionale. E se lo fanno le



3. Volo di pendio, tecniche e

aquile, deve essere giusto. ”

- **Rivista Soaring, Novembre 1986.**

2 maggio 1986, triangolo di 1.362 km (record mondiale) congiuntamente da quattro piloti, Robbie Robertson, John Seymour, Roy McMaster e Karl Striedieck (Fig. 3.0.3), che decollarono dalla fattoria di Karl, accompagnati da Tom Knauff con un Nimbus 3, decollato dal Ridge Soaring Gliderport, solo 9 km a Nord.

Questa grande idea consisteva nell'usare la curva degli Appalachi per veleggiare prima dell'inizio delle termiche sul lato più lungo esteso dalla curva, ma più veloce, il secondo lato, sottovento e il terzo lato tornano al vento verso il lato principale. Vedi percorso in fig. 3.0.4.

Per tutti tranne Tom Knauff, le due tratte lontano dai pendii principali sono state eseguite in termiche blu in termica secca con plafond assai bassi, sempre in pericolo di fuoricampo, fino al ritorno sulle colline. Tom ha trovato presto una salita in onda che ha risolto tutti i suoi problemi. Incredibilmente, dopo il decollo in gruppo con autotreno (Jeep con motore Buick V8) alle 6:10, si sono successivamente dispersi sul secondo lato, anche a causa di macchine diverse (dal Ventus a Nimbus 3), uno ha anche spento la radio (priorità al barografo elettrico), altri hanno scaricato l'acqua di zavorra, per poi ritrovarsi al terzo lato ed infine atterrare tutti insieme tredici ore dopo, in fila, nello stesso minuto, sulla pista sufficientemente lunga di Eagle Field, omologando quattro record mondiali simultanei.



Fig. 3.0.3 I "I fantastici 4 a terra" 2 maggio 1986, 4 record mondiali simultanei mai eguagliati. Da sinistra a destra: Tom Knauff (ospite), Robbie Robertson, John Seymour, Karl Striedieck, Roy McMaster.

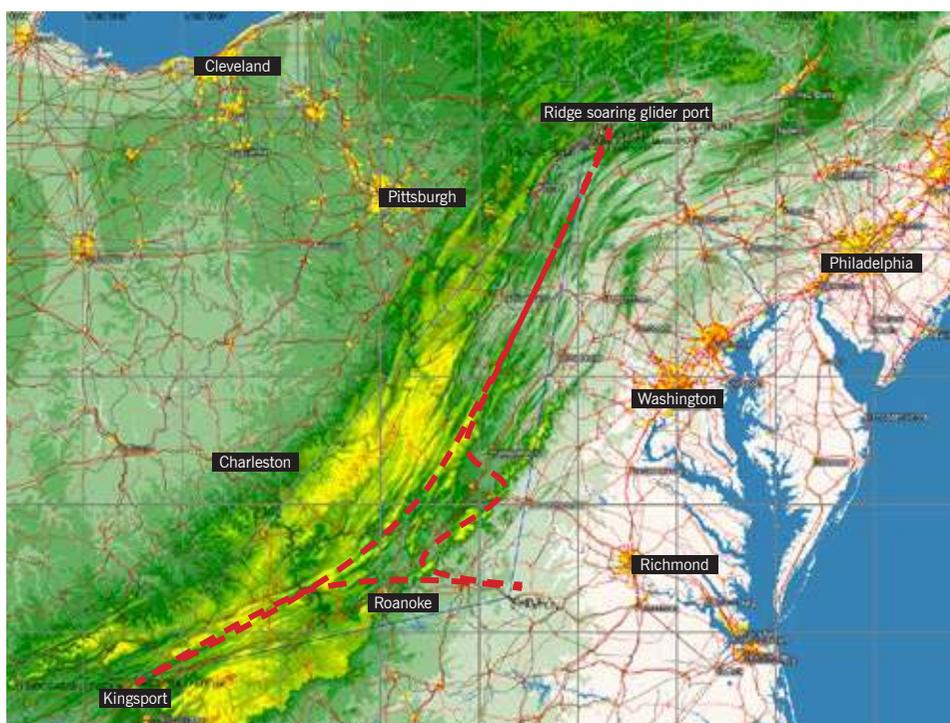


Fig. 3.0.4 Tracciato dei 4 alianti (4 record mondiali di distanza su triangolo, 1.362,68 km) il 2 maggio 1986. Questo record sarà conservato per 17 anni.

Solo diciassette anni dopo, il 13 dicembre 2003, l'idea di questo tipo di triangolo è stata raccolta da Terry Delore (NZ) e Steve Fossett (USA) che hanno percorso la distanza di 1.502 km, partendo da San Carlos de Bariloche (Patagonia Argentina), interamente in onda. Questo record è stato aumentato a più di 1.630 km da me in coppia con Bruce Cooper (Regno Unito) il 25 dicembre 2010, anche questo completamente in onda, poi 1.750 km da Klaus Ohlmann (D) il 12 gennaio, 2011, quest'ultimo in parte onda, volo di pendio e termico.

Grazie al vento, il triangolo di 2.000 km è a portata di mano!

I primi in Europa: Wolfgang Janowitsch e Hermann Trimmel (Austria)

In Europa, Wolfgang Janowitsch e Hermann Trimmel (Austria) sono stati i primi ad utilizzare (involontariamente!) il volo di pendio con il vento da sud per realizzare grandi voli, riuscendo a volare per oltre 1.500 km il 27 aprile 1998, tra Wiener Neustadt, il loro aeroporto di partenza e Innsbruck (aliante Schempp-Hirth Nimbus 4DM). All'epoca non esistevano ancora record europei separati, ma questa performance fu comunque identificata dal FAI come il minimo richiesto per l'istituzione del primo record europeo. Purtroppo non c'è nessun file IGC per questo volo, ecco una breve narrazione di Hermann Trimmel, noto meteorologo:

« Previsto vento da sud (foehn) da 15 a 30 kt, quasi nessuna convezione con copertura di nubi alte.

Dopo tre ore di volo lungo i pendii e sfruttando l'onda debole, avevamo volato solo 120 km. Intorno a Niederöblarn troviamo finalmente un'onda buona sopra i 3.000 m. Ma in quel momento ci rendiamo conto che il nostro sistema di ossigeno non funziona. La decisione è chiara: continueremo in volo di pendio. Cambieremo la nostra rotta verso

il lato nord della valle Enns-Salzach-Inn che è orientato Est-Ovest. La nostra velocità media aumenterà successivamente a 125 km/h per le successive due ore, volando sempre lungo i crinali. Volare in due ha aiutato molto ad aumentare il divertimento e la sicurezza nel controllare tutto insieme: radio, spazio aereo, la strada da percorrere, mangiare, bere e fare pipì. Ma la cosa più importante era che ci credessimo!

Durante il volo, l'altitudine e la distanza dalle montagne sono state estremamente confortevoli, tranne forse in un momento vicino a Innsbruck. Siamo rimasti sorpresi dalle forti discendenze sul versante nord della valle dell'Inn, a circa 15 km a Est di Innsbruck, che ci ha costretto a sopportare i nostri problemi con pazienza. Sul nostro ultimo punto di virata vicino a Innsbruck, abbiamo stimato il nostro atterraggio a Wiener Neustadt 30 minuti prima del tramonto, ed è stato così. »

Oggi: Mathias Schunk e Alberto Sironi.

Il 16 maggio 2013, Mathias Schunk, su un aliante Quintus M, l'ultimo modello di Schempp-Hirth, decollava alle 5:36 del mattino da Königsdorf, 30 km a Sud di Monaco di Baviera, in condizioni di vento simili, e ha compiuto un volo di 1.550 km in 15 ore, coprendo anche tutta la regione alpina tra il Liechtenstein e un punto vicino a Wiener Neustadt. Tuttavia, solo circa la metà del volo è stata condotta in pendio.

La mappa sottostante fig. 3.0.5 illustra quel volo. I tratti a Nord delle montagne, verso la pianura, sono in onda, mentre quelli che seguono esattamente i versanti meridionali delle valli sono in volo di pendio.

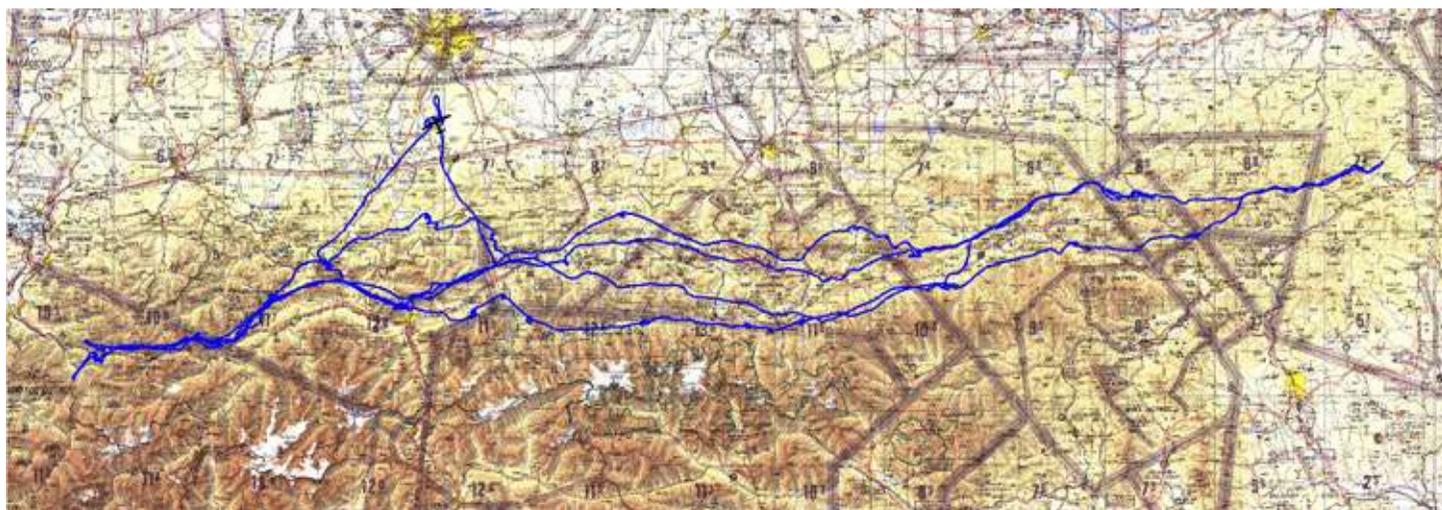


Fig. 3.0.5 Percorso del volo di Mathias Schunk del 16 maggio 2013, più di 1.500 km con vento da sud, circa la metà in volo di pendio. Primo primato europeo.

Dicembre 2002, Prima spedizione in Patagonia. Ultimo volo della stagione, Vivian Laperrière ai comandi in sottovento per l'atterraggio a Nahuel Huapi. Ho solo il tempo di prendere la mia Nikon F1 per catturare questo momento magico. Pellicola Fuji Velvia, digitalizzata da Fabrice Papazian.







3. Volo di pendio, tecniche e

I venti da Sud consentono voli con distanze maggiori rispetto a quelle ottenute con i venti da Nord perché la velocità del vento è molto più bassa, tra 40 e 50 km/h, mentre il vento da Nord soffia in media il doppio di tali velocità. In entrambi i casi, il vettore del vento è esattamente perpendicolare alla rotta e la componente media del vento contrario sull'intero volo sarà inferiore di circa 20 km/h con un vento da Sud, e quindi la distanza raggiungibile del 17% superiore in media, a parità di altre condizioni.

Alberto Sironi

Infatti, l'attuale record di distanza con vento da Nord è rispettivamente di 1.340 km verso Ovest (record che mi appartiene) interamente in onda, realizzato il 7 agosto 2005, e 1.239 km verso Est di Alberto Sironi realizzato il 13 aprile 2011, realizzato per il 93 % in volo di pendio, Ventus 2CxT, vedi fig. 3.0.6 di seguito.

Su quest'ultimo volo, è interessante notare che l'intenzione del pilota era originariamente quella di volare in onda, ma divenne presto evidente che il vento era molto più forte in alta quota e la sua velocità media in rotta sarebbe stata inferiore se avesse volato più basso all'altezza delle creste. Quindi è subito sceso ed è riuscito a fare tutto il resto del volo lungo creste per più di nove ore, battendo il mio record europeo di velocità sui 1.000 km A/R portandolo fino a 122,8 km/h. Questo pilota, attualmente membro del team italiano di volo a vela, ha realizzato un ottimo reportage fotografico e narrativo disponibile al seguente link:

<https://photos.app.goo.gl/eCEB77GB14N-8GReB9>



Anche se questo tipo di volo è esilarante, può essere estremamente pericoloso e posso solo rimpiangere il numero ridotto di pagine che i manuali ufficiali dedicano a questo soggetto. I pendii sono un cimitero di alianti e purtroppo, il più delle volte, anche i loro piloti, fatta eccezione per alcuni famosi miracoli di cui racconteremo le storie più avanti. Gli argomenti che seguono sono discussi in ordine di pericolosità, anche se l'ultimo non è del tutto banale in quanto apparentemente sconosciuto alla popolazione volovelistica e può costringere il pilota ad atterrare in un campo quando ha forse una soluzione a portata di mano.

Un altro motivo per cui il volo in pendio raggiunge velocità medie maggiori rispetto a quelle ottenute in onda a quote medie, è perché la componente orizzontale del vento lungo il pendio, (soprattutto quando è ripido come avviene in prossimità delle pendici delle montagne), è molto più in basso che sopra le cime o addirittura nulla se il pilota riesce a volare lungo pareti verticali. Inoltre si ha un generale rallentamento in prossimità del pendio dovuto alle perdite per attrito e la diminuzione dell'energia cinetica dovuta all'aumento dell'energia potenziale.

Ma volare ad alta velocità mantenendo l'ala vicino ad alberi o rocce per ore (dieci o più), è un esercizio faticoso e pericoloso. Bisogna essere allenati, avere familiarità con le reazioni della propria macchina e le peculiarità del luogo, la presenza di cavi, funivie, elettrodotti, turbolenze e correnti discendenti locali. Dobbiamo iniziare con cautela, "assaggiando" le montagne un po' alla volta, l'ideale è andare a volare nelle zone in cui si intende tentare un grande volo.

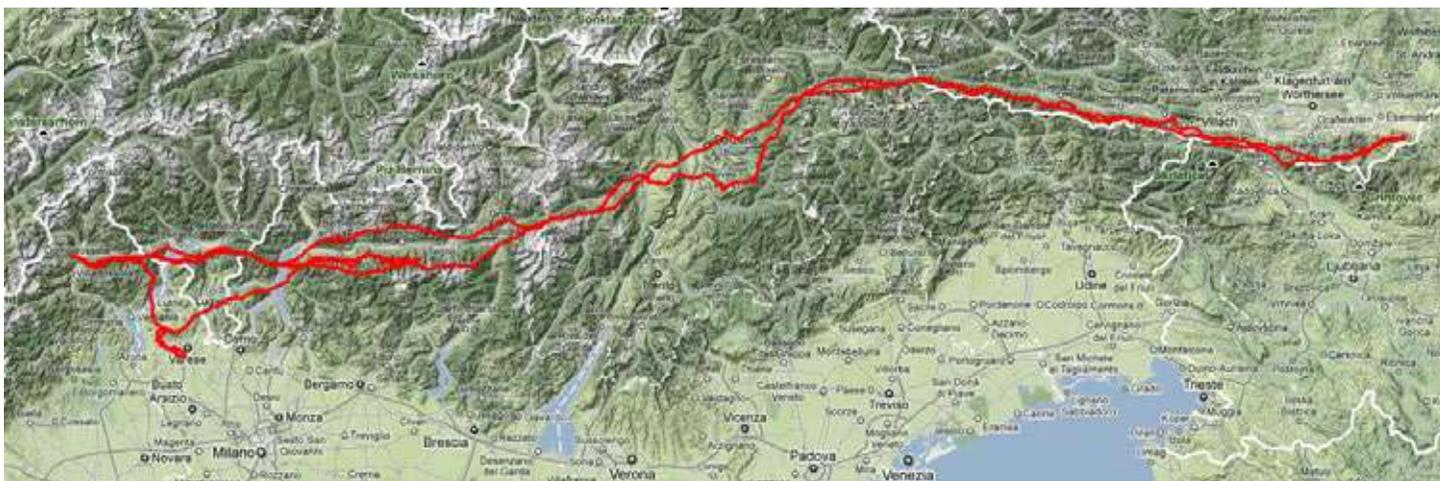


Fig. 3.0.6 Percorso del volo di Alberto Sironi del 13 aprile 2011, più di 1.200 km con vento da Nord tra Domodossola e un punto a NW da Lubiana, effettuato principalmente in volo di pendio partendo da Varese-Calcinatone del Pesce.

3.1 La verticalità della parete, la componente orizzontale del vento.

La velocità del vento nelle brezze termiche di valle raggiunge i 20-30 km/h al suolo, con punte fino a 40 km/h, a metà pomeriggio, soprattutto se il vento del gradiente proviene dallo stesso settore. L'aria nella brezza di valle proviene dalla pianura, è più calda e più stabile della massa d'aria circostante, non favorisce l'innesco delle ascendenze termiche. Una volta che il movimento è ben stabilito, il flusso dovrebbe saltare o ruotare intorno agli ostacoli che sono i bordi delle valli trasversali, cocuzzoli che sbarrano il fondovalle o speroni che spesso dividono due valli convergenti. Va inteso che il flusso cercherà sempre **la via della minima energia, evitando il più possibile di salire, cercando di aggirare gli ostacoli piuttosto che saltare.**

Inoltre, la velocità della brezza decresce progressivamente e diventa nulla alla sommità della massa d'aria che sale, che varia da poche centinaia di metri a meno di 1.000 m in generale, a seconda che la direzione del vento di gradiente sia in fase o contro la brezza di valle. Bisogna anche tenere presente che la brezza nella valle principale è semplicemente la somma delle tante piccole brezze che entrano nelle valli secondarie, il che significa che più si entra nel cuore della montagna più debole sarà questa brezza con l'aumentare dell'altitudine, fino a diventare nulla nel cuore della montagna, proprio come i ruscelli che formano i torrenti che a loro volta formano i fiumi, tranne che qui il flusso va nella direzione opposta, in salita. Il volo in dinamica con la sola brezza di valle deve quindi essere effettuato a bassa quota per essere efficiente in termini di velocità.

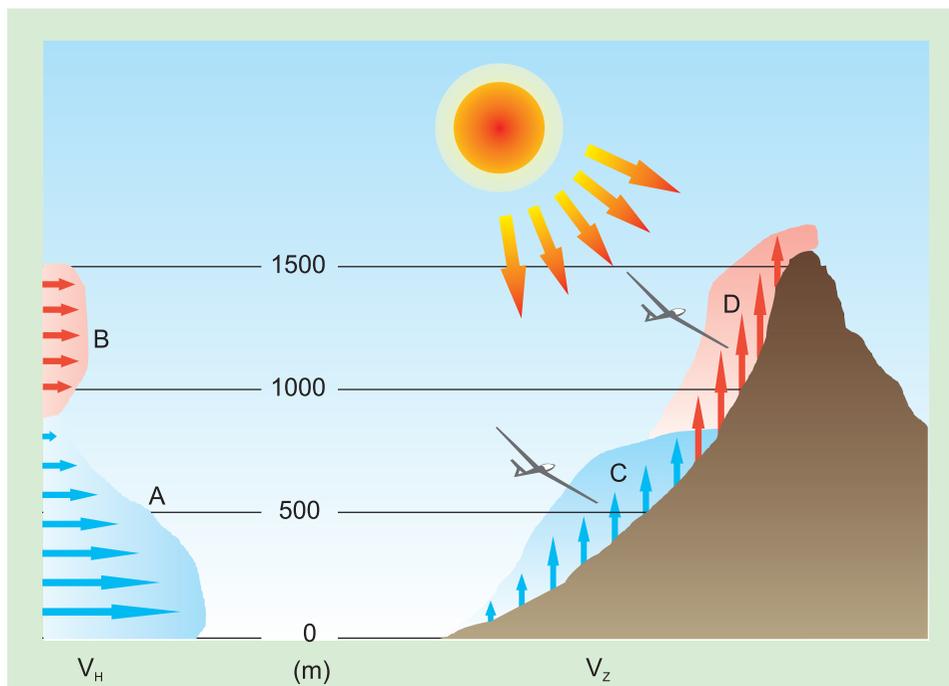


Fig. 3.1.1 Gradiente della brezza di valle

- A: Tipico esempio di profilo di una brezza di valle in assenza di vento di gradiente
- B: Profilo della brezza termodinamica pomeridiana su parete termodinamicamente attiva
- C: Posizione ottimale per volare in assenza di movimento termodinamico
- D: Posizione ottimale per volare in presenza di brezza termodinamica

A questo punto, la forma e la pendenza del terreno hanno un grande impatto non solo sulla velocità verticale ascendente (V_z) della massa d'aria, ma anche sul rischio di urtare la parete a causa della componente orizzontale (V_h) del vettore vento e del gradiente del vento in prossimità della parete come mostrato in fig. 3.1.1.b.

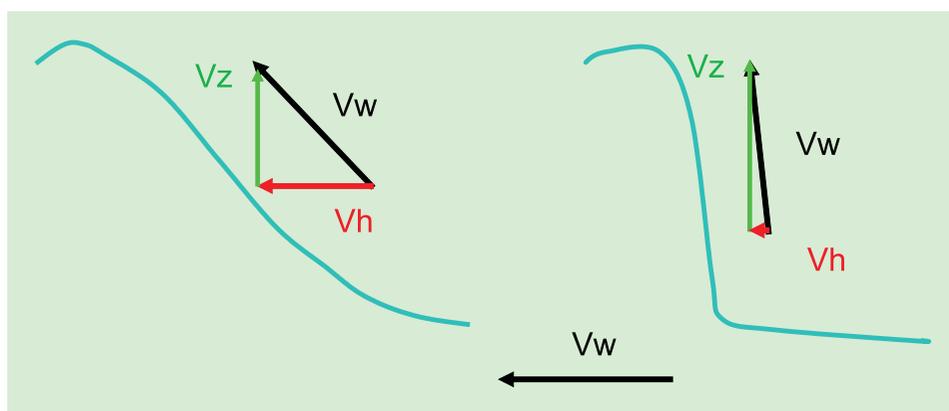


Fig. 3.1.1.b Decomposizione vettoriale del vento, importanza della verticalità della parete.

Più verticale è la parete, più debole è la (pericolosa) componente orizzontale del vento. Il vettore del vento (o brezza di valle) è lo stesso nei 2 schizzi. Nota che in questo esempio la componente orizzontale è 4 volte più debole mentre quella verticale è solo 1,4 volte più forte.



3. Volo di pendio, tecniche e

La figura 3.1.2 mostra un pendio utilizzato giornalmente da centinaia di alianti: Monte Guillaume, sopra il ponte di Savines. Illustra la decomposizione del vettore del vento in entrambe le componenti di interesse per il pilota, quella buona (V_z) e quella pericolosa orizzontale (V_h). Assumiamo un vento di valle di 5 m/s, o 10 kt o 18 km/h, un valore medio per una giornata estiva senza vento di gradiente significativo. Il profilo lungo la direzione della brezza è ricavato da Google Earth ed è disegnato in modo che orizzontale e verticale abbiano la stessa scala. Vediamo che all'altitudine di 1.500 m slm corrispondente al centro della foresta, a circa 700 m sopra il lago, la pendenza è di circa il 30% e la velocità del vento di 5 m/s è suddivisa in un vettore ascendente (V_z) di 1,5 m/s e un vettore orizzontale (V_h) di 4,75 m/s. Nella migliore delle ipotesi, il variometro mostrerà solo 0,9 m/s poiché sottraiamo il tasso di caduta dell'aliante. In realtà, data la presenza di alberi di grandi dimensioni che assorbono molta energia su uno spessore che può arrivare fino a cinquanta metri, non ci sarà più nulla. Al contrario, se parte una termica e se il pilota inizia a girare, si sposterà involontariamente verso la montagna di 140 m ad ogni giro, che, senza correzione ad ogni spirale, porterebbe a una collisione con la montagna nel secondo giro.

A partire da 1.900 metri, o 1.100 m sopra il lago, la pendenza aumenta al 50% fino alla vetta a 2.540 m. Il vettore verticale diventa 2,5 m/s, pari la meglio a 1,9 m/s di variometro. Tuttavia, il vettore orizzontale è ancora 4,5 m/s, una deriva di circa 130 m al giro, che è ancora significativa e può portare facilmente a un incidente. Tuttavia, a questa quota, la brezza di valle è praticamente nulla ed è sostituita da una brezza termodinamica generata dalla parete rocciosa che nasce sopra il bosco. La componente orizzontale sarà minore ed è probabile che, in assenza



Fig. 3.1.2 Decomposizione del vento in componenti vettoriali sul versante del Monte Guillaume

- (A) Pendio boscoso intorno a 1.500 m, 30%
- (B) Pendio sopra il bosco, zona rocciosa intorno a 1.900 m, 50%
- (C) Vettore del vento, ipotizzato lo stesso a 1.500 m e 1.900 m slm

di vento di gradiente, inizino le termiche al limite del bosco, abbastanza distanti dalla parete rocciosa, e quindi utilizzabili in spirale senza grossi rischi.

È ovvio che se il vento di gradiente soffiava lungo la valle, questi valori sarebbero moltiplicati per due o tre e l'ascendenza dinamica di pendio sarebbe facilmente utilizzabile a qualsiasi quota senza preoccuparsi delle termiche.

Tuttavia, il pilota dovrà ricordare che il tasso di salita al disopra del bosco, oltre 1.900 m, sarà più del doppio di quello trovato verso 1.500 m, principalmente per la decomposizione dei vettori a cui si aggiungono le perdite dovute alla presenza di grandi alberi.

Il pilota dovrà stimare bene la quota per raggiungere il pendio in modo da perdere il minor tempo possibile dopo l'arrivo.

Immaginando un muro completamente verticale che blocca una valle, il vettore

del vento orizzontale (V_h) sarà completamente convertito in vettore verticale (V_z): ad esempio, la nostra brezza di 5 m/s diventa 5 m/s in salita al piede della parete, il cui valore diminuirà solo man mano che saliamo perché gran parte della massa d'aria troverà un modo per aggirare questo ostacolo.

Purtroppo le verticali si trovano raramente a bassa quota, a causa del naturale sviluppo delle montagne.

Le cime si stanno sgretolando in lastroni lasciando i pendii più alti spogli e relativamente verticali, i detriti caduti a fondovalle rendono meno ripidi i pendii. Le pareti verticali sono quindi generalmente utilizzate con vento di gradiente mentre le brezze di valle richiederanno generalmente al pilota di lavorare su pendii meno ripidi e quindi pendii più difficili e pericolosi da usare.

Raramente esistono pareti assolutamente verticali, fatta eccezione per alcuni rilievi isolati o una fascia alla sommità del crinale. Quelle che hanno un angolo di 45° (pendenza 100 %) danno già l'impressione di essere verticali. Colpiscono particolarmente chi vola a 100 km/h a decine di metri di distanza dalla roccia. Un esempio tipico è il versante Sud-Est di la Tête d'Amont, di fronte alla brezza ascendente, anche se all'altezza della parete (800 m dal suolo) rimane ben poco della brezza che soffia a 15 kt nel fondovalle.

La fig. 3.1.3 mostra l'immagine ed il profilo della parete, la pendenza massima è in realtà solo dell' 84 %. Certamente, il valore dell'ascendenza sarà in teoria il 64% della velocità del vento, che consente una rapida salita anche se la brezza è diventata debole. Una brezza di 5 kt o 2,5 m/s, produrrà comunque una salita (netta) di 1,6 m/s. La componente orizzontale è di 1,9 m/s o 7 km/h, un valore facilmente gestibile, tanto più che non si tratta di

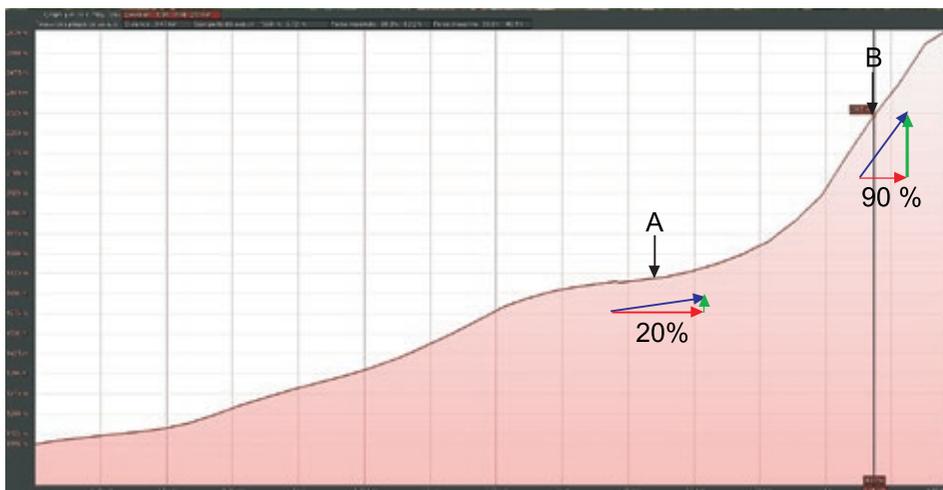


Fig. 3.1.3 La parete Sud della Tête d'Amont sembra verticale, ma la parete superiore arriva a malapena a 45° . Certamente alcuni tratti sono verticali ma l'aliante deve seguire un percorso medio.

spirale lungo tali pareti, essendo le termiche inutilizzabili al di sotto della vetta.



3. Volo di pendio, tecniche e



Fig. 3.1.4 La stessa montagna (Tête d'Amont), vista da terra. Alcuni tratti della parete sembrano effettivamente vicini alla verticale ma a questa quota la brezza di valle ha perso gran parte della sua forza.

La maggior parte delle montagne esposte alla brezza di valle a bassa quota offre pendii inclinati tra il 30 % (17 gradi) e il 50 % (27 gradi), molto raramente al 100 % (45 gradi). Se prendiamo l'esempio di una pendenza del 50 % (Mont Guillaume o Tête d'Amont nelle Alpi), un vento di 15 kt può essere suddiviso in una componente verticale (V_z) di 3,7 m/s, ma soprattutto in una componente orizzontale (V_h) di 6,7 m/s pari a 24 km/h. Il pilota deve stare molto attento a non andare alla deriva contro la montagna, e se deve spirare in termica deve stare particolarmente attento alla sua velocità (e alla sua conseguenza sul raggio di virata), vedremo questo aspetto di seguito.

In queste condizioni, una virata media (30 secondi per giro con un angolo di inclinazione di 30° a 100 km/h) deriverebbe di 200 m per giro. Una forte

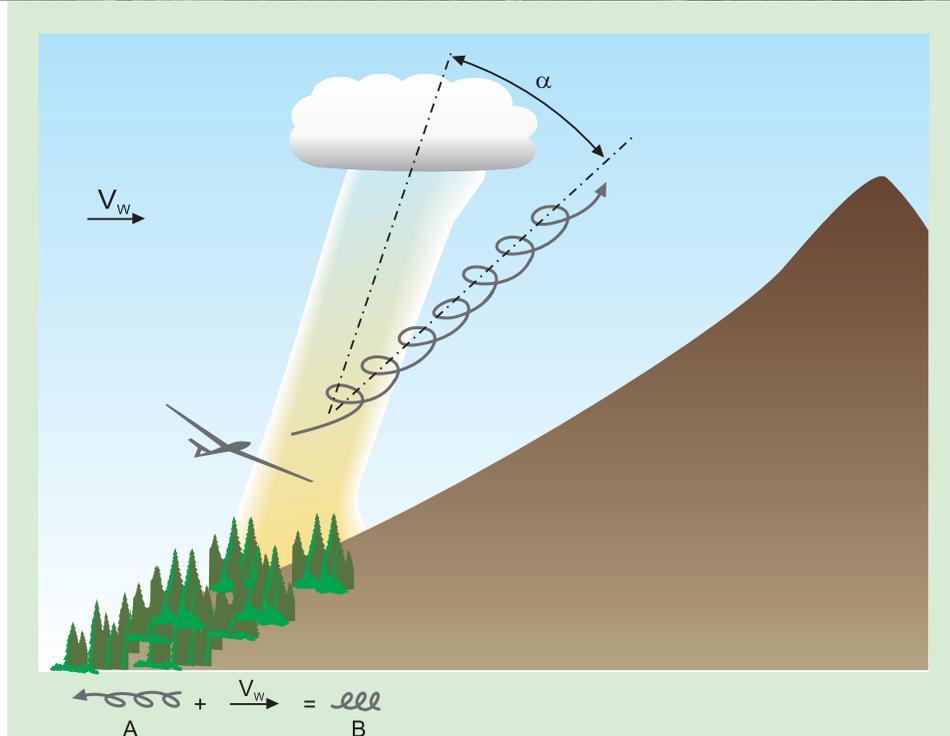


Fig. 3.1.5.a Correzioni per la deriva durante la spirale in condizioni di vento significativo V_w vettore vento.

(A) spirale corretta (ellittica) senza vento

(B) spirale quasi circolare ma che farà sì che l'aliante lascerà l'ascendenza (α) angolo tra la traiettoria della termica e quella dell'aliante senza correzione

La correzione deve quindi essere maggiore di quella del vento perché in generale le termiche sono meno angolate della traiettoria naturale di un aliante in perfetta spirale circolare.

inclinazione (20 secondi per giro per 45° di inclinazione a 110 km/h) produrrà ancora, ad ogni giro, 134 m di deriva contro la parete. La correzione deve essere applicata ad ogni giro verso valle, per diversi secondi, a seconda della velocità di volo. Ricorda che a 100 km/h, ci vogliono più di 7 secondi per passare attraverso questi 200 m di correzione di deriva. In realtà la situazione è un po' più complessa, perché l'inclinazione media della colonna d'aria calda ascendente è inferiore alla deriva naturale dell'aliante che farebbe spirali a raggio costante come impariamo durante la scuola di pilotaggio. Per ottimizzare la sua salita, il pilota deve quindi eseguire spirali ellittiche, aumentando l'inclinazione nella virata col vento in coda e riducendolo a metà giro col vento di fronte. Questa tecnica è applicabile anche in volo termico di pianura in presenza di vento significativo, richiede una buona formazione per mantenere una velocità costante e buona simmetria di volo durante i cambi di inclinazione. La fig. 3.1.5.a illustra questo aspetto.

Visto che stiamo discutendo delle tecniche volo ad alto livello, ne approfitto per ricordare che la simmetria del volo a sua volta chiede che il filo di lana sia non nel mezzo, ma leggermente sul lato opposto alla direzione della spirale, perché la fusoliera rappresenta la tangente del cerchio del percorso dell'ala. Questo punto di riferimento è tanto più importante quanto più la fusoliera è lunga (biposto in tandem) e il raggio di virata è breve. Quanto dobbiamo spostare il nostro filo di lana? Il grande maestro Tedesco che mi ha insegnato questo processo mi ha risposto con un sorriso sornione «*Lo spessore del filo*». Che ho interpretato come: «*Il meno possibile, ma abbastanza per essere sicuro che non lo sia dalla parte sbagliata*».

E siccome nessuno è perfetto, è sempre meglio essere in leggera scivolata (effetto di centraggio centripeto) verso l'interno della virata rispetto alla scivolata verso l'esterno (effetto di espulsione centrifuga).

La Fig.3.1.5.b illustra questa caratteristica per una fusoliera Nimbus 4D.

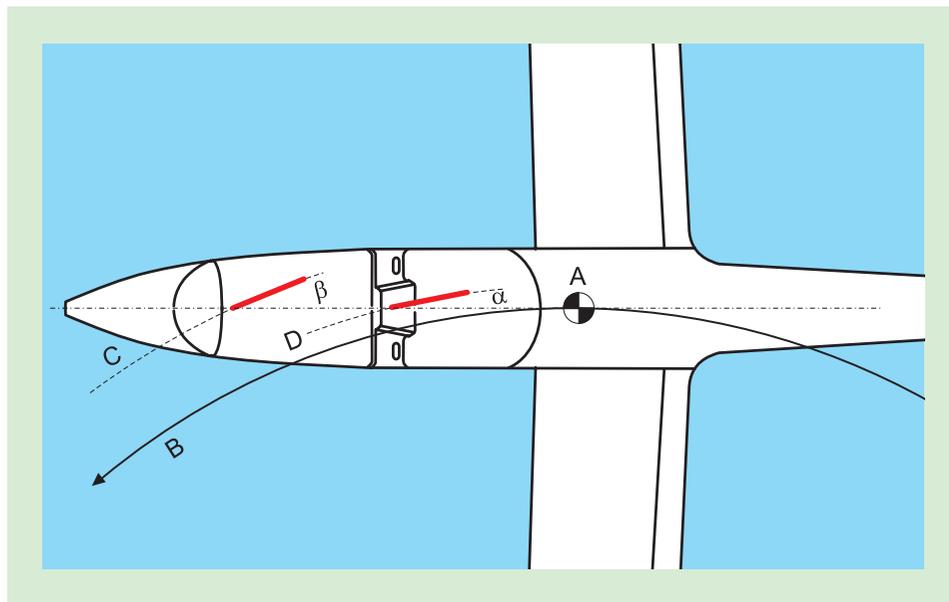


Fig.3.1.5.b Posizioni dei fili di lana in virata simmetrica, (A) baricentro dell'aliante, traiettoria complessiva

(B) traiettoria circolare (raggio volutamente accorciato)

(C) Posizione del filo di lana nel posto anteriore

(D) Posizione del filo di lana nel posto posteriore

(α) angolo tra il filo di lana posteriore e l'asse della fusoliera

(β) angolo tra il filo di lana anteriore e l'asse della fusoliera: $\beta > \alpha$

La tabella fig. 3.1.5 fornisce i valori delle componenti (V_z) e (V_h) per un Vento di 15 kt, tipico di una buona brezza termica di valle; il lettore potrà fare facilmente la proporzione per altre velocità.

Pendenza	20%	30%	50%	75%	100%	200%
Angolo (gradi)	11	17	27	37	45	63
Vento (kt)	15	15	15	15	15	15
V_z (m/s)	1,5	2,2	3,4	4,5	5,3	6,7
V_h (m/s)	7,4	7,2	6,7	6,0	5,3	3,4
Deriva per ogni giro (m) Con inclinazione 30° e V_i 100 km/h	221	216	201	180	159	101

Fig. 3.1.5 Tabella della decomposizione dei vettori in funzione dell'inclinazione della parete

A titolo di confronto, la pendenza massima consentita per una strada è solo dell'8%, con possibilità di aumento al 10% per i raccordi; il massimo di una rampa di parcheggio interrato è del 15%; il massimo di una via pubblica in Francia è lo Chemin de Saint Julien, nel Gard, con il 33% su una porzione di 200 m di lunghezza.



3. Volo di pendio, tecniche e

3.2 Il gradiente di vento lungo il pendio.

Il gradiente di velocità del vento che interessa al pilota è la differenza di velocità del vento tra il primo metro a lato della parete e una distanza da trenta a cinquanta metri verso l'esterno, vale a dire l'area di volo dell'aliante. La presenza di un forte gradiente produce una coppia attorno all'asse di rollio che tende a sollevare l'estremità dell'ala esterna e quindi a far girare l'aliante verso la parete. Quindi è un fattore di rischio che deve essere adeguatamente valutato prima di avvicinarsi alla montagna. Il gradiente è dovuto principalmente alle perdite di energia per attrito lungo la superficie. La presenza di una vegetazione intensa (soprattutto quando gli alberi hanno già la chioma), la presenza di grossi massi o di una superficie irregolare ricca di buchi o altri fattori che aumentano l'attrito, sono elementi che favoriscono un forte gradiente del vento. Il pilota dovrà aumentare la sua velocità e rimanere molto attento alle reazioni della sua macchina rispetto all'ambiente esterno. Bisogna tenere a mente che la distanza tra la punta dell'ala e la cima degli alberi è dello stesso ordine di grandezza dell'altezza di questi alberi. La loro influenza sarà molto sentita e più gli alberi sono alti più agiscono da freno rallentando il movimento dell'aria, aumentando il fattore di rischio e riducendo la velocità di salita. Da un punto di vista pratico, quindi, è meglio prima di lunghe traversate e, per quanto possibile, ottenere un'altitudine sufficiente per arrivare alla prossima montagna sopra la linea degli alberi. Qualsiasi pilota che vola d'inverno su pendii innevati con alberi spogli avrà notato che questo tipo di ascendenze è più facile e regolare che in piena estate. Le pareti verticali sono prive di vegetazione; queste sono rocce lisce che non fanno rallentare il vento per attrito in modo significativo. Per il pilota principiante, sono sicuramente le più impressionanti, ma in realtà sono le

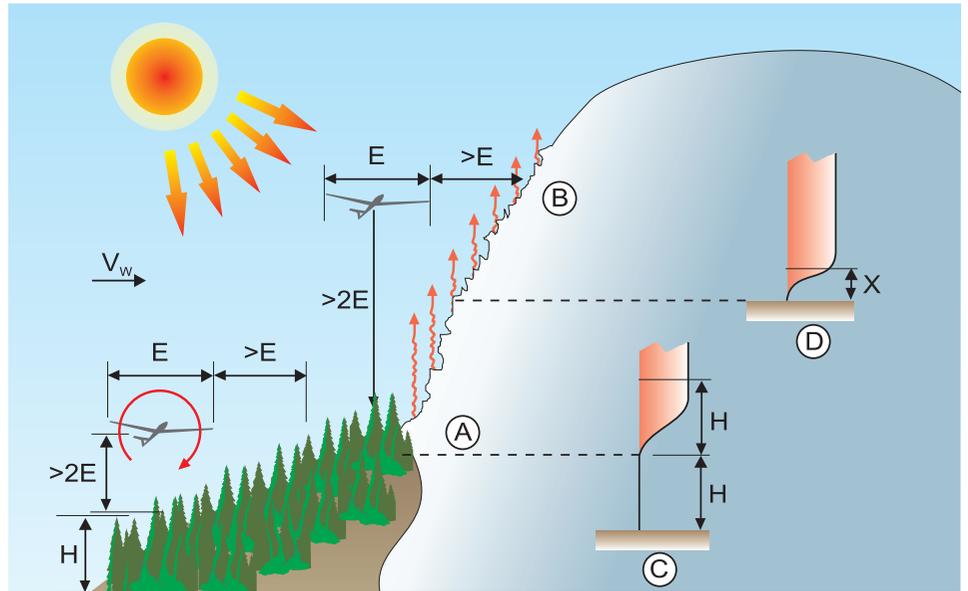


Fig.3.2.1 Schema del gradiente su pendii

- (A) Area boschiva: gli alberi rallentano il vento ad un'altezza dello stesso ordine della loro propria altezza, cioè da 20 a 30 m. Il pilota dovrà prestare la massima attenzione. Il forte gradiente crea anche una coppia che tende a far girare l'aliante verso la parete.
- (B) Zona rocciosa nuda: lo spessore dello strato limite è dell'ordine di pochi metri a seconda delle asperità del terreno, l'aliante può avvicinarsi, ma non a meno di una apertura alare orizzontalmente e due aperture alari verticalmente. Se la foresta è posta al di sotto di rocce, è improbabile che là si formi «trappola mortale» sotto l'ala esterna.
- (C) Il vento ritorna al suo valore nominale a circa il doppio dell'altezza degli alberi. Tenere un'altezza di due aperture alari, cioè da 30 a 50 m, è quindi assolutamente essenziale per evitare lo schianto.
- (D) Lungo la zona rocciosa il gradiente è di pochi metri, a seconda delle asperità del terreno.

più sicure a causa dell'assenza di componente orizzontale del vento e assenza di gradiente.

3.3 A che velocità volare lungo i pendii?

La velocità di volo lungo i pendii alimentati dal vento gradiente o dalla brezza termica, o dalla combinazione dei due, dipende da molti fattori e soprattutto la strategia di rotta a breve termine.

- Se l'obiettivo è di arrivare da un punto all'altro il più velocemente possibile senza preoccuparsi dell'altitudine, la velocità sarà quella che permetterà al pilota di non superare la linea di cresta, perché la zona di miglior salita si trova pochi metri sotto la cresta, dove la parete è più verticale e quindi offrirà la miglior V_z , che verrà poi convertita in energia cinetica. Per usare i termini di Karl Striedieck, "Questo tipo di volo in pendio è fisicamente molto impegnativo, mentalmente estenuante e pericoloso." Ma se vuoi vincere una gara o battere un record è un passaggio obbligato e richiede molta pratica. In un recente campionato nazionale, l'ex campione del mondo Giorgio Galetto è riuscito a portare a termine una gara a una media di 160 km/h senza mai girare, lasciando indietro tutti i suoi avversari. In questo caso la velocità è costantemente variabile e può

facilmente raggiungere la linea rossa se il vento è forte. Infatti, tutti gli alianti moderni tra i 15 e i 27 metri di apertura alare, zavorrati, hanno un tasso di caduta tra 2,5 e 3 m/s alla Vne, corrispondente ad un vento di 14 kt su una pendenza del 45 %, una situazione non rara. È chiaro che in queste condizioni di turbolenza e velocità, l'uso dei comandi dovrebbe essere limitato ad una frazione del loro raggio d'azione, secondo il Manuale di Volo che deve essere stato ben studiato ed applicato e, se necessario, ridurre la velocità al di sotto di Vra, la velocità massima consentita in condizioni di aria agitata. Ad esempio, per un ASG 29-18, la Vne è 270 km/h ed è consentito un massimo di un terzo dell'intera corsa e la Vra è di 210 km/h. Poiché risulta che la maggior parte delle macchine moderne ha anche una Va (velocità massima per manovra brusca o fino a fine corsa del comando) pari alla Vra, il pilota può volare in sicurezza a quella velocità. Il fattore di carico (numero di g) può anche essere un altro motivo per ridurre la velocità. La macchina del nostro esempio è progettata per un coefficiente di carico massimo da 5,3 g positivo e 2,65 g negativo fino a 210 km/h e 4 g positivo e 1,5 g negativo se oltre. Quando Karl Striedieck ha detto «Abbiamo rilevato 5 g circa una volta all'ora e 3 g ogni 30 minuti. Ho visto 7,5 g positivi e 5,5 g negativi, e questo romperà alcuni aeroplani...» egli ammette che avrebbe potuto distruggere il suo aereo. A quella velocità, a pochi metri sopra gli alberi, non aveva possibilità di salvarsi. Dove sta il piacere di sopportare una turbolenza di 5 g una volta all'ora, 3 g ogni 30 minuti e sentire il crepitio delle vertebre cervicali per aver sbattuto la testa contro la capottina? I lettori trarranno le proprie conclusioni.

- Se l'obiettivo è raggiungere una certa quota alla fine della cresta per attraversare, ad esempio, una valle o un'interruzione di quella montagna, allora il pilota dovrebbe applicare il metodo precedente fino al punto in cui rallenterà per arrivare al fine della montagna all'altitudine desiderata. Dobbiamo ricordare che l'effetto del solo vento su un pendio genera ascendenze di poche centinaia di metri di spessore e il valore di tale ascendenza diminuisce molto rapidamente.

Inoltre, una volta arrivato in cima alla cresta, il pilota si troverà in una componente di vento orizzontale molto più alta di quando era sotto la cima, soprattutto se la parete è ripida. La componente orizzontale essendo parecchie volte più alta al di sopra della cresta è per di più ulteriormente aumentata dall'effetto Venturi. La scelta di rimanere sopra la cresta è sempre abbastanza dannosa in termini di velocità media di crociera, ma per chi non ha la necessità di andare il più veloce possibile, offre la massima tranquillità.

- Quando si vola in montagna molto alta allora potrebbe essere necessario fermarsi per fare alcune virate a «figura a otto» per arrivare il più alto possibile e il più rapidamente possibile sul pendio fino alla quota sufficiente per la prossima planata pianificata, quindi la velocità di volo dovrebbe essere il più vicino possibile alla velocità di caduta minima coerente con i requisiti di manovrabilità per evitare le insidie sopra descritte. Le nostre montagne sono generalmente suddivise in tre porzioni utili: C, D ed E come illustrato in fig. 3.3.1, che rappresenta il profilo reale con orizzontale e verticale alla stessa scala attraverso un pendio iconico nelle Alpi francesi, Prachaval (Saint Crépin):

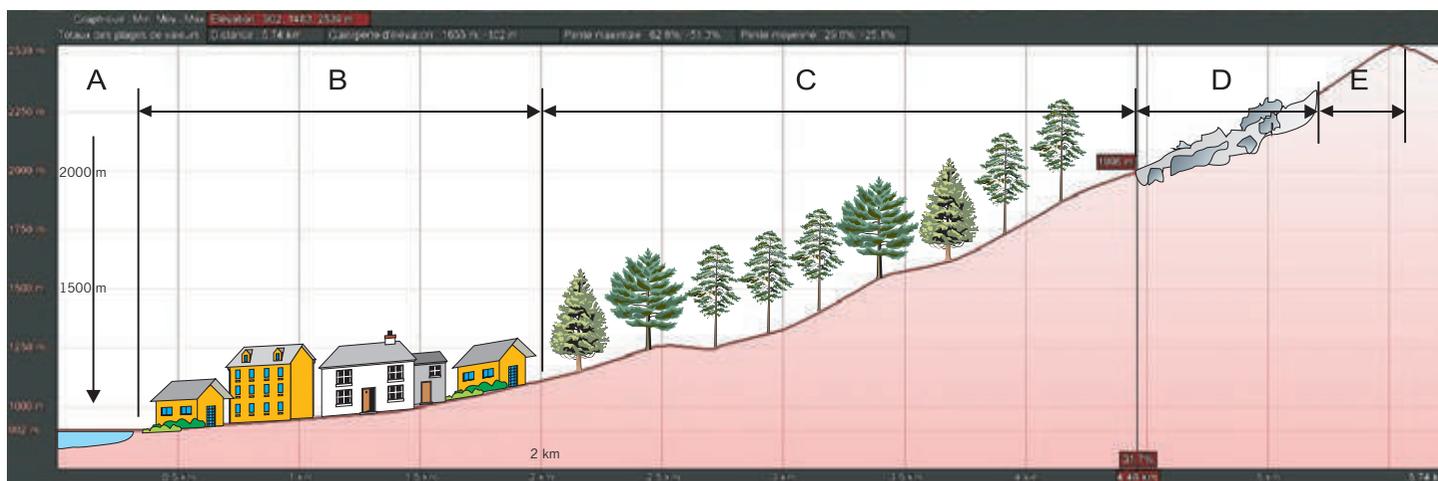


Fig. 3.3.1 profilo tipico di un versante iconico delle Alpi: Prachaval. Si noti che le pendenze effettive sono inferiori a quelle che appaiono in volo, ma hanno la stessa scala verticalmente e orizzontalmente.

(A): Fiume (B): Zona di colture e abitazioni (C): Zona di bosco, da 1.200 a 2.000 m, lunghezza 4,5 km (D): Zona di ghiaioni rocciosi, da 2.000 a 2.300 m, lunghezza ca. 700 m (E): parete liscia più ripida, da 2.300 m, fino alla cima a 2.463 m, lunghezza circa 500 m.



3. Volo di pendio, tecniche e

1. Ai piedi dei pendii, in una zona boschiva esposta alla più forte brezza di valle, è raro trovare forti turbolenze perché l'attività termica è bassa e gli alberi sono un fattore di smorzamento delle raffiche. La prima tacca di flap positivo può essere utilizzata in questo caso per volare di circa il 15% sopra la velocità di minima caduta, intorno al V_{oa} ($V_s \times 1,3$) per la massa in quel momento, che può essere molto diversa dall'aliante senza zavorra (triangolo giallo sull'anemometro). Il triangolo giallo indica la velocità di avvicinamento alla massa massima, JAR 22.1545 (d). Ad esempio, per un ASG 29-18, la velocità corrispondente al tasso minimo di caduta è 75 km/h senza zavorra d'acqua, che diventano 95 km/h a pieno carico, corrispondente ad una velocità ottimale su un pendio non turbolento rispettivamente di 85 e 110 km/h.

2. Al di sopra dell'area boschiva, si trovano solitamente ghiaioni composti da rocce cadute dall'alto, di dimensioni variabili da pochi centimetri a diversi metri. La rugosità è elevata e può essere sede di mini turbolenze ("microburst").

A causa della frammentazione delle rocce, la superficie esposta al sole è più grande di quanto sembri, e spesso in questa zona iniziano potenti termiche. L'angolo medio della pendenza è inoltre tale che l'apporto di energia solare è al massimo, i raggi del sole sono quasi perpendicolari nel primo pomeriggio fino a metà pomeriggio, quindi si dovrebbe volare in configurazione pulita (flap in posizione neutra) ad una velocità che offra il miglior compromesso tra il più basso tasso di caduta possibile e un'eccellente manovrabilità per evitare le insidie sopra descritte.

L'esperienza mostra la velocità di massima efficienza è in realtà un buon compromesso. Nel caso dell'ASG 29-18, questa velocità varia da 95 km/h a vuoto a circa 125 km/h a pieno carico. Il prezzo da pagare per la sicurezza è dell'ordine di 0,15 m/s, il che è abbastanza accettabile.

3. Sopra la zona dei ghiaioni, troviamo l'ultima zona della montagna fino alla cima, dove le pareti sono le più verticali. A causa della loro pendenza, l'apporto di energia solare è inferiore rispetto al ghiaione appena sottostante e l'attività termica è generalmente bassa, limitata alle correnti di parete il cui utilizzo richiede di stare molto vicino alla parete, un'attività molto pericolosa, il cui successo non è garantito. Inoltre le pareti si trovano solitamente ad un'altitudine tale da trovarsi al di sopra della zona di influenza della brezza di valle e quindi inutile in assenza di gradiente. Se il vento di gradiente è

forte e ben orientato, può essere possibile volare con una tacca di flap positivo attorno al V_{oa} dopo aver verificato volando più velocemente, con flap a zero, che non ci siano turbolenze da termiche. In caso contrario sarà necessario adottare la configurazione del paragrafo precedente. Si potrebbe pensare che le pareti verticali diventino molto attive termicamente nel tardo pomeriggio quando il sole è basso sull'orizzonte, ma in realtà l'energia solare prodotta dal sole alle ore 17 è appena il 60 % del massimo della giornata a mezzogiorno, il bilancio energetico non è favorevole alla parete verticale. Nota: volare vicino al pendio con l'estremità dell'ala esterna sopra un'area più termicamente attiva espone il pilota alla trappola fatale descritta al par. 4.3.

3.4 L'orientamento della linea di cresta rispetto al vento.

Quando si tratta di utilizzare un pendio puramente per salire in dinamica, è ovvio che l'energia sarà massima quando la superficie sarà perpendicolare al vento. Poiché non è sempre così, bisogna prestare molta attenzione nel condurre il volo nel senso che, in accordo con le leggi fisiche della guida per attrito, gli strati d'aria che passano in prossimità della vetta gireranno per uscire perpendicolarmente alla cresta.

Maggiore è l'angolo tra il vento e la cresta, più il flusso in uscita sarà disturbato.

Troviamo tre strati:

- uno strato molto basso tra il terreno e poco al di sotto del livello della cresta completamente turbolento, non sfruttabile;
- uno strato di alcune centinaia di metri di spessore, la cui direzione del flusso è perpendicolare alla cresta;
- lo strato superiore, la cui direzione del flusso si sposta gradualmente nella direzione del vento di gradiente.

Quindi se un fenomeno ondulatorio si è innescato a valle della cresta, l'asse di migliore ascendenza negli strati inferiori non sarà perpendicolare al vento, ma sarà parallelo alla cresta Man mano che si sale, quest'asse può gradualmente raddrizzarsi, ma non necessariamente. In assenza di segni visibili, il pilota ne dovrà tener conto nei suoi calcoli di traiettoria. Questo fenomeno è stato ripetutamente documentato e ci ritorneremo al par. 4.

Se il pilota ha dovuto abbandonare questo pendio volando sottovento per andare ad utilizzare un altro pendio vicino, deve ricordare che il flusso è stato deviato negli strati inferiori, e tener conto di questo fattore per trovare la migliore area nel pendio successivo.

La fig. 3.4.1. Illustra quest'aspetto particolare utilizzato da sempre nell'industria per guidare ogni tipo di nastro in movimento, ma poco noto ai volovelisti.

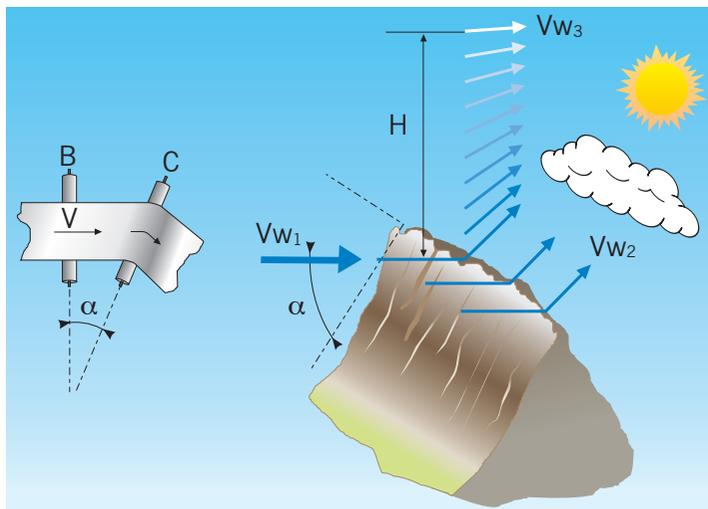


Fig. 3.4.1 Principio della guida di un foglio in movimento. La rotazione del vento dietro ad un crinale che non è perpendicolare al flusso del vento.

A: qualsiasi foglio o tessuto che si muove nella direzione V.

B: rullo che tocca appena il foglio ed è perpendicolare alla direzione di movimento V

C: rullo che tocca appena il foglio e che ha un angolo (α) rispetto al movimento. Il foglio ruoterà della stessa quantità.

Vw1: direzione del vento di gradiente.

Vw2: direzione del vento in uscita dalla cresta, a questa quota. Il raddrizzamento è graduale con l'altitudine, il flusso negli strati inferiori, al di sotto della cresta, è disordinato.

Vw3: direzione del vento poche centinaia di metri sopra la cresta, parallela a Vw1

3.5 Gli acceleratori di flusso: concavità o convessità.

Le montagne sono tutte più o meno scavate dall'erosione della pioggia, permettendo la formazione di canali concavi e creste convesse che influenzano fortemente la velocità di salita lungo il pendio, rendendo inoltre più difficile seguire per il pilota la rotta migliore, il quale deve manovrare costantemente per seguire il terreno.

È importante, dopo aver effettuato il primo passaggio a distanza di sicurezza su un pendio sconosciuto, limitare i successivi passaggi ai canali od imbuto, sedi delle migliori salite.

La fig. 3.5.1. mostra un esempio di un iconico pendio che è un punto di passaggio obbligatorio in qualsiasi volo da Varese, il Campo dei Fiori, visto da nord-ovest.

Se è tutta la cresta che curva e fornisce una superficie concava esposta al vento, allora il pendio funzionerà ancora meglio con venti deboli, tipico delle corna della Montagne de Lure. Nella situazione opposta, volare semplicemente al centro della convessità e lasciare il pendio il prima possibile.



Fig. 3.5.1 Il Campo dei Fiori (amplificazione verticale x 3) La migliore salita si trova all'interno del canale mostrato nell'ellisse.

Queste osservazioni sono state già documentate da Berenger e Gerbier negli anni '50, poi riprese da Paul Queney e Gerbier (fig. 3.5.2) nel 1960 (Rif.1 5 5).

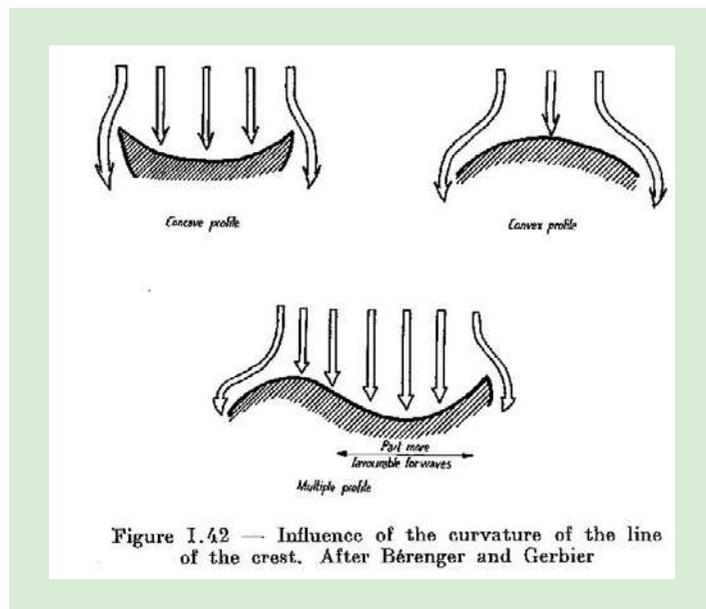


Figure I.42 — Influence of the curvature of the line of the crest. After Bérenger and Gerbier

Fig. 3.5.2 Le curve delle creste e le loro conseguenze sulla formazione delle onde. Pubblicazioni dal 1950 al 1960 by N. Gabriel e P. Queney (Rif. cap.1)



3.6 Nota sul diritto di precedenza durante il volo in termica.

Fortunatamente si riconosce a livello planetario che durante il volo di pendio, l'aliante che ha la montagna alla sua destra ha la priorità su quello che arriva dalla direzione opposta; quest'ultimo deve tenersi distante dal pendio per lasciarlo passare agevolmente. È un'opportunità inaudita aver messo tutti d'accordo, perché nella guida e nella navigazione, tutti sanno che mezzo mondo funziona al contrario, ma non tutti allo stesso modo, sarebbe troppo semplice! Ad esempio, la Gran Bretagna guida a sinistra, ma le navi lasciano le boe verdi alla loro destra entrando in porto (come fanno tutte le navi in Europa), mentre le Americhe guidano a destra, ma lasciano le boe verdi alla loro sinistra.

Però non dobbiamo illuderci, anzi le priorità valgono solo quando ci si può vedere. Lo slogan "vedere ed evitare" è attraente ma inefficace, soprattutto da quando abbiamo riempito i cruscotti di gadget elettronici che vanno di moda tra i giovani.

Basta che uno che deve dare la precedenza sia al sole e non ti veda, o ti veda troppo tardi, e come puoi immaginare perfettamente, non ti rendi conto del rischio che corri. Per questo motivo, quando il sole è basso sull'orizzonte, rinuncio a qualsiasi priorità e mi tengo abbastanza lontano da evitare qualsiasi conflitto. La perdita di tempo è insignificante, forse dieci secondi. Non ho mai perso un record per così poco, ma ho visto troppi amici scomparire in collisioni in volo.

Allo stesso modo, quando giri l'angolo di una montagna, non puoi dire se qualcuno non sta facendo lo stesso dall'altra parte (vedi paragrafo 4.1). Anche in questo caso, dovrebbe perdere qualche secondo per allargare la curva in modo che, in caso di conflitto, tutti abbiano il tempo di fuggire verso l'esterno.

3.7 Presenza di un altro pendio sopravvento in grado di creare una opposizione di fase.

Non sempre un pendio esposto al vento offre una garanzia assoluta di ascendenza. Quando un'altra cresta è posizionata esattamente sopravvento a questo pendio, è del tutto possibile che la lunghezza d'onda del sistema ondulatorio sia tale che la nostra tanto desiderata salita sia esattamente nella porzione discendente del sistema superiore. In caso di dubbio, l'esplorazione durante il primo passaggio dovrebbe essere eseguita con una velocità sufficiente per poter fuggire rapidamente contro vento.

Se il pilota non trova la salita, avrà quindi solo una decina di secondi per analizzare correttamente la situazione osservando:

- l'orientamento delle foglie degli alberi, se presenti. Se si muovono poco, non è un buon segno.
- La direzione del vento ai piedi del pendio e a metà valle, osservando laghi, vegetazione e fumo se presenti.

- L'eventuale presenza di nuvola di rotore a metà valle.
- E infine, un'indicazione del calcolatore elettronico del vento ma che non gli attribuisce una grande importanza, poiché occorrono tra i 30 e i 60 secondi di volo rettilineo per ottenere una lettura affidabile e quel tempo è troppo lungo per aspettare prima di prendere una decisione, che deve essere immediata perché il tasso di caduta può diventare catastrofico. In tutti i casi, una fuga verso il centro valle è la manovra meno dannosa perché la risposta è di tipo binario: o la discendenza diminuisce, quindi è un rotore e il pilota dovrebbe continuare contro vento e poi trovare la salita, oppure non succede niente e il pilota si trova in una zona disorganizzata, può ritornare al pendio precedente o, se può, continuare verso il pendio successivo, sperando che il problema non si ripresenti.

La Fig. 3.7.1 mostra schematicamente questo fenomeno.

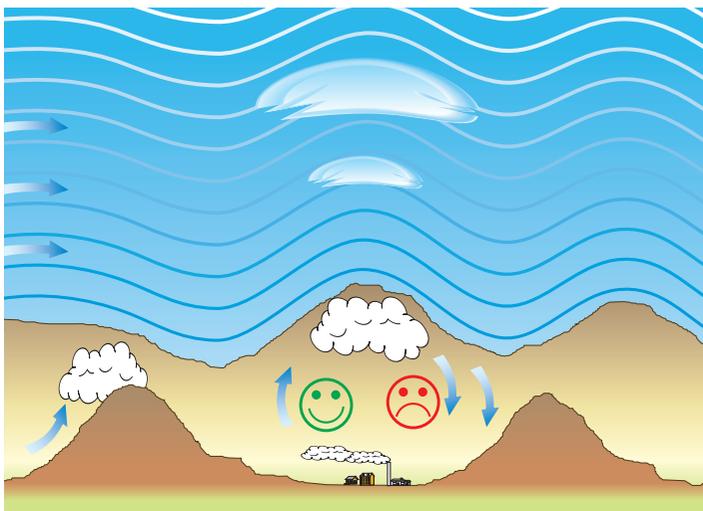


Fig. 3.7.1 Schema di un pendio in opposizione di fase.

Questa situazione è molto comune in tutte le montagne, sia nell'emisfero nord che nell'emisfero sud, quindi è bene abituarsi ad analizzare l'ambiente circostante di un pendio prima di decidere di volarci sopra a bassa quota.

È chiaro che qualsiasi pendio esposto al vento proveniente da una valle aperta può essere volato a qualunque altitudine purché l'aliante non abbia ancora toccato terra! Non posso fare a meno di citare una frase del mio compianto amico Attilio Pronzati, appassionato anche lui di volo di pendio, il quale, parlando del pendio di Oulx e dell'unico campo "atterrabile" della valle, diceva: « Meglio un pendio povero ben esposto al vento che il migliore prato ».

Né lui né io siamo mai atterrati a Oulx a differenza di decine di altri piloti di tutte le nazioni, ma il pendio del Cotolivier, lo abbiamo lucidato per decenni!



Volo in pendio con vento da Sud-Ovest lungo il ghiacciaio del vulcano Tronador, sullo sfondo il Pico International (Chile-Argentina).

I primi voli in aliante erano in dinamica, vale a dire lungo un pendio con il vento che gli soffiava contro. Per decenni l'unico obiettivo era rimanere in volo il più a lungo possibile con macchine che oggi sarebbero classificate nella categoria degli "ultraleggeri". Quindi l'utilizzo dell'aria in salita trovata nelle termiche ha convinto i piloti a lasciare l'area locale, gli alianti sono diventati più efficienti e abbiamo scoperto il volo in pendio ad alta velocità su grandi distanze. Purtroppo le velocità, le masse e quindi le energie in gioco sono diventate significative e volare con un velivolo di 800 kg a poche decine di metri dalle creste delle montagne a più di 150 km/h non dà adito a errori, la distanza tra la vita e la morte è meno di un secondo.

Tutti sanno che nell'aviazione non è il volo che è pericoloso, ma l'incontro con il suolo. Nel caso del volo in pendio, l'interfaccia tra i due è uno strato sottile, invisibile, intangibile, in continua evoluzione e imprevedibile. A differenza del traffico stradale, non ci sono cartelli che indicano una svolta pericolosa, il limite di velocità, una strada stretta o sdruciolevole, il pilota è solo con gli occhi, le orecchie, la memoria e le capacità decisionali. Sono comunque disponibili segnali esterni per destare la sua attenzione per mettere tutti i suoi sensi in allerta. Questo capitolo dovrebbe essere aggiunto a tutte le tue conoscenze precedenti acquisite leggendo libri, riviste e feedback dai compagni di avventura. Non ha alcuna pretesa di essere esaustivo sull'argomento, è solo un mattoncino in più nell'edificio della sicurezza, che attualmente è in cattive condizioni.



4. Volo di pendio : tecniche

4.1 Angoli ciechi, pericolo di collisione

Spesso i pendii della stessa montagna sono sede di aria ascendente. Un lato grazie alla luce solare, l'altro invece grazie all'influenza del vento o della brezza di valle o del vento di gradiente. Il bordo dove questi due lati si incontrano diventa un'area estremamente pericolosa perché l'aliante farà una forte virata che potrebbe farci trovare faccia a faccia con un altro che fa la stessa cosa dall'altro lato. Questa manovra viene ripetuta più volte durante ogni volo lungo la cresta e il rischio di collisione non è preso abbastanza sul serio dalla maggior parte dei piloti. Gli esempi sono estremamente numerosi e ne citerò solo due che illustrano entrambi i modi in cui può accadere. La morte accidentale di Helmut Reichmann alla Tête du Peyron nel marzo 1992 dovrebbe rimanere nella memoria di tutti noi. Tale perdita è insopportabile.

Nella figura 4.1.1, mostriamo lo schema dell'incidente di Helmut Reichmann. Questa situazione si ripete ogni giorno decine di volte durante l'alta stagione, in questo caso la brezza di valle da Sud ha fatto lavorare (debolmente) il pendio (lato destro dell'immagine) mentre l'altro lato, ben esposto alla luce del sole, è la sede dell'ascendenza termodinamica che richiede al pilota di volare avanti e indietro fino a raggiungere la cima dove normalmente si trasformerà in una salita in spirale convenzionale ancora più potente, perché sarà la somma dell'aria che sale da ciascun lato della montagna.

Si potrebbe pensare che con il sistema FLARM, la presenza di un altro aliante situato a poche centinaia di metri di distanza sull'altro fianco della montagna sarebbe stata rilevata. Non bisogna dimenticare che il FLARM opera tramite trasmissione UHF e il minimo ostacolo fisico blocca la trasmissione e la ricezione. Inoltre questo prodotto, per la sua installazione, ha punti ciechi che riducono la sua sensibilità e aumentano il ritardo prima del rilevamen-

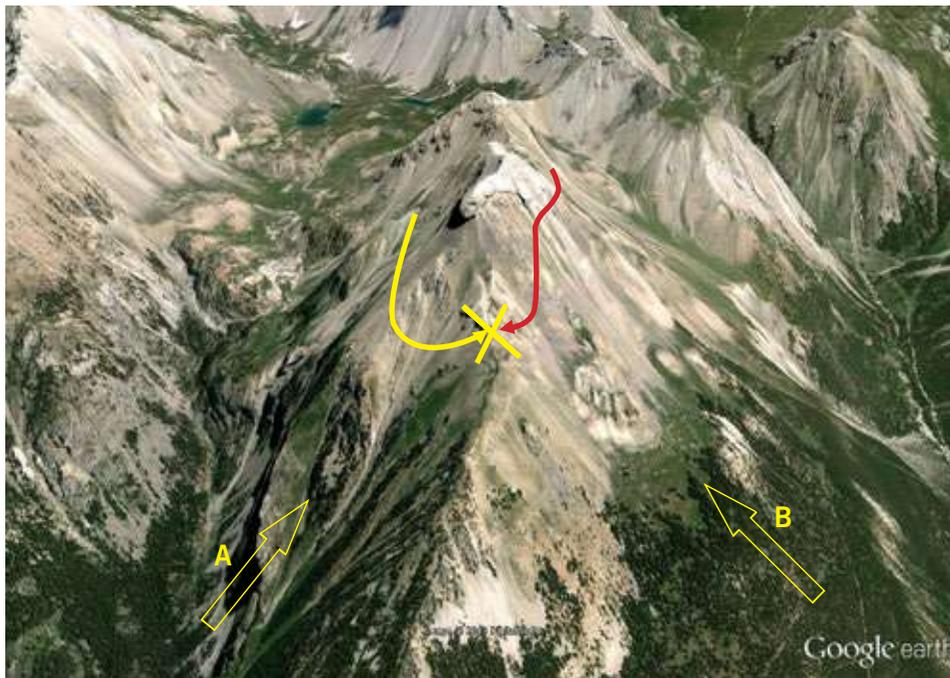


Fig. 4.1.1 LTête du Peyron, incidente di Helmut Reichmann, 10 marzo 1992

A = Lato con forte salita termodinamica

B=Lato con "debole" salita dinamica.

to dell'impatto imminente. Ci sono anche un gran numero di questi dispositivi che sono parzialmente o totalmente inoperativi all'insaputa del proprietario (circa il 30%)! Questa è una roulette russa per ogni cresta di montagna.

È quindi indispensabile allontanarsi dal pendio in modo da lasciare tutto lo spazio necessario per vedere se davanti a sé arriva un altro aereo. Non è possibile fare affidamento sul fatto che ti vedrà e girerà nel modo corretto secondo le regole teoriche di precedenza, perché la regola del «vedere ed evitare» è una completa illusione, soprattutto se il pilota che deve eseguire la manovra di scampo ha il sole negli occhi e non può vederti. La perdita di tempo sarà di poche decine di secondi, questo vale una vita, o anche tre o quattro, visto il numero crescente di alianti biposto.

Fig. 4.1.2 Un altro esempio è l'Aiguille de Scolette nella valle della Maurienne al lato di Modane, dove spesso bisogna attraversare i due lembi che formano il confine tra Francia e Italia. Il lato ovest, ben esposto al sole del pomeriggio, è spesso sede di salite termodinamiche. Se il vento proviene dal settore nord, il pilota può anche utilizzare la parete nord per girare intorno al bordo. Se c'è brezza di valle da sud, dall'Italia, il pendio potrebbe funzionare anche dall'altro lato. Se due alianti hanno la stessa idea contemporaneamente, potrebbe esserci un conflitto. Fortunatamente questa zona è molto meno affollata della Tête du Peyron.

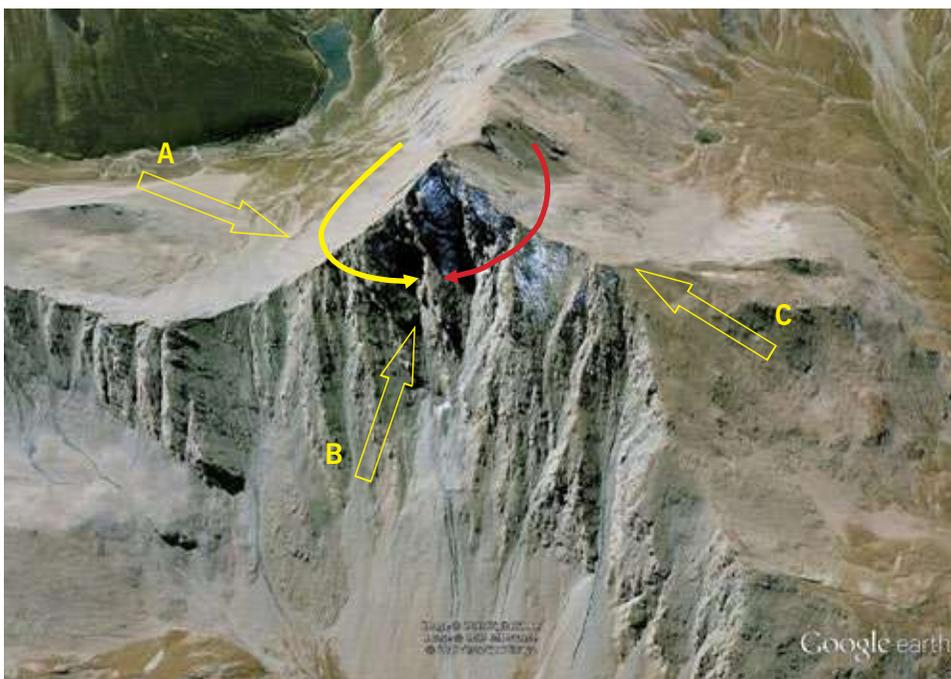


Fig. 4.1.2 Le possibili aree di lavoro dei 3 lati della piramide Aiguille de Scolette

A = Lato Nord, possibile sede di ascendenza dinamica

B = Lato Ovest, sede di ascendenza termodinamica

C = Lato Sud, sede di ascendenze termiche e dinamiche

4.2 I limiti di autorità dei comandi di rollio.

Promemoria: l'autorità o l'efficacia dei controlli del rollio è la velocità di rotazione dell'aeromobile attorno all'asse di rollio, che è direttamente correlata al design dell'alettone ed aumenta con la velocità. In pratica, le prove di volo misurano il

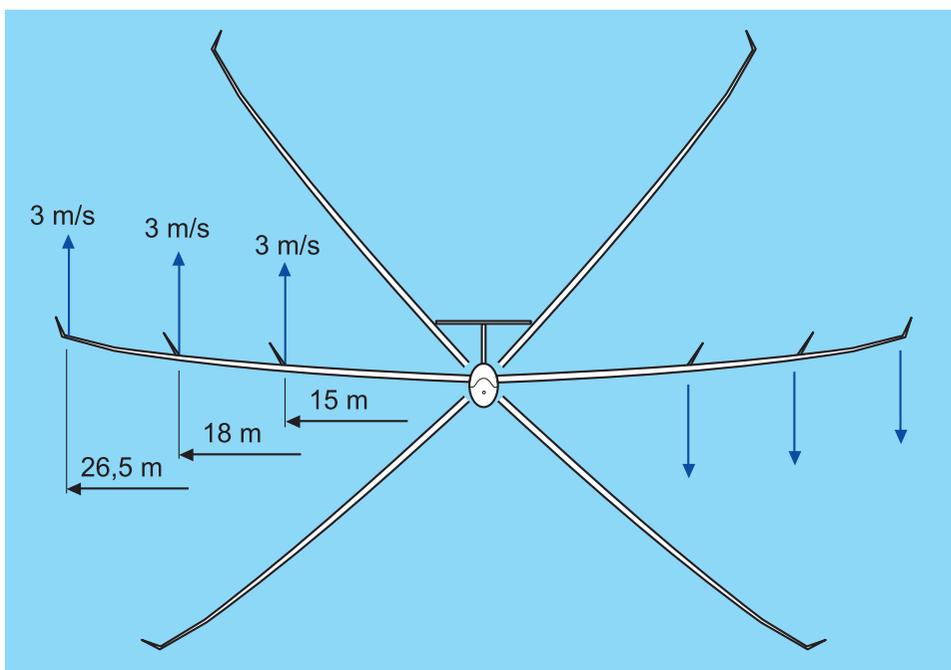


Fig. 4.2.1 Principio dell'autorità di controllo del rollio

tempo necessario per andare da 45° da un lato a 45° all'altro.

I valori migliori sono dell'ordine di quattro secondi per un aliante di 15 m senza zavorra d'acqua nelle ali (esclusi gli aliante progettati per l'acrobazia) o di circa cinque secondi per un aliante di 18 m; possono durare fino a otto secondi per la penultima generazione di aliante di classe Libera (ASW 22, ASH 25, Nimbus 4, EB 28). Questi valori devono essere aumentati, a causa dell'inerzia che raddoppia o triplica il peso delle ali e quindi il carico alare, quando i serbatoi di zavorra sono pieni, mentre la variazione di portanza generata dagli alettone non è cambiata. Non abbiamo ancora misure precise sulle ultime macchine le cui ali portano un peso superiore al peso a vuoto dell'aliante!

Ad esempio, abbiamo misurato quattro secondi per un rollio a 90° per un Quintus e un Antares 23, entrambi con una massa a vuoto di 500 kg. Entrambe le macchine possono caricare fino a 350 kg di zavorra d'acqua, il che significa che ogni ala triplicherà la sua massa! Prendiamo l'esempio di un aliante di 18 m che effettua un rollio di $\pm 45^\circ$ in 4,7 secondi.

La velocità periferica alle estremità delle ali sarà pari a $(18 \times \pi) / (4 \times 4,7) = 3 \text{ m/s}$. Lo stesso calcolo applicato al Nimbus 4D di 26,5 m di apertura alare che effettua un rollio di $\pm 45^\circ$ in 7 secondi fornisce anche una velocità di punta di 3 m/s all'estremità alare. Riepilogando per macchine diverse (senza zavorra):

Apertura alare	Tempo pour $\pm 45^\circ$	Vz in punta dell'ala
15 m	4 s	3 m/s
18 m	4,7 s	3 m/s
20 m	5 s	3,1 m/s
26,5 m	7 s	3 m/s
30 m	8 s	3 m/s



4. Volo di pendio : tecniche

Si osserva che tutti gli alianti hanno una velocità in punta dell'ala quasi identica ma non tutti hanno la stessa risposta ad una raffica verticale; gli alianti della classe Libera sono più sensibili. La superficie alare di una classe Libera di 27 m (17,8 m²) è quasi doppia rispetto a quella di una classe 15 m di ultima generazione (9 m²) e Questo significa chiaramente che il pilota di un aliante Libera, pesantemente zavorrato, non sarà in grado di contrastare una raffica verticale maggiore di 3 m/s.

Eppure le termiche di montagna sono spesso più forti di così, con il valore medio della velocità nel nucleo che è quasi il doppio di questo valore.

Se il pilota sta volando vicino al costone e se l'ala in questione (che si alza) è l'ala esterna, allora questo è un dramma: l'aliante virerà verso la montagna e la breve distanza non permetterà una correzione in tempo prima dell'impatto. L'unico rimedio a questo problema è aumentare la velocità e posizionare i flap per garantire la massima autorità dei controlli, e soprattutto non in positivo.

Questo problema è aggravato dall'effetto dell'imbardata inversa. Il pilota utilizzerà infatti subito gli alettoni per girare fuori dalla montagna, ma l'imbardata inversa farebbe virare il muso dell'aliante verso la montagna e poiché l'autorità di controllo degli alettoni non basterà ad impedire il rollio, questo aggraverà la situazione. La reazione deve essere l'applicazione congiunta e immediata di pieno timone dal lato opposto al costone.

La conseguenza potrebbe essere quella di entrare in autorotazione, ma almeno sarebbe lontano dal costone e il simultaneo e immediato movimento in avanti della cloche dovrebbe fermare qualsiasi entrata di vite lasciando il muso puntato verso la valle, mentre qualsiasi altra reazione avrebbe rivolto il muso verso la montagna.

Qualsiasi pilota che vola su una nuova macchina dovrà praticare questa manovra lontano dal costone, per identificare chiaramente la quantità di imbardata inversa durante la virata utilizzando pieni alettoni, l'efficacia del rollio indotto dal timone ed i limiti di velocità per la deflessione completa di questi due comandi senza il rischio di innescare un'entrata in vite.

Queste prove dovrebbero essere condotte con e senza zavorra alare e con una posizione del baricentro chiaramente identificata perché l'autorità dei comandi è molto influenzata alla posizione del baricentro, in quanto sono più efficaci quando più è arretrato, ma l'ingresso in vite avviene più facilmente e se il baricentro si trova troppo arretrato l'uscita

dalla vite è impossibile.

Tuttavia, l'inerzia è un fattore di stabilità. Mentre la controllabilità, in termini di velocità di rollio, è penalizzata dall'aumento della massa alare alla potenza 1/2 (cioè la radice quadrata), l'inerzia aumenta la stabilità in proporzione alla massa.

In definitiva, i risultati sono positivi, ma dobbiamo anche aumentare tutte le velocità con la radice quadrata del carico alare.

Ad esempio, per un aliante da 18m, da 39 kg/m² non zavorrato a 58 kg/m² a pieno carico, aumenteranno le velocità indicate (V_s = velocità di stallo ad angolo di inclinazione zero e V_{oa} = velocità di avvicinamento ottimale in assenza di vento) nel rapporto $(58/39)^{0,5} = 1,22$. La V_{fe} (massima velocità autorizzata flaps estesi) e V_{ne} (velocità da mai superare) rimarranno invariate. Dove il pilota volava a 110 km/h su un pendio abituale, dovrà volare a 134 km/h per mantenere lo stesso margine di sicurezza e gli alettoni non avranno maggior efficacia, perché il carico aerodinamico aumenterà nelle stesse proporzioni.

Per informazione, e dopo qualche migliaio di ore di volo nel Nimbus 4DM al carico alare massimo consentito (48 kg/m²) con centraggio vicino al limite posteriore, sembra che la velocità di rollio sia maggiore muovendo il timone piuttosto che la barra.

Ancora peggio, se si sposta solo la barra fino in fondo, l'inclinazione varia di poco, ma il muso gira bruscamente di oltre 30° dalla parte opposta. I piloti che volano per la prima volta scoprono che il filo di lana è più simile ad un tergitristallo. Nonostante la scarsa manovrabilità in rollio, confesso di sentirmi più sicuro che in un piccolo aliante leggero a causa dell'inerzia che «cancella» le forti raffiche verticali che sarebbero pericolose per alianti leggeri della classe standard.

Va notato che la stragrande maggioranza degli incidenti da impatto contro la montagna durante il volo in termodinamica, è avvenuta con macchine da 15 a 18 m di apertura alare, e non con alianti di classe Libera di 27 m o più.

Sarà perché i piloti di questi alianti ad ali lunghe sono più cauti, più esperti, più anziani, meno «infuocati» e più consapevoli e rispettosi dei limiti delle loro macchine?

Ma siccome la sfortuna non arriva mai da sola, vedremo nel prossimo paragrafo che la situazione è ancora più complessa.

4.3 La trappola mortale della termica sotto l'ala esterna.

Infatti, il passaggio di un'ala dentro una termica lungo un pendio è un fenomeno più complesso e più pericoloso di quanto immaginiamo perché spesso è accompagnato da discendenze situate più vicino al fianco della montagna, che creano una coppia supplementare, spesso impossibile da contrastare. Questa è la causa di molti incidenti.

Quando il costone è sede di un'intensa attività termica, oltre all'effetto del vento, e il terreno presenta zone termicamente molto diverse - come rocce chiare e una composizione che non assorbe calore dal sole (probabili inneschi di termiche) adiacente ad una zona fortemente boschiva, che assorbirà la radiazione solare - si creerà un flusso d'aria locale a livello del suolo che genererà una forte coppia.

Se la termica si trova al di sotto della zona discendente, questa coppia sarà violenta e più forte dell'autorità degli alettoni; l'azione immediata e l'uso completo degli alettoni nella direzione opposta comporterà un'entrata in vite verso il costone. Quando la fusoliera uscirà da quest'ascendenza, lo stabilizzatore salirà mentre le ali scendono. Questo creerà una coppia verso il basso proprio nel momento peggiore. Il pilota non ha più alcuna possibilità di evitare l'incidente che diventerà un impatto frontale.

Questo è stato chiaramente identificato nei deltaplani durante anni 1973-1976, perché l'ala era totalmente libera, era un'ala di Rogallo pura. Lasciando la termica, se il pilota non avesse reagito istantaneamente spingendo sul trapezio, la macchina avrebbe fatto un looping in avanti (tumbling) e il pilota si sarebbe ritrovato seduto sulla vela rovesciata o in caduta verticale. La resistenza aerodinamica del corpo del pilota, essendo superiore a quella della vela posizionata col muso giù in ver-

ticale, era una situazione stabile e purtroppo fatale. Ricordo ancora di udire da terra il rumore assordante della vela che sbatteva come una bandiera fino all'impatto, e la morte.

L'installazione di stecche di irrigidimento e vele a doppio profilo per creare un'ala profilata risolve il problema della «bandiera», ma non la tendenza al ribaltamento. Il problema in un aliante è che, a causa della velocità, il tempo di reazione del pilota è insufficiente se la distanza dal pendio è la consueta distanza di volo in pendio di circa una volta l'apertura alare in orizzontale e due volte in verticale; ciò corrisponde ad un tempo prima dell'impatto dell'ordine di un secondo.

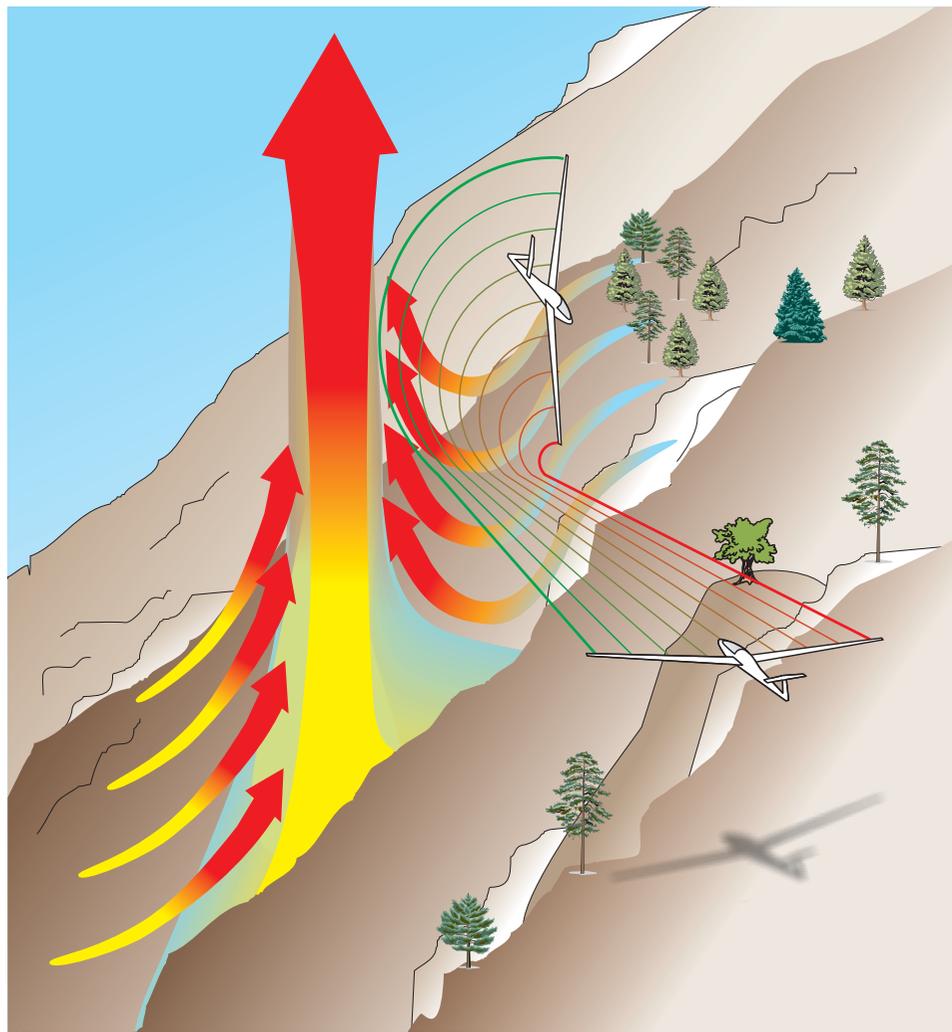


Fig. 4.3.1 Principio della trappola mortale del pendio e della termica sotto l'ala esterna

Sfortunatamente, questo tipo di incidente è spesso etichettato come «ingresso in vite vicino al terreno» e quindi la colpa viene automaticamente addebitata al pilota senza ulteriori indagini. Io ho sofferto la scomparsa di due miei amici in condizioni simili e non condivido la frettolosa conclusione dei cosiddetti «esperti». Due piloti sopravvissuti a un simile incidente, dopo mesi di ospedale e riabilitazione hanno potuto finalmente descrivere in dettaglio gli ultimi secondi prima dell'impatto. Un loro riassunto:



4. Volo di pendio : tecniche

Henry Combs, estratto da Soaring Magazine, settembre 1984, pagine 20-23 anche Volo a Vela 1984.

26 maggio 1984, Antelope Valley, aeroporto di Crystalaire. Robert, Chet e io non avevamo idea di cosa avrebbe portato quel giorno fatale. Chet era ansioso di partire prima di noi alla ricerca della prima termica della giornata. Nel suo bellissimo Phoebus A è stato in grado salire in termiche deboli con un successo straordinario. È decollato alle 10:36 e sganciato al normale punto di partenza lungo il monte San Gabriel. Alle 10:46 mi ha chiamato e ha detto che aveva trovato una salita di 1 m/s sul lato nord della montagna. Decollo a traino alle 10:57 verso lo stesso punto ma non vedo il Phoebus di Chet. Pochi minuti dopo la squadra a terra di Chet lo chiama e non riceve alcuna risposta. Sul lato nord della montagna giacevano i rottami del Phoebus. In un passaggio, abbiamo visto un braccio salutarci! Puoi immaginare le nostre emozioni! L'unica possibilità di salvataggio sarebbe stata l'elicottero. Chet sarà portato a bordo circa due ore dopo lo schianto. È rimasto in pericolo di vita per quattro settimane nell'unità di terapia intensiva. Ha incontrato la trappola mortale, dove la turbolenza nascosta fa girare l'aliante verso la montagna e abbassare il muso, sopraffacendo tutte le autorità di controllo dei comandi dei nostri moderni alianti.

Vittorio Colombo, 4 luglio 1984, Campionato Europeo di Vinon, aliante ASW 20, tratto dalla rivista «Volo A Vela».

Tentativo fallito di attraversare la Maurienne e ritorno in discendenza con Giorgio Galetto², lungo la valle della Clarée. Poiché il vento era forte e allineato lungo l'asse della valle, non troviamo alcuna salita e quindi decidiamo di atterrare vicino al campeggio di Les Alberts, vicino a Briançon, con 300 m di margine. Arrivati sul primo pendio posizionato trasversalmente all'asse del vento, l'aria ha iniziato a salire, consentendoci di supporre che la salita si rinforzasse diventando termica più in alto. Questo in effetti è successo più tardi e ha permesso a un altro concorrente vicino a noi di chiudere la prova.

Dopo una serie di virate a otto per sfruttare la salita del pendio a ridosso della collina, una forte turbolenza solleva l'ala destra, la velocità verticale passa a 2,5 poi a 3,5 m/s. «Un rapido piede e cloche a destra verso valle», mi sono detto «questa, non la perdo», e ho inclinato al massimo, messo i flap in posizione di «termica», ma la salita si è

¹ Anche Giorgio Galetto è stato vittima di un incidente in pendio a pochi chilometri da Briançon nella stessa gara nel giugno 2012. È stato salvato dagli alberi. Soccorso prontamente dall'elicottero, è stato operato e ha ripreso una vita quasi normale dopo una lunga riabilitazione. Ha anche descritto bene il suo incidente, vedi rapporto al par. 4.11.

² Dopo tante operazioni e mesi di riabilitazione, Vittorio Colombo ha ripreso una vita quasi normale.

trasformata inaspettatamente in una discesa. L'ala interna si è abbassa, la componente del vento mi spinge verso gli alberi, l'aliante è incontrollabile, con l'ala destra tocco la cima di un pino e in un attimo mi sono trovato nel bosco. Guardando in cielo ho visto l'aliante di Giorgio Galetto e tiro un sospiro di sollievo perché la sua presenza mi dava fiducia che sarei stato soccorso in fretta².

Quindi come si può evitare di cadere nella trappola?

- Prima di arrivare su un pendio, bisogna osservare il terreno, la presenza mista foresta e rocce, le loro posizioni l'una rispetto all'altra;
- In caso di dubbio, aumentare la velocità di 10-20% rispetto a quello normalmente utilizzato per questo tipo di volo, ovvero da 10 a 20 km/h per le attuali macchine (senza zavorra) per migliorare la manovrabilità e ridurre l'angolo di inclinazione. Se zavorrato: proporzionalmente più veloce.
- Su alianti con flap, non utilizzare alcuna posizione «positiva», in modo da mantenere la massima manovrabilità. Non dimenticare che lo stallo asimmetrico è molto più violento quando i flap sono in posizione «positiva»;
- Volare simmetrico (filo di lana centrale), perché qualsiasi asimmetria può peggiorare la situazione;
- Essere sempre in guardia, pronto a rispondere in qualsiasi momento, intervenendo più con i piedi che con la cloche.

4.4 Altipiani ingannevoli.

Gli altipiani ingannevoli sono più cimiteri per gli alianti che per i piloti, perché in caso di errore l'impatto non è frontale, ma verticale, in una zona purtroppo in atterrabile.

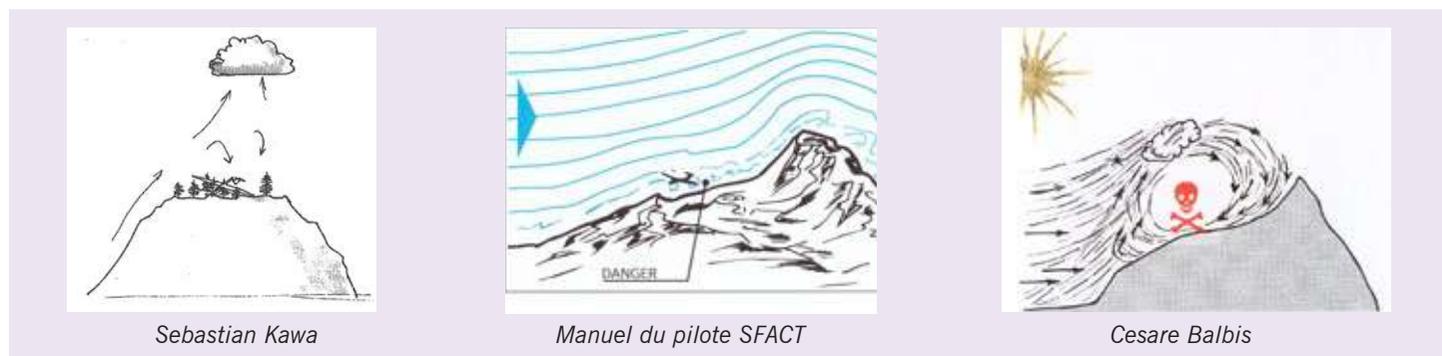
La Serre de Montdenier è un esempio emblematico disseminato di relitti (ora tutti rimossi) percorso ogni bella giornata estiva da decine di alianti, deltaplani e parapendii. Un'altra montagna molto meno affollata ma di profilo abbastanza simile è la montagna di Courradour nella zona dell'altopiano de Peyresq (Thorame), divenuta famosa nel 1984 quando un campione francese vi lasciò il bellissimo prototipo di Breguet 904 con la coda a V. Il pilota e il passeggero furono illesi, riuscirono a raggiungere a piedi il villaggio di Peyresq ed essere riportati all'aeroporto di partenza, Fayence.

Al contrario l'aliante era distrutto.

Quando l'altopiano è boscoso, la situazione è ancora più pericolosa perché la presenza degli alberi assorbe gran parte dell'energia cinetica del vento, facendolo rallentare fino a decine di metri di altezza, assorbe energia solare e la loro posizione vicina ad una zona termica ascendente accentua la discendente. Al limite ci ritroviamo nella situazione della trappola mortale, come descritto nel paragrafo 4.3.

Più debole è il vento e più pericoloso è il falsopiano perché permette alla termica che si forma sopravento di creare, nella discesa che la circonda, correnti di ritorno in direzioni opposte che possono essere fatali per qualsiasi pilota

che vola troppo basso e troppo lento. Nonostante questo sia menzionato in tutti i libri di testo, questi incidenti continuano a capitare. In fig. 4.4.1 ripassiamo cosa dicono i libri di testo.



Usando Google Earth, abbiamo tracciato in Fig. 4.4.2 il profilo altimetrico reale della famosa Serre de Montdenier utilizzando la stessa scala verticale e orizzontale, che conferma due dei diagrammi riportati qui sopra.

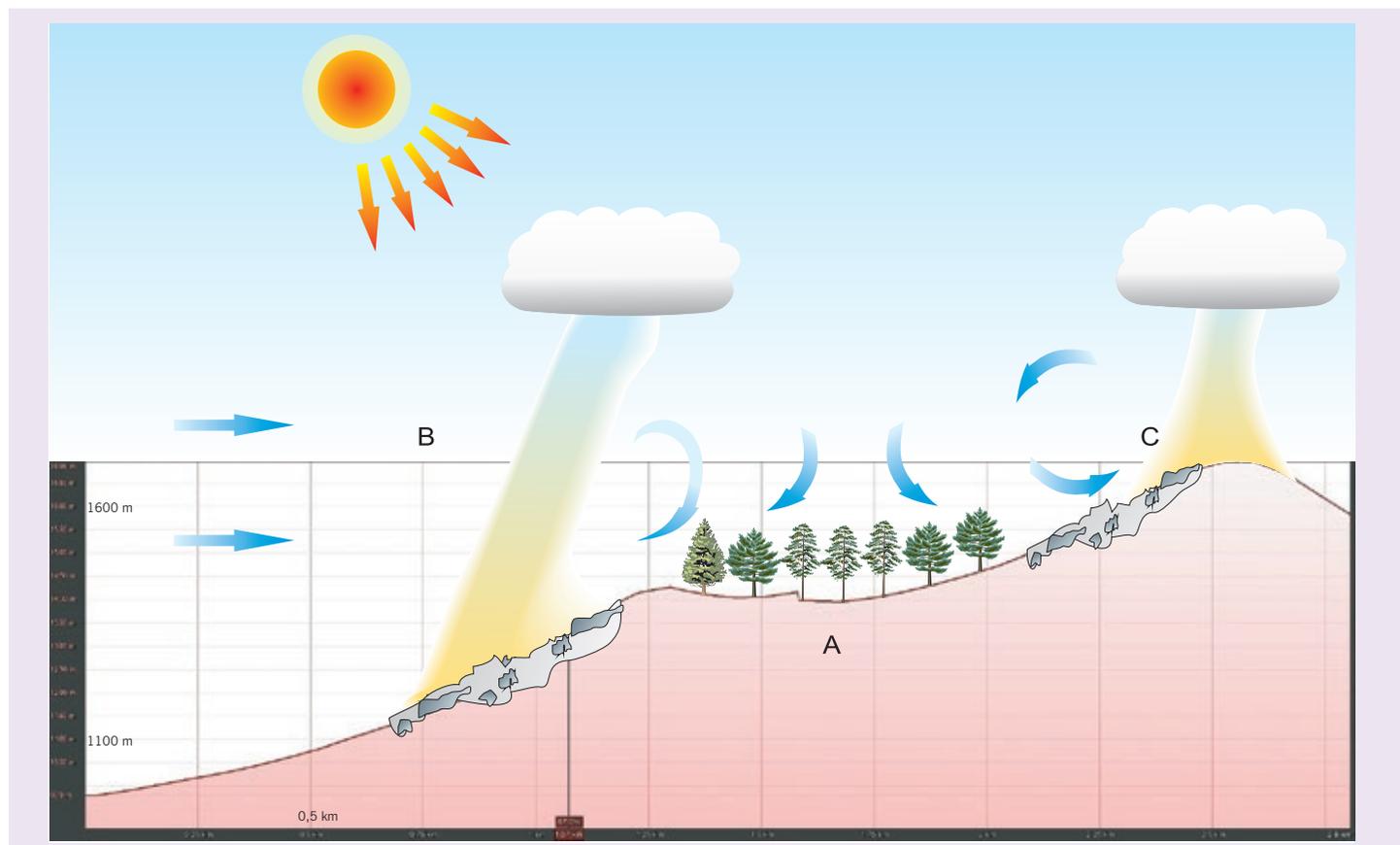


Fig. 4.4.2 Profilo trasversale della Serre de Montdenier

A: Falso altopiano boscoso, sito di aria discendente che alimenta le salite in B e C.

B: Ascendenza generata dal bordo dell'altopiano, rocce nude perpendicolari ai raggi del sole, solitamente più forti di C.

C: Ascendenza in cresta, non necessariamente presente.



4. Volo di pendio : tecniche

4.5 Nuvole di cappello

Le nubi chiamate «di cappello» sono dovute ad uno strato di condensa molto sottile, causato in parte dalla massa d'aria costretta a sollevarsi contro la montagna, ma anche dal raffreddamento dovuto ad un'accelerazione molto localizzata intorno alla vetta. A volte possono essere semitrasparenti, ingannando il pilota sulla distanza effettiva tra l'ala e il terreno. Questa è già stata la causa di diversi incidenti tra cui Giorgio Marchisio nel 1976, anche lui miracolosamente guarito dopo una lunga convalescenza.

Estratto da *Volo a Vela Magazine*, 1976

« Vi risparmierei la lettura del racconto della prima parte del volo che conferma solo la mia scarsa motivazione a partecipare alla gara di Alzate in un momento in cui la stanchezza e il nervosismo erano gli elementi dominanti, completamente l'opposto di quello che serve per restare concentrati e soprattutto essere convinti di quello che si sta facendo.

Avevo appena fotografato il pilone di Valbrembo pochi minuti fa, approfittando di un buco nella coltre di nubi a quota circa 1.000 m che mi bloccava la visuale del terreno ad intermittenza. A quota 1.050 m (QFE Alzate) potevo tranquillamente tornare a casa, ma in quel momento mi sono lasciato convincere, per il poco che vedevo davanti a me, a fare una scelta diversa da quella che probabilmente era la più ovvia. Pensavo che nella linea diretta la copertura nuvolosa sarebbe stata più intensa che lungo un percorso a nord, lungo il quale ho visto cumuli più lontano, più in alto e situati in una massa d'aria nettamente più favorevole. Questa decisione è stata totalmente sbagliata. L'altitudine che avevo non mi permetteva certo di avventurarmi in montagna, e mi sarebbe bastato consultare una mappa per capire che nessuna montagna poteva uscire dal mare delle nuvole.

Sebbene la nube verso la quale mi stavo dirigendo avesse un aspetto relativamente innocente, all'ultimo istante mi sorse un dubbio a causa della sua forma perfettamente regolare e del colore troppo scuro, decisi all'ultimo momento di non passare attraverso la nuvola, girandogli davanti, per poi dirigermi nettamente in pianura per evitare ogni rischio. Questa era la mia intenzione, ma la mia virata è stata interrotta di colpo da un impatto; solo la punta dell'ala sinistra era scomparsa nella nube che stavo toccando in quel momento. Pochi secondi prima dell'impatto, l'altimetro indicava 950 m. L'unico ricordo veramente intenso di quel momento è una sensazione di immenso stupore. Ho perso subito conoscenza dopo il brusco rallentamento che mi ha portato da 140 km/h fino all'arresto in pochi metri. Quando ho ripreso coscienza, non saprei dire dopo quanto tempo, ho sentito una voce che diceva in dialetto locale

«è morto» e ho cercato istintivamente di fare una mossa con la mano destra per allontanare la sfortuna. Il tentativo fallì, il mio polso mi faceva terribilmente male. Poi è stato proprio il dolore che mi ha riportato alla realtà e mi ha fatto scoprire due occhi atterriti che mi guardavano con stupore, cercando di fare qualcosa a un poveretto che sembrava in condizioni piuttosto pessime.

Riuscii con difficoltà a convincere il mio eroe providenziale che non avevo bisogno di acquavite ma di acqua normale, perché perdevi sangue. Come un disco rotto, il mio nome, il mio cognome, il mio indirizzo e il mio numero di telefono mi passavano costantemente per la testa, ma non riuscivo a capire cosa stessi facendo lì in mezzo a tutte queste macerie.

Lentamente, ho iniziato a rendermi conto che il pilota del relitto ero io ed ero in gara. Il punto di virata della mia osessione è diventato Valbrembo: l'avevo girato o no? Questo e altri argomenti, sono affiorati alla mente in quanto non avevo ancora iniziato l'inventario della cosa più importante, cioè me stesso!

1. controlla se c'è stata perdita di materia cerebrale: negativo!
2. Muovi le dita dei piedi per escludere gravi danni alla colonna vertebrale: si muovono!
3. Condurre un esame approfondito dell'intero corpo, verificare la presenza di buchi, ossa sporgenti, perdita di liquidi.

Mentre il mio salvatore era andato a chiedere aiuto, acqua e coperte (avevo un freddo terribile), gli occhi che mi guardavano erano diventati quattro. I cercatori di pietre mi erano passati accanto, avendo forse scambiato l'aliante per un meteorite perché nel mio caso i frammenti erano troppi per essere raccolti. In effetti, mi guardavano come un «rara avis» e, non sapendo che ero cosciente, iniziarono a discutere del numero di litri di sangue che avevo perso e che avrei perso ancora. A sentirli parlare, ho cominciato a capire che il mio ritorno alla vita era qualcosa di miracoloso... »

Con uno sterno rotto, due vertebre schiacciate, tante contusioni e varie suture, e dopo mesi di convalescenza, Giorgio Marchisio ha ritrovato il gusto di volare. È l'orgoglioso proprietario di un Duo Discus e non si perde un solo campionato nazionale a Rieti.

Ciò dimostra che è sufficiente una nuvola di cappello spessa solo pochi metri per nascondere una montagna.

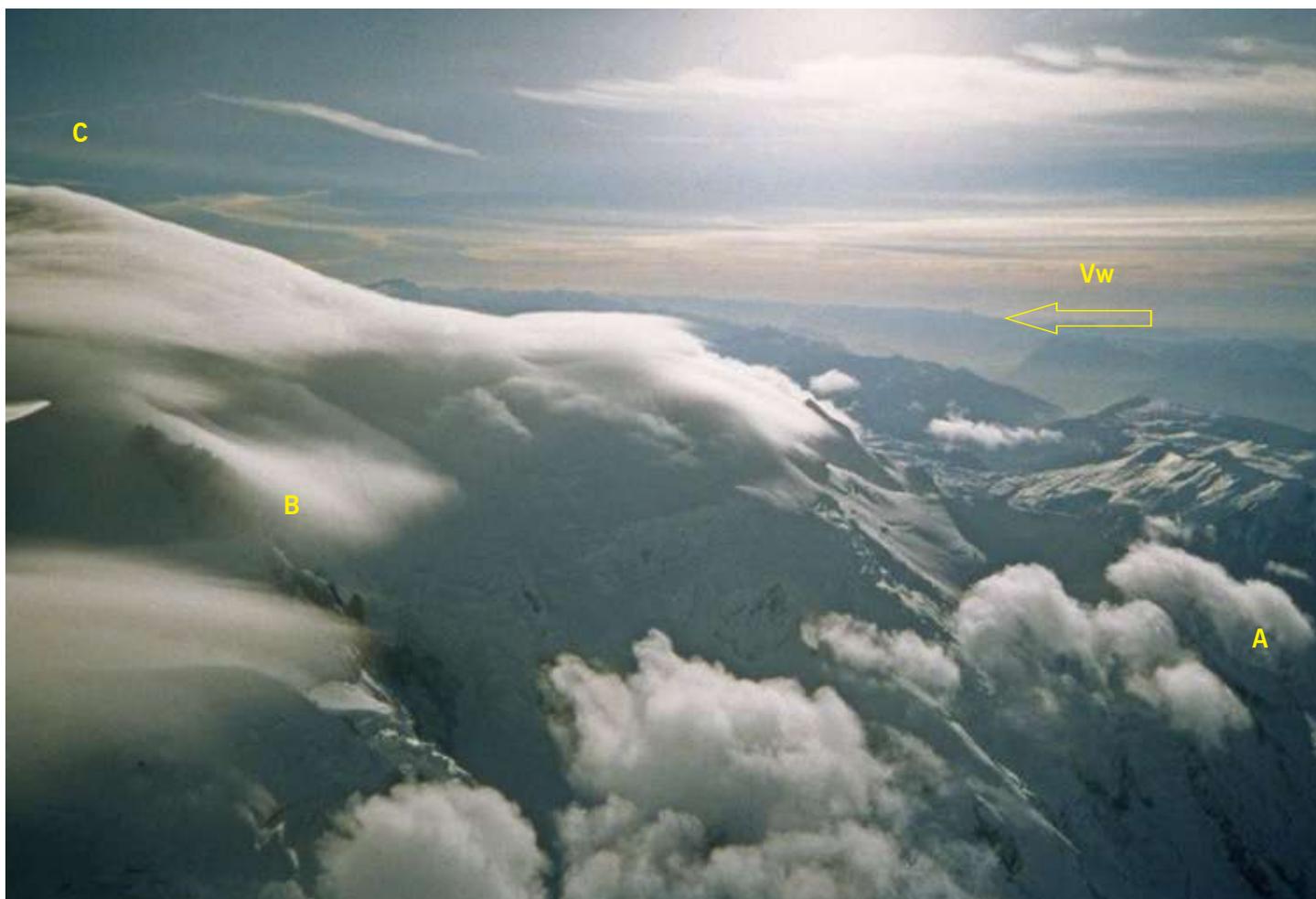
Il pilota ha avuto due incredibili colpi di fortuna. La prima è che colpì il monte accanto al rifugio della guardia della cava, situato vicino alla cima dell'Albenza a nord-ovest di Valbrembo, e la guardia era presente in quel momento.

La seconda è che il buco nella cava si trovava a soli 20 metri più avanti, e lì ci sarebbe stato un salto di altri 100 metri dopo l'impatto iniziale. A quel tempo le parole «telefono cellulare», localizzatore di emergenza o altro PLB, ovviamente non esistevano. Ma un angelo custode, deve essere esistito! Queste nubi possono essere generate anche da un'anomalia del sistema ondulatorio quando la cima della montagna viene investita dalla parte discendente di un'onda generata da una catena montuosa sopravvento. In questo caso, è probabile che la condensa sia dovuta alla forte accelerazione locale dell'aria.

La Figura 4.5.1 mostra un buon esempio del Monte Bianco (C) (4.810 m) in una configurazione tale da porre questa trappola. È chiaro che a monte non c'è umidità specifica eppure la vetta, il Dente del Gigante (B) e l'Aiguille du Plan sono avvolti da un sottile velo setoso semitrasparente. I rotori in posizione (A) sono generati dalle montagne che si trovano dall'altra parte della valle dell'Arve (Aiguilles Rouges, Brévent) e mi hanno spinto facilmente sopra i 6.000 m.

È probabile che un pilota che non avrebbe identificato questo sistema ondulatorio in opposizione di fase e quindi cercherebbe di volare dritto giù per le pendici delle Jorasses verso il Dente del Gigante, si troverebbe in una violenta discesa che potrebbe fargli toccare la montagna o comunque costringerlo a fuggire il più velocemente possibile per il centro della valle, dove ritroverà le salite sopravvento dei rotori.

*Fig 4.5.1 Velo di nubi di cappello sul Monte Bianco provocate da un'onda in opposizione di fase
(A) Nube di rotore che mostra la parte ascendente dell'onda generata dalla cresta sopravvento
(B) Il Dente del Gigante
(C) La vetta del Monte Bianco sepolta nella nuvola di cappello
(Vw) Direzione del vento*





4. Volo di pendio : tecniche

Possono anche essere un segno di aumento dell'umidità e in questo caso sono estremamente pericolosi, in quanto la situazione può evolvere verso la formazione di un'enorme nuvola che in pochi minuti ricopre l'intera montagna. Questa situazione è abbastanza comune nelle Ande, dove l'Oceano Pacifico dista solo un centinaio di chilometri dalle vette della catena montuosa. Le seguenti immagini mostrano l'evoluzione della nube a cappello sul vulcano Tronador: dal paradiso all'inferno in meno di mezz'ora!



Fig. 4.5.2 La vetta del vulcano Tronador in volo di pendio con aria secca.



Fig. 4.5.3 alle 16h 51 Si sta formando un sottile velo di nubi di cappello dovuto all'ingresso di aria proveniente dal mare. La costa del Pacifico è visibile sullo sfondo.



Fig. 4.5.4 alle 16h 53 I pendii sono coperti dalle nuvole, bisogna prepararsi per un ritiro strategico sottovento dove la massa d'aria sarà asciugata dall'onda.



4. Volo di pendio : tecniche





Fig. 4.5.5 Dopo un'ora non si vede più nulla. Il sistema ondulatorio è ben visibile e permette il proseguimento del volo, ma solo sottovento.

Si può notare che, nonostante lo spesso strato di nubi che viene spostato da questa montagna, la nube di cappello è sempre presente, il che indica che il meccanismo di formazione è causato più da un'accelerazione locale che da una forzata risalita dagli strati più bassi, che non si mescolano tra loro.

Un altro bell'esempio di rapida evoluzione della nube di cappello è quello del vulcano Lanin. Questa nube esiste solo con aria secca.

Nella foto 4.5.6, l'aliante sale in pendio senza particolari difficoltà e vede formarsi sulla sommità un sottile velo di nube.

Fig. 4.5.6 Vulcano Lanin in volo di pendio. La nube di cappello inizia a formarsi.





4. Volo di pendio : tecniche

Nella foto 4.5.7 vediamo che il velo si è ispessito rapidamente sul lato sopravvento. Manteniamo le distanze con cautela in attesa di vedere cosa si svilupperà.

In conclusione, la presenza di tali nubi non è a mio avviso un segnale favorevole per la prosecuzione del volo lungo il pendio. Il loro sviluppo può essere molto rapido e persino sorprendere il pilota obbligandolo ad uscire rapidamente dall'area. Sono il più delle volte l'evidenza di un rapido aumento dell'umidità, che è sempre un fattore negativo per il volo in pendio poiché l'aria umida è più leggera dell'aria secca.

Tuttavia, quest'ultima osservazione merita di essere relativizzata, perché la differenza di massa specifica tra aria secca e aria satura è solo dell'1% a 0 °C e pressione standard 1013 hPa (rispettivamente 1.292 e 1.289 g/l). La differenza diventa praticamente nulla a una temperatura di -10 °C.

Fig. 4.5.7 Volo in pendio sul vulcano Lanin. La nube di cappello inizia a formarsi.





Fig. 4.5.8 Volo in pendio sul vulcano Lanin. La nuvola di cappello si è ben formata, nessun pericolo, la massa d'aria è molto secca.



4. Volo di pendio : tecniche

Fig. 4.5.8B Vulcano Lanin, 22 novembre 2013. Vento da 276° a 70 km/h. Per la prima volta, accompagnati da Lazlo Hegedüs, riusciamo a infilarci in questo spazio, tanto piccolo quanto segreto, tra la nube di cappello (cappello cinese in questo caso) e la parete conica del vulcano. Non ho mai osservato questo fenomeno in Europa, dove la condensazione dell'aria che sale non lascia spazio utilizzabile.







4. Volo di pendio : tecniche

4.6 Luce radente del mattino e della sera.

È davvero raro che un lungo volo non inizi con un decollo prima dell'alba. Per la cronaca, la luce sufficiente per volare è per legge 30 minuti prima che il sole appaia sull'orizzonte, corrispondente ad una posizione di 6° sotto l'orizzonte. Questo concetto è puramente teorico e chiaramente inadeguato quando si decolla o si atterra in fondo ad una valle o dietro un'alta montagna. A Bariloche, questa tolleranza è ridotta a 20 minuti, perché siamo ai piedi della Cordigliera, situata a Ovest, che riduce la lunghezza della giornata al tramonto.

Il pilotaggio in condizioni di scarsa illuminazione esterna non è un grosso problema perché l'orizzonte è abbastanza visibile. Non è lo stesso per gli strumenti, in particolare gli strumenti di controllo della velocità e del motore che sono assolutamente fondamentali per la sicurezza del volo. È quindi obbligatorio decollare con una torcia regolata alla potenza più bassa, preferibilmente rossa. Questo prodotto è ormai abbastanza comune nella tecnologia LED e la batteria può durare diverse stagioni.

A prescindere dal regolamento, posso solo consigliare il trasporto di una torcia frontale di questo tipo per ogni persona a bordo, un rientro tardivo non è mai escluso, e anche se un aeroporto con pista illuminata accetta il tuo atterraggio, senza torcia probabilmente non sarete in grado di vedere gli

strumenti negli ultimi minuti di volo e quindi si rischierebbe un incidente.

Dopo il decollo la situazione si complica perché per volare in pendio si deve volare vicino al pendio ed eventuali passaggi effettuati con la luce negli occhi e obliqua non consentono una corretta valutazione della distanza dal pendio con sufficiente precisione per garantire la sicurezza. Sarà quindi imperativo allontanarsi dal pendio, anche fuori dalla salita, comunque si tratta solo di un esercizio di durata limitata; le sei del mattino non è il momento per pensare di volare a una media di 200 km/h!

È particolarmente importante pensare a rimanere in alto in sicurezza. Al contrario, volare nella direzione opposta con la luce sulla schiena dovrebbe consentire l'uso delle normali distanze. L'aspetto positivo è che a quell'ora, l'ascendenza di pendio non è "disturbata" dalle termiche e tutto si svolge solitamente nella più assoluta calma.

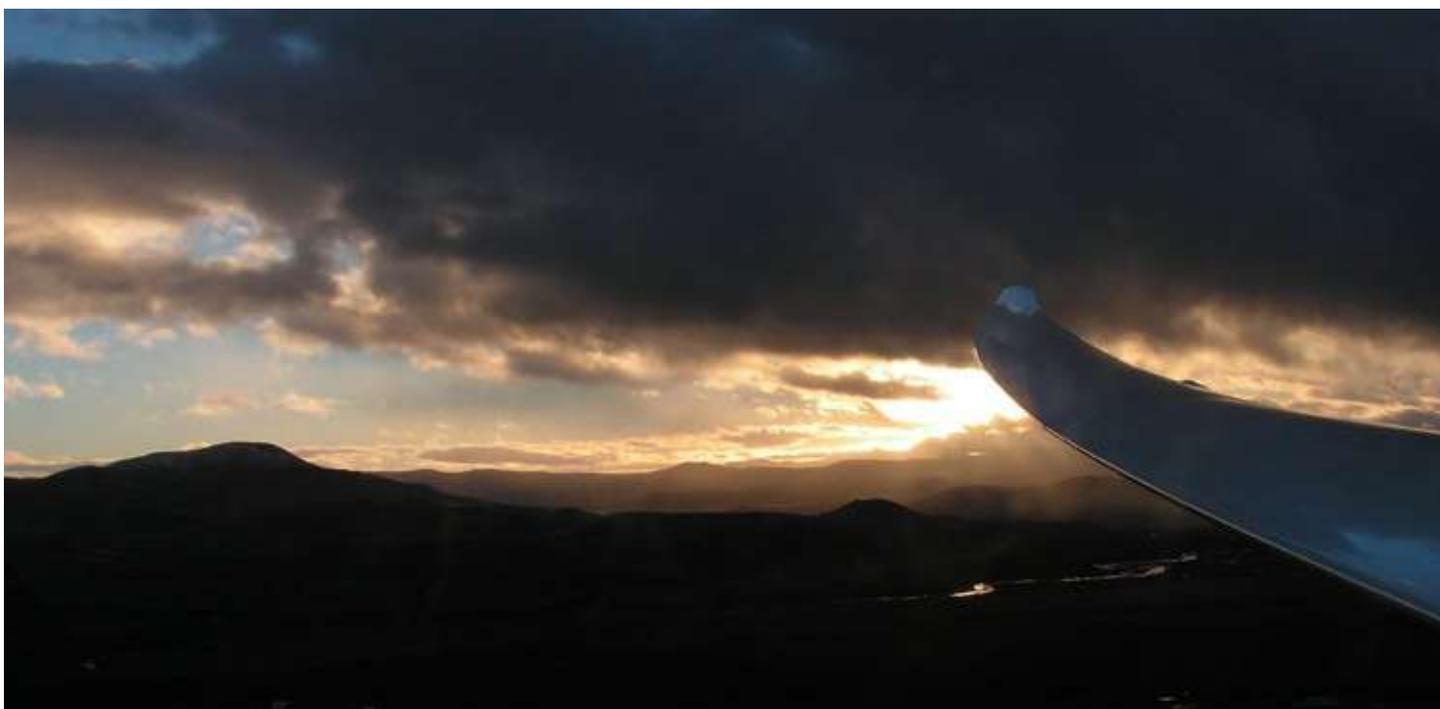
Una volta che il sole sarà sopra l'orizzonte, se il pilota è ancora impegnato a «grattare la rocce» sui pendii a bassa quota, la situazione sarà peggiore di quella sopra descritta. Infatti, con il sole di fronte, il pilota non vede assolutamente nulla, soprattutto se la capottina non è perfettamente lucidata e pulita prima del volo. Allo stesso modo bisogna allontanarsi dal pendio ancora di più e magari anche perdere quota durante i passaggi in cui il sole è frontale. Esempi foto 4.6.1 e 4.6.2.



Fig. 4.6.1 Cerro Piltriquitron, El Bolson, mattina presto. Abbiamo percorso circa un centinaio di chilometri verso Sud volando in pendio, ma tutto si complica perché basta che la capottina sia sporca o graffiata perché diventi impossibile volare con il sole in fronte.



Fig 4.6.2 Varese, 18 marzo 2000, quota 1.000 m, 6h51 (alba alle 6h30), il primo 1.000 km del millennio, con Andrea Ferrero. I pendii del Campo dei Fiori (1.227 m) sono totalmente invisibili con il sole negli occhi. Dovremo continuare ad usare il motore fino ad una quota di sicurezza sopra la vetta.



In Patagonia il problema non si pone, perché sui lunghi voli, in mancanza di pendii per agganciare l'onda, si deve salire con il motore fino all'altezza del rotore (circa 3.000 m), e si vola sulla Pampa, al riparo delle montagne. Il fatto che il suolo sia invisibile non ci preoccupa, perché in caso di necessità abbiamo l'aeroporto internazionale a portata di mano. Vedi foto 4.6.3.

Fig. 4.6.3 Bariloche, 5 dicembre 2005, decollo alle 6:25, alba alle 6:07. Il nastro d'argento del Rio Limay dovrebbe guidarci, anche se tutta la navigazione è completamente strumentale.



4. Volo di pendio : tecniche

Quando il sole è esattamente di traverso rispetto al percorso dell'aliante, non è la luce che darà fastidio al pilota, ma la penombra del cono d'ombra. Tutti sanno che guidare un veicolo a motore al tramonto o al crepuscolo, è la cosa più difficile. È un po' lo stesso in aliante.

Spetta quindi al pilota evitare il cono di penombra allontanandosi dal pendio anche al punto di non salire per non avvicinarsi ad una distanza che può essere critica.

Vedi fig. 4.6.4.

Va da sé che tali manovre possono essere effettuate solo su pendii perfettamente conosciuti e spesso percorsi di giorno, privi di cavi elettrici, funicolari o funivie. Il pilota deve anche essere consapevole che non è ancora in possesso di tutte le sue facoltà: si è appena svegliato ad un'ora inusuale (verso le quattro del mattino), fa generalmente freddo, sta intraprendendo una prova difficile per la quale non è allenato, nel migliore dei casi, l'avrà praticata due o tre volte l'anno e forse non tutti gli anni.

La situazione di luce radente a fine giornata è più temibile e più pericolosa di quella mattutina. Da una parte il pilota è stanco, ha volato tra le 13 e le 15 ore a seconda della stagione, ha combattuto, aveva freddo al mattino, caldo al pomeriggio e la sera di nuovo freddo. Se non si sente sicuro di poter raggiungere l'aeroporto pianificato, lo stress può giocargli brutti scherzi. Bisogna assolutamente restare calmi e limitarsi a calcoli semplici e ragionamenti elementari. Finché la ruota non ha toccato terra, la situazione può cambiare e portare la ricompensa attesa.

Rispetto all'alba, il tramonto è un fenomeno che diminuisce solo la visibilità: il sole diventa più orizzontale fino alla sua improvvisa scomparsa dopo di che rimangono al massimo 30 minuti di volo mentre la luce radente del mattino migliora col passare del tempo. Qualsiasi decisione che richieda l'utilizzo di pendii al tramonto con il sole in faccia, deve tener conto che più si aspetta più la situazione peggiora. Quando possibile, è essenziale evitare di dover utilizzare pendii a bassa quota volando la sera rivolti ad Ovest. Nel mio volo del 25 dicembre 2010 con Bruce Cooper, triangolo FAI di 1.630 km, gli ultimi 200 km sono stati percorsi in una massa di aria morta, con le nuvole alte che cadevano sulle nostre teste, avevamo già 15 ore di volo sulle nostre spalle in condizioni estremamente difficili ed era ovvio che probabilmente saremmo arrivati al traguardo troppo bassi, al di fuori della tolleranza di 1.000 m sotto la quota di partenza. Avevo la possibilità di entrare nelle montagne e cercare delle salite in pendio, ma il sole era già tramontato, non potevo vedere nulla e inoltre avevamo già le lampade frontali accese. Così ho deciso di non correre questo rischio, anche se significava perdere il primato e siamo atterrati otto minuti prima della notte buia, convinti di aver fallito. Infatti, dopo una giornata di calcoli e di lettura dei regolamenti,

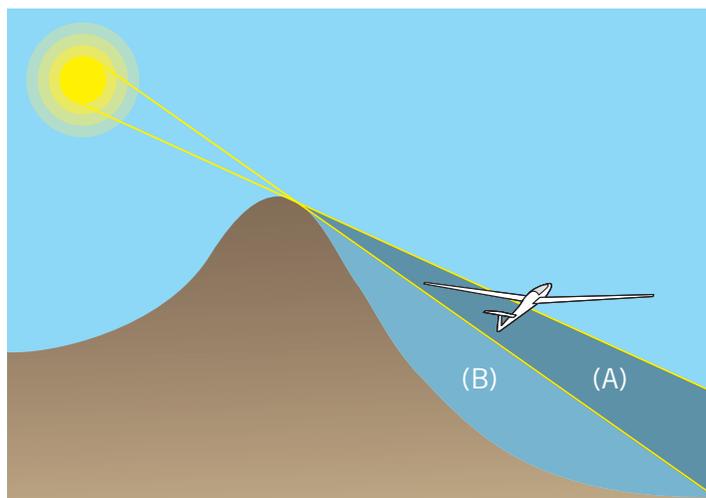


Fig. 4.6.4 Volo nel cono di penombra subito dopo l'alba. In linea di massima l'area (A) dà una pessima visibilità al pendio quando l'area (B) è molto migliore ma la distanza di sicurezza è molto più bassa, il pilota dovrà fare un passaggio in ogni direzione per valutare correttamente i rischi e decidere come volare.

è apparso che due record mondiali potevano essere ufficialmente rivendicati e da allora sono stati effettivamente ratificati. In conclusione, questa è stata la decisione giusta, non c'era bisogno di rischiare la vita di due persone per un pezzo di carta; la situazione non era quella che i miei neuroni esausti mi lasciavano credere. La figura 4.6.5 mostra un esempio dell'aspetto presentato da un pendio esposto a Nordovest in serata.



Fig. 4.6.5 Un pendio che richiede un passaggio Est-Ovest può diventare inutilizzabile a fine giornata, con il sole in fronte volando verso Ovest e con l'ombra in direzione opposta.



Fig. 4.6.6 Decollo di cinque alianti prima dell'alba a Barcelonnette, 7 agosto 2005.

È raro che ogni decollo all'alba non lasci un ricordo indimenticabile nella memoria del pilota, non solo per le immagini belle e uniche che permeeranno il nostro nervo ottico, ma anche per l'ambiente umano e l'atmosfera durante la preparazione notturna.

La foto 4.6.6 mostra l'atmosfera sulla pista di Barcelonnette alle 5:11 del 7 agosto 2005, quando cinque alianti, sotto la guida di Michel Fache³ e Vivian Laperrière⁴, sono decollati prima dell'alba con un programmato 1.000 km in mente. Il nostro primato di 1.341 km stabilito quel giorno con Mohammed Yettou è rimasto valido fino ad ottobre 2020!

³Michel era presidente del club e aveva già partecipato a spedizioni in Patagonia.

⁴Vivian era il capo pilota del club ed era anche uno degli istruttori in Patagonia. Entrambi avevano compreso perfettamente il fascino di questi decolli all'alba.



Fig. 4.6.7 Bariloche, 5 dicembre 2004, scenario indimenticabile. Non è il sole che sorge sopra di noi, ma noi che ci alziamo sopra il sole. Insieme a Jean-Yves Clément.



4. Volo di pendio : tecniche

4.7 I cavi

I cavi sono uno dei pericoli più insidiosi di questo sport. Sono fondamentalmente di quattro tipi la cui l'identificazione e la pericolosità è abbastanza variabile.

1. Funivie e impianti di risalita.

Le piccole funivie e gli impianti di risalita sono troppo vicini al suolo per rappresentare un potenziale pericolo e la presenza delle cabine li rende facilmente individuabili. La loro presenza in linea di massima è sempre indicata sulle carte aeronautiche, ma questa informazione non è una priorità ed è praticamente impossibile da individuare nel guazzabuglio delle informazioni puramente aeronautiche. La figura 4.7.1 mostra che la grande funivia del Monte Tamaro, situata tra i due aeroporti più importanti della Svizzera meridionale, è completamente indistinguibile sul grafico. La cartina specifica in scala 1:300.000 pubblicata da Skyguide è molto più accurata perché indica in rosso ben visibile i cavi conosciuti e le altezze da terra. Nella figura 4.7.2, ho mostrato l'esempio del Mont Gelé vicino all'aeroporto di Sion, su una rotta popolare tra i piloti di alianti che mi ha già causato un po' di spaventi. Tuttavia, nessun pilota che faccia grandi voli porta mappe di tale scala, ne servirebbero troppe e impiegherebbe più tempo con la testa abbassata nella cabina di pilotaggio che a guardare fuori.

Pochi piloti sono sopravvissuti a un groviglio di cavi e per tutta la vita terrò presente la storia di Michel Fache al suo ritorno dai Mondiali di Wiener Neustadt nel 1989:

« *Ero in planata finale lungo un pendio per il quale non ci era stato segnalato nulla, quando il mio aliante è entrato bruscamente in vite. Non so se la vite si è fermata prima o dopo la mia reazione sui comandi, ma mi sono ritrovato in volo normale nella direzione opposta del pendio. Dopo l'atterraggio, segni neri sulla punta dell'ala hanno confermato che avevo toccato e girato intorno a un cavo e che il cavo era scivolato lungo l'ala senza rompere nulla.* »

2. Funicolari per il trasporto di tronchi, chiamate anche cavi di legno.

Questi sono i meno pericolosi, perché la loro altezza da terra è la più bassa di tutti i dispositivi e inoltre li troviamo solo in aree intensamente boschive e poco frequentate dai piloti di alianti. È anche nell'interesse dei taglialegna costruirli il più in basso possibile per ovvie ragioni economiche. Questi cavi sono teoricamente elencati perché sono soggetti ad autorizzazioni ma non saprei dove trovare queste informazioni quindi fate delle ricerche locali e tenete aperti gli occhi.



Fig 4.7.1 Informazioni relative alla funivia del Monte Tamaro presente tra gli aeroporti di Locarno e Lugano, cartina aeronautica 1/500.000. Praticamente invisibile!

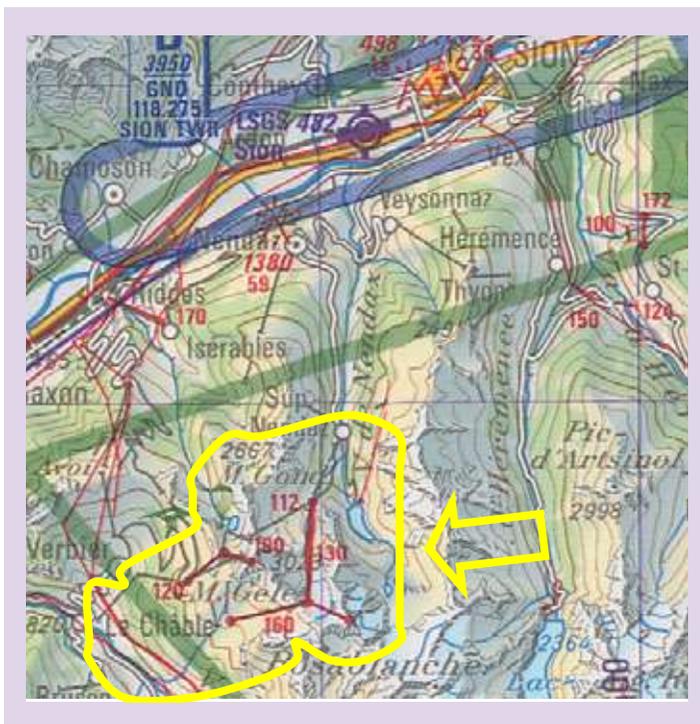


Fig 4.7.2 Mappa per il volo a vela Svizzero 1/300.000. Informazioni relative alle funivie del Mont Gelé, molto frequentato dai volovelisti.

3. CATEX

Si tratta di cavi di trasporti per esplosivi da portare manualmente sui comprensori sciistici al fine di innescare in modo proattivo valanghe controllate. Sono presenti nelle stazioni sciistiche, spesso in mezzo a monti o pendii. Non ci sono necessariamente torri o piloni. C'è grande incertezza giuridica su di loro e nonostante gli incidenti troppo frequenti, solitamente mortali, la situazione non cambia molto. Sembra che le pressioni dei piloti del soccorso alpino e degli ornitologi siano più efficaci di quelle dei piloti di aliante (questa trappola è altrettanto micidiale per gli uccelli!); ne è prova la conclusione di una tavola rotonda pluridisciplinare tenutasi a Courchevel nel novembre 2009, chiamata dalla federazione dei cacciatori che si presentano come forti difensori della natura. La seconda parte del testo la dice lunga sulle intenzioni delle stazioni sciistiche di mettere in sicurezza gli impianti esistenti.

« I cavi CATEX rappresentano un pericolo per la maggior parte degli uccelli di montagna come individuato dall'indagine OGM [Osservatorio Monti Galliformi] sui cavi aerei. Circa 200 km di cavi nelle Alpi per 73 installazioni elencate. L'indagine rivela casi di mortalità registrati. Oltre ai problemi per gli uccelli, i cavi sono un pericolo costante per i servizi di soccorso aereo e per gli sport aeronautici in espansione. Il Capo Pilota della Gendarmeria Aviotrasportata indica la grande difficoltà per i piloti nel vedere questi impianti, a causa della mancanza di contrasto tra il cavo e il suo ambiente, il diametro dei cavi e la loro posizione sui pendii. I piloti cercano di localizzare i cavi dalla posizione dei piloni. Non esiste una mappa ufficiale ad oggi, e gli aggiornamenti delle informazioni sono molto difficili da fare, fatta eccezione per i cavi che trasportano il legname...

Secondo il Presidente dell'Associazione Direttori delle Piste da Sci, le esigenze di alcuni partner sono contrapposte agli interessi di altri. Un cavo dovrebbe essere nascosto per una migliore architettura paesaggistica ma visibile per questioni di sicurezza pubblica e protezione della natura. Ha ricordato che i CATEX sono strumenti per l'innescare di valanghe e non sono destinati ad essere facilmente visibili. Inoltre, è opportuno che d'ora in poi si tenga conto della necessità di visibilità per tutte le nuove installazioni.

Per quanto riguarda invece il rischio per i praticanti del volo, è opportuno stabilire regole sull'uso di aree sciistiche, che sono spazi pubblici, ma necessitano di una guida per convogliare alcune attività al di fuori delle aree a rischio: aree di decollo e atterraggio, zone vietate. Non sarà possibile mettere in sicurezza completamente lo spazio aereo. »

Per la cronaca, questa località di Courchevel è stata teatro, cinque anni prima, di un incidente mortale tra un aliante e un CATEX vedere il rapporto BEA scaricabile al link:

<http://www.bea.aero/docspa/2004/hb-6040715/pdf/hb-6040715.pdf>

In data 27 settembre 2012 la Corte d'Appello di Lione ha scagionato il sindaco e gli operatori e ha rigettato la pretesa della compagnia assicurativa del pilota, ritenendo che l'incidente fosse dovuto ad un errore di pilotaggio, in quanto il cavo era situato a trenta metri in un'area non soggetta a vincolo aeronautico, non vi era l'obbligo di segnalare la presenza del cavo.

Il 13 luglio di quell'anno due piloti belgi morirono davanti alla mia casa a Serre-Chevalier urtando un cavo CATEX posto in mezzo a un colle spesso frequentato da alianti.

La Fig. 4.7.3 mostra cosa indica la mappa di volo a vela 2012 su questi CATEX. Quelle della zona del Prorel sono infatti ben mostrate, così come la funivia Serre Chevalier (costruita nel 1940). Tutti gli altri impianti di risalita sono indicati in grigio chiaro. Ma il CATEX del Col du Mea no lo è. Peccato che i segni rossi siano scomparsi nell'edizione 2013.



Fig 4.7.3

Ma la perdita più tragica per la stessa causa è quella di Jean Cayla nel 1996, il padre della linea degli alianti Breguet in particolare il 901 e l'Edelweiss, che furono le ultime macchine francesi ad aver vinto un titolo mondiale, nel 1954 (Gérard Pierre Camphill, UK) e 1956 (Paul Mc Cready a Chateauroux, Francia) per il 901 e 1965 (François-Louis Henry a South Cerney, UK) per l'Edelweiss. Quindi non c'è purtroppo alternativa per il pilota di spalancare gli occhi quando si trova a meno di 100 m di altezza sopra le piste dei comprensori sciistici.





4. Volo di pendio : tecniche

4. Le Zipline.

Sembra che sia la follia del secolo in fatto di sport aerei per chi ama le sensazioni brevi e forti (uno o due minuti): per raggiungere facilmente i 100 o 140 km/h, senza alcuno sforzo e praticamente senza rischi. Negli ultimi anni ogni località montana si vanta di essere dotata di una teleferica che è la più lunga, la più alta o la più veloce, ecc. Tuttavia, questo cavo sottile di diametro compreso tra 10 e 15 mm, di solito taglia una valle ad un'altezza di diverse centinaia di metri, quote utilizzate da tutti gli altri sport aerei e, in teoria, quando il cavo è in uso, non ci possono essere marcature, cartelli o piloni intermedi.

Queste strutture sono certamente dichiarate in quanto utilizzate a fini commerciali e a quote generalmente superiori a 50 m di altezza (dimensione massima consentita senza autorizzazione di legge). Sembra però che le carte aeronautiche facciano sicuramente fatica ad adattarsi alla loro crescita. Probabilmente ci vorranno i primi incidenti prima che vengano imposti segnali di sicurezza.

In conclusione non posso che consigliare la massima attenzione e l'utilizzo di un dispositivo del tipo FLARM® con database degli ostacoli aggiornato. Anche se questa unità è in avaria radio, come nel caso di quasi il 30% delle unità, o se l'antenna radio è installata in modo errato o nascosta, il rilevamento degli ostacoli funzionerà comunque perché dipende solo dal GPS che è più affidabile. Non capisco l'atteggiamento dell'azienda FLARM® che dice di voler far pagare per i futuri aggiornamenti del database perché è un elemento fondamentale di sicurezza a

cui non si deve rinunciare per ragioni economiche. È ancora più sorprendente che nessuna società di software di navigazione, a pagamento o gratuita, abbia costruito questo database attualmente aperto, e soprattutto che questo database non sia pubblico, gestito da un'unica organizzazione senza scopo di lucro. Gli americani giustamente dicono «Open Source, Open Mind! »

4.8 Perdita di portanza dovuta alla vegetazione.

Quest'aspetto potrebbe sembrare marginale, tuttavia recenti incidenti, per fortuna puramente materiali, hanno individuato come unica causa dell'incidente una portanza differenziale dovuta ad una differenza nella vegetazione sotto le due ali. Certamente si è trattato di un volo in decollo a pochi metri da terra, ma nulla vieta di pensare che una situazione simile possa verificarsi quando l'aliante è in pendio e sorvola esattamente il confine tra due zone completamente diverse come una zona boscosa e una zona rocciosa liscia.

Narrativa, dalla rivista *Volo a Vela* n. 335:

Rieti, 9 maggio 2013, ASH 25 con massima zavorra. La pista è stata appena falciata, l'erba fuori pista è alta, circa 1,20 m. Il pilota trainatore è uno dei più esperti del club. Chi tiene l'ala dell'aliante è un pilota esperto, ex pilota militare e pilota di linea. Diruttori chiusi e bloccati, flaps negativi. Per mantenere una distanza di sicurezza rispetto ad un altro aliante sulla pista, il pilota devia leggermente a sinistra, manovra ben compresa dal pilota del trainatore che fa lo stesso. Il pilota mette i flap a zero e poi circa un quarto della prima tacca in modo da ridurre il carico sulla ruota. A questo punto, la velocità è di 80 km/h (misurato retrospettivamente



Fig.4.8.1 Il flusso in assenza di ostacoli è regolare. $Cl = 6,18$, $Cx = 0,63$, $L/D = 9,73$.

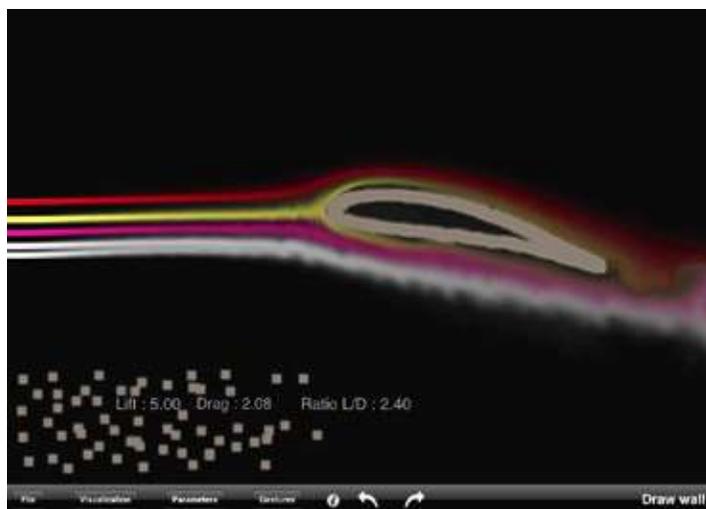


Fig. 4.8.2 È stato aggiunto un ostacolo poroso all'inizio del profilo. $Cl = 5$, $Cx = 2,8$, $L/D = 2,4$. Si può osservare una diminuzione della depressione in un punto in cui lo strato viola è interamente al di sotto dell'intradosso. Il rapporto di planata L/D è diviso per cinque essenzialmente a causa dell'aumento della resistenza che viene quadruplicata.

80,7)). L'aliante decolla e inizia a volare a circa 50 cm da terra. Inaspettatamente e senza preavviso, l'ala sinistra cade bruscamente sull'erba alta che era ancora presente all'esterno della pista. Poco prima di questo momento, più della metà dell'ala sta passando sull'erba. Sfortunatamente, la mano sinistra del pilota è sui flap e questo ha causato un ritardo nello sgancio del cavo. Cerca di contrastare l'inevitabile testa-coda (loop) e sposta in avanti la cloche, sperando di salvare la coda dell'aliante che purtroppo sarà pesantemente danneggiata così come lo stabilizzatore orizzontale. Poiché il pilota aveva avvertito chiaramente una perdita di portanza dell'ala sinistra, ritiene che la vegetazione abbia interrotto il flusso sotto la superficie inferiore e quindi ha interpellato il professor Renato Ricci del Dipartimento di Meccanica dei fluidi del Politecnico di Ancona, che ha implementato un modello di questa ipotesi inserendo un corpo poroso sopravento al profilo. Le quattro cifre che seguono sono sufficientemente esplicative da non richiedere ulteriori commenti.

Dopo questo incidente, altri piloti famosi hanno associato questo fenomeno a precedenti osservazioni in cui hanno sentito l'aliante affondare passando sopra gli alberi. Pensavano fosse affondamento o turbolenza generalizzata dovuta alle foglie, ma senza poter dare una spiegazione logica. Quanto a me, ammetto umilmente di aver vissuto un'inspiegabile esperienza simile nel 2005 con il Nimbus 4DM atterrando su una pista asfaltata. Dopo aver toccato, e aver viaggiato a una velocità sufficiente a mantenere il controllo dell'ala, ho liberato come al solito attraverso il raccordo di rullaggio, molto più stretta della pista, e quando la mia ala

sinistra è passata dall'asfalto all'erba alta, è caduta improvvisamente e l'aliante ha fatto un loop, fortunatamente senza rompere nulla. Ero piuttosto imbarazzato, perché non riuscivo a identificare il mio errore. Non solo ora comincio a capire, ma quando volo lungo i pendii, guardo i grandi alberi frondosi con un occhio diverso e più rispettoso.

Lascio le conclusioni al professor Ricci:

« Se nell'area di influenza della pressione dinamica sono presenti barriere porose come erba alta ma anche alberi frondosi, l'angolo di planata [rapporto portanza/resistenza Ed.] può diminuire inaspettatamente e notevolmente. La resistenza può aumentare e la portanza può diminuire più o meno come è successo per questo ASH 25 ».

Articolo a cura di Ezio Sarti pilota dell'aliante ASH 25 del volo in oggetto: copilota Antonio di Stasi.

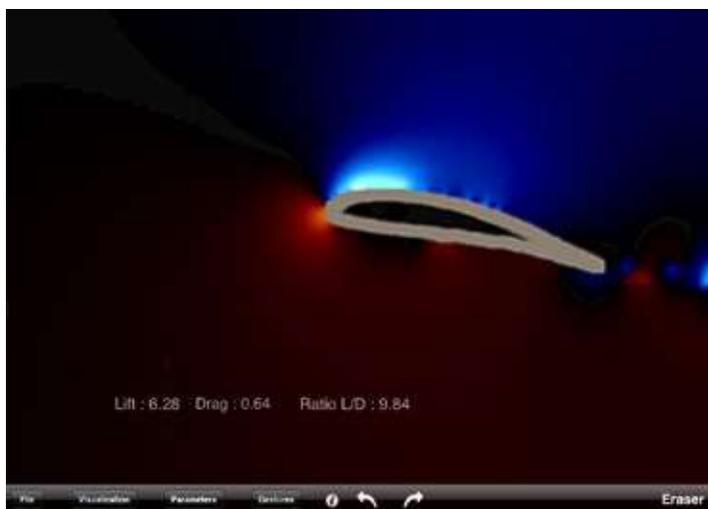


Fig. 4.8.3 Simulazione del campo di pressione in assenza di qualsiasi ostacolo. $CL = 6,28$, $Cx = 0,64$, $L/D = 9,84$. In rosso la pressione è maggiore della pressione atmosferica (punto neutro), in blu è minore.



Fig. 4.8.4 Simulazione del campo di pressione in presenza di un ostacolo poroso. $CL = 4,42$, $Cx = 4,44$, $L/D = 1$. Si può chiaramente osservare lo spostamento del punto neutro verso l'estradosso con aumento della depressione sull'intradosso e notevole riduzione della portanza.



4. Volo di pendio : tecniche

4.9 Attraversamento di una cresta con vento in coda (anomalie del variometro).

Negli anni '80, in seguito alla tragica morte di due amici che ritenevo esperti almeno quanto me, ho condotto un'indagine personale sulle cause di questi incidenti e ho verificato personalmente in volo che la mia ipotesi fosse plausibile. Chiunque lo desidera può ripetere l'esperimento dopo aver preso le necessarie precauzioni di sicurezza.

Se un pilota deve attraversare una cresta perpendicolarmente con un pieno vento in coda (sia perché ha completato una salita su un lato e crede di avere un'altitudine sufficiente per andare su un altro pendio che è sottovento, o perché intende andare sottovento in onda, oppure per fuggire sottovento da una zona sfavorevole) trovando davanti a sé una cresta che stima di poter facilmente superare, può sentire di non aver bisogno di un ampio margine di sicurezza poiché si avvicina dal lato portante.

Incontrare un vento forte a queste quote significa solitamente che si tratta di vento di gradiente e non di valle che, nelle Alpi, significa un vento dal quarto quadrante e il lato sottovento sarà quello che è esposto al sole. Il pilota potrebbe sperare di trovare una termica, soprattutto perché è ben noto che le termiche si innescano più facilmente sottovento alle montagne che sopravvento. Purtroppo è quella speranza che potrebbe ucciderlo.

Quando l'aliante attraversa la cresta, entrerà in un campo di pressione negativa e questa depressione raggiungerà il picco pochi secondi dopo aver scavalcato la cresta. Quindi ha percorso un centinaio di metri e il variometro, che misura la variazione di pressione e non di altitudine, si sposterà improvvisamente in positivo con una lettura a volte significativa a seconda delle condizioni. Ho osservato fino a 2 m/s su un variometro Bohli, uno dei più reattivi sul mercato.

Questa indicazione dura solo un attimo e un secondo dopo l'ago cadrà in un limbo negativo. Un pilota grintoso alla disperata ricerca di una termica sul versante soleggiato sarà tentato di iniziare una brusca spirale verso il costone che, viste le componenti del vento discendente e da dietro, terminerà con una vite verso la montagna. Una situazione potenzialmente fatale. La Figura 4.9 illustra questo fenomeno.

4.10 Attraversamento di un colle dal lato sottovento.

L'attraversamento di un colle proveniente dal lato sottovento è sempre un esercizio delicato che richiede tutta l'abilità del pilota perché i fattori da considerare sono molti e non c'è spazio per l'errore. È indispensabile prevedere una soluzione di ripiego in caso di dubbio, infatti anche se il pilota è rius-

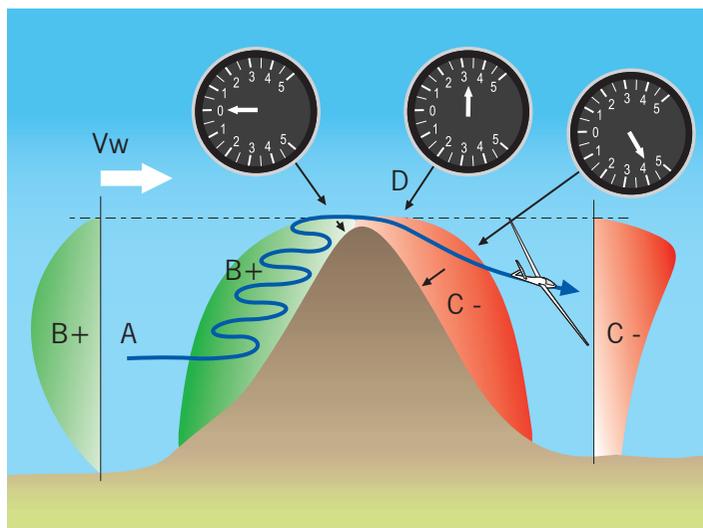


Fig. 4.9 Anomalia variometrica nell'attraversamento di un crinale con vento in coda.

(A) traiettoria dell'aliante
(B) zona di pressione positiva
(C) zona di pressione negativa
(D) picco di bassa pressione
(Vw) Vettore vento

cito a evitare un incidente locale, dovrà affrontare una forte e prolungata discendenza che lo metterà in una situazione difficile per il resto del volo.

Diversi sono gli scenari possibili e ce ne sono altri:

1. La quota di riserva apparentemente è più che sufficiente, il pilota si presenta col vento di fronte in mezzo al colle. Dovrà tener conto dell'effetto Venturi provocato dal colle, cioè una forte accelerazione locale a monte e a valle del colle, oltre ad un aumento della discendenza. Gradualmente, mentre si avvicina al colle, vedrà il suo angolo di planata peggiorare in modo inquietante e la velocità al suolo diminuire.

L'unica soluzione sarà quella di aumentare significativamente la sua velocità applicando almeno le impostazioni di velocità nelle tabelle del capitolo 9 (estratto di seguito). Qualsiasi utilizzo di una velocità inferiore a questa tabella causerà una planata peggiore, se non nulla, e quindi con il rischio di non attraversare mai il colle.

Nella fig. 4.10.1, riportiamo i valori di velocità minima e di miglior planata a seconda del vento contrario per un aliante *Discus standard* caricato con 50 kg/m², cioè con pieno carico. Se lo stesso aliante è vuoto, le velocità saranno leggermente inferiori e la planata crollerà.

Vento frontale km/h	0	20	40	60	80	100
Velocità da volare km/h	120	124	130	141	163	180
Mc Équivalente	0	0,2	0,4	0,7	1,3	2
Rapporto di planata	43	37	30	23	18	14

Questa tabella è tratta da diverse tabelle di velocità spiegate più dettagliatamente nel Capitolo 9. In ogni caso, il pilota non deve volare ad una velocità inferiore a quella indicata nella banda blu o con un anello McCready impostato inferiore a quello equivalente indicato. Qualsiasi deviazione porterebbe ad una planata effettivamente peggiore e quando il lettore avrà letto il vero rapporto di planata in aria calma, capirà subito che è essenziale risparmiare il poco margine che rimane!

Ad esempio con una componente di vento contrario di 60 km/h il pilota dovrebbe impostare il suo anello McCready a 0,7 m/s e quindi volare a 141 km/h in assenza di movimento verticale (che ovviamente non è così), la massima reale efficienza sarà di soli 23.

In realtà la situazione sarà anche peggiore perché da un lato sarà nella zona dell'effetto Venturi e il vento aumenterà rapidamente a 80 o anche 100 km/h (correzione rapida richiesta dal McCready) e in secondo luogo, sarà in discesa, che, seguendo le indicazioni del calcolatore, richiederà velocità indubbiamente superiori alla V_{ra} o vicino a V_{ne} .

In queste condizioni, non è raro vedere una efficienza di circa 10. Se il pilota è anche un pilota di deltaplano (come ero io), non sarà spaesato!

La Figura 4.10.2 illustra cosa può accadere in questi due casi.

2. L'altitudine non è sufficiente per rimanere in cima alla cresta e il pilota volerà lungo la parete per presentarsi davanti al colle.

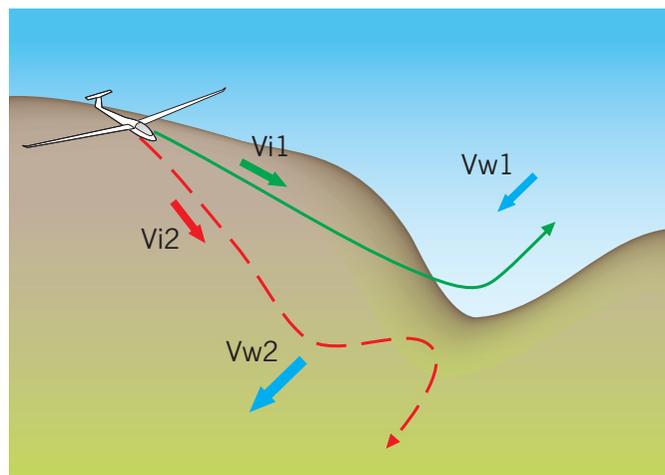


Fig. 4.10.2 traiettorie con o senza compensazione del vento contrario

V_{w1} = velocità del vento a monte del colle

V_{w2} = velocità del vento a valle del colle, dal 30 Al 50% più forte

V_{i1} = traiettoria dell'aliante la cui velocità è costantemente variabile seguendo la tabella in figura 4.10.1

V_{i2} = traiettoria dell'aliante che vola alla velocità di massima efficienza

Ci possono essere diverse soluzioni, ma tutte hanno qualcosa in comune: poter facilmente fuggire a valle se necessario.

- Se il vento è debole, allora la discesa segue il profilo delle pareti ed è opportuno allontanarsi minimizzando il più possibile l'angolo di fuga, a seconda della discesa incontrata.

La Figura 4.10.3 illustra questo tipo di traiettoria,

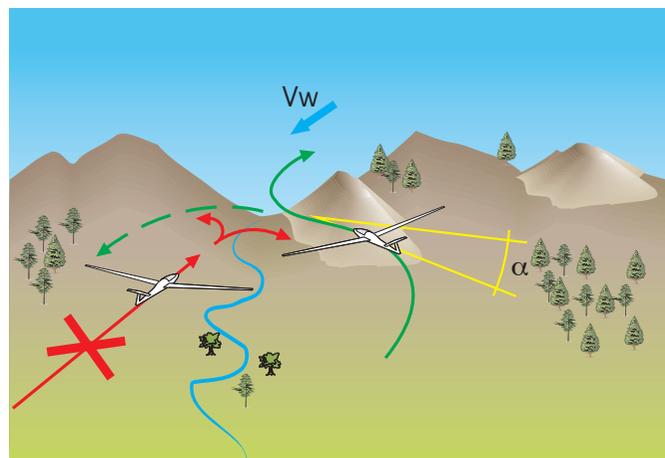


Fig. 4.10.3 Attraversamento di un colle contro vento in condizioni normali, vento da debole a moderato.

- Se il vento è forte, allora si forma una zona d'ombra al riparo del vento e talvolta anche qualche debole ascendenza proprio contro la parete.



4. Volo di pendio : tecniche

Può essere opportuno sfruttare questa ascendenza il più vicino possibile mantenendo una buona velocità (circa 1,3-1,5 volte la velocità di migliore planata), possibilmente con una tacca di flap negativi per mantenere la massima manovrabilità e una riserva di energia cinetica per fuggire a valle o per «saltare» oltre il colle. La Figura 4.10.4 illustra questa configurazione. Uso regolarmente questa tecnica per risalire in montagna, partendo dalla pianura, in condizioni termiche le cui basi non sono sufficientemente alte per passare direttamente sulle creste, e quando il vento soffia in alta montagna, la classica situazione sul lato italiano.

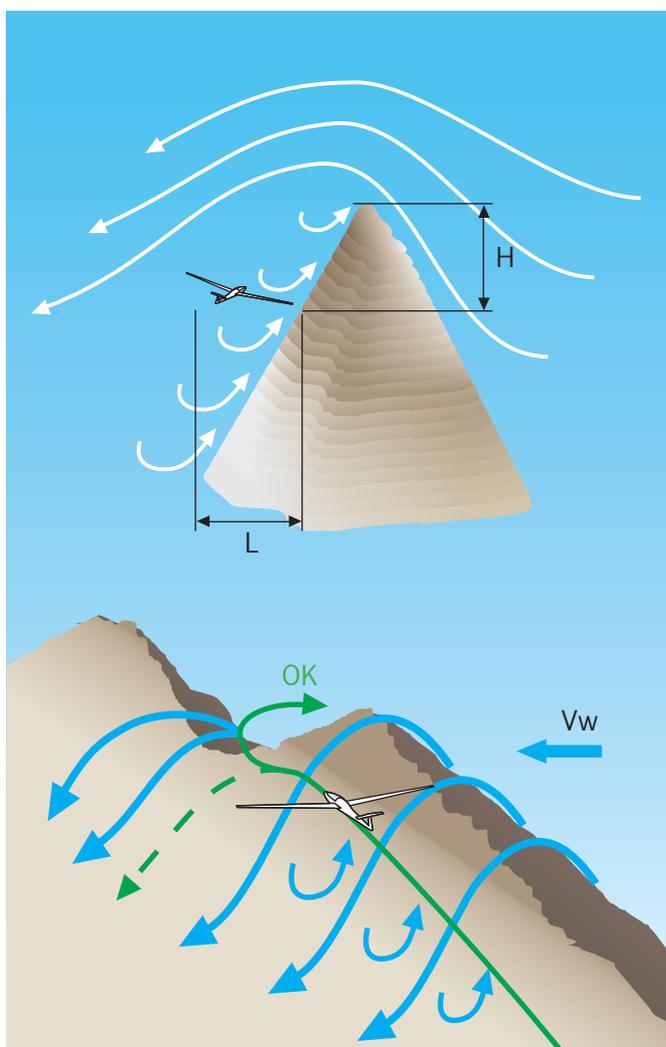


Figure 4.10.4 Quando il vento è forte ed il pendio è molto inclinato, si formano dei vortici di ritorno lungo la parete che possono essere utilizzati solamente fino a circa 100 metri al di sotto della cresta (distanza H) a patto di volare il più vicino possibile alla parete. Quest'area è di solito larga 100 metri (distanza L). È quindi possibile risalire il colle senza perdere quota.

4.11 Senso di rotazione del pendio: destrogira o levogira.

Benché le seguenti considerazioni siano state espresse per la prima volta nel 1992 e richiamate ogni anno in tutta Europa in diversi club, nessuna pubblicazione o manuale ufficiale ne parla ad oggi. Questo tipo di «postulato» deriva sia dalle osservazioni in 50 anni di volo sulle montagne europee e argentine, mai smentite, sia dall'applicazione di una nota legge della fisica, la legge di Coriolis (Politecnico di Parigi poi professore allo stesso Politecnico, poi professore all'École Centrale, prima pubblicazione nel 1835).

Se la pseudo-forza di Coriolis è senza dubbio la causa della rotazione delle masse d'aria attorno al centro della pressione atmosferica, sembrerebbe che la stessa non sia applicabile alla piccola scala (ad esempio per determinare il senso di rotazione del flusso d'acqua in un lavabo che si svuota) essenzialmente per una questione di tempo e di accelerazione.

Non ho idea se questa legge sia applicabile alla dimensione meteorologica del seguente fenomeno che ci interessa:

ipotizzando un vento di brezza di valle di 15 kt si è costretti a virare con un raggio di un chilometro per seguire un pendio perpendicolare alla direzione originaria. Inizialmente la rotazione durerebbe 3,4 minuti applicando un'accelerazione di 0,05 g per una velocità rotazionale di 0,0038 rad/s. Questi valori sono vicini alle dimensioni dei sistemi meteorologici convenzionali ed è possibile che la legge si applichi ai pendii come immagino. Spero che dopo aver letto questo capitolo, i miei amici del Politecnico e altri matematici aliantisti affronteranno seriamente il problema e forniranno una risposta.

Tuttavia, dopo aver testato dozzine di pendii che girano tanto a sinistra (levogiro) che a destra (destrogiro), sia nell'emisfero settentrionale che nell'emisfero australe, sono giunto alla conclusione che nell'emisfero settentrionale, un pendio che ruota e devia il vento a sinistra favorisce il movimento verso l'alto e un pendio che gira a destra tende a indebolire l'ascendenza e viceversa nell'emisfero australe.

Le implicazioni pratiche sono che nell'emisfero settentrionale:

- In un pendio levogiro, è favorita la corrente ascensionale, quindi le ascendenze termodinamiche o ondulatorie o di convergenza, tendono a formarsi e saranno amplificate. Allo stesso modo la termica isolata si innesca più facilmente.
- In un pendio destrogiro, la corrente ascensionale sarà contrastata e tutti gli altri fenomeni sopra menzionati avranno difficoltà a manifestarsi, il più delle volte saranno addirittura inesistenti. La quota massima che sarà possibile raggiungere con questo tipo di pendio sarà la brezza di sommità della valle, non sempre sufficiente per proseguire il volo.

I seguenti esempi illustrano alcune famose applicazioni e danno alcuni consigli per evitare di finire in un campo ai piedi di un pendio destrogiro.

Figura 4.11.1: un esempio di due pendii vicini, quello levogiro, Prachaval, e l'altro destrogiro, Creste di Vars. La brezza pomeridiana (A) nella valle della Durance, con una forza media di 15 kt, è divisa in due parti, ciascuna ruotante di 90° su ogni lato. La virata a sinistra è eccezionalmente facile, un pilota può passare dal volo in pendio al termodinamico e all'onda e finire a 4.000 m senza aver capito nulla. La svolta a destra verso il Colle de Vars è sempre un'operazione difficile; in assenza di termiche potenti è raro raggiungere le creste e anche se le termiche funzionassero sarebbero spezzettate e incerte. Questo versante è spesso causa di incidenti ed è meglio non contare sul suo aiuto per proseguire verso sud.

La Fig. 4.11.2 mostra un esempio emblematico di un pendio che svolta a destra con fenomeno di blocco nella parte superiore della brezza. Il monte Cotolivier ad Oulx, che sbarra la val di Susa, sopra l'unico campo atterrabile dopo quelli di Susa a 35 km, costringe la brezza pomeridiana di valle a fare un quarto di giro a destra verso Bardonecchia.

Quando la brezza pomeridiana della valle soffia contro il pendio del Mont Cotolivier (destrogiro), lavora senza soluzione di continuità da terra fino ad almeno 1.800 m (700 m sul terreno) e molto raramente fino alla vetta (2.100 m). Non ho mai visto alcun innesco termico su alcun pendio della zona. Il pilota che vuole raggiungere le Alpi francesi passerà per il Col del Monginevro o

, soit par le col de l'Echelle, mais leurs altitudes sont incompatibles avec l'altitude de départ au mont Cotolivier (parcours pointillé de couleur rouge

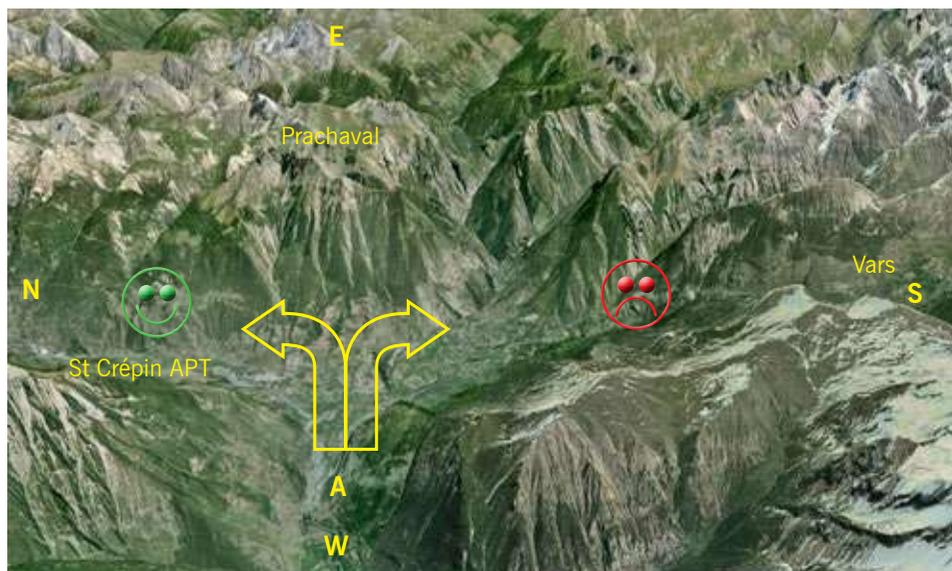


Fig. 4.11.1 (A) La brezza termica di valle, velocità media 15 kt, si divide in due flussi opposti a nord e a sud, su pendii entrambi esposti al sole. Quello che gira a sinistra genera un'ascendenza migliore dell'altro.

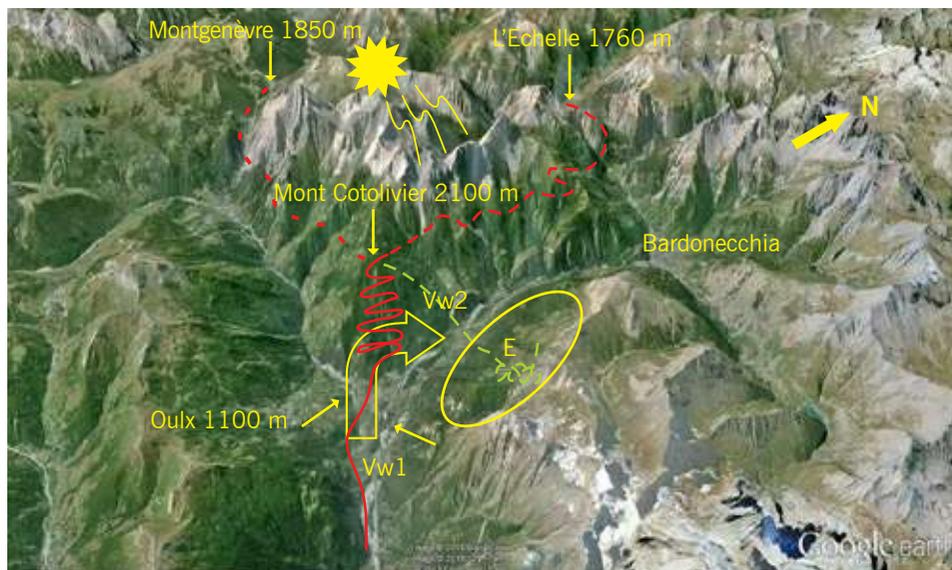


Fig. 4.11.2 Pendio del Monte Cotolivier, Oulx.

- Vw1 : Brezza di valle incanalata da una valle lunga 25 km, 15-20 kt al suolo, proveniente da est
 Vw2 : brezza di valle dopo aver girato di 90° a destra, in direzione nord
 (E) : zona di bassa pressione locale, rocciosa e ben esposta al sole, probabilmente buone termiche.

- - - - Rotta verso il colle del Monginevro, quota insufficiente
- - - - Rotta verso il colle della Scala, è necessario guadagnare qualche decina di metri
- - - - attraversamento della valle sperando di agganciare le termiche sulla parete rocciosa protetta dalla brezza e ben esposta al sole.



4. Volo di pendio : tecniche

per il Colle della Scala, ma le loro altezze sono incompatibili con la quota di partenza al Monte Cotelivier (linea rossa tratteggiata sulla sinistra). Sono riuscito a superare con successo il Colle della Scala raschiando gli alberi e risalendo di qualche decina di metri a ritroso su ogni sperone incontrato fino al colle dovendo girare più volte e tornare a risalire ai piedi del Monte Cotelivier (linea rossa tratteggiata a destra). Esiste però una soluzione alternativa quando la giornata è termicamente attiva perché la pressione nella zona indicata nell'ellisse (E) è localmente inferiore a causa della rotazione forzata della brezza di valle ed è perfettamente esposta al sole.

In questo caso conviene salire fino all'ultimo metro sul Monte Cotelivier e attraversare la valle sperando di arrivare sopra il bosco (linea verde tratteggiata). È raro che non si stacchino termiche tra questo punto e Bardonecchia. In quarant'anni di volo in questa valle ho sempre trovato una soluzione sia che fosse totalmente in dinamica oppure mista pendio e termica.

Questo fenomeno di facilitazione dell'innesco termico da parte di una zona sottovento e di bassa pressione locale non è nuovo ma è poco conosciuto e non è descritto in nessun libro di testo. La zona di bassa pressione locale modifica il profilo verticale della temperatura rendendolo più favorevole all'instabilità e l'assenza di wind shear a livello del suolo favorisce lo stacco delle termiche.

Una situazione simile la troviamo sulla città di Aosta con da un lato il versante di Arpuilles (destrogiro esposto alla brezza di valle) e dall'altro quello di Blavy (bosco e rocce sottovento alla brezza di valle) con l'enorme vantaggio dovuto alla presenza di un aeroporto ai piedi del costone! In questo caso l'unica soluzione è sfruttare la salita dinamica di Arpuilles fino all'ultimo metro per poi attraversare la valle fino a Blavy

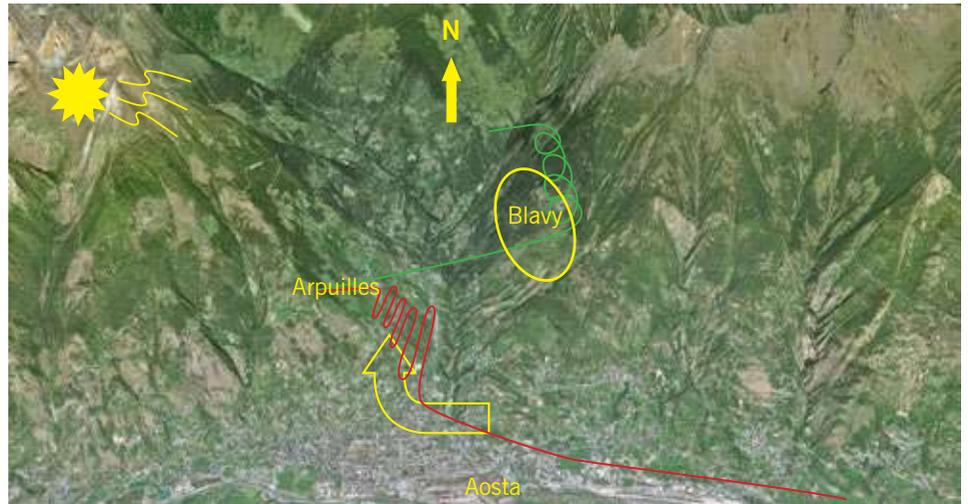


Fig. 4.11.3 Dopo aver raggiunto Aosta percorrendo 50 km in valle utilizzando esclusivamente i pendii e la brezza termica, il pilota deve fermarsi sul versante di Arpuilles e salire in dinamica più in alto possibile prima di attraversare la valle per cercare le termiche su Blavy; versante ben esposto al sole e in depressione locale a causa della rotazione della massa d'aria che entra nella valle del Gran San Bernardo.

cercando termiche. Si veda figura 4.11.3.

Ci sono molti altri pendii destrogiro e levogiro nell'emisfero settentrionale e non sono mai stato deluso di aver preso una decisione basata sul senso di rotazione. Ogni esempio contrario è il benvenuto.

Nell'emisfero australe la situazione è meno chiara in quanto la morfologia delle montagne è totalmente diversa. Al di fuori della fase di decollo, praticamente non saliamo più in pendio; le brezze di valle sono praticamente inesistenti (vedi § 2). Questa ipotesi è però confermata dal pendio che usiamo su ogni volo, al di fuori dei voli record dove andiamo direttamente in onda con il motore o l'aereo da traino. Il Cerro Villegas è levogiro e il collegamento con l'onda e altre convergenze è spesso molto difficile o talvolta addirittura impossibile senza utilizzare il motore. Più a nord, verso Chos Mallal, il versante del vulcano Tromen è destrogiro e funziona a meraviglia, ho avuto modo di godermelo a poche centinaia di metri da terra durante un importante volo da record in un aliante di 15 m; tuttavia, con 100 km/h di vento, tutti i pendii funzionano bene in qualsiasi direzione di rotazione! A questo punto bisogna far tesoro del ritorno di esperienza in seguito all'incidente del campione del mondo Giorgio Galetto del 5 giugno 2012, che si sarebbe potuto evitare se due minuti prima dell'incidente il pilota avesse preso in considerazione la direzione di rotazione della brezza di valle sul pendio e il vento del gradiente, combinati con l'altezza (900 m dal suolo) dove la brezza di valle ha poca influenza.

Purtroppo la fatica ha causato un rallentamento del ragionamento in quanto, negli ultimi secondi di volo, il pilota era dedicato a ridurre al minimo le conseguenze dell'incidente percepito ormai come inevitabile.

Secondo la rivista «Volo A Vela» n. 332 e la figura 4.11.4:

“... Planando, controllo il vento sul lago di Serre Ponçon e vedo una robusta brezza da Sud, penso che i costoni esposti a Sud-Ovest daranno delle salite.

Arrivo nella conca dell'aeroporto di e a Nord vedo molti alianti della classe 15 m. Mi rilasso un po', sono vicino ad un aeroporto, sono a mezzo costone (circa 1.850-1.900 m) e ci sono un sacco di alianti. Quando sono arrivato sul costone ho notato che non si saliva ma ho visto due alianti sopra di me che facevano degli otto. Ho considerato il pendio e, molto in basso, ho visto un piccolo dosso nel costone; ho pensato di doverne tenerne conto ma era molto più in basso, ho stimato di avere un margine di sicurezza per passare il dosso di due volte – due volte e mezzo il necessario.

Sono sul costone col pendio alla mia sinistra, trovo discendenza, guardo gli alianti poco sopra di me e poco più avanti che continuano a fare degli otto, continuo aspettando che discendenza cessi e diventi ascendenza; questo però non succede e la discendenza mi mangia tutto il margine, la parte più razionale di me che vigilia sulla sicurezza «prende il comando», accetta subito che vi sarà un impatto contro il terreno e così mi concentro a mitigare le conseguenze facendo volare l'aliante parallelo alle piante e cercando di prenderle sotto le cime in modo da fare dissipare l'energia con un effetto cavo-freno della portaerei/effetto velcro.

I miei pensieri sono stati nell'ordine: non stallo altrimenti cado verticale con le note conseguenze; è troppo tardi per dare una scarpata e volare giù per il pendio; se prendo un albero con un'ala, mi rovescio con conseguenze peggiori. Voglio mantenere una traiettoria in modo che dopo aver preso gli alberi, cadrò dritto lungo il costone,



Fig. 4.11.4 Incidente di Giorgio Galetto, 5 giugno 2012, La Roche de Rame/Tête du Peyron.

A: Area dello schianto, ca. 1.800 m, fitto bosco.

B: Direzione generale della brezza di valle a bassa quota (< 1800 m in queste condizioni), 10-20 km/h, misurata dai logger degli altri piloti.

C: Parte del flusso d'aria che deve ruotare di 90° verso destra per entrare nella valletta, opponendosi alla formazione di qualsiasi tipo di ascendenza.

D: A quota più alta, sopra le montagne, il vento di gradiente è Nord 5-10 km/h, come osservato dal pilota e confermato da altri.

E: Questa stretta valle, corta e chiusa, genererà una debole brezza di valle, insufficiente per mantenere un aliante in volo.

con un angolo d'impatto il più basso possibile. Alla fine prendo gli alberi molto bene, la velocità è assorbita quasi per intero, l'aliante non si rovescia, mantiene una traiettoria residua, imbarca di circa 100-120° sulla sinistra e cade verticalmente lungo il pendio un po' all'indietro a circa 15-20 m dal punto di impatto con le piante. L'aliante assorbe tutta l'energia, ho rotto rami di circa 20 cm di diametro ed ho abbattuto una piantina di circa 30-35 cm di diametro. L'abitacolo è integro e la struttura di rinforzo intorno al pilota ha tenuto bene. A bordo ho il cuscino di styroform e dietro il paracadute ho un cuscino di 8/10 cm di spessore.

... Poco dopo vedo un Robin che mi cerca, io tiro fuori lo specchietto e comincio a mirarlo col riflesso.... Passa poco tempo ed arriva l'elicottero della gendarmeria che mi individua subito, cala il soccorritore ed il medico. Io sono tranquillo perché so che sono molto bravi dal momento che hanno rimesso in piedi un caro amico dopo un brutto incidente di volo molti anni fa. Arrivo in ospedale con 40 di febbre....

Lesioni al pilota: ematoma contusivo al polpaccio destro. Stiramenti di legamenti vari ed un livido al braccio sinistro. Schiacciamento delle vertebre T5 e T6. Frattura della vertebra L1.»

⁵ incidente di Vittorio Colombo, stessa gara, vedi § 4.3 dove Giorgio era il testimone e poteva chiamare i soccorsi.



Volo di pendio : tecniche e pericoli

Le cause di questo incidente sarebbero quindi:

- Non aver tenuto conto che il vento negli strati superiori, da lui stesso osservato pochi minuti prima come proveniente dal settore nord, si opponeva alla brezza di valle riducendo l'altezza dell'influenza di quest'ultima. Al momento del recupero del ferito, il pilota dell'elicottero ha ammesso di aver avuto grosse difficoltà a mantenere una posizione fissa a causa delle discendenze dovute a questo vento. Tutti i piloti che volano frequentemente in questa zona sanno che questo luogo, la Roche de Rame, è proprio il punto di convergenza tra il vento di gradiente da nord e la brezza termica di valle da sud.
- Non aver notato che questo pendio è destrogiro e che questa rotazione interrompe o annulla i movimenti ascendenti (caratteristica citata in tutte le mie conferenze dal 1992);
- Arrivare troppo basso su un pendio mal esposto alla brezza di valle mentre pochi minuti trascorsi sul versante di Prachaval gli avrebbero permesso di guadagnare qualche centinaio di metri per arrivare sopra gli alberi, dove funzionano le termiche;
- Aver fatto affidamento su un pendio ricoperto da un fitto bosco in condizioni di debole brezza di valle;
- E infine, non aver reagito in tempo per lasciare questo pendio che non funzionava.

Nella catena di eventi legati all'incidente, le cause alla radice sono, secondo il pilota:

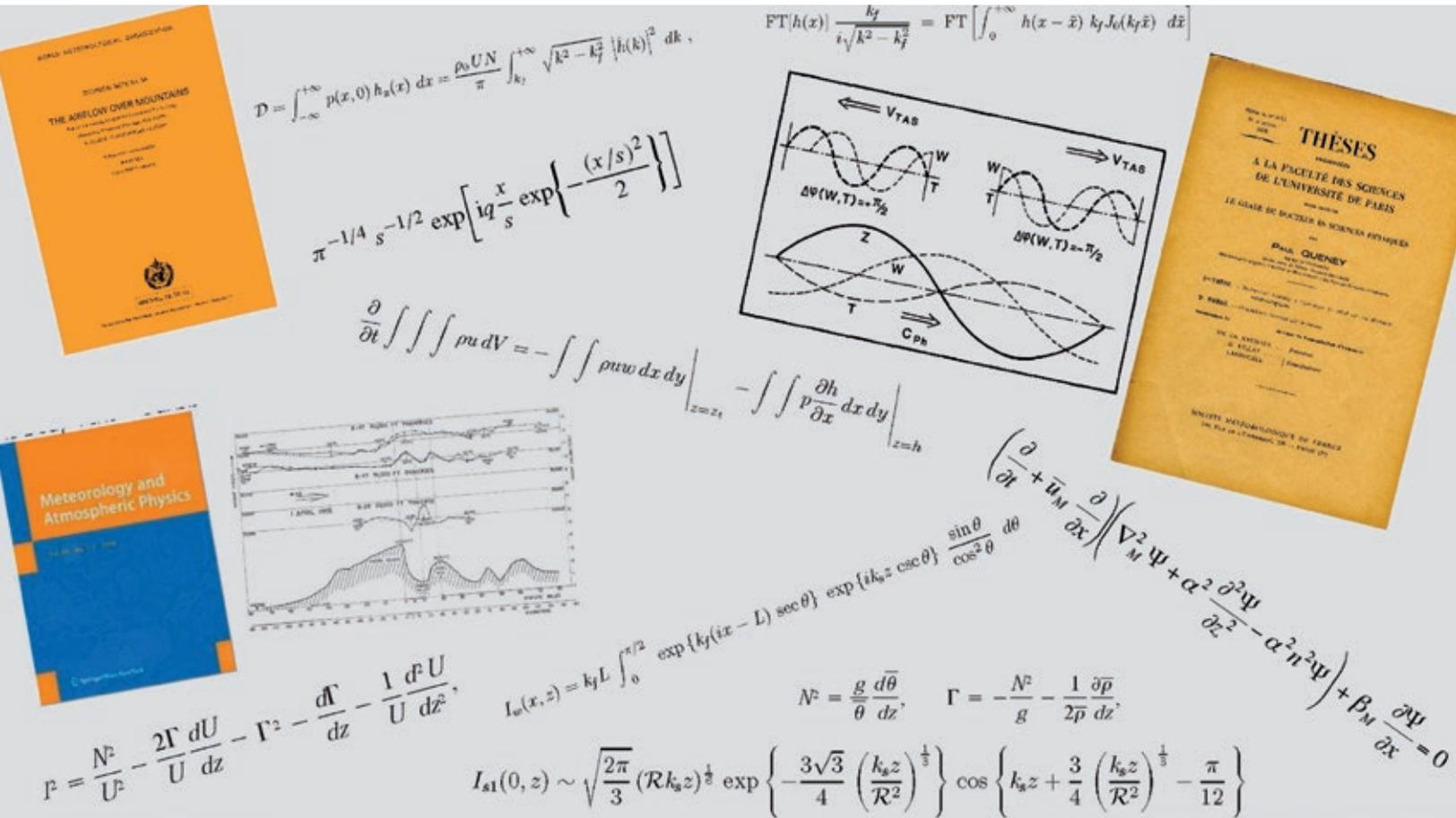
- «nessuna attività fisica durante l'inverno e la primavera, niente sci. È il primo anno che non ho sciato, non sono andato in piscina e non sono andato in bicicletta.
- Scarsa forma fisica. Ho sempre lavorato e data la situazione lavorativa generale, non avevo molto entusiasmo per fare altre cose⁷

- *Nelle tre settimane precedenti la gara sono stato impegnato tutti i giorni, sabato e domenica compresi;*
- *Durante i primi giorni di gara non ho dormito bene;*
- *Il giorno prima, ho fatto fuori campo subito dopo lo sgancio. Questo fatto avrebbe dovuto suggerirmi di fermarmi. E da cretino fare fuoricampo così, vuol dire che ero imbambolato! Ero eccessivamente stanco*
- *Quando si è stanchi o non si ha voglia di volare, non bisogna decollare.*
- *In tutti questi anni di volo ho sempre cercato di evitare di fare errori di pilotaggio gravi. Da diversi anni sono stato consapevole di essere sempre più esposto all'incidente banale, quello che succede per eccesso di confidenza; quindi ogni volta che salivo a bordo dell'aliante mi dicevo "in guardia" stai attento. Sono sempre stato convinto che alcuni incidenti, anche fatali, degli amici sono stati causati da simili banalità. ... Per me il caposaldo della sicurezza in volo è quindi: adattare la propria condotta all'aliante, alle condizioni meteo, al contesto geografico ed allo stato psicofisico. Questa volta è mancato totalmente il controllo di questo adattamento e la cosa grave è che non me ne sono accorto. ... Questa sarà la parte più difficile da elaborare e da perdonarsi! "*

⁷ Giorgio è amministratore delegato di una piccola azienda familiare, si può immaginare quanto possa essere impegnato.



Fig. 4.11.5 Il Ventus 2C identico a quello di Giorgio Galetto, in volo di pendio ai piedi del vulcano Lanin. Una zanzara tra i giganti.



Si rassicuri il lettore che non ha bisogno di alcuna formazione scientifica o matematica per effettuare grandi voli in onda. Gli esperti, nonostante non abbiano mai messo piede in un aliante, fanno il lavoro per noi dal 1936, quando Paul Queney (Ecole Normale Supérieure di Parigi) mise nero su bianco la soluzione di un gruppo di otto equazioni differenziali con otto incognite che sarà la base fondamentale per otto decenni di ricerca e applicazioni in tutto il mondo. Siamo lontani dall'aver scoperto tutto, pensiamo che ciò che resta da scoprire sia molto più grande di quanto già spiegato. Tuttavia, si consiglia vivamente di comprendere il significato di alcune equazioni. Citerò in questo libro solo le più semplici, in modo che ognuno possa stimare il valore appropriato delle influenze relative dei diversi fattori in queste equazioni. Riferimenti importanti sono resi disponibili sul mio sito web; gli appassionati di matematica e fisica avranno ogni occasione per approfondire le proprie conoscenze. Ove possibile, gli sviluppi teorici sono accompagnati da esempi pratici, diagrammi e fotografie per aiutare a comprendere i fenomeni. La prima sorpresa per il lettore sarà rendersi conto che il vento non è, al contrario della credenza popolare, il fattore più importante nell'innescare e nella propagazione di un sistema ondulatorio, sia nel piano orizzontale che in quello ver-

ticale. Il sondaggio termodinamico, proprio come nella previsione del sollevamento termico, è l'elemento fondamentale per la previsione dei sistemi ondulatori, il vento interviene solo secondariamente. La comprensione dei fenomeni fisici che stanno alla base di questi sistemi suggerirà la chiave di lettura del cielo e delle montagne, e porterà più serenità nel prendere decisioni, migliorando così la sicurezza. Non va infatti dimenticato che nel volo in onda, le energie in gioco sono notevoli, incommensurabili, e che tutto avviene molto velocemente visto che velocità verticali di + 10 m/s e velocità orizzontali di 300 km/h sono comuni. Non appena si capirà che quest'energia è organizzata secondo linee prevedibili, ma spesso invisibili, allora il pilota scoprirà che c'è un altro modo di pilotare un aliante, un'altra dimensione, e si apriranno le porte a grandi voli, al suo grande piacere e quello del suo passeggero.

5. Teorie sulla formazione

Il volo d'onda è il naturale complemento al volo in pendio, ed è raro che una buona giornata di volo d'onda non abbia alcuni episodi di volo basso sopra i pini. Succede anche che l'onda sia un «male necessario» al servizio del volo di pendio, come abbiamo visto in nel capitolo 3. L'esempio migliore per un pilota che vola sulle Alpi con un vento da nord è rappresentato dal pilone dichiarato: «Chamonix». Ciò richiederà di sfruttare abilmente le correnti ascensionali che portano all'onda, per poi saltate da una salita d'onda all'altra, con lo scopo di attraversare il Col del Gigante per «lucidare» il Monte Bianco fino alla vetta, sfiorando l'Aiguille du Midi (Fig. 5.0.1) prima del rientro utilizzando solo i pendii. Per chi parte dall'Italia, il ritorno è ancora più maestoso in quanto lungo le pareti di Les Grandes Jorasses, La Grande Muraille, il Cervino (Fig. 5.0.2), Castore e Pollice, ed infine il Monte Rosa dopo aver salutati gli alpinisti bivaccati al rifugio Capanna Margherita. Con lo stesso spirito, ho sviluppato nel 1993 un percorso da Varese che può facilmente attraversare lo Jungfrauoch a 3.500 m, che apre la strada alla mitica parete nord dell'Eiger e alle altre famose vette oltre 4.000 m: Jungfrau, Mönch e Schreckhorn, con un ritorno che porta sul ghiacciaio più bello d'Europa, il ghiacciaio dell'Aletsch (foto 5.0.3.). Sebbene questi voli non si sviluppino per molti chilometri, lasciano un ricordo indimenticabile.

Il lettore avrà notato che nel titolo la parola «onde» è plurale. Questo fenomeno di aeroelasticità si manifesta in diversi modi, tutti completamente diversi, e la sua forma più comune, onda di sottovento o onda di rimbalzo, è in realtà quella che ogni pilota alle prime armi deve innanzitutto imparare ad identificare e utilizzare. Se non si avventura al di là delle Alpi, probabilmente non conoscerà mai le altre forme, se non osservando le foto satellitari, leggendo la letteratura citata in



Fig. 5.0.1 In volo di pendio sopra le Grandes Jorasses verso la vetta del Monte Bianco via l'Aiguille du Midi, dopo essere arrivato da sud in onda.

bibliografia, o su Internet dove oggi si trovano bellissime immagini. Ad eccezione del salto idraulico, altri tipi di onde sono: onde risonanti, onde circolari, onde di inversione, dette anche onde convettive, onde termiche e onde di scia. Tutte hanno sostanzialmente la stessa causa: la gravità. Per questo motivo gli anglosassoni le chiamano «onde di gravità».

Hanno sempre come origine una discontinuità nella superficie su cui si muove la massa d'aria, tale discontinuità può essere di origine orografica fissa (montagna o valle), o mobile, come un'altra massa d'aria posta al di sotto della prima.



Fig. 5.0.2 Veleggiando in pendio sopra il versante nord del Cervino.

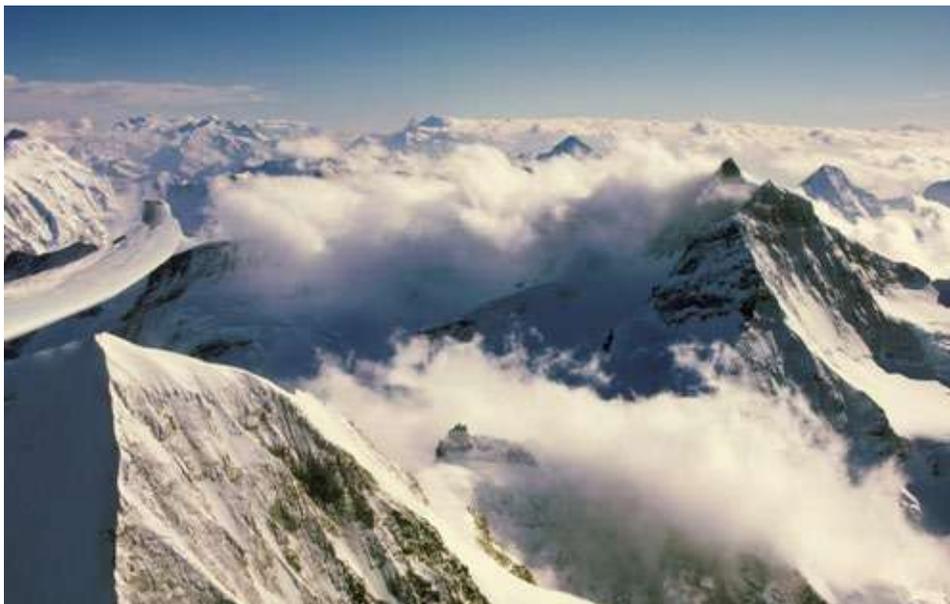


Fig. 5.0.3 Dobbiamo sfruttare l'onda per raggiungere le pendici di questi mitici 4.000 m arrivando dalle Alpi meridionali, la Jungfrau (sotto l'ala sinistra) Mönch, Eiger e Schreckhorn. L'Hotel Jungfrau Joch, visibile nel colle, è raggiungibile con un treno a cremagliera.

Questo manuale vuole essere prima di tutto pragmatico, quindi ci limitiamo a esporre le teorie nel modo più accessibile possibile, facendo riferimento, per quanto possibile, a fenomeni semplici, ben noti a tutti, o richiamando l'idraulica e la meccanica. Somiglianze che ognuno di noi può osservare in ogni momento. Tuttavia, da un certo livello, il pilota avrà tutto da guadagnare dalla comprensione delle equazioni fondamentali senza necessariamente sapere come risolverle.

Ma cos'è un'onda? Il dizionario universale Larousse dice: «Nome dato alle linee o superfici interessate in un dato momento da un urto o da una vibrazione che si propaga nello spazio». Non è necessario che questo movimento sia ciclico, sinusoidale o ripetitivo, motivo per cui consideriamo il salto idraulico (salto di Bidone) come una particolare forma d'onda.

5.1 Storia degli studi teorici ed esperimenti correlati alle onde atmosferiche.

Per quanto mi risulta, i primi studi sui disturbi causati da un ostacolo nel flusso, sono da attribuire a Giorgio Bidone, membro dell'Accademia delle Scienze di Torino e professore di idraulica al Politecnico della stessa città, che pubblicò nel 1819 «Esperienze sul flusso e sulla propagazione delle onde» (Rif. 2). È stata una caratterizzazione sperimentale e matematica del salto idraulico che ho applicato nella progettazione di macchine per la carta negli anni '70, che ho ritrovato con mia più grande sorpresa nell'atmosfera della Patagonia nel 2003.

Questa è stata rapidamente seguita dai fisici britannici John Rayleigh (Premio Nobel 1904), e William Thomson (che in seguito divenne Baron Kelvin), i quali pubblicarono nel 1886: «Sulle onde stazionarie di acqua in movimento». Questi due documenti costituiscono la base dell'ingegneria idraulica, e la loro conoscenza può aiutare a comprendere i processi atmosferici applicando le leggi della similitudine. Sono disponibili nelle biblioteche digitali su Internet. La prima rappresentazione grafica di un fenomeno ondulatorio atmosferico sembra essere stata fatta dal professore tedesco Walter Georgii, del Servizio meteorologico aeronautico bulgaro, quando nel 1917 il tenente Raoul Milkov ripeté più volte un volo sulla piana di Sofia in condizioni di assoluta calma dov'è salito con motore al minimo. La Fig. 5.1.1 mostra la prima interpretazione grafica nota di questo fenomeno, datata 9 aprile 1917 (Rif. 3).

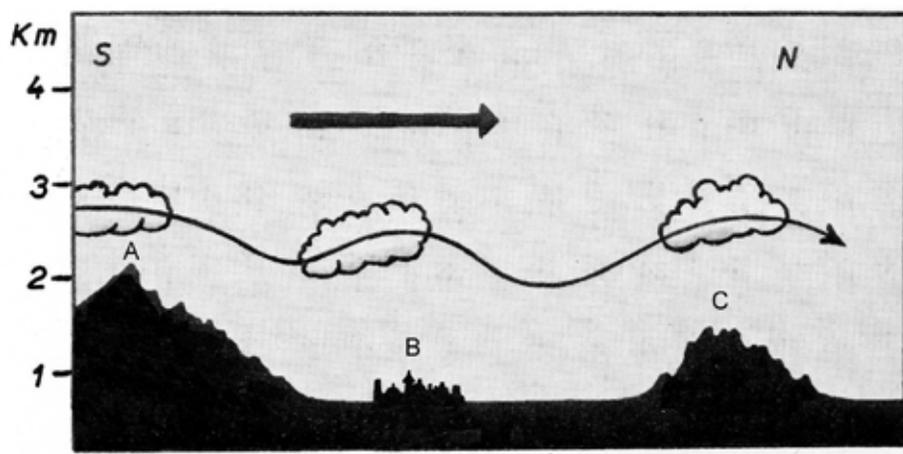


Fig. 5.1.1 Prima interpretazione grafica nota, 9 aprile 1917, Prof. Walter Georgii, Servizio meteorologico aeronautico bulgaro. Voli del tenente Raoul Milkov.
A: Monti Vitosha
B: Sofia
C: Balcani

5. Teorie sulla formazione

Negli anni '30, circolavano voci secondo le quali dei piloti di alianti trovavano forti correnti ascensionali di origine sconosciuta sottovento alle colline, mentre le teorie dell'epoca conoscevano solo l'ascendenza situata sul lato sopravvento. Il primo volo effettivamente identificato come volo in onda (con vento da sud) sarebbe da attribuire a due tedeschi, Deutschmann e Hirth nel 1933 nella valle di Hirschberg in Silesia, a ridosso dei monti Krkonoše, detti anche Monti dei Giganti (Sudeti) sopra il villaggio di Grünau, montagne che generano la mitica nuvola lenticolare chiamata «Moazagotl». Questa nuvola, all'epoca, era il simbolo del volo d'onda in Germania e diede il nome al primo aliante costruito dalla nuova società Sportflugzeugbau-Göppingen fondata nel 1935 da Martin Schempp e Wolf Hirth, ribattezzata dopo la guerra Schempp-Hirth Segelflugzeugbau, da sempre leader in questo settore. Questo aliante si rivelò troppo grande, sia a terra che in volo, i due ingegneri lo ridimensionarono subito a 17 m ribattezzandolo «Mini-Moazagotl», meglio conosciuto con il nome di «Minimoa». Questa è probabilmente la più bella macchina volante senza motore mai progettata e rimane anche il logo della società Schempp-Hirth (Fig. 5.1.2).



Fig. 5.1.2 Mini Moazagotl, il primo aliante Schempp-Hirth, logo della ditta dal 1935.

Occorre anche menzionare il volo sperimentale organizzato dal DFS tedesco l'11 ottobre 1940. Il pilota Erick Klockner, sotto la direzione del professor Georgii, decollò da un aeroporto vicino al lago Chiemsee nel sud della Baviera, vicino al confine austriaco, venne trainato fino a 6.480m, dove agganciò un'onda di Föhn (vento del sud) che lo fece salire fino a 11.460 m, un'altitudine dove dovette fermarsi per mancanza di ossigeno nonostante, il continuo forte sollevamento. La rappresentazione schematica del volo effettuato dal professor Georgii è mostrata in Fig. 5.1.3 (Rif. 3).

Quella che in questo schema il professore chiama «onda primaria», con una lunghezza di circa 40 km, in un'interpretazione più moderna suggerisce che potrebbe essere stato un salto idraulico, mentre le «onde secondarie» a quote più basse e una lunghezza d'onda compresa tra 10 e 15 km, sarebbero onde di risonanza e di rimbalzo.

La fortuna ha voluto che, contemporaneamente, due meteorologi piloti di alianti, divenuti poi famosi, stavano esaminando lo stesso fenomeno: Joachim Küttner salì a 8.000 m nel 1937 e Plinio Rovesti in Italia si interessò ad esso.

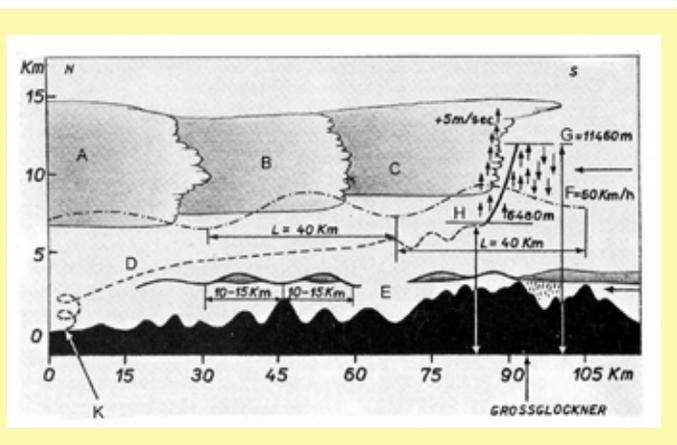


Fig. 5.1.3 Rappresentazione schematica del volo dell'11 ottobre 1940, pilota Erick Klockner organizzato dal DFS (Deutsche Flugsicherung) sotto la direzione del professor Georgii, A: 3a onda, B: 2a onda, C: 1a onda, E: onde secondarie, F: velocità del vento, D: Traino, H: Punto di rilascio, G: Quota massima raggiunta K: Aeroporto di partenza. Disegno di Plinio Rovesti

La prima caratterizzazione puramente matematica dei fenomeni delle onde atmosferiche appartiene al francese Paul Queney che la presentò a Parigi nel 1936 con la sua tesi di dottorato in scienze fisiche dal titolo «Ricerca sull'influenza dell'orografia sugli elementi meteorologici» (Rif. 4). Il documento, scaricabile al link http://topfly.free.fr/QUENEY_THESES_1936.pdf, servirà come riferimento a centinaia di ricercatori e dottorandi che stanno ancora esaminando la questione.

Bisogna leggerlo per apprezzare il genio di questo matematico - fisico, teorico puro, che ha previsto quasi tutto, senza mai aver visto o conosciuto né aviazione né rotori né lenticolari. Certo leggere un centinaio di pagine di equazioni differenziali ed integrali, può generare qualche grattacapo, ma le sue osservazioni, in vista delle applicazioni pratiche, valgono una tale fatica! Ricordiamo che questo periodo fu quello degli inizi dell'aviazione commerciale e postale: i numerosi incidenti e inconvenienti durante l'attraversamento di catene montuose, soprattutto negli Stati Uniti vicino alla famosa Owens Valley, spinsero i governi a inviare fisici e meteorologi di tutto il mondo ad approfondire la questione.



¹ Agrégé dell'Università, già studente dell'École Normale Supérieure di Parigi, all'epoca vice meteorologo presso l'Istituto di Meteorologia e di Fisica del Globo d'Algeria.

Nel 1947 l'americano Lyra pubblicò uno studio complementare a quello di Queney, ma soprattutto fu Richard Segal Scorer (UK), basandosi sui risultati dei suoi due predecessori, che pubblicò nel 1949 una teoria fondamentale che definisce le condizioni per la propagazione verticale di un sistema d'onda. Sviluppò in particolare la necessità di una diminuzione di un parametro divenuto famoso e che porta il suo nome; lo studieremo di seguito.

È sempre il riferimento in campo.



5.1.3a Richard Segal Scorer (1919-2011)

Richard Scorer, foto 5.1.3.a (1919-2011) è stato presidente della Royal Meteorological Society dal 1986 al 1988. Sembra che non abbia avuto contatti diretti con gli altri eminenti meteorologi dell'epoca qui citati.

Negli anni '50, altri studi ed esperimenti furono poi eseguiti a Saint Auban dai francesi Gerbier e Bérenger, in collaborazione con Paul Queney e altri scienziati. Daniel Barbera è stato poi istruttore ed ha effettuato i primi voli di distanza in onda (Rif. 5), di cui si parlerà più avanti. Nel 1960, l'Ufficio meteorologico mondiale (OMM) pubblicò, sotto la direzione di Paul Queney, in collaborazione con Norbert Gerbier e altri meteorologi meno noti, «The Airflow Over Mountains» (Rif. 1), una monografia che doveva rappresentare lo stato dell'arte in quel momento. È

²De St Auban à Ellikon Aviasport aprile 1958, http://topfly.free.fr/Aviasport_Barbera_04-58.pdf

una miniera d'oro, ancora attuale, scaricabile al link http://topfly.free.fr/QUENEY_WMO_98.pdf

Durante questo periodo si continuarono a registrare incidenti come stalli di velivoli plurimotore con pilota automatico o danni strutturali in volo, a volte fatali. Le due regioni del mondo più colpite da questi fenomeni sono state gli Stati Uniti, in particolare la Owens Valley, e l'Argentina tra l'Aconcagua e Mendoza.

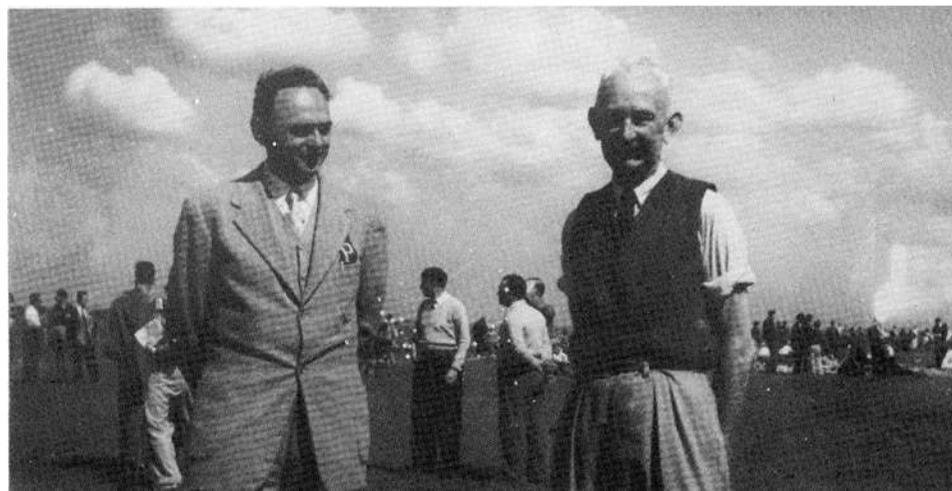


Fig. 5.1.4 Plinio Rovesti (a sinistra) con il Prof. Walter Georgii sull'aeroporto di Merlo, Buenos Aires, nel settembre 1950.

Dall'altra parte dell'Atlantico, il generale Juan Domingo Perón, grande amico dei tedeschi prima della seconda guerra mondiale, decise di fornire, alla fine del conflitto, un supporto meteorologico di qualità per lo sviluppo dell'aviazione di cui intuì l'importanza fondamentale per il suo vasto Paese. Ha quindi rivolto un appello formale a una squadra selezionata in paesi «amici», guidata dal professore tedesco Walter Georgii, che divenne direttore dell'Istituto Argentino di Volo a Vela a Laz Cruz nonché direttore del Dipartimento scientifico dell'Università nazionale di Cuyo [nome della regione di Mendoza, Ed.] composto dal Generale dell'Aeronautica Militare Italiana e dal pilota di aliante Adriano Mantelli, coadiuvato dal giovane tenente dell'Aeronautica, anch'egli pilota di aliante, Plinio Rovesti (1911-2006), fig. 5.1.4 (Rif. 3), entrato in servizio nel 1947. Il Ministero dell'Aviazione argentino accettò, su richiesta di Georgii, di iniziare i lavori su un aliante stratosferico i cui progetti erano pronti nel 1951, ma la costruzione fu abbandonata, apparentemente per motivi economici. Mantelli, subito deluso, tornò in Italia, gli altri due terminano i propri contratti nel 1956, in seguito alla caduta del dittatore nel 1955.

In questo periodo, dal 1948 al 1956, Georgii e Rovesti studiarono i sistemi ondulatori sottovento alle Pre-Ande, il Cordòn de la Plata e nelle Ande sottovento all'Aconcagua (6.962 m.), pubblicando poi i risultati su Aviasport di ottobre 1955, scaricabile al link http://topfly.free.fr/Aviasport_Rovesti_Oct55.pdf. Per determinare le posizioni e i valori di sollevamento, usarono un quadrimotore Avro Lincoln trasformato in un laboratorio di osservazione meteorologica, volando tra Mendoza e Aconcagua, esperimenti completati nel settembre 1953 dal lancio

5. Teorie sulla formazione

di 45 palloni seguiti da teodolite con una lettura ogni 15 secondi. Poiché tutto venne calcolato ed elaborato manualmente, possiamo facilmente immaginare l'enorme quantità di lavoro svolto da questi scienziati volanti. La Fig. 5.1.5 (Rif. 3) mostra un esempio di un esperimento condotto dal Professor Georgii. Questo schizzo del 1950 mostra la prima interpretazione grafica dell'osservazione di un sistema ondulatorio come predetto confidenzialmente da Queney nel 1936. È interessante per diversi motivi:

- Si osservi che, nonostante la sua potenza, il quadrimotore dovette tornare indietro perché non poté contrastare la forte discendenza, registrando -7 m/s dopo la sua virata;
- Si osservi che il versante del Cordon del Plata, è in totale opposizione di fase rispetto all'onda generata dall'Aconcagua. Da ricordare, per chi un giorno intendesse andarci in alianti!
- La massa d'aria che copre la piana di Mendoza, non è influenzata dal sistema ondulatorio; il vento sale verso la catena montuosa fino ad un'altitudine di circa 3.000 m. Questo è esattamente ciò che ho osservato e verificato su un volo in quest'area, vedi § 2.1 e foto 2.17.
- Il bordo d'attacco della lenticolare è posizionato esattamente nel punto di massimo Vz, cioè nel punto di flesso della sinusoide, equidistante tra i due picchi della curva, come vorrebbe la teoria.

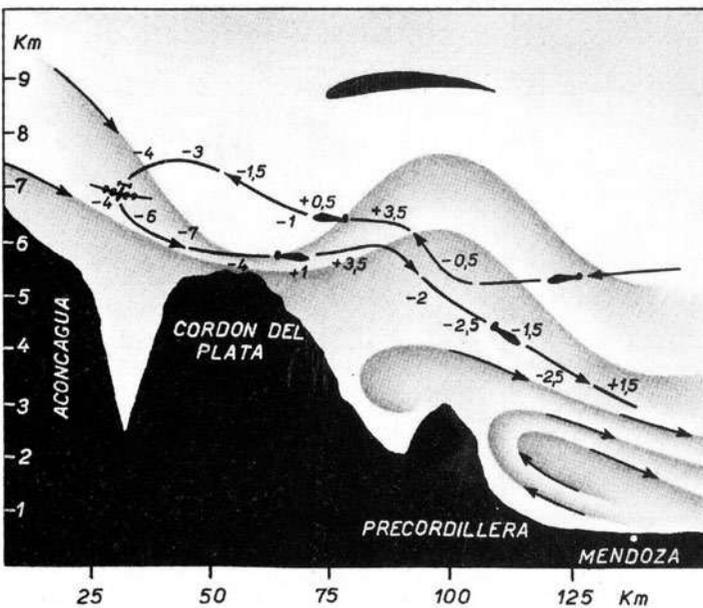


Fig. 5.1.5 Rapporto di sperimentazione dal Prof. Walter Georgii e del Magg. Plinio Rovesti nella Cordigliera, tra il 1950 e il 1953 (3).

Al suo ritorno in Italia, Plinio Rovesti rimase il maestro indiscusso della meteorologia per il volo a vela italiano. Finì i suoi giorni a Rieti, dove guidò il Centro Nazionale di Volo a Vela nel 1956, e nel 1957 pubblicò «Meteorologia per i piloti di volo a vela», che per me rimane la bibbia della meteorologia per il volo a vela, la più semplice, la più assimilabile dal pilota, e ai cui principi cercherò di rimanere fedele.

Allo stesso tempo, anche il meteorologo tedesco volovelista Joachim Küttner (1909-2011) fu coinvolto nelle ricerche sui fenomeni ondulatori, e nel 1950 emigrò per cinque anni negli Stati Uniti per partecipare al Sierra Wave Project (Rif. 6).

Fu durante questa ricerca, nel 1951, durante gli esperimenti condotti a Bishop, sottovento alla Sierra Nevada, che Küttner scoprì l'esistenza di movimenti ondulatori legati alla corrente a getto; questo gli permise, il 10 marzo 1952, di effettuare, in sole quattro ore, un volo di 600 km, sfruttando l'associazione tra le onde orografiche e la corrente a getto. La rappresentazione grafica del volo esplorativo del 19 marzo di quell'anno è riportata nella figura 5.1.6 e anticipa quella che cominceremo ad utilizzare «quasi di routine» cinquant'anni dopo.

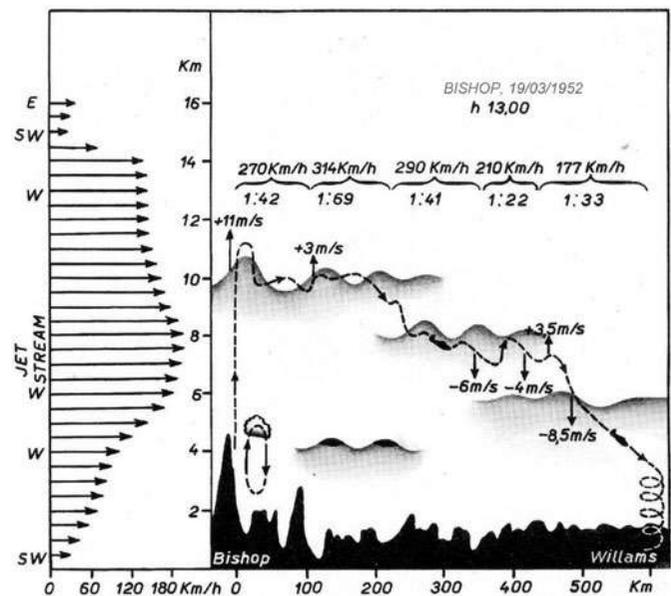


Fig. 5.1.6 Primi esperimenti con l'uso di correnti a getto in combinazione con un'onda orografica, Joachim Küttner, 19 marzo 1952, a Bishop, USA³

Plinio Rovesti ha concluso così: «La meteorologia non ha detto l'ultima parola su questo punto. In ogni caso, questo volo di Küttner ha dimostrato che utilizzando alianti appositamente attrezzati, è possibile utilizzare questi moti ondosi per voli che coprono grandi distanze.»

³ <http://www.perlanproject.org/>

Curiosamente, sebbene Rovesti e Küttner vivessero contemporaneamente nelle Americhe, uno al Sud e uno al Nord, e che lavorassero sullo stesso argomento, non ho informazioni sulla loro possibile collaborazione professionale, a parte sporadiche corrispondenze. L'unica testimonianza di un rapporto personale è una fotografia autografa da Joachim Küttner a Plinio Rovesti datata 2 ottobre 1954, Cambridge, Massachusetts, che mostra Küttner davanti all'aliante dopo un memorabile volo d'onda di 600 km, fig. 5.1.7. I lavori di Georgii, Küttner e Rovesti sono ancora il riferimento mondiale nel settore. Insieme a quello di Paul Queney e Richard Scorer, i lavori di questi uomini rimangono pietre miliari nella scoperta e nello sfruttamento dei sistemi ondulatori sub stratosferici.

Ancora più notevole è il fatto che Küttner e Rovesti siano stati onorati e decorati ciascuno dalla propria nazione. E per chiudere il capitolo delle curiosità, ricordiamo che il primo è stato il meteorologo a supporto del mio concorrente Klaus Ohlmann, mentre il secondo è stato il mio riferimento meteorologico per trent'anni.



Fig. 5.1.7 Foto di Joachim Küttner dopo il suo volo in onda di 600 km dedicato a Plinio Rovesti, datato ottobre 1954, Cambridge, Mass., USA.

È impossibile, e me ne scuso, citare tutti gli altri meteorologi che hanno contribuito e continuano a contribuire alla comprensione teorica dei fenomeni delle onde atmosferiche. Vedi le centinaia di pubblicazioni disponibili su Internet, in particolare sulle onde stratosferiche e il progetto Perlan il cui obiettivo è raggiungere un'altitudine di 30.000 m in un aliante pressurizzato.

Si vede subito che la caratterizzazione matematica dei sistemi ondulatori è molto giovane: 1936-1960. Se Henri Guillaumet ne fosse stato a conoscenza il 13 giugno 1930 alla sua 92^a traversata delle Ande in un Potez 25, avrebbe sfrut-

⁴ <http://www.perlanproject.org/>

tato la parte ascendente dell'onda piuttosto che cercare di usare il motore in una parte discendente fino ad esaurimento del carburante. Di certo non sarebbe diventato un eroe e Saint-Exupéry non avrebbe scritto «Terre des Hommes»...

5.2 Meccanismi fisici all'origine della formazione delle onde atmosferiche.

Il meccanismo delle onde atmosferiche cicliche può essere riassunto in una frase: «ritorno alla posizione di equilibrio di una particella d'aria che è stata spostata accidentalmente». In un sistema stabile e senza attrito, ogni ritorno ad una posizione di equilibrio avviene per oscillazioni. Non c'è alcuna differenza in linea di principio tra il rimbalzo di una pallina da ping pong, il sobbalzo di una sospensione di un'auto in cui l'ammortizzatore si è consumato, il suono di una campana, il movimento del pendolo di un orologio, la superficie disturbata dell'acqua quando si getta un sasso, ecc.

Paul Queney disse nel 1936: «Tutta l'atmosfera è un fluido che può essere considerato, in ogni punto dello spazio vicino alla superficie del suolo, come determinato dalle coordinate U, V, W della sua velocità e da una serie di variabili, di cui le più importanti sono la pressione P , il volume specifico S , la temperatura assoluta Θ e la temperatura potenziale assoluta Φ , l'umidità H .» Egli considera quindi che una perturbazione infinitamente piccola agisce come differenziale degli elementi finiti corrispondenti.

Trascurando l'attrito e la componente verticale della forza di Coriolis, deduce un gruppo di otto equazioni differenziali con otto incognite, fig. 5.2.1.

$$\left\{ \begin{array}{l} S \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial x} s + U \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} u + \frac{\partial U}{\partial y} v + \frac{\partial U}{\partial z} w - \lambda v = 0 \\ S \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial P}{\partial y} s + U \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x} u + \frac{\partial V}{\partial y} v + \frac{\partial V}{\partial z} w + \lambda u = 0 \\ S \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial P}{\partial z} s + U \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial W}{\partial z} w = 0 \\ S \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} \right) s = U \frac{\partial s}{\partial x} + \frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial x} u + \frac{\partial S}{\partial y} v + \frac{\partial S}{\partial z} w \\ U \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{\partial \Phi}{\partial x} u + \frac{\partial \Phi}{\partial y} v + \frac{\partial \Phi}{\partial z} w = 0 \\ \frac{p}{P} + \frac{s}{S} = \frac{\theta}{\Theta} \\ \alpha \frac{p}{P} + \frac{s}{S} = \frac{\varphi}{\Phi} \\ u = U \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \xi}{\partial t}; \quad v = U \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial t}; \quad w = U \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\partial \zeta}{\partial t}. \end{array} \right.$$

Fig. 5.2.1 Paul Queney (1936): Equazioni generali di un sistema ondulatorio che definisce il movimento di una particella atmosferica sottoposta ad un disturbo ipotizzato infinitesimale.

⁵ È la temperatura che avrebbe la particella d'aria all'altitudine considerata se fosse portata adiabaticamente al livello del mare, cioè senza scambio termico con l'ambiente circostante. È un po' l'equivalente di QNH per la temperatura. La maggior parte dei computer di volo moderni può indicare questo valore.

5. Teorie sulla formazione

In cinquanta pagine, questo geniale matematico offre tutte le soluzioni e le applicazioni pratiche a seconda delle dimensioni dell'altezza e della larghezza dell'ostacolo, combinate con altri parametri del vento e altre variabili termodinamiche. Dobbiamo ricordare che Paul Queney era originariamente un fisico e un meteorologo, quindi una montagna alta 1.000 m e larga meno di 50 km non gli interessava molto perché non portava cambiamenti significativi al clima.

La prima legge della fisica che governa ogni sistema in movimento è quella di Newton (1687) $F = m \cdot g$: la forza che agisce su un corpo è uguale al prodotto della sua massa (m) e dell'accelerazione (g). Nel nostro caso l'accelerazione (g) è quella di gravità.

La seconda legge fisica che governa qualsiasi sistema che oscilla liberamente attorno alla sua posizione di equilibrio è quella di Galileo (1600), utilizzata da Foucault (1851), il cui famoso orologio continua a funzionare in un centinaio di musei del mondo (in Francia: a Parigi al Musée des Arts et Métiers, al Pantheon, a Besançon al Museo del Tempo, ecc.). Dice questo: il periodo di oscillazione (T) è proporzionale alla radice quadrata della lunghezza del pendolo (L), $T = 2 \cdot \pi \cdot (L/g)^{0,5}$ indipendentemente dalla massa del pendolo e indipendentemente dal disturbo che ha innescato il movimento (si ricordi questo aspetto che rende le caratteristiche dell'onda indipendenti da quelle della montagna che l'ha generata).

Supponendo che la forza di gravità rimanga costante (il che, con l'altitudine, non è del tutto vero). Questo è quello che ha capito mia nonna mentre aggiustava la posizione del contrappeso quando il suo orologio era troppo veloce o troppo lento.

Se in un'atmosfera stabile (infatti l'atmosfera è sempre stabile, è l'energia del sole che la rende instabile), prendiamo una particella d'aria che si muove sulla superficie terrestre e la costringiamo a salire bruscamente fino a saltare un ostacolo (o al contrario andare bruscamente nel mezzo di una valle), tornerà nella sua posizione di equilibrio oscillando come il contrappeso del nostro pendolo. Queste oscillazioni si fermeranno a causa delle perdite di energia per attrito.

Il nostro sistema atmosferico è un po' più complicato, ha quattro dimensioni supplementari: l'asse verticale, la temperatura assoluta, il gradiente di temperatura e quello adiabatico. Paul Queney ci ha mostrato che l'oscillazione di una particella elementare nell'atmosfera sarà descritta dalla seguente equazione differenziale, fig. 5.2.2 (soluzione delle precedenti equazioni differenziali):

$$\frac{d^2z(t)}{dt^2} + g \frac{\gamma^* - \gamma}{T} z(t) = 0$$

Fig. 5.2.2. Equazione del moto verticale di una particella atmosferica soggetta a una piccola perturbazione esterna:

- $d^2(z)/dt^2$ è la variazione della velocità verticale in m/s^2
- g è l'accelerazione di gravità in m/s^2
- T è la temperatura assoluta della particella in $^{\circ}K (= ^{\circ}C + 273)$
- γ^* è il gradiente adiabatico, circa $0,01 \text{ } ^{\circ}C/m$
- γ è il gradiente termico effettivo della massa d'aria tra $0,005$ e $0,007 \text{ } ^{\circ}C/m$ circa
- Z è la posizione nel piano verticale nell'istante (t)

Questa formula può essere interpretata dai comuni mortali nel senso che ci dice semplicemente che, la variazione di velocità verticale di una particella d'aria spostata accidentalmente dalla sua posizione di equilibrio, sarà uguale all'intensità della stabilità della particella d'aria in questo momento, in base alla sua temperatura e alla sua posizione. In termini semplici, più la massa d'aria è stabile, più la particella tornerà rapidamente alla sua posizione di equilibrio e più l'ascendenza sarà forte.

La prima osservazione importante è che la velocità del vento non interviene, neppure l'altezza della montagna.

La seconda osservazione è che un sistema ondulatorio stabile è incompatibile con l'instabilità; si tratta di solito dell'instabilità termica generata dal sole. Ciò non significa che l'onda non esista al di sopra dello strato d'inversione. Al contrario, quest'ultimo può essere considerato come un disturbo del movimento degli strati superiori, di fatto una sorta di montagna invisibile, ma reale.

Questi due principi fondamentali dovrebbero essere scolpiti nella memoria di ogni pilota.

In meccanica, l'intensità di questa stabilità è rappresentata dalla rigidità di una molla. Quindi è naturale provare a costruire un'analogia di questo tipo, fig. 5.2.3, in cui assumiamo che un carrello si muova su una rotaia (simulando il livello di tropopausa dove la temperatura sale, uno strato assolutamente stabile, estremamente rigido e che oscillerà in modo totalmente diverso), e che una massa (M) è fissata a questo carrello per mezzo di una molla la cui rigidità è (K).

Quest'indice (K) è semplicemente un'indicazione della forza richiesta per ottenere un certo spostamento in compressione o in trazione.

Più la molla è rigida, più rapidamente oscillerà.

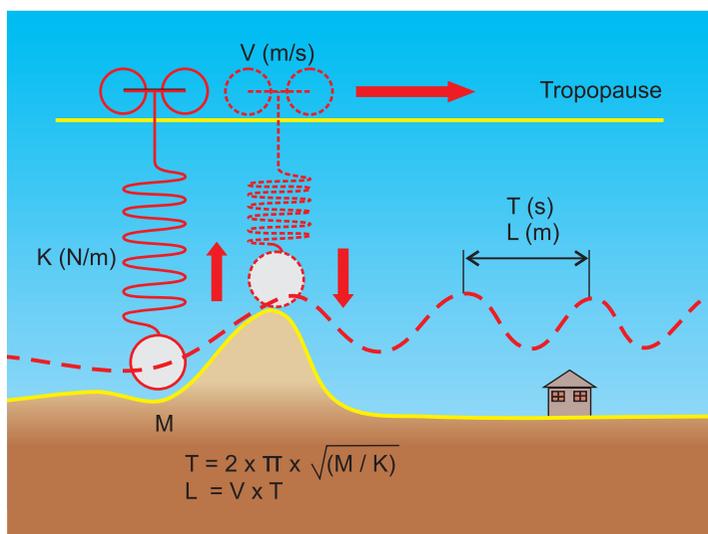


Fig. 5.2.3 Le leggi di similitudine applicate ad un'onda di rimbalzo positiva.

V = velocità di una massa d'aria, in pratica quasi quella del vento
 M = massa agganciata alla molla, la densità della particella d'aria, funzione della sua temperatura e dell'umidità.
 K = rigidità della molla, cioè l'indice di stabilità della massa d'aria
 T = periodo di oscillazione, il tempo tra due cuspidi, esclusa la prima.
 L = lunghezza d'onda, distanza tra due cuspidi, esclusa la prima.

Il movimento della massa sulla molla è simile a quella di una particella d'aria che passa sopra una montagna. Questo è più evidente quando l'attraversamento dell'ostacolo è abbastanza veloce. Il periodo di oscillazione è quello definito in fig. 5.2.4, il che significa (e questo lo sanno tutti) che più è alta la massa o più la molla è lasca, più lungo è il periodo, quindi l'oscillazione sarà più lenta, e viceversa.

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

5.2.4 Periodo di oscillazione della massa (M) appesa ad una molla di rigidità (K)

Ma come possiamo calcolare i parametri atmosferici equivalenti alla massa e alla rigidità della nostra molla? Questo è

l'ambito dove Lyra e Queney sono coinvolti, hanno equiparato la rigidità alla stabilità relativa, vale a dire, la differenza tra il gradiente di temperatura effettiva e quello adiabatico.

La formula di Lyra e Queney 5.2.5 per calcolare il periodo di un'onda atmosferica, è quindi:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{1}{g} \cdot \frac{\theta}{(\gamma^* - \gamma)}}$$

5.2.5 Periodo di oscillazione di una particella d'aria, secondo Lyra e Queney.

- θ è la temperatura assoluta ($^{\circ}\text{Kelvin} = \text{C}^{\circ} + 273$)
- g è l'accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- γ^* è il gradiente adiabatico, circa $0,01 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$
- γ è il gradiente termico effettivo della massa d'aria tra $0,005$ e $0,007 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$ circa, secondo il sondaggio del giorno.

Qui troviamo gli stessi termini dell'equazione differenziale 5.2.2

Prendiamo l'esempio del volo del 21 marzo 1999 (dettagli sotto), siamo a 4.200 m ad una temperatura di $-11 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($262 \text{ }^{\circ}\text{K}$), il gradiente adiabatico è di $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ per 100 m ($0,01 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$) e il gradiente effettivo è di $0,65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ per 100 m ($0,0065 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$).

Il calcolo fornisce un periodo di oscillazione di 548 secondi, quindi 9 minuti e 8 secondi. Abbiamo misurato quel giorno $9 \text{ min } 56$ secondi nel primo periodo.

La lunghezza dell'onda è il tempo trascorso (periodo) moltiplicato per la velocità di percorrenza, la formula è $L \text{ (m)} = T \text{ (secondi)} \times V \text{ (m/s)}$. Nell'esempio precedente, la velocità del vento misurata dal computer di bordo era di $67 \text{ km/h} = 18,6 \text{ m/s}$ con una lunghezza d'onda di $10,2 \text{ km}$, contro i $9,6 \text{ km}$ che abbiamo misurato. La corrispondenza è eccellente.

Tutti i casi particolari di onde, ad eccezione del salto idraulico, possono essere ridotti a questa situazione, li studieremo più avanti.

Alcune pubblicazioni popolari propongono una formula semplificata in cui la lunghezza d'onda è direttamente proporzionale alla velocità del vento, trascurando i fattori di temperatura assoluta e la differenza dei gradienti di temperatura (equivalente alla rigidità di questa primavera).



5. Teorie sulla formazione

Non terrò in considerazione questa ipotesi semplificata perché, in primo luogo, nessun pilota di aliante calcola mai la lunghezza d'onda prima del decollo, ora tocca a computer potenti e a Internet fornire uno splendida cartina colorata, e in secondo luogo, ho osservato nello stesso giorno enormi variazioni di questa lunghezza d'onda per velocità del vento simili, prova che altri fattori oltre alla velocità del vento sono molto più importanti.

Trascurare volontariamente i fattori «temperatura e gradiente di stabilità» è per me un grave errore, un'inaccettabile semplificazione.

In tutti i casi, con i venti in cui siamo abituati a volare in Europa, cioè tra 50 e 100 km/h, queste lunghezze d'onda variano tra 5 km e 10 km. È bene ricordare il periodo di questa oscillazione, cioè il tempo che intercorre tra due picchi. Alle velocità sopra menzionate, questo periodo varia tra 5 e 10 minuti, valori misurati da altri meteorologi che utilizzano palloni aerostatici.

Alcuni meteorologi fanno riferimento all'inverso di questo periodo, cioè alla frequenza di oscillazione, chiamata frequenza di Brunt-Vaisälä. Questa teoria corregge parzialmente le precedenti in quanto tiene conto della variazione di densità della particella con l'altitudine e la sua umidità.

Ma come vedremo in seguito, la variazione di altitudine di una particella è solo di poche centinaia di metri, quindi queste considerazioni non interessano al volo a vela. Diciamo solo che per un periodo di 10 minuti, la frequenza di Brunt-Vaisälä sarebbe $1/600 = 0,01$ Hertz, valore in pratica privo di significato per noi. Quindi non ne parlerò più.

L'osservazione delle conclusioni di Lyra e Queney ci insegna già tre importanti conseguenze:

- A parità di temperatura, maggiore è la velocità del vento, maggiore è la lunghezza d'onda, (direttamente proporzionale). Un vento molto forte non è necessariamente un fattore favorevole perché la sinusoidale si «appiattisce» e il valore dell'ascendenza (V_z) decresce proporzionalmente.
- A parità di velocità del vento, maggiore è la temperatura, maggiore è la lunghezza d'onda (proporzionale alla radice quadrata), quindi le V_z sono minori. Sappiamo tutti che l'onda è più facile e più potente in inverno che in estate. Negli anni 1950-1970, alcuni club (es. Colmar, Fayence, Vinon) vivevano della «migrazione verso l'onda» dei piloti di pianura che venivano in inverno per cercare più facilmente il loro diploma di altitudine.

- A parità di velocità e temperatura, più stabile è l'aria e minore è la lunghezza d'onda, quindi più forte è V_z ; con l'instabilità, il termine sotto la radice quadrata è negativo, il risultato è un numero immaginario e non c'è oscillazione, questo è ovvio. Alla fine, l'ascensore continua nel cumulonembo.

In tal caso, il fenomeno ondulatorio prospererà quindi solo al di sopra dello strato di inversione a circa 6.000 - 8.000 m, vale a dire al di sopra dell'incudine della nuvola, se non è troppo sviluppato. Ho personalmente utilizzato questa particolarità in un momento in cui lo spazio aereo controllato era ancora relativamente aperto, in particolare nelle zone del Monte Rosa e del Monte Bianco.

Il meccanismo è quindi semplice, se ci si limita ad uno strato dell'atmosfera di poche centinaia di metri di spessore al massimo.

I meteorologi hanno lanciato centinaia di palloni che hanno confermato la teoria, perfettamente mostrata dalle formazioni nuvolose stratificate come la fig. 5.2.6, una foto scattata sul Giura durante un volo di linea Parigi-Torino. Si vede bene il treno di sinusoidi che prosegue per oltre cento chilometri e probabilmente la prima onda è stata innescata dalla prima cresta del Jura.

Poiché le montagne sono basse e la massa d'aria uniforme, questo strato può continuare ad oscillare liberamente, soprattutto perché è inverno e l'aria è fredda e stabile, fattori favorevoli al mantenimento dell'oscillazione.

Quando questo movimento si perpetua su un piano verticale, può perturbare il pilota automatico di un aereo che dovrebbe cercare di compensare le velocità verticali che andranno da +5 m/s e poi -5 m/s, in meno di un minuto a 800 km/h, un dislivello di poche centinaia di metri (un'enormità per un aereo di linea!), se non c'è correzione.

Fig. 5.2.6 Onde di stratocumuli sul Jura (12/03/1999) in direzione delle Alpi. Il treno di sinusoidi si ferma solo quando si scontra con le Alpi, ogni particella si muove verticalmente per poche centinaia di metri.



5. Teorie sulla formazione

Nel marzo 1999 ho eseguito un esperimento per un giovane candidato di un liceo di Ingegneria a Parigi, e così ho aggiunto la mia piccola pietra all'edificio della conoscenza.

Lo scopo era quello di verificare «in prima persona», la continuità orizzontale di questi movimenti sinusoidali: ho spirato, «nel modo più perfetto possibile», sul Monte Bianco, lasciandomi andare alla deriva nel vento fino a raggiungere la quota minima di sicurezza. Tutti i parametri del volo sono stati registrati con un punto ogni 4 secondi. Ho spirato per 35 minuti e sono andato alla deriva per una distanza di 33 km, scendendo da 5.000 m a 3.300 m.

La cosa più difficile era di continuare a girare con calma e precisione, anche quando il vario indicava - 6 m/s, nessun pilota è preparato per questo, ma dovevo avere fiducia!

Il barogramma è mostrato in figura 5.2.7a e la traccia del volo in figura 5.2.7b.

Prima di entrare nei dettagli, vorrei fare i seguenti commenti:

- Queste figure sono in scala 1/1 per altitudine/distanza, per mostrare l'ampiezza effettiva del moto ondoso, che sembra molto più piatto rispetto a tutti i diagrammi trovati nei manuali.
- L'aliante non è un pallone, scende continuamente ad una velocità variabile da 0,8 m/s a 5.000 m a 0,74 m/s a 3.500 m, quota della fine dell'esperimento, in una virata con 30° di inclinazione. Per questo motivo, l'asse centrale della sinusoide non è orizzontale ma leggermente incli-

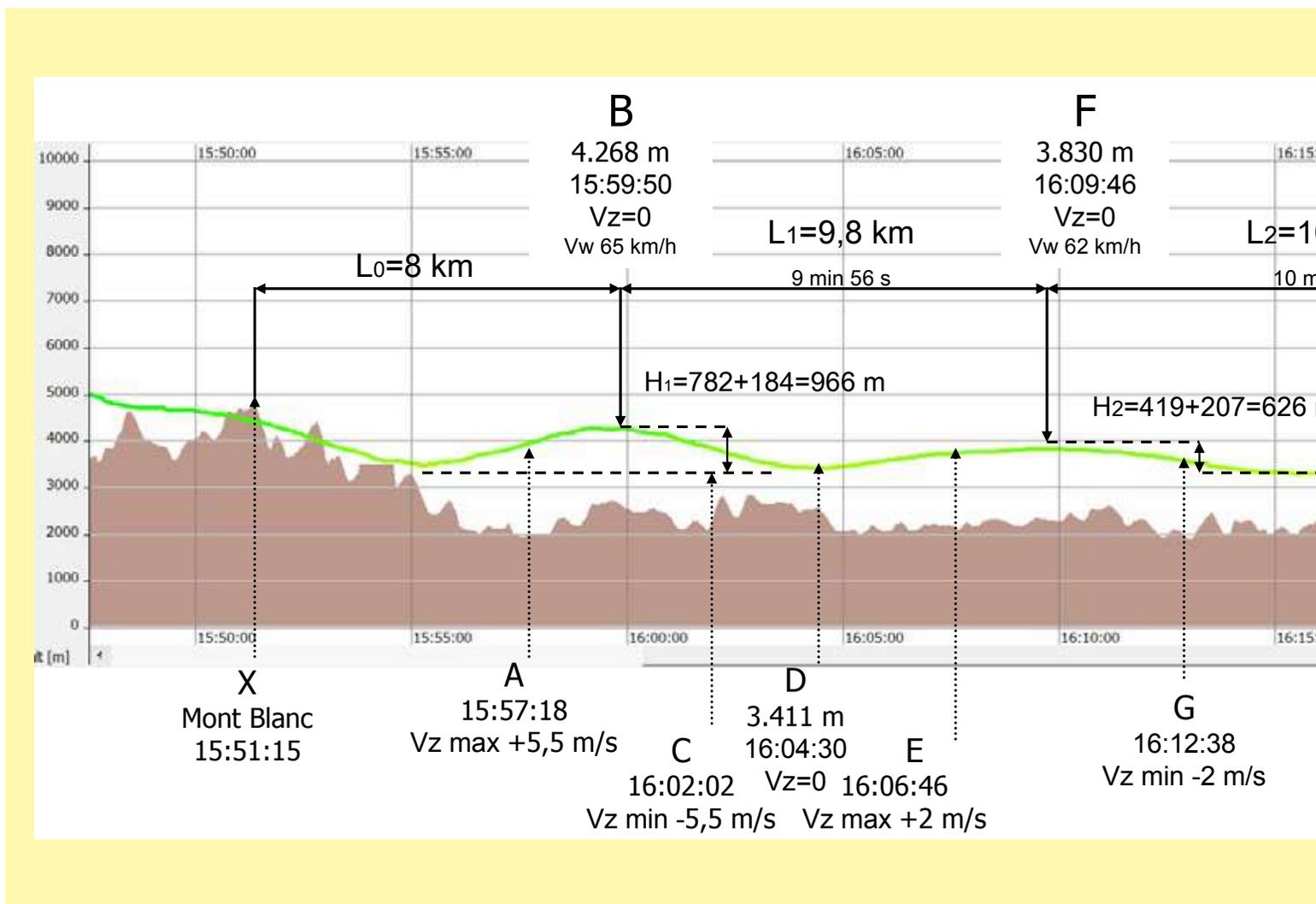


Fig. 5.2.7a Barogramma della sperimentazione, scala 1/1

nato, in relazione al valore di planata dell'aliante.

- Abbiamo iniziato a spiralarci pochi metri sopra la vetta. Così abbiamo visto l'esatta traiettoria della particella atmosferica più bassa al passaggio della perturbazione rappresentata dal Monte Bianco.
- Già nella parte più bassa della prima sinusoide, la distanza dal suolo era inferiore a 1.000 m e non si possono escludere interferenze tra la montagna e il movimento di questa particella.
- Alla fine della terza sinusoide, la distanza dal suolo era troppo piccola e abbiamo dovuto interrompere l'esperimento.

- La velocità verticale (V_z) registrata dal nostro «logger» mostra anomalie ad ogni virata, attribuibili sia a l'imprecisione di questa unità (un punto ogni quattro secondi) e sia al fenomeno del volo dinamico in cui eventuali virate effettuate conto vento provocano una riduzione dell'energia cinetica e quindi un aumento dell'energia potenziale, quindi un breve incremento V_z positivo, e inversamente durante le virate sottovento. Questo aspetto merita di essere studiato perché questo è il metodo utilizzato dagli uccelli marini per muoversi senza sbattere le ali, sapendo che non si può tornare al punto di partenza. Vedere la Figura 5.2.7c.

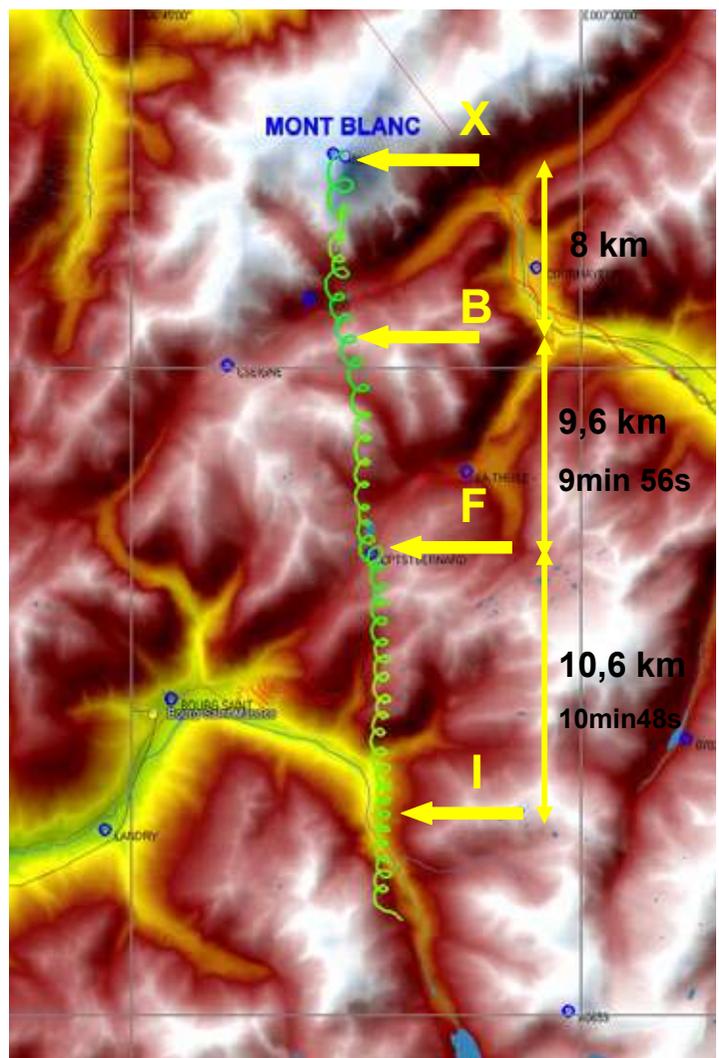
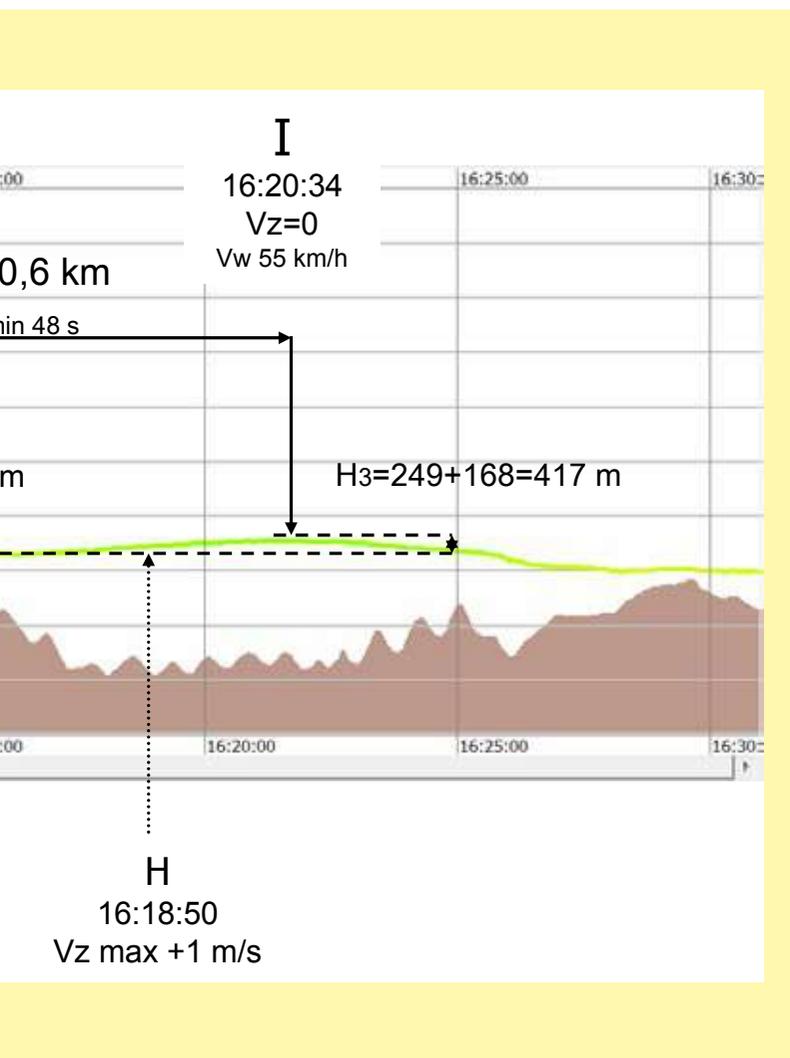


Fig. 5.2.7b Traccia del volo di sperimentazione di marzo 1999



5. Teorie sulla formazione

- Si può considerare corretto il vento registrato dallo strumento che si sta calcolando mentre si gira in circolo per un tempo molto lungo. I punti notori dell'esperimento sono i seguenti:

Dal punto di vista delle lunghezze d'onda e dei periodi:

- X: Attraversamento della vetta del Monte Bianco, a 15h51m, quota 4.580 m, vento 71 km/h.
 B: Arrivo alla sommità della prima sinusoide a 15h59m 50s, quota 4.268 m, vento 65 km/h.
 F: Arrivo alla sommità della seconda sinusoide a 16h09m 46s, quota 3.830 m, vento 62 km/h.
 I: Arrivo alla sommità della terza sinusoide a 16h20m 34s quota 3.537 m, vento 55 km/h.

La prima lunghezza d'onda (tra B e F) è di 9,8 km per un periodo di 9 minuti e 56 secondi. Il calcolo precedente (fig. 5.2.5) ha fornito una lunghezza teorica di 10,2 km per un periodo di 9 min 8 sec.

La seconda lunghezza d'onda (tra F e I) era di 10,6 km per un periodo di 10 min 48 s. Questa misura contraddice chiaramente le affermazioni di coloro che affermano che la lunghezza d'onda dipende solo dalla velocità del vento. In questo caso il vento era più basso a bassa quota (55 km/h contro 65 km/h, che avrebbero dovuto produrre una lunghezza d'onda di 8,9 km).

Infatti, come giustamente argomentato da Queney, Lyra e Scorer (e verificato da me in molti altri casi), il gradiente di temperatura e la stabilità hanno molta più influenza della sola velocità del vento. Tra i punti B e I la temperatura è aumentata di circa 7 °C.

La distanza tra la prima cuspide d'onda e la vetta del Monte Bianco è di 8 km e circa l'80% della lunghezza d'onda. Non siamo lontani dalla regola empirica dei due terzi, questa distanza dipende molto dalla conformazione della topografia nelle immediate vicinanze della vetta.

Dal punto di vista delle velocità verticali:

- A: punto di massima Vz positiva della prima onda, + 5,5 m/s
 C: punto di massima Vz negativa della prima onda, - 5,5 m/s
 E: punto di massima Vz positiva della seconda onda, + 2 m/s
 G: Punto di massima Vz negativa della seconda onda, - 2 m/s

H: Punto di massima Vz positiva della terza onda, + 1m/s

Al primo rimbalzo, la particella scende di 483 m e sale della stessa quantità (dopo correzione per la perdita di quota di 213 m da parte dell'aliante durante questo periodo).

Al secondo rimbalzo, la particella scende di 313 m e sale dello stesso ammontare (dopo correzione per la perdita di quota di 207 m dell'aliante durante questo periodo).

Il terzo rimbalzo non è significativo nel complesso, perché la fine del movimento è troppo vicino al suolo. Il rimbalzo sarebbe 2 volte 208 m dopo la correzione.

Il fatto che ciò che sale scenda alla stessa velocità e alla stessa distanza si adatta alle leggi della fisica. È in contrasto sorprendente che perdiamo circa il 35 % di energia durante ogni successivo rimbalzo.

Certo, in questo caso, abbiamo studiato il movimento della particella più vicina al suolo, che è quindi fortemente influenzato dalle perdite per attrito. Sarebbe interessante ripetere l'esperimento in Patagonia (senza le limitazioni dello spazio aereo europeo) da 10.000 m sopra la pianura. È anche chiaro che qualsiasi apporto energetico dall'alto (correnti a getto) può solo migliorare la situazione.

Osserviamo con interesse che il punto di massimo Vz positivo della prima onda è in mezzo alla Val Veny, sottovento al Monte Bianco, il che permette al versante opposto di essere in fase con il primo rimbalzo, motivo forse per il quale è molto più potente del secondo e del terzo.

Da notare anche la bassissima inclinazione di queste sinusoidi, anche al punto del loro massimo Vz, gli angoli sono 16°, 6° e poi circa 5°. Questo richiederà nei diagrammi seguenti, e come in tutti gli altri manuali, di amplificare notevolmente la scala altimetrica per renderli più facilmente comprensibili.

La fig. 5.2.7d mostra il barogramma della fig. 5.2.7a con un fattore di amplificazione di 7,8. L'immagine è simile a quella che si trova in qualsiasi libro di testo, ma molto lontana dalla realtà.

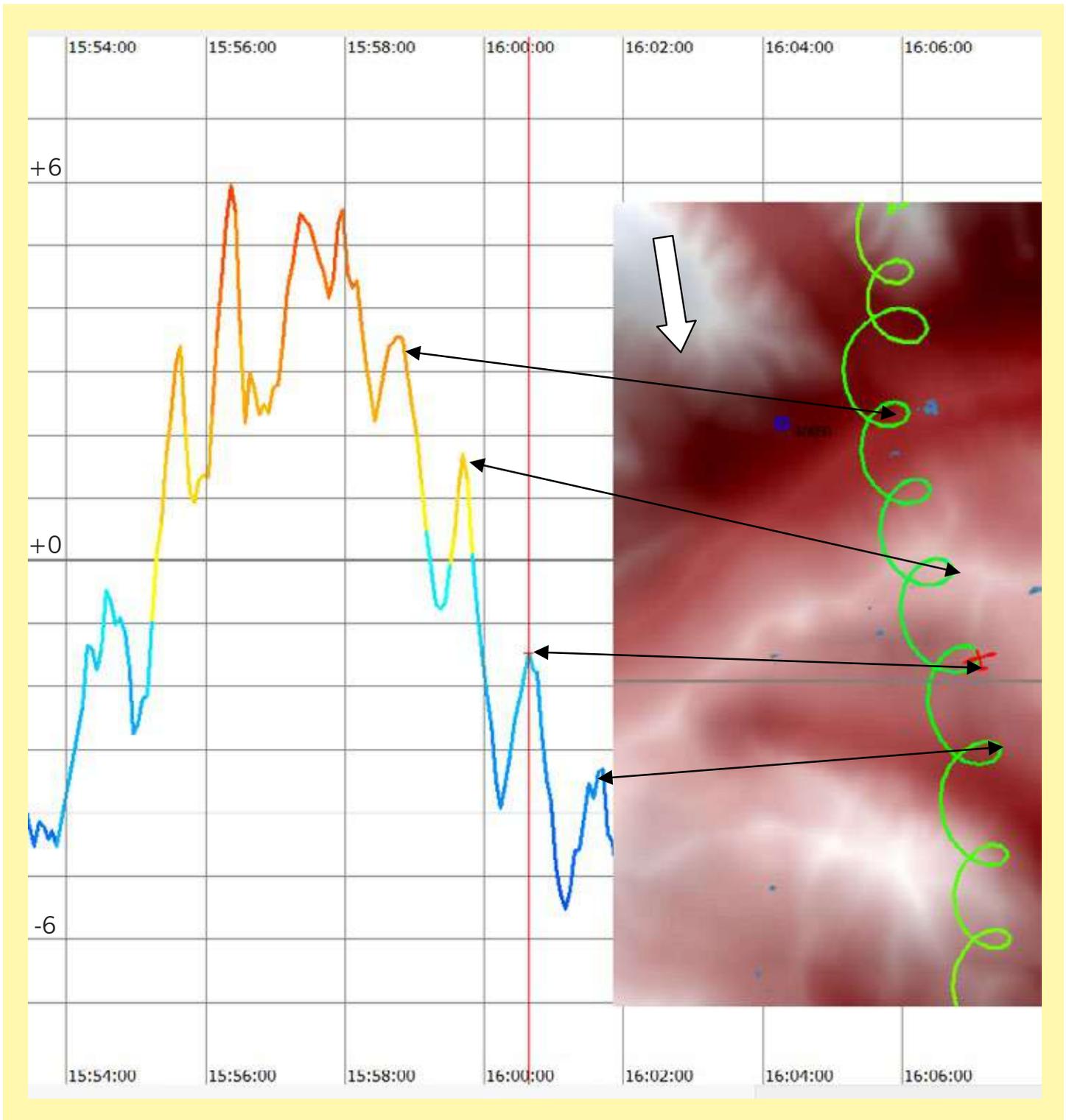


Fig. 5.2.7c Anomalia di variometria in occasione di ogni mezza spirale contro vento, probabilmente dovuta alla conversione in energia potenziale dell'energia cinetica accumulata durante la mezza spirale con vento in coda. Così fanno gli uccelli marini per restare in volo senza mai sbattere le ali.

5. Teorie sulla formazione

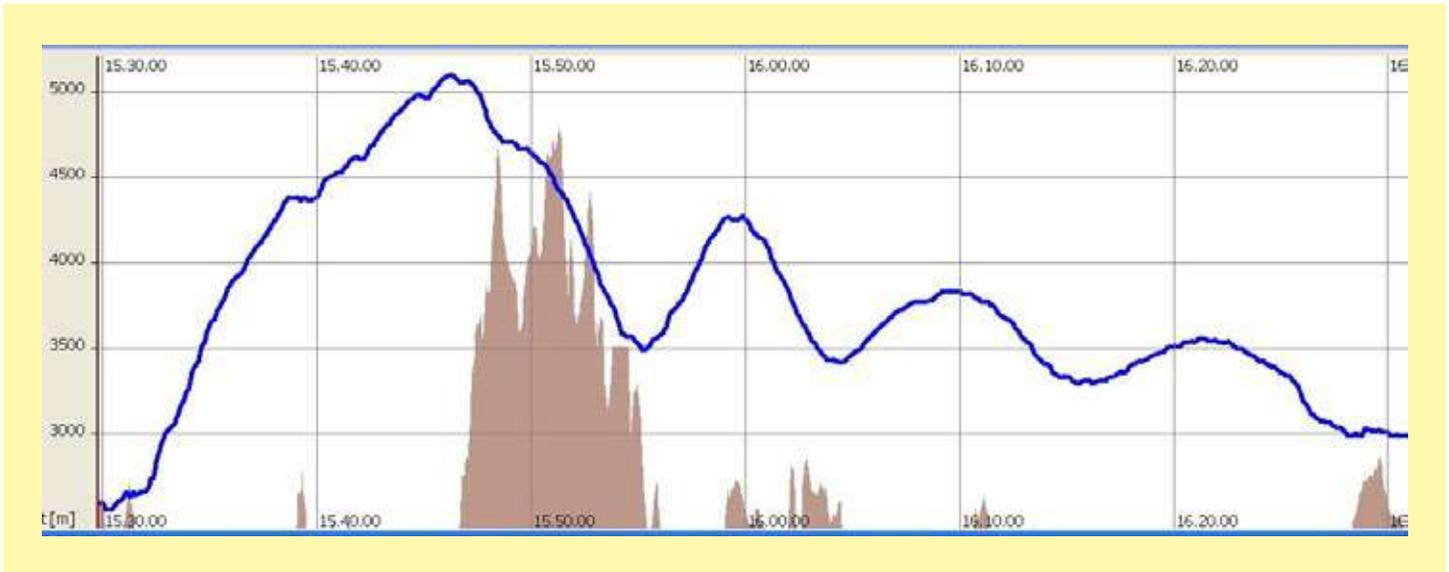


Fig. 5.2.7d Barogramma dell'esperimento, scala verticale amplificata con fattore 7,8.

In conclusione, anche in condizioni orografiche complesse come quelle delle Alpi, il percorso di una particella atmosferica spostata accidentalmente dalla sua posizione di equilibrio in un ambiente stabile, segue esattamente le leggi della fisica per vibrazioni ed oscilla liberamente intorno a questa posizione, fino a incamerare energia che poi viene dispersa per attrito contro il suolo o contro strati circostanti.

Se il pilota è sicuro della presenza di vento e dell'assenza di instabilità, può seguire con sicurezza le rotte energetiche sottovento delle montagne, mantenendo una distanza costante dalla linea di cresta della montagna, a seconda del numero di rimbalzi; a condizione che rimanga sufficientemente alto, potrà ottenere ottimi risultati. Questo esperimento mostra che, nella migliore delle ipotesi, le particelle sono scese di solo 1.000 m al di sotto della vetta della montagna.

Qualsiasi tentativo di agganciare l'onda al di sotto dei 3.500 m AMSL avrebbe quindi in condizioni altamente turbolente, e fermarsi per cercare di salire in queste condizioni, comporterebbe solamente una perdita di tempo.

Come sempre in questo sport, più sei alto e più è facile. Quindi non esitate a rallentare per rimanere in un flusso laminare stabile.

Quando nessuna montagna disturba l'oscillazione, gli strati atmosferici circostanti hanno sostanzialmente le stesse caratteristiche; meglio ancora se sono più stabili, l'oscillazione potrà così continuare per centinaia di chilometri e provocare le cosiddette «onde di risonanza». A mio avviso, questo termine non è appropriato perché la risonanza è solitamente il risultato di due fenomeni che si aiutano a vicenda. Ma è la descrizione usata abitualmente, quindi lo userò. Nel



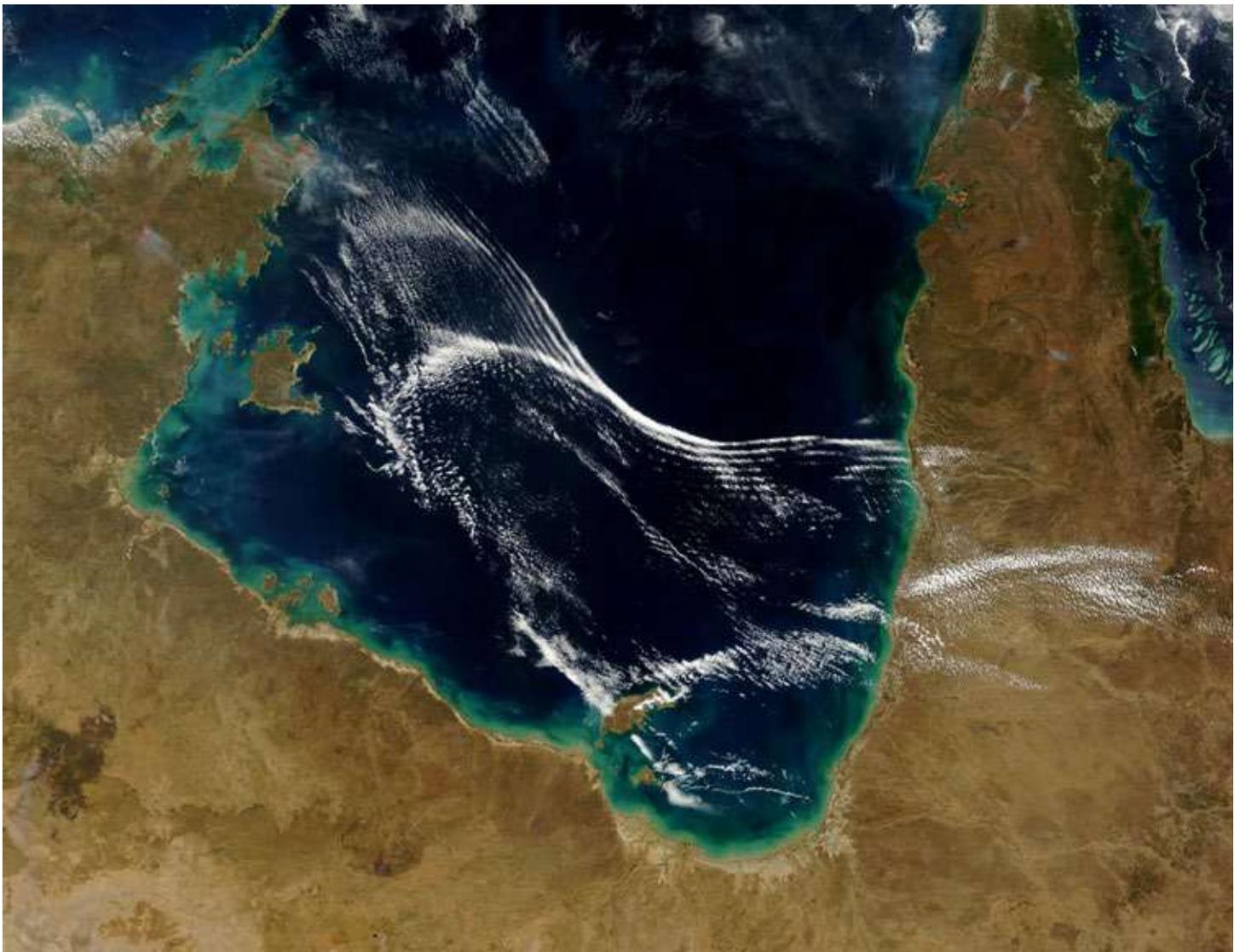
Fig. 5.2.8 Panache du volcan Chaltén, éruption de 2010. Les ondes « résonnantes » sont présentes presque jusque sur la côte Atlantique. On reconnaît la péninsule Valdés, sanctuaire des baleines, manchots, éléphants et lions de mer.

caso di onda sopra il mare o sulla pianura, non c'è nulla che favorisca il mantenimento o il potenziamento del fenomeno. C'è pochissima perdita di attrito e persino un input di energia dagli strati superiori, perché sono più stabili e/o perché si muovono più velocemente. Questo è il caso della foto 5.2.6. Osservando con attenzione la foto 5.2.8 (penacchio del vulcano Chaltén dopo l'eruzione del 2008), i rimbalzi sottovento sono materializzati dal fumo su quasi 1.000 km, mentre la superficie del suolo non possiede nulla che possa mantenere questa oscillazione. È basandosi su questo presupposto che abbiamo tentato e chiuso un triangolo di 1.600 km nel 2010, andando a girare un pilone vicino alla costa atlantica, lì dove il fumo si diffonde; ma quel giorno il cielo era azzurro sulla costa, e non abbiamo

mai visto nuvole lenticolari.

Non è nemmeno necessario che l'innesco perturbatore sia un elemento materiale fisso; può benissimo trattarsi di una massa d'aria che si muove in una direzione diversa o di caratteristiche totalmente diverse, situata al di sotto, che porta a sistemi di onde non stazionarie, come il famoso Morning Glory, che si verifica frequentemente nelle prime ore del mattino, nel Golfo di Carpentaria in Australia Fig. 5.2.9.

Tutte le immagini a questo link:



5.2.9 Fronte mattutino ondulante nel golfo di Carpentaria, Australia.

5. Teorie sulla formazione

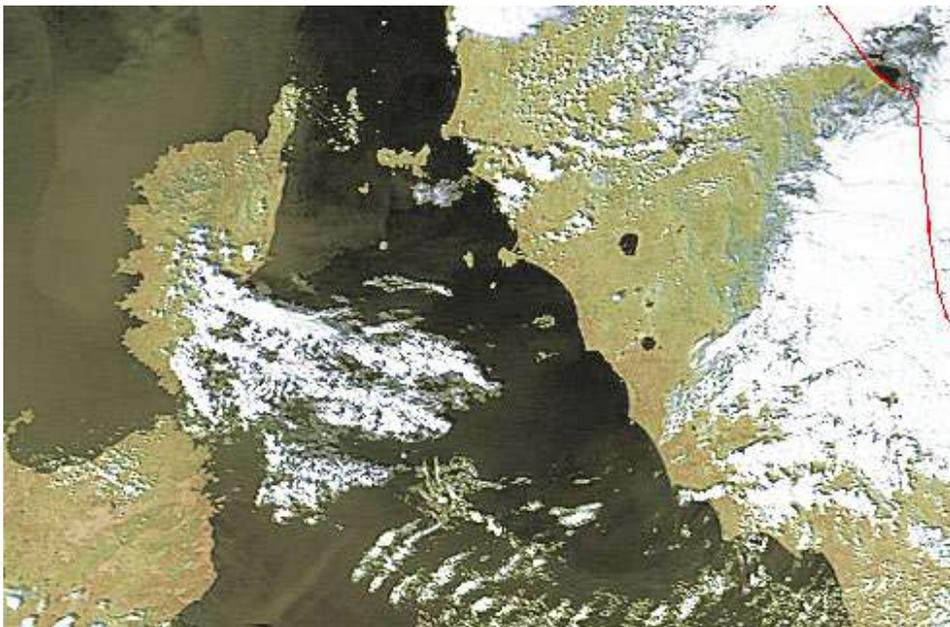
La Corsica e la Sardegna possono anche portare a risonanze e sistemi di onde stabili che attraversano il Mediterraneo verso l'Italia, come illustrato 5.2.10.

5.2.10 *Treno di onde risonanti stazionarie che uniscono la Corsica e la Sardegna all'Italia centrale. Questo sistema ondulatorio permise al generale Jean Vuillemot di realizzare, nel 1974, su un aliante Nimbus II, la prima traversata tra la terraferma e la Corsica, da Vinon alla base militare di Solenzara. Il cielo era limpido ma con onde ben definite e soffiava un forte vento da Nord Ovest (Maestrale).*

Gli esempi sopra mostrano la visualizzazione di onde risonanti stazionarie da stratocumuli a quota relativamente bassa, solitamente tra 2.000 e 4.000 m. Con un po' di fortuna, a volte osserviamo nubi lenticolari che si manifestano ad altitudini comprese tra 6.000 e 8.000 m, come in questo balzo del 1994, dove un sistema ondoso generato dal massiccio della Meije e dal Rateau, dominava il Col du Lautaret, foto 5.2.11.

Fig. 5.2.11 *Treno di onde risonanti stazionarie mostrate da piccole nubi lenticolari ad alta quota, intorno agli 8.000 m, generate dal gruppo di La Meije e Le Rateau, visibile a destra. Il massiccio degli Ecrins, situato al centro della foto, culmina a 4.102 m.*

Contrariamente alla credenza comune, non è necessario che la molla della figura 5.2.3 si muova orizzontalmente perché la massa oscilli verticalmente, o almeno che il movimento della molla sia percepibile se vengono mantenuti altri parametri di massa e rigidità tali che l'oscillazione sia possibile. Nelle due foto sottostanti, fig. 5.2.12 all'alba sulle risaie vercellesi, fig. 5.2.13 all'alba sulla tangenziale di Milano, non c'era vento di superficie percepibile eppure gli stratus erano perfettamente ondulati. Queste due regioni sono ben note per la loro saturazione di umidità di notte, il terreno più alto entro 50 km è il tetto degli edifici!



5.2.12 *Risaie nel Vercellese, pianura perfetta, nessun vento percepibile al suolo, il sole si alza, gli stratus ondulati si sciolgono lentamente.*

5.2.13 *Tangenziale sud di Milano, ugualmente pianura perfetta, nessun vento percepibile al suolo, eppure gli stratus ondeggiavano.*

5.3 Continuità del moto ondoso nel piano verticale, Richard Scorer.

Ora che il lettore sarà convinto della continuità orizzontale delle onde di rimbalzo, dobbiamo studiare le condizioni che assicurino la continuità nel piano verticale. Il pilota d'aliante non è interessato solo a una particella, ma all'intera atmosfera dal suolo alla tropopausa⁵.

È essenziale tenere presente però che ogni particella d'aria si muove verticalmente di poche centinaia di metri. Durante l'esperimento sottovento del Monte Bianco, erano 500 m per il primo rimbalzo, 400 m per il secondo, 350 m per il terzo e così via. Questi valori sono particolarmente ele-

vati a causa dell'altezza dell'elemento perturbatore (la cima più alta d'Europa) rispetto all'ambiente circostante. È più comune trovare ampiezze da 200 a 300 m in tutto il mondo. In seguito all'eruzione del vulcano Puyehue (4 giugno 2011), quando volando cinque mesi dopo, la cenere presente nell'aria e trasportata dal vento, ha raggiunto un'altezza massima di 3.000 m ed ha mostrato pienamente l'ampiezza di poche centinaia di metri da quando abbiamo utilizzato queste salite dall'alto in aria assolutamente pulita senza mai entrare nelle ceneri, come si evince dalla foto 5.3.a.



Fig. 5.3a Le ceneri trasportate dal vento del vulcano Puyehue oscillano per alcune centinaia di metri, possiamo usare queste salite ben materializzate in aria pulita, non c'è trasferimento di massa (cenere) sul piano verticale, ma solo di energia.

⁵ Il progetto Perlan, lanciato dal compianto Steve Fossett, s'interessa alle onde stratosferiche, con lo scopo di raggiungere almeno 20.000 m e forse anche 27.000 m. Vedere <https://perlanproject.org/>

5. Teorie sulla formazione

Durante l'eruzione del vulcano Copahue (22 dicembre 2012), la situazione era diversa poiché siamo arrivati poche ore dopo l'esplosione del vulcano e il pennacchio è salito a ca. 6.000 m, sotto gli effetti delle onde e del calore. Tuttavia, una volta che le particelle di fumo hanno raggiunto il loro livello di equilibrio, hanno mostrato magnificamente le oscillazioni di un'ampiezza inferiore a quelle di Puyehue, per centinaia di chilometri, e abbiamo dovuto rallentare per salire e saltare oltre il pennacchio. Foto 5.3.b.

Il meccanismo è quindi totalmente diverso dalle termiche in cui la stessa particella si muove verticalmente dal suolo alla parte superiore della nuvola, che può raggiungere anche i 5.000-6.000 m. In onda, non c'è trasferimento complessivo di materiale sul piano verticale, solo di energia. Abbiamo volato sul vulcano Puyehue, cinque mesi dopo la sua eruzione del (4 giugno 2011): la cenere presente nell'aria e trasportata dal vento, raggiungeva un'altitudine massima

di 3.000 m mostrando pienamente l'ampiezza di poche centinaia di metri. Abbiamo utilizzato queste salite, in aria assolutamente pulita, senza mai entrare nelle ceneri, come si evince dalla foto 5.3.a.

Il primo ad affrontare con decisione la questione della stratificazione dell'atmosfera per determinare la propagazione verticale dei sistemi ondosi fu il meteorologo britannico Richard Scorer nel 1949 (vedi cap. 5.1). Paul Queney nella sua monografia (Rif. 1) ha detto di lui: «Sebbene questa rappresentazione della stratificazione dell'atmosfera sia rozza, i risultati sono illuminanti e utili in pratica, e questo ha stimolato un ampio studio del modello a due strati». L'approccio matematico è estremamente complesso e i fanatici possono fare riferimento a pagina 67 in poi del Rif. 1, le conclusioni di Paul Queney sono «*Queste condizioni di Scorer sono di notevole importanza perché suggeriscono il tipo di struttura del flusso d'aria che favorisce le onde di risonanza.*



Fig. 5.3b Onde del pennacchio di fumo, verso i 6.000 m (20.000 piedi), poche ore dopo l'esplosione del vulcano Copahue, 22 dicembre 2012. Il movimento di ogni particella è di poche centinaia di metri. Abbiamo dovuto rallentare per salire e saltare oltre il pennacchio e proseguire verso nord.

Notiamo che il fattore $F(z)$ deve essere più grande nello strato inferiore rispetto allo strato superiore e questa differenza deve essere maggiore quanto più basso è lo strato inferiore.

Nel nostro esempio, la diminuzione di $F(z)$ verso l'alto è principalmente dovuta ad un aumento della velocità del vento, che deve quindi favorire le onde di risonanza. Una diminuzione della stabilità verso l'alto ha lo stesso effetto.»

La prima parte dell'espressione semplificata del parametro di Scorer è, Fig. 5.3.1:

$$L^2 = \frac{\gamma^* - \gamma}{T} \cdot \frac{g}{u^2} - \frac{1}{4} \cdot \left[\frac{\frac{g}{R} - \gamma}{T} \right]^2$$

in cui le variabili sono le stesse della formula Queney e Lyra (Fig. 5.2.5.) per il calcolo del periodo di oscillazione :

- g essendo l'accelerazione di gravità in m/s^2
- T è la temperatura assoluta della particella in $^{\circ}K$ ($= ^{\circ}C + 273$)
- γ^* è il gradiente adiabatico = $0,00986 ^{\circ}C/m$ o circa $1 ^{\circ}C$ per $100 m$
- γ è il gradiente della massa d'aria effettiva tra $0,005$ e $0,007 ^{\circ}C/m$ circa

Più:

- U è la velocità del vento in m/s
- R è la costante specifica dell'aria secca = $287 \text{ Joule}/kg/^{\circ}K$

Il secondo termine di questa equazione può essere irrilevante in relazione al primo, che ci permette di scrivere un'equazione più semplice e comprensibile da tutti, Fig. 5.3.2, che altro non è che il quadrato dell'inverso della lunghezza d'onda della formula Queney e Lyra (fig. 5.2.5)

$$L^2 = \frac{\gamma^* - \gamma}{T} \cdot \frac{g}{u^2}$$

Scorer ha dimostrato che, affinché l'onda prosperi, devono verificarsi i seguenti fattori: in primo luogo, il «suo» parametro dev'essere positivo (poiché è un quadrato), e in secondo luogo, deve diminuire con l'altitudine. A questo punto ogni pilota dovrebbe capire che questa condizione necessaria può essere soddisfatta modificando una o più delle seguenti variabili:

- aumento della velocità del vento con la quota
- diminuzione della stabilità statica

In altre parole, Scorer, e tutti i fisici che hanno lavorato sulla questione da allora, concordano sul fatto che la lunghezza d'onda deve aumentare con l'altitudine affinché il sistema di onde prosperi o per far sì che le onde risonanti si estendano tanto verticalmente quanto orizzontalmente.

Questi valori possono essere facilmente dedotti da un sondaggio termodinamico a monte dell'area di volo. Questi sondaggi vengono ora effettuati tramite satellite con radar specifici, i risultati sono di dominio pubblico e accessibili a tutti sul Web come tabelle e curve.

È stato anche dimostrato dall'analisi matematica di tre strati di atmosfera, invece dei due proposti da Scorer, che è importante che questo parametro diminuisca bruscamente nella media troposfera, creando due regioni nell'atmosfera, un'impostazione bassa per la quale $L^2(z)$ è alto (alta stabilità) e l'altro sopra, dove il parametro $L^2(z)$ sarà basso (bassa stabilità).

Come risultato di quanto sopra, gli stessi fisici affermano che ostacoli alti (circa $4.000 - 5.000 m$), che interagiscono direttamente con la regione superiore dell'atmosfera, generano sistemi di onde più stabili e più potenti di quelli provenienti da piccole barriere le cui onde possono rapidamente svanire.

In cinquant'anni di esperimenti personali e più di 3.000 ore di volo in onda, su entrambi i lati del pianeta, non ho mai potuto avere conferma di quest'ultima affermazione.

Per chiudere le nostre considerazioni sul parametro di Scorer, possiamo semplificare immaginando che, per compensare le perdite per attrito tra i diversi strati dell'atmosfera, dobbiamo apportare energia, sia sotto la sua forma cinetica, aumentando la velocità del vento, sia sotto forma di energia termica. Per questo le correnti a getto, che sono una grande fonte di energia, rappresentano il motore dei movimenti ondulatori utilizzati nei voli da record, senza i quali il pilota alla ricerca di un primato, dovrà accontentarsi di un volo turistico.

In volo, questi due parametri «energetici» sono ora disponibili sugli schermi dei computer di bordo, il secondo in forma indiretta indicando la temperatura potenziale, per cui un aumento con l'altitudine significa maggiore stabilità.

Ma è impossibile per il pilota prendere nota della variazione della temperatura potenziale con l'altitudine, rispetto alla temperatura assoluta in questo momento e osservare l'evoluzione del risultato. Quando apparirà la curva del parametro Scorer sullo schermo del computer di bordo? Eppure,

⁶ Denominato parametro di Scorer

5. Teorie sulla formazione

sarebbe abbastanza semplice.

A terra, puoi sempre chiedere al tuo computer connesso a Internet di raccogliere i sondaggi e inserire automaticamente tutti quei dati in un'utile tabella Excel®: queste equazioni sono relativamente semplici. Negli anni '80 ho anche provato a fare questi calcoli a mano, ma ho rinunciato al primo tentativo.

Nel 2004, il mio amico Daniel Rota (Aero Club di Montricher, Svizzera, anche lui ha volato in Patagonia) ha costruito questo bellissimo foglio di lavoro Excel® che integra direttamente i dati dei sondaggi di Payerne, Lione, Trappes, Stoccarda, Monaco, Milano, Udine e Innsbruck.

Un lavoro notevole purtroppo poco sfruttato. Tuttavia, come ricompensa

per gli sforzi di Daniel, fig. 5.3.3.a riporta l'esempio del 18 maggio 2013, una memorabile giornata con tre voli di 1.400 km con vento da sud (Leutenegger, Ohlmann, Rossier).

La stessa tabella ha prodotto anche tutti i grafici rilevanti per la comprensione della meteo della giornata, tra cui (tra gli altri, e come esempio): le curve di stato 5.3.3b, il gradiente di velocità del vento 5.3.3c e la direzione rispetto all'altitudine 5.3.3d, il parametro di Scorer 5.3.3e e la lunghezza d'onda 5.3.3f.

Questi elementi sono fondamentali per comprendere ciò che abbiamo vissuto (o perso!), quindi per l'analisi, ma non per la previsione.

Siccome non si può essere «in due posti contemporaneamente», ho ora affidato

questo compito a professionisti della meteorologia informatizzata, che mi inviano quattro volte al giorno mappe dei sistemi di onde prevedibili per l'area di mio interesse, siano esse Alpi Orientali, Alpi Occidentali, Appennini, Pirenei o Ande. Un esempio è mostrato in Fig. 5.3.5.a.

06510 LSMP Payerne Observations at 12Z 18 May 2013															PROLOG			Cust Temp/Hum		
															ALPS	ALPS	NEI			
															[m]	[m]				
															1300.00	3000.00				
															Variation de vent					
T	P	H	T	D	W-dr	W-speed	Y	SCORER	WAVELENGTH	Vz	Calculu du rapport L1^2 - L2^2			[°C]		[dH]				
[hPa]	[m]	[°C]	[°C]	[°C]	[m/s]	[m/s]	[°C]	[L^2]	[km]	[m/s]	H1^2	H2^2	H							
1000	54						0.9349													
990	491	75.1	7.7	26	11	0.9266	-4.2670				-1.30									
980	537	18.4	8.4	24	11	0.9110	-8.2901				-0.25									
970	584	0.4	4.4	20	10	0.8222	-14.056				-1.61									
960	712	12	4	20	10	0.8111	-8.1627				-3.16									
950	748	11.6	3.6	20	10	0.8074	-0.3884	3.8	3.230		0.32									
940	302	11.2	3.5	20	10	0.8082	0.2210	3.6	2.241		0.22									
930	349	10	3.3	60	10	0.8060	0.1553	4.4	2.755		0.16									
920	317	7	2.8	80	10	0.8053	0.4226	2.6	4.595		0.42									
910	256	6.8	2.7	82	10	0.8033	1.0589	1.3	9.551		1.05									
900	343	7.4	0.4	85	10	0.8025	1.0752	1.6	7.578		1.07									
890	481	7.4	-2.4	52	10	0.8000	0.3045	1.8	6.643		0.30									
880	640	6.11	1.4	56	10	0.8000	0.0951	5.6	2.80		0.09									
870	833	5.79	7	-1	10	0.8056	0.3095	3.8	4.784		0.31									
860	757	2.59	-2.4	-31	10	0.8036	0.3674	2.8	6.779		0.37									
850	796	2.07	-3.4	-32	10	0.8021	0.1345	4.7	4.059		0.13									
840	753	2.02	-2.4	-30.6	10	0.8077	0.6808	6.8	3.147		0.68									
830	722	2.740	-0.2	-14.2	10	0.8088	0.8578	5.5	2.86		0.85									
820	719	2.774	-0.5	-14.5	10	0.8075	0.2280	3.6	3.293		0.22									
810	703	2.987	-2.1	-15.1	10	0.8027	0.3629	2.8	5.865		0.36									
800	692	3.078	-2.3	-15.3	10	0.8083	0.0538	7.4	2.713											
790	681	3.440	-5.3	-15.3	10	0.8076	0.8406	8.5	3.235		0.34									
780	681	3.959	-6.2	-14.4	10	0.8077	0.0310	9.7	3.807		0.33									
770	636	3.741	-7.6	-11.2	10	0.8091	0.6223	11.3	2.593		0.62									
760	622	3.902	-6.3	-11.9	10	0.8097	0.8005	14.3	0.913		0.80									
750	616	3.864	-4.5	-12.5	10	0.8062	0.0541	7.4	4.201		0.05									
740	590	4.321	-11.7	-14.3	10	0.8061	0.0638	6.8	4.267		0.06									
730	576	4.602	-12.9	-15.7	10	0.8059	0.0705	6.2	4.262		0.07									
720	510	5.077	-8	-23.9	10	0.8058	0.0262	10.6	4.433		0.02									
710	505	5.936	-8.7	-33.2	10	0.8054	0.0335	11.4	4.034		0.03									
700	600	6.070	-8.1	-21.5	10	0.8063	0.8297	11.1	3.067		0.82									
690	477	6.000	-11.6	-26.3	10	0.8070	0.0780	11.8	1.798		0.07									
680	466	6.032	-22.7	-27.1	10	0.8069	0.0185	12.3	3.838		0.01									
670	457	6.236	-23.7	-28.7	10	0.8068	0.0181	12.8	3.989		0.01									
660	425	6.764	-27.3	-30.5	10	0.8076	0.0185	16.7	3.827		0.01									

Fig. 5.3.3a Tabella Excel di calcolo automatico del parametro di Scorer per la giornata del 18 maggio 2013, realizzata da Daniel Rota (CH).



Fig. 5.3.3b

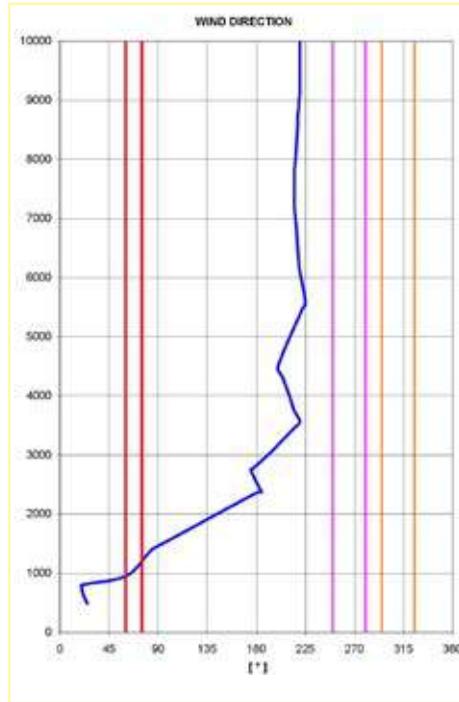


Fig. 5.3.3d

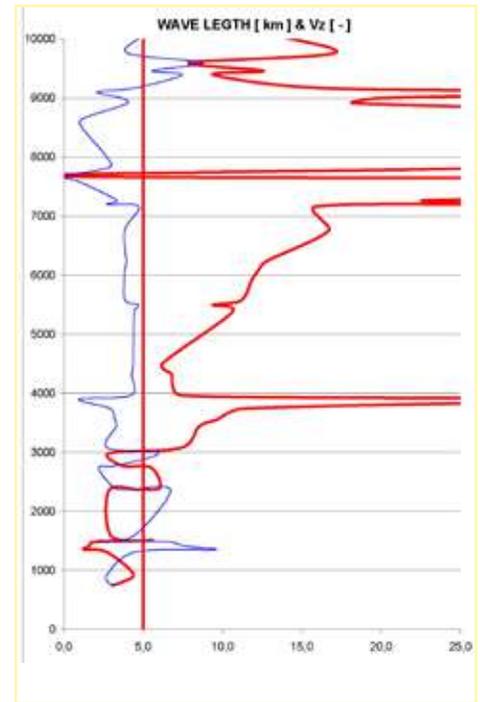


Fig. 5.3.3f

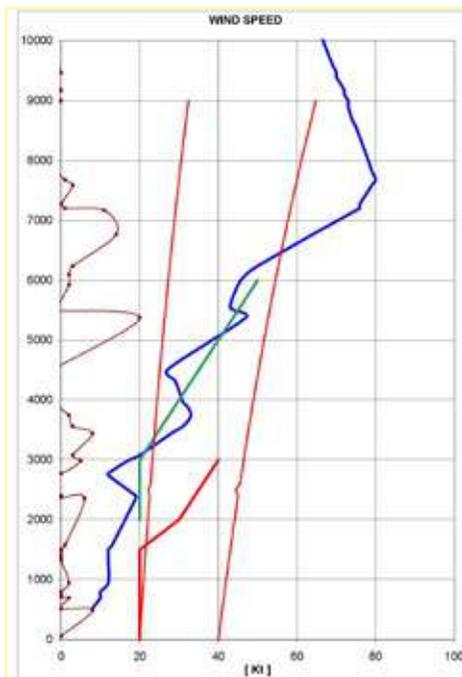


Fig. 5.3.3c

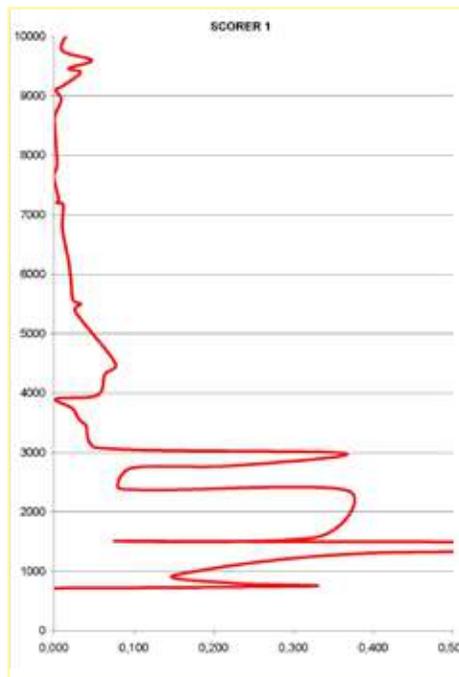


Fig. 5.3.3e

Negli ultimi anni, gli scienziati meteorologici stanno mettendo in discussione le variazioni del parametro Scorer con l'altitudine, e uno di loro, M.A.C. Teixeira (Rif. 8) ha anche recentemente emesso una teoria secondo la quale questo stesso parametro sarebbe soggetto a una variazione periodica, vale a dire un'altra onda nel piano verticale.

Lasciamo qui il dominio di questo libro e dubito fortemente che vedremo ancora applicazioni pratiche per alcuni decenni a venire.

La Fig. 5.3.4 mostra due situazioni tipiche con gradienti di temperatura e vento (Rif. 7 e Scorer) che portano a risultati completamente diversi. Come Rovesti, li ho incontrati personalmente, specialmente in Sud America. Le scale sono fornite a puro titolo di esempio.

5. Teorie sulla formazione

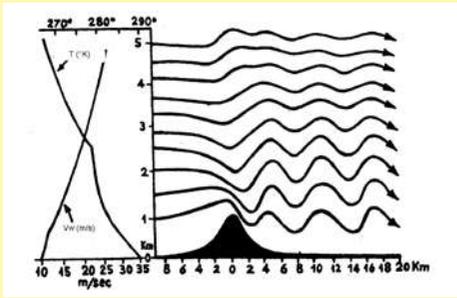


Fig. 5.3.4a

- Nel caso di fig. 5.3.4a, c'è uno strato di atmosfera molto stabile vicino al suolo con una velocità del vento costante di 10 m/s. Tra 1.000 e 2.500 m AMSL, si osserva un forte effetto di inversione Föhn e la velocità del vento aumenta con l'altitudine fino a raggiungere in questo esempio i 15 m/s (54 km/h). Ai livelli superiori, la temperatura diminuisce di 0,7 °C/100 m, mentre la velocità del vento rimane costante. In queste condizioni termodinamiche si formano forti onde, associate a banchi di stratocumuli sotto lo strato di inversione termica. In quota, le onde sono così deboli che troviamo un intenso moto ondoso posizionato sopravento alla cresta ad un'altitudine di 5.000 m.
- Nel caso di fig. 5.3.4b, la temperatura diminuisce continuamente con l'altitudine anche se non uniformemente, mentre la velocità del vento aumenta continuamente da 10 a 25 m/s (90 km/h). Vicino al suolo, osserviamo un gradiente di temperatura adiabatico dovuto alla radiazione terrestre. Tra 500 m e 2.500 m AMSL, l'atmosfera è in equilibrio stabile con un gradiente termico di 0,25 °C/100 m. In quota, il gradiente termico aumenta con l'altitudine, così come la velocità del vento, che raggiunge i 90 km/h a 5.000 m. Questa situazione favorisce un'ottima onda sottovento di montagna, e se l'umidità negli strati che iniziano a oscillare è sufficiente, si avrà la formazione di nubi lenticolari al di sopra delle sinusoidi.

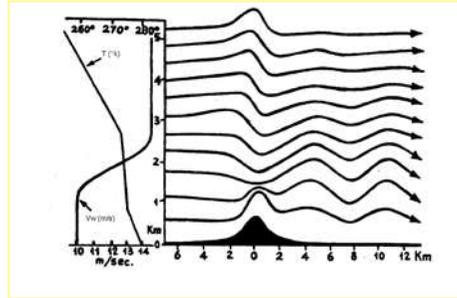


Fig. 5.3.4b

Se inoltre abbiamo un arrivo di aria calda negli strati superiori, ad esempio tra 6.000 e 10.000 m, le lunghezze d'onda a queste altitudini possono facilmente raddoppiare fino a 20-30 km, condizioni riscontrate più volte a stagione. In questo caso, la parte del sistema inferiore dell'aria servirà da innesco a quelli del sistema superiore ma l'interfaccia di attrito tra i due potrebbe essere inutilizzabile e sarà sede di forti turbolenze in grado di rompere l'aliante (situazione già vissuta vicino alla Vne a 8.000 m, avevamo le mani sulle leve di rilascio di emergenza della capottina). Se le onde sono rappresentate da nubi lenticolari, hanno una forma irregolare, rapidamente variabile, se non fugace: bisogna stare molto attenti. Non abbiamo individuato alcuna altitudine massima per far fronte a questa situazione che abbiamo chiamato "la lavatrice"; si può trovare a 5.000 m come a 8.000 m.

Le mappe meteorologiche prodotte dai servizi nazionali forniscono una previsione di tale turbolenza, che rientra nella categoria di "CAT" o "Clear Air Turbulence". Il pilota non sarà quindi interessato solo ai fronti e al vento, ma anche a questo piccolo simbolo di fig. 5.3.4c:

In questo esempio, se il pilota deve andare attraverso le posizioni 2 e 4, incontrerà Clear Air Turbulence, isolato, da lieve a medio sopra i 4.500 m in posizione 2, e più frequente e di intensità da bassa a media, tra il suolo e 3.000 m in posizione 4. In Argentina, queste

CAT areas:			
1	OCNL	100	100
2	ISOL	150	150
3	ISOL	100	100
4	FRO	100	100
5		100	100
6	ISOL	150	150
7	ISOL	050	100

previsioni delle mappe sono pubblicate due volte al giorno, alle 12 e alle 24, dal Servizio Nacional Metrologico.

IN CONCLUSIONE:

- È chiaro che i fenomeni ondosi sono infinitamente più complessi e incerti di quelli «termici» se non altro per le variabilità legate alle ampiezze verticali (oltre 30.000 m) e alle distanze orizzontali (centinaia di chilometri). Siamo lontani dai «vecchi tempi» quando siamo andati a St Auban per «fare una salita di 5.000 m», il traino un Fieseler Storch ci portava sopra la «W» di Mallefougasse, posizione che ci era stato ordinato di mantenere, poi shakerato al punto quasi di sfondare con la testa il tettuccio dell'aliante Air 102, prima di atterrare come un eroe con il prezioso pezzo di carta. Che gioia e quanta ignoranza!
- Anche la potenza di calcolo richiesta per queste previsioni è molto maggiore. Ad esempio, per coprire le Ande su una lunghezza di 3.000 km e una larghezza di 1.000 km, con una griglia di 2,5 km, sono necessari almeno 5 PC con processori i7 di ultima generazione e 4 GB di memoria ciascuno.
- Data l'estrema complessità e variabilità dei fenomeni ondulatori, non c'è mai la certezza che le cose andranno come previsto, almeno per voli lunghi dall'alba al tramonto. Ogni pilota deve essere preparato a pernottare da qualche parte senza che ciò costituisca intralcio allo svolgimento del volo (nervosismo, distrazione mentale, mancanza di concentrazione). Per questo motivo l'aliante a decollo autonomo offre una maggiore libertà di pensiero al pilota, che indirettamente

avrà risultati migliori. Gli articoli da toeletta, quindi, dovrebbero essere sempre presenti nel vano bagaglio!

- La previsione è ampiamente facilitata da nuovi metodi grafici. Non resta che sovrapporre alle mappe delle onde il moto dei fronti e della copertura nuvolosa per determinare dove andare e quando andare. Nell'esempio sotto fig. 5.3.5 a) b) e c), mostriamo le previsioni dei sistemi ondosi dell'11 dicembre 2012 per il giorno successivo a 3.000, 5.000 e 7.000 m. Avevamo questo gruppo di mappe ogni ora tra le 6 e le 21 locali. In questo caso vediamo che la struttura è omogenea da 3.000 m ad almeno 7.000 m, ed è inutile andare più a nord di 36°, né più a sud di 43°. Solo la previsione del vento era in parte imprecisa poiché al decollo abbiamo avuto un vento di 165 km/h da 230° a 5.000 m (per fortuna era il lato con ¼ di fronte) che si è indebolito a 95 km/h al pilone del 1.000 km andata e ritorno, poi a 36° di latitudine e 7.000 m, gira a nostro vantaggio. Record mondiale battuto alla media di 214,8 km/h, (4h 41min). Come già spiegato in precedenza, questo ben conferma che non è la forza del vento che fa la forza dell'onda, ma essenzialmente le caratteristiche termodinamiche, la temperatura e il gradiente di stabilità.

Lascio le conclusioni al Professore Tom Bradbury (14):

«Nonostante il continuo aumento di sofisticati modelli numerici che vengano osservati che sono stati introdotti da quando le onde sono state studiate per la prima volta, non è sempre possibile calcolare le linee di flusso delle onde». «Sembra più facile scrivere un programma in grado di spiegare questi schemi anomali dopo l'evento, piuttosto che prevederli prima che vengano osservati in natura. Tuttavia, lo sforzo necessario per modellare il flusso sulle reali irregolarità di una regione mon-

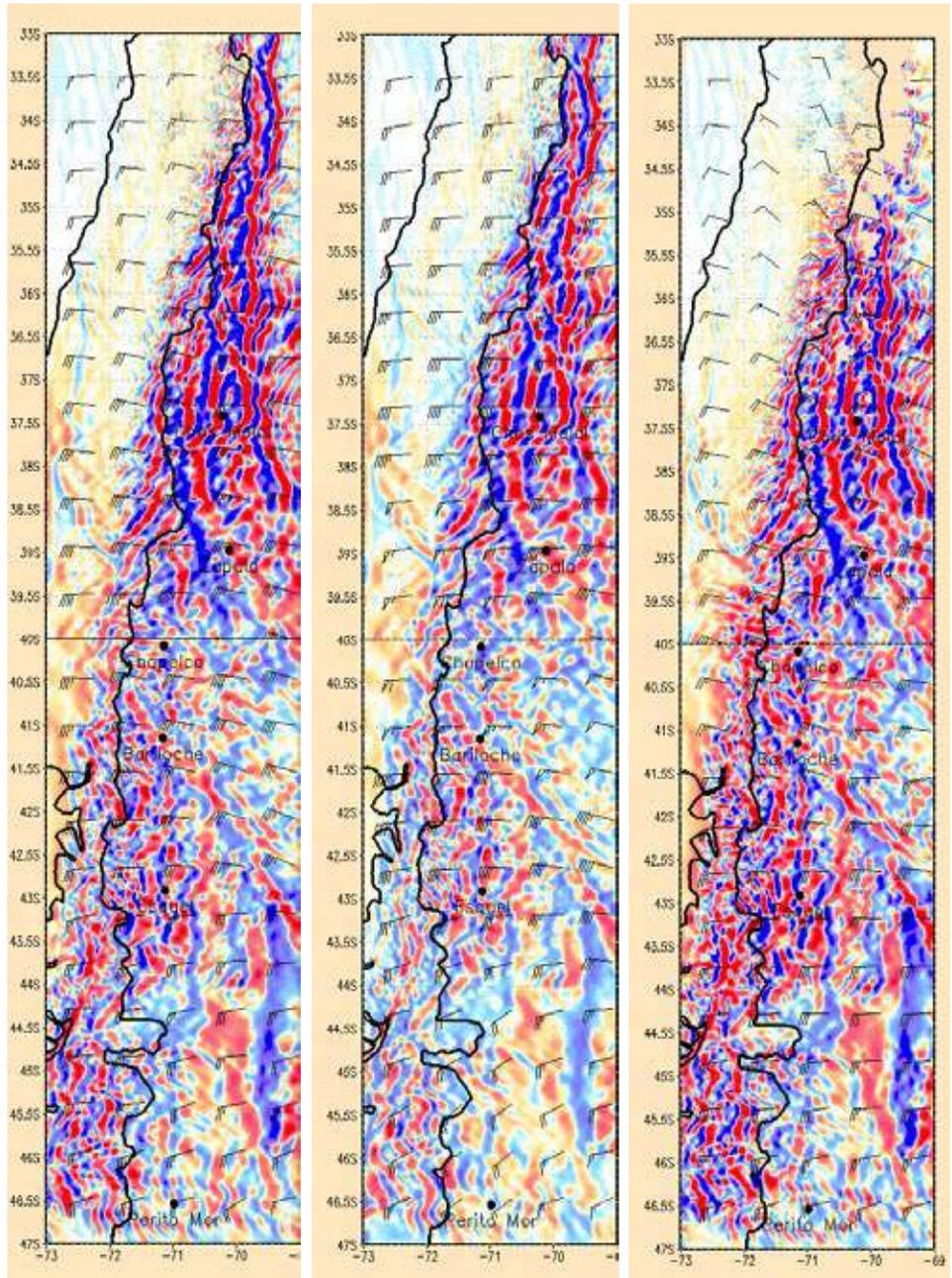


Fig. 5.3.5 a) 3.000m

Fig. 5.3.5 b) 5.000m

Fig. 5.3.5 c) 7.000m

Strutture di sistemi ondulatori tra 47°S e 33°S, previste a mezzanotte per le 6 del mattino locali <http://flymet.meteopress.cz/>

tuosa aspra, è ancora troppo grande per essere affrontato».



Il giorno dopo avrebbe dovuto essere fantastico, abbiamo spostato la nostra base a Esquel, 200 km a sud, dove ci aspettavano questi meravigliosi lenticolari a «pila di piatti».

In realtà, ci sono volute 5 deludenti ore di volo solo per tornare a casa a Bariloche.



Quando il lettore ha compreso che gli strati superiori dell'atmosfera oscillano liberamente quando il loro movimento è soggetto a perturbazione, e questo indipendentemente dalla velocità del vento (esperienza personale da 10 a 180 km/h), si può quindi immaginare che questo disturbo possa manifestarsi in molte forme, l'orografia (ad esempio una montagna) è solo un esempio. Il secondo esempio più comune è uno strato d'inversione, con o senza attività termica. Un altro esempio potrebbe essere una potente nuvola termica, o un fronte. In ogni caso il meccanismo di oscillazione è quello sopra descritto, cambia solo la fonte primaria del disturbo o l'innescio.

Negli ultimi 10 anni abbiamo giocato con il vento intorno ai vulcani cileni ed abbiamo potuto verificare che le montagne isolate generano sistemi ondulatori simili alla scia di una barca, assolutamente utilizzabili, contrariamente alla credenza

popolare, ma totalmente non convenzionali. Questo ha permesso di comprendere l'origine di alcune zone ascendenti sottovento e ai lati di alcune vette alpine.

Ogni pilota deve quindi essere sempre attento a tutte le possibili varianti in presenza di inspiegabili salite o discendenze, e soprattutto non limitarsi a considerare come unica causa la classica "onda di sinusoidale rimbalzo", anzi, al contrario. Ogni pilota che vola in pianura dovrebbe essere sempre immerso in questo spirito, soprattutto quando c'è un po' di vento. Vale forse la pena sottolineare che la mia medaglia d'oro ai Campionati Europei di Issoudun, che può essere vista come la perfetta pianura, è stata principalmente dovuta al fatto che ho potuto individuare e sfruttare un sistema di onde a bassa quota nella zona di Sancerre (dislivello circa cento metri) nel lato di ritorno.



6. Le onde atipiche

Quando il lettore ha compreso che gli strati superiori dell'atmosfera oscillano liberamente quando il loro movimento è soggetto a perturbazione, e questo indipendentemente dalla velocità del vento (esperienza personale da 10 a 180 km/h), si può quindi immaginare che questo disturbo possa manifestarsi in molte forme, l'orografia (ad esempio una montagna) è solo un esempio. Il secondo esempio più comune è uno strato d'inversione, con o senza attività termica. Un altro esempio potrebbe essere una potente nuvola termica, o un fronte. In ogni caso il meccanismo di oscillazione è quello sopra descritto, cambia solo la fonte primaria del disturbo o l'innesco.

6.1 Le onde di inversione e le onde di gradiente del vento (onde mobili).

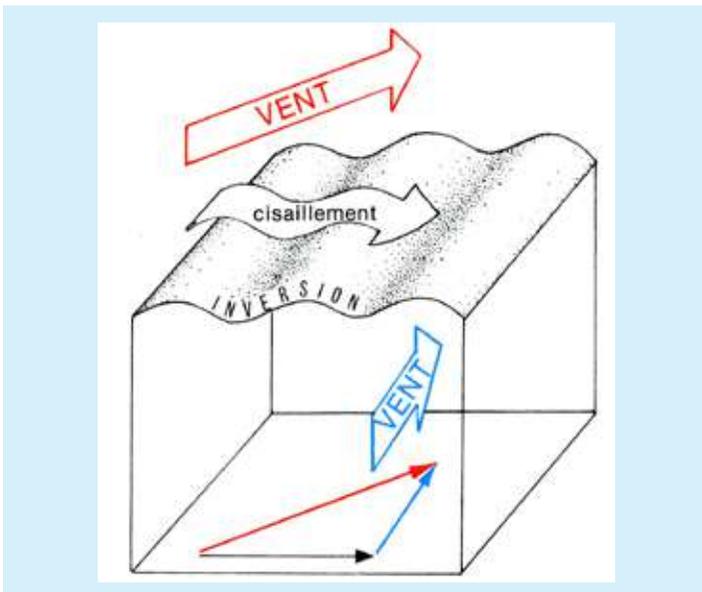


Fig. 6.1 Onde da inversione e di gradiente del vento (onde mobili).

Richiamata da Reichmann (Rif. 9) sulla base di osservazioni di Walter Georgii e Helmholtz, esistono quando il vento sopra lo strato di inversione è ad angolo elevato rispetto al vento situato al di sotto di questo stesso strato. Sembra che questo movimento non si diffonda molto in alto, principalmente all'inversione, e che queste «onde» si muovono nella direzione del vento di gradiente. Le lunghezze d'onda dovrebbero essere modeste, da 1 a 4 km, valori compatibili con un vento leggero e una stabilità molto elevata. Reichmann conclude: «sono limitate ad uno strato sottile, difficile da localizzare mentre si muovono, tendono a rompersi come onde d'acqua, e quindi esistono generalmente solo per brevi periodi. È improbabile che svolgano un ruolo nel volo planato».

Quest'ultima affermazione necessita di essere relativizzata, poiché l'identificazione di un'onda di inversione in serata, durante una lunga planata finale su un asse parallelo a una brezza, mentre il vento nello strato superiore è di direzione diversa, può consentire di raggiungere l'aeroporto di destinazione anche se la propria altezza è teoricamente insufficiente. Quando ciò si verifica la mattina presto prima dell'inizio delle termiche, può aumentare significativamente la durata dei voli di addestramento.

Personalmente ho utilizzato molto spesso queste due situazioni, sempre con grande soddisfazione.

6.2 L'onda convettiva.

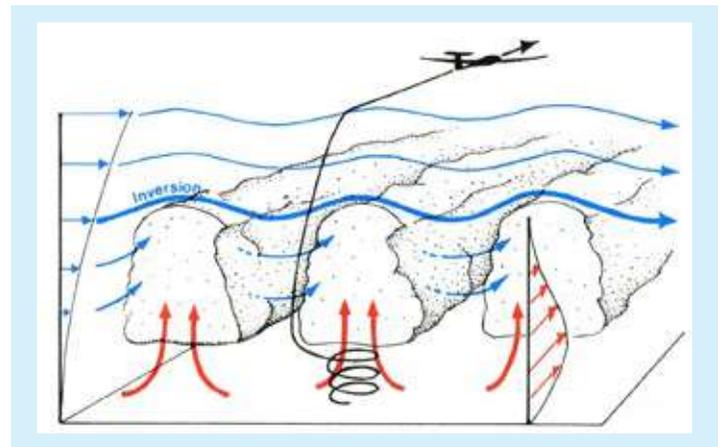


Fig. 6.2 Schema dell'onda convettiva, secondo Küttner (OSTIV) e Reichmann (9).

In rosso, flusso e gradiente dello strato convettivo.

In blu, flusso e gradiente dello strato stabile sopra l'inversione.

Per quanto ne so, questo è l'unico caso in cui l'attività termica e l'attività delle onde si aiutano a vicenda. Lo schema ricorda in qualche modo quello precedente, in cui i due flussi sono fortemente convergenti. In questo caso, l'attività termica è alta e le nuvole sono orientate in strade. Il flusso superiore sarà quindi automaticamente ondulato e nella parte ascendente si svilupperà una zona di bassa pressione che modificherà localmente la curva di temperatura e favorirà la formazione di termiche che si organizzeranno lungo una linea energetica. Una volta che il sistema si è stabilito, può prosperare finché le condizioni vengono mantenute. Il pilota può quindi volare sopra le nuvole e parallelamente alle strade, ad altitudini che raggiungono i 3.000-4.000 m in vaste pianure libere da perturbazioni orografiche.

Usare l'onda convettiva è molto semplice: basta posizionarsi davanti al bordo sopravvento della nuvola, esattamente dove si forma la prima condensa, e salire seguendo l'allineamento

delle nuvole.

Le distanze non sono necessariamente straordinarie, ma per i piloti di pianura, questi voli sono molto belli e affascinanti in quanto raggiungono altitudini eccezionali. Il 25 agosto 2013, in pieno inverno australe, il mio amico Fernando Repicky nel suo ASH 25, accompagnato da Dan Matanó, è riuscito ad utilizzare e documentare questo fenomeno sopra la pampa vicino a Buenos Aires, salendo a 3.500 m e ha messo su Youtube un bellissimo video HD di 15 minuti. Vedi <http://youtu.be/ZmhigRxjDoc> oppure fotografa il QR CODE a fianco.



Durante questo volo, il vento al suolo e sotto le nuvole era da sud medio (da 20 a 30 km/h) che ha girato da ovest a sud-ovest all'arrivo alla base delle strade di cumuli, aumentando fino a 70-80 km/h in vetta. Percorse così una distanza di 42 km tra 3.000 e 3.500 m, quindi si spostò sulla strada di cumuli successiva, una distanza di 10 km (ritroviamo le classiche lunghezze d'onda per queste condizioni di vento e temperatura). La foto 6.2a è estratta dal video e mostra la strada di cumuli per una posizione dell'aliante corrispondente a quella della Figura 6.2 sopra.



6.2a Volo del 25 agosto 2013, Fernando Repicky, ASH25 sulla pampa argentina nei pressi di San Andrés de Giles, a 100 km da Buenos Aires. La strada di cumuli è orientata a 350°, esattamente in linea con il vento proveniente dallo strato sotto le nuvole, mentre a questa quota il vento è perpendicolare alle strade di cumuli, separate l'una dall'altra 10 km..

6.3 L'onda da fronte freddo (Rif. 3)

Negli anni '50, il professor Walter Georgii effettuò numerosi voli di ricerca sulla pampa argentina utilizzando aerei a motore, davanti a fronti freddi di pianura chiamati Pamperos. I risultati confermarono la sua ipotesi secondo la quale situazioni di Föhn simili a quella riscontrata in montagna possano formarsi di fronte a fronti freddi. L'esame dei numerosi barogrammi prodotti dai piloti di alianti argentini gli ha confermato che la massa d'aria fredda proveniente dal fronte funge da barriera montagnosa alla massa d'aria calda

che si trova al di sopra della superficie del fronte. Quest'ultimo, data la sua quota, si muove più velocemente del fronte freddo al suolo e defluisce lungo la parete del fronte come farebbe una massa d'aria a ridosso della montagna, determinando così un sistema ondulatorio a una certa distanza dallo stesso bordo. Queste onde sono stazionarie rispetto alla superficie frontale, mentre per un osservatore situato su un punto fisso della superficie terrestre, si muoveranno nella stessa direzione del fronte e possono essere evidenziate dalla presenza di nubi lenticolari. Le figure 6.3.1 e 6.3.2 mostrano le differenze di forma della superficie di discontinuità tra i fronti freddi sudamericani e quelli europei.

Non ho mai avuto personalmente modo di osservare o di operare in questo tipo di fenomeno ondoso di cui non dubito dell'esistenza, ma esso non dovrebbe consentire al pilota di tornare al punto di partenza, se non per voli molto brevi, in quanto l'onda si sposterà con il fronte freddo.

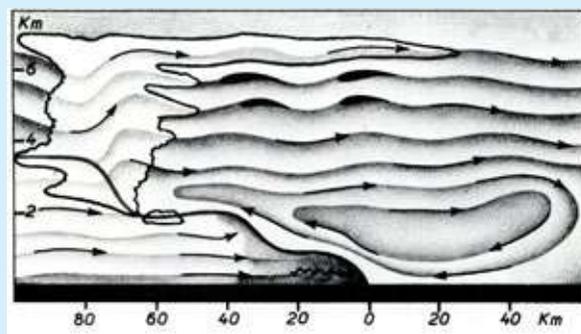


Fig. 6.3.1 Onda davanti a un fronte freddo di Pampero che si forma sulla pampa argentina. Il blocco di aria fredda si comporta come una montagna per il passaggio più rapido dell'aria calda (secondo Walter Georgii e Plinio Rovesti).

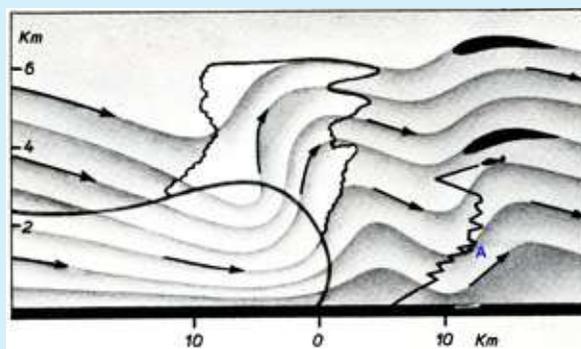


Fig. 6.3.2 Onda posizionata di fronte ad un fronte freddo in Europa.



6. Le onde atipiche

6.4 La termo-onda. (Rif. 7 et 9)

Questo termine sembra essere stato usato per la prima volta da Guido Antonio Ferrari al Congresso OSTIV del 1956 a Saint Yan, e sviluppato da Plinio Rovesti al Congresso OSTIV durante i Campionati del Mondo di Marfa (USA) nel 1970. Questa nozione si basa sulle osservazioni in volo dello stesso Ferrari nel 1955, nonché quelle di Rovesti, prima in Argentina (1952-1955) e poi a Rieti (1956 -1970) in collaborazione con esperti piloti come Ferruccio Piludu e Attilio Pronzati. Sembra che queste situazioni siano particolarmente frequenti nella valle reatina. In realtà, può darsi che si tratti di un classico fenomeno ondoso in cui le condizioni di instabilità termodinamica possono formare cumuli ad alto sviluppo verticale nelle cuspidi del sollevamento dell'onda. In effetti, ai meteorologi - ed a me - non piace questo termine che potrebbe essere confuso con l'onda convettiva del paragrafo 6.2, che di per sé è una realtà provata, che la si chiami onda convettiva o onda termica, termine usato da Bradbury.

Rovesti (7) in figura 6.4.1 illustra la sua visione di «termo-onda», un'onda che può essere stabile, stazionaria o instabile, migratoria.

Secondo lui, le condizioni necessarie perché ciò avvenga sono: (7)

a) un vento quasi perpendicolare all'orografia, la cui forza aumenta costantemente con l'altitudine fino ad almeno 20 a 25 kt, e anche di più negli strati soggetti a moto ondoso. La montagna può essere bassa.

b) un gradiente di temperatura adiabatico dal suolo all'altitudine interessata da movimenti ondulatori.

- Durante l'estate, le caratteristiche cambiano significativamente nel tempo, anche se le condizioni del vento e le caratteristiche della massa d'aria rimangono costanti.
- In condizioni di termo-onda, l'attività convettiva vicino al suolo è normalmente organizzata secondo i movimenti ondulatori: vale a dire, le termiche vanno al passo con la parte ascendente dell'onda, e viceversa. [Torniamo al caso del paragrafo 6.2. Ndr.]
- Se i fenomeni ondulatori e termici avvengono in una massa d'aria secca, saranno invisibili, mentre se la massa d'aria è sufficientemente umida, i fenomeni saranno mostrati da cumuli o stratocumuli, aspetto e forma dipendenti da differenti fattori.
- Le pulsazioni ondulatorie instabili di origine orografica portano a cumuli isolati con un certo sviluppo verticale, che si muovono con il vento. Le condizioni termodinamiche per la formazione dei cumuli sono: una certa forza del vento che passa sopra la montagna, instabilità termica e una massa d'aria sufficientemente umida.
- Le migliori situazioni di termo-onda si verificano durante

l'estate, sottovento alla montagna in condizioni di vento d'alta quota. Sono facilmente riconoscibili dalla presenza di cumuli o stratocumuli.

- *Strade di termo-onda, siano esse costituite da cumuli isolati, allineati nella direzione del vento, o vere e proprie strade ininterrotte di nubi cumuliformi o stratocumuli, paralleli o trasversali al vento, si trovano lungo strette fasce che sono la sede di fenomeni più intensi quando sono generati da montagne più alte o meglio esposte al vento, o in fase con le onde prodotte da altre montagne poste più sopravvento.*
- *È interessante osservare che i due tipi di strade di cumuli di termo-onda citati sopra, partono sempre ad una distanza di due o tre lunghezze d'onda dalla montagna, mentre i cumuli-rotore si formano a partire dalla prima onda generata sottovento, cioè nella zona immediatamente sottovento della montagna.*
- *Quando i movimenti delle onde non si estendono agli strati superiori dell'atmosfera e non hanno le caratteristiche di situazioni di grandi onde stazionarie, si formano cumuli isolati di onde termiche nelle immediate vicinanze sottovento alla montagna, a differenza delle strade cumuliformi.*
- *Sebbene si possano incontrare innumerevoli tipi diversi di termo-onde, a seconda dell'instabilità atmosferica, della forza e direzione del vento, dell'umidità dell'aria e delle diverse combinazioni di onda, le situazioni tipiche e le più comuni sono tre, ovvero:*
 - a) *situazioni caratterizzate da cumuli isolati che seppur fino a notevoli dimensioni non risultano però saldati tra loro, ma sono allineati nella zona sottovento ad una certa distanza l'uno dall'altro.*
 - b) *situazioni caratterizzate da fasce di cumuli e stratocumuli costituenti vere e proprie strade di nubi perpendicolari al vento.*
 - c) *situazioni in cui si formano bande di cumuli e stratocumuli orientati parallelamente al vento.*

La mia opinione personale è che quest'eminente e rispettabile meteorologo si lasciò forzare la mano dai piloti di alianti locali, che in mancanza di conoscenza ed esperienza in altre regioni cercavano disperatamente di dare una spiegazione a fenomeni che, per chi ha letto i paragrafi precedenti, possono essere facilmente ridotti a un nota situazione matematicamente provata.

Nelle sue venti pagine di spiegazioni, Rovesti non dà una specifica interpretazione fisica o matematica; niente di diverso dalle teorie sopra delineate. Sembra anche un po' dubbioso poiché lui stesso afferma che ci sono «innumerevoli tipi di onde termiche».

Consideriamo alcuni esempi:

- Lo schema fig. 6.4.1, onde instabili le cui cuspidi sono materializzate da cumuli le cui dimensioni aumentano con la distanza, si adatta perfettamente alla teoria generale. In determinate condizioni termodinamiche (bassa stabilità statica, basso gradiente e/o rotazione del vento), i rotori sono detti migratori; se ne possono comunemente vedere tre o quattro di dimensioni crescenti su distanze molto brevi. Funzionano tutti, ma quello che è più sopravvento funziona meglio ed è l'unico che permetterà ad un aliante di transitare verso lo strato laminare superiore. Inoltre, i sistemi ondulatori di queste giornate non sono mai molto buoni, giusto quanto basta per effettuare voli turistici locali.

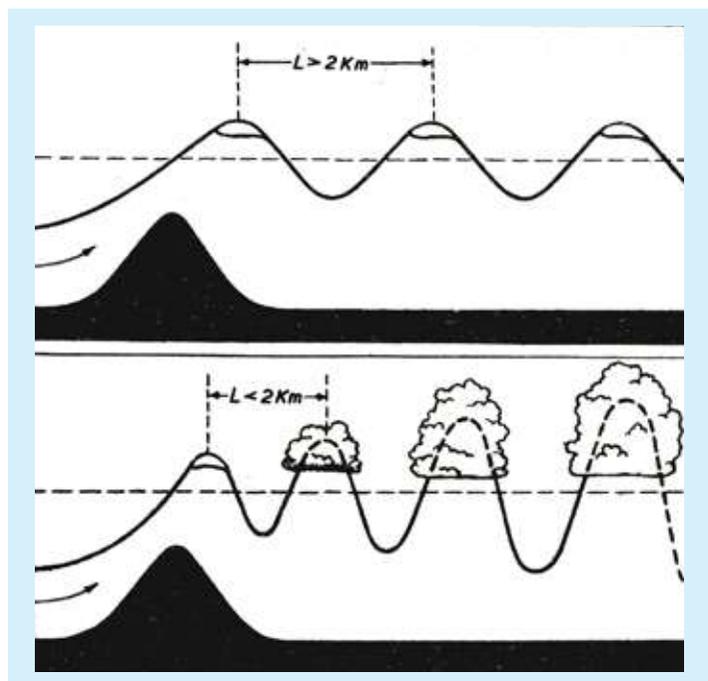


Fig. 6.4.1 Termo-onda secondo Rovesti (7). In alto, stabili e stazionarie. In basso, onde instabili.

- Lo schema figura 6.4.2 rappresenta in realtà una situazione super classica, che si riscontra quasi ogni giorno di onda quando la massa d'aria è abbastanza umida da formare uno strato solido di stratocumuli sopravvento alle

montagne, che gradualmente si dissolve per effetto Föhn in onda sottovento: i primi due possono apparire come nella parte superiore della figura, i successivi come nella parte inferiore. Ciò è particolarmente evidenziato sulle immagini satellitari, sottovento a qualsiasi tipo di montagna, senza alcuna influenza termica oltre al moto ondoso. Vedi ad es. foto 5.2.6, dove non c'era attività termica (Jura a febbraio). La foto 6.4.2a illustra una situazione del genere (quel giorno senza alcuna attività termica) in cui il pilota utilizza il lato sopravvento di queste bande di stratocumuli per convertire l'ascendenza in velocità. Pertanto il pilota dovrebbe salire il meno possibile, a seconda del resto del volo.

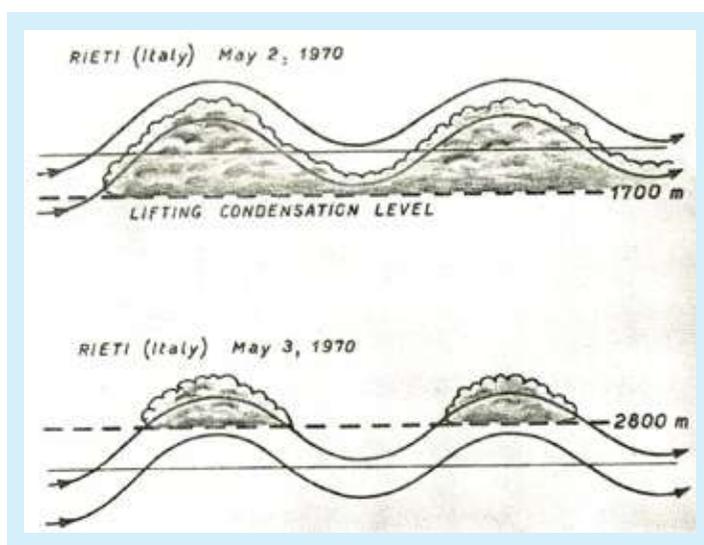


Fig. 6.4.2 Termo-onda secondo Rovesti (7). In alto, un solido strato di stratocumuli. In basso, stratocumuli in bande isolate.



6.4.2a Lo sfruttamento ottimizzato delle linee energetiche formate da queste bande di stratocumuli, è quello di volare alla minima quota possibile, per convertire la velocità ascensionale più alta possibile in velocità orizzontale.



6. Le onde atipiche

- La sua affermazione che le bande di stratocumuli possono essere parallele al vento, non è corroborata da alcun disegno o altra spiegazione o teoria. Alla luce della nostra esperienza degli ultimi dieci anni, può darsi che questi piloti si siano trovati di fronte a nubi di scia o di tipo Kelvin-Helmholtz, ad esempio, caratteristiche di un flusso super critico di cui parleremo più avanti nel capitolo 7 sul salto idraulico (Salto del Bidone). La foto 6.4.5 mostra un esempio di stratocumuli perfettamente allineati lungo l'asse del vento, ma non sono sede di alcun ascendenza, si estendono per oltre 80 km sottovento dalla montagna e si fermano all'inizio del salto idraulico, che quel giorno ci portò a 8.000 m.
- Quella che Rovesti ha chiamato anche «thermo-onda» (Fig. 6.4.3) sembra essere semplicemente il sollevamento di un pendio di fronte a una grande nuvola alta in presenza di wind shear. Propone anche, senza supporto di alcun esempio, l'innesco di un'onda sinusoidale non solo sopra, ma anche sottovento e persino all'interno della nuvola. Küttner (13), ripetuto da Reichmann (9), si accontenta di chiamare questo fenomeno «Ascendenza di pendio sopra un orografia convettiva, onda a monte della termica», un

fenomeno relativamente comune che offre al pilota e passeggero uno spettacolo indimenticabile. Sebbene la parola «onda» per questo non mi sembri appropriata, l'autore si guarda bene dal disegnare nessuna onda a valle della nuvola (Fig. 6.4.4), sebbene nel testo a corredo non escluda tale possibilità, su base puramente teorica, se le condizioni di stabilità e temperatura lo consentono.

Questo ci ricorda che la scienza ha due lati inseparabili, il lato creativo e il lato critico, la scoperta e la giustificazione. Martin Quack, ricercatore presso l'Istituto Federale Svizzero di Tecnologia di Zurigo, scrive (10):

“La componente creativa si impegna in nuove idee e in viali inesplorati (...). Si vende bene grazie al termine chic «nuovo». Tuttavia, la componente critica è importante quanto la componente creativa. Interroga il «nuovo» risultato, sottomettendo i suoi punti deboli a dure critiche, ripetendo e riprovando i risultati in lunghe indagini che comportano un duro lavoro. Spesso respinge o corregge il risultato ori-



Fig 6.4.5 Stratocumuli perfettamente allineati lungo il vento, non essendo sede di alcun ascendenza, si estendono per 80 km sottovento alla montagna e si fermano all'inizio del salto idraulico (salto di Bidone).

ginale e conduce a volte ad una scoperta ancora più sorprendente. «Verificare i risultati degli altri ha arie austere e tristi di polizia scientifica, ma a volte porta alla rivoluzione.»¹

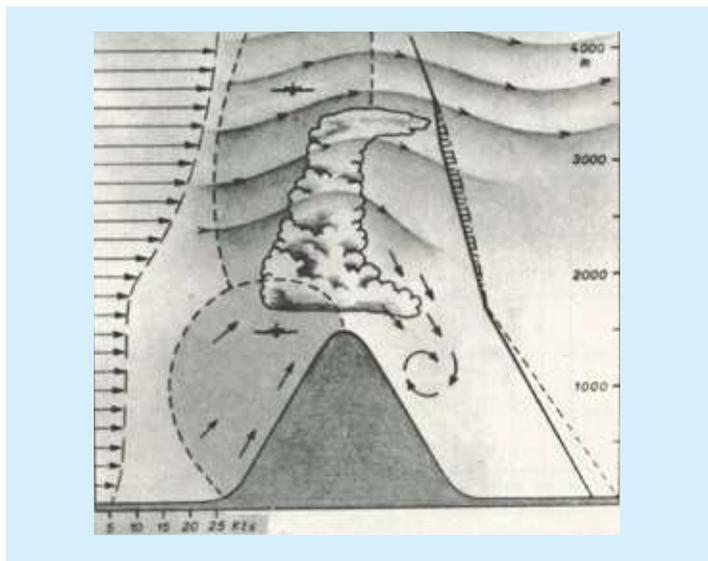


Fig. 6.4.3 Una delle «innumerevoli» forme di termo-onda secondo Rovesti (7).

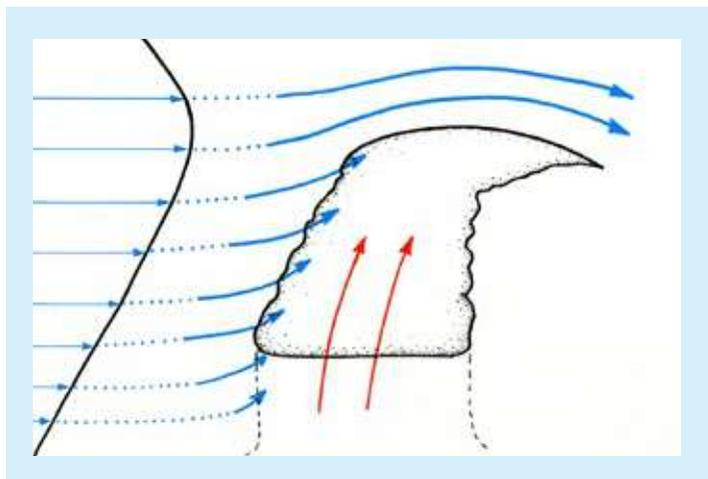


Fig. 6.4.4 «Ascendenza di pendio su di una orografia convettiva, onda sopravento ad una termica» secondo Küttner, ripreso da Reichmann (9). Assunzione corretta anche se la parola «onda» non sembra la più appropriata.

6.5 Onde di scia da montagne isolate.

Quando l'ostacolo è più alto che largo, e soprattutto quando è conico, come ad esempio gli «stratovulcani» stratificati, si possono formare onde di scia identiche a quelle generate dalla prua di una barca, come in figura 6.5.1.



6.5.1 Onde di scia da una barca di ritorno al porto di Bariloche, viste da un aliante che vola nell'onda del vulcano Tronador.

Daniel Barbera, istruttore a Saint Auban negli anni '50, aveva perfettamente identificato questo fenomeno, pubblicato all'epoca sulla rivista Aviasport. Allo stesso tempo, il lavoro di Küttner e Wurtele (1) ha portato alla modellazione di un flusso rotazionale simmetricamente attorno a un ostacolo isolato, che porta a zone ascendenti a forma di ferro di cavallo, come mostrato nella figura 6.5.2 di seguito.

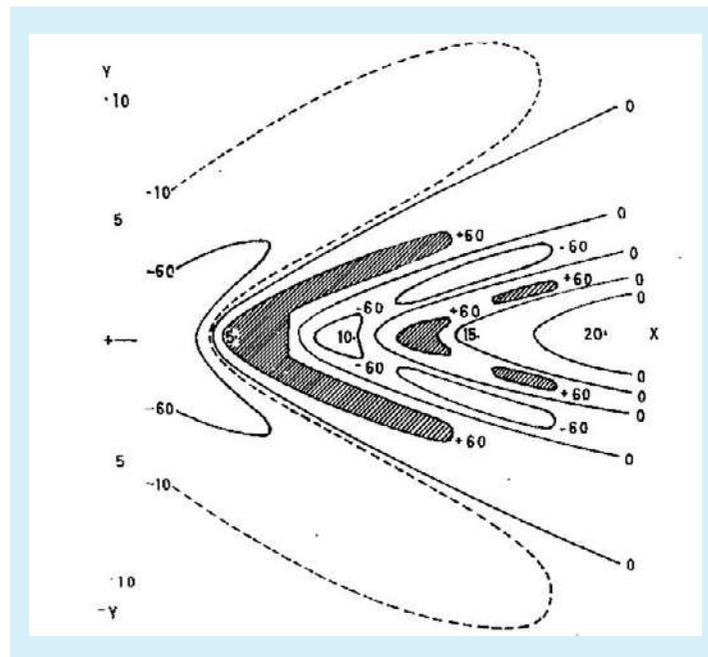


Fig. 6.5.2 Flusso rotazionale simmetrico osservato attorno ad un ostacolo isolato, secondo Wurtele, 1957 (1). Le aree ombreggiate rappresentano le ascendenze. Il flusso generale è da sinistra a destra. Per il valore 100, la velocità verticale è 0,457 m/s, l'unità di lunghezza è 1,67 km, la velocità del flusso è 20 m/s, il gradiente effettivo di temperatura è 0,65°C/100 m, l'altezza dell'ostacolo è di 1 km e la mezza larghezza è 1 km.

¹ Le Monde.fr 6 ottobre 2013



6. Le onde atipiche

Questa tesi è ora pienamente confermata dalle osservazioni satellitari. Un buon esempio è la foto 6.5.3, Amsterdam Island, uno stratovulcano in territorio francese a sud dell'Oceano Indiano, potenzialmente attivo, che mostra una successione di quattro nuvole lenticolari a forma di un ferro di cavallo, corrispondente esattamente al modello di Wurtele, seguito da una scia di tipo «barca» in cui il nucleo è completamente privo di moto ondoso (cono di turbolenza di scia), mentre i bordi mostrano fenomeni ondulatori inclinati di circa 30° rispetto all'asse del vento, ruotando a 45° gradualmente man mano che ci si allontana dal punto di innesco del fenomeno.



Fig. 6.5.4 Lenticolari a ferro di cavallo sottovento all'Isola Aux Cochons. La forma arrotondata è in effetti un'immagine amplificata della montagna conica.

Sempre nella stessa zona, le Isole Crozet offrono anche un bell'esempio di onda di scia e la foto 6.5.5 è interessante non solo perché mostra la presenza di lenticolari a ferro di cavallo che si dividono in onde di scia separate da un cono di turbolenza come nella foto 6.5.3, ma anche perché la seconda isola situata al centro del cono di turbolenza, non è sede di alcuna onda, ma di vortici di Kelvin-Helmholtz, che interessano solo i piloti di aliante perché sono un segno tangibile della fine di un sistema ondulatorio.



Fig. 6.5.3, l'isola Amsterdam, che mostra sistemi di onde da montagna isolata, secondo Küttner e Wurtele, seguiti da un cono di turbolenza di scia come se provenisse da una barca. La lunghezza dell'isola è di 7 km, la lunghezza dell'onda è di 7 km tra la prima e la seconda cresta dell'onda sottovento, quindi 12 km, quindi nulla. Le «onde laterali» sono distanziate di circa 12 km l'una dall'altra, tutte equidistanti.



Fig. 6.5.5 onde di scia sottovento della prima delle isole Crozet, che mostrano lenticolari a ferro di cavallo e formazione di una scia turbolenta e movimenti delle onde sui bordi. La seconda isola, situata nel flusso turbolento, non mostra alcuna scia organizzata, ma solo vortici di Kelvin Helmholtz.

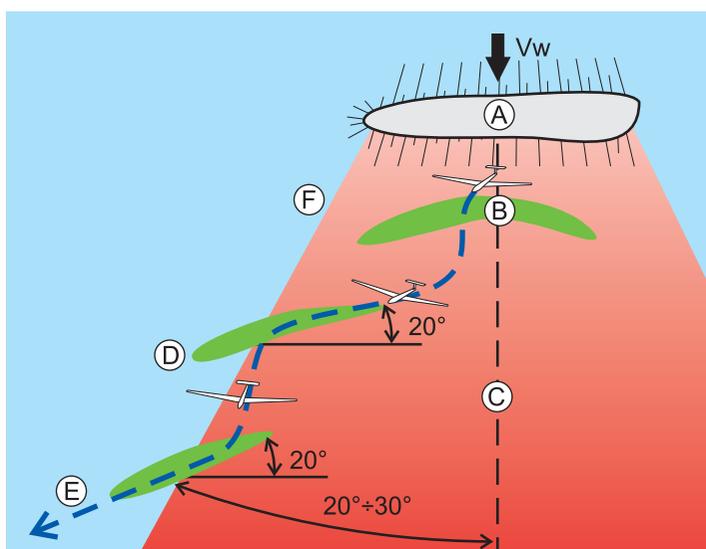
In questa stessa area, ventosa quanto umida, e quindi particolarmente adatta alla formazione di nubi ondose, la foto 6.5.4 mostra magnifiche lenticolari a forma di ferro di cavallo sottovento all'isola Aux Cochons, un altro vulcano isolato nell'arcipelago francese delle Kerguelen.

Sia rassicurato il lettore, questi fenomeni, così meravigliosamente materializzati in luoghi così inhospitali popolati solo da pinguini e procellarie, non sono riservati solamente a questa fauna lontana. Dovrebbero rimanere impressi nella sua memoria, poiché si verificano allo stesso modo intorno a montagne isolate in qualsiasi altra parte del mondo, tranne per il fatto che le condizioni di umidità raramente consentono di vedere il flusso (non li ho mai visti in Europa).

Tuttavia tali onde esistono e sono spesso causa di battute d'arresto quando si è in discendenze che sembrano non finire mai, anche applicando i metodi convenzionali. Quando il pilota lascia una montagna isolata partendo sottovento, può eventualmente trovare una o due salite a forma di ferro di cavallo, normalmente utilizzabili, e dovrebbe, se possibile, partire con un angolo di circa 20° a 30° sottovento per cavalcare le «onde» spostandosi ogni volta verso l'esterno. Il percorso dovrebbe tenere conto delle montagne posizionate sottovento alla montagna originale, perché interferiranno con l'onda di scia, o addirittura la distruggeranno.

Questo approccio è applicabile anche per andare ad esplorare una montagna che si trova sopravvento, arrivare in diagonale da un lato è spesso più efficace dell'approccio diretto da sottovento. A titolo informativo, il Monte Bianco può essere visto come una montagna isolata, almeno sul versante sud; è molto comune trovare su ciascun lato sottovento onde di scia il cui asse è inizialmente inclinato di circa 20° - 30° dalla perpendicolare al vettore del vento.

Daniel Barbera lo aveva già capito e scritto 60 anni fa. Per questo motivo, quando si parte sottovento dalla cima di una montagna isolata nella speranza di trovare un'ascendenza a circa $2/3$ di lunghezza d'onda, ma la salita non avviene o è disorganizzata, è necessario virare di un quarto di giro, cioè di 90° e andare con il vento $1/4$ in coda per esplorare il bordo della scia. Vedi fig. 6.5.5a.



6.5.5a Esplorazione di un'onda di scia sul lato di una montagna isolata

V_w = direzione del vento

A: montagna isolata

B: possibile primo rimbalzo

C: discendenza più estesa delle aspettative

F: bordo del cono

D ed E e seguenti: zone ascendenti

Ovviamente ho approfittato dei miei soggiorni nella Cordigliera Andina, il paradiso dei vulcani, per esplorare in lungo e in largo qualsiasi onda a ferro di cavallo e scia. Poiché questi vulcani hanno la forma di coni perfetti, la situazione è ideale. I vulcani più vicini a San Carlos de Bariloche, la nostra base, sono Osorno, 2.661 m, 110 km verso ovest, (foto 6.5.6) e Lanin, 3.747 m, 160 km verso nord, foto 6.5.7.

Il primo si trova nel cuore del Cile (problemi di spazio aereo), vicino all'oceano e in una massa d'aria molto umida, se non molto spesso satura, e non è stato possibile esplorarlo molte volte. Il secondo, Lanin, invece, è facilmente raggiungibile poiché si trova in parte in Argentina con due belle piste asfaltate nelle vicinanze.



6.5.6 Vulcano Osorno (2.661 m) uno dei pochi giorni senza nubi.



6.5.7 Vulcano Lanin (3.747 m): basta guardare l'ombra per capire che il cono è perfetto).



6. Le onde atipiche

Abbiamo in entrambi i casi verificato l'esistenza di onde di scia corrispondenti ai calcoli teorici e alle osservazioni su foto satellitari. Queste onde, pur non essendo violente, non consentono una sosta per una salita veloce, se non solo per guadagnare qualche centinaio di metri.

A volte permettono di fare progressi (sempre lentamente) se le onde sono ben formate. È importante sapere come identificarli e utilizzarli per diversi motivi:

- se il pilota vuole passare sopravvento al vulcano, la via energetica migliore è quella che si sposta da un'onda all'altra, salendo a zig zag sul bordo della scia il cui angolo è di circa 20° (bordo interno) a 30° (bordo esterno). Quando questo percorso è visibile (foto 6.5.8), è necessario saltare da un rotore all'altro. Altrimenti volare osservando il variometro «netto» e volando a «zigzag» lungo la rotta ideale presunta. L'interno del cono di turbolenza della scia è solitamente «morto» quindi è inutile andarci alla ricerca di ipotetiche ascendenze d'onda. L'avvicinamento da sottovento al vulcano Lanin si può fare praticamente senza perdere quota applicando il metodo di avvicinamento diagonale sopra descritto, saltando le onde poste sul bordo del cono di scia, indicate dal cumulo di rotore, la traiettoria converge verso il cono.



6.5.8 Onde di scia del vulcano Lanin. Il cono di turbolenza è privo di qualsiasi nuvola sui bordi, i cumuli mostrano le «onde di scia», i loro bordi sono inclinati simmetricamente (specchiati) rispetto all'asse del cono. I valori di ascendenza sono basse (dell'ordine del m/s), ma permettono di avanzare verso il vulcano senza perdere quota.

- Se il pilota deve attraversare il cono di scia sottovento al vulcano perché il suo percorso lo richiede, dovrebbe cercare l'onda di scia più vicina alla sua rotta, visualizzando l'angolo rispetto al vulcano e il vento (da 20° a 30°), che richiede un'attenta osservazione delle prue, della rotta e dei rilevamenti. Il «netto» non essendo mai zero, suggerirà di spostarsi lungo il bordo del cono di scia alla ricerca del «netto» migliore, generalmente sottovento, quindi riprendere immediatamente una rotta convergente nel vento di circa 45° a 60° , che è l'angolo delle onde rispetto al vento. Va ricordato che queste onde sono tanto più lunghe quanto più sono lontane dal vulcano, ma l'attraversamento del cono di scia sarà anche più lungo. Il vulcano Lanin si comporta in modo identico a quelli delle Isole Crozet. A una distanza di 100 km dalla vetta, il cono di scia è largo almeno 30 km e le onde sono inclinate di circa 45° rispetto all'asse. Vedi diagramma fig. 6.5.9. Devi praticare questo esercizio nelle giornate blu quando non si è stressati dal cronometro. Personalmente ho avuto delle sorprese molto piacevoli e ho potuto concludere tranquillamente i miei 1.500 km del diploma FAI utilizzando questo fenomeno nel cielo blu sull'ultima tappa.

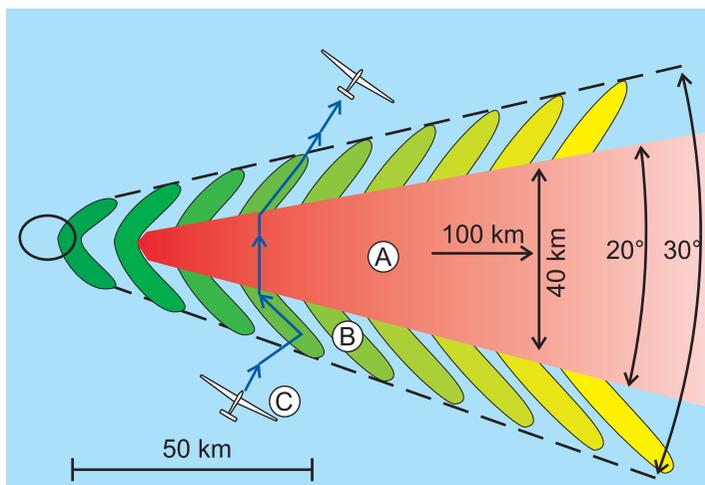


Fig. 6.5.9 Diagramma dell'onda di scia, e percorso per attraversare il cono di turbolenza, vento da 30 a 50 kt:

A: Cono di turbolenza di scia, nessun moto ascendente organizzato
B: Onde laterali

C: Percorso ideale di un aliante per attraversare la scia di un picco isolato.

Cercare i migliori valori netti del variometro partendo con vento 3/4 al traverso in coda, girare di 90° verso il vento «surfando» l'onda; una volta nel cono, attraversarlo velocemente con il percorso più breve possibile, cercare l'onda dall'altra parte e ripetere lo stesso procedimento.

La particolarità più sorprendente di queste cime isolate è la presenza di forte salita di convergenza che rafforza la salita dell'onda sottovento, ai piedi del cono; è quasi sempre in-

dicato da un grande fractocumulo in rapida evoluzione. Il diagramma 6.5.10 illustra il principio di questa situazione.



6.5.10 La sinergia tra l'onda di sottovento e la doppia convergenza. Il rimbalzo di sottovento è rinforzato, ed è molto vicino alla cima, spesso al piede del cono. La nuvola d'onda di convergenza sottovento può essere vista sulla foto satellitare!

La Fig. 6.5.11 mostra la traccia di un tipico volo che esplora questo fenomeno. Dopo essere arrivato sopravento alla montagna e aver fatto qualche passaggio per cavalcare proprio sopra la cima, il pilota passa pochi metri sopra la vetta e si lascia portare via esattamente sottovento (controllare la bussola), fino a trovare l'onda di convergenza sottovento.

Data l'accelerazione del vento sotto la vetta, la velocità al suolo aumenta notevolmente ben al di sopra dei 400 km/h, ma non viene percepita dal pilota e dalla macchina. Certo, il passaggio nel «vuoto d'aria» è impressionante (fino a -12 m/s), ma lo è ancora di più la calma e la potenza del movimento ascendente (+9 m/s). Bisogna fare attenzione a sollevare il muso dell'aliante non appena il vario è tornato a zero, perché a tale velocità, ci si sposta rapidamente dall'altra parte del sottile strato ascendente e si ritornerebbe nella discesa del «vuoto d'aria». I primi secondi di salita sono quindi largamente più bassi della cima della montagna ed esattamente di fronte ad essa, si può anche provare il volo stazionario.

È bellissimo. In meno di un minuto ricompare l'orizzonte e poi tutto viene usato convenzionalmente, ma la larghezza dell'ascensione diminuisce con l'altitudine, come il vulcano; in cima alla salita, non c'è praticamente linea retta durante le «figure a otto».

Come previsto, la velocità verticale diminuisce rapidamente e in questo caso non è superiore a 3 m/s a 6.000 m. Non

ho mai visto la nuvola a forma di ferro di cavallo attorno a un vulcano della Patagonia. Esistono forse nei giorni di forte nuvolosità sottovento, ma non possiamo avvicinarli in tali condizioni.

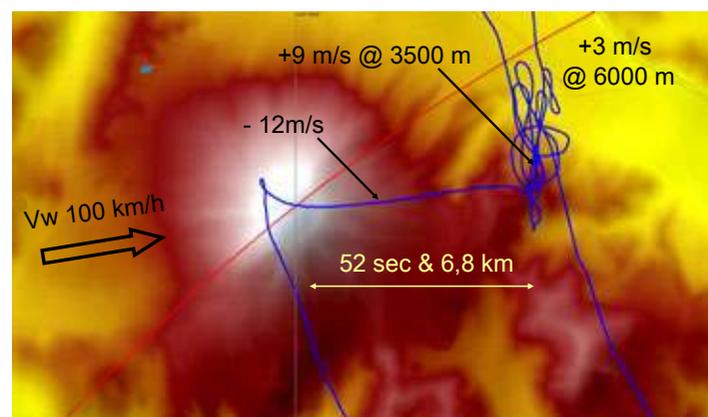


Fig. 6.5.11 Schema di un tipico volo di esplorazione, seguendo un percorso «vento in coda» direttamente sopra la cima della montagna (100 m di margine di sicurezza durante questo volo). Notare la velocità tra la vetta ed il rimbalzo, 6,8 km in 52 s pari a 470 km/h.

La Foto 6.5.12 mostra un esempio di materializzazione sia delle «nuvole di onda di scia» disposte obliquamente rispetto all'asse del vento, sia della nuvola di rotore dell'onda di convergenza al centro del cono di turbolenza, direttamente al piede del vulcano Lanin. Questa situazione è ideale, il percorso è chiaro. Questo rotore è mostrato nella foto 6.5.12a, presa dal lato di sopravvento appena prima che il pilota vada sottovento per mettersi davanti alla nuvola, foto 6.5.12b.



fig 6.5.12 Avvicinandosi al vulcano Lanin, surfando sulle onde oblique rispetto al vento.

A: Rotore di convergenza dell'onda di sottovento. Nessuna esitazione, è fantastico



6. Le onde atipiche



Fig. 6.5.12a, Rotore misto "convergenza-rimbalzo", visto dal lato sopravvento.



Fig. 6.5.12b, volando verso il rotore misto "convergenza-rimbalzo", visto dal lato sottovento.



Fig. 6.5.12c In volo quasi stazionario, contro vento e di fronte al vulcano Lanin, come in un ascensore, vario + 6 m/s.

La foto 6.5.13 mostra la stessa situazione nel caso del vulcano Osorno. Il rotore di convergenza è ben identificato e la vicinanza permette di vedere un solo cumulo di onda di scia». Come di consueto, il Cile è coperto 8/8 e l'aeroporto alternativo di Osorno, situato a 70 km a ovest del vulcano, è quindi inaccessibile: bisogna stare in alto, perché l'unica possibilità di atterraggio rimane Bariloche, 120 km sottovento.

Per concludere, se è vero che questi esempi sono emblematici del paese dei vulcani, il lettore dovrebbe ricordare che questo principio vale per tutte le singole vette, anche se l'evidenza visiva non è così manifesta come in queste foto. Durante gli attraversamenti laterali e sottovento di vette o singole montagne, numerose difficoltà impreviste sono dovute alla mancanza di risposte adeguate, sulla base delle considerazioni precedenti.

Nel mondo intero, il pilota avrà tutto l'interesse ad avvicinarsi a una montagna isolata da un lato con un angolo di 20-30° controvento. Anche se queste «onde di scia» non sono sede di forti correnti ascensionali, permettono di guadagnare ogni volta qualche centinaio di metri e quindi di arrivare finalmente alla prima onda sottovento in condizioni migliori. L'onda di scia è relativamente limitata in altitudine, tra una e due volte l'altezza dell'ostacolo. Risulta quindi particolarmente utile a bassa quota, soprattutto all'altezza delle creste.

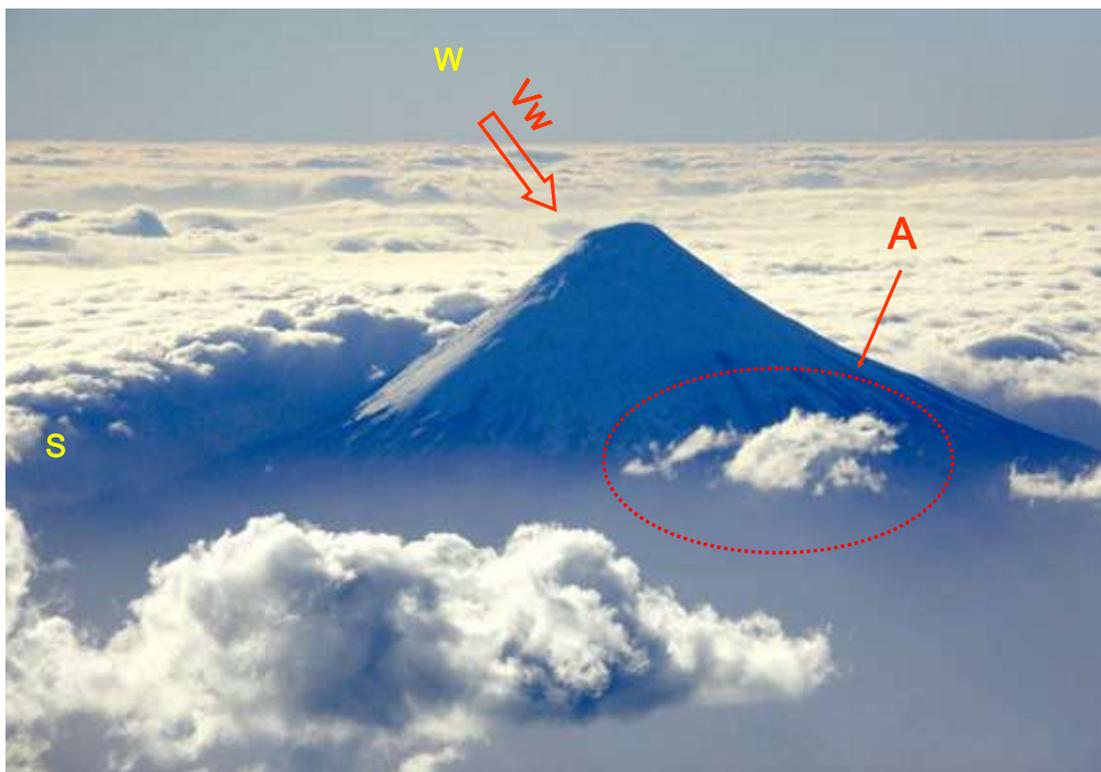


Fig. 6.5.13 Vulcano Osorno nel cuore del Cile ai margini dell'Oceano Pacifico. La nube del rotore fractocumulo (A) è esattamente nell'asse del vento, dove si sta formando la prima ascendenza, un misto di convergenza e onda di rimbalzo.



Il bordo d'attacco frangiato caratterizza la nube pseudo lenticolare del salto idraulico, a mo' di pettine. Questa è piaciuta molto a Sebastian Kawa.



La trasposizione nell'atmosfera della teoria del salto idraulico, identificata e trascritta in equazioni da Giorgio Bidone nel 1819, e l'individuazione dei suoi segni precursori e del metodo per il suo sfruttamento, sono senza dubbio la maggiore scoperta per il volo a vela nell'ultima decade. È sorprendente se non preoccupante notare che ingegneri e architetti continuano a modificare la natura, mentre si dimenticano di considerare cosa il signor Bidone scrisse esattamente due secoli fa, con conseguenti tragedie che classifichiamo come disastri naturali mentre ne sono direttamente e pienamente responsabili gli uomini.

A tutt'oggi non ci sono pubblicazioni ad uso aeronautico, né autorevoli riferimenti nella meteorologia per il volo a vela che menzionino questo fenomeno, e ancor meno vengono menzionate le sue conseguenze, che possono essere tragiche se il pilota non capisce rapidamente cosa stia succedendo. Conseguenze che possono anche essere straordinarie e permettere di ottenere record mondiali a una media di oltre 300km/h e distanze di oltre 3.000 km.

Così come nel capitolo sulla teoria delle onde, è fortemente raccomandato di procurarsi almeno una conoscenza di base dei principi e delle formule associate alla teoria del salto che

in apparenza sono molto semplici. In realtà noi non conosciamo ancora quando e perché questo fenomeno si inneschi. Per il pilota di aliante è molto più importante capire come sfruttare questa energia, piuttosto del perché il salto sia presente. Meglio sapere cosa sta per accadere che semplicemente subirne gli effetti.

Questo fenomeno si sviluppa in primis alle medie altitudini (4/5.000 m), per cui le restrizioni dello spazio aereo presenti lungo le Alpi probabilmente non ci permetteranno di sfruttare il fenomeno così facilmente come nei Pirenei o nelle Cordigliera delle Ande; vedremo comunque che è importante identificarne la presenza.

Immaginiamo per un momento di essere in grado di seguire i bordi del Mediterraneo a 6/10.000 m di quota e a 80 km dalla costa, e avremo un'idea di cosa teoricamente potrebbe essere realizzato. [Realizzato il 13 gennaio 2022 con vento di bora lungo la costa dalmata da Bernard Dobre e Luka Znidarsic, volo di 1.300 km. Ed.]

Spero che questo capitolo venga ripreso e che i nostri ricercatori di fisica, meteorologia e previsori meteo ci suggeriscano soluzioni utili prima che si vada a volare sotto altri cieli.



7. Il salto idraulico (Salto di

7.1 Introduzione di Giorgio Bidone e del suo “salto”

Confesso che sono un po' imbarazzato a scrivere del salto di Bidone perché questa è la prima pubblicazione tecnico-scientifica sull'argomento ad uso dei piloti di aliante o di aerei leggeri. Da un punto di vista personale, il mio rapporto con il salto di Bidone è curioso e merita alcune premesse.

Nel 1969, dopo essermi laureato in due delle maggiori scuole francesi di ingegneria (Arts et Métiers di Parigi e Polytechnique di Grenoble), con specializzazione in turbo-macchine e aerodinamica, fui assunto dalla ditta (americana) leader mondiale nella progettazione e costruzione di macchine per la produzione di carta con sede a Pinerolo. Nel 1970 ho partecipato alla progettazione della parte idraulica di una macchina per la produzione di carta alla velocità rivoluzionaria di 30 m/s (il doppio dello stato di quell'arte a quel tempo); il capo ingegnere (peruviano) venne da me e mi chiese se avessi preso in considerazione nel mio progetto le conseguenze del “salto di Bidone”. Imbarazzato, guardando in basso e a bassa voce, risposi “Nossignore, non so cosa sia”. Come un buon padre, egli mi indicò la libreria aziendale, pregandomi di non lasciarla finché non avessi capito tutto sull'argomento. Ero convinto che la Francia mi avesse insegnato tutto quello che era possibile conoscere ma un peruviano, di una ditta americana con base in Italia, mi diede una buona lezione di umiltà. Bidone letto, capito, applicato... e successivamente dimenticato!

Nove anni dopo, nel 1979, la mia cara e amata moglie ha partorito nostro figlio a Torino presso la clinica chiamata “Sedes Sapientiae - Clinica Bidone”, situata al n° 31 di via Giorgio Bidone. Segno premonitore che a quel tempo non seppi interpretare, e dopo alcuni giorni Giorgio Bidone scomparve nuovamente nella parte più nascosta del mio cervello.

Fu soltanto 24 anni dopo, il 25 novembre 2003, proprio nel mezzo della Pampa secca, il deserto della Patagonia, che Giorgio Bidone mi ritornò in mente durante un volo iniziato in onda e trasformatosi in un'agonia. I miei neuroni sopravvissuti riesumarono rapidamente il “salto di Bidone” dal profondo della memoria; questo mi permise di individuare il problema e trovarne la soluzione in modo da poterlo poi riconoscere, capire e applicare, in modo tale da non poterlo più dimenticare; ho così deciso di andare alle radici della trasposizione dall'idraulica all'atmosfera. Spero che questo capitolo pieno di novità attiri la vostra attenzione.

L'avventura del “salto di Bidone” iniziò nel 1738, quando Daniel Bernoulli, matematico e fisico svizzero, scrisse la fondamentale equazione dell'idrodinamica, collegando la velocità del flusso (energia cinetica) all'altezza della caduta

(energia potenziale), semplificandola considerando un fluido non comprimibile, non rotante e non viscoso, come dell'acqua che scorre in un canale o tubo.

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Bernoulli scrisse che l'energia totale è costante, essendo la somma dell'energia potenziale, dell'energia cinetica e dell'energia delle forze di pressione (quest'ultima non è considerata negli esempi che seguono).

Ognuno di noi ha esperienza dei tubi d'acqua flessibili, con i quali schiacciando l'estremità del tubo si ottiene un getto d'acqua più lontano o più alto. Quindi, secondo la formula di Bernoulli rileviamo che per far salire un getto a 10 m sarà necessario che la sua velocità sia $(2 \times 9,81 \times 10)^{0,5} = 14 \text{ m/s}$, non considerando le perdite per attrito.

Gli studi di Bernoulli furono sostanzialmente ripresi e perfezionati dal matematico e fisico idraulico Leonard Euler nel 1755; i suoi teoremi ed equazioni fanno ancora parte dei programmi di istruzione superiore. Sessantaquattro anni dopo, il 12 dicembre 1819, il matematico ed ingegnere idraulico Giorgio Bidone presentò all'Accademia delle Scienze di Torino la tesi (Rif.2) di 112 pagine intitolata “ESPERIMENTI SUI VORTICI E SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE”¹.

Questo lavoro fondamentale è scaricabile al link http://top-fly.free.fr/BIDONE_SALTO_1819.pdf

Giorgio Bidone osservò (Fig. 7.1.1) che quando un fluido che scorre libero in un canale è rallentato da un ostacolo (es. una diga MN), forma un rigonfiamento (BR) a qualche distanza a monte di questo ostacolo, tale che la superficie del rigonfiamento è fortemente convessa (il disegno lo rappresenta come molto turbolento) e che tutte le sezioni del flusso prese lungo la lunghezza del rigonfiamento (da R ad A), hanno un'altezza maggiore di quella che aveva prima che della costruzione della diga; questa lunghezza (DA) è chiamata l'estensione del vortice, del salto. Da notare anche che il livello della superficie sopra la diga (RP) è tutt'altro che stabile, anzi fluttua regolarmente.

¹ A quel tempo l'Italia non esisteva, il francese era la lingua ufficiale del Regno di Piemonte, mentre il popolo parlava piemontese, un dialetto occitano derivato dalla lingua d'Oc. In francese antico, la parola “remous” era scritta senza la “s” finale. Torino era la capitale del Regno di Piemonte e Sardegna, dal 1814 appartenente a Casa Savoia, la cui sede fu trasferita da Chambéry a Torino. L'Italia non nacque prima del 1848, a seguito delle insurrezioni e della guerra contro i Borboni e gli Austriaci.



In particolare, Bidone osservò che *“l'improvvisa transizione da pendenza ripida a una pendenza più dolce o in salita, ...”* *“dei corpi o delle opere nel letto del flusso; tutti questi ostacoli, io dico, causeranno vortici, la cui altezza ed estensione seguiranno un processo simile a quello abbiamo appena mostrato”*.

Queste osservazioni sono essenziali per capire e prevedere l'equivalente fenomeno nell'atmosfera.

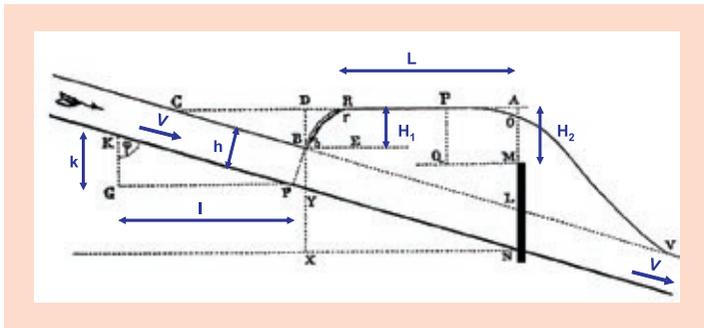


Fig. 7.1.1 Il rigonfiamento, vortici, descritti da Giorgio Bidone nel 1819

- H_1 : Altezza del rigonfiamento rispetto al livello del flusso a monte
- H_2 : Altezza del rigonfiamento rispetto all'ostacolo
- h : altezza della vena fluida a monte
- V : Velocità del fluido a monte

Da notare che la superficie BR è disegnata mostrando una forte turbolenza

L'altezza del vortice (oggi chiamato "salto") è funzione diretta della differenza tra la velocità prima e dopo il rallentamento. Torniamo al principio di conservazione dell'energia, escludendo le perdite di attrito. Questa altezza è il risultato della differenza di energia cinetica prima e dopo il rallentamento, secondo la legge di Bernoulli. Giorgio Bidone dice anche: *“nel caso delle foci dei fiumi, le acque del mare possono essere considerate come respinte da una diga di lunghezza infinita. L'altezza della salita sarà pertanto uguale alla quantità di energia e crescerà con la velocità”*. L'onda di marea [nei fiumi] fu pertanto calcolata circa 200 anni fa!

Nella seconda parte, dal titolo *“Esperimenti sulla propagazione dell'onda”* Giorgio Bidone espresse al meglio la sua curiosità scientifica giustificandosi così:

«Intendo sperimentare come avviene la propagazione dell'onda e comparare i risultati con quelli delle formule di M. Poisson² nelle sue eccellenti e sapienti tesi sulla teoria delle onde³». Questi esperimenti non ebbero un impatto diretto sull'oggetto che ci interessa, ma semplicemente confermarono le teorie di Poisson.

Le conclusioni di Bidone non mancavano di umorismo: *«la corrispondenza tra i risultati degli esperimenti con quelli della formula è così soddisfacente che non ci può aiutare ma ci evidenzia quanto non siano necessari e spesso dannosi per il progresso dell'idrometria i tentativi abbastanza frequenti su questo argomento che non siano diretti e comprovati da una teoria rigorosa e un approfondito studio di leggi della meccanica»*.

Osservazioni da comparare con quelle del § 6.4, sulle componenti creative e critiche dei tentativi di spiegare fenomeni meteorologici ancora non compresi.

Sebbene alcune equazioni proposte da Bidone siano piuttosto complesse, il suo lavoro rimane relativamente basilico, perché sembra considerare solo l'aspetto dell'energia e non quello del moto, cioè il prodotto della massa per la velocità. Una grande quantità di energia viene effettivamente consumata dai vortici. Il lavoro di Bidone venne ripreso e permanentemente trasposto in equazioni solo cinquant'anni dopo, da Bresse (1890), Darcy e Bazin (1865), i teoremi dei quali sono tuttora alla base delle leggi dell'idrodinamica.

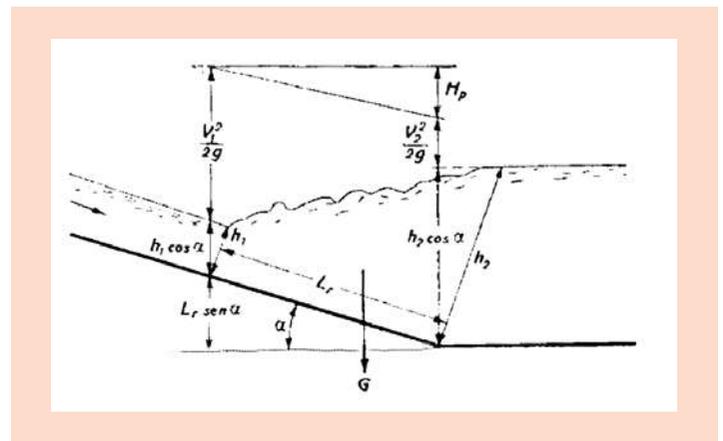


Fig. 7.1.2 Esempio di salto di Bidone causato dal rallentamento dovuto al cambio di pendenza. Noi adesso sappiamo come calcolare la posizione del salto, la sua altezza e lunghezza. Questa figura è significativa in quanto rappresenta l'equivalente idraulico di molte situazioni incontrate in volo.

Come possiamo individuare un salto idraulico in un canale? Ci sono parecchie possibilità per lo stesso risultato. Vediamo alcuni esempi.

² Siméon Poisson, uno studente di Lagrange e Laplace all'École Polytechnique di Parigi, membro della Accademia delle Scienze, è l'autore di un gran numero di teorie matematiche e leggi fondamentali della fisica.

³ Memorandum della Accademia delle Scienze di Parigi

7. Il salto idraulico (Salto di

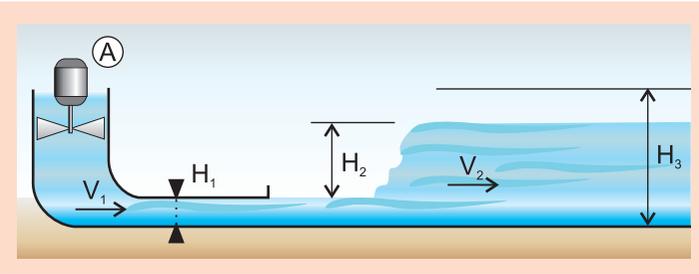


Fig. 7.1.3a Canale di uscita da una turbina idraulica (A). La velocità V_1 è circa 10 volte più grande della velocità del canale di uscita all'aria aperta che può essere il letto del fiume. Gli argini devono essere progettati con un'altezza sufficiente (H_3) per contenere il nuovo livello dell'acqua (H_2). E' possibile fare surf sulla cresta dell'onda.

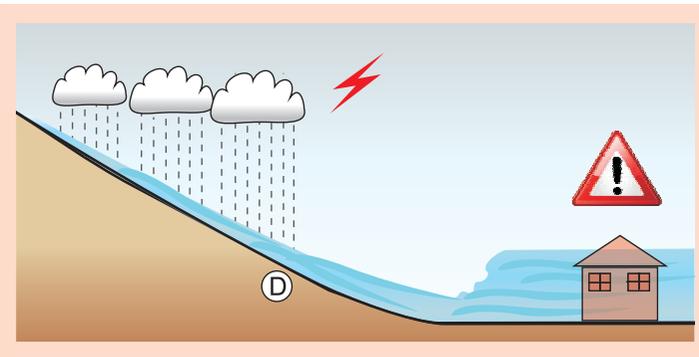


Fig. 7.1.3b L'uomo ha cementificato i torrenti e i ruscelli delle colline. Durante le forti piogge, l'acqua scende ad alta velocità e con un sottile strato nei canali di drenaggio (D) per poi rallentare quando arriverà in pianura. Il livello crescerà bruscamente di parecchi metri con danni catastrofici.

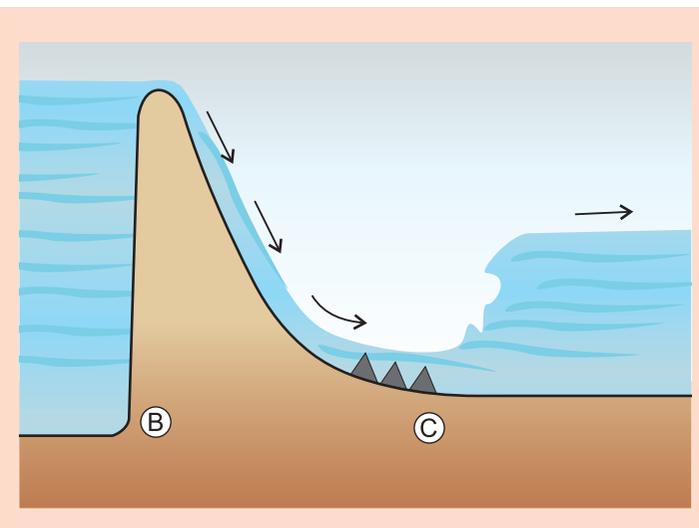


Fig. 7.1.3c Per evitare i suddetti pericoli durante i trabocchi dei filatoi delle dighe (B), si costruiscono dei rallentatori (C). Il flusso a bassa velocità ed il livello alto possono facilmente essere incanalati. La velocità bassa ridurrà anche l'erosione degli argini e dei canali.

7.2 Introduzione a Froude e alla meteorologia delle montagne.

Nello stesso periodo (1840-1860), l'architetto navale inglese William Froude osservò che durante il traino di una barca in un canale con un cavallo, il flusso dell'acqua cambia drammaticamente oltre una certa velocità della barca. Froude costruì un laboratorio nel quale studiò il comportamento di modelli di navi trainate e scoprì che il fenomeno rimaneva simile quando la velocità del modello variava con il quadrato della sua lunghezza. Definì la relazione tra la lunghezza dello scafo e la massima velocità della nave come segue:

$$Fr_1 = \frac{v}{C} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Definì così un numero caratteristico, in cui v = velocità del flusso, g = accelerazione dovuta alla gravità e h = lunghezza caratteristica della barca o l'altezza dell'acqua nel canale.

Ricordiamo che il termine $C = \sqrt{g \cdot h}$ esprime la velocità di propagazione in acque poco profonde.

Comparando questa formula con quella di Bernoulli $\sqrt{v} \approx \sqrt{g \cdot h}$ $2 \cdot g \cdot h$ vediamo che il numero di Froude non è altro che il rapporto tra l'energia cinetica e l'energia potenziale dovuta alla gravità, non considerando il coefficiente $(2)^{0,5}$ pari a 1,4.

Quando entrambi le energie sono identiche, questo numero è uguale a 1 ed è il confine tra i due tipi di flusso. Citiamo⁴:

- « $Fr > 1$: Flusso torrenziale supercritico con livello basso dell'acqua e alta velocità (equivalente al volo supersonico). In questo regime il fluido è "tirato" dalle forze che lo muovono (più frequentemente la gravità) senza che la massa del fluido a valle lo influenzi.
- $Fr < 1$: Fiume con flusso subcritico, con un alto livello dell'acqua e bassa velocità (equivalente al volo subsonico). Questo regime è "guidato dal flusso a valle". Il comportamento delle particelle in movimento è vincolato da quelle che la precedono.

La transizione da regime torrenziale al regime fluviale causa un salto idraulico dove il livello dell'acqua cresce bruscamente.»

In termini semplici, quando un fluido - che sia acqua, aria o per esempio veicoli in autostrada - che arriva ad una velocità più alta di quella che il canale o l'autostrada può accettare ne consegue che tutto deve rallentare e se il fluido non è comprimibile le particelle verranno accatastate una sull'altra; ciò spiega anche i tamponamenti a catena in autostrada. Nell'atmosfera la situazione è molto più complessa, perché il fluido non solo è comprimibile, ma la sua densità, la sua temperatura effettiva, la sua temperatura potenziale⁵ come

pure il suo gradiente di velocità variano con l'altitudine, la posizione e nel tempo.

A complicare il tutto, la forma dell'ostacolo è infinitamente variabile e spesso sconosciuta in quanto può essere una massa d'aria che scorre in un flusso, suscettibile della formazione di onde, invisibile, deformabile e con movimenti imprevedibili, almeno con le conoscenze attuali.

Ma cosa ha tutto questo a che fare con il volo a vela e l'onda? Vediamo cosa dice Wikipedia francese (un riferimento divulgativo che non ha valore di Vangelo! Wiki in inglese non comprende l'utilizzo delle teorie di Froude per la meteorologia di montagna).

« **Nella meteorologia delle montagne**

Il numero di Froude viene utilizzato in meteorologia per calcolare se le onde di gravità sono generate dall'aria che scorre attraverso una barriera come ad esempio una catena montuosa. In questo caso, l'energia potenziale dipende non solo dal peso delle particelle d'aria, ma anche dalla spinta esercitata su di essa nell'atmosfera. Infatti, se la particella d'aria è meno densa rispetto al suo ambiente, sarà spinta verso l'alto e viceversa se è più densa.

Il numero di Froude qui diventa il rapporto tra la velocità orizzontale (U) del movimento della particella d'aria, ed il potenziale da superare (h: l'altezza dell'ostacolo), che dipende anche dalla stabilità dell'aria. La massa d'aria disturbata dalla presenza di un ostacolo verticale è soggetta a un'onda di gravità ed inizia ad oscillare con la frequenza di Brunt-Vaisala (N). Il numero di Froude è espresso come:

$$Fr = \frac{U}{Nh}$$

[Questa è il rapporto tra la velocità del vento e la velocità di propagazione delle onde]

Insieme a
$$N = \sqrt{\frac{g}{\theta} \frac{d\theta}{dh}}$$

Dove U è la velocità del movimento, h è l'altezza sopra il suolo, g = 9,81m/s², θ è la temperatura potenziale dell'aria.

Altri autori definiscono il numero di Froude come:

$$Fr = \frac{\pi U}{NW_i}$$

⁴ http://fr.wikipedia.org/wiki/Nombre_de_Froude.

Soggetto alle riserve riguardanti le comparazioni tra velocità subsoniche e supersoniche.

⁵ Vedere § 5.2

⁶ Vedere § 5.2, formula de Queney e Lyra, calcolo del periodo dell'onda.

Dove Wt è lo spessore trasversale della montagna (Rif. 11).

Valori critici

- **Fr < 1** : Venti deboli dove il flusso gira intorno oppure è bloccato dall'ostacolo;
- **Fr = 1** : Bassa stabilità e forti venti con creazione di oscillazioni a valle dell'ostacolo;
- **Fr > 1** : La lunghezza d'onda è maggiore di quella della barriera. Creazione di una zona morta dietro l'ostacolo. Accelerazione del vento in vetta e dopo una lunghezza pari a circa tre volte la lunghezza dell'ostacolo, il flusso riprende le sue caratteristiche iniziali.»

Questo approccio è forse teoricamente corretto, ma non ne condivido affatto le conclusioni, perché la mia esperienza di decine di esplorazioni di salti idraulici atmosferici nell'arco di un decennio mi ha dimostrato il contrario, e in particolare che:

- Per Fr < 1, il vento, che può essere sia molto debole (20 km/h) che molto forte (visto in volo fino a 180 km/h), ovviamente passa sempre sopra la montagna, tranne in parte per i vulcani isolati; le onde stazionarie esistono ancora se le condizioni termodinamiche (vedi § 5.2) lo consentono.
- Per Fr = 1, come sopra e non direttamente correlato alla stabilità
- Per Fr > 1, la presenza del salto idraulico è infatti possibile, ma tutt'altro che certa. Ogni volta che è stato possibile calcolare Fr dopo un volo in un salto idraulico, il risultato è stato infatti > 1. La zona morta avente una lunghezza pari a circa tre volte la lunghezza dell'ostacolo è stata verificata in alcuni casi, ma abbiamo anche volato in salti idraulici in cui la lunghezza era nulla o addirittura negativa (il fronte del salto sale sopravento all'ostacolo) o enormi, diverse centinaia chilometri. Ciò suggerisce che l'ostacolo in realtà non fosse la catena montuosa visibile, ma un'altra forma di rilievo invisibile, come un'altra massa d'aria, o grandi cambiamenti delle caratteristiche della stessa massa d'aria (in pratica un'altra massa d'aria). O che l'ostacolo sia solo l'innescò di un fenomeno che può prosperare da solo e in autonomia, percorrendo grandi distanze.

7.3 Materializzazioni atmosferiche e come sfruttarle.

La caratterizzazione e la modellazione atmosferica del salto idraulico sono ancora in fase di sviluppo. Tutto è praticamente nelle mani degli americani che iniziano sempre con il fenomeno iconico della Owens Valley, che era già il punto

7. Il salto idraulico (Salto di

di Sierra Wave Project. Alla fine, hanno capito che ciò che a volte accadeva in questo posto non aveva nulla a che fare con le onde di risonanza e la University of Utah State continua a finanziare la ricerca su questo argomento sotto il nome «T-REX» acronimo di «Terrain Induced Rotor Experiment» che coinvolge velivoli di tutti i tipi, compresi i jet BAe 146 e Gulfstream V, vedere la figura 7.3 .1.

La scelta del nome T-REX ha ovviamente a che fare con il famoso Tirannosaurus Rex, data la violenza del fenomeno osservato, capace di distruggere un aereo in volo. Questo programma ha coinvolto scienziati di primo piano come Vanda Grubišić, Joachim Kuettner e una dozzina di altri scienziati dello stesso calibro. Tutti i risultati sono pubblicati su Internet e su riviste specializzate.

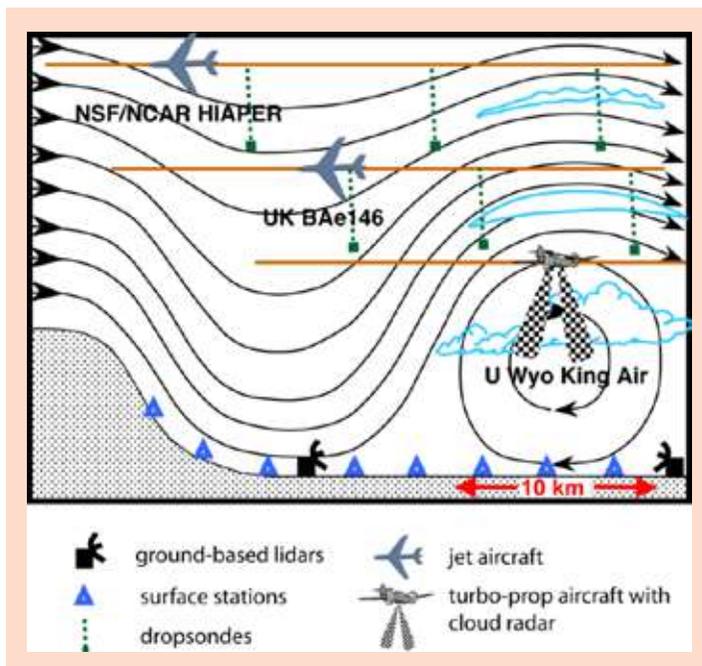


Fig. 7.3.1 Schema del programma di ricerca del T-REX (Terrain Induced Rotor Experiment), 2006.

Quando le condizioni del vento e di isentropia (vale a dire, temperatura e stabilità) sono favorevoli, il salto idraulico che si forma a questo punto è, per quanto ne so, il più maestoso conosciuto sul pianeta. Ma questa è solo una forma di espressione del salto idraulico, probabilmente la più semplice. Rappresenta esattamente le figure 7.1.2 e 7.1.3.b. Vedi foto 7.3.2.

⁷ <http://www.eol.ucar.edu/projects/trex/>

et http://www.inscc.utah.edu/~whiteman/T_REX/

⁸ l'isentropia è la variazione relativa della temperatura potenziale. Vedi §5.



Fig. 7.3.2. Il salto idraulico caratteristico della Owens Valley negli anni '50. A bassa quota si forma un flusso supercritico estremamente turbolento e più veloce del flusso generale, al punto da sollevare la polvere, e tutto si arresta bruscamente in un fronte quasi verticale, fino alla quota di condensazione, dove le velocità tornano ad essere quelle del flusso generale.

Nel novembre 2011 ho approfittato della presenza di ceneri vulcaniche trasportate dal vento che mostravano fenomeni ondulatori nello strato turbolento, per fotografare due salti idraulici, uno generato da una morfologia a «campana», come la Owens Valley (fig. 7.3.3 e 4), e l'altro (fig.7.3.5) da un naturale rallentamento in pianura, dove mi era sconosciuta la causa della presenza di un flusso supercritico, che ho poi attribuito al fatto che quando il terreno non presenta più pendenze, il flusso rallenterà per adeguarsi alla velocità generale risultante dal gradiente di pressione (vedi § 1.4 e fig. 1.13.).

Questo rallentamento è improvviso, come richiesto da Bidone. La cenere viene sollevata verticalmente fino al livello di condensazione. Si noti che in tutti i casi la parte di atmosfera sopra il livello di condensazione è completamente priva di ceneri, sebbene siano presenti nubi lenticolari.

L'ascendenza sopra le nuvole è infatti di tipo ondulatorio, non c'è trasferimento di materia, ma solo di energia.



Fig. 7.3.3. Particolare del fronte di un caratteristico salto idraulico sottovento al Cuyin Manzan nei pressi di Bari-loche, ben evidenziato dalla cenere. Da notare l'estrema turbolenza a ridosso del suolo, nel flusso supercritico che si muove ad una velocità superiore al flusso generale quindi la salita quasi verticale fino alla nube di condensazione, in questo caso impropriamente chiamata "rotore".



Fig. 7.3.4. Panoramica del salto di fig 7.3.3 da confrontare con la fig. 7.3.2 della Valle di Owens. Notare in entrambi i casi la forte turbolenza vicino al suolo, che strappa la terra e la polvere, quindi la spinge in quota.



7. Il salto idraulico (Salto di

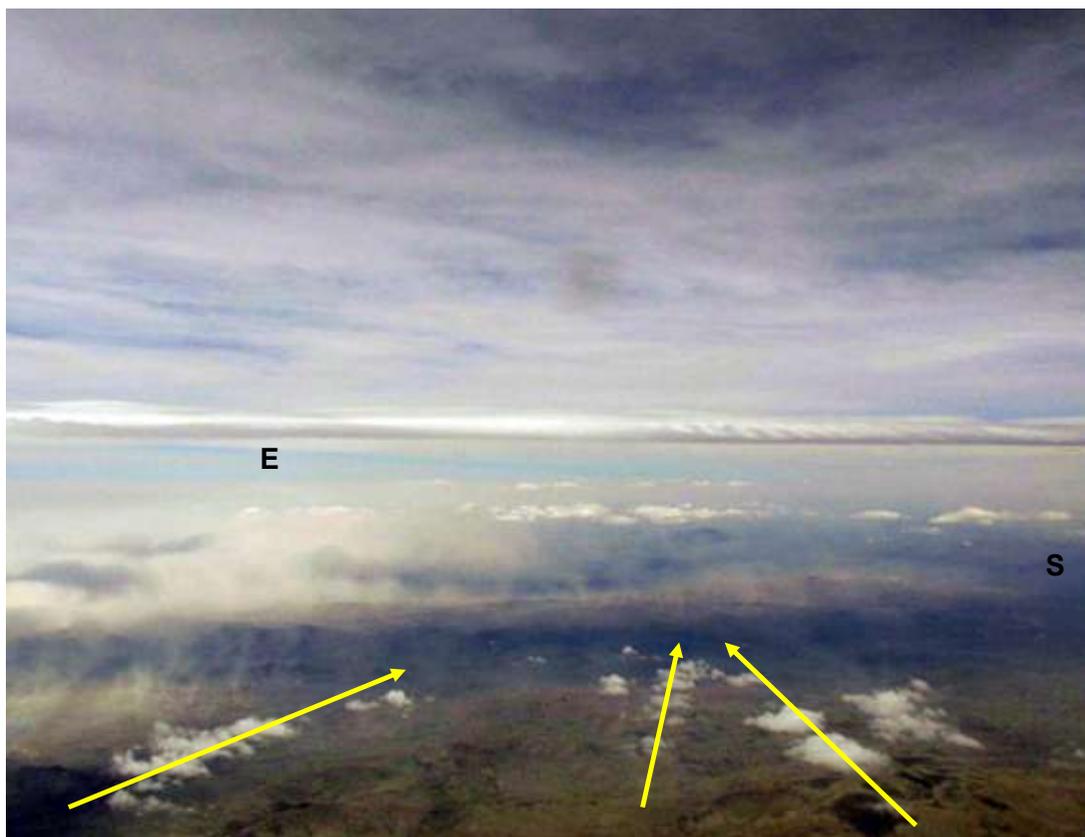


Fig. 7.3.5. Materializzazione di un salto idraulico su una pianura, a 50 km dalle montagne. Da notare la presenza di nuvole (frecciate) allineate col vento che finiscono esattamente davanti al salto. Queste sono le nuvole di Kelvin-Helmholtz, descritte più avanti. Sopra il livello di condensazione l'aria è limpida e una nuvola pseudo-lenticolare mostra la parte superiore della parte anteriore del salto (stimata a 8.000 m).

La nostra esperienza ci ha permesso di individuare almeno tre tipologie di salti idraulici utilizzabili dagli alianti, ognuno dei tre in modo diverso, a seconda delle limitazioni dello spazio aereo. La situazione non è sempre semplice come quella osservata nelle foto 7.3. e l'ascendenza utilizzabile può iniziare non prima di 4/5.000 m, quota che deve essere pazientemente raggiunta utilizzando la classica onda di rimbalzo posizionata sottovento lontano dal fronte del salto.

Tutti i salti hanno una causa comune: una corrente di fluido che si muove ad una velocità maggiore di quella che deriva dalle differenze di pressione, oggi facilmente calcolabili e prevedibili. Perché questo flusso «supercritico» si innesca in un certo luogo e in un certo momento, quando nelle stesse condizioni di vento misurato non c'era un'ora prima e non esisterà più tra poche ore? Non ho la risposta, nessuno dei miei guru meteorologici ha voluto prendere posizione su questo. Appuntamento al prossimo decennio! Ci accontenteremo di previsioni empiriche basate su probabilità (calcolo del numero di Froude sulle previsioni del vento) e confronti con esperimenti precedenti.

7.4 Il salto indotto direttamente dall'orografia, in una valle sottovento ad una montagna.

Questo è il più classico, il più semplice da sfruttare, e anche il più stabile. Osservando i profili delle tre località attualmente note per generare (ma non sempre) splendidi salti idraulici: Owens Valley, la valle di Loncopué e la Cordillera del Viento, notiamo che questi profili sono identici. La discesa sottovento è lunga e a campana (caratteristica già rilevata dai meteorologi statunitensi); lo sfioratore della diga, appunto progettata per creare una decelerazione costante, sembra la collina parabolica del salto con gli sci. Ai piedi della collina c'è sempre un ostacolo che rallenta notevolmente il flusso. Questo è esattamente il diagramma 7.1.3c immaginato da Giorgio Bidone.

Le distanze tra la cima e il punto di innesco del salto idraulico sono dell'ordine di 15-30 km, quindi nessun collegamento con una classica cresta dell'onda sottovento per cui il punto di partenza del primo rimbalzo è di circa il 70% della lunghezza d'onda dal picco (da 5 a 7 km circa).

Nelle figure seguenti, (A) è il punto di innesco del salto idraulico. Fattore di amplificazione verticale = 3.



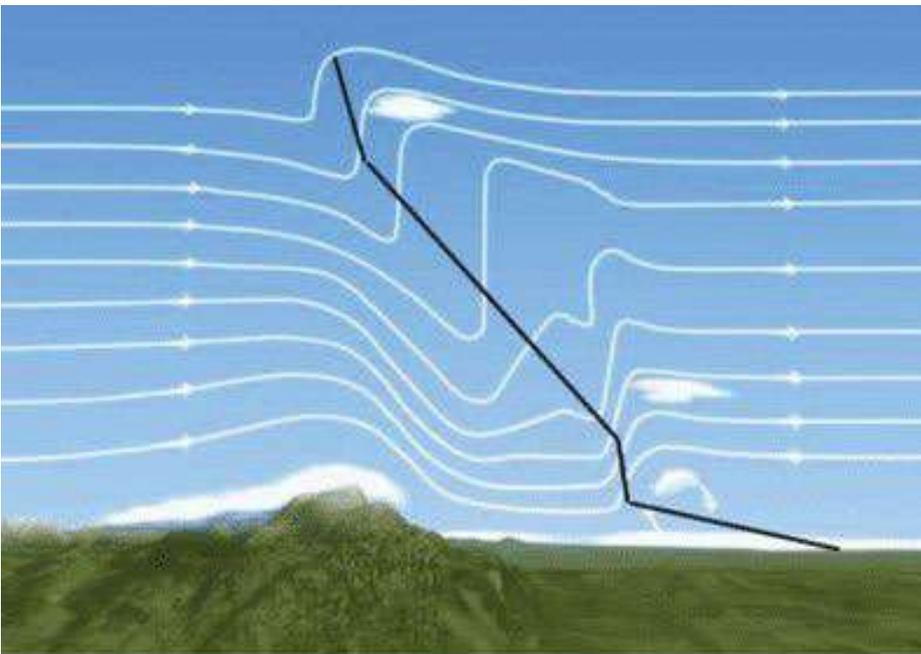
7.4.0.a Profilo della Owens Valley, all'altezza di Lone Pine (la foto 7.3.2 è invertita, Ovest a destra, l'osservatore guarda verso Sud. In questo caso, il punto d'innesco è materializzato naturalmente).



7.4.0.b Profilo della valle di Loncopué.



7.4.0.c Profilo della Cordillera del Viento, a Los Menucos.



Lo schema di questo tipo di salto è mostrato dal meteorologo di Steve Fossett in Fig. 7.4.0.d.

Fig. 7.4.0.d Schema del sistema ondulatorio generato da un vortice polare, di fatto un salto idraulico di tipica origine orografica. Le caratteristiche sono:

- un solo fronte di salto, nessuna onda secondaria o rimbalzo;
- il fronte è molto lontano dalla pedemontana, da 5 a 10 volte la lunghezza di un'onda di sottovento classica;
- la zona di massima ascendenza risale fortemente controvento, al punto da trovarsi a monte della linea di cresta (circa 10.000 m e oltre);
- la presenza di un rotore di bassa quota è possibile ma abbastanza rara.



7. Il salto idraulico (Salto di

Nel 2009, l'Organizzazione Meteorologica Mondiale ha pubblicato nel suo opuscolo n. 1038, «Processi atmosferici favorevoli al volo a vela» un piccolo articolo sul salto idraulico, che evidenzia l'attuale mancanza di conoscenze teoriche in questo campo, riportando:

«Il rotore del salto atmosferico non ha rami organizzati; questi rotori possono estendersi molto più in alto della cima della montagna e di solito sono molto più turbolenti dei rotori a onde intrappolate. I salti atmosferici sono molto meno comuni dei più familiari sistemi di onde di rimbalzo. Si sa poco su condizioni specifiche che portano a salti atmosferici piuttosto che alle onde di rimbalzo. Dagli studi sui modelli numerici, sappiamo che sono favoriti da ambienti con forti inversioni in prossimità delle montagne e gradiente verticale del vento relativamente debole».

Questo commento è accompagnato dal diagramma seguente, fig. 7.4.0, che rispecchia fedelmente sia le condizioni sopra descritte dal meteorologo di Steve Fossett sia quelle che ho incontrato durante i miei vari voli, soprattutto all'inizio, quando non avevo ancora compreso tutte le peculiarità di questo flusso. Contro questo, non c'è, fino ad oggi, nessuno studio o spiegazione per la coesistenza tra il salto idraulico e l'onda di rimbalzo (rimbalzo sinusoidale) che ho rilevato e sfruttato in diverse occasioni.

Materializzazioni di questo fenomeno sono visibili nelle fotografie 7.3.2, 3 e 4, ma è possibile, anzi abbastanza comune, che non vi sia traccia al suolo o nube di condensazione anche di livello intermedio; al contrario la pseudo-lenticolare è quasi sempre presente; se non lo è, non significa che il salto non esista. Foto 7.4.1 mostra la situazione al 28 novembre 2003.

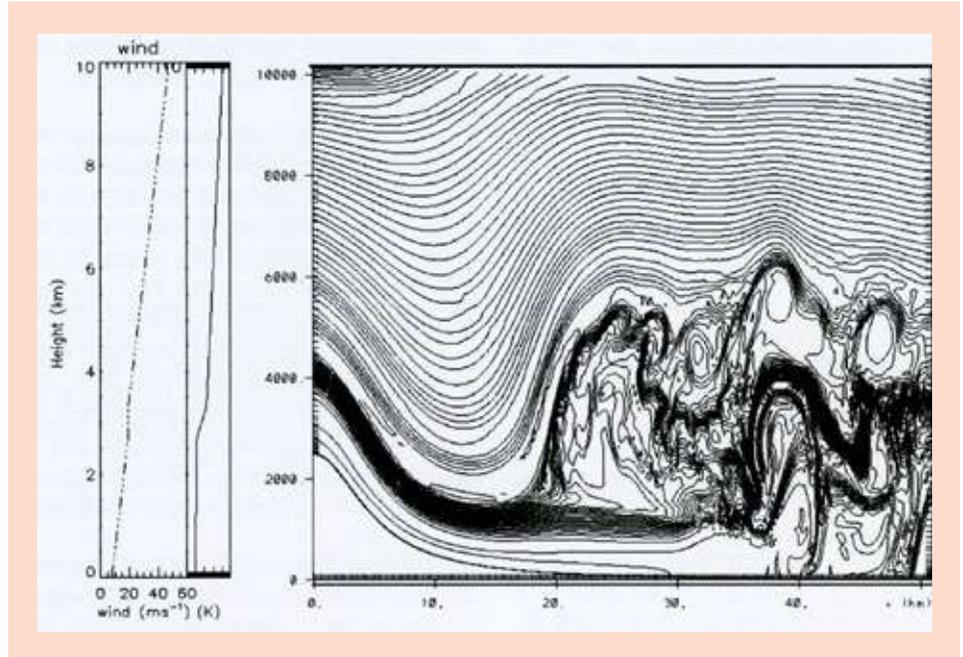


Fig. 7.4.0.e Modellizzazione di un «salto atmosferico» da parte dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, 2009.

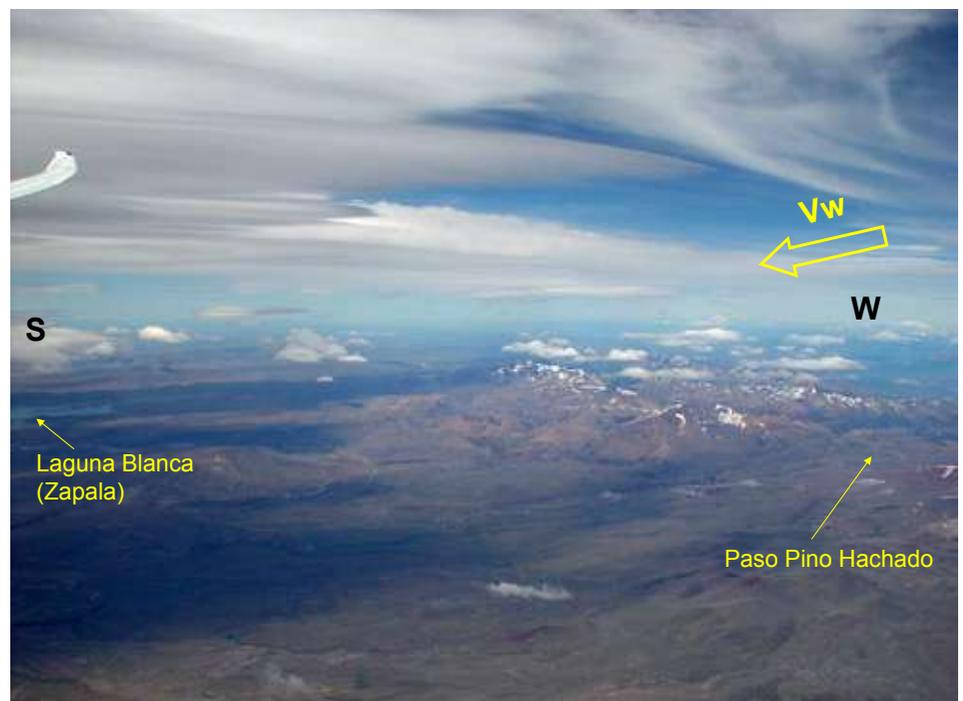


Fig. 7.4.1 Il salto idraulico nella valle del Loncopué guardando verso sud. L'aliante è a 5.000 m, la pseudo-lenticolare inizia intorno a 6.000- 7.000 m. Da notare il bordo, «sfrangiato» a pettine, caratteristico del salto idraulico. Da notare anche la presenza di onde di rimbalzo negli strati inferiori, con rotori ben marcati e lenticolari. Siamo a più di 20 km dal crinale.

Userò il termine «pseudo lenticolare» per riferirmi alla nube di condensazione d'alta quota tra 6.000 e 10.000 m, che caratterizza il salto idraulico. Il bordo d'attacco non è formato come una lenticolare in onda di rimbalzo o sottovento, mostrata dalla condensazione nella parte superiore di una sinusoide; è «sfrangiato» come un pettine, i cui denti possono estendersi per diverse centinaia di metri o anche per diversi chilometri. Questa nuvola è per lo più piatta, a differenza della curva rigonfia di una vera lenticolare; il suo bordo d'uscita non ha simmetria rispetto al bordo d'attacco, può trovarsi decine o centinaia di chilometri sottovento, è deformato, a volte dà l'impressione di «collasso» verso terra, con pioggia o neve. Questa immagine evidenzia una delle difficoltà per lo sfruttamento di questo fenomeno: la linea di energia è di forma estremamente variabile, occorre seguire i denti del pettine, «mediare», zigzagare costantemente. I valori di ascendenza possono essere modesti, ma al contrario estendersi su una distanza molto ampia. Una volta che il movimento è stato innescato dall'orografia, può talvolta mantenersi e continuare, di solito perpendicolarmente al vento generale a questa quota, che può formare un angolo significativo rispetto al vento negli strati inferiori.

È importante per il pilota discernere la pseudo-lenticolare di un salto rispetto alla lenticolare dell'onda di rimbalzo. La strategia per sfruttarla sarà diversa nel senso che si dovrebbe volare più lentamente ma più a lungo in linea (quasi) retta, perché l'ascendenza è meno forte, ma più estesa, dove come onde di rimbalzo mostra un'ascendenza molto più forte ma per meno tempo, che deve poi scendere per connettersi con il rimbalzo successivo. Personalmente non ho regole ferree, ma in genere prediligo movimenti organizzati e continui rispetto a quelli violenti e localizzati. Vediamo alcuni esempi.



Fig. 7.4.2 Siamo a 7.600 m e il «bordo d'attacco» è tipico di un salto idraulico, le frange sono molto sfilacciate, alcune si estendono addirittura oltre la cornice dell'immagine. Dove il bordo è dritto, la nuvola è «ondulata», mal definita. L'energia non è molto forte, ma si estende per almeno un centinaio di chilometri davanti a noi. Spesso per attraversare meglio un grande buco o una copertura nuvolosa, come nel caso del lato destro, è meglio rallentare e salire.



Fig. 7.4.3 Siamo a 5.500 m in rotta verso Nord, il vento è da 245° (1/4 in coda) a 50 km/h e abbiamo davanti a noi un insieme di salto idraulico, identificabile dal bordo anteriore sfrangiato e dall'assenza di bordo posteriore visibile, e di onda di rimbalzo con rotori e lenticolari sinusoidali ben definite. La zona di sollevamento all'inizio del salto è dieci chilometri davanti alla linea di salita del primo rimbalzo sottovento. Quando abbiamo raggiunto il cuore del salto, il vento è sceso gradualmente a 1 km/h durante 50 km, lì dove la frangia è più sopravvento. Sotto le frange non supera i 30-40 km/h per oltre 100 km. Al ritorno abbiamo seguito le lenticolari quindi dieci chilometri più sottovento e il vento era di nuovo 50-60 km/h.



7. Il salto idraulico (Salto di

Ecco alcune fotografie di queste frange, scattate all'altezza delle nubi, quel giorno a 7.000 m, nel salto idraulico di Cuyin Manzan, quello delle foto delle ceneri 7.3.3 e 4, che sono state prese due anni prima e a 5.000 m più in basso.

Fig. 7.4.4 Le frange di un salto idraulico viste da 7.000 m. L'aliante sta volando con vento in coda per le esigenze fotografiche; il nord è sulla punta dell'ala sinistra.

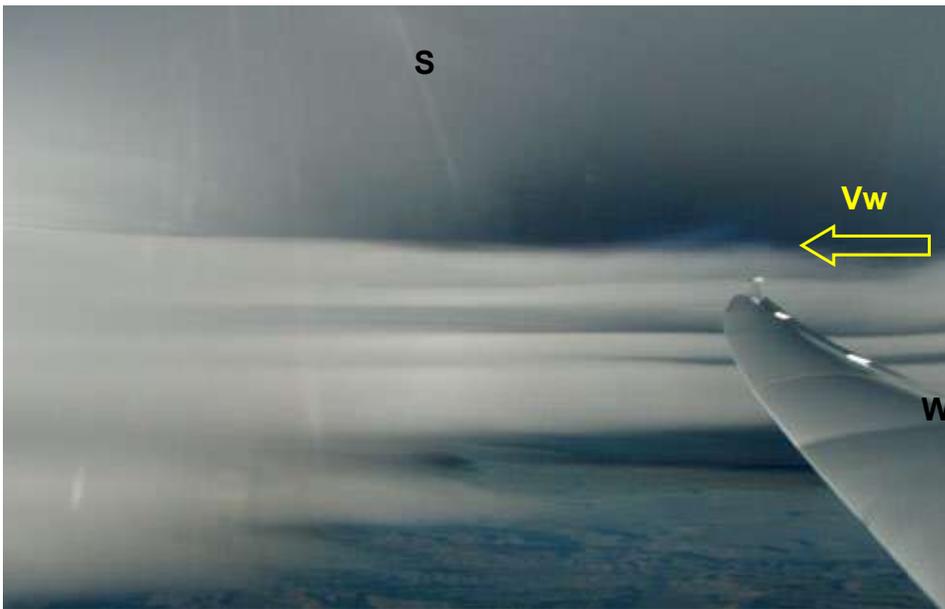


Fig. 7.4.5 Le frange di un fronte di salto idraulico viste da 7.000 m. L'aliante sta volando sottovento per le esigenze della foto, il sud è alla punta dell'ala destra.



Fig. 7.4.6 Le frange di un fronte di salto idraulico viste da 7.000 m. guardando indietro. L'aliante sta volando lungo il bordo in direzione Nord.



Figura 7.4.7 Queste frange hanno impressionato Sebastian Kawa, che le ha immortalate utilizzando un obiettivo fisheye.

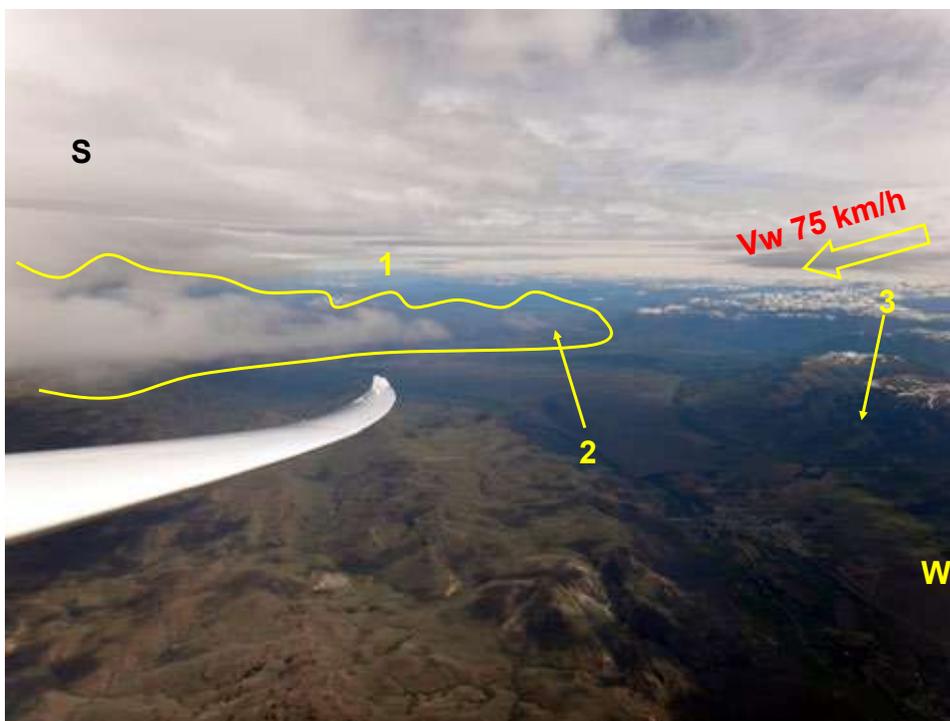


Fig. 7.4.7.a Il 20 novembre 2013, ore 21:33Z. Un bellissimo esempio di pettine che caratterizza la parte anteriore del salto. Dopo aver effettuato un'inversione di direzione al km 300 per l'ingresso di aria marittima da un fronte caldo, nonostante la copertura nuvolosa di 8/8 di alto cumulus stratiformis (cielo sgombro) a circa 6.000 m (l'altitudine dell'aliante), siamo stati in grado di discernere la formazione del salto in parte perché la linea mediana dei bordi d'attacco della condensazione verticale era direttamente al di sopra di una catena montuosa, posizione virtualmente impossibile per un'onda di rimbalzo, e in secondo luogo perché era estremamente frangiato, come un pettine; la lingua (1) era lunga circa 1 km, la zona di ascendenza era situata sopravento alla condensazione più piccola di questa lingua, posizione (2). Certo le velocità di salita non erano straordinarie, bisognava aprire gli occhi e zigzagare continuamente davanti a queste lingue, ma i 300 km di ritorno sono stati percorsi in tutta pace in 2 ore tra i 5.000 e i 6.000 m.

Come già spiegato, un'altra caratteristica della pseudo-lenticolare di un salto idraulico è la sua espansione tanto in lunghezza, nell'asse della montagna, quanto in larghezza, nella direzione del vento. Trattandosi di una condensazione non seguita da ricomprensione ed evaporazione poiché non c'è una dis-

cesa immediata delle particelle d'aria, ci vuole molto tempo perché il ghiaccio formatosi sublimi o cada come ghiaccio che poi si trasforma in neve o pioggia, figura 7.4.8.

Una larghezza di un centinaio di chilometri è alquanto normale, e produce

un'inquietante ombra sulla pianura perché pochissima luce filtra attraverso il ghiaccio. Le foto 7.4.9 e 7.4.10a mostrano un esempio.



7. Il salto idraulico (Salto di

Fig. 7.4.8 Lo «pseudo bordo d'uscita» della nuvola del salto può talvolta cadere rapidamente sotto forma di pioggia o neve. Si osservano rotori della classica onda di rimbalzo dove la nuvola collassa, il che conferma la relativa indipendenza tra i due sistemi ondulatori.

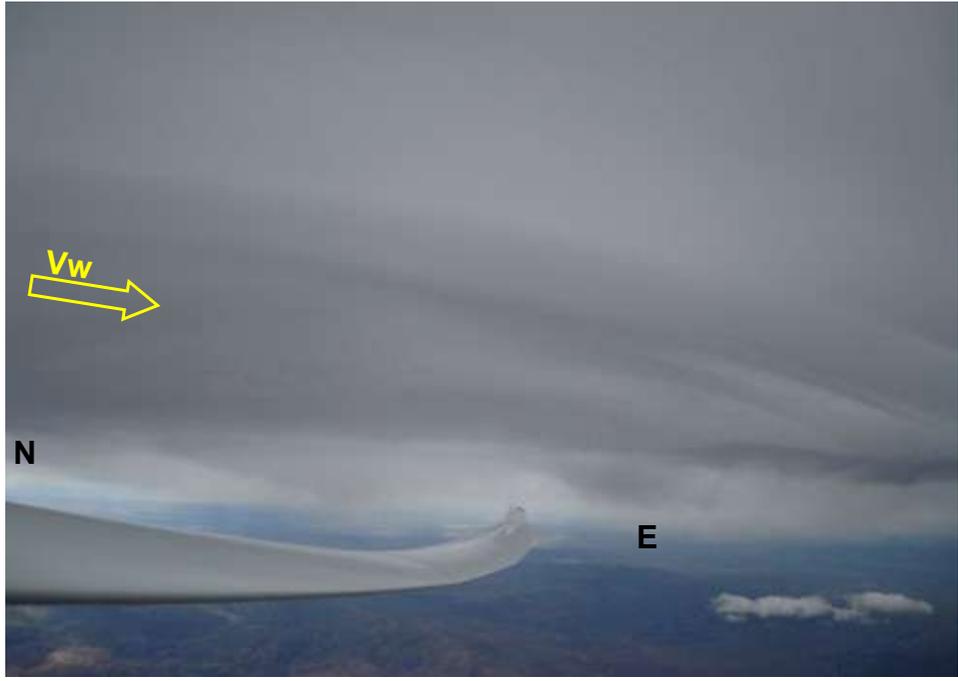


Fig. 7.4.9 Sotto il fronte del salto, è notte, tanto più che le ombre si allungano. Notare i classici rimbalzi, molto indietro rispetto al fronte del salto.



Fig. 7.4.10a L'estensione sottovento della nuvola del salto idraulico non ha nulla a che vedere con quella dell'onda di rimbalzo, di cui il bordo d'attacco è più di dieci chilometri dietro la parte anteriore del salto.

Fig. 7.4.10b Nella zona di ascendenza del fronte del salto di figura Fig. 7.4.10^a, all'estremità meridionale della catena di Catan Lil a 7.000 m il 21 novembre 2012. Il bordo d'attacco della pseudo-lenticolare è quasi direttamente sopra la cresta, la nuvola è piatta, non c'è bordo d'uscita (tutta la pianura è in ombra), e si estende ben oltre la catena, verso sud, sulla pampa. È chiaramente un salto idraulico, che ci accompagnerà per più di 200 km. Abbiamo anche osservato la presenza di nuvole di Kelvin-Helmholtz un centinaio di miglia a sud, sopra la pampa, che ha confermato la natura del fenomeno.





7. Il salto idraulico (Salto di



Fig. 7.4.10c Stesso posto di 7.4.10b il 1° gennaio 2010, all'estremità meridionale della catena, a 7.000 m dopo essere rimontati 20 km controvento rispetto alla prima onda di rimbalzo. Il «naso» della nuvola ci farà muovere direttamente sopra la vetta che è visibile davanti. Notare l'aspetto sfilacciato del bordo anteriore della nuvola del fronte del salto. Quel giorno, i due tipi d'onda, il salto singolo e i rimbalzi sinusoidali, vivevano insieme, ma si distaccavano di una ventina di chilometri.

7.5 Il salto indotto da un'area piana

Questo episodio, il 25 novembre 2003, mi ricordò gli scritti di Bidone.

Quando la catena che blocca il passaggio di una massa d'aria, e la costringe a rallentare per salire, ha delle «aperture» o passaggi diretti, quindi una sorta di «bypass», si formeranno flussi più veloci che spezzeranno i fenomeni risonanti e le onde di rimbalzo fino a un punto in mezzo alla pianura dove tutto dovrebbe ritrovarsi in equilibrio, e dove tutte le velocità devono essere identiche. Il salto idraulico nascerà in quel posto. In questo caso, la situazione è aggravata dal fatto che l'aria che entra nella pianura è più umida dell'aria che ha saltato la Cordigliera perché proviene direttamente dall'Oceano Pacifico senza aver subito il processo di compressione/espansione che potrebbe aver alterato la sua temperatura potenziale, permettendole di oscillare più facilmente. Inoltre,

è più leggera perché più umida. Questa umidità facilita la condensazione in forma di «ricci arricciati» come da bigodini, lungo queste vene fluide; sono i rulli dei vortici di Kelvin-Helmholtz chiaramente visibili nelle foto 7.5.2, 4, 5 e 6.

Da quella data, la vista dei rulli di Kelvin-Helmholtz che partono dalle colline mi indica chiaramente che non ci sono rimbalzi di onde sottovento nella zona. Se questi rulli finiscono tutti più o meno nello stesso punto della pianura, il pilota deve andarci per trovare il salto idraulico, lasciando il suo percorso pianificato per andare sottovento, assicurandosi di avere una via di fuga dove scappare se non dovesse funzionare. Se è possibile individuare nella distanza sul percorso pianificato un rimbalzo dell'onda sottovento, per la presenza di nuvole dei rotori perpendicolari al vento e/o lenticolari, il pilota deve provare ad attraversare la zona morta se l'altitudine glielo

permette. Una planata di 100 km non è inusuale, il che può significare fino a 4.000 m di perdita di quota (vedere le precedenti tabelle di calcolo della planata). Altrimenti è inutile continuare, è meglio tornare indietro. Ho visto immagini satellitari che mostrano un flusso supercritico evidenziato dalle nuvole di Kelvin-Helmholtz che si estendono per centinaia di chilometri in lunghezza e larghezza sulla pampa.

Dalla rivista Vol a Voile magazine N° 114. «Con Fabrice Papazian siamo partiti per un'andata e ritorno di 1.500 km verso sud, tutto filava tranquillo, avevamo percorso 320 km a 130 km/h con un forte vento frontale (100 km/h dal 230°), dove, passato il lago General Vintter, tutte le nubi organizzate sono scomparse al traverso del Rio Pico e sostituite con rotori la cui organizzazione diventa via via parallela al vento

per decine di chilometri, diventavano incomprensibili e inutilizzabili. Foto 7.5.2. In 55 minuti e 120 km, siamo scesi da 6.700 m a 2.400 (1.100 m dal suolo) ovvero un'efficienza di 27, un valore normale considerando che il vento era aumentato a 120-130 km/h dal 250°, equivalente a 80 km/h di componente del vento contrario (vento effettivo).

Avendo perso la pista alternativa di José de San Martín, prendiamo l'opzione della pista alternativa di Alto Rio Senguer, MacCready impostato a zero, considerando i 100 km/h di vento in poppa e un'efficienza di 100 con un margine teorico di 700 m. È necessario avere fede, ma funziona. Passiamo sotto le basi delle nuvole dei rotori, stesso risultato. Siamo a 450 km dalla partenza, il terreno è a meno di 1.000 m sotto di noi (l'equivalente ottico di meno di 300 m data l'aria limpida), completamente inatterrabile (Foto 7.5.3.).

Nonostante un tentativo di salire su una bella collina, non troviamo nulla di utilizzabile, quindi partiamo di nuovo sottovento. Meglio non guardare sotto e limitarsi a controllare le cifre fornite dal computer, altrimenti è un infarto assicurato.

Avviamento del motore a 770 m sopra l'aeroporto di Alto Rio Senguer, con un dilemma rapidamente risolto, di rimanere sul posto di fronte al vento sopra l'aeroporto, fino all'esaurimento del carburante, seguito da un atterraggio nello stesso luogo, aspettando il primo giorno senza vento per ripartire o andare sottovento con la certezza di trovare un sistema di risalita, se necessario fino alla costa atlantica, ma sapendo che un guasto al motore in rotta equivale come minimo ad un aliante rotto.

Dal momento che il primo giorno senza vento avrebbe potuto essere il prossimo mese e un recupero su strada è questione di diversi giorni, la scelta è facile. In 12 minuti di motore e 35 km, troviamo una salita assolutamente lami-

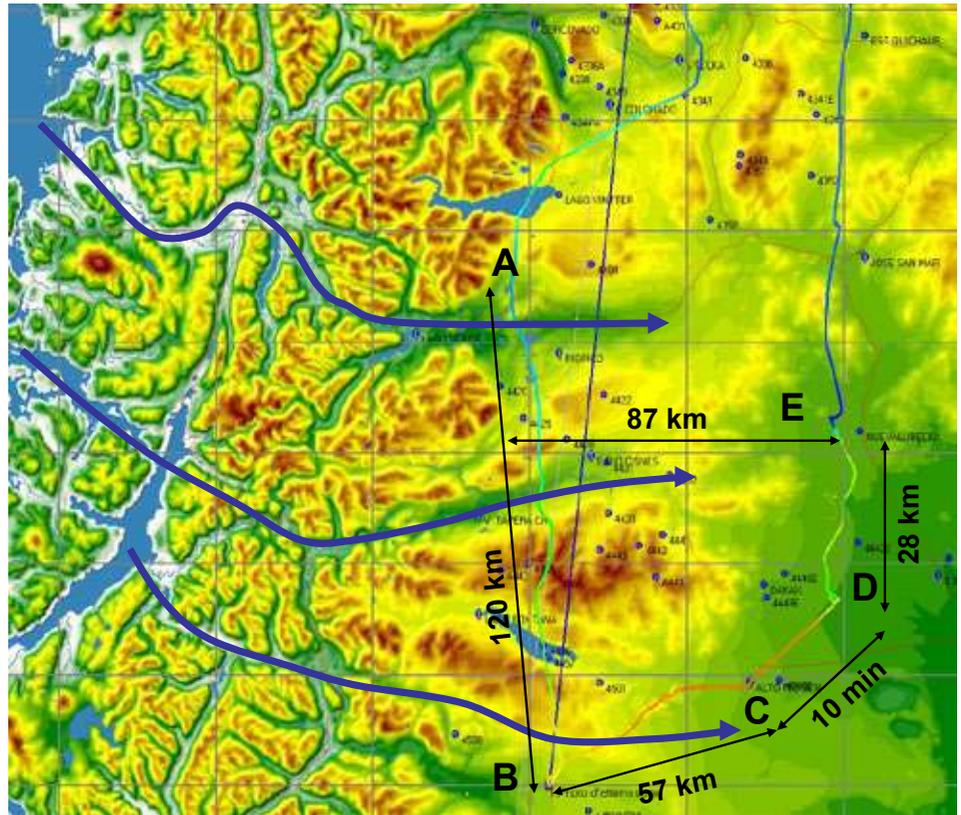


Fig. 7.5.1 Traccia di parte del volo del 25/11/2003, incontro con il Sig. Bidone ad Alto Rio Senguer

(A) 15:14 - 6.800 m; inizio discesa.

(B) 16:11 - 2.400 m (1.100 m dal suolo) decisione di abbandonare il tema e fuga verso Alto Rio. Foto guardando verso Alto .

(C) 16:33 - Alto Rio 770 m dal suolo, avviamento del motore, direzione nord-est Verso l'Atlantico

(D) 16:43 - Spegnimento del motore in + 2m/s laminare a 1.700m sul terreno.

(E) Procedendo verso la parte anteriore del salto in formazione, salendo a 8.000 m. Foto dei rulli di Kelvin-Helmholtz. Poi si torna a casa senza problemi verso nord, 87 km sottovento dalla pedemontana. Le tre linee blu rappresentano le possibili entrate di aria marittima attraverso le aperture nel Cordigliera, questi «bypass» generavano vene di flusso supercritiche, causando il salto idraulico.

nare a 2.500 m in mezzo alla pianura, utilizzata fino a 8.000 m, grazie Comodoro Control! Foto 7.5.4. Questo salto è spostato di 80 km dalla pedemontana e segue perfettamente la linea di collegamento tra la pampa e le montagne per centinaia di chilometri. Immagina di navigare parallelamente ai Pirenei alla latitudine di Nogaro, si ha un'idea del panorama. Ritorno fantastico per 300 km lungo questo fronte, foto 7.5.5 e 6, materializzato da cirri a 10.000 m che diventano più compatti sottovento. Nessun altro rimbalzo è visibile,

si tratta di un solo fronte di salita, non una classica oscillazione sinusoidale”.

Questa avventura è completamente documentata dalle foto di Fabrice Papazian, ogni passo è illustrato nelle immagini seguenti, spiegate nella legenda.

7. Il salto idraulico (Salto di

Fig. 7.5.2 Vista da (A) della traccia del volo. Quando i rulli di Kelvin-Helmholtz nascono in pedemontana e si estendono sottovento, le classiche onde di rimbalzo non esistono più. Abbiamo esplorato tutti i "riccioli" contrassegnati dalla freccia, sopra e su ogni lato, non c'erano ascendenze organizzate. Sono la materializzazione dei bordi di un fluido che scorre e che si muove a velocità supercritica. L'ala sinistra guarda verso Sud, il vento è da destra verso sinistra. In assenza di altitudine sufficiente per raggiungere i rimbalzi visibili più di 100 km a Sud, l'unica soluzione è quella di virare verso un aeroporto sottovento sperando di raggiungere un salto idraulico, dove questi rulli finiscono.

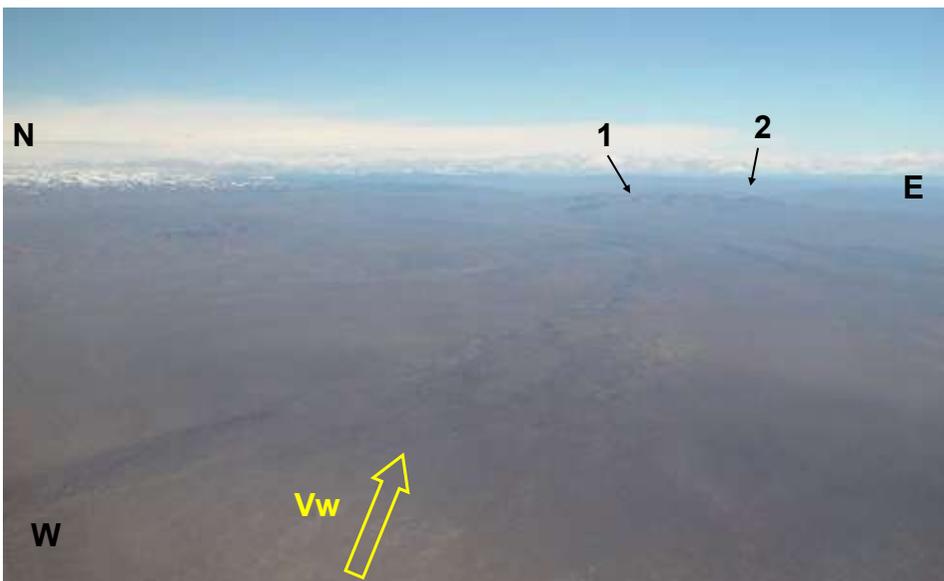
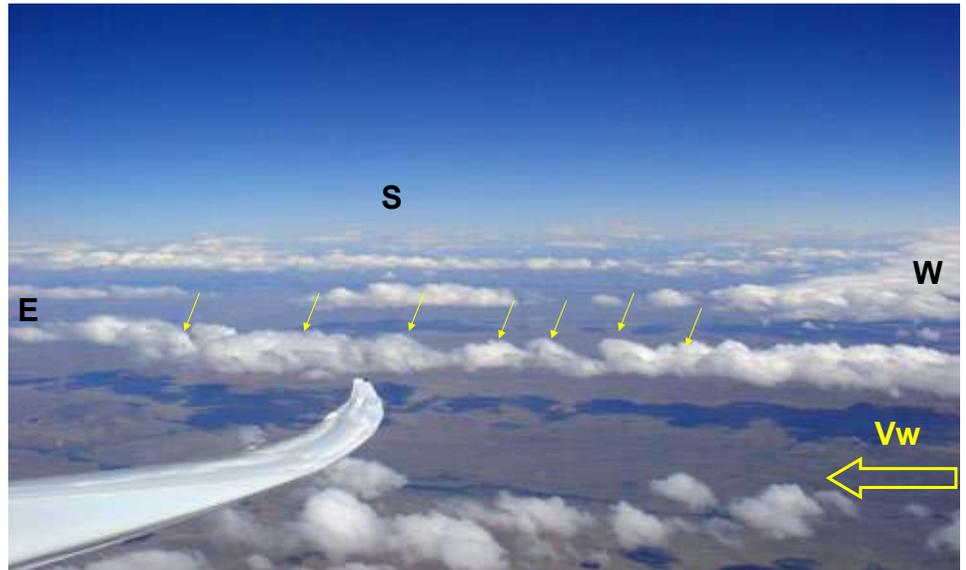


Fig. 7.5.3 Vista dal punto (B) della traccia di volo, guardando verso est. Tutto è scomparso, le nuvole d'onda sottovento o di rimbalzo e le nuvole di Kelvin-Helmholtz. La pista dell'Alto Rio Senguer (2) è raggiungibile con un'efficienza di 100, possibile con il vento in coda di 100 km/h. Una breve sosta sul pendio (1) non ha funzionato, nemmeno sottovento. La presenza di cumuli (o nubi di rotori) a cento chilometri sottovento ci rassicura sull'andamento del volo, altrimenti sarà la notte a Trelew, all'albergo Touring Club, dove si fermavano Saint Exupery e i suoi piloti.

Fig. 7.5.4 Vista dal punto (E) dalla traccia del volo, guardando a sud. Ci stiamo avvicinando a 8.000 m ed il cirro nascente ci mostra la parte anteriore del salto idraulico, a 10.000 m. Notare la caratteristica forma sfrangiata. I rulli di Kelvin-Helmholtz sono visibili sotto le frecce. La strada visibile in mezzo è quella che conduce al villaggio, «pueblo», di Alto Rio Senguer, unico segno della presenza umana.



In conclusione, questo tipo di salto idraulico sembra limitato all'area che è sotto l'influenza di ingressi da aperture naturali di «bypass». In questi sistemi d'onda, bisogna pensare «in grande» quando si analizza, poiché i movimenti sono di una scala che supera quella delle valli, stiamo parlando di regioni. Nel caso in esame, la classica onda di rimbalzo ha ripreso vigore 100 km più a nord, e probabilmente anche 100 km più a sud, possiamo distinguere le nubi lenticolari. Ma non abbiamo fatto questo passo. Lo faremo qualche anno dopo, con più esperienza.

Occorre non aspettare di essere bassi prima di andare alla ricerca del fronte, che non sempre è materializzato nel cielo. Non appena osserviamo la presenza dei rulli di Kelvin-Helmholtz e quando questi rulli finiscono tutti nella stessa zona, con la presenza di altre nuvole basse orientate questa volta perpendicolarmente al vento, dobbiamo immediatamente deviare a 45° sottovento per raggiungere le nuvole ben al di sopra di loro. E mantenere un'opzione di atterraggio sottovento, per ogni evenienza...

La Fig. 7.5.6 mostra un esempio di diversione a 45° rispetto alla rotta (il nostro ultimo volo nel gennaio 2013, 2.200 km in 11 ore), poiché l'aliante ha lasciato l'onda di rimbalzo a 7.200 m e ha fatto il collegamento con il fronte del salto a 6.700 m, 37 km e 8 minuti dopo. Il resto del volo si svolge interamente nel fronte del salto, a 70-80 km dalla pedemontana, 300 km in linea quasi retta nella stessa zona dove la Cordigliera è «piena di buchi». Dal punto di vista della stabilità geografica, questi fenomeni sono stazionari finché le condizioni termodinamiche della massa d'aria (temperatura, temperatura potenziale, vento e gradiente di vento) sono stabili, vale a dire per diverse ore, poiché il fenomeno è legato al passaggio di un fronte. La materializzazione può essere da assente a splendida, nel caso di questo volo era del

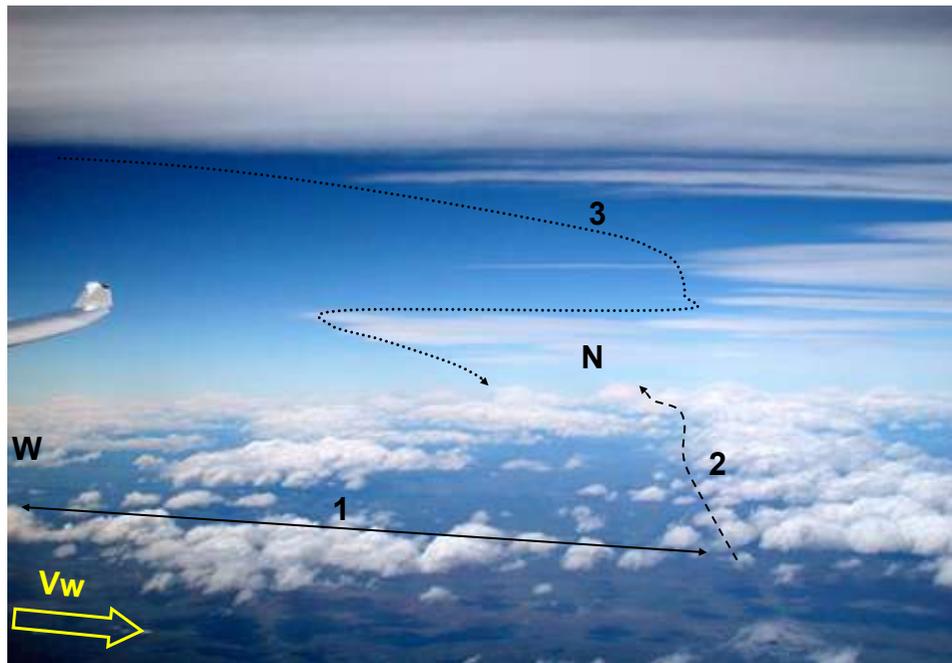


Fig. 7.5.5 Vista dal punto (E) della traccia di volo, guardando verso Nord, l'aliante sta volando in direzione est per le esigenze della foto. (1) è la linea dei rulli di Kelvin-Helmholtz, che terminano proprio davanti a una linea di stratocumuli (2) il cui bordo diventa perpendicolare al vento e si estende per un centinaio di chilometri a nord, dove assumono una forma sinuoidale pronunciata, indicando che l'onda di rimbalzo è nuovamente presente. Sopra di noi, il fronte del salto idraulico è segnato da cirri estremamente sfrangiati, che il pilota deve seguire sempre appena sotto la prima frangia «nel blu», facendo una «media» per la rotta.

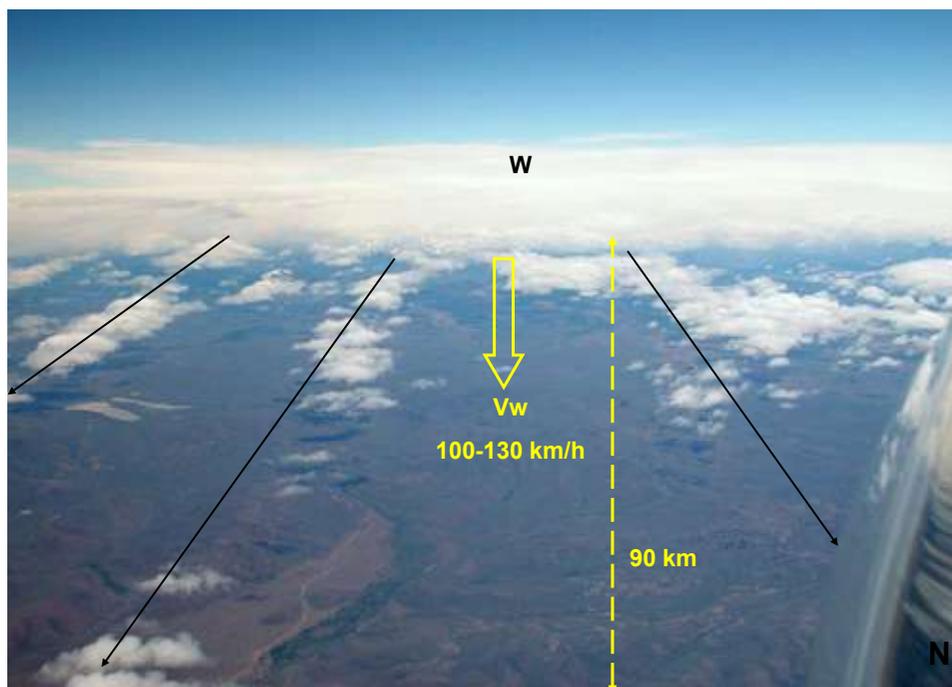


Fig. 7.5.8 Vista dal punto (E) della traccia del volo, guardando ad Ovest, le linee dei rotori di Kelvin-Helmholtz (freccie nere), allineate lungo l'asse del vento, vengono a morire esattamente sotto la nostra posizione che è quella del fronte del salto idraulico.



7. Il salto idraulico (Salto di

tutto assente quando abbiamo preso la decisione di andare sottovento alla sua ricerca.

In altri voli nella stessa regione in presenza dei rulli di Kelvin-Helmholtz, abbiamo trovato tutte le possibili forme di nubi del fronte del salto, sempre estremamente frammentate, che rendono difficile la loro lettura e ci costringono a zigzagare lungo le lingue. L'ascendenza si trova esclusivamente nel cielo limpido appena davanti alle frange. La foto 7.5.7 mostra un bell' esempio di questo tipo di rulli di Kelvin-Helmholtz con poche nuvole del fronte del salto.

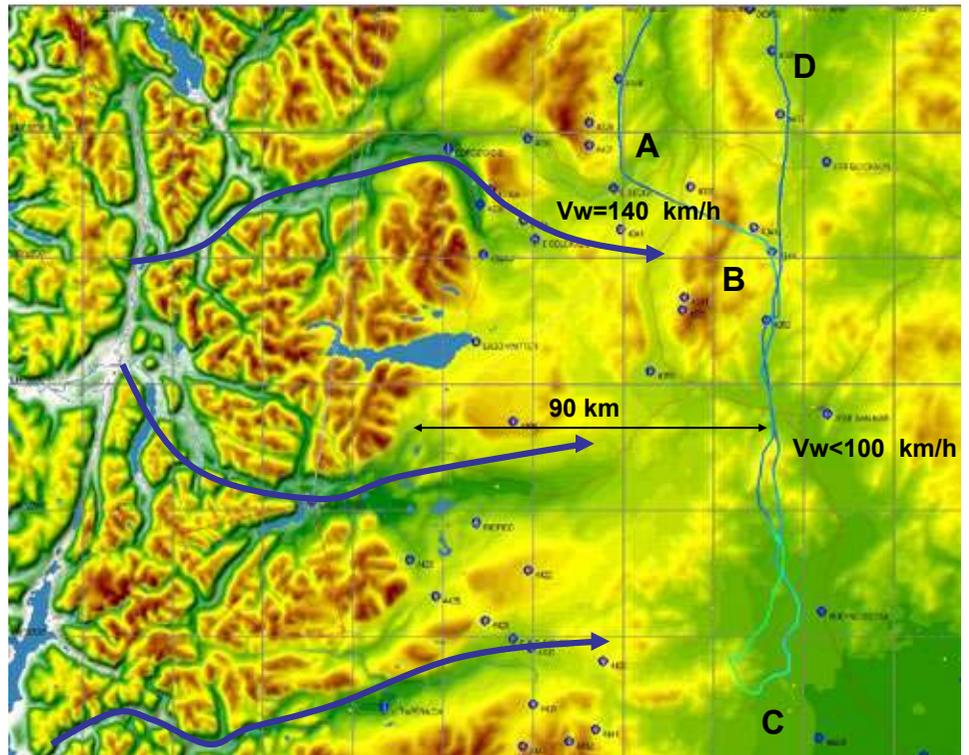


Fig. 7.5.6 Efficiente diversione alla vista dei rulli di Kelvin-Helmholtz: (A) a 7.200 m il pilota devia di 60° dalla rotta, vento $\frac{3}{4}$ in coda, per cercare il fronte di salto che incontra in (B) a 6.700 m, 37 km e 8 minuti dopo. Il volo proseguirà su questa rotta per 300 km, fino a (C) e (D) ma il punto di virata programmato verrà abbandonato poiché uno dei piloti deve tornare in Europa il giorno dopo e il rischio del fuori campo non è nullo.

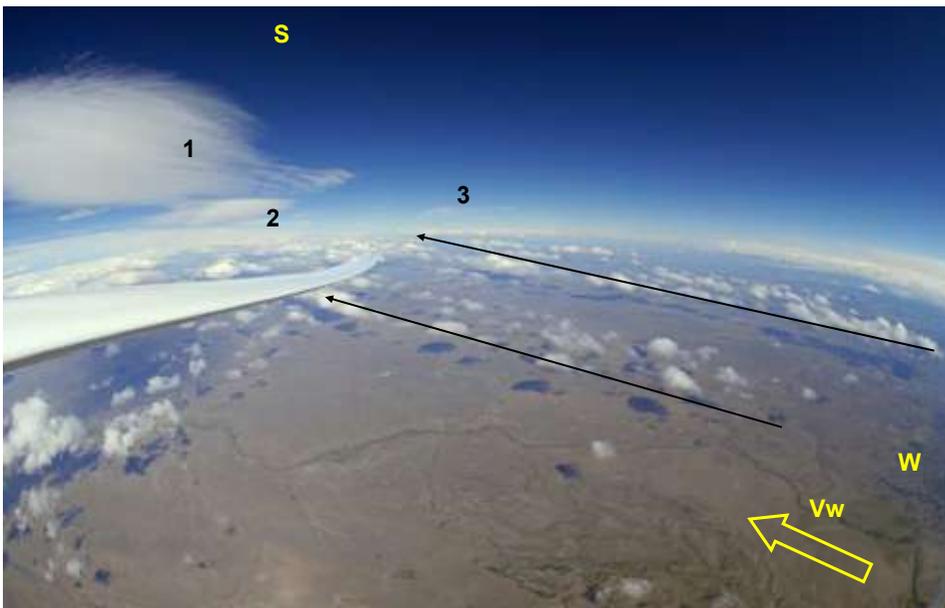


Fig. 7.5.7 I rulli di Kelvin-Helmholtz, allineati nell'asse del vento, si estendono a perdita d'occhio, quindi non esiste un salto classico lungo e largo oltre cento chilometri. Tuttavia, questi rulli terminano tutti in una posizione precisa, materializzata da un lato da rulli perpendicolari al vento e dall'altro da condensazioni in quota. Le nuvole 1 e 2 sono lenticolari di onda di rimbalzo, si possono vedere i rotori sotto l'ala. La condensazione 3 è probabilmente l'unico testimone, in questo momento, del fronte del salto.

7.6 Situazioni tipiche in Europa e loro sfruttamento.

Il salto idraulico atmosferico essendo essenzialmente un fenomeno d'alta quota, le limitazioni dello spazio aereo sottovento a sud delle Alpi ne consentono l'utilizzo su lunghe distanze solo molto raramente.

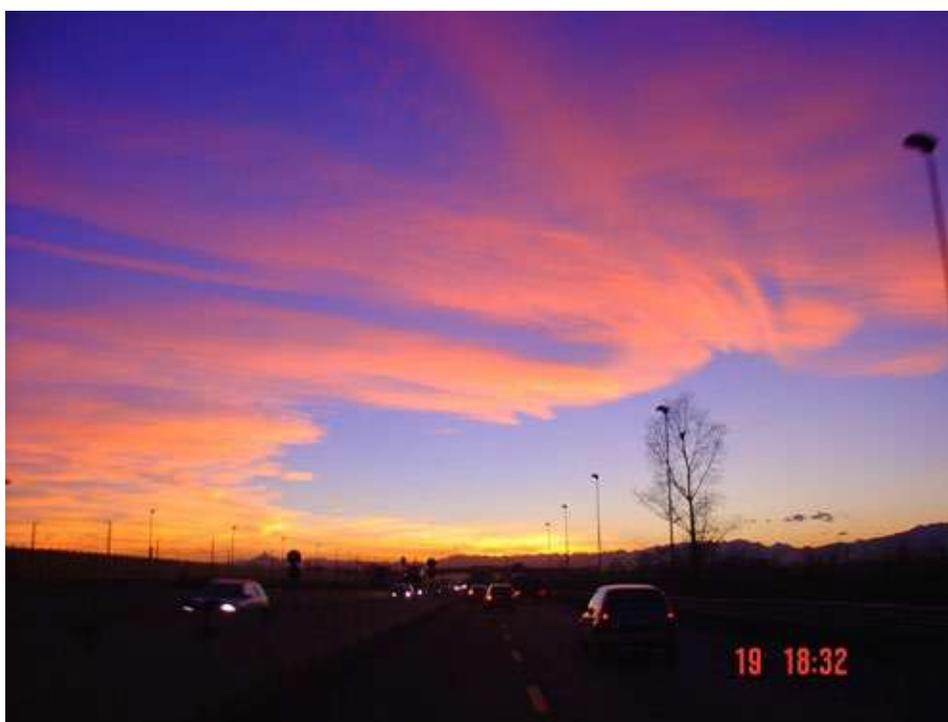
Con un vento da nord, si dovrebbe essere in grado di sorvolare la Pianura Padana, dove l'altitudine è teoricamente limitata a 600 m AMSL. Lo spazio aereo sloveno non mi è noto, ma dubito che possa essere utilizzato da alianti sopra i 3/-4.000 m, e comunque arriviamo alla fine della catena montuosa. Vediamo alcuni esempi di come



Photo 7.6.1 Salto di Bidone sottovento (NW) alle Alpi tra il Monviso e Torino. Si noti anche l'aspetto frangiato del bordo della nube pseudo-lenticolare. Foto scattata nel 1994 da Emilio Tessera Chiesa dalla sua finestra a Piossasco. Colori naturali garantiti.

si possono vedere i salti atmosferici. Va notato che perché questo fenomeno si inneschi e sviluppi, è necessario che la discesa sottovento della catena montuosa sia dolce e lunga, possibilmente sotto forma di campana o trampolino. Ci sono poche possibilità di incontrarlo in modo fruibile all'interno della catena montuosa, perché i pendii sono troppo ripidi e le valli troppo strette, con rare eccezioni.

Photo 7.6.2 Salto di Bidone sottovento (NW) della catena alpina a sud di Torino, dalla mia auto il 19 gennaio 2007.





7. Il salto idraulico (Salto di



Foto 7.6.3 Salto di Bidone sottovento (NW) alle Alpi, visto dal centro di Milano. Il fronte del salto copre le Alpi dal Monte Rosa (1) alla Slovenia. Lo spazio aereo è di classe A sopra 600 m AMSL.

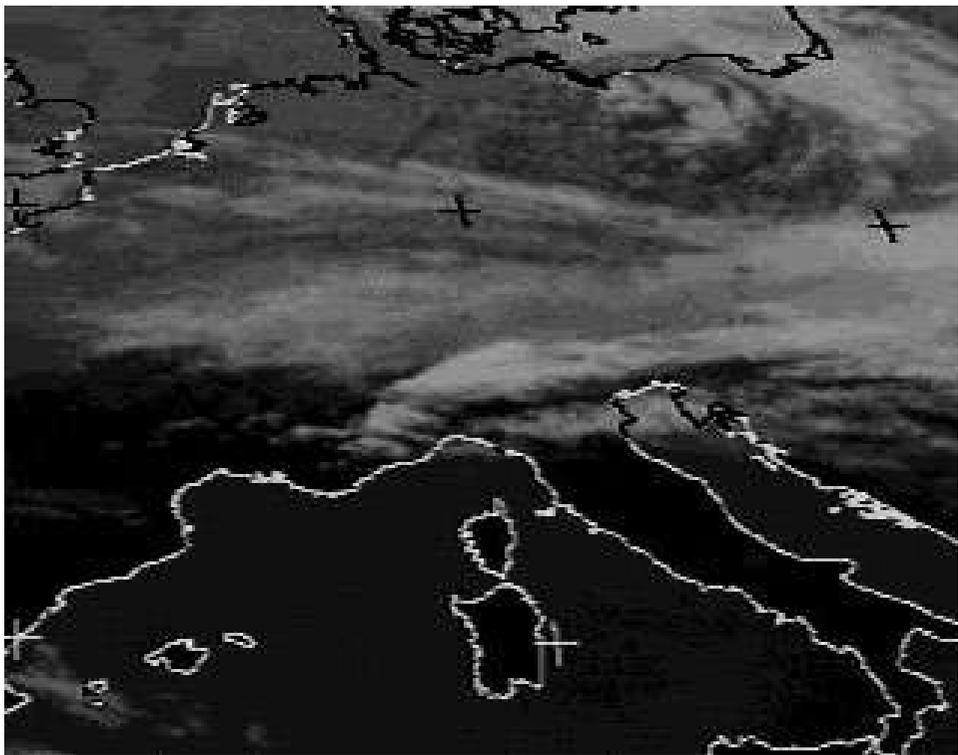


Foto 7.6.3. Immagine satellitare corrispondente alla fotografia precedente, del 28 maggio 2005. La pseudo-lenticolare si è formata intorno alle 6 del mattino UTC ed è rimasta assolutamente fissa fino alle 15:30, poi si è spostata sugli Appennini (fine della Pianura Padana); scompare intorno alle 18:30. Si estende dalla costa ligure alla Slovenia.

Foto 7.6.4 Salto di Bidone sottovento (NW) alle Alpi, osservato dal satellite in febbraio 2007. Come nell'emisfero australe, la pseudo-lenticolare non ha bordo d'uscita, e si estende per centinaia di chilometri.



Foto 7.6.5 Salti idraulici piuttosto singolari. Il sistema superiore coincide con un rimbalzo dell'onda mostrato dalle nuvole lenticolari. Il bordo d'attacco della pseudo-lenticolare del salto idraulico è significativamente a nord del bordo della prima lenticolare dell'onda di rimbalzo. Fotografato da Michel Charpentier da Saint Julien, 25 gennaio 2014. La frammentazione trasversale del fronte di salto non ha finora alcuna spiegazione. Impossibile utilizzarlo a causa delle restrizioni dello spazio aereo.



7. Il salto idraulico (Salto di

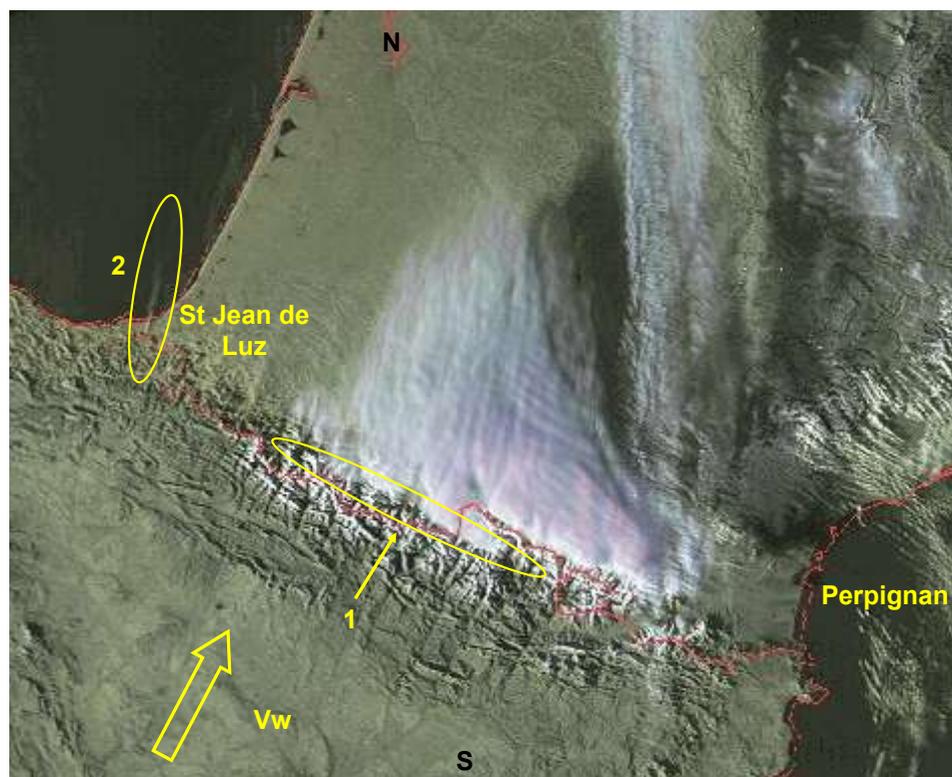
Foto 7.6.6 Salti idraulici particolari. Visti dal satellite Terra nel 2008. La frammentazione trasversale del fronte del salto è la stessa di quella dell'immagine 7.6.5. L'origine non sembra essere solo orografica perché le lingue si innescano sul mare, al largo di Argeles-sur-Mer. C'è indubbiamente un forte rallentamento del flusso perché vediamo che le correnti convergono a quasi 90° tra quello proveniente dalla valle del Rodano e quello proveniente dai Pirenei, che tende ad essere parallelo alla catena montuosa verso Perpignan. Lo spazio aperto sopra il mare permette poi a queste correnti convergenti di divergere, rallentare bruscamente e risalire. Un'esplorazione avrebbe potuto essere effettuata da Perpignan.

Con un vento da sud, la situazione dello spazio aereo sopra la pianura a Nord dei Pirenei è migliore ed è possibile utilizzare i fronti di salto idraulici per volare dal Mediterraneo all'Atlantico senza fermarsi.

Le immagini 7.6.7 e 7.6.8 mostrano un esempio di un magnifico salto idraulico visto sia dal satellite che da un pilota di aliante. In queste condizioni, qualsiasi pilota con qualsiasi aliante può vedere l'Oceano Atlantico e il Mar Mediterraneo nello stesso giorno.

Voli con situazioni di vento da sud prefrontale dovrebbero essere condotti con attenzione, perché l'umidità aumenterà rapidamente con l'arrivo del fronte e le nubi di alta quota del salto idraulico possono benissimo unirsi a quelle di bassa quota.

L'immagine 7.6.9 è stata scattata sotto queste condizioni e mostra la nuvola di salto idraulica ad alta quota (il cui bordo d'attacco è molto sfrangiato) che tende a congiungersi con le nuvole basse le cui cime si alzano vistosamente. Abbiamo dovuto lasciare rapidamente questa zona e rientrare a casa a Nogaro (80 km) con pioggia leggera.



7.6.7 Immagine satellitare del salto idraulico del 2 febbraio 2002, vento dal settore S-SW, Pirenei. Il bordo d'attacco della nuvola frontale di salto è posizionato a diverse decine di chilometri sopravvento al Piemonte, nel suo centro (1) è addirittura in mezzo al massiccio. Osservando attentamente la superficie superiore della nuvola, vediamo che è increspata da onde di rimbalzo risonanti di cui sono visibili almeno venti cuspidi di sinusoidi. Ciò conferma la possibilità di coesistenza dei due sistemi. Osserviamo anche (2) una piccolissima lingua che testimonia dell'esistenza del salto al limite occidentale, la nuvola continua sul mare a Saint-Jean-de-Luz.



7.6.8 Situazione della foto 7.6.7 vista dal basso da un aliante. Notare l'aspetto sfrangiato del bordo anteriore della nuvola, specialmente nella sua parte più lontana. Non vediamo in questa foto alcuna deformazione della nuvola da parte di onde risonanti di rimbalzo perché questa parte della nuvola è ancora in cima alla catena montuosa mentre le onde di rimbalzo partiranno in pianura, una ventina di chilometri sottovento (a sinistra, non visibili in foto).



7.6.9 Sempre nei Pirenei in una situazione prefrontale. La nuvola del salto idraulico ad alta quota, il cui bordo è molto caratteristico e sfrangiato, tende a fondersi con le nuvole più basse le cui cime si elevano vistosamente. Dobbiamo prepararci a tornare indietro.



7. Il salto idraulico (Salto di

Con un vento da sud, la situazione dello spazio aereo sui versanti settentrionali delle Alpi è nettamente migliore che sul versante italiano. Gli spazi aerei sono classificati C e D e i controllori svizzeri e austriaci sono autorizzati ad accettare alianti purché dotati di transponder e piloti in grado di gestire la radio e le rotte in spazi dove transita un aereo di linea ogni cinque minuti.

Il 1° maggio 2013 abbiamo avuto diverse situazioni con föhn da sud ed il pilota svizzero Daniel Rossier ha completato un volo di 1.400 km utilizzando un salto idraulico con una buona documentazione fotografica. Vedi foto 7.6.10.

7.7 Note conclusive.

È ovviamente impossibile trarre conclusioni definitive alla fine della prima pubblicazione «ad uso dell' aviazione leggera» sul salto idraulico, che per me sarà sempre il «salto di Bidone». Al contrario, spero che questo sia solo l'inizio di molte altre pubblicazioni, e soprattutto che i meteorologi studino la previsione di questo fenomeno; avere informazioni 24 ore prima sarebbe già un ottimo aiuto nella scelta del percorso.

Spero profondamente che ogni pilota esprima la sua curiosità scientifica e cerchi di decodificare il cielo per prendere con sicurezza le decisioni necessarie.

Occorre in particolare interpretare i segnali che possono essere:

- Nubi di alta quota (cirri) che si formano lungo una linea media perpendicolare al vento, soprattutto se questa linea è sfrangiata e se queste nuvole si estendono molto sottovento;
- Queste nubi si formano sopra, o sopravvento, alla linea di cresta della catena montuosa;
- La presenza di nuvole basse o medie, in rulli arricciati, tipiche dei vortici di Kelvin-Helmholtz;



7.6.10. Salto idraulico con vento da sud visto da Daniel Rossier il 18 maggio 2013. L'aliante sorvola il Liechtenstein, direzione 240° e rotta 260° con un vento da 210° a 60 km/h. Sulla destra vediamo il lago Wallenstadt (1), l'aliante sta per attraversare il Reno ad una quota massima di 4.500 m, limite imposto per incrociare l'aerovia A9. Non potendo salire più in alto, il pilota sceglierà di volare lungo la linea dell'energia seguendo i bordi delle lenticolari visibili (2) appena a destra dell'asse dell'aliante. Il bordo d'attacco del salto idraulico (3) si trova a circa 20 km sopravvento a queste lenticolari (a sinistra nella foto).

Difficile dire a posteriori se il pilota avrebbe potuto volare più velocemente effettuando una deviazione per raggiungere il fronte di salto, ma si scopre che la tratta di «andata» era stata effettuata otto ore prima esattamente nella posizione del fronte che allora non era visibile. Personalmente avrei provato il salto, soprattutto perché lo spazio aereo era aperto a ovest delle aerovie. Il pilota ha dovuto fermarsi per 16 minuti 90 km più avanti per salire fino a 5.000 m, una deviazione sarebbe probabilmente costata meno tempo.

- Una previsione di correnti a getto nella regione;
- Il versante di una lunga catena di montagne che scende dolcemente in un'ampia vallata e risale l'altro versante (a campana, trampolino del salto con gli sci), in modo da creare un forzato rallentamento del vento;
- Una improvvisa e brusca diminuzione della velocità del vento, senza ovvie ragioni esterne (orografia, crocevia di valli, temporale, ecc.). La media della velocità del vento in valore assoluto non è, dopo 10 anni di sperimentazioni, un fattore determinante

e non indicherò un limite minimo, a differenza di alcuni libri. Ricordo bene salite molto più facili con venti di 20 km/h che con 180 km/h.

Ogni decisione deve tener conto del fatto che questo fenomeno solitamente non porta le straordinarie velocità di salita (V_z) che si possono trovare nelle onde di rimbalzo. Sono comuni valori da circa 1 a 2 m/s, talvolta 3 m/s, ma questo può essere mantenuto su centinaia di chilometri e, sfruttando la minor densità in quota, è possibile raggiungere medie effettive da 200 a 300 km/h per una o due ore.

Inutile dire che se la salita è anche di solo 0,6 m/s netti, l'efficienza dell'aliante è vicina all'infinito. Vale la pena di ricordare che una salita dell'aria di appena 0,1 m/s netto, il che è completamente invisibile su un variometro meccanico ma solo con un calcolatore di ottima qualità, l'efficienza aumenterà di circa 10 punti, qualunque sia l'aliante. E di 20 punti con 0,2 m/s netto. Tali differenze applicate su un volo lungo possono cambiarne totalmente l'esito.

La fotografia conclusiva di questo capitolo non sarà una foto aerea, ne abbiamo già viste troppe. Questa foto scattata da terra, sul parcheggio della pista di atterraggio della diga di Piedra del Aguila, mostra un gigantesco fronte di salto idraulico, praticamente la nascita di un fronte meteorologico, a 90 km

dal piede della Cordigliera. Non è un rimbalzo lenticolare perché non c'è una montagna vicina, il corpo della nuvola è piatto e si estende sottovento per un centinaio di chilometri.

Osserviamo chiaramente alcune caratteristiche delle lingue di basso livello, che si estendono per uno o due chilometri, e il tipico aspetto sfrangiato del bordo d'attacco ad alta quota.

Avevamo dirottato il giorno prima a causa della neve su tutti gli aeroporti ai piedi della Cordigliera e non potevamo ridecollare, dovendo prima tagliare i cespugli su una decina di metri lungo la pista (larghezza solo 20 m) per oltre la metà della sua lunghezza.

Durante l'atterraggio, l'apertura degli

aerofreni sull'interno delle ali trasferisce la portanza alle ali esterne che si alzano di molto, permettendo di passare senza preoccupazioni sopra i cespugli, fino al parcheggio dove si abbassano. Il decollo era però impossibile.

Quindi è con il cuore pesante che ci siamo limitati ad osservare questo fenomeno da terra fino a quando le ruspe non allargarono la pista.





Novembre 2004. Il motore Rotax 535 ci ha abbandonato, una fascia del pistone rotta. Per fortuna Pierre Lang (a sinistra) ci gratifica con le sue doti di meccanico svizzero di precisione, troviamo un pistone dello stesso diametro e dello stesso peso a Buenos Aires e l'aliante decollerà col suo proprio motore nove giorni dopo.



La maggior parte dei libri che trattano delle onde atmosferiche è piena di bellissime fotografie che mostrano stupendi rotori, paffuti e ben posizionati sotto maestose lenticolari. Certo che esistono, li vediamo di tanto in tanto soprattutto durante l'inverno, quando l'aria è fredda e stabile, ma il lettore non deve illudersi; per i voli di grande distanza in primavera e in estate, quando le giornate sono più lunghe e la temperatura sopportabile, dovrà destreggiarsi tra una serie di varianti che evidenziano i fenomeni ondulatori, dovrà imparare a leggerli, se non a decifrarli, avendo cura di accostare tutto ciò che ha visto e vissuto ai diversi parametri meteorologici e orografici, durante la fase di debriefing che dovrebbe di routine concludere il volo di ogni giorno.

Questi parametri sono ovviamente molto variabili lungo i mitici voli di andata e ritorno di oltre 1.000 km lungo le Alpi, tanto più che l'arco alpino ruota di quasi 90° tra le valli della Durance e dell'Inn; siccome decolleremo in una situazione post-frontale nascente per raggiungere questo stesso fronte e torneremo in una situazione di post-frontale morente, dovranno coesistere potenti termiche e turbolenti rotori. Il pilota forse vorrà anche passare da un sistema a un altro per volare più veloce dove il vento contrario sarà meno forte e tornare in un sistema più alto dove cercare una

forte componente sottovento sulla strada di casa. Nelle Alpi, montagne e valli sono disposte un po' in tutte le direzioni e il pilota dovrà destreggiarsi con questi cambi di orientamento ed essere in grado di anticiparne le conseguenze. Durante il suo volo, e a causa degli schemi meteorologici naturali, potrebbe trovarsi di fronte a nuvole di forma sconosciuta, che sembrano girare all'indietro rispetto al vento, ma è una trappola! Se si perde troppa quota alcune montagne rischiano di rendere la vita difficile perché non solo l'ascendenza sarà completamente disorganizzata, ma anche la turbolenza renderà l'aliante quasi incontrollabile e demoralizzerà il nostro futuro campione, mentre forse è disponibile una soluzione efficace e comoda. Vedremo in questo capitolo alcune importanti situazioni non convenzionali e non descritte nei manuali, frutto di cinquant'anni di tentativi in tutte le direzioni del vento che si snoda lungo le nuvole più improbabili.



8. Individuazione e tecniche

Riterremo come scontati, compresi e già sperimentati, i concetti e le tecniche di base delineati negli ottimi manuali citati nelle referenze in ordine di importanza: Le Manuel du Pilote de Vol à Voile, ref. 16, pag. 205-212 (manuale ufficiale francese del pilota d'aliante), Meteorology and Flight, Bradbury, ref. 14, pag. 74-99 e 108-115, Streckensegelflug, Reichmann, rif. 9, (traduzione USA: Cross Country Soaring, SSA p. 31-37) Meteorologia per i Piloti di Volo a Vela, Rovesti, ref. 7, pp. 243-322 e Competition in Gliders, Winning With Your Mind, Briigliadori, rif. 15. Questa conoscenza è necessaria per iniziare a muoversi in onda vicino all'aeroporto locale, ma non sufficiente) per intraprendere lunghi voli in onda su territori inesplorati (vi sono dedicate solo otto pagine del Manuel du pilote de Vol à Voile).

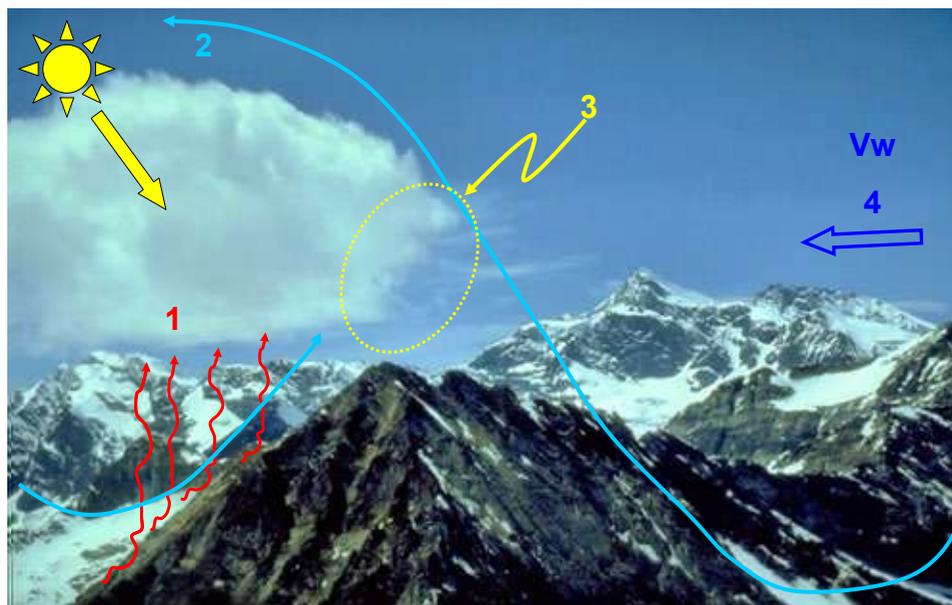
A parte i voli autunnali e invernali con il semplice scopo di guadagnare quota, durante i quali l'attività termica è praticamente nulla, ci sarà sempre più o meno convezione durante gran parte del volo, fattore che sarà negativo per la stabilità dei fenomeni ondulatori, ma aiuterà la transizione tra la pianura senza vento, con termiche attive, e le montagne, sede sia delle termiche che del vento, o aiuterà a recuperare un errore, ad esempio, quando il pilota è sceso al di sotto dello strato di inversione. Vediamo alcuni casi particolari.

8.1 Onda in presenza di termiche, cumuli isolati di sottovento.

Nell'emisfero settentrionale e con venti da nordovest a nord, i rimbalzi delle onde si innescano sulle pendici meridionali delle montagne. Si scopre anche che sono i pendii a ricevere più energia solare. Il pendio sottovento creerà una bassa pressione locale e quindi modificherà la curva di temperatura "dalla parte migliore", creando una massa d'aria più instabile. Ciò faciliterà l'innescò delle termiche se il vento non è troppo forte. Si creeranno



8.1 a Una bella giornata primaverile nella valle del Ticino, risalendola in termica. Le nuvole d'onda sono visibili in alta quota, è un buon segno. Potrebbe anche essere un cumulo di rotore, soprattutto perché il suo bordo sopravvento è molto frammentato, quasi inesistente.



8.1 b Interpretazione della foto 8.1a

1. Termica rinforzata da depressione locale
- 2 Direzione dei raggi solari
- 3 L'onda viene innescata davanti alle prime sfilacciate
- 4 Direzione del vento

anche correnti di sottovento lungo la parete, spesse qualche metro, che favoriscono il distacco di bolle d'aria calda dalla superficie del terreno. È quindi normale passare dalle termiche all'onda sfruttando questo fenomeno,

prestando molta attenzione alla forma della nuvola in modo da rimanere sempre sopravvento al suo bordo, oppure, nelle termiche blu in assenza di nuvole, alla posizione dell'aliante sulla schermata della mappa in movimento,

compensando la deriva ad ogni giro. Ne vediamo un esempio concreto nelle figure 8.1 a e 8.1 b.

È perché abbiamo notato la presenza di cumulus humilis di questo tipo che abbiamo salvato un volo memorabile, i primi 1.000 km del millennio, il 18 marzo 2000 con Andrea Ferrero.

«Partenza all'alba da Varese-Calcinante con soli 30 km/h di tramontana, Andata e Ritorno verso Les Cévennes, per scoprire che il vento in quota è in realtà da Nordest, quindi non va bene. Passando il Piè del Pic de Bure a mezzogiorno, il vento è di soli 24 km/h da 046°. Abbiamo impiegato 4 ore per percorrere 260 km, una miseria! E nessuno in frequenza radio, di sabato, non è un buon segno. Decidiamo di tornare indietro sperando solo di arrivare a casa. Ci lasciamo scendere lentamente, volando in termica in Val di Susa e pensando di atterrare a Torino; il vento è molto debole, da 10 a 20 km/h da Est, quindi una brezza di valle. All'uscita dalla Val di Susa, vedo un fractocumulo le cui caratteristiche sono identiche alle immagini di cui sopra, dobbiamo provarlo; ci porta su a 3.800 m e mentre attraversiamo il lato sopravvento della nuvola, sorpresa, il vento gira completamente da Nord a soli 10 km/h, non è molto, ma è incoraggiante. Venti minuti dopo, siamo a 5.200 m con vento da nord-ovest, direzione ideale, forza solo 40 km/h, più che sufficienti per innescare l'onda che ci permetterà di raggiungere Domodossola. Un altro «salvataggio» in una termica a 2.500 m nella valle di Centovalli e di nuovo in onda a Locarno. Abbiamo impiegato 8 ore per coprire i primi 500 km. Rimangono 4 ore di luce, siamo in onda, il vento soffia da Nord a 40/50 km/h e impiegheremo 4 ore per percorrere gli ultimi 500 km. Un'esperienza indimenticabile salvata da questa piccola nuvola.»

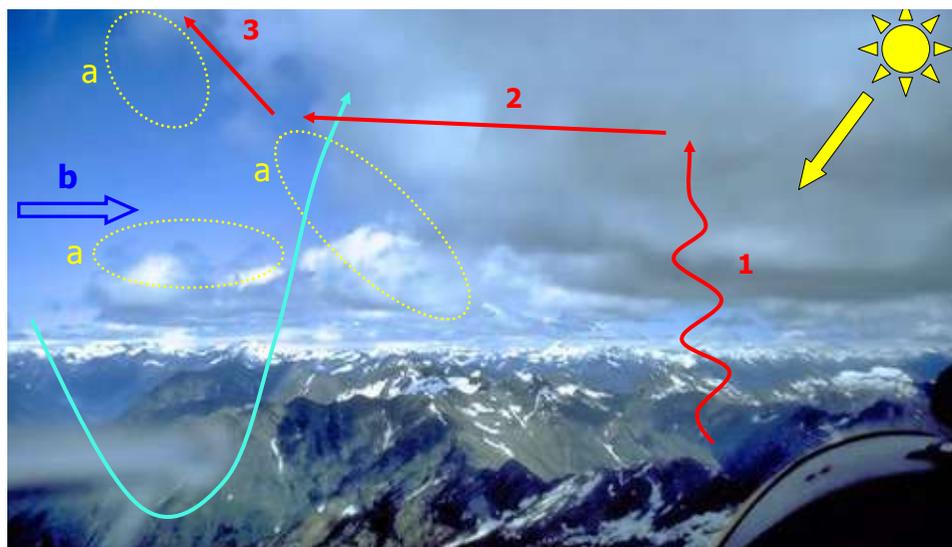
8.2 Onda in presenza di termiche, cumuli allineati lungo le creste.

L'esempio precedente dimostra che è del tutto possibile passare dalla termica all'onda, più di una volta nello stesso volo. Certamente quando il cielo è coperto di cumuli durante le belle

giornate primaverili, un pilota normale non resiste alla tentazione di andare all'attacco di ogni nuvola e di ascoltare il variometro che canta mentre si lavora una spirale stretta. Il percorso ideale è quello che lo porta sotto la parte più buia, generalmente sotto il centro



8.2.1a Siamo nelle Alpi settentrionali tra Svizzera e Italia. Se il pilota è interessato solo ai cumuli, questi non mancano, ma le basi non sono molto alte rispetto alle vette e bisogna fermarsi abbastanza spesso per salire in spirale, rallentando durante gli attraversamenti di valle. Certamente i tassi di salita sono eccellenti e non c'è motivo di perdere tempo in nessuna sperimentazione.



8.2.1b Osservando con cura la forma delle nuvole sopravvento (b), notiamo la presenza di piccoli sfilacciamenti scuri (a), che sono la prova di un possibile moto ondulatorio la cui forma è disegnata in (c). La tecnica per superare la nuvola è semplicemente quella di salire nel cuore della termica (1) fino alla base delle nuvole; in Gran Bretagna, Svizzera e nei paesi dove è permesso, è fortemente consigliato entrare nella nuvola per cento metri dopo aver applicato le consuete procedure regolamentari; quindi, dirigersi contro vento (2) e attendere che il variometro diventi positivo in aria laminare nel blu (3), sopravvento a questi sfilacciamenti.



8. Individuazione e tecniche

della base di ogni cumulo. Dopo aver letto questo libro, spero che l'attenzione dei piloti vada anche alla parte di nuvola sopravvento, solitamente al sole nel nostro emisfero, sfilacciata e che non offre nulla di buono in termini di ascendenza termica. Vediamo come interpretare il cielo quando si è sotto il cumulo, in una bella giornata di inizio estate.

Dobbiamo tenere a mente il principio che le salite in onda si trovano solo nel blu, sopravvento alla nuvola, mai dentro. L'operazione diventa quindi classica, volo di pendio davanti a questa nuvola. Non è necessario che il vento sia forte perché questa situazione sia utilizzabile. Una velocità del vento di 20-30 km/h alla base delle nuvole è più che sufficiente per giustificare l'esplorazione, soprattutto se i cumuli sono allineati.

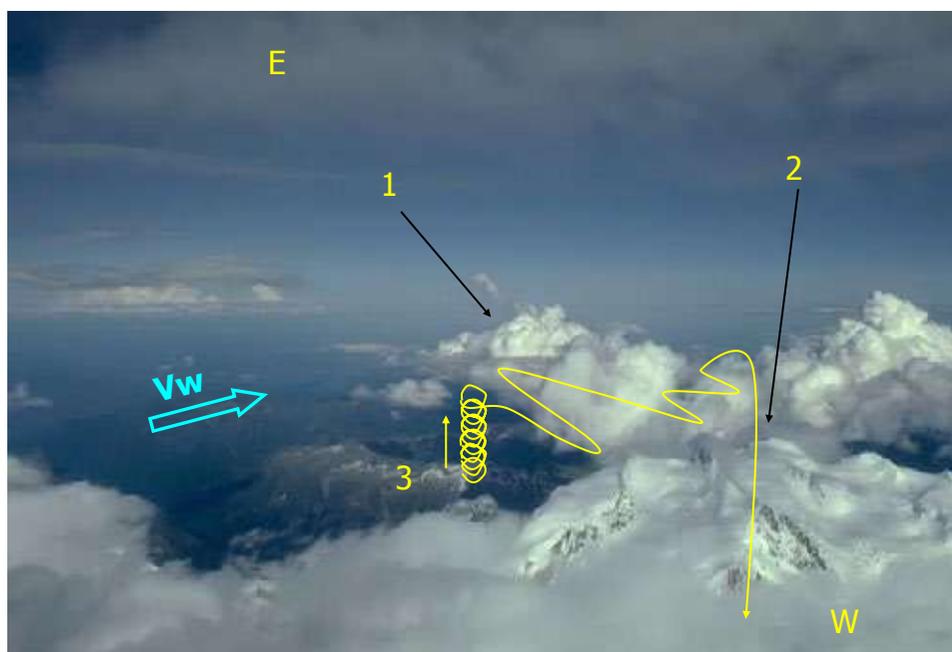
Il rinforzo localizzato dell'ascendenza, o al contrario, la presenza di lunghe zone di discendenza, il tutto senza motivi evidenti, può essere un'indicazione della presenza dell'onda. Qualsiasi pilota interessato a questo fenomeno saprà interpretare questi piccoli segnali e cogliere le opportunità presenti.

Il passaggio dalla termica all'onda non sempre consente un miglioramento della velocità media del percorso, perché da un lato si deve perdere tempo nella salita iniziale e dall'altro la componente di vento contrario aumenta notevolmente con la quota. Ma il volo è molto più bello, il panorama splendido, non c'è bisogno di girare, non c'è rischio di scontrarsi con una montagna. In caso di maltempo, queste poche migliaia di metri supplementari daranno un margine di sicurezza per arrivare in aeroporto.

In competizione, quest'opzione dovrebbe essere scelta solo come ultima risorsa, perché il problema non è andare il più velocemente possibile, ma piuttosto restare in volo e portare a termine il tema previsto. Da utilizzare principalmente in un lungo tratto finale di



8.2.3a Siamo in piena estate, il vento al suolo è molto debole, prevalentemente brezze locali, ma nubi alte indicano la presenza di un moderato vento da nordovest. I cumuli funzionano bene, non ci sarebbe motivo di perdere tempo; eppure, è stato possibile salire agevolmente fino a 6.000 m sopravvento al cumulo e sorvolare il Monte Rosa.



8.2.3b Decifrare la fotografia:

1 - Bella attività convettiva lungo i crinali tra la Val Sesia e la Valle Anzasca.

2 - Capanna Margherita (4.559 m) sulla cima del Monte Rosa.

3 - Termica sotto la base della nuvola, avanzamento controvento, poi come in salita sul costone lungo il fronte della nuvola fino alla fine, sottovento al Monte Rosa la classica salita e partenza verso Ovest in Valle d'Aosta. Il vento era di soli 50 km/h a 6.000 m.

sera quando il sole è basso all'orizzonte e le termiche sono incerte, soprattutto se questo tratto è sottovento.

Una decisione del genere mi è valsa il gradino più alto del podio in una Coppa del Mondo a Vinon. Per i voli di piacere, è ancora una mia scelta frequente, se non altro per soddisfare la mia curiosità e portare a casa qualche foto aggiuntiva.

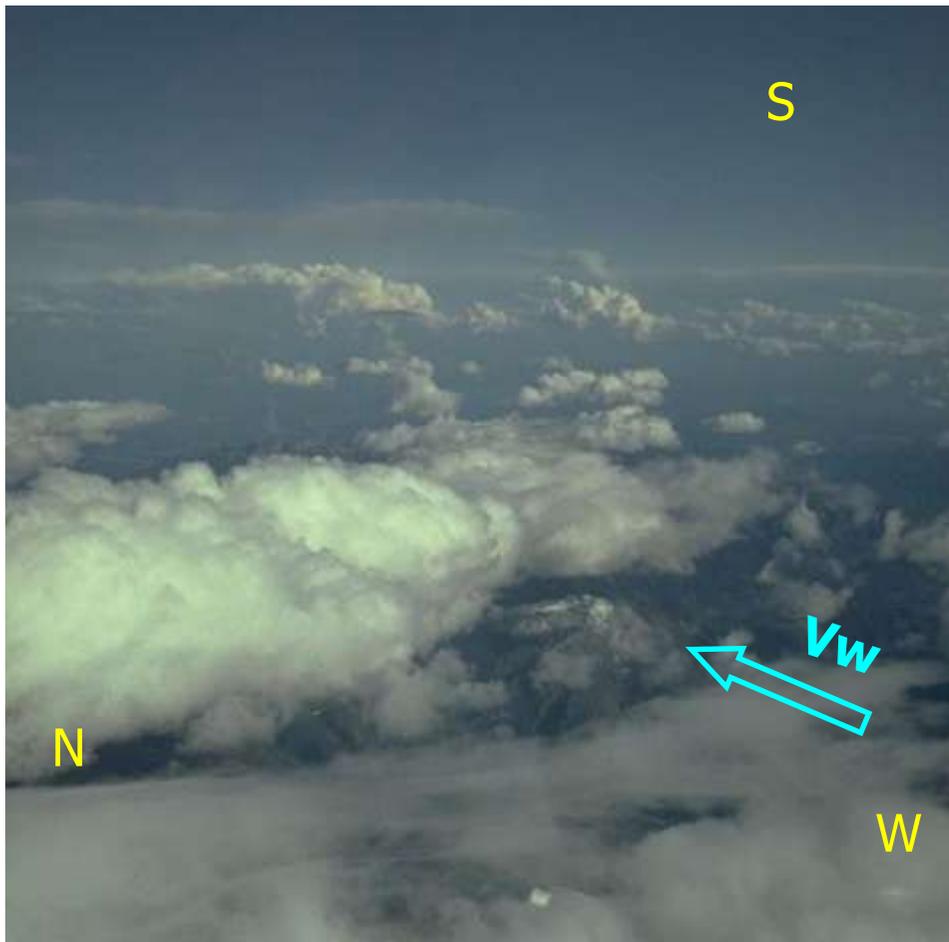
8.3 Onda in presenza di termiche, strati di cumuli.

Quando l'attività convettiva è intensa e l'umidità abbastanza elevata, i cumuli tendono ad aggregarsi. Se vi è qualche dubbio sulla presenza di vento in quota dalle previsioni del tempo o dalla presenza di nubi alte di forma rastremata nell'asse del vento, il pilota dovrebbe individuare i varchi nella copertura nuvolosa, verificare se l'apertura prescelta è posizionata sottovento ad una montagna e provare, come negli esempi precedenti, a salire in termica fino alla base del cumulo quindi esplorare il lato sopravvento dell'apertura, la direzione del vento è quella prevista sopra le nuvole, siccome questa può essere completamente diversa da quella dello strato convettivo.

La transizione dalla termica all'onda in queste condizioni può essere difficile e lenta, quindi non aspettatevi Vz significativi fino a ben al di sopra delle nubi, di diverse centinaia di metri.

L'importante è che la lettura del variometro non sia negativa non appena l'aliante vola nel blu. Spesso è necessario mantenere la rotta per circa dieci secondi controvento, appena sopravvento alla nuvola più piccola perché diventi positiva. Il pilota deve pazientare per alcuni minuti alla ricerca della miglior ascendenza lungo l'apertura, le cose dovrebbero migliorare presto.

Mi permetto di sottolineare che la lettura del cielo e la sua interpretazione sono molto più facili e nitide da sopra le nuvole che dal basso. In primo luogo,



8.2.4 Altro esempio di bel cumulo che ricopre la pianura e la pedemontana che può nascondere un sistema ondulatorio, anche se non violento, ma che permetterà di uscire dal sentiero battuto, e in questo caso di fare un giro al Monte Bianco.

go, la visione verso il basso è senza sforzo mentre in alto costringe ad alzare la testa, da cui una riduzione della concentrazione.

Per avere un campo visivo sufficiente, il pilota deve tenersi lontano dalla base delle nuvole, quindi più vicino alle montagne; la sua attenzione dovrebbe concentrarsi sul mantenimento delle distanze di sicurezza e sul controllo di eventuali aerei intorno a lui; più salirà, meno sarà consapevole della forma e posizione delle aperture. Questo è un buon motivo per i bravi piloti di non salire mai alla base delle nuvole quando si vola in velocità sopra la campagna. Inoltre, l'utilizzo dell'ascendenza in termica avviene tramite una spirale circolare ed è molto difficile concentrarsi su

un punto della nuvola (o un'apertura delle nuvole) quando l'orizzonte fa un giro ogni 20 secondi! Al contrario, una volta sopra le nubi, la distanza dalla nuvola diventa illimitata (soggetta al rispetto delle restrizioni dello spazio aereo), l'orizzonte è fisso perché le salite sono in linea retta, il traffico aereo è ridotto, la vista della nuvola non è più ostacolata dal terreno e si estende almeno oltre un centinaio di chilometri, la vista delle nubi d'alta quota è illimitata e si possono meglio discernere i percorsi energetici.

Vediamo alcuni esempi

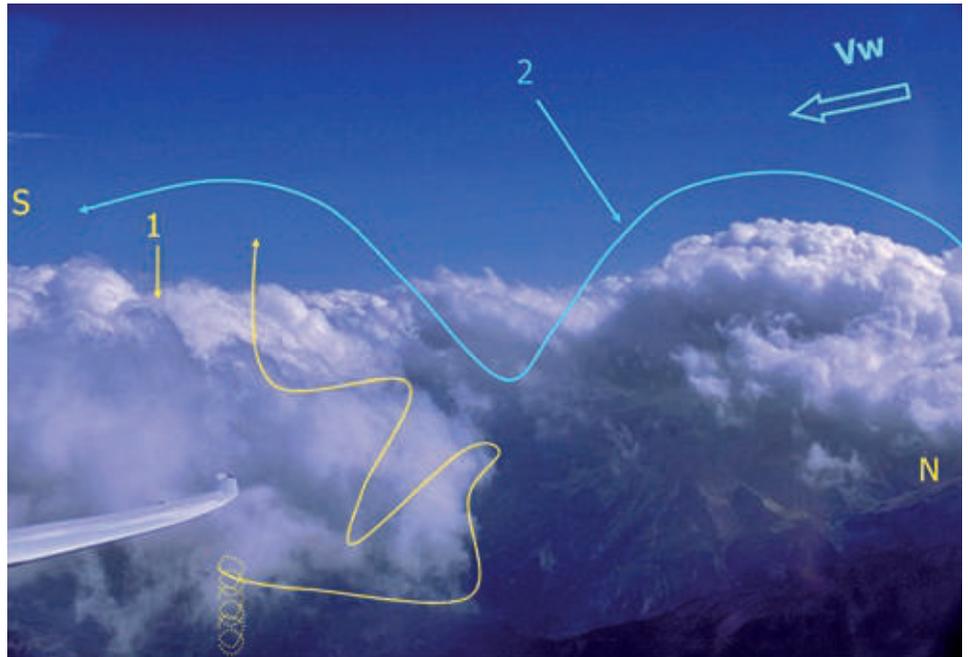


8. Individuazione e tecniche

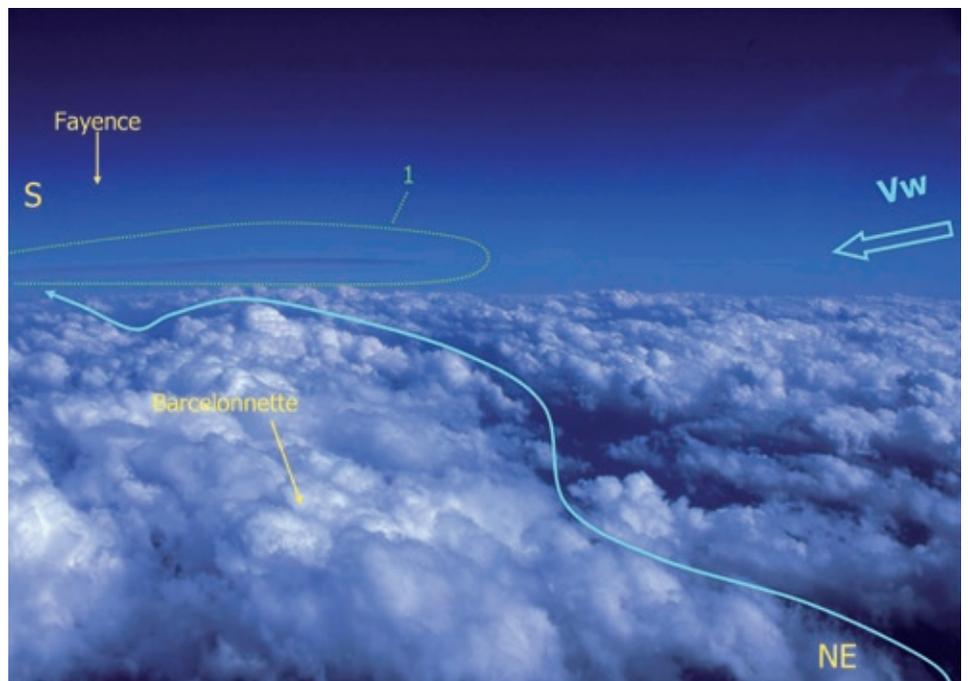
8.4 Onda in presenza di termiche, cumuli con due basi (confluenza, convergenza).

Quando la convezione in pianura è forte, è difficile passare dalla termica all'onda perché il cumulo si muove con la massa d'aria mentre il sistema ondulatorio è fisso rispetto al suolo. Bisogna quindi avere la possibilità di salire in termica sotto un cumulo che dovrebbe essere in questo momento un rotore nascente, che sarà utilizzato per entrare in onda solo per uno o due minuti applicando il metodo sopra illustrato. Questa manovra è spesso oggetto di lunghe lotte il cui esito non è sempre garantito. Se invece il cumulo ha due basi ed è vicino ad una montagna, allora la situazione è più semplice perché la parte del cumulo la cui base è la più alta è in realtà un rotore la cui posizione è generalmente fissa rispetto al suolo. Il suo utilizzo deve essere prima in termica sotto la base inferiore, quindi si applica il metodo sopra descritto per raggiungere la base più alta e poi verso il vento nel blu per tentare di collegarsi con il sistema ondulatorio. Il contatto con il flusso laminare avviene proprio all'altezza della base più alta. Accade spesso che queste nubi siano rafforzate da una convergenza perché il vento superiore, se la pianura non è ostruita, provoca spesso un risucchio a livello del suolo che genererà una convergenza in sinergia con la termica.

8.3.2 Seguendo l'immagine 8.3.1. Siamo a 6.000 m in prossimità di St. Crépin, la nuvolosità convettiva è ancora attiva e densa, ma ci sono corridoi liberi di nubi, che mostrano un'evaporazione locale, un buco di föhn. Basta avanzare sul lato del buco esposto al vento, che ci permetterà di andare al mare e tornare senza una sola sosta. La nostra analisi è rafforzata dalla presenza di una finissima nube d'alta quota (1) che conferma la presenza di un rimbalzo.



8.3.1 Il 18 agosto 1999, decollo da St. Crépin, brezza classica da sud 30 km/h, termiche molto buone, molte nuvole convettive. Da 3.000 m s.l.m., il vento gira a ovest a 35 km/h e si sale dolcemente in termiche convenzionali (1) sul lato ovest della Tête d'Amont fino alla base delle nuvole a 3.500 m. La mia curiosità è attirata dalla forma del cumulo pettinato lungo un buco nel mezzo della Vallouise e ho deciso di cercare una probabile salita in onda (2) generata dalle cime che sovrastano Puy St Vincent, distante di circa 7 km, che possono essere un primo rimbalzo sottovento. Tutto funziona come previsto, si passa dall'«inferno» al paradiso, cioè sopra lo strato di nubi (4.000 m) in 8 minuti, o media 1 m/s, che poi diventa 2-3 m/s a 6.000 m dove il vento è ora di 140 km/h da 254°. Abbiamo certamente perso 30 minuti, ma il volo sarà totalmente diverso perché vedremo il mare e ritorno (250 km) senza fermarci.



8.5 Volare sottovento a creste non perpendicolari al vento.

Abbiamo visto nel capitolo 3, fig. 3.4.1 che a causa dell'attrito, quando il vento attraversa una cresta (o la vena fluida) tende a lasciare la cresta perpendicolarmente ad essa.

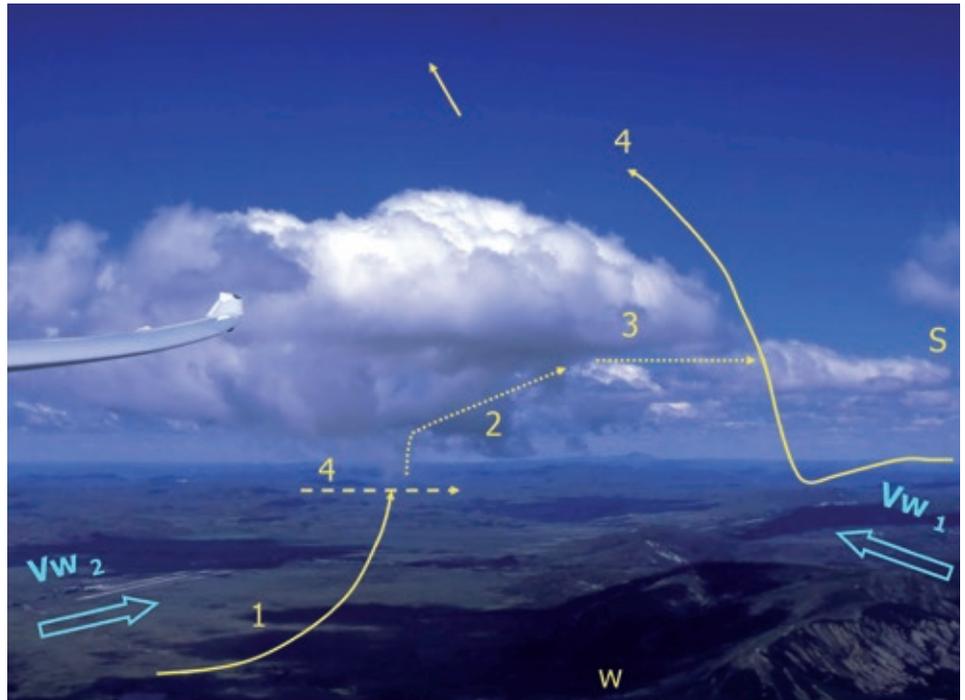
Questa legge fisica funziona tanto per i fluidi quanto per i solidi ed è utilizzata in ambiente industriale per angoli che normalmente non superano i trenta gradi, principalmente per ragioni meccaniche. Ciò non significa che non si applichi ad angoli più alti.

La maggior parte degli esperti concorda sul fatto che un'inclinazione di 30° rispetto alla perpendicolare al vettore del vento non è un fattore particolarmente negativo per la formazione dell'onda. Questa è anche l'opinione dell'ottimo Tom Bradbury che indica in fig. 97 pag. 80 del riferimento (14) un angolo di circa 30° , vedi fig. 8.5.1. La realtà non è così categorica e siamo rimasti sorpresi nell'osservare che creste inclinate di 45° su entrambi i lati del vento potrebbero generare sistemi di onde risonanti.

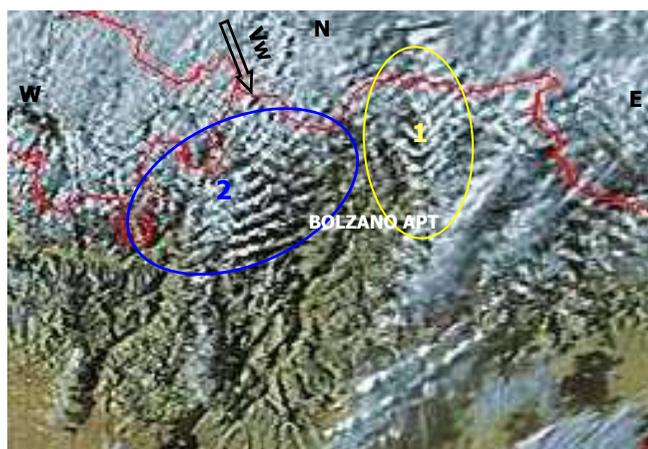
La foto satellitare 8.5.2 mostra un bellissimo esempio di onda a spina di pesce a nord di Bolzano che ho usato regolarmente durante i vent'anni che ho volato nella zona.



Fig. 8.5.1 Secondo Tom Bradbury (14), un diagramma del sistema ondulatorio quando la cresta non è perpendicolare al vento. Notare che la differenza è di circa 30° .



8.4.1 Esempio di cumulo-rotore in sinergia con la convergenza. Il vento in quota (Vw_1) è da 240° , quello in quota (Vw_2) è da 300° . La pianura è molto attiva con le termiche, ed è chiaro che tutti i cumuli sono pettinati da un vento di ponente. La tecnica sarà quindi (1) termicare fino alla prima base, circa 1.500 m, (2) salire in convergenza fino alla base più alta, circa 2.500 m, e (3) passaggio alla nuvola (4) per entrare nel sistema ondulatorio.



8.5.2 Foto satellitare di un esempio di onda a forma di freccia di 90° (ellisse gialla bassa), angolata a 45° su entrambi i lati del vettore del vento. L'onda classica, perfettamente perpendicolare al vento, è contenuta nell'ellisse azzurra. Attraversare l'area gialla è una delle chiavi del successo per volare verso l'Austria.



8. Individuazione e tecniche

È quindi fondamentale osservare con la massima attenzione la forma della linea di cresta che genera il rimbalzo che stiamo utilizzando e cercare di mantenersi a una distanza costante, piuttosto che strettamente perpendicolari al vento. Quando i rimbalzi sottovento sono indicati da bande di stratocumuli, come spesso illustrato in questo libro, è meglio seguire il bordo d'attacco sopravvento alla nuvola.

Quando questa nube non esiste, come nella maggior parte dei casi nelle Alpi, solo un'attenta osservazione della montagna consentirà di ottimizzare la velocità di crociera, poiché il pilota trasformerà la velocità di salita V_z in velocità di planata V_i indicata per mantenere l'altitudine al livello desiderato. A tal fine, un variometro netto elettronico con display digitale e un tempo di integrazione di circa 10 secondi è senza dubbio lo strumento più importante (ovviamente combinato con un efficiente calcolatore del vento in linea retta).

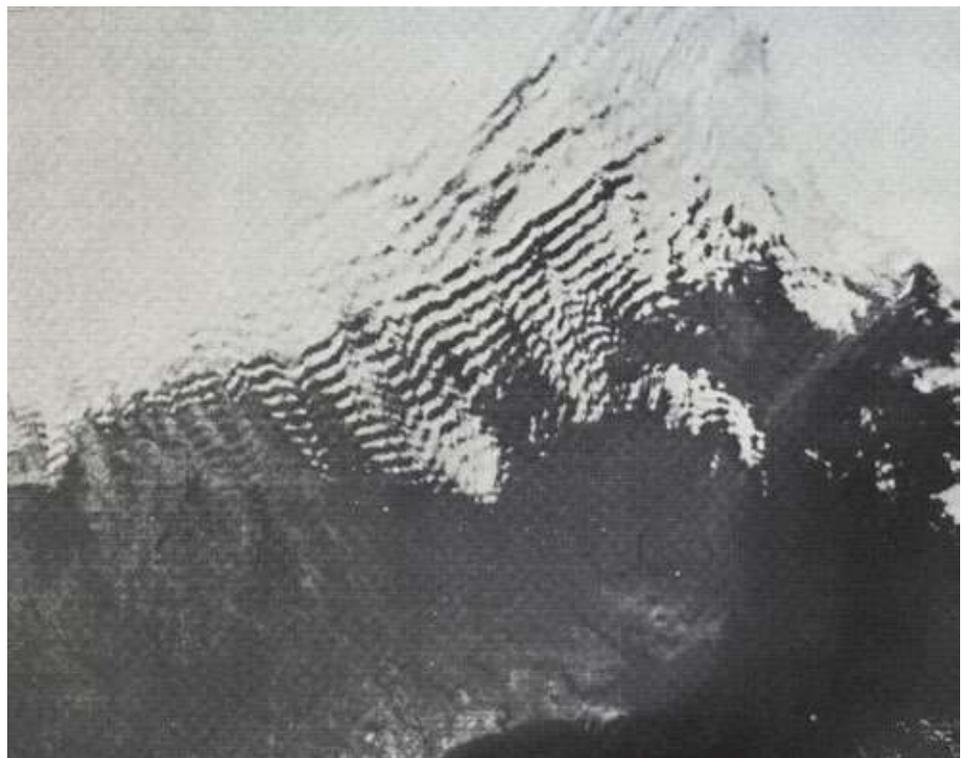
Quando il terreno è appena visibile, lo schermo della mappa in movimento sarà di grande aiuto; anche se le montagne non sono chiaramente segnalate, i fiumi lo sono e, di regola, sono generalmente paralleli alle creste. Motivo in più per avere sempre a bordo una buona mappa cartacea.

Osservando attentamente l'immagine satellitare 8.5.4, vediamo che non solo la prima linea di struttura d'onda segue la forma delle montagne, con scostamenti localizzati improvvisi dell'ordine di 45° , ma anche che le successive linee di risonanza hanno la stessa forma, ripetuta visibilmente sei volte nell'immagine a infrarossi e quindi molto di più nello spettro visibile.

Ciò conferma che le risonanze sono solo marginalmente legate all'orografia, in quanto le montagne sono basse, e



8.5.3 L'immagine satellitare precedente sovrapposta a un'immagine satellitare delle montagne. Possiamo vedere come la forma di ogni cresta e valle si riflette sotto forma di nuvole d'onda, anche oltre i 45° di differenza tra la vetta e la perpendicolare al vento.



8.5.4 Risonanze la cui forma segue e ricopia quella della prima montagna.

ciò purché si mantengano le condizioni termodinamiche e del vento (principalmente la presenza di una corrente a getto).

8.6 Quando il pendio non è in fase con il rimbalzo dell'onda.

Questo problema è particolarmente importante nel volo in pendio, vedi capitolo 3 fig. 3.7.1.

Nel peggiore dei casi, un pendio soleggiato esposto al vento generale può essere sede di forti discendenze che scendono fino a terra. Bisogna subito volare controvento verso il centro della valle o tornare ad affidarsi al pendio precedente che funzionava per riflettere sull'azione successiva. Ho vissuto più volte questa situazione e ammetto che è estremamente scomoda; è fondamentale avere una soluzione di atterraggio in pochi minuti. L'unico lato positivo di questo scenario è che la salita dal rotore in mezzo alla valle inizia a quota molto bassa. Finché l'aliante vola, c'è speranza!

Nella maggior parte degli altri casi, il pendio funzionerà al meglio fino alla sua sommità e consentirà solo di rimanere in aria. Il pilota dovrà poi osservare se il pendio su cui si trova è convergente o divergente dalla cresta che sta sopravento dall'altra parte della valle, se la cresta che ha generato l'onda non è in fase con la cresta su cui lui si trova. Prima o poi sarà in fase e potrebbe riprendere quota. Il pilota valuterà la distanza da questa cresta di sopravento in base alla sua precedente esperienza. In generale, le valli si restringono man mano che si risale il fiume, ma d'altra parte ci sono spesso meno campi atterrabili.

Non conosco alcuna regola assoluta, e in genere ho preferito tentare di risalire con cautela la valle, osservando con attenzione il vario netto, pronto ad applicare la regola del paragrafo precedente: o scappare in mezzo alla valle se atterrabile, o tornare indietro. Questa è una regola che sembra funzionare perché non sono mai atterrato in una situazione del genere, anche se l'ho vissuta abbastanza frequentemente.

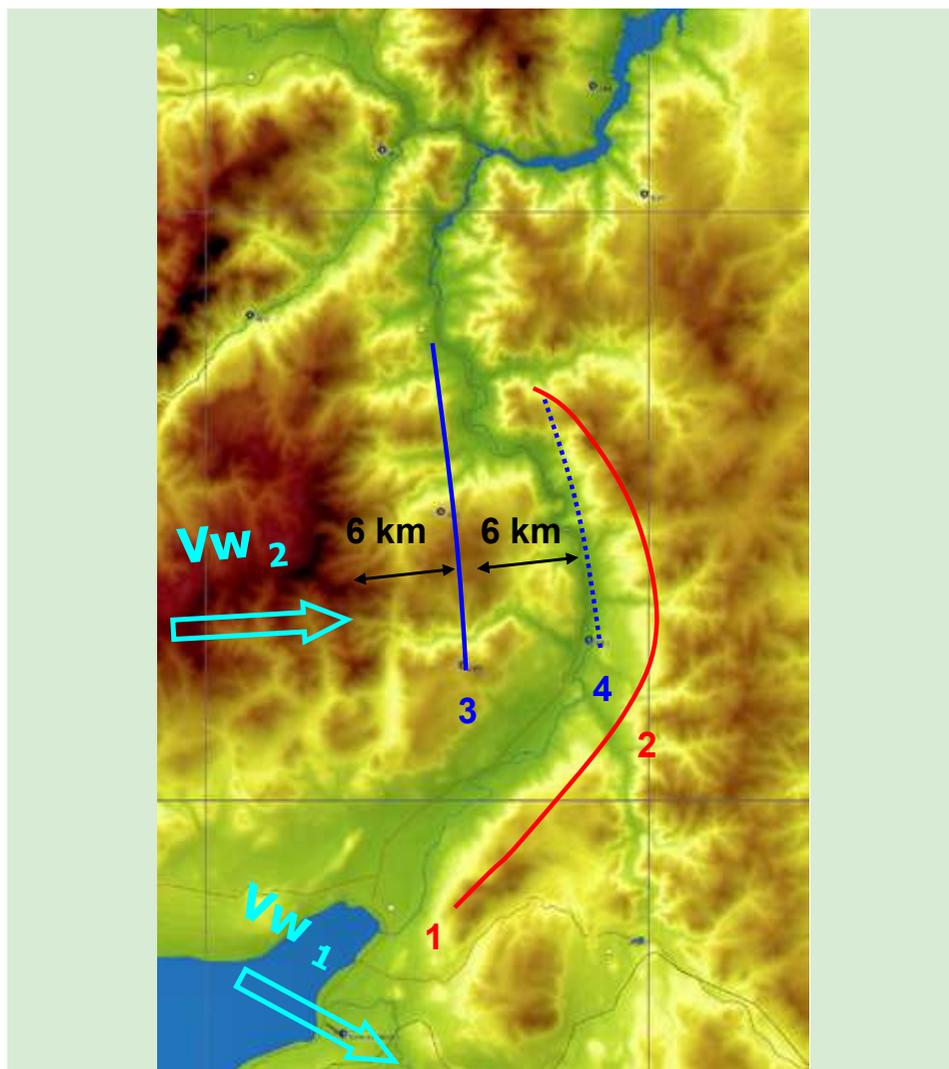


Fig. 8.6.1 Un esempio di mossa tattica lungo un pendio fuori fase per andare a cercare un'area in fase. Il miglior biposto di questo club è un IS28 e il vento di superficie (Vw 1) è mediamente da 300° per 20-30 kt. Per ragioni di economia il punto di sgancio è sempre sul pendio (1), che lavora quasi sempre fino a 700-1.200 m sul suolo, ed ha una striscia atterrabile proprio al suo piede. Questo pendio non è quasi mai in fase con le montagne sopravento. Data la forza del vento e le caratteristiche di questa macchina, è impossibile tentare la connessione con il primo rimbalzo (3) tanto più che il terreno è alto quanto il pendio iniziale. L'alternativa è un traino di 25 minuti, che costa una fortuna. Anche per il nostro Nimbus 4DM, questo esercizio funziona al meglio una volta su due quindi ho deciso di cercare modi alternativi e sicuri per potersi connettere con l'onda senza motore o con l'aliante del club. Abbiamo individuato la linea del secondo rimbalzo (4) ed esplorato a bassissima quota i pendii del percorso (2). Questo secondo rimbalzo è molto turbolento a bassa quota perché il vento dal lago segue la valle fino a diventare quasi perpendicolare al vento in quota che lo genera. Tuttavia, vediamo che la seconda linea teorica di rimbalzo intercetta il pendio in un punto che ci ha sempre permesso di prendere l'onda con 3 minuti di motore, anche se l'esercizio è a volte acrobatico per turbolenze o forti termiche. Il club ha ora individuato uno spazio atterrabile in zona e i voli sportivi possono iniziare senza spendere troppo per il traino.



8. Individuazione e tecniche

Per quanto riguarda il sistema ondulatorio superiore, cioè al di sopra dei rotori e nello strato laminare, la situazione è meno netta, meno catastrofica, che negli strati inferiori. Il risultato dipende in gran parte dall'altezza della montagna che è sfasata rispetto a quella che genera il rimbalzo.

Più alto è l'elemento di disturbo, maggiore sarà il suo impatto negativo, con il rischio di distruggere completamente l'ascendenza di rimbalzo, il che non significa che verranno distrutti i successivi; non ho mai visto alcuna influenza al di là della montagna che è fuori fase. Affinché l'influenza di una montagna in opposizione di fase sia avvertita a media altitudine (4.000-6.000 m), la sua altezza deve essere dello stesso ordine di grandezza della prima montagna.

Va tenuto presente che lo spostamento verticale di una particella d'aria è dell'ordine da 1/5 a 1/10 (\pm) dell'altezza della montagna. Facendo riferimento all'esperimento del Monte Bianco (vedi § 5.2), l'ampiezza di quella sinusoide è dell'ordine di 966 m, quindi 626 m, quindi 417 m e questa energia sarà trasferita fino alla tropopausa nel minuto successivo all'attraversamento della cresta. Sembra quindi ovvio che sarà necessario applicare all'incirca la stessa quantità di energia per rompere questo gigantesco movimento.

Va ricordato che la distanza tra la sommità del primo rimbalzo sinusoidale è circa dal 70 % all'80 % della lunghezza d'onda del sistema che seguirà. Ciò significa che la posizione della migliore area di salita del primo rimbalzo sarà circa 1/2 lunghezza d'onda dietro la cima della montagna che genera questa onda.

Vale a dire, nelle normali condizioni delle Alpi, da 5 a 6 km sottovento alla linea di cresta nel caso dell'esperimento del 20 marzo 1999 (§ 5.2); questa

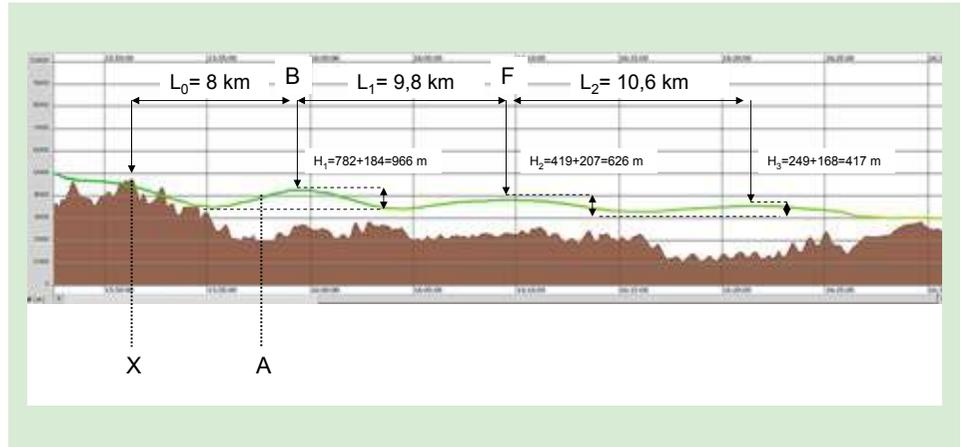


Fig. 8.6.2 disegnato in scala 1:1 del barogramma del volo in onda di rimbalzo sottovento al Monte Bianco, con un vento da nord di 65 km/h (356°) a 5.000 m.

(X) vetta del Monte Bianco.

(A) centro della Val Veny e praticamente posizione della migliore Vz, punto di flesso della sinusoide

(B) Cuspide della sinusoide corrisponde esattamente al picco di Chavannes. La fase è buona, lo spostamento verticale di una particella d'aria è 966 m (782 m più i 184 m di altitudine persi dall'aliante).

(F) La cuspide della seconda onda sinusoidale non è amplificata da alcuna montagna, lo spostamento verticale di una particella è di soli 626 m.

(I) Cuspide della terza sinusoide. In opposizione di fase con la Val d'Isère, lo spostamento verticale di una particella è di soli 417 m.

Si noti che la distanza tra il Monte Bianco e la cuspide della prima sinusoide è l'80% della lunghezza d'onda. Inoltre l'angolo delle correnti ascensionali nel punto di miglior Vz è molto basso, un massimo di 16° per il primo, circa 6° per il secondo e 5° per il terzo.

distanza è molto breve e la vicinanza alla parete contro la quale dobbiamo andare contro vento è spesso impressionante.

I manuali già citati mostrano diagrammi di sistemi d'onda spesso piuttosto fantasiosi, specialmente ingranditi nella scala verticale e così distorti che è difficile trasporre questa immagine quando si è in volo. Ripetiamo sotto il diagramma 8.6.2, il barogramma di fig. 5.2.7a che mostra la situazione reale in scala 1:1 (altitudine e distanza) dell'esperimento del 20 marzo 1999 sottovento al Monte Bianco (Vedi dettagli in § 5.2). Per rendere più significativo questo diagramma e per confrontarlo con quelli dei riferimenti citati, abbiamo amplificato la scala di altitudine di un fattore

4, vedi fig. 8.6.3.

Questo esperimento mostra che l'influenza di una montagna in opposizione di fase non è così tragica come si potrebbe pensare.

Al contrario, una montagna in fase con l'onda apporta un significativo miglioramento; spesso bisogna scappare sottovento di una o due lunghezze d'onda per andare ad utilizzare un rimbalzo in fase con un'altra catena montuosa, che può rivelarsi molto migliore del primo rimbalzo, anche se in linea teorica il primo avrebbe dovuto essere il più potente.

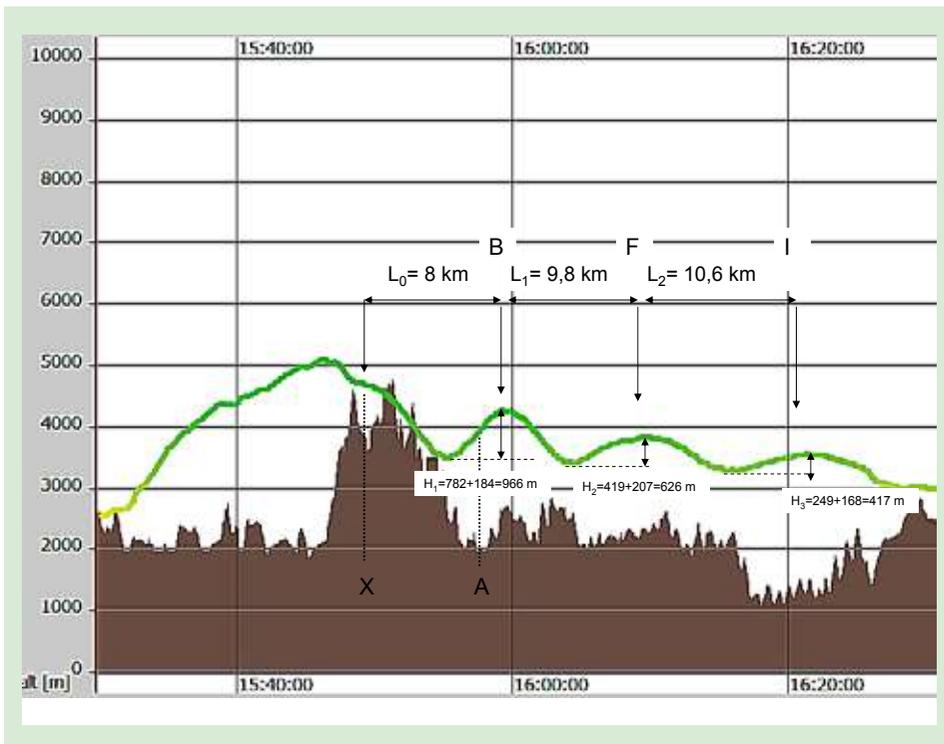


Fig. 8.6.3 Traccia del barogramma in scala 4:1 dei primi 3 rimbalzi del Monte Bianco con un vento da Nord (356°) di 65 km/h, a 5.000 m.

(X) vetta del Monte Bianco.

(A) Centro della Val Veny e praticamente nella posizione di miglior Vz (5 m/s), il punto di flesso della sinusoide, a soli 6 km dalla vetta.

(B) La parte cuspidale della prima sinusoide corrisponde esattamente al picco di Chavannes. La fase è buona, il totale il movimento verticale di una particella d'aria è di 966 m.

(F) Cuspide della 2a sinusoide. Grazie alla scala verticale amplificata si vede che la media della pendenza del terreno è positiva, la particella guadagna 500 m in 5 km o 1/2 lunghezza d'onda. Non è sufficiente per migliorare significativamente l'oscillazione. La miglior Vz è di solo 2,5 m/s, il guadagno di quota corretto è 626 m, o il 65% del guadagno dall'oscillazione precedente.

(I) Cuspide della 3a sinusoide. L'orografia è in opposizione di fase, l'onda sinusoidale inizia il suo percorso verso l'alto mentre la parete crolla verso la valle d'Isere e inizia il suo viaggio verso il basso contro le montagne dell'Aiguille Rouge e del Mont Pourri. L'esperimento finirà lì.

Nonostante l'opposizione di fase, lo spostamento verticale di una particella d'aria è ancora di 417 m, ovvero il 66 % del guadagno dell'oscillazione precedente che non è stata disturbata da alcuna montagna. La miglior Vz è ancora 1-1.5m/s quindi totalmente utilizzabile da un pilota che arriva da sud con l'intenzione di sorvolare il Monte Bianco.

Si osserva che ogni rimbalzo perde il 35% dell'energia dell'oscillazione precedente indipendentemente dalla fase della montagna. La velocità del vento calcolata retrospettivamente dalle posizioni GPS è rimasta pressoché invariata: 55,9 km/h a (B), 59,2 km/h a (F) e 58,9 km/h a (I).

Nel suo eccellente libro, ref. (14), Tom Bradbury offre una rappresentazione della stessa situazione un po' semplicistica e relativamente imprecisa. Vedere fig. 8.6.4.

Nonostante questi piccoli errori si tratta

indubbiamente di un tentativo di facilitarne la comprensione; il lettore capirà il principio dei diagrammi, ma non dovrà aspettarsi tale amplificazione quando le montagne sono in fase!

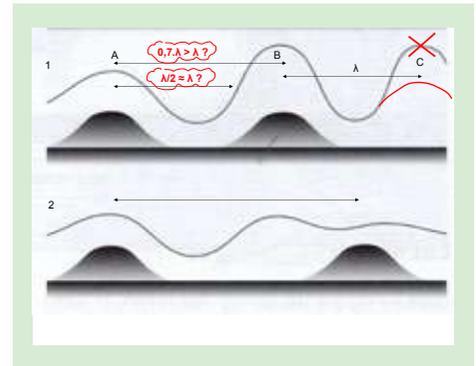


Fig. 8.6.4 Situazioni "in fase" ed "in opposizione di fase" secondo Tom Bradbury (14). Sono necessarie alcune correzioni:

(1) onde in fase con l'orografia.

- L'amplificazione verticale del suo esempio è troppo lontana dalla realtà, poiché si vede la particella salire a un'altezza doppia dell'altezza della montagna mentre in realtà in queste condizioni è da 1/5 a 1/10.

- La distanza tra la cima della montagna A e la cuspidale della prima sinusoide B, che dovrebbe essere da 0,7 a 0,8 x la lunghezza d'onda l, appare nel disegno più lunga di l.

- Il secondo rimbalzo non può salire così in alto come il primo se non c'è un'altra montagna in fase

(2) onde in opposizione di fase

- Stessi commenti sull'amplificazione verticale. Manca la seconda sinusoide sottovento alla seconda montagna.

8.7 Gradiente del vento negativo, rotori che sembrano girare al contrario.

Abbiamo visto nel § 5 (teoria delle onde) che una delle condizioni necessarie affinché un fenomeno ondulatorio continui con l'altitudine è che la velocità del vento aumenti con l'altezza, cioè che il gradiente sia positivo. Questo non è sempre il caso e quando si verifica l'inversione del gradiente al livello della condensazione, le nuvole che si creano danno l'impressione di girare dalla parte opposta, ma è solo un'impressione! Le abbiamo provate, e non girano, questa illusione ottica è dovuta alla condensazione precoce. Ecco alcuni esempi.



8. Individuazione e tecniche

Fig. 8.7.1 25 dicembre 2012. Il vento al suolo è del 240° a 35 km/h. Il cielo è pieno di piccoli cumuli, ma anche di nuvole alte che mostrano una situazione di alta pressione in un flusso meridionale. Dopo 2 ore di battaglie e 30 km in termica incerta riusciamo a connetterci con l'onda da sud, il vento a 4.400 m parte da 207° a 26 km/h e poi scende a 17 km/h. Esploriamo tutti i lati della nuvola di questa fotografia, solo il lato sopravvento è attivo, e quando arriviamo al «riccio» il vento scende a meno di 10 km/h. Inutile insistere, dobbiamo lasciare, continueremo il nostro volo di piacere stando in onda tra 3.000 e 3.500 m con il vento del 210° da 30 a 40 km/h. Durante la planata finale al ritorno, il vento era del 206° con 56 km/h a 3.000 m, confermando pienamente il gradiente negativo e la sua influenza sul sistema ondulatorio.

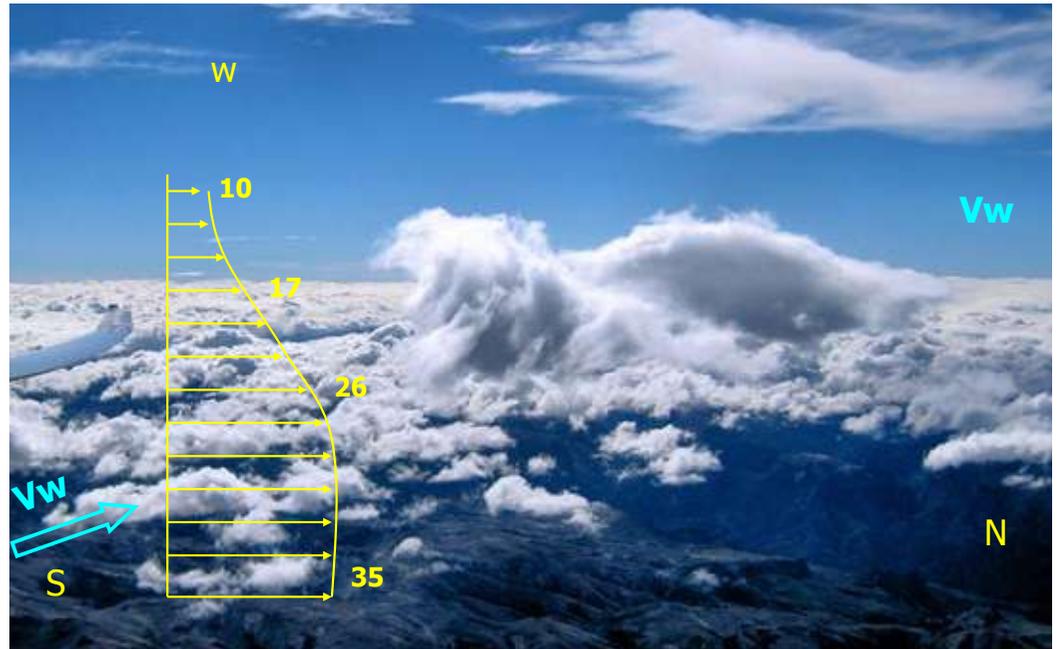


Fig. 8.7.2 22 dicembre 2012. Siamo a 3.500 m all'ingresso della mitica Cordillera del Viento. Abbiamo bisogno di 113 km per arrivare al pilone dei 1.000 km di andata e ritorno, il vulcano Domuyo (1). Tenuto conto della potenza e della lunghezza di questo rimbalzo, non conviene salire più in alto della base dei rotori perché quando tutto funziona bene, dobbiamo volare alla V_{ne} in modo da non superare gli 8.000 m alla fine della valle. Il vento, in questo momento, è di 300° ad una velocità molto variabile tra 70 e 110 km/h, che diventerà 280° da 120 a 130 km/h sotto l'ultima nuvola a 7.000 m. La rotta sotto queste nuvole ci ha dato turbolenze di una violenza senza precedenti, costringendoci a ridurre la velocità a 90 km/h per mantenere l'integrità dell'aliante, facendoci superare il limite di quota di 8.000 m che di solito mi impongono per sicurezza. In questa zona, il vento ha oscillato improvvisamente tra i 90 e i 140 km/h, senza causa apparente. Possiamo escludere un gradiente inverso sopra i rotori perché al nostro ritorno abbiamo volato 3.000 m sopra di loro con le velocità del vento menzionate.



Fig. 8.7.3 22 novembre 2010. Questa lenticolare fotografata da 5.500 m riflette un gradiente positivo apparentemente eccessivo combinato con un rimbalzo localmente più intenso. A 3.500 m, vento 257°/29 km/h; a 4.500 m 240°/47 km/h, a 6.000 m 230°/70 km/h. Niente di particolarmente anomalo, nessuna turbolenza particolare, una bella giornata per un volo di turismo di lusso.

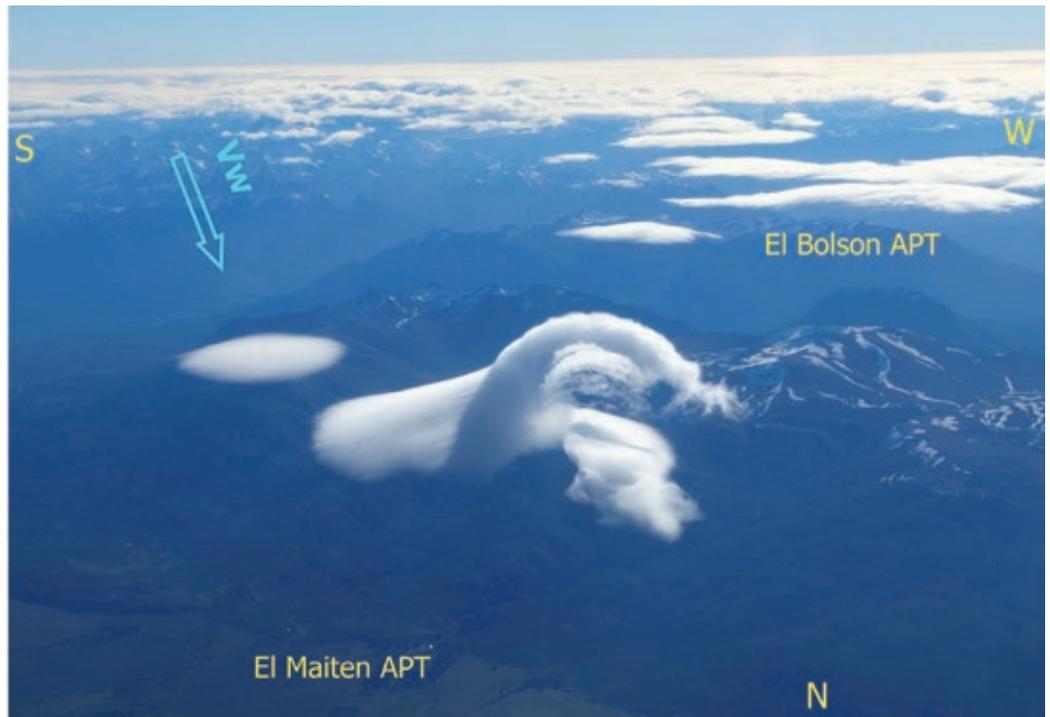


Fig. 8.7.4 20 novembre 2010. Quando un lato della lenticolare forma un riccio, è segno di un forte gradiente di vento molto localizzato perché i ricci sono orientati nella direzione del vento. Questa forma è tipica dei rulli di Kelvin-Helmholtz. Non abbiamo riscontrato alcun impatto significativo sulla condotta del volo, ma ci siamo astenuti dall'avvicinarci a questa nuvola. Queste formazioni nuvolose possono anche essere prodotte da variazioni locali della lunghezza d'onda, a causa di forti gradienti di temperatura e/o della temperatura potenziale. In questo caso, sono sede di forti turbolenze ed è meglio andare in un'altra direzione.



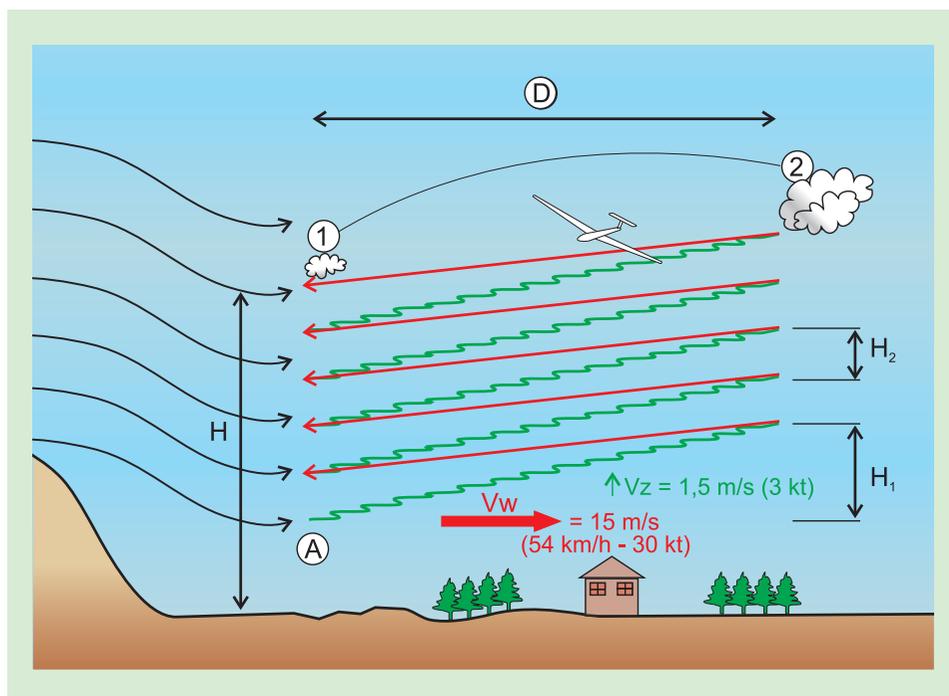
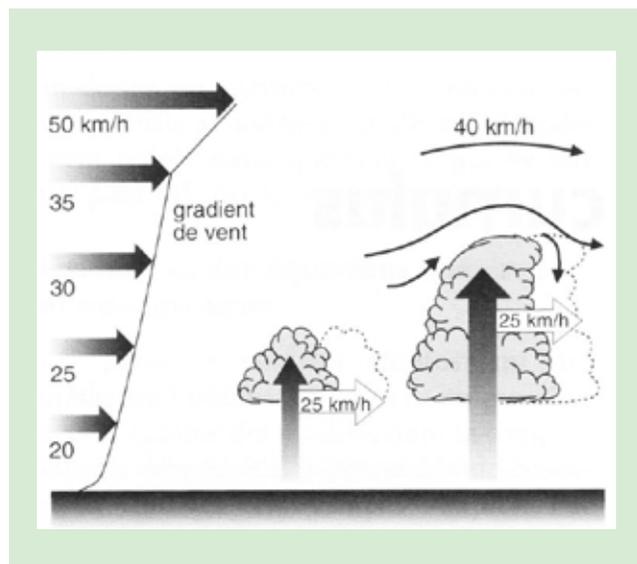


8. Individuazione e tecniche

8.8 Rotori migratori.

Si tratta di una situazione abbastanza comune che deve essere rapidamente individuata, in quanto è l'unico caso di sistema ondulatorio in cui è necessario salire in spirale e consentire lo scarroccio sottovento. Questa particolare situazione è diversa da quella proposta da Tom Bradbury (14), che è più simile a ciò che altri chiamano termo-onda, vedi fig. 6.4.3 e 6.4.4, che però non è lo stesso, in quanto Bradbury prevede l'evoluzione della nuvola e il suo movimento sottovento, costringendo il pilota a tornare controvento per sfruttare questo fenomeno dinamico sopra una nuova nuvola che subirà un nuovo ciclo di rigonfiamento e collasso. Vedi fig. 8.8 .1. Personalmente non sono mai stato in grado di utilizzare questo fenomeno, ma teoricamente non è escluso che possa verificarsi. Un sistema ondulatorio con rotor migratori è facile da identificare quando questi rotor sono materializzati da fractocumuli. La caratteristica principale che dovrebbe allertare il pilota è la presenza di un piccolo fractocumulo, solitamente grigio, a monte del sistema, che inizia subito dopo il buco di föhn, e quella nuvola è seguita sottovento da altre nuvole, generalmente più bianche, più grandi e simili in forma a quelli di cumuli termici, che spesso hanno una componente termica. È difficile per il pilota identificare il fatto che tutte queste nuvole si stanno muovendo, la velocità di movimento è lenta, meno del vento. Queste nuvole si muovono girando su sé stesse, un'attenta osservazione rileverà una «forma rotante» a conferma di ciò. Poiché il pilota è sotto la nuvola a bassa quota, in una situazione generalmente scomoda a causa della turbolenza, con una autonomia di pochi minuti prima del fuori campo, deve concentrarsi sull'utilizzo di questa piccola nuvola come descritto nel diagramma 8.8.2.

Fig. 8.8.1 Secondo Tom Bradbury, l'inerzia dovuta alla massa d'aria in una termica (diverse tonnellate) è tale che la nube mantiene la sua velocità orizzontale mentre si alza e non segue esattamente il gradiente del vento. Si comporta quasi come una barriera e si può formare un'onda sottovento alla sommità del cumulo. Si muove però con il vento e ha un ciclo di vita che costringerà il pilota ad andarsene ad un certo punto per tornare a sfruttare questo stesso fenomeno sottovento di una nuvola più giovane.



Schema 8.8.2 Sfruttamento di rotor migratori materializzati da fractocumuli. La scala dell'altitudine è ingrandita di 2 volte rispetto alla distanza

- (1) Posizione del primo fractocumulo.
- (2) Posizione dello stesso fractocumulo che si è gonfiato e si è spostato, al punto in cui il l'ascendenza si sta indebolendo
- (A) Posizione di arrivo dell'aliante nell'ascendenza dinamica dell'onda (e forse anche termica) del fractocumulo in posizione (1).
- (D) Distanza tra queste due posizioni, circa 3 km, una distanza molto variabile a seconda delle condizioni termodinamiche e della velocità del vento.
- (H) Altezza del fractocumulo, inizio del sistema ondulatorio laminare superiore.
- (H1) Guadagno di quota, circa 300 m per circa 200 secondi.
- (H2) Perdita di quota di circa 150 m per tornare al punto di partenza, efficienza 21, MacCready 3,5 m/s per volare alla migliore velocità di crociera di «planata finale» con un vento contrario di 30 kts.

Si tratta di una situazione tipica, vissuta personalmente più volte ogni stagione, in cui la massa d'aria è moderatamente stabile, vuoi perché c'è una significativa attività solare termica, vuoi perché siamo in una zona post frontale ed il fronte non è ancora del tutto partito. In questo esempio, assumeremo una deriva a questa quota di 54 km/h, 15 m/s, un valore normale e spesso anche maggiore.

Il pilota dovrà posizionarsi sotto il naso del primo fractocumulo (1), nel nostro esempio questa altitudine è di 750 m, ma il più vicino possibile è ovviamente meglio. Quando l'aliante entra per la prima volta nell'ascendenza (A), generalmente abbastanza turbolenta, il pilota deve astenersi dall'iniziare a girare e quindi deve attendere alcuni secondi, fino a quando l'indicazione del vario non aumenta più. Questo è il momento giusto per iniziare una virata stretta mantenendo un angolo di attacco più basso del solito per evitare di entrare in vite a causa della turbolenza. Non è raccomandato l'uso di alti angoli dei flap in modo da mantenere una buona manovrabilità in rollio e per ridurre la tendenza ad entrare in vite (di solito più cattiva con impostazioni positive dei flap).

Considerando una velocità media di salita V_z di 1,5 m/s (l'indicazione del variometro darà picchi superiori a 3 m/s), ci vorranno poco più di 3 minuti (200 secondi, una decina di giri) per guadagnare 300 m (H1) e sportarsi di 3 km. Date le consuete caratteristiche termodinamiche e le lunghezze d'onda che ne risultano, questi 3 km sono grosso

modo la massima distanza di sopravvivenza dell'ascendenza sotto il rotore. Ma poiché siamo in presenza di instabilità termica e la curva di temperatura è variata localmente, è molto probabile che nasca una termica e la nube continui a crescere mentre si sposta sottovento. Il ciclo termico è piuttosto breve e tutto si sfalderà dopo pochi minuti. Il pilota dovrà lasciare quest'ascendenza in posizione (2) quando la salita media inizia a diminuire, questo valore di 3 minuti è un massimo tipico per queste situazioni, il che significa ben dieci virate durante le quali l'attenzione del pilota sarà focalizzata sia sul mantenimento della posizione rispetto alla nuvola, e sull'osservazione della nascita di un nuovo fractocumulo nella posizione di partenza (1), cercando di volare al meglio in queste difficili condizioni.

Il percorso di ritorno alla posizione (1) dovrebbe avvenire ad una velocità compresa tra quella di massima efficienza per il vento contrario di 54 km/h considerato (in un Nimbus4D caricato a 48 kg/m², efficienza 30, velocità 130 km/h e McCready equivalente 0,5 m/s) e quella della «migliore velocità di crociera», sempre corretta per lo stesso vento contrario (nel nostro caso efficienza 21, velocità 216 km/h e McCready 3,5 m/s). La scelta dipenderà dalla fiducia del pilota nella prossima ascendenza e dalla sua tattica per il resto del volo; quest'ultima scelta è spesso il metodo più efficace per atterrare rapidamente fuori campo. Nel nostro esempio, alla velocità più alta, si perderanno 143 m in 71 secondi per tornare alla posizione di partenza, avendo guadagnato 157 m complessi-

sivi. Si vede subito che questo gioco può essere lungo, arduo ed estenuante. Il ciclo completo è di 271 secondi per guadagnare 157 m, la media finale è di soli 0,58 m/s. È abbastanza classico, ma è l'unico modo per uscire da questa situazione, in alternativa a salire sopra le nuvole con il motore, tra i 3.000 e i 4.000 m.

Il diagramma mostra un guadagno di 750 m corrispondente alla realtà sperimentata molte volte, o in teoria 23 minuti di lotta, in pratica molti di più. Ricordo bene situazioni simili in cui il vento non era di 30 kts, ma di 60 kst e mi sono ritrovato al punto di partenza alla stessa quota, prima di arrendermi definitivamente, con il cuore in gola, dopo più di un'ora di lotta.

Se i fracto cumuli sono bassi sfruttarli è molto più facile. In effetti, più sottile è lo strato turbolento e più potente è, e più il sistema laminare superiore è organizzato e facilmente raggiungibile.

In situazioni post-frontali, capita spesso che questi fractocumuli si dispongano su più livelli, il primo in genere alla consueta altezza di sgancio aereo o di rientro motore (500-1.000 m), che semplifica molto le cose, perché, come già spiegato, è molto più facile sfruttare una nuvola da sopra che da sotto.

¹ È la velocità di spostamento orizzontale dell'ascendenza che viene utilizzata spiralandolo, che è sempre molto inferiore a quella dello spostamento della massa d'aria generale, il cosiddetto «vento di gradiente», vicino al «vento geostrofico» che risulta dalle differenze di pressione. L'ascendenza termica si muove un po' più lentamente del vento di gradiente, di almeno alcune decine percentuali. In un sistema ondulatorio, questa differenza può essere molto grande, spesso vicina alla metà del gradiente del vento, anche una frazione di questo valore. Più forte è l'ascendenza, maggiore è questa differenza. Nel nostro esempio, uno spostamento dell'ascendenza a 54 km/h può corrispondere a un vento da 80 a 100 km/h. L'indicazione di un calcolo della velocità del vento basata sullo spostamento del centro delle virate non può essere utilizzata per valutare il vento reale, occorre attendere di volare in linea retta per alcuni minuti per determinare quel valore, che verrà utilizzato per calcolare l'equivalente impostazione del MacCready (vedi § 9).

² Vedi capitolo seguente sulla teoria delle velocità



8. Individuazione e tecniche

Osservazioni sul tipo di aliante in questo esempio.

Per non essere accusati di eccessivo elitismo, ecco i valori per la perdita di altitudine (H2) e di efficienza che avrebbe un aliante tipo Discus 1 caricato a 50 kg/m² nelle stesse condizioni:

- 1) Massima efficienza controvento = 23 a 141 km/h, McCreehy equivalente 0,7 m/s (miglior efficienza Nimbus 30 a 130 km/h), perdita di quota (H2) = 130 m (Nimbus= 100 m).
- 2) Percorso di planata alla velocità di massima crociera a parità di vento = 20 a 190 km/h, McCreehy equivalente 3 m/s (Nimbus 21 a 216 km/h), perdita di quota (H2) = 150 m (Nimbus 143).

Si vede immediatamente che la differenza nella perdita di quota non è particolarmente dannosa alla velocità di miglior efficienza (una differenza di 30 m) ed è praticamente nulla alla «migliore velocità di crociera» (una differenza di 7 m). Tuttavia, è essenziale che, qualunque sia la macchina, si voli con un elevato carico alare. Vedremo più avanti (§9) che questo fattore è una delle chiavi del successo in condizioni di vento.

Esempio pratico.

18 novembre 2012. Vento al suolo 40 km/h come al solito, cielo azzurro punteggiato da piccoli rotori «mascherati» come cumuli. Non sarà un grande giorno, ma è una buona opportunità per lavorare sul bordo d'attacco di questi rotori migratori a quote relativamente basse, circa 1.200 m ground sottovento alla Sierra de la Ventana. La traccia ed il barogramma di questa parte del volo sono rappresentati in fig. 8.8.3.

Il pilota cerca il primo contatto con l'ascendenza del rotore termo-ondulatorio (A) a 2.259 m (1.200 m sul terreno), inizia a spiralarlo e raggiunge la massima quota in (B), per un guadagno di soli 102 m e continua un cerchio «per vedere», ma perde 56 m, quindi decide

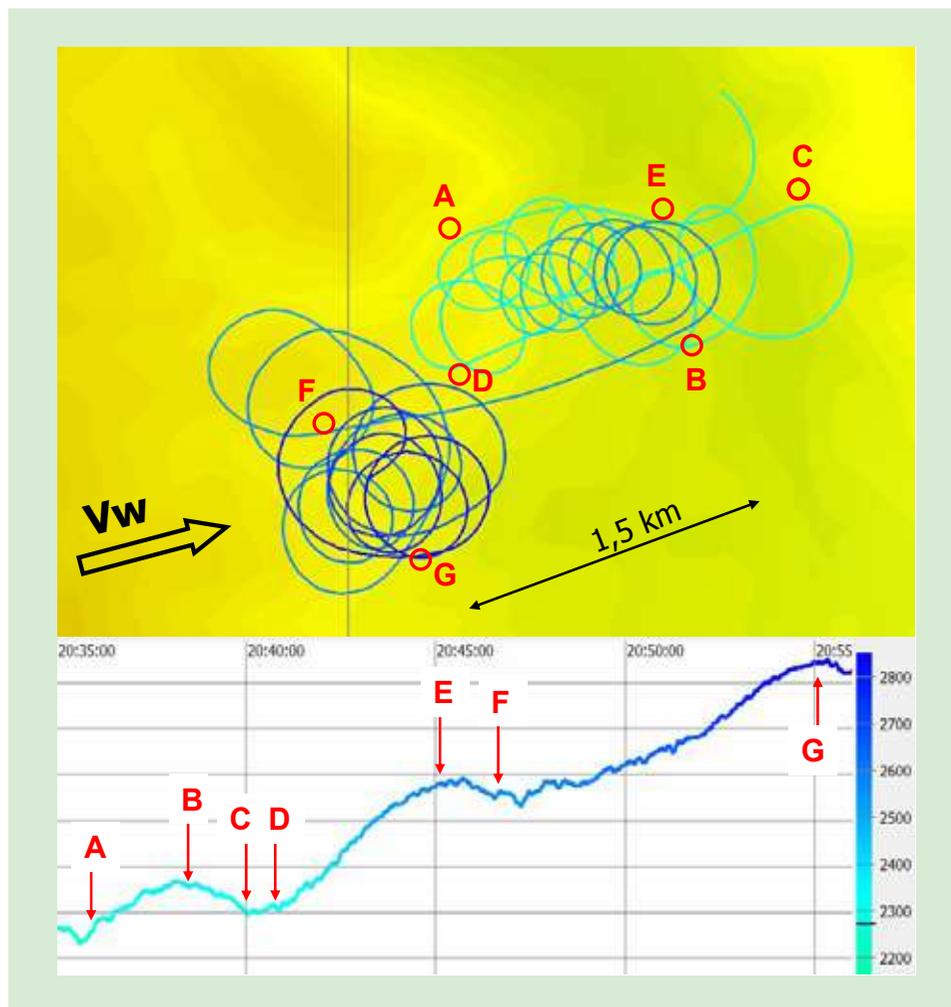


Fig. 8.8.3 Volo del 18/11/2012, salite in tre tappe dentro i rotori migratori.

di fermarsi e ripartire controvento (C). La media dell'ascendenza Vz era 0,6 m/s da (A) a (B). Da (B) a (C) è un errore che non ripeterà. Poi di nuovo contro vento per 1,5 km fino a raggiungere l'indicazione di massima salita (picco 4 m/s) in (D), spiralandolo di nuovo. Per fortuna ha guadagnato 18m con questa manovra. Questa volta ha abbandonato il suo giro in (E), poco prima della fine dell'ascendenza e guadagna così 257 m in 4 min 35 s pari a 0,9 m/s di salita media (variometro che mostra picchi a 3 m/s).

Ritorna controvento per 1,5 km mentre perde solo 15m ed inizia a spiralarlo in (F) fino a 2.565m. Ha osservato che la deriva è inferiore a questa quota, segno che il sistema ondulatorio si stabilizza

e decide di continuare a spiralarlo "in tondo" aggiustando il raggio per compensare la deriva in modo da virare sul posto. Quindi stringere il giro ad ogni porzione sottovento ed aprire ad ogni porzione controvento. Un bellissimo esercizio di pilotaggio! L'altezza massima è raggiunta in (G) è 2.845 m senza alcuna deriva, ha guadagnato 280 m nell'ultima parte e decide di andare in cerca di un altro rimbalzo, questa altitudine gli sembra sufficiente.

Quindi ha risolto il problema in 19 minuti e tre salite ritornando più o meno allo stesso posto.

Ha guadagnato 562 m per una salita media di 0,51 m/s. Questi valori non sono certo tipici di un gran giorno d'onda ma impadronendosi di questo esercizio potrebbe un giorno salvare il suo volo, quando per un cambio delle condizioni o per un errore tattico si troverà sotto i rotori migratori.

Personalmente ho sperimentato molte volte queste situazioni e non manco mai di illustrare questa tecnica il più spesso possibile.

8.9 Pendenza di una parete sottovento.

La conformazione di un pendio posto sottovento e la sua ripidità influiscono in modo determinante non solo sulla qualità del sistema sotto ondulatorio, ma anche sulla facilità di collegamento con l'ascendenza quando si arriva sotto la cima.

Abbiamo visto nel § 7 alcuni esempi di profili montuosi suscettibili di generare frequentemente salti idraulici, del tutto privi di turbolenze e emblematici di assoluta facilità, quasi indipendentemente dalla quota a cui ci si arriva. Questi profili hanno la caratteristica di partire da una pendenza moderata (50-80 %) che diviene via via più orizzontale. Vedere fig. 7.4.0.a/b/c.

Nelle Alpi, una forma simile si trova sul monte Lure, conosciuto in tutto il mondo per la qualità e facilità per l'utilizzo dei suoi sistemi ondulatori.

Infatti, la forma dei pendii è tale che, per le normali velocità del vento di queste regioni, non c'è separazione delle correnti d'aria dallo strato limite dal suolo e lo spessore della zona turbolenta è limitato a poche decine di metri.

È importante ricordare che esistono tre distinti tipi di scorrimento dei fluidi

attorno ad un ostacolo, come mostrato nella Fig. 8.9.1 sotto:

Fig. 8.9.1 i tre caratteristici modi di scorrimento di un fluido, in funzione del numero di Reynolds.

Da considerare, che il numero di Reynolds è adimensionale e rappresenta il rapporto tra le forze d'inerzia e quelle viscosive, la cui formula è:

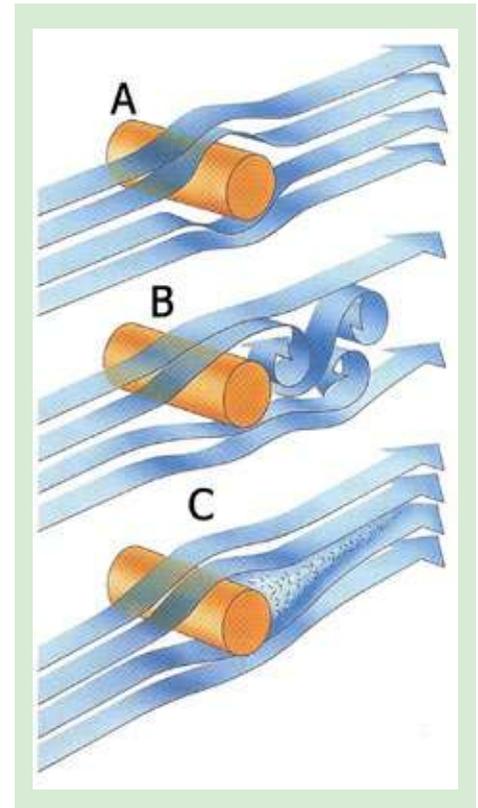
$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot L}{\mu}$$

dove:

- ρ è la massa specifica del fluido, per l'aria 1,2 kg/m³ al livello del mare a 20° C.
- μ è la viscosità dinamica del fluido, per l'aria 1,8x10⁻⁵ kg/(m/s)
- V è la velocità media del flusso, per noi la velocità del vento in m/s.
- L è la dimensione dell'ostacolo (m), ad esempio il diametro di un tubo, la corda di un'ala o la lunghezza della parete.

Solo l'ordine di grandezza di questo numero deve essere considerato, e di nuovo dieci volte di più o dieci volte di meno potrebbe non cambiare necessariamente il tipo di flusso. Come si vede in Fig. 8.9.1, i tre tipi di caratteristici sono:

- (A) Totalmente laminare, valore molto basso di Re, il flusso segue la montagna, privo di interesse per noi;
- (B) Re medio, da 100 a 10.000 volte maggiore di (A), in cui i vortici transitori sono ancora organizzati. I rotori sono violenti ma utilizzabili;
- (C), 100 a 10 .000 maggiore di (B), completamente turbolento in cui il flusso a valle dell'ostacolo è totalmente caotico e non può essere utilizzato.



A titolo indicativo, il valore di Re per una parete lunga 100 metri sottoposta ad un vento di 30 m/s (108 km/h) a bassa quota sarebbe 2x10⁸ o 200 milioni, un'enormità in scala aerodinamica. Per la cronaca, il Re dell'ala di un aliante moderno è 100 volte inferiore. Quindi vediamo subito che la velocità del vento è un fattore determinante per il tipo di flusso, poiché non ci interessano né il flusso completamente laminare (tranne il salto idraulico), né un flusso totalmente caotico.

Ogni montagna avrà la sua fascia di vento ottimale, che consentirà di utilizzarla arrivando sotto la vetta senza troppe difficoltà. Più verticale è la parete, più questo intervallo di velocità sarà ristretto e spostato a valori più bassi. Quindi fate molta attenzione prima di provare questo tipo di montagna dal basso, spesso sarà preferibile salire in un secondo o terzo rimbalzo ad una quota che garantisca di arrivare al primo rimbalzo sopra la cima, al di



8. Individuazione e tecniche specifiche per sfruttare le onde di rimbalzo

fuori dello strato turbolento caotico. Al contrario, quando il pilota attraversa la sommità di una parete verticale volando sottovento per cercare il primo rimbalzo, è molto probabile che incontri turbolenze di violenza senza precedenti e la macchina sarà probabilmente incontrollabile per qualche secondo.

Dovrà limitarsi a mantenere un assetto accettabile evitando assolutamente qualsiasi aumento di velocità oltre la V_{ra} (rimanere nell'arco bianco sull'anemometro) e mantenendo i flap tra zero e una tacca negativa, per ridurre il rischio di stallo o vite.

Prima di sorvolare la cima, occorre assolutamente mettere al sicuro la cabina, riporre tutti gli oggetti sciolti, chiudere saldamente le tasche e stringere le cinture di sicurezza.

Per questa manovra, che spesso è inevitabile e rimane per me ogni volta una preoccupazione, provo a volare sopra le cime a $1,5xV_s$, flap a 0, o circa 130 km/h per il Nimbus 4D caricato a 48 kg/m².

Più l'aliante è carico meno si avverte la turbolenza (il fattore di carico indotto dalla raffica è inversamente proporzionale alla radice quadrata del carico alare). Abbiamo già suggerito, e il lettore capirà meglio nel prossimo paragrafo, che tutti i voli d'onda dovrebbero essere eseguiti al massimo carico consentito. Negli anni '70, quando facevo i miei primi voli d'onda su un Libelle senza zavorra, mi trovai addirittura capovolto e fortunatamente la turbolenza mi rimise in piedi, ma non ne fui fiero!

Subito dopo ho voluto seguire il corso base di acrobazia e non posso che consigliare lo stesso a tutti coloro che desiderano cimentarsi nella scoperta del volo in onda a bassa quota vicino alle rocce, soprattutto con un aliante leggero. E anche per tutti gli altri piloti:

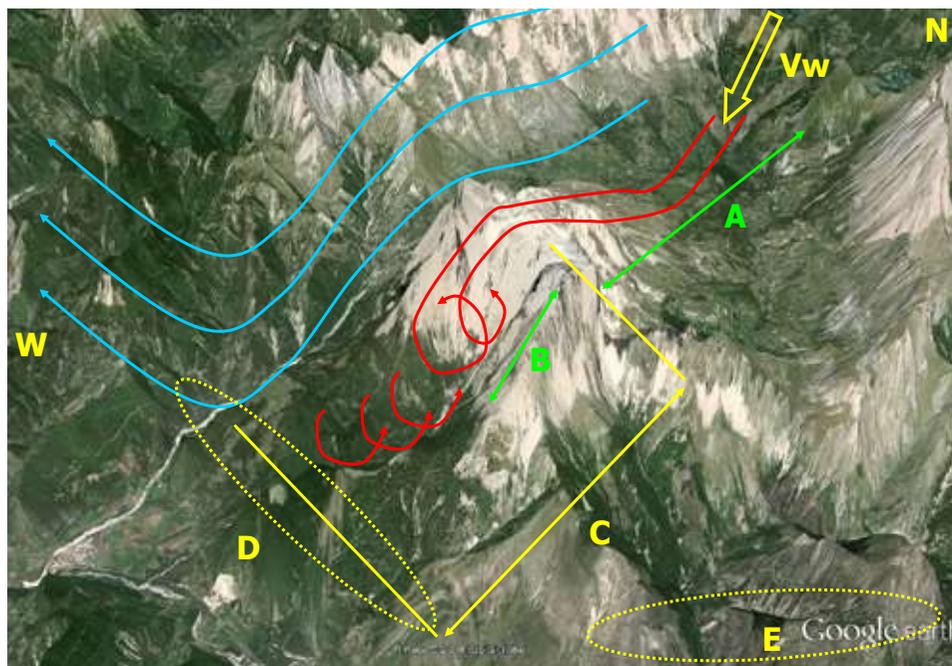


Fig. 8.9.2 Schema delle linee di flusso intorno al Pic de Bure (2.709 m) con vento forte da N-NW.

- Nella zona (A) il flusso viene incanalato e accelerato laminarmente nel corridoio di Devoluy in leggera pendenza.
- Nell'area (B), la parete è quasi verticale per 500 m, le linee di flusso sono interrotte, molto turbolente fino a completamente caotico, nessun'ascendenza organizzata nei primi chilometri sottovento alla vetta.
- L'ascendenza del primo rimbalzo è presente in area (D) a distanza (C) di circa 4-5 km dalla vetta, da 50 a 60 % della lunghezza d'onda.
- Allo stesso modo, anche la zona (E) sarà favorevole e potrà essere raggiunta a quote più basse in quanto la vetta esposta al vento è significativamente più bassa. Spesso è vantaggioso salire fino a 3.500 - 4.000 m nel secondo rimbalzo per arrivare nell'area (D) a 2.500 - 3.000 m (l'efficienza prevista sarà di 10-15), al di sopra della zona caotica, che i piloti locali chiamano «la lavatrice».

l'acrobazia è un'esperienza indimenticabile e un insospettato fattore di sicurezza per la capacità di pilotaggio che fornisce.

Il famoso Pic de Bure, che domina il Devoluy e la città di Gap, mostra tutte le caratteristiche sopra descritte, quando il vento è ragionevolmente forte dal settore N-NO, oltre gli 80 km/h. La Fig. 8.9.2 mostra il profilo della montagna con un'amplificazione verticale di tre volte.

LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000 • LX8080 • V5 • S8 • Nano • V3 • LX9030 • FlarmView • FES

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • LX9070

LX9050 • **No compromises!** • Nano • V3 • LX9030 • FlarmView • V80 • Nano

eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

LX8080 • V5 • S8 • Nano • V3 • LX9030 • FlarmView • FES • V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHR

FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000 • LX8080 • V5 • S

ano • V3 • LX9030 • FlarmView • V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V8

Remotes • LX9000 • LX9050 • LX8080 • V5 • S8 • Nano • V3 • LX903

FlarmView • V7 • V9 • S80 • eCopilot • S • FlarmView • ESM

LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000 • LX8080 • V5 • S8 • Nano • V3 • LX903

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000

V7 • V9 • S80 • Nano³ • eCopilot • AHRS • FlarmMouse • V80 • Remotes • ESM • LX9000 • LX9070 • LX9050 • LX8000



No compromises!



Gliding instruments for the twenty first century, reliable, accurate and always upgradeable. Aimed at the novice, club and competition pilot, a complete range of navigation, collision avoidance and vario systems with no equal.

LXNAV d.o.o • Kidričeva 24a • SI-3000 Celje • Slovenia • T: +386 592 334 00 • info@lxnav.com • www.lxnav.com



Il riposo del guerriero

navITer



Oudie 2 & IGC



SeeYou



SeeYou
Mobile



SeeYou
Competition



ConnectMe



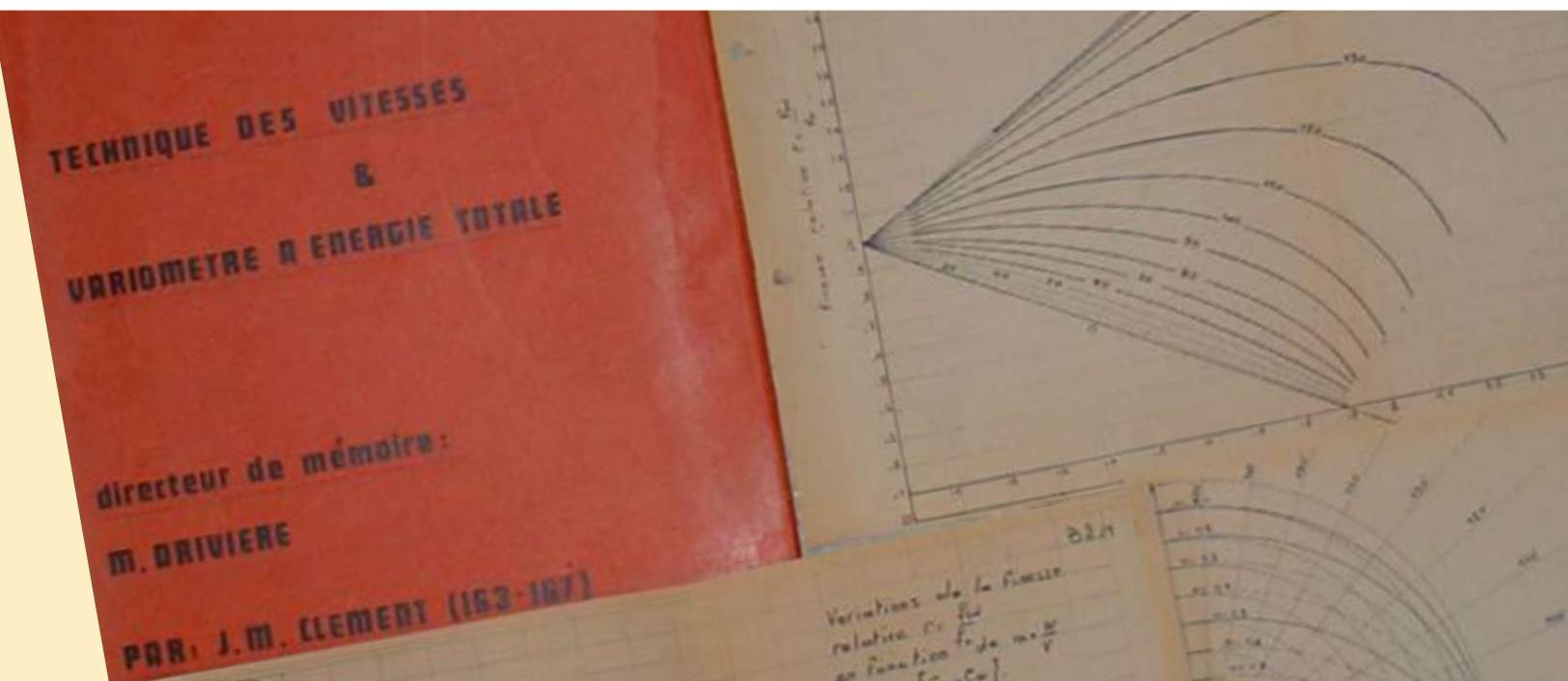
SeeYou
Recorder

Naviter d.o.o. Planina 3 4000 Kranj Slovenia Europe

<http://www.naviter.com>



Novembre 2005. Andrej Kolar ("Mr See You") è pronto per una prova da 2000 km. Il cielo non è proprio entusiasmante ma tipico di un grande giorno, il fronte lascia intravedere alcuni spazi e sarà una prova delicata. Platon Koptilov, sulla destra, non ha esitato a svegliarsi alle 4 del mattino per portarci in pista sotto la guida di Anne-Marie.



“Ci sono 100 km/h di vento contrario e devo percorrere 20 km con 2000 metri di quota disponibile per raggiungere la prossima montagna e la mia velocità di miglior planata è di 100 km/h. Se volassi a 100 km/h atterrei senza spostarmi. Se volassi troppo velocemente potrei non raggiungere il mio obiettivo. A che velocità devo volare senza dimenticare che incontrerò delle forti discese, e quindi dovrei variare nuovamente la mia velocità?”

“Il vento è totalmente trasversale alla mia rotta e soffia a 130 km/h, sto volando lungo una linea energetica di 50 km che mi darà una salita netta di 2 m/s. A che velocità devo volare per arrivare il più velocemente e il più in alto possibile alla fine di questa linea energetica?”

“Ho appena completato il mio primo volo di 1.000 km in onda impiegando 12 ore. I campioni ci mettono 4 ore ½. A che velocità volano?”

Tutte queste domande sono legittime e ho iniziato a farcele nel 1967 durante la mia tesi, presso la l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs Arts et Métiers di Parigi, intitolata “Tecniche delle Velocità e variometro ad energia totale”. Una foto è riportata qui sopra. Il secondo argomento, che ai tempi era considerata più importante, “Variometro ed Energia totale” ha richiesto 2 anni e un'altra tesi di Ingegneria al Politecnico di Torino per raggiungere un risultato concreto: la sonda KMX che è stata presentata al tredicesimo congresso presso l'OSTIV (Organisation Scientifique et Technique du Vol à Voile), durante i Campionati Mondiali di Vrsac (Serbia) nel 1972, e pubblicata in due articoli della rivista

Aviasport del Giugno 1971 e Agosto 1972.

Il primo argomento invece è stato messo da parte tra l'avvio di una famiglia, un importante incarico di lavoro e la fondazione della Federazione Italiana di Volo Libero, fino al 1990, anno in cui il mio club (Varese) ha deciso di organizzare delle lezioni al Politecnico di Milano. Eccomi qui ancora con la mia mente piena di curve ed equazioni, stavolta molto semplici visto che sono solo polinomi di quarto grado. Le soluzioni sono state pubblicate immediatamente, e condivise con tutti i club che hanno voluto conoscerle (il primo club francese è stato Colmar), tradotte in inglese e tedesco e sono tutt'oggi disponibili su internet. Alain Eyrier, l'allora presidente della Federazione Francese di Volo a Vela capì il valore di questo approccio e organizzò una conferenza al Centro Nazionale di Volo a Vela di Saint Auban, che però fu subito cancellata a causa di pressioni interne.

Era impensabile per loro che qualcuno dall'esterno, o peggio uno straniero (in quanto vivevo in Italia), potesse venire ad insegnare qualcosa a quelle persone che si pensava fossero tenutarie della scienza del veleggiamento in Francia. Sarebbe stato un sacrilegio. Il direttore avrebbe dovuto dare le dimissioni. Ma non importa; negli ultimi 20 anni, 20 club da Tolosa alla Scozia, passando attraverso Firenze e l'Argentina, hanno approfittato di questa unica tipologia di insegnamento. Leonardo Briigliadori¹ si interessò subito a questo insegnamento tanto da inserirla nella sua eccellente pubblicazione del 2004 (ref. 15) che è assolutamente un must. Sono vent'anni che alla fine di ogni conferenza mi fanno la stessa domanda: “quando lo metterai nero su bianco?” Bene, ecco fatto!

9. Determinazione delle velocità

Le teorie e le tecniche di volo sviluppate nel 1950 da Paul MacCready, riconosciute da tutti ancora oggi, non si applicano direttamente al volo in onda. La sua teoria è basata sul principio che le termiche siano equamente distribuite ai vertici di esagoni in una distribuzione a nido d'ape.

Il risultato è che, per qualsiasi traiettoria, il pilota avrà le stesse probabilità di trovare salite e discese. Si veda figura 9.0, la linea rossa e la linea blu incontrano lo stesso numero di termiche (circa 13).

Questa teoria ha comunque dei limiti che non sono oggetto di questo libro, in particolare si noti che un percorso discendente possa incontrare sia nessuna termica che una grande quantità. La natura è però lontana dall'essere Cartesiana e la realtà è molto meno rigorosa. Abbiamo già riscontrato questo limite quando voliamo in montagna in quanto le termiche sono organizzate in base all'esposizione del pendio al sole.

La parte della teoria che ottimizza la velocità di volo tra le termiche, convenzionalmente chiamata Speed To Fly (STF), è ancora valida nel senso che l'anello di MacCready dovrebbe essere impostato sul valore medio previsto per la termica successiva, più un margine nel caso la previsione non sia corretta. In quel caso bisogna abbassare l'impostazione dell'anello.

Le termiche si muovono (quasi) alla velocità della massa d'aria, il vento ha poca influenza sulla Speed To Fly e l'angolo di planata, salvo quando il riferimento sia un punto fisso, una montagna o la planata finale. In questo caso il pilota deve necessariamente tenere in considerazione la componente del vento rispetto alla rotta seguita, non solo per ricalcolare il suo angolo di planata ma anche per calcolare la Speed To Fly tra le salite. Pochi piloti sembrano ricordare questa differenza avendo come risultato le note difficoltà ed il numero

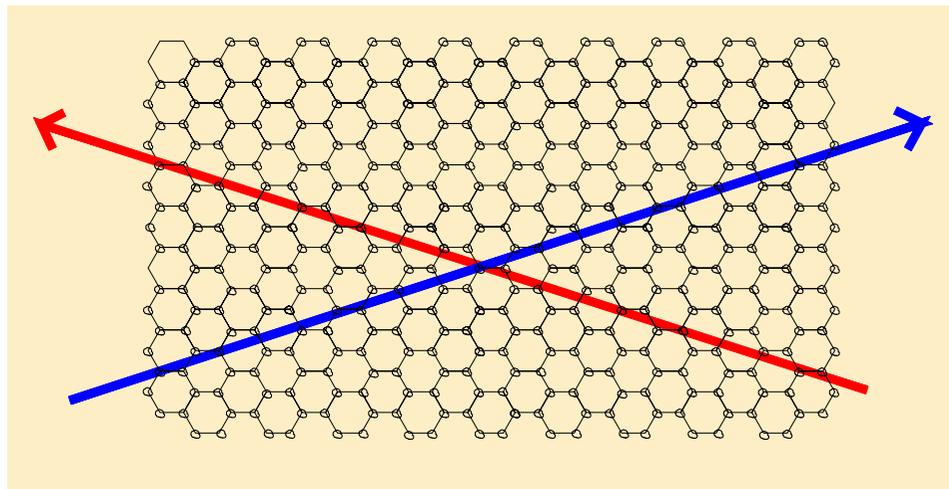


Fig. 9.0 Distribuzione teorica in pianura di termiche in celle a nido d'ape.

di fuoricampo nella planata finale in presenza di vento.

Nel volo in onda, la teoria di MacCready non è applicabile perché la distribuzione delle ascendenze è di solito parallela alle montagne.

Un pilota può quindi incontrare sia solamente salite che solamente discese per centinaia di chilometri. Oltretutto, con poche eccezioni, sono richieste poche o nessuna fermata per salire; un maggior numero di rallentamenti per congiungersi al flusso d'aria in salita prima raggiungere la successiva, applicando la tecnica del volo delfinato e surfando su un'onda invisibile. Da questo momento in poi consideriamo la terra come un singolo punto di riferimento.

9.1 Velocità di massima efficienza controvento.

Vediamo ora la polare in relazione al terreno. Prendiamo per esempio un ASH 25 con due piloti a bordo, un carico alare di 41 kg/m² senza zavorra d'acqua ed un vento contrario (o una componente di vento contrario) di 80 km/h.

La linea blu, tangente alla polare con origine nel punto (0, 0), tocca la polare a 96 km/h (26,7 m/s), la velocità verticale (Vz) è di 0,5 m/s, l'efficienza (L/D) è di circa 55 (= 26,7/0,5).

Se spostiamo l'origine della linea blu dal punto (0, 0) al punto A (0,80) corrispondente ad una velocità del vento (Wv) pari a -80 km/h, la linea tangente alla polare, di colore rosso, tocca la polare a 147 km/h (40,8 m/s) con una Velocità verticale (Vz) di circa 1,1 m/s, l'efficienza è di circa 37,1 (40,8/1,1) ma la velocità rispetto al suolo sarà solamente 147-80 = 67 km/h (18,6 m/s). L'efficienza rispetto al suolo cadrà quindi a 17 (= 18,6/1,1).

Il pilota dovrà quindi reagire molto velocemente e accelerare almeno a 147 km/h (in aria stabile) e contemporaneamente rifare i calcoli della quota di arrivo, e se il caso cercare un posto sicuro dove poter atterrare.

Come fa il pilota a sapere che dovrebbe volare almeno a questa velocità (147 km/h in aria verticalmente calma) e a che velocità dovrebbe volare se invece incontra delle discendenze o delle salite? Semplice, basta allungare a sinistra la linea rossa tratteggiata, tangente alla polare avente come origine il punto (A). La quale interseca l'asse y nel punto (B) ad un valore pari a 1,3 m/s. Questo valore è chiamato "MacCready equivalente" e sarà l'impostazione da inserire nel computer di bordo per indicare la Speed to Fly (o "solfahrt") che darà la migliore planata nelle suddette condizioni di vento.

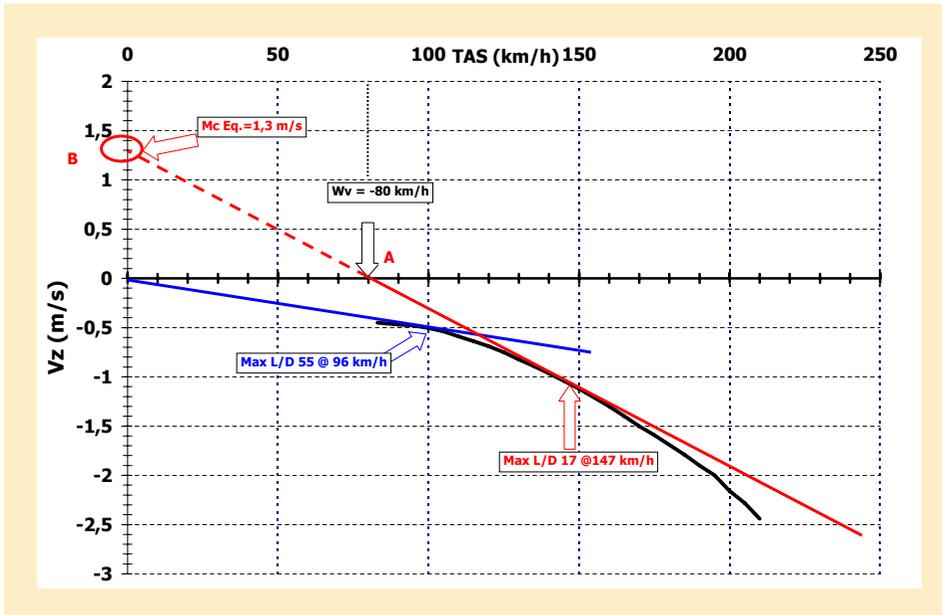


Fig. 9.1 ASH 25, 41 kg/m², due piloti a bordo senza carico d'acqua. Vento contrario di 80 km/h, a livello del mare.

Il pilota non dovrà mai **volare più lentamente** di questa velocità perché l'efficienza diminuirà. Come vedremo di seguito il pilota potrà volare un po' più velocemente perché la penalità relativa al volare troppo velocemente è minore di quella connessa al volare troppo lentamente.

Cosa succede se il pilota non ha un computer di volo?

Se il pilota ha l'anello di MacCready sull'anemometro pneumatico, può impostarlo in base al valore calcolato qui sopra oppure può usare la semplice regola di aggiungere metà della velocità del vento alla propria velocità di massima efficienza. In questo caso $96 + 80/2 = 136$ km/h (contro i 147 km/h) aiuta nel non cadere nella trappola di volare troppo lentamente.

Il calcolo dell'efficienza residua richiede calcoli più complessi a patto che il pilota conosca l'efficienza a 146 km/h. In questo caso la procedura di calcolo è la seguente:

L'efficienza a 146 km/h è di circa 38, la velocità al suolo (Ground speed) è $147 - 80 = 67$, l'efficienza sarà ridotto all'incirca del rapporto di $67/147 = 0,45$ e $0,45 \times 38 = 17$. Questo risul-

tato è preciso a sufficienza per capire come le prestazioni siano seriamente diminuite. Più avanti vedremo un modo per costruire una tabella di valori facili da consultare.

9.2 Velocità di miglior efficienza con vento a favore

Questo calcolo è molto più simpatico del precedente in quanto il pilota raggiunge un'efficienza enorme come mostrato in figura 9.2.

Come in precedenza, la retta rossa tangente alla polare è disegnata dal punto (A) che è spostato di 80 km/h a sinistra. Bisogna notare che il punto di tangenza si sposta di circa 4 km/h intorno a 92 km/h e il raggio di planata sul terreno raggiunge 95!

In pratica, per ottenere la miglior efficienza in presenza di vento in coda, bisogna volare alla velocità di minima discesa possibilmente con flap positivi. L'efficienza è appena inferiore a quella calcolata applicando il rapporto tra la velocità del vento e quella dell'aliante, che vale a dire $(80+92)/100 = 1,72$ volte l'efficienza massima ($55 \times 1,72 = 94$). Se il vento fosse stato solamente di 40 km/h la massima efficienza sarebbe diventato $55 \times (92 + 40)/100 =$ circa 72.

Questi valori sono davvero reali. Li ho più volte verificati e consentono di prendere in considerazione alcune rotte inimmaginabili o aeroporti alternati

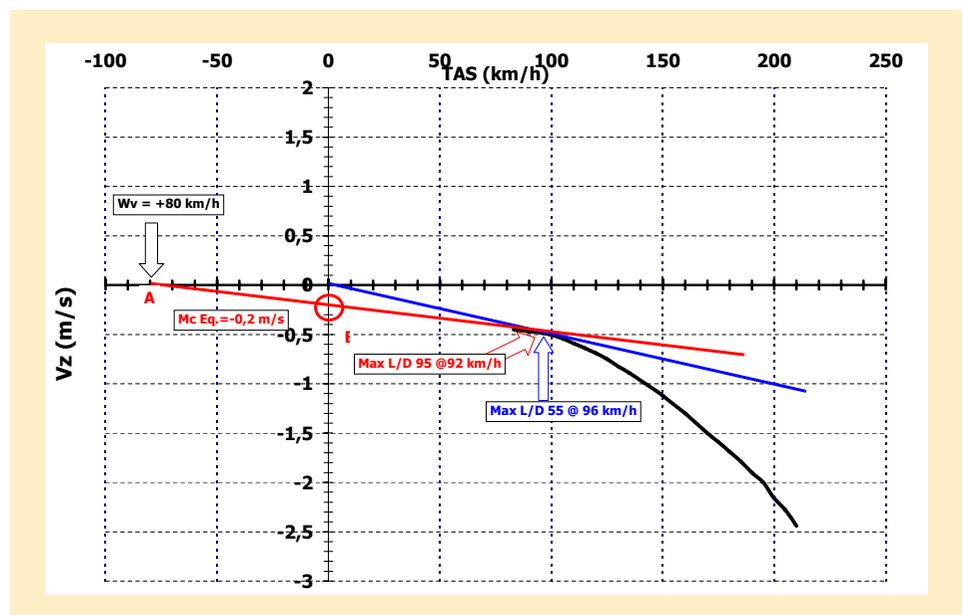


Fig. 9.2 ASH 25, 41 kg/m², due piloti a bordo senza zavorra d'acqua. Vento a favore di 80 km/h, al livello del mare.

9. Determinazione delle velocità

distanti 200 km sotto vento in totale sicurezza e senza esitazione.

Con vento a favore la correzione del MacCready equivalente è praticamente nulla. Nel nostro caso $-0,2$ m/s, per altro impossibile con un calcolatore elettronico.

9.3 Ottimizzare la velocità di volo crosscountry in presenza di ascendenza

Nei due esempi precedenti, il nostro pilota ha la sola preoccupazione di raggiungere la massima efficienza volando a bassa velocità con l'unico scopo di arrivare a destinazione il più alto possibile.

Questo atteggiamento è tipico delle planate finali in tarda serata con un forte vento contrario e un margine di quota basso. Oppure quando durante un volo di cross-country si deve attraversare un passo di montagna ad alta quota controvento e bisogna essere sicuri di riuscirci.

Per volare lontano bisogna volare veloce poiché la distanza è solo il prodotto del tempo per la velocità. Bisogna quindi spostare l'ago dell'anemometro nell'arco giallo e "flirtare" con la linea rossa della V_{ne} mantenendo tutte le precauzioni del caso.

Diamo un'occhiata alla figura 9.3 e vediamo cosa succede con il nostro biposto.

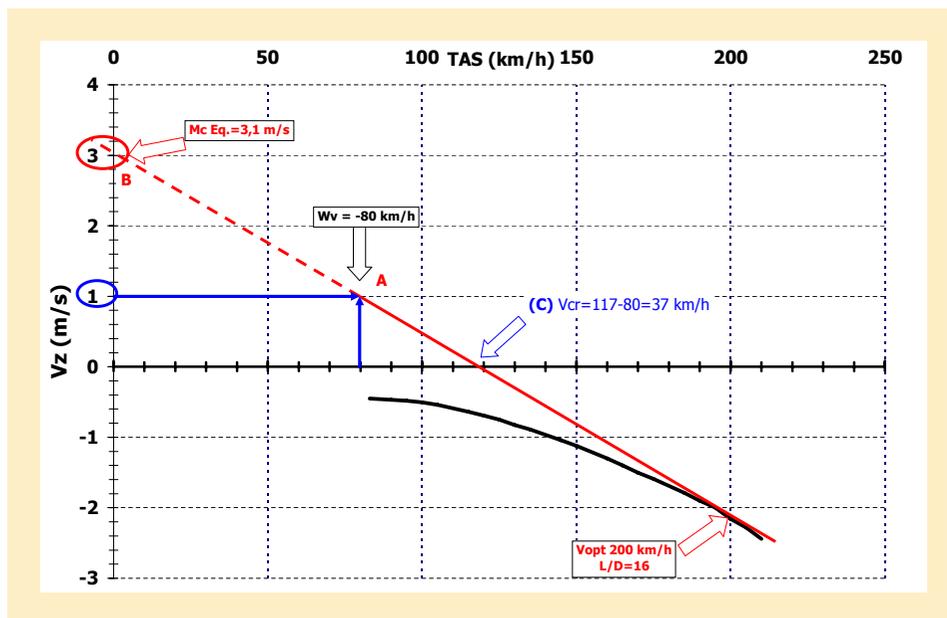


Fig. 9.3 ASH 25, 41 kg/m² due piloti a bordo senza zavorra d'acqua. Vento contrario di 80 km/h, al livello mare. Salita media di 1 m/s. Volo alla massima velocità media raggiungibile per il volo cross-country.

Assumiamo che la componente contraria del vento sia sempre di 80 km/h, il valore medio di salita sia di 1 m/s e che il nostro pilota voglia provare a volare alla massima velocità di crociera per percorrere la massima distanza possibile.

La retta rossa ha ora come origine il punto (A) con coordinate 80 km/h e 1 m/s ed è tangente alla polare alla velocità a circa 200 km/h che corrisponde ad un valore di discesa pari a 2,1 m/s. Ne consegue che l'efficienza rispetto al suolo sarà $(200-80)/3,6/2,1 = 15,8$.

Il prolungamento della linea rossa tratteggiato interseca l'asse della velocità verticale V_z nel punto (B) corrispondente a 3,1 m/s che sarà quindi il nostro nuovo MacCready equivalente da impostare nel computer di volo.

Non appena il nostro pilota incontra della discesa, deve immediatamente accelerare e si troverà subito bloccato dalla linea rossa della V_{ne} , che sarà a sua volta probabilmente ridotta dalla diminuzione della densità

dell'aria dovuta all'aumento della quota di volo.

Se ci troviamo in una zona di turbolenza, bisogna fare molta attenzione a non superare la V_{ra} (velocità massima in area turbolenta) che in questo caso è pari a 180 km/h quindi inferiore alla nostra velocità di volo in aria calma di 200 km/h.

In pratica ci sarà pochissimo margine di manovra. La perdita di quota sarà velocissima, 120 m/min, più il rateo di discesa della massa d'aria che normalmente potrebbe essere di circa 300-400 m/min. Personalmente ho già incontrato 1.000 m/min. per alcuni minuti e la sensazione che si prova è davvero sgradevole.

Questa conclusione è ovvia a quelli che hanno già volato con un MacCready di + 3 m/s, che in Europa è un'enormità, e sanno che è il modo più sicuro per fare un fuoricampo.

Se il pilota reputa che stia scendendo troppo velocemente, può ridurre la velocità riducendo le impostazioni del

MacCready nel computer di volo, ma senza mai scendere al di sotto del valore calcolato in assenza di salite nel paragrafo 9.1 che, per il nostro caso, è pari a 1,3 m/s. Questa regola non va mai infranta.

Bisogna notare che per questo tratto di volo con vento contrario, la velocità massima di crociera, mostrata nel punto (C), assumendo che il pilota riesca a mantenere i parametri definiti e riesca ad incontrare salite a sufficienza, sarà di $117 - 80 = 37$ km/h e dovrà armarsi di molta pazienza.

9.4 Influenza del carico alare.

Ogni pilota sa che l'aumento della massa dell'aliante permette di volare più velocemente lungo la stessa traiettoria con lo stesso angolo di planata.

I monoposto moderni possono portare una massa d'acqua dello stesso ordine di grandezza del peso a vuoto dell'aliante. Se nell'ultimo decennio 250 litri d'acqua era un valore comune, oggi si possono raggiungere 360 litri d'acqua suddivisi in 10 compartimenti! Bisogna dire che il prezzo dell'antigelo, che deve essere almeno il 40% del volume d'acqua, raggiunge la cifra esorbitante di 300-400 € ed è inimmaginabile scaricarlo al momento dell'atterraggio, specialmente il glicole che è dannoso per l'ambiente, tanto che in Patagonia le valvole di scarico dei monoposto sono sigillate.

Ci possiamo quindi domandare come mai investiamo così tanti soldi nell'aumentare la massa dell'aliante?

Semplice. A differenza dei voli in termica (fatta eccezione per la planata finale), aumentare la massa consente di ottenere un aumento considerevole dell'efficienza quando si vola contro vento. Vediamo come nella figura 9.4.1.

Il nostro ASH25 non permette, come

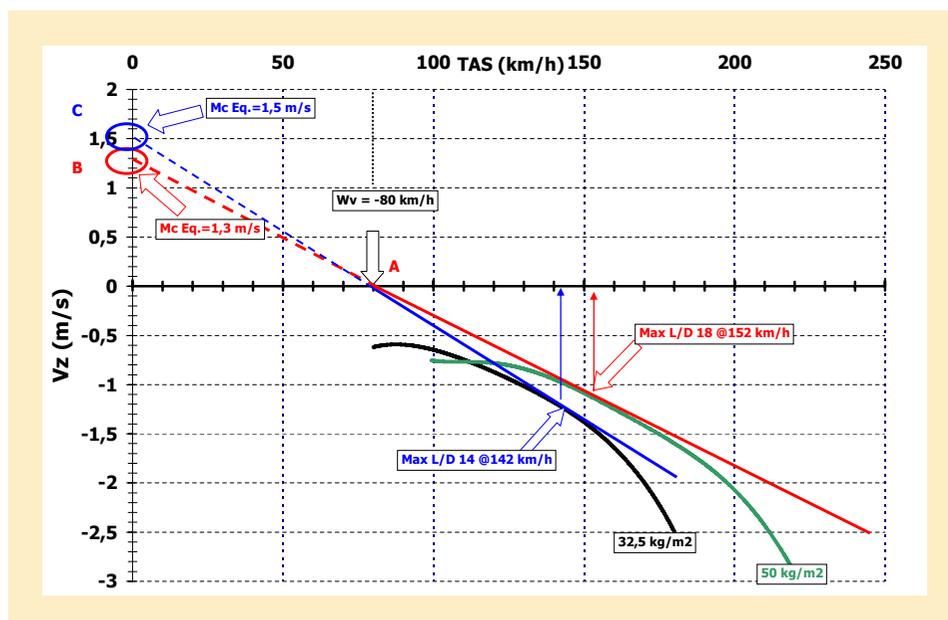


Fig. 9.4.1 Polari del Discus 1 a 32,5 e 50 kg/m², vento contrario di 80 km/h, livello del mare. Solamente per la massima efficienza.

tutti gli aliante biposto di grandi dimensioni, variazioni significative di massa, quindi dobbiamo prendere in esame un monoposto di classe standard: Lo Schempp-Hirth Discus 1 per il quale il carico alare può variare tra 32,5 e 50 kg/m².

L'aumento dell'efficienza diventa evidente dal puro fatto che la tangente (linea rossa) alla polare "carica" è meno inclinata della tangente (linea blu) alla polare "scarica". Questa linea rappresenta la traiettoria discendente dell'aliante in planata. Questa particolarità è dovuta al fatto che l'origine delle tangenti non è l'origine degli assi cartesiani ma il punto (A) che si trova a 80 km/h.

Non solo aumenta significativamente la massima efficienza rispetto al suolo da 14 a 18 (+28%), ma aumenta anche la velocità alla quale si raggiunge questo valore, da 62 a 72 km/h (+16%). In aggiunta, l'aliante più leggero vola con una impostazione equivalente di MacCready, il punto (C), più alta rispetto all'aliante più pesante (1.5 m/s contro 1.3 m/s) costringendo il pilota a volare

più velocemente una efficienza peggiore.

È quindi una combinazione vincente.

A prima vista, la figura 9.1 relativa all'ASH 25, mostra che il Discus di soli 15 metri di apertura alare ha prestazioni superiori, in quanto l'efficienza è maggiore di quella dell'ASH25.

Osserviamo però che stiamo parlando di una efficienza compresa tra 15 e 20 ed è quindi una "guerra dei poveri" in quanto quello che conta è la velocità.

Cosa succede se il nostro pilota decidesse non solo di andare più lontano ma anche di volare più veloce? Appliciamo lo stesso principio di prima spostando l'origine delle tangenti verso l'alto (vedi figura 9.4.2.)

La procedura è identica al paragrafo 9.3 ma va detto che l'origine della retta tangente va spostato non solo di 80 km/h a destra ma anche di 1 m/s in alto.

Il beneficio dell'aumentare il carico

9. Determinazione delle velocità

alare sarà ancora maggiore come sarà maggiore lo scostamento lungo l'asse della velocità verticale V_z .

L'efficienza passa da 13,3 a 16,7 (+25%). Per intendersi l'ASH25 ha rapporto di planata di 15,8.

La Speed to Fly è di 194 km/h contro i 162 km/h. Le velocità media di Cross-country sono rispettivamente di 30 e 40 km/h (+33%). Questo rappresenta un guadagno di 15 minuti e 460 m, a livello del mare, ogni 30 km. È un valore enorme. Ricordiamo che per l'ASH 25 la velocità media di cross-country è di 37 km/h e quindi il piccolo monoposto ha prestazioni superiori.

Il MacCready equivalente sarà (E) = 3,6 m/s per l'aliante leggero e (B) = 3 m/s per l'aliante pesante che volerà quindi più lentamente attraverso l'aria e più velocemente sul terreno.

Il pilota di questo piccolo monoposto vincerà sempre sul biposto a patto di volare con un elevato carico alare!

D'ora in poi, tutti i ragionamenti saranno fatti esclusivamente con l'aliante al suo massimo carico alare se non altrimenti indicato.

9.5 Influenza diretta della quota

L'approccio è identico a quanto descritto qui sopra: la diminuzione della densità dell'aria con la quota fa aumentare le velocità orizzontale e verticale della stessa quantità, di circa il 5% ogni 1.000 metri o 30% a 6.000 m. La polare subisce una traslazione identica a quella provocata dall'aumento di massa, ma questa volta rispetto all'origine degli assi cartesiani 0 km/h, 0 m/s.

In assenza di vento, oppure se si vola con termiche in pianura, quando si considera la Speed To Fly attraverso l'aria e non sul terreno, l'effetto dell'aumento di quota sull'efficienza è nullo, trascurando il piccolo miglioramento aerodinamico. Solo la True Airspeed aumenta ma quindi aumenta anche la velocità di discesa e l'unico beneficio

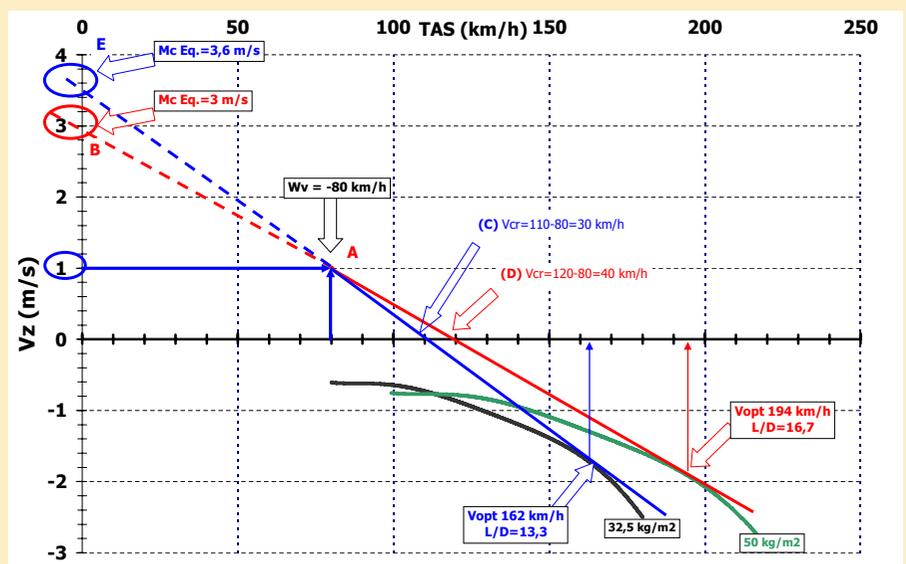


Fig. 9.4.2 Polari del Discus 1 a 32,5 e 50 kg/m², vento contrario di 80 km/h, livello del mare con salite medie di 1 m/s, ricerca della migliore velocità di crociera.

in termini di velocità media sarà più importante se maggiore sarà il tempo passato in planata.

con la quota e quindi aumenta anche la velocità media.

Quando il vento frontale è significativo, l'origine della retta tangente alla polare viene spostato, l'efficienza aumenta

Nel caso di un Discus 1 caricato d'acqua, volare a 6.000 metri è equivalente ad un aumento del carico alare del 69% fino ad un valore di 54,7 kg

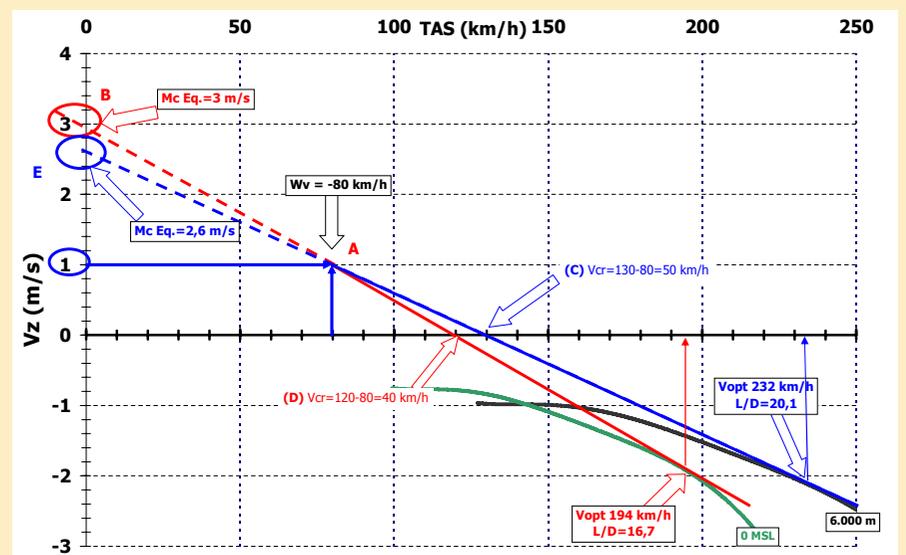


Fig. 9.5 Polari del Discus 1 a 50 kg/m², vento contrario di 80 km/h, livello mare e 6.000 metri con salita media di 1 m/s, ricerca della migliore velocità di crociera.

m² (574 kg). La rappresentazione grafica in fig. 9.5 mostra lo stesso aliante a pieno carico con salita di 1 m/s. Il carico alare diventa equivalente a 84 kg/m² (930 kg). Questo valore è sia considerevole che fantastico.

La polare verde in figura 9.5 è quella di un Discus 1 a 50 kg/m² a livello del mare mentre la polare nera è quella dello stesso aliante a 6.000 metri. In queste condizioni, la True Airspeed corrispondente alla massima velocità di crociera si sposta da 194 a 232 km/h e l'efficienza passa da 16,7 a 20,1 con un guadagno del 20% semplicemente aumentando il carico alare e volando più in alto. La velocità di crociera passa da (D)=40 km/h a (C)=50 km/h (+25%).

Per ogni 1.000 m di quota, l'efficienza aumenta dunque di circa 3,3% e la velocità di crociera di 4,2%.

Per essere assolutamente rigoroso, il pilota dovrebbe correggere le sue impostazioni di MacCready dal punto (B) = 3 m/s al punto (E) = 2.6 m/s. Questo è puramente teorico e non influenza la condotta del volo in quanto, come vedremo di seguito, è virtualmente impossibile mantenere le impostazioni teoriche eccetto che per il volare alla velocità di massima efficienza avente come unico scopo quello di perdere meno quota possibile.

È utile ricordare che a 6.000 metri la True Air Speed (TAS) è più alta di circa il 30% della Indicated Air Speed (IAS) ed i valori discussi finora sono espressi in TAS.

Vediamo immediatamente il limite nell'applicare questi principi: la nostra Speed To Fly in aria calma è pari a 232 km/h. Però la Vne in aria calma (la velocità da non superare per non rischiare di perdere un'ala) dell'aliante è di 250 km/h. C'è quindi pochissimo margine di manovra in caso di discendenza. Più avanti vedremo come identificare e gestire i diversi limiti strutturali.

Il variometro può eventualmente indicare un valore reale, specialmente se fornisce una media di qualche secondo in quanto calcola la velocità di variazione della quota. Il pilota deve quindi consultare il manuale dello strumento. Per far sì che il computer di volo sia affidabile, è necessario che la Speed To Fly sia corretta in base alla quota e alla temperatura esterna, e questo non è sempre applicabile a tutti i modelli di strumenti. Approfondiremo più avanti questo argomento.

Osserviamo quindi che è impossibile volare in una modalità ottimizzata in condizioni di onda o forte vento con il solo uso degli strumenti pneumatici in quanto il pilota dovrebbe continuare a moltiplicare il valore mostrato sull'anemometro e correggere costantemente il valore di MacCready. Questo non impedisce di applicare le regole empiriche già citate e godersi grandi voli turistici.

9.6 Influenza indiretta della quota.

Il naturale aumento della True Air Speed (TAS) a parità di Indicated Air Speed (IAS) con l'aumentare della quota, se il vento non aumenta significativamente con la quota (cosa che spesso succede), permette di aumentare significativamente la velocità sul terreno (ground speed) di un rapporto superiore rispetto al solo contributo della densità dell'aria, grazie all'effetto del triangolo delle velocità illustrato in

figura 9.6.

Un esempio (abbastanza comune) in cui la velocità del vento V_w è di 100 km/h (54 kt).

La traiettoria dell'aliante è la linea AB. Osserviamo cosa succede con l'aumento della quota di 2.000 m.

- La True Air Speed (TAS) passa da 200 a 220 km/h con un guadagno del 10%.
- La Ground Speed (V_{gnd}) passa da 170 a 196 km/h con un guadagno del 15%. C'è quindi un bonus gratuito del 5% ogni 2.000 metri di quota.

L'angolo di deriva diminuisce da 30° a 27° ed è un buon affare fintantoché il vento non aumenta.

La scelta della fascia altimetrica di lavoro dipende quindi dalla direzione del vento in quanto, come vedremo più avanti, lo scopo è quello di trovare una direzione per la quale sia minore la componente del vento contrario oppure sia maggiore la componente del vento in coda. Nelle Alpi, i limiti degli spazi aerei lasciano sfortunatamente pochissima iniziativa mentre i Pirenei e le Ande offrono più libertà come le Montagne Rocciose negli Stati Uniti dove è possibile effettuare dei voli straordinari.

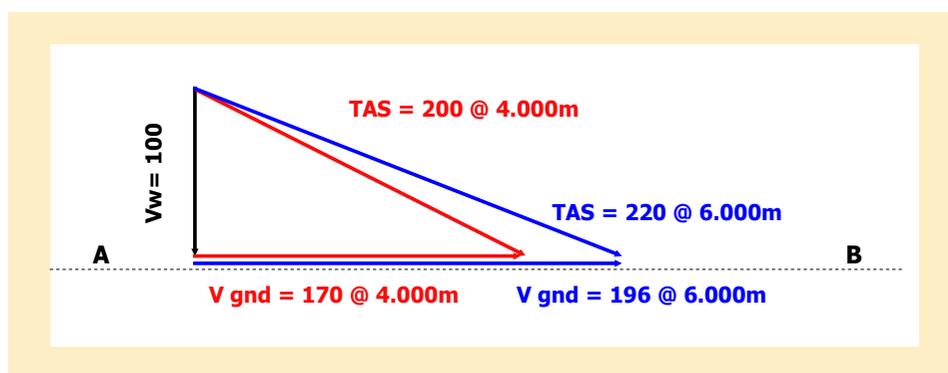


Fig. 9.6 Modifiche del triangolo delle velocità in funzione della quota

9. Determinazione delle velocità

9.7 scelta della speed to fly.

Ora che abbiamo identificato le variabili che influenzano la Speed to Fly, dobbiamo calcolarla. Vent'anni fa suggerii a Peter Zander, l'inventore del primo (e secondo me il migliore) calcolatore del vento integrato nel computer di volo, di inserire nel suo strumento tutte le equazioni precedentemente descritte e fornire la Speed to Fly in funzione dell'intensità del vento, della sua direzione, della quota di volo, della temperatura, dei valori di salita, del tipo di aliante, del suo carico alare. Lui mi rispose: "come mai dovrei bruciarmi i neuroni solamente per un numero di piloti che posso contare sulle dita di una mano?" Aveva certamente ragione ma erano più di 20 anni fa.

Questo non è più vero oggi. I pionieri come Terry Delore, i fratelli Herbaud, Ray Linskey, Karl Striedieck ed io, hanno mostrato la via dei grandi voli, quelli da sogno. "I sogni sono il motore della vita e sono gratuiti²". Centinaia di piloti fanno voli in onda in entrambi gli emisferi terrestri e sono in continua crescita.

I computer di volo hanno aumentato di 10 volte la loro potenza di calcolo ma nessuno di questi integra tutti i parametri e non c'è soluzione migliore della costruzione della mia famosa tabella. Prima di arrivare alla tabella vorrei che il lettore seguisse, passo a passo, le fasi della sua costruzione perché dietro i numeri ci sono persone umane e bisogna capire cosa significano questi numeri, perché devono essere interpretati e modificati durante tutto il volo.

Ci sono principalmente 3 modi per creare le curve che generano la tabella:

- Il primo metodo è totalmente grafico, consiste nel disegnare la polare in base al carico alare da considerare, quindi disegnare le tangenti alla

polare che partono dall'origine degli assi cartesiani e spostandoli fra 0 ad almeno 140 km/h, con intervallo di 20 km/h, annotare la velocità verticale (V_z) risultante e ricalcolare sia l'efficienza rispetto al suolo per ogni punto, che il punto di intersezione con l'asse V_z (MacCready equivalente). Quindi bisogna ripetere la procedura per le diverse origini di V_z comprese tra 0 e 5 m/s con intervallo di 0,5 m/s. Questo è quanto ho fatto tra il 1960 e il 1970 (quando le lettere "PC" avevano solo un significato politico³ di sinistra memoria), con l'aiuto di un calcolatore scientifico HP19 programmato in RPN (Reverse Polish Notation), che conservo preziosamente. Questo metodo non richiede conoscenze matematiche diverse dalla regola del tre per calcolare l'efficienza (efficienza = $[TAS - Velocità\ del\ vento] / [3.6 / V_z]$)

- Il secondo metodo consiste nell'utilizzare un Personal Computer ed un foglio di calcolo. Data una polare ad un definito carico alare, bisogna trasporre la polare col nuovo carico alare, quindi estrarre l'equazione polinomiale (possibilmente di quarto grado usando 3 punti) e far calcolare la V_z per i valori di TAS compresi tra la velocità di stallo e la V_{ne} con intervallo di 1 o 2 km/h. Bisogna quindi sottrarre i valori del vento ogni 20 km/h come si fa nel metodo manuale. Questo è quanto ho fatto negli ultimi 20 anni.
- Il terzo metodo consiste nell'uso di software specifici come il software CuSoft Polar Explorer, che vanta l'uso delle equazioni pubblicate nel 1991. Il software gira in DOS e WindowsXP® ed include le polari degli alianti costruiti fino al 1990. Ugualmente il foglio di calcolo "Polar Comparison Chart" di Excel, è stato aggiornato per l'ultima volta 20 anni fa ma che può essere facilmente

aggiornabile da un esperto. Non ho testato altri software in quanto sono stato molto soddisfatto dal mio metodo manuale.

a) Costruzione della rete delle efficienze in funzione della componente del vento frontale, per $M_c=0$.

Prendiamo il nostro Discus con un carico alare di 50 km/m² e vediamo l'evoluzione dell'efficienza (L/D)⁴ in funzione della velocità di volo dell'aliante e della componente di vento frontale. Il diagramma è mostrato in fig. 9.7.1. Normalmente il pilota sia più interessato alle curve⁵ di efficienza piuttosto che delle velocità, in quanto mostrano realmente il suo angolo di planata.

¹ Attilio Pronzati († 2005), « Il Mio Volo a Vela », Editions C.S.V.V.A. Calcinata del Pesce, 1998.

² Attilio Pronzati (+ 2005) "Il mio volo a vela" Edizione C.S.V.V.A. Calcinata del Pesce 1998.

³ Ogni riferimento politico sarebbe puramente casuale.

⁴ Useremmo il termine L/D per designare l'efficienza, che stimiamo più rappresentativo della realtà, poiché significa in Inglese il rapporto Lift/Drag, ovvero Portanza/Resistenza.

⁵ Sebbene il termine "polare" sia tecnicamente inappropriato per descrivere curve in coordinate cartesiane, è universalmente usato nel mondo dell'aviazione e della vela.

La linea bianca tratteggiata unisce i punti di massima efficienza in funzione della componente frontale di vento, i valori delle velocità corrispondenti sono mostrate, ad esempio, dal punto (A).

Si osserva che:

- Maggiore è il vento e più piatta sarà la curva. In altre parole, più forte sarà il vento e minore sarà la penalità dovuta alla differenza tra velocità di planata reale e quella teorica calcolata. Per esempio con 60 km/h di vento frontale, una differenza di 10 km/h rispetto il valore teorico di 140 km/h costa meno di mezzo punto di rapporto di planata.
- La penalità per volare più lentamente (la parte a sinistra della sommità della curva) è leggermente più alta rispetto al volare più velocemente.

Conclusione: è meglio volare più velocemente che più lentamente ma con moderazione perché i valori di efficienza possono essere davvero piccoli.

b) In presenza di ascendenze, al fine di volare alla massima velocità media di crociera, dunque per diversi valori di impostazione del MacCready.

Il metodo è lo stesso di prima ma bisogna spostare l'origine della retta tangente alla polare sull'asse verticale Vz. Si veda il risultato mostrato nella fig. 9.7.2 per una velocità di salita di 1 m/s.

L'asse delle ordinate (y) non rappresenta più l'efficienza rispetto al suolo, ma quella rispetto ad una massa d'aria che si muove verticalmente a 1 m/s; questo valore interessa poco il pilota.

E quindi necessario identificare il massimo in ciascuna curva e riportarlo nella fig. 9.7.1 per leggere l'efficienza rispetto al suolo corrispondente.

Si nota che la penalità per non attenersi alla velocità di planata teorica è ancora più bassa di prima.

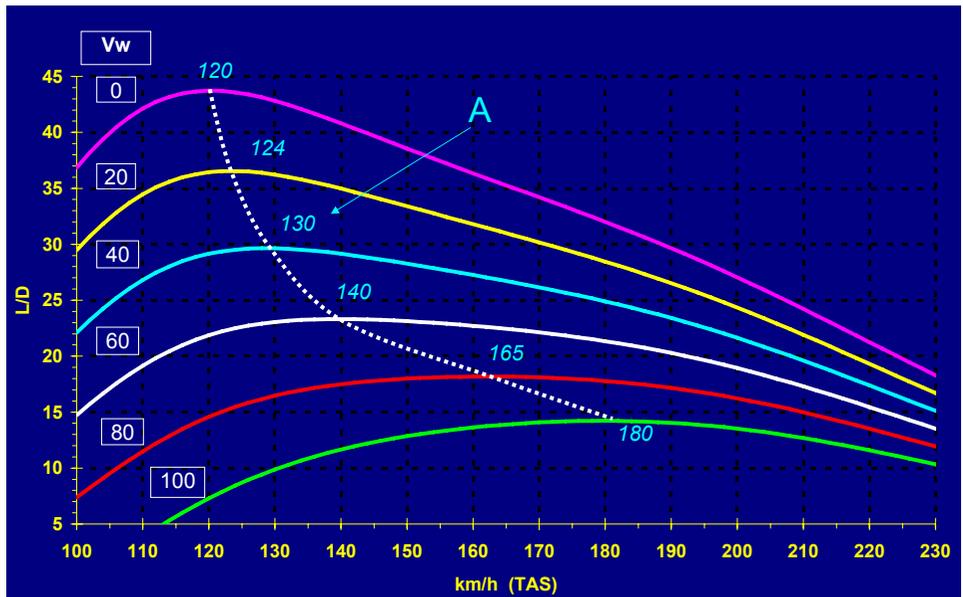


Fig. 9.7.1 Diagramma delle efficienze di un Discus 1 con carico alare di 50 kg /m2, per diversi valori di vento frontale, ricerca della sola efficienza massima, MacCready = 0

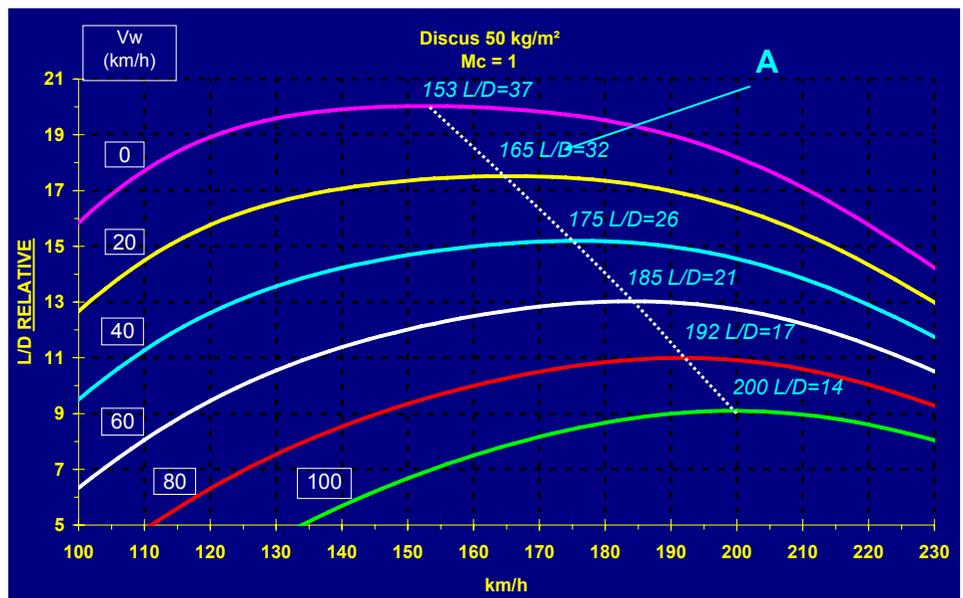


Fig. 9.7.2 Diagramma delle efficienze di un Discus 1 con carico alare di 50 kg /m2, per diversi valori di vento frontale, ricerca della massima velocità media di crociera, impostazione MacCready = 1 m/s.

Per una componente del vento frontale di 60 km/h, e una velocità teorica ottimale di 185 km/h, rallentare a 150 km/h o accelerare a 212 km/h farà perdere al pilota un punto di efficienza contro i 7 punti senza vento. Non si vede differenza tra volare troppo veloce

o troppo lento. Quindi tanto vale esagerare un po'!

9. Determinazione delle velocità

La fig. 9.7.3 mostra lo stesso diagramma per un MacCready di 2 m/s.

Ritornando al nostro esempio di 60 km/h di vento frontale e il Discus 1 con carico alare di 50 kg/m², le velocità di planata (STF, Speed To Fly) e le efficienze saranno:

- per un valore MC = 0, STF = 140 Km/h, L/D = 24, impostazione MC equivalente = 0,8 m/s
- per un valore MC = 1, STF = 185 Km/h, L/D = 21, impostazione MC equivalente = 2,3 m/s
- per un valore MC = 2, STF = 198 km/h, L/D = 19, impostazione MC equivalente = 3,7 m/s

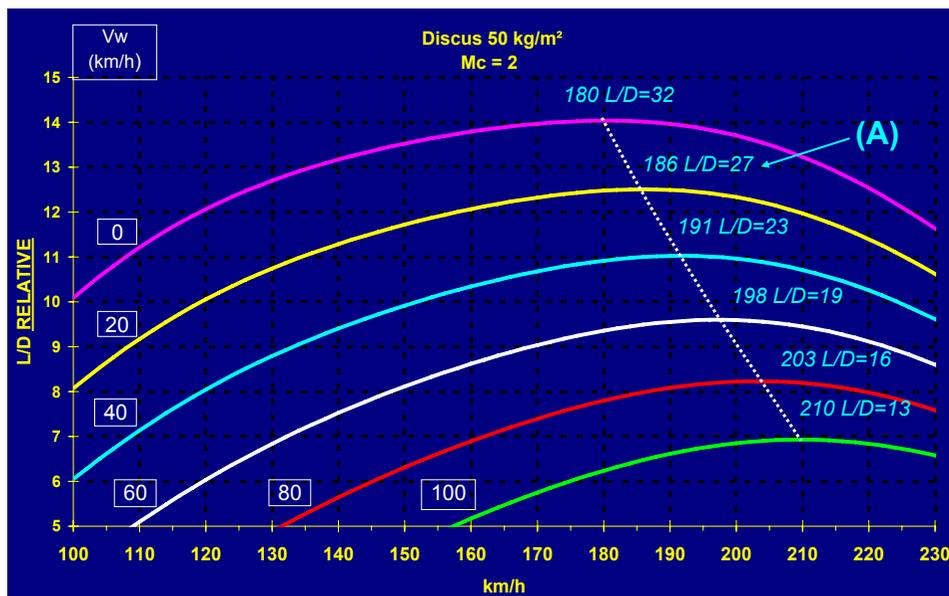


Fig. 9.7.3 Diagramma delle massime efficienze, Discus 1, carico alare 50 kg/m², per differenti valori di vento frontale, alla ricerca della massima velocità di crociera MC = 2 m/s.

Il valore di efficienza e MC equivalente è davvero impressionante ed è spesso necessario sforzarsi per mantenere questi parametri. In caso di valore iniziale del MC = 0, dunque per volare alla velocità di massima efficienza, è assolutamente essenziale non volare più lentamente. Mi è capitato spesso di dover attraversare delle zone morte con più di 140 km/h di vento frontale, con MC = +5 (il massimo del mio calcolatore), sforzandomi a mantenere almeno 200 km/h con un'efficienza di 15-20 e perdendo spesso più di 4.000 metri per raggiungere la salita successiva. Un esempio fantastico di come mantenere il self control.

Non dimenticherò mai un ritorno di 200 km con un vento di 180 km/h totalmente al traverso della nostra rotta. Ci vollero tre ore per raggiungere casa ma almeno ce la facemmo, cosa che non è capitata a tutti.

In presenza di salita, è difficile stabilire una regola per determinare la velocità di planata ottimale (STF). Alcuni suggeriscono di aggiungere metà della componente di velocità frontale o di aumentare il valore del MC di 1/10 di questa componente. Però nulla batte la vecchia tabella riportata di seguito.

m/s	km/h	0	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140
0	V	120	124	130	141	163	180	194	203
	Mc	0	0,2	0,4	0,7	1,3	2	3,1	4,8
	L/D	43	36	29	23	18	14	11	8
1	V	153	166	176	183	192	200	208	216
	Mc	1	1,3	1,7	2,2	3	4	>5	>5
	L/D	38	31	25	21	17	13	10	7
2	V	178	182	190	196	202	208	216	224
	Mc	2	2,4	3	3,7	4,6	>5	>5	>5
	L/D	32	28	23	19	16	12	10	7

Fig. 9.8.1 tabella delle velocità ottimali di planata (STF), efficienze ed impostazione MC in funzione del vento frontale per un Discus 1 con carico alare di 50 kg/m².

9.8 Tabella finale

Il culmine di tutti le tappe descritte qui sopra è mostrato nella figura 9.8.1.

Nei riquadri rossi orizzontali sono evidenziate le componenti frontali del vento, mentre nei riquadri rossi verticali è riportato il valore medio sperato della prossima salita.

Nei riquadri gialli sono rappresentati i valori teorici (TAS) della velocità otti-

male di planata (STF) per ogni combinazione di vento e salita. Si tratta di valori puramente indicativi in quanto variano in continuazione per adattarsi ai movimenti verticali della massa d'aria. Non serve durante il volo ma da un'idea al pilota di cose si debba aspettare a seconda delle condizioni meteo. Nei riquadri bianchi si legge il valore di impostazione del MC equivalente. Il pilota dovrà verificare questi valori in continuazione, e possibilmente adat-

tarli in accordo alla situazione meteorologica ed alla distanza da percorrere. Le impostazioni della linea Vz uguale a zero non devono mai essere ridotte, nemmeno se il pilota non ha speranze di risalita.

Nei riquadri Verdi abbiamo riportato i valori dell'efficienza (L/D) per ogni coppia Vento/Salita Vz. Il pilota dovrebbe memorizzare questi numeri perché non hanno niente a che fare con quelli utilizzati nel volo in termica e le efficienze saranno quindi considerabilmente diverse. Per esempio per una Vz di 2 m/s l'efficienza (riferito al suolo), diminuirà da 32 a 19 con 60 km/h di vento e l'impostazione del MC passerà da 2 a quasi 4 m/s. L'angolo di planata passa da circa 1,8° a 3°, che è quello del sentiero di discesa standard in aereo.

Volando con vento in coda, è tutto più facile ma è opportuno applicare le correzioni per ridurre le impostazioni di MC secondo quanto riportato nella tabella 9.8.2.

Mentre è chiaro che non ci sono correzioni da applicare direttamente alla velocità di massima efficienza, non si può dire lo stesso in presenza di salita e al fine di volare alla massima velocità media di crociera. Un vento in coda di 60 km/h richiederà una riduzione del MC equivalente a 0,5 m/s per 1 m/s di valore di salita ed a 1,2 m/s per 2 m/s di valore di salita.

Per concludere questo capitolo vorrei paragonare le prestazioni di due aianti moderni degli anni 2000: il monoposto Discus 1 e il biposto Nimbus 4DM su cui ho volato dal 1998 per i miei record nazionali e mondiali. Entrambi al loro massimo carico alare, rispettivamente di 50 e 47,4 kg/m². Vale la pena puntualizzare che i monoposto hanno la capacità di scaricare l'acqua e ritornare al calcolare di 32 kg/m² in caso di difficoltà mentre questo non è possibile

m/s	km/h	0	20	40	60	80	100
0	V	120	118	118	118	116	114
	Mc	0	0	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3
	L/D	43	51	58	65	73	81
1	V	152	142	136	130	128	124
	Mc	1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3
	L/D	38	43	53	62	70	78
2	V	178	174	168	160	152	142
	Mc	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8
	L/D	32	37	42	50	58	68

Fig. 9.8.2 Tableau des vitesses, finesses et calage pour le Discus chargé à 50 kg/m², vent arrière

m/s	km/h	0	- 20	- 40	- 60	- 80	- 100
0	V	117	120	123	130	144	170
	Mc	0	0,1	0,3	0,5	1	1,6
	L/D	59	50	40	30	22	16
0,5	V	129	134	143	160	186	212
	Mc	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
	L/D	57	47	37	27	20	15
1	V	143	154	170	192	214	232
	Mc	1	1,3	1,7	2,2	2,7	3,6
	L/D	51	40	31	23	18	15
1,5	V	162	180	200	216	232	245
	Mc	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	>4
	L/D	43	33	26	21	17	14
2	V	186	202	218	232	244	254
	Mc	2	2,4	2,9	3,5	>4	>4
	L/D	35	28	23	19	16	14
2,5	V	207	218	230	242	250	260
	Mc	2,5	3	3,5	4,2	>4	>4
	L/D	30	26	22	18	16	13

Fig. 9.8.3 Tabella delle velocità, efficienze ed impostazioni MC per il Nimbus 4DM caricato a 47,4 kg/m², vento frontale.

per il Nimbus il cui carico alare è fisso. Osserviamo quindi la tabella fig. 9.8.3 per il Nimbus 4 DM.

9. Determinazione delle velocità

Come indicato qui sopra, la differenza di prestazioni smettono di essere significative in presenza di forte vento oltre i 60 km/h. Prendiamo il caso di vento pari a 60 km/h e 1 m/s di salita. Il Discus ha un'efficienza di 21 contro i 23 del Nimbus, la velocità di planata (STF) ottimale di 183 km/h per il Discus e 192 km/h per il Nimbus. Queste differenze sono davvero minime.

Nel caso di 40 km/h e 2 m/s, che sono valori molto frequenti in Europa, il Discus ha un'efficienza di 23, identica a quella del Nimbus, e la sua STF ottimale è di 190 km/h contro i 218 km/h del Nimbus.

Le impostazioni del MC equivalente sono identiche e pari a 3 m/s. Al contrario, per venti superiori a 100 km/h, il Nimbus vola molto più velocemente di circa 30-40 km/h mentre l'efficienza è la stessa per i due aianti. Questo è dovuto alla presenza dei flap che nella classe standard di aianti non sono presenti.

In conclusione, nelle condizioni medie europee di volo in onda e di vento frontale o trasverso, i piccoli aianti hanno prestazioni molto simili ai più moderni biposto. Non appena il vento cala, oppure voliamo con vento a favore, oppure la salita si indebolisce allora la differenza diventa enorme.

9.9 limiti strutturali.

Ora che padroneggiamo la gestione dell'energia, la parte più importante del pilotaggio consisterà nella gestione delle velocità in modo da garantire integrità strutturale dell'aiente.

a) velocità limite e inviluppo di volo

Qualsiasi pilota deve necessariamente consultare il manuale di volo e memorizzare i limiti dell'inviluppo di volo, che sono parte dell'addestramento teorico per il conseguimento della licenza di pilota di aiente, e che comunque ricapitoliamo utilizzando l'esempio del Discus1 mostrato in figura 9.9.1.

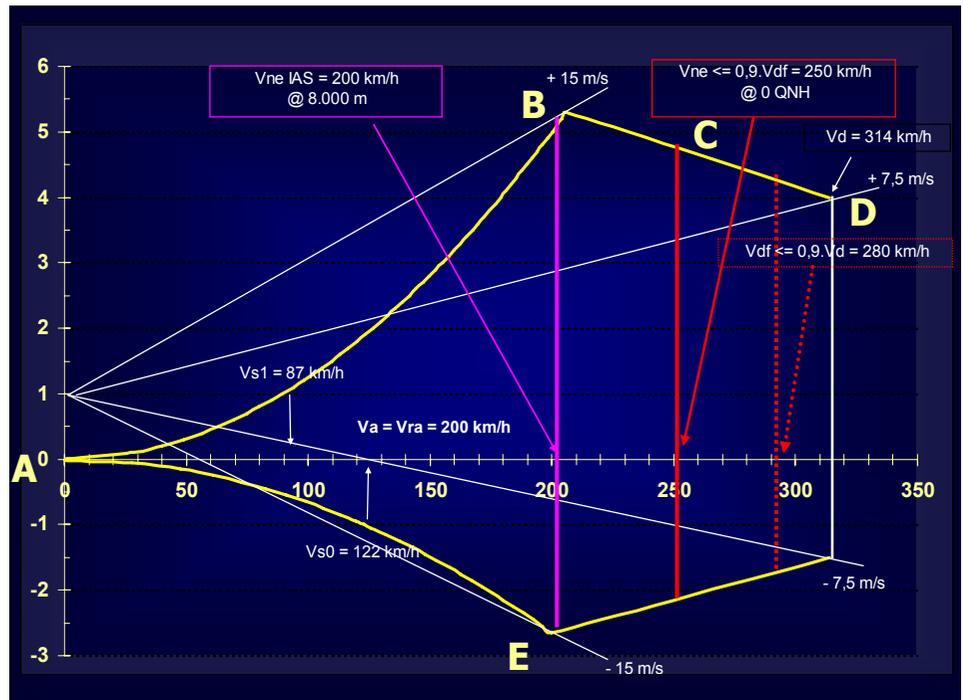


Fig. 9.9.1 Inviluppo di volo di un Discus 1 al peso massimo al decollo di 525 kg.

L'asse (x) orizzontale rappresenta la velocità indicata, assumendo non ci sia errore strumentale. L'asse (y) verticale rappresenta l'accelerazione applicata all'aiente, chiamato anche fattore di carico (n). In volo rettilineo stabilizzato, (n) = 1 (una volta l'accelerazione della gravità).

Le due linee gialle paraboliche partendo dal punto zero (A) fino a (B) o (E) rappresentano il confine tra l'esistenza di un volo stabilizzato e controllato, a destra della curva, e la sua non esistenza a sinistra di questa curva, quando l'equilibrio tra massa e portanza non esiste più; la macchina è allora considerata in «stallo».

Infatti la linea orizzontale che parte dal valore n = 1 (volo orizzontale uniforme) taglia la linea gialla alla velocità di stallo in volo rettilineo, chiamata Vs1, che nel nostro caso è di 87 km/h. La linea parabolica gialla sotto all'asse orizzontale x rappresenta il volo a rovescio.

cio e nello stesso modo l'intersezione la linea orizzontale che parte dal valore n = -1 taglia la linea parabolica alla alla velocità di stallo in volo rovescio, Vs2, alla velocità di 122 km/h.

Gli aianti destinati al turismo sono calcolati per resistere a fattori di carico che dipendono dalla velocità di volo, ma anche alla posizione dei flap e, soprattutto - e molti piloti lo dimenticano - all'apertura o meno dei diruttori.

Il fattore di carico applicato alla macchina è una combinazione dell'influenza di una raffica verticale che fa aumentare l'angolo di incidenza, e quindi la portanza, e un'azione del pilota su comandi che producono lo stesso effetto, sia per azione sull'equilibratore sia per azione sul comando di rollio, abbassando un alettone.

Gli standard attuali di progettazione degli aianti richiedono un fattore di carico ammissibile maggiore di 5,3 positivo e 2,65 negativo. Non terremo

conto del coefficiente di sicurezza che dovrebbe essere di 1,5, relativo solamente alla struttura, e non all'aerodinamica. Vediamo ora in dettaglio i limiti dell'involucro di volo.

- tra la velocità di stallo V_{s1} e la velocità che corrisponde al punto (B), in teoria non ci sono rischi di danneggiare l'aliante in quanto un aumento esagerato di portanza corrisponde a una riduzione netta dopo lo stallo, e non è una situazione pericolosa se si vola qualche centinaio di metri sopra la terra. Non ci sono azioni sui controlli o qualsiasi altra accelerazione dovuta alle raffiche di vento che possono danneggiare l'aliante. Il punto (B) è l'intersezione della parabola con la linea orizzontale a 5,3 g, che corrisponde anche a una raffica di vento verticale di 15 m/s. Questa velocità è chiamata V_a , velocità massima di manovra alla quale si può agire sui comandi mediante la loro totale escursione. Oltre questa velocità si può agire sui comandi solo per 1/3 della loro escursione. Questa è quasi sempre la massima velocità di volo permessa in aria turbolenta ed è chiamata V_{ra} (Velocity Rough Air). Nel nostro caso entrambe sono a 200 km/h. Questo corrisponde alla fine dell'arco verde sull'anemometro.
- la zona di pericolo inizia da questa velocità in poi dove possiamo legalmente rompere l'aliante sebbene voliamo più lentamente della V_{ne} . Questo è l'arco giallo dell'anemometro, che dice al pilota che sta entrando in una zona dove può mettere in pericolo l'integrità strutturale dell'aliante. Questo non succede nell'arco verde dove lo stallo agisce come barriera di sicurezza. Il manuale di volo chiarisce ogni dubbio «le manovre devono essere condotte con attenzione e il volo in aria turbolenta non è permesso... In

presenza di forte turbolenza, temporali, rotori visibili, e quando si attraversa una cresta di una montagna, la V_{ra} di 200 km/h non dovrebbe mai essere superata». Non si può essere più chiari di così.

Molti incidenti sono successi in questa zona e alcuni dei superstiti (grazie al paracadute), anni dopo, non hanno ancora capito che cosa sia successo perché pensano -giustamente- di non essere mai andati oltre la V_{ne} . La loro storia è preziosa da conoscere. Si veda alla fine di questo capitolo per l'incidente che è successo a Emilio Danesi il 13 aprile 1996.

- L'area compresa tra (B) e (C), l'arco giallo dell'anemometro, termina con una linea rossa, la V_{ne} (Velocity Never Exceed), che rappresenta la velocità da non superare mai a livello del mare in condizioni standard che nel nostro esempio è di 250 km/h. Fortunatamente per noi, se l'aliante è in buone condizioni (che potrebbe non essere il caso per quelli pilotati ogni giorno da piloti differenti), certamente non si disintegra se si supera questo valore di 10 km/h ad una quota di volo bassa ed in aria calma. Certamente la V_{ne} è selezionata almeno al 10% in meno della velocità in cui l'aliante è stato provato in volo, chiamata V_{df} (Velocity Demonstrated in Flight, IAS), che nel nostro caso sarebbe di 280 km/h o 30 km/h in più. La prova in volo è stata effettuata ad almeno il 10% in meno della velocità teorica massima, chiamata V_d (Velocity Design IAS), che in questo caso sarebbe di 314 km/h. Nel nostro caso la linea rossa della V_{ne} è quindi 64 km/h inferiore alla velocità teorica alla quale l'aliante si potrebbe disintegrare. Il margine è quindi abbastanza confortevole ma in realtà è sufficiente la presenza di turbolenza ad alta quota per eroderlo

totalmente.

inoltre necessario verificare che la velocità indicata dall'anemometro (IAS) corrisponda alla reale velocità (CAS Calibrated Air Speed), il che può aggravare la situazione; la curva di calibrazione deve essere necessariamente presente nel manuale di volo. Nel nostro caso un'indicazione di 250 km/h corrisponde realmente a 240 km/h, concedendo al pilota un addizionale margine di sicurezza di 10 km/h.

Bisogna fare attenzione agli alianti con i flap: l'errore può essere significativo quando i flap sono positivi o neutri. Nel caso del Nimbus 4D, con i flap posizionati a 0°, la velocità indicata di 180 km/h, che è il nostro limite da non superare in questa configurazione, corrisponde a alla velocità reale di 205 km/h che è quindi già oltre il massimo consentito.

Con i flap in posizione +2, il limite massimo è di 160 km/h (V_{fe} = Velocity Flap Extended) indicati sul nostro anemometro, che corrispondono a più di 200 km/h; dimenticarsi di cambiare le impostazioni dei flap potrebbe avere serie conseguenze. Tutti questi valori si riferiscono al livello del mare in condizioni standard con densità dell'aria di 1,226 kg/m³. La diminuzione della densità con la quota non ha effetto sulle sollecitazioni strutturali. La densità ha comunque un'influenza molto importante per prevenire il fenomeno del flutter (fenomeno esplosivo di risonanza) e la V_{ne} dovrà essere ridotta in accordo al manuale di volo o, in assenza di targhette presenti sull'aliante, secondo una legge che vedremo più avanti.

9. Determinazione delle velocità

Nota bene: la V_{ra} del Discus è 200 km/h mentre quella del Nimbus 4D è di solo 180 km/h. Questa velocità è quella principalmente utilizzata in Europa, date le limitazioni degli spazi aerei, che costringe i piloti di aliante a volare nella vicinanza negli strati turbolenti, quindi in teoria il piccolo ed economico Discus può volare più velocemente del Nimbus 4D.

- le stesse considerazioni sono valide in volo rovescio o per raffiche di vento negative durante un volo normale. Le curve che si trovano al di sotto dell'asse delle velocità non sono oggetto di questo libro. Va comunque osservato che il carico strutturale massimo negativo è di molto inferiore al carico strutturale massimo positivo e corrisponde a -2 alla V_{ne} . D'altro canto, l'aumento di portanza dovuto alle raffiche verticali è significativamente inferiore quando il profilo alare lavora al contrario.

b) Influenza dei flap.

La presenza degli ipersostentatori, comunemente chiamati flap, presenti in tutti gli alianti moderni nella categoria Open, 18 m e 15 m, complica seriamente le cose perché ogni posizione dei flap ha un proprio punto limite (C), un limite nell'arco giallo dell'anemometro chiamato V_{fe} (Velocity Flaps Extended), velocità da non superare in questa posizione di flap. I costruttori di alianti applicano delle piccole linee con un simbolo corrispondente alla posizione dei flap sull'anemometro. Il lavoro del pilota aumenta quindi considerevolmente quando si surfano le onde e si varia in continuazione la velocità e quindi la posizione dei flap. In queste situazioni una disattenzione di qualche minuto può portare il pilota a rompere il suo aliante. L'attenzione visiva del pilota deve

quindi passare in continuazione dall'ambiente esterno (osservando il cielo per scegliere la strada migliore) la posizione dei flap (con la mano sinistra che non è sempre facile da leggere) e l'anemometro. Tutte cose a differenti distanze visive che costringono gli occhi a continue e faticose messe a fuoco (accomodazione) per molto tempo. Non c'è un solo volo in onda durante il quale ho dovuto richiamare più volte il mio pilota, e mi succede ancora a volte di fare io stesso quest'errore. Vediamo l'esempio di un aliante complesso: il Nimbus 4D. Estratto dalla sezione II del manuale di volo, limitazioni, vista dell'anemometro fig. 9.9.2:

- $V_{ne} = 285$ km/h, flap -1 o -2 (Punto C), livello del mare in condizioni standard
- $V_{ra} = V_a = 180$ km/h flap 0 (Punto B_0)
- $V_{fe+} = 160$ km/h flap +1 o +2 (Punto $B_{1,2,L}$)
- $V_{feL} = 160$ km/h flap in posizione di atterraggio "Landing" (Punto B_L)

È immediatamente chiaro che se possiamo volare legalmente 285 km/h con i flap in posizione -1, dobbiamo assolutamente rallentare a 180 km/h per passare ai flap neutri (Posizione 0). Quando si vola vicini alla V_{ne} ed entriamo in una forte salita, è necessario, per prima cosa, non cabrare troppo (per non perdere troppa energia aumentando la resistenza) e per seconda cosa, aspettare fino a quando la velocità non scende al di sotto del valore stimato della velocità di planata (STF) e quindi ritornare a un valore positivo solo se la velocità è inferiore a 160 km/h. Questo è il metodo raccomandato dai campioni, qualsiasi sia la velocità.

Essendo i flap risucchiati verso l'alto, uno sblocco improvviso ad alta velocità potrebbe spostarli verso la posizione



Fig. 9.9.2 anemometro Nimbus 4DM, corrispondenza dei limiti strutturali.

Il punto di partenza dell'arco verde, la zona dove è teoricamente impossibile danneggiare l'aliante, inizia alla velocità di stallo +10% (al peso massimo) e termina alla V_{fe0} con i flap neutri. Nell'arco giallo, tra 180 e 285 km/h, è possibile danneggiare o distruggere l'aliante incontrando una raffica verticale di velocità compresa tra 7,5 e 15 m/s oppure da un uso troppo violento dei comandi (deflessione massima autorizzata pari a 1/3 dell'escursione totale).

L'etichetta gialla, situata in bella vista ($V_{ne} 260 @ 6000$ m) serve per allertare il pilota. Questa è una velocità al suolo di 340 km/h.

-2, che non avrà conseguenze sulla struttura.

L'errore più comune si verifica quando il pilota vola tranquillamente con i flap a 0 ad una velocità inferiore a 180 km/h. Se il pilota incontra all'improvviso una forte discendenza e decide, come prevede la regola, di aumentare significativamente la velocità di planata, lo stress causato da un improvviso peggioramento delle condizioni esterne potrebbe indurre il pilota a dimenticare di cambiare la posizione dei flap, superando quindi la V_{fe0} . Il rischio di un incidente è quindi molto alto.

Solo una profonda lettura del manuale di volo accompagnato da un allenamento intensivo permetterà al pilota di acquisire i necessari automatismi per ridurre il rischio gli incidenti.

Sono personalmente sorpreso che nes-

sun costruttore abbia ancora sviluppato un allarme, o un controllo automatico collegato al computer di bordo. I controlli di volo sono gli stessi di 40 anni fa mentre il pannello degli strumenti e i profili alari sono simili a quelli di un'astronave!

c) effetto dei diruttori e della loro posizione.

Questo effetto secondario, generatore di incidenti, è il meno noto. È probabilmente responsabile di un gran numero di incidenti mortali. Vediamo cosa dice il manuale di volo per il Nimbus 4D nella sezione fattori di carico (n) di manovra.

- Alla $V_a = 180$ km/h, diruttori chiusi, (n) maxi 5,3 e -2,65
- Alla $V_{ne} = 285$ km/h, diruttori chiusi, (n) maxi 4 e -1,5
- Alla V_{flL} (flap in Landing) = 160 km/h, (n) maxi 4
- Alla $V_{ne} = 285$ km/h, diruttori aperti, (n) maxi 3,5

Per informazione, i massimi fattori di carico permessi per un Discus sono identici ma le velocità sono un po' diverse.

Prima osservazione: il nostro aliante ha perso il 25% della sua resistenza tra i 180 e i 285 km/h. Lo stesso risultato si ottiene quando si impostano i flap nella posizione di atterraggio per tutto l'intervallo di velocità permesso. Per intendersi, il fattore di carico $n = 4$ corrisponde all'inizio di un looping, quindi niente di straordinario.

Seconda osservazione: il nostro aliante ha perso il 34% della sua resistenza alla V_{ne} quando i diruttori sono aperti. Il massimo fattore di carico di 3,5 è davvero basso, qualsiasi pilota dovrebbe effettuare qualche volo con un accelerometro al fine di conoscere le sensazioni ai

fattori di carico di 3, 4 e 5.

Terza osservazione: leggendo il manuale di volo al paragrafo 4. 5.3.2 intitolato "Volo ad alta velocità" si legge: i diruttori possono essere estesi fino alla velocità $V_{ne} = 285$ km/h ma comunque dovrebbero essere utilizzati solo in caso di emergenza o se la velocità massima permessa sta per essere superata...Occorre ricordare che dopo una picchiata con i diruttori aperti, l'aliante dovrebbe essere richiamato meno brutalmente di quando ha i diruttori chiusi. In una picchiata con i flap impostati a -1 e con i diruttori totalmente aperti, l'angolo di planata è di circa 30° al peso massimo al decollo e alla velocità di 285 km/h.

Gli effetti strutturali negativi dei diruttori però non finiscono qui: questi potrebbero essere aggravati dalla posizione dei flap sull'ala. Vediamo la fig. 9.9.3 che rappresenta due varianti strutturali degli alianti in classe libera.

Se i diruttori sono posizionati all'interno dell'ala, caso 2, la loro apertura causerà uno spostamento verso l'estremità alare del punto di applicazione della portanza e quindi un momento flettente maggiore al punto di incastro con la semi-ala interna, causando uno stress maggiore che è la causa di molte rotture in volo. La fotografia 9.9.4 mostra un esemplare di un longherone rotto esattamente nel punto di giunzione delle due

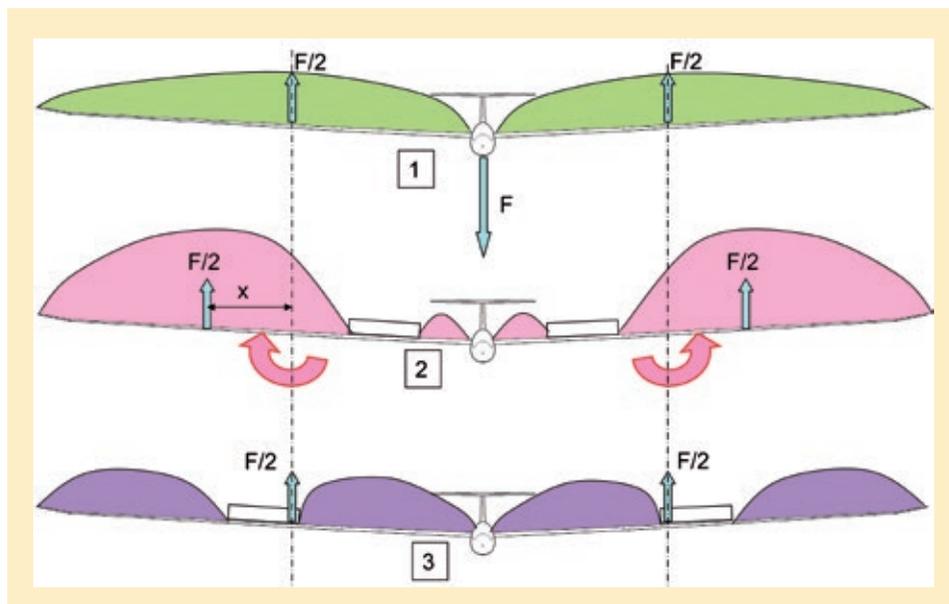


Fig. 9.9.3 distribuzione della portanza e forza risultante ($F/2$) in funzione della posizione dei diruttori (l'ampiezza delle curve è stata deliberatamente esagerata ai fini esemplificativi). Per un aliante in volo rettilineo uniforme, la massa F è suddivisa in due su ogni ala.

1. Diruttori chiusi, la distribuzione di portanza è ellittica e uniformemente distribuita
2. Diruttori posizionati sulla semi-ala interna e aperti. La parte interna dell'ala non crea più portanza cosicché il carico aerodinamico viene trasferito nella alla semi-ala. La forza risultante $F/2$ si sposta di una distanza x creando un momento flettente maggiore al punto d'incastro, vicino ai diruttori.
3. Diruttori posizionati sulla semi-ala esterna e aperti. La portanza è suddivisa più o meno in maniera uguale tra le due semi-ali e comunque quella interna è più robusta di quella esterna.

9. Determinazione delle velocità

semi-ali. Si tratta dell'estensione del longherone che si inserisce all'interno dell'alloggiamento della parte esterna dell'ala che è più resistente in quanto più larga e più robusta.

Si può vedere che lo spinotto di collegamento è ancora intatto e in posizione. I testimoni di questo incidente confermano che l'aliante ha perso un'ala durante una virata in discesa ed è esattamente uno degli scenari descritti poco fa. Il pilota non è sopravvissuto quindi è impossibile conoscere le motivazioni che hanno portato a questa situazione.

Se i diruttori sono posizionati nella semi-ala esterna, caso 3, la risultante $F/2$ rimarrà all'incirca nella stessa posizione che ha quando i diruttori sono chiusi. Il contro di questa soluzione è la complessità delle connessioni dei comandi di volo tra le due semi ali. Le aste di comando sono più lunghe e sono più sensibili alla flessione dell'ala e agli sbalzi di temperatura. Per questo motivo i costruttori sono stati costretti a utilizzare dei materiali compositi che hanno lo stesso coefficiente di dilatazione del longherone invece di utilizzare i classici tubi di alluminio (la fibra di carbonio reagisce alle escursioni termiche in modo opposto al metallo).

Questo problema si verifica anche nell'altra soluzione ma è meno pronunciato. Al fine di ridurre l'impossibilità di bloccare o sbloccare per sbaglio i diruttori, è necessario modificare la regolazione dei diruttori ad ogni fine stagione (se si vola d'inverno), girando le aste di approssimativamente un giro due volte all'anno come si faceva una volta quando i comandi erano azionati da cavi!

Non bisogna dimenticarsi che lo stesso aliante può volare a tempe-

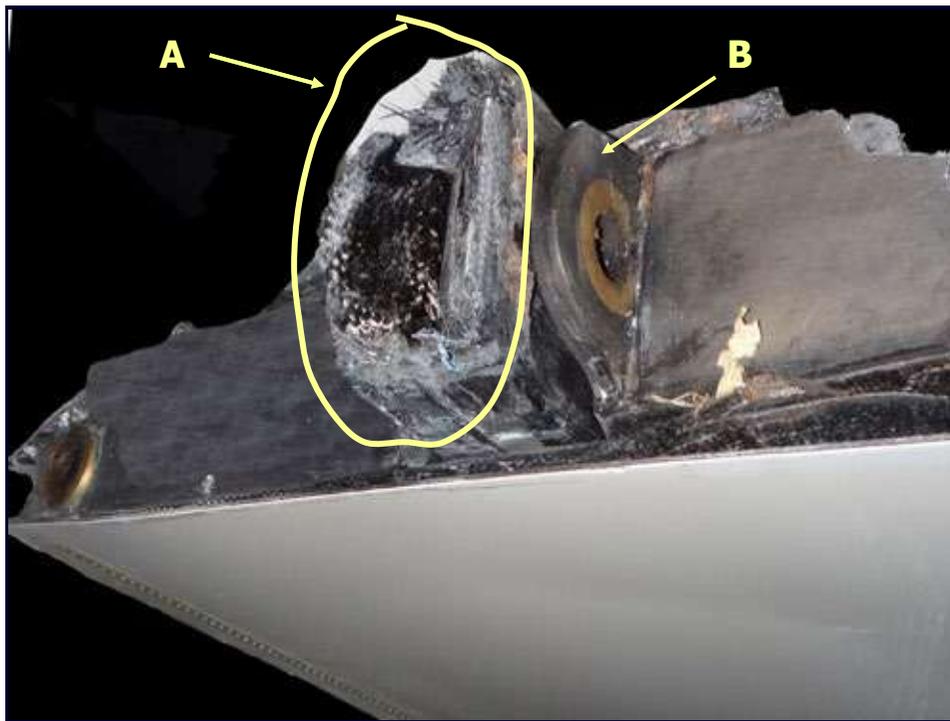


Photo 9.9.4 dettaglio di un longherone rotto nel punto di giuntura con l'ala esterna.

- A) Chiara rottura della giunzione, il pezzo del longherone è rimasto in posizione nell'alloggiamento dell'ala esterna.
- B) l'alloggiamento e il pin sono intatti

rature che variano da $+45^{\circ}\text{C}$ in estate a -35°C in inverno. È quindi impossibile che ci sia una sola impostazione valida per così tanta differenza.

I due principali costruttori di aliante hanno quindi optato per due diverse soluzioni.

Conclusione : per tutti gli aliante, con o senza flap, l'apertura dei diruttori quando si vola ad alte velocità riduce significativamente la resistenza strutturale dell'aliante. Il loro utilizzo deve quindi essere oggetto di particolare attenzione e deve avvenire con molta delicatezza per evitare di creare un disastro. È bene essere preparati all'evenienza tramite un regolare addestramento e revisione delle procedure.

Una lettura approfondita del manuale di volo non è spesso suffi-

ciente e bisognerebbe anche fare tesoro dei ritorni di esperienza che nascono dagli incidenti avvenuti con lo stesso tipo di aliante. Alla fine di questo capitolo si potrà leggere la narrativa di un incidente successo nel gennaio 1995, in cui il pilota è riuscito a lanciarsi col paracadute mentre l'aliante è andato totalmente distrutto.

d) caso speciale di flap connessi ai diruttori.

C'è un secondo problema specifico degli aliante con i flap, specialmente in classe libera, che non è esplicitamente descritto da nessuna parte, ma che si può implicitamente scoprire leggendo il capitolo 3.6 « recupero dalla spirale picchiata ». Una situazione estremamente pericolosa ed in molti casi fatale.

Il metodo descritto nel manuale di volo per uscire da questa situazione

è «spingere barra in avanti applicando alettoni e timone dal lato opposto alla rotazione».

Una etichetta di WARNING dice: *“Durante una richiamata in uscita dalla picchiata, rispettare le massime velocità permesse in funzione della deflessione dei flap (se necessario impostare i flap a 0 o -1) nonché l’ampiezza dell’azione sui comandi in base a V_a/V_{ne} ”*

Prima osservazione: non si menziona l’uso dei diruttori per controllare la velocità che potrebbe andare ben oltre la V_{ne} in caso di una spirale picchiata. Questo potrebbe implicitamente significare che è meglio non usare i diruttori e ritornare ad una velocità accettabile il più delicatamente possibile (agendo sui controlli di volo per massimo 1/3 della loro escursione) perfino restando per qualche secondo nella zona pericolosa compresa tra la V_{ne} (285 km/h) e la V_d (344 km/h) sapendo che l’alante può, ma non necessariamente, disintegrarsi oltre i 344 km/h con i diruttori chiusi. Al contrario l’alante si disintegrerà sicuramente prima della V_d se il pilota apre i diruttori.

Seconda osservazione: nel capitolo 7.7 «diruttori», il manuale di volo dice: *«Non appena i diruttori vengono estratti una interconnessione verso i flap attraverso una molla a gas aumenta costantemente la deflessione dei flap in modo da compensare la perdita di portanza dovuta ai diruttori ed aumentare la resistenza dell’aereo. Con i diruttori estesi e i flap automaticamente abbassati, è richiesto un assetto pronunciato a picchiare in modo da mantenere la velocità di volo. Una vista schematica del sistema dei diruttori evidenziata nel manuale di manutenzione”.*

Non so quanti piloti si sono fatti incuriosire così tanto da leggere il manuale di manutenzione in quanto la lettura non è obbligatoria. Nel mio caso c’ho impiegato 15 anni ed un guasto a questa molla a gas, per capire il funzionamento del meccanismo e i pericoli che esso comporta. Questa molla collega le aste di comando dei diruttori ai flap. Aprendo i diruttori e quindi abbassando i flap in un angolo positivo perfino oltre l’impostazione «Landing», cambia

il limite massimo di velocità che è sicuramente inferiore a quello dei flap posizionati in «landing» pari a 160 km/h.

Lo schema 9.9.5 mostra il cinematismo del sistema. La fotografia 9.9.6 mostra la posizione dei flap in funzione della posizione dei diruttori per il Nimbus 4D.

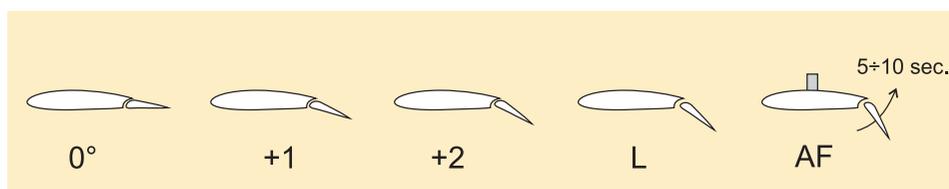


Fig. 9.9.5 Principio del cinematismo della connessione dei flap con i diruttori

- quando i diruttori sono chiusi, il comando meccanico dei flap li mantiene nella loro posizione impostata dalla leva dentro il cockpit esempio 0, +1, +2, Landing.
- l’apertura dei diruttori causa un ulteriore abbassamento dei flap, sulla parte interna dell’ala, ad una posizione maggiore della posizione “landing”. Le forze aerodinamiche ad una elevata velocità agiscono quindi sulla molla a gas che permette ai flap di ritornare alla posizione impostata dal comando dentro il cockpit. Il tempo impiegato per ritornare ad una posizione negativa è, secondo il costruttore, dell’ordine di 5 secondi o forse di più. Tutto ciò non è descritto nel manuale di volo.

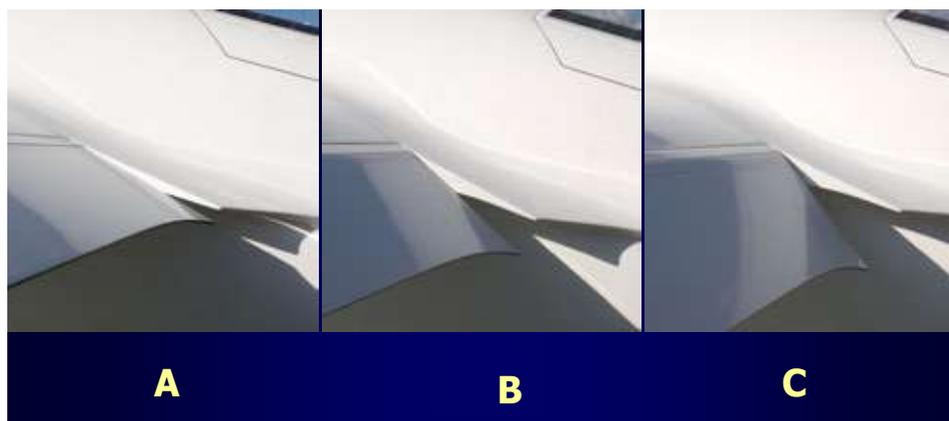


Fig. 9.9.6 foto del collegamento flap-diruttori.

- A) Flap in posizione massima negativa con diruttori totalmente estesi. In questa configurazione la massima velocità permessa è 160 km/h per i flap ma 285 km/h per i diruttori. Durante un’emergenza, per esempio vicino alla V_{ne} , il pilota deve aspettare dai 5 ai 10 secondi prima di aprire totalmente i diruttori, questo è il tempo che l’incremento di portanza sui flap impiega per comprimere la molla a gas (non visibile dalla foto in quanto è all’interno della struttura dell’ala). È davvero pericoloso!
- B) flap in posizione “Landing”, diruttori chiusi. Massima velocità = 160 km/h per definizione.
- C) flap in posizione “Landing”, diruttori totalmente estesi. La velocità massima non è specificata ma dovrebbe essere minore o uguale a 160 km/h.



*Gennaio 2011. Il rientro a casa era lontano da essere certo ma volando sufficientemente alto, i piloti hanno scoperto dei buchi nello strato di nuvole che gli hanno permesso di dormire nel loro letto.
Fotografia di Demis Valle dal sedile posteriore.*



9. Determinazione delle velocità

Conclusioni: è essenziale evitare di aprire i diruttori a velocità superiori della velocità limite dei flap, V_{fe} o nel nostro caso di 160 km/h. Se proprio necessario aprire diruttori bisogna farlo con molta gentilezza impiegandoci almeno 5 secondi anche se 10 sono meglio. Bisogna dire che se il pilota è in panico per velocità eccessiva, bisogna avere una forza mentale per compiere quest'azione lentamente.

Personalmente, mi sono convinto che sia meglio non aprire mai i diruttori anche se si eccede la V_{ne} . Tra i due mali è meglio scegliere quello minore.

Incidente di Emilio Danesi⁶, 13 aprile 1996, ASW20 scarico, pilota illeso (paracadutato).

Stavo volando tranquillamente in onda a 5.000-6.000 m in fondo alla Val di Susa verso la Francia quando ho notato che la copertura nuvolosa sul fondo della Valle si stava infittendo velocemente. Così ho deciso di ritornare a Torino accelerando la mia discesa con intenzione di andare sotto lo strato di nuvole vicino a Susa. Ero molto attento alla mia velocità, perché conoscevo perfettamente la legge della variazione della V_{ne} con la quota al punto di avere indicato sul mio anemometro i numeri 3, 4, 5 e 6 in corrispondenza della V_{ne} alla rispettiva quota (in km) che è di 265 km/h a livello del mare. Ho mantenuto 210 km/h perché tra i 4.000 e 5.000 metri la V_{ne} è di 240 km/h. Ho anche verificato che i flap fossero nella posizione di alta velocità. Sotto di me alcuni aliante del mio club cercavano invano di trovare un'onda e io li ho informati per radio della mia posizione e la mia intenzione di raggiungerli. Arrivando vicino a Susa, verso il Moncenisio, ad una quota che

consideravo inferiore a 5.000 m il finestrino si è aperto all'improvviso e l'ho richiuso immediatamente. In quel momento ho sentito una grande botta seguita da scossoni, come se fossi seduto su martello pneumatico, alla frequenza in ordine di grandezza di 10 Hz. Questo è durato qualche secondo durante i quali ho provato gentilmente a ridurre la mia velocità tirando gentilmente la barra che stavo tenendo con due mani. Ho immediatamente realizzato la presenza dei flutter ma non sentivo la vibrazione attraverso la barra come nel caso di flutter d'alettoni.

A quel punto l'aliante ha iniziato a rollare e andare in vite rovescia. Ho realizzato che mi rimaneva meno di un metro della mia ala destra e non c'erano alternative al saltare col paracadute. La vite alla rovescia mi è sembrata piacevole, senza significative accelerazioni, la rotazione era lenta e il sibilo dell'aliante era silenzioso e quasi armonioso. Non c'era urgenza nel paracadutarsi e ho provato a chiamare i miei compagni a terra per radio ma la mia mano non è riuscita a trovare il PTT della radio. Mi sentivo bene e ho preso la decisione di aspettare affinché l'aliante uscisse dallo strato di nuvole prima di gettarmi. Il tettuccio si è sganciato senza problemi, ma ho avuto qualche difficoltà a scivolare fuori perché le mie gambe facevano fatica a sfilarsi da sotto il pannello degli strumenti. Non appena uscito dall'aliante ho attivato il paracadute, aprendolo subito senza aspettare i canonici 3 secondi, causandomi un incredibile dolore alla zona pelvica. Ho notato con paura che mi stavo avvicinando nelle pareti delle montagne perché il vento soffiava molto forte. Dovevo assolutamente cercare di far virare il paracadute. Guardando verso l'alto ho visto due corde di colore differente e ho immaginato di doverle tirare per far virare la vela. Il primo

tentativo di virata è andato in direzione sbagliata mentre il secondo ha funzionato e il paracadute è riuscito ad evitare la parete della montagna. Per un momento ho avuto paura di atterrare sull'autostrada poi il vento mi ha spinto verso una collina boschiva, e il mio paracadute ha iniziato a salire! In cima alla collina ho urtato un albero e mi sono trovato a cavalcioni sul ramo più alto con le funi del paracadute che mi stavano strangolando, così ho dovuto liberarmi. Dall'alto dell'albero, e non ne vado fiero perché avevo paura di cadere, ho deciso di scendere ma non ho realizzato che il tronco era molto inclinato, il mio corpo ha iniziato a ciondolare dalla parte sbagliata. Dopo qualche ondeggiamento e con sforzi disumani, le mie gambe sono state capaci di aggrapparsi al tronco e ritornare dalla parte giusta, e quindi finalmente scendere graffiandomi i vestiti e la pelle. Ho sbattuto ovunque ma niente di serio, e dopo aver ripreso i sensi, il salvataggio era già pronto ai piedi del pino.

Infatti i miei amici che stavano volando più bassi di me hanno visto tutta la scena e persino scattato foto della mia discesa in paracadute [Foto 9.9.7]. Il soccorso è stato quindi attivato prima che atterrassi. Sono stato velocemente ricoverato all'ospedale di Susa per lesioni superficiali causate dalla discesa dall'albero. Nel frattempo tutte le macchine che passavano sull'autostrada hanno iniziato a chiamare il numero di emergenza per riportare la presenza del mio paracadute sugli alberi vicino all'autostrada, quindi il pino è stato velocemente tagliato, il pino che forse mi ha salvato la vita. Abbiamo ritrovato un pezzo dell'ala destra con un flap in perfette condizioni. Nessuna traccia sezione che era ancora aggrappata alla fusoliera dopo la disintegrazione, la parte centrale dell'ala era ridotta in brandelli in mezzo alla foresta. La restante parte

⁶ Fonte: Le dichiarazioni del pilota e la fotografia di Claudio Barbero.

della fusoliera e l'ala sinistra erano in buone condizioni. I flap e gli alettoni erano intatti, fatta eccezione della coda che si è rotta durante l'impatto a terra. La cabina era intatta gli strumenti sono stati recuperati ed erano funzionanti. Dopo la riparazione della coda, la fusoliera ha avuto una nuova vita insieme a un'altra ala. Se fossi stato all'interno dell'aliante non mi sarei fatto un graffio...figurati!

Osservazioni: il pilota stava sicuramente volando al di sotto della Vne, ma ben oltre alla Vra (massima velocità in aria turbolenta). A questa velocità la struttura dovrebbe teoricamente assorbire le forze corrispondenti a una raffica di $+4 \text{ m/s}$ o -3.5 m/s che secondo il pilota non era il caso.

Comunque il pilota era proprio di fronte a rotore con una potenziale fonte di turbolenza ma ha iniziato a cabrare per ridurre la velocità e queste due forze non possono essere assorbite contemporaneamente (si veda manuale di volo) quindi il pilota era in una zona critica del volo.

L'ipotesi del flutter al flap destro a causa del rilascio dei comandi di volo, è difficile da considerare anche se il pilota ha buone ragioni di pensare che i suoi controlli di volo possano essere stati danneggiati qualche anno prima.

A quella velocità, il flap è fortemente spinto verso l'alto e a meno di una violenta raffica negativa, che il pilota nega, non ha motivo di andare verso il basso.

Ho personalmente volato ad alta velocità col Nimbus 4D ed il cinematismo di controllo dei flap rotto senza accorgermi di nulla se non durante il check post volo.



Foto 9.9.7 La discesa di Emilio Danesy col paracadute. Valle di Susa guardando verso il Moncenisio.

- "Io": il pilota, sotto il paracadute
- "l'ala": l'ala dell'ASW20 in caduta lenta in spirale
- "l'aliante": la fusoliera e l'ala sinistra in caduta lenta in spirale; verrà riparato e volerà con altre ali.

Incidente di Omarama, gennaio 1995. Pilota illeso (paracadutato), Nimbus 4 distrutto⁷.

Distruzione in volo, apertura dei diruttori al di sotto della Vne, spirale picchiata. Il pilota è un campione plurimedagliato, 26 anni di esperienza, 12.000 ore di volo.

Il pilota sta passando attraverso un rimbalzo di un'onda sottovento con un rotore, e decide di attraversarlo. Estratto i diruttori ha volato all'interno della nube. Data la mancanza degli strumenti giroscopici per il volo strumentale, e la turbolenza presente in questo tipo di nube, il pilota perde il controllo dell'aliante ed entra in una spirale picchiata fino all'esplosione di un'ala. Il pilota è riuscito paracadutarsi a 2.400 m ed è atterrato illeso.

⁷ Fonti: rec.aviation.soaring Gennaio 1995, intervista rilasciata dal pilota a Gliding Wiki di Febbraio/Marzo 1995.

L'analisi dell'evento porta le seguenti conclusioni:

- Il rispetto assoluto della linea rossa (Vne) dell'anemometro non garantisce l'integrità dell'aliante.
- l'apertura dei diruttori alla Vne è certamente autorizzata dagli standard di certificazioni, ma comporta dei rischi in quanto la struttura perde improvvisamente circa il 40% della sua resistenza.
- se il pilota riesce a mantenere ancora il controllo del suo aliante è probabilmente meglio superare la Vne, mantenendo chiusi i diruttori, e stabilizzare la traiettoria di volo con molta gentilezza piuttosto che aprire i diruttori. Si tratta di scegliere tra il rischio del flutter oppure la quasi certezza di perdere un'ala.
- qualsiasi pilota che ha serie intenzioni di migliorare le proprie capacità di volo in onda, dovrebbe essere addestrato all'acrobazia di base per fami-

9. Determinazione delle velocità

liarizzarsi con il controllo dell'aliante a qualsiasi velocità e assetto, incluso il volo rovescio.

- Volare alla massa massima autorizzata riduce il rischio di rottura a causa delle turbolenze. È davvero importante ricordare che: il fattore di carico indotto da una raffica verticale è inversamente proporzionale alla radice quadrata del carico. Per esempio, il nostro aliante al massimo un carico alare di 50 kg/m² sarà sottoposto a un fattore di carico del 20% più basso del suo gemello scarico. Questo non è trascurabile.

9.10 Gli errori dell'anemometro

Tutti sanno che la densità dell'aria e la temperatura diminuiscono con la quota. Questo significa che la velocità indicata dall'anemometro (IAS), che misura la pressione dinamica, non sarà rappresentativa della True Air Speed (TAS) e se la linea rossa del nostro anemometro è una TAS a livello del mare, sarà necessario applicare una correzione.

Se il pilota non ha nessuna documentazione disponibile, è possibile usare come semplice regola di aggiungere 5% alla velocità indicata dall'anemometro per ogni 1.000 m fino a 4.000 m e 150 km/h. Questa correzione aumenta con la velocità e la quota raggiungendo più del 6% a 200 km/h e 6.000 m. Sarebbe meglio usare questo valore ma i calcoli mentali sono più semplice con il 5%. Il pilota potrebbe anche mettere dei semplici segni sull'anemometro come ha fatto Emilio Danesi (9.9.7).

Per esempio se il pilota vola a 4.000 m e 200 km/h di velocità indicata, deve aggiungere il $6\% \times 4 = 24\%$ oppure 48 km/h. Se la Vne è di 250 km/h il pilota vola già a 248 km/h, sarà già sulla linea rossa senza saperlo. Alcuni computer misurano la temperatura, la densità dell'aria e calcolano in conti-

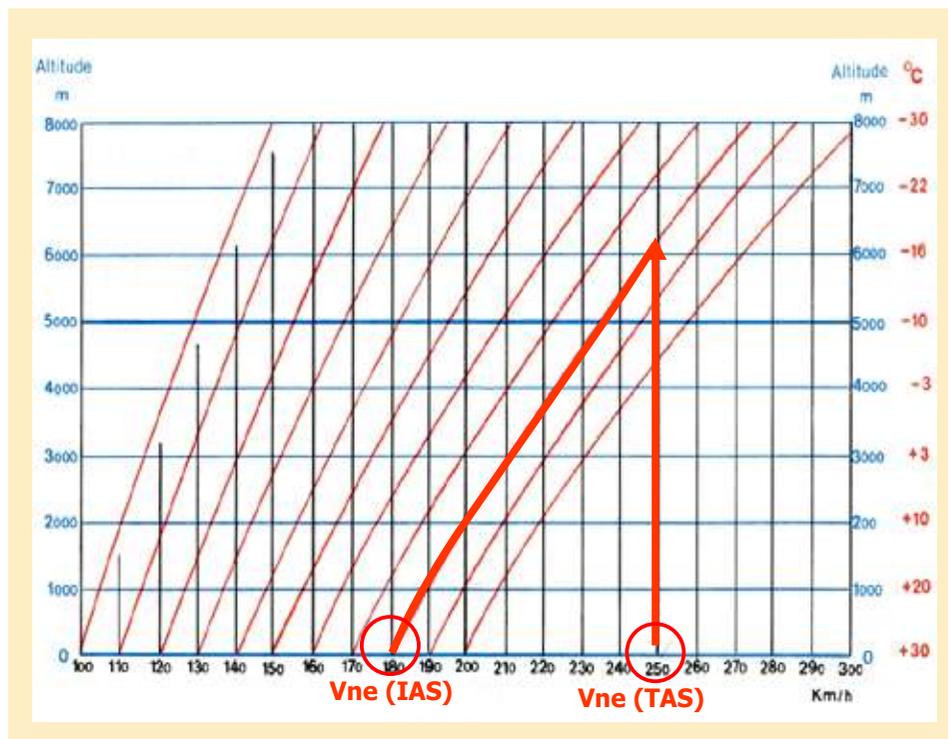


Fig. 9.10.1 Grafico di Reichmann per le correzioni dovute alla quota. In questo esempio, la linea rossa della Vne posta sull'anemometro a 250 km/h, corrisponde a una velocità indicata di 180 km/h a una quota di 6.000 m. La correzione dovrebbe corrispondere ad un'aggiunta del 6,5% per ogni 1.000 metri.

nuazione la TAS; il pilota può quindi scegliere di vedere il valore sullo schermo. Per coloro che non sono equipaggiati con l'avionica più recente, Helmut Reichmann (Ref. 9) ha pubblicato nel 1982 un grafico che dovrebbe essere presente su ogni aliante, si veda figura 9.10.1.

Questa legge fisica è applicabile a tutti gli alianti di legno e tela e la maggior parte degli alianti in fibra di vetro. Le ali dei più recenti alianti in fibra di carbonio sono molto meno flessibili e la lettura del manuale di volo può rivelare sorprese piacevoli, nel senso che la diminuzione della Vne in funzione della quota non inizia livello del mare ma da quote comprese tra i 2.000 m (esempio la prima serie di Nimbus 4, Ventus 2C) e i 6.000 m (Ventus 1B). Si riporta in figura 9.10.2 le curve della Vne (IAS) in funzione della quota per i più comuni alianti.

È importante verificare il manuale di volo e costruirsi una piccola etichetta (richiesta ad alcuni manuali ma raramente visti a bordo dell'aliante) che mostra semplicemente la corrispondenza tra quota e Vne (indicata).

La figura 9.10.1 mostra l'esempio dell'etichetta per il mio aliante posizionato davanti alla barra e non sulla parete laterale del cockpit!

Se la quota è davvero la principale fonte di errore, lo strumento in sé, i tubi e le sonde, sono sempre una fonte di imprecisione, che può anche essere quantificata, e comunque altri problemi come le perdite che devono essere sempre risolte.

Il manuale di volo deve indicare la correzione da applicare alla lettura dell'anemometro e deve anche indicare l'errore della misurazione della pres-

Fig. 9.10.3 Vne (indicata) in funzione della quota, da applicare davanti alla barra (Nimbus 4D modificato per TN 868-29)

ALT	Vne
3	285
4	273
5	266
6	260
7	253
8	247
9	241
10	235

sione dell'aria in funzione della posizione dei flap o della posizione della sonda (nel naso o sulla coda). Vediamo per esempio il diagramma di correzione del Discus 1, figura 9.10.4 e Nimbus 4D, figura 9.10.5.

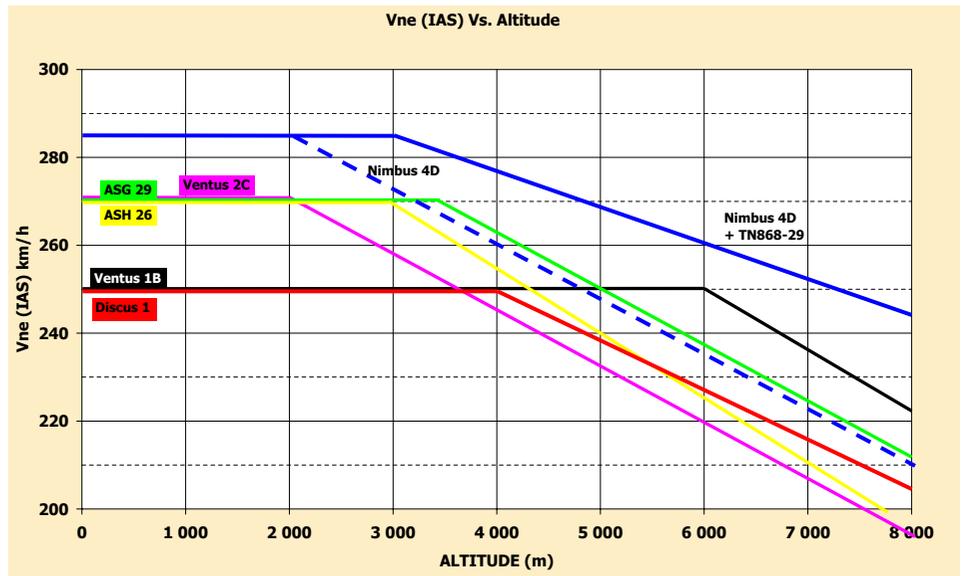


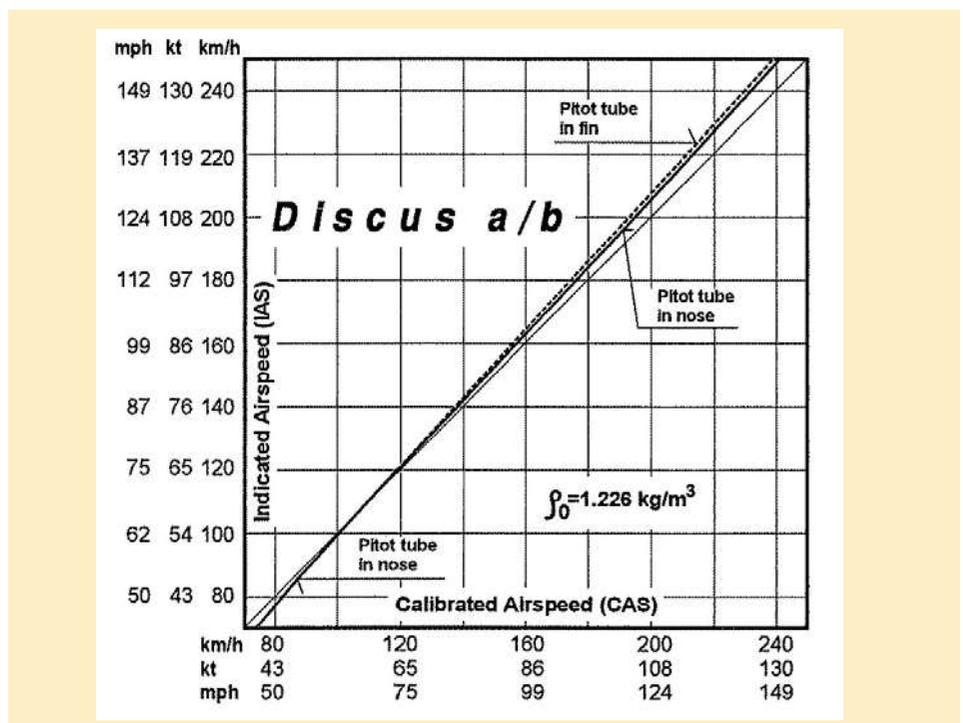
Fig. 9.10.2 curve della Vne (IAS, velocità indicata) in funzione della quota per alcuni alianti moderni alianti utilizzati per i voli in onda.

Per il Nimbus 4, modifica TN 868-29 basta semplicemente bilanciare l'alettone interno della parte esterna dell'ala ed il guadagno è straordinario, 37 km/h a 6.000 m, e porta la velocità rispetto al suolo a 360 km/h. Abbastanza spesso ho anche visto più di 450 km/h sul GPS, con un po' di vento in coda. Questi valori devono essere messi in pratica con estrema cautela e delicatezza per qualsiasi condizione meteorologica non prevista che può essere fatale nel giro di qualche secondo.

Si noti che le performance del Ventus 1, che mantiene invariata la sua Vne fino a 6.000m, confermano la reputazione di essere un aliante estremamente rigido. Il suo successore, il Ventus 2C, con un profilo alare molto più sottile e un'ala molto più flessibile ha performance peggiori. L'ASG29 (che è in realtà un'estensione a 18m del ASW27) sembra essere oggi l'aliante più veloce sul mercato almeno fino a quando non arriverà l'aliante americano Duck Hawk progettato da Greg Cole che dichiara una Vne di 405 km/h a livello del mare.

Fig. 9.10.4 grafico di taratura della velocità, Discus 1.

Le due posizioni (coda o naso) forniscono esattamente lo stesso errore. A 110 km/h, la velocità indicata è sempre maggiore della attuale il che va bene per la Vne in quanto la linea rossa sarà circa 5 km/h più bassa della velocità reale. L'errore a bassa velocità invece è di segno opposto è dell'ordine di 3 km orari sulla velocità di stallo.



9. Determinazione delle velocità

Fig. 9.10.5 grafico di taratura dell'anemometro del Nimbus 4D. Il diagramma si applica alle seguenti due configurazioni:

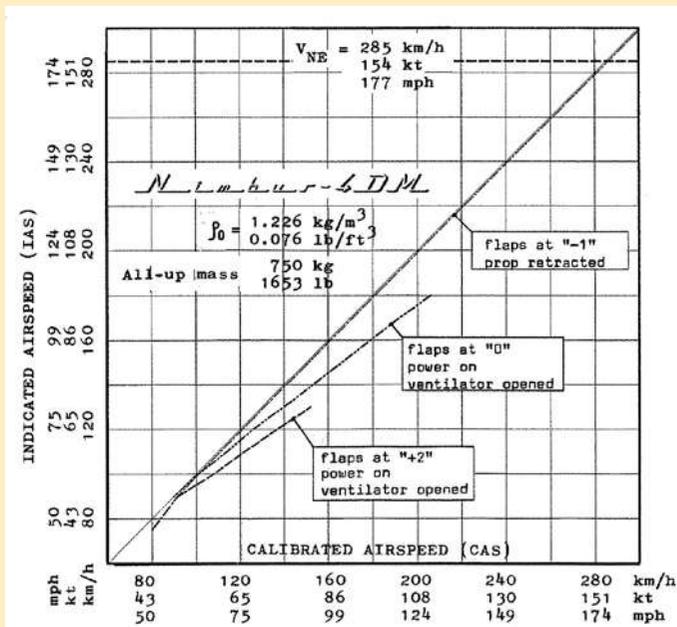
- sonda posizionata sulla coda, motore re-
tratto, flap in posizione -1

- sonda posizionata nel naso, motore in fun-
zione, flap in posizione 0 o +2, ventilazione
aperta

Nel primo caso l'errore è nullo lungo tutto il
campo di velocità.

Nel secondo caso l'errore è significativo ma
non corrisponde alle normali configurazioni
di volo in quanto l'aliante non può volare a
200 km/h con il motore in uso.

Nella configurazione con motore in uso, i
flap in posizione +2 l'indicazione ideale di
95 km/h corrisponde infatti a 100 km/h.
L'errore è nullo a 90 km/h. Di conseguenza
il pilota dovrebbe volare qualche km/h al di
sotto della linea blu per ottenere il massimo
rateo di salita.



L'ultimo anello della catena degli stru-
menti è lo strumento stesso.

C'è un grande numero di modelli sul
mercato tutti eccellenti quando sono
nuovi. La regola prevede in teoria una
taratura a intervalli regolari ma pochi
lo fanno.

A seguito di anomalie nel mio biposto
(con due strumenti identici, è facile
identificare un'anomalia) sono stato
costretto a fare delle verifiche al banco
elettronico Barfield. È stata grande la
mia sorpresa nel vedere che non solo
la differenza dei due strumenti era più
di 3 km/h ma l'errore assoluto raggiun-
geva 10 km/h per il primo strumento
e 8 per il secondo e non nello stesso
momento.

Entrambi gli strumenti sono stati sos-
tituiti, avevano solo 8 anni. Le curve
sono riportate in figura 9.10.6.

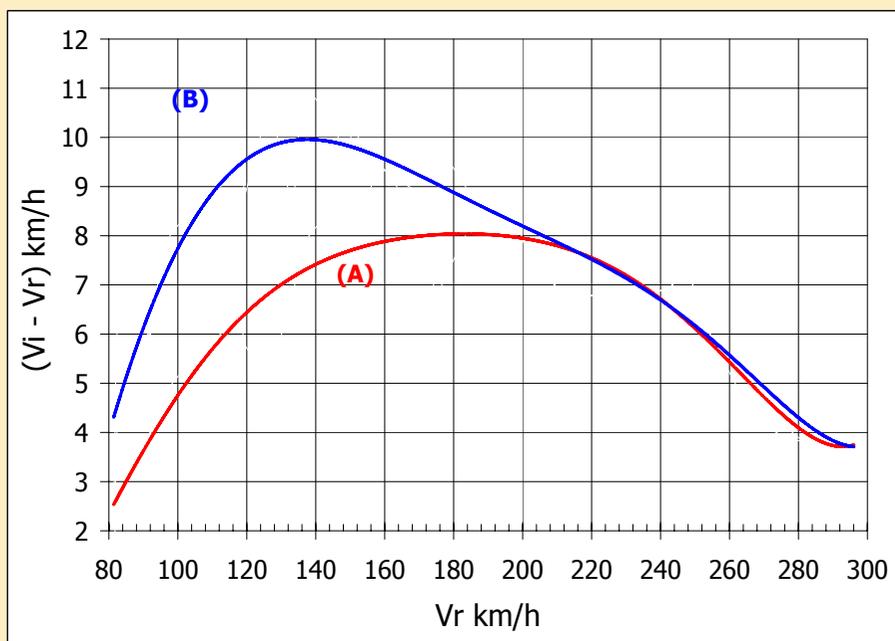


Fig. 9.10.6 curve di taratura dell'anemometro vecchio di 8 anni presenti su un aliante biposto il 28.09.2006.

A) la curva rossa rappresenta l'errore dello strumento anteriore

B) la curva blu presenta l'errore dello strumento posteriore

9.11 Errori del variometro

In questo libro gli errori del variometro sono considerati soltanto per la determinazione della velocità di planata (Speed To Fly, STF, Sollfarht). Nel 1975, quando il mondo dei computer era riservato per pochissimi, il genio di Helmut Reichmann ha risolto questo problema esclusivamente per gli strumenti pneumatici, o misto elettrico-pneumatici (Rif. 9, pagg. 213-226), nei quali un voltmetro misurava il raffreddamento di un transistor posizionato all'interno del flusso d'aria attraverso la capacità del thermos di espansione, chiamato Thermistor. Per coloro che vogliono fare dei voli di distanza in onda su un aliante equipaggiato solamente con strumenti pneumatici queste sono le conclusioni:

- un variometro volumetrico (Winter, PZL, vane, etc) non ha errori di altitudine. Siccome l'anemometro possiede degli errori, uno strumento volumetrico ci farà volare troppo velocemente ad alta quota. Sfortunatamente non è possibile cambiare l'anello di MacCready al variare della quota, così la correzione deve essere puramente empirica togliendo, ad esempio, 0,5 m/s per ogni 2.000m dalle impostazioni. Per esempio per un ASW19 scarico che vola a 28 kg/m² (molto raro oggi) con valori di salita di 3 m/s, l'errore di velocità di planata sarà in eccesso di 12 km/h che è insignificante.
- un variometro di massa (es. il Thermistor) mostra un errore in valore assoluto simile a quello dell'anemometro, ma in direzione opposta. D'altra parte, la polare si è anche spostata con la quota e questo tipo di strumento ci farà volare troppo lentamente. Ancora una volta l'errore della velocità di planata sarà di circa 10 km/h, anche questo insignificante.

Riportiamo in fig. 9.11.1 il diagramma dell'errore del variometro rispetto alla velocità indicata, proposto da Reichmann (Ref. 9 pag. 224).

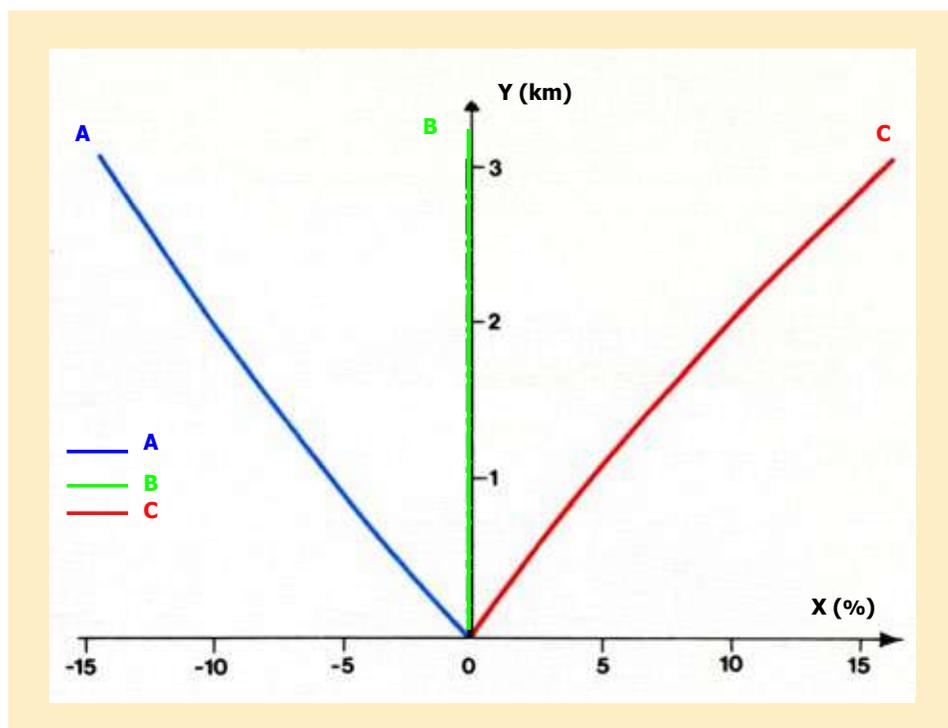


Fig. 9.11.1 (Reichmann) errore del variometro in funzione della velocità indicata.

X= errore %

Y= Altitudine in km

A= Variometro a misurazione di massa

B= Velocità indicata

C= Variometro a misura di volume

Le conclusioni di Reichmann sono interessanti:

«Gli errori del variometro non sono semplici, specialmente perché il cambio della polare e della curva della velocità di planata in funzione della quota si sovrappongono... Esistono ora dei computer di volo che effettuano la correzione altimetrica della velocità di planata. Al contrario le indicazioni variometriche corrette con la quota non sono necessarie per praticare il volo e da sole non garantiscono che le informazioni riguardando la velocità di planata, siano corrette. Quindi prima di comprare o utilizzare questi equipaggiamenti, il pilota deve informarsi e leggere in dettaglio la documentazione.»

In conclusione, i calcolatori di volo degli ultimi vent'anni dovrebbero darci una corretta indicazione della velocità di planata. Sono generalmente basati su un variometro volumetrico e la polare dovrebbe es-

sere continuamente ricalcolata basandosi sulla densità dell'aria e sulla temperatura. Prima di comprare lo strumento fate delle ricerche, non esitate a fare le domande al costruttore e chiedere garanzia dei risultati. Non è detto che perché il display sarà grande ed i colori sono belli, le immagini siano accurate! Comunque oggi nessuno prende in considerazione la componente del vento sulla rotta per determinare la velocità di planata, anche se calcola la velocità del vento attraverso il GPS, di cui l'utilità delle tabelle del par. 9.8.

Per gli aliante del club, che non sono equipaggiati con dei computer e se il variometro è elettrico, il pilota dovrebbe consultare la documentazione per determinare se sia della tipologia a misura di massa o di volume, e correggere la sua velocità in più o in meno in funzione della situazione usando l'anello di MacCready. Se gli strumenti sono esclusivamente pneumatici,

9. Determinazione delle velocità

non c'è speranza di ottimizzare la velocità e il pilota si dovrà accontentare di fare dei voli di allenamento senza pretese competitive.

9.12 Selezione e preparazione dell'aliante

Come in tutti gli sport meccanici, non c'è una macchina universale adatta per tutti i tipi di competizione o turismo. Per l'automobile, sport iconico dove l'uomo e la macchina sono tutt'uno, in ogni gara bisogna sviluppare una specifica macchina, la F1 per la pura velocità sul circuito, le macchine da rally su strada per il Montecarlo, i mostri del deserto per la Parigi-Dakar, le macchine da durata per la 24 ore di Le Mans, e così via.

Nel volo a vela, le gare o i primati sono essenzialmente di due tipi: distanza volata lungo un intero giorno e massima velocità lungo alcune ore. C'è una variante dove il record di velocità è combinato con la distanza, abbastanza simile alle 24 ore di Le Mans. Bisogna poi aggiungere il volo per il solo piacere che può avvenire sia con alianti da gara tecnologicamente datati e utilizzati in modo più tranquillo, sia con alianti specifici sviluppati specificamente, in particolare nel mondo degli ultraleggeri.

Il mercato offre oggi una varietà di alianti che va da 15 a 30 metri di apertura alare per prezzi compresi tra 50.000 e 300.000 Euro. Sarà quindi importante definire uno o più obiettivi sui quali scegliere il miglior compromesso a meno che uno non abbia abbastanza risorse economiche da permettersi un paio di questi giocattoli.

Abbiamo analizzato il grafico delle velocità per due primati recenti, il primo è un puro record di velocità su un percorso di andata e ritorno di 500 km in 2 ore, figura 9.12.1, mentre il secondo combina velocità con distanza per un primato di 2.000 km in andata e ritorno della durata di 15 ore di volo, figura 9.12.2 (tre primati in un solo volo).

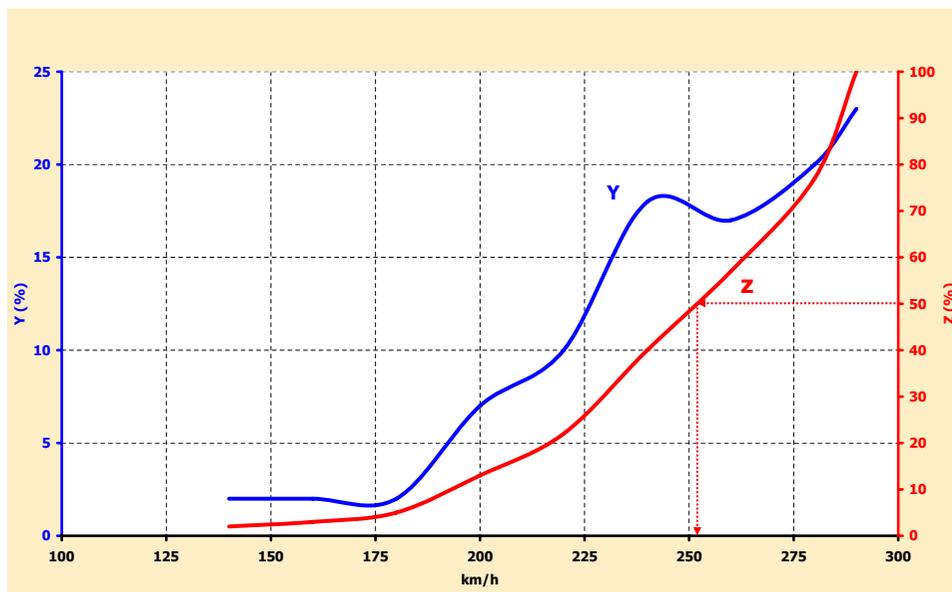


Fig. 9.12.1 Distribuzione della velocità rispetto al suolo durante un volo record di pura velocità, andata e ritorno di 500 km a 250km/h di media, 7 dicembre 2003.

La curva blu (Y) rappresenta la percentuale di tempo passato per ogni velocità. La curva rossa (Z) rappresenta la percentuale cumulata in base alla velocità.

Siccome la velocità rispetto al suolo è calcolata dal GPS, non c'è un'esatta corrispondenza tra questi valori e quelli indicati sull'anemometro, ma per questo tipo di volo in andata e ritorno, la componente di vento frontale non cambia fondamentalmente per ogni tratta e solo la quota può giustificare una differenza maggiore del 30%.

Non prendiamo in considerazione la quota in quanto è la stessa per le due curve dei due voli che sono quindi abbastanza comparabili.

Esaminando la curva blu si vede che:

- l'aliante è stato praticamente mai utilizzato al di sotto di 175 km/h
- l'aliante è stato utilizzato più del 20% del tempo alla Vne

Esaminando la curva rossa si vede che:

- l'aliante ha volato il 50% del tempo ad una velocità superiore a 250 km/h ed il 50% ad una velocità inferiore.
- la distribuzione tra queste due aree è pressoché identica.

È quindi chiaro che per realizzare questo tipo di record un pilota dovrebbe scegliere un aliante che abbia le migliori performance a 250 km/h o oltre.

Siccome questo è un volo veramente breve, il comfort e l'ergonomia hanno poca importanza. Una grande apertura alare non ha molto interesse a causa del massimo carico alare ottenibile (48 kg/m²) che non è competitivo con i moderni alianti di 15 metri di apertura alare (59 kg/m² ed oltre in un futuro immediato).

Ripartizione delle velocità rispetto al suolo per un volo di pura distanze, andata e ritorno da 2.000 km, fig. 9.12.2.

Le curve blu e rosso mostrano le stesse variabili di prima.

Se esaminiamo la curva blu, si vede che:

- la distribuzione è vicina ad una gaussiana intorno alla velocità media di 150 km/h;
- l'aliante è stato utilizzato per la maggior parte del tempo a velocità comprese tra 125 e 175 km/h
- l'aliante è stato usato più del 20% del suo tempo al di sotto della velocità di massima efficienza pari a 120 km/h
- l'aliante è stato volato meno del 5% nel suo tempo è vicino alla Vne

Dall'esame della curva rossa, si vede che:

- l'aliante ha volato il 50% del suo tempo al di sopra dei 150 km/h ed il 50% del tempo al di sotto
- la distribuzione tra le due arre è circa 1/3 al di sotto dei 150 km orari è 2/3 al di sopra.

È chiaro che le strategie di volo per ottenere questi due record sono opposte.

Nel primo caso, bisogna volare il più veloce possibile prendendo il rischio di non completare il task e, alla peggio, fare un fuori campo.

Il pilota sa che può facilmente ritentare l'impresa, perché ci sono molte opportunità per ogni stagione, e quindi i requisiti logistici sono molto semplici.

Nel secondo caso, il pilota deve dare priorità al completamento del volo; ci deve essere il minor rischio possibile di atterraggio fuoricampo e perfino rallentare di tanto in tanto per riprendere quota e poi passare alla salita successiva. Il pilota deve però ancora volare veloce, perché la durata della giornata è di circa 15h30m, e quel volo è durato quindici ore.

Dato che la probabilità di ripetere questo tentativo è estremamente bassa, quasi zero in una stagione, ed una condizione meteorologica simile è stata vista solo due volte in dieci anni. Infatti solo due piloti al mondo sono riusciti a realizzarlo, lo scrivente, seguito a breve da Klaus Ohlmann.

Le statistiche mostrano 13 soste per un totale di 15 minuti (in 15 ore) o il 2% del tempo per guadagnare 2.590 m e coprire 2.453 km, pari ad un'efficienza di 947, il 50% in più rispetto alla prova di pura velocità. Sicuramente avremmo potuto fermarci meno spesso o per meno tempo, ma questo obiettivo di distanza, mai raggiunto prima, aveva lo scopo primario di tornare a casa. Chi ci proverà in futuro

⁷ *expression typiquement vélivole signifiant l'atterrissage dans un champ ou sur un aéroport lointain de sa base.*

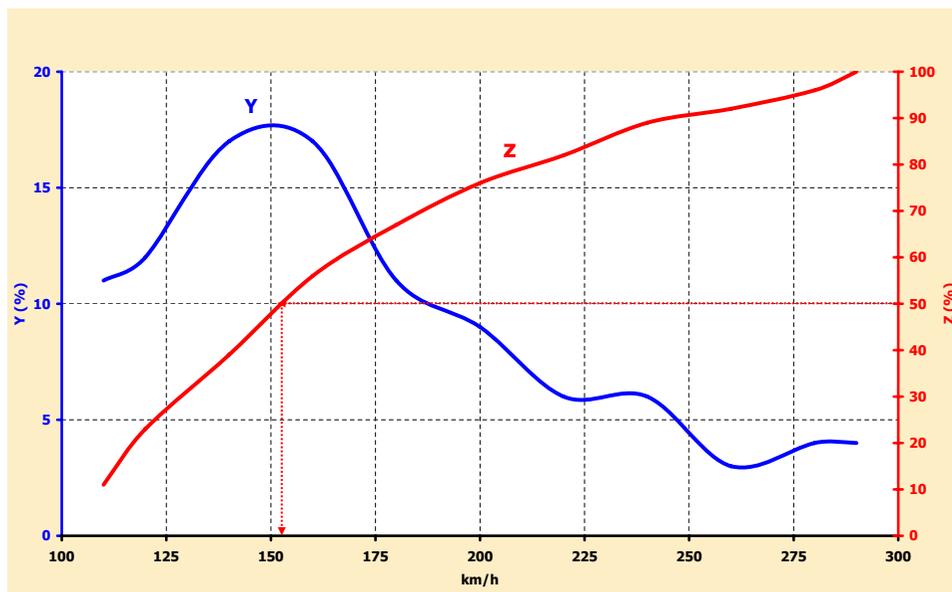


Fig. 9.12.2 distribuzione delle velocità di un volo record di 2.000 km di distanza, andata e ritorno alla velocità media di 159 km/h. 23 novembre 2003.

potrà guardare solo il cronometro.

Dobbiamo ora scegliere un aliante in funzione dell'obiettivo. La Fig. 9.12.3 mostra le efficienze degli alianti da competizione più comunemente usati in gara e nei voli da primato, tutte le classi mescolate insieme. Per disegnare queste curve abbiamo utilizzato i dati pubblicati dai costruttori nei manuali di volo per il carico massimo ammissibile, ad eccezione dei test di volo per il Ventus 2C-15 m, del laboratorio indipendente tedesco IDA. L'area situata sopra i 200 km/h è spesso estrapolata in quanto pochi produttori pubblicano le prestazioni dei loro alianti a velocità così elevate.

Come c'era da aspettarsi, i grandi alianti non sono interessanti dal punto di vista delle prestazioni oltre i 150-170 km/h. Al di là di queste velocità, tutti gli alianti da 18 m sono uguali o superiori a quelli da 25 a 30 m. Ma attenzione, questi grandi alianti sono per lo più biposto ed il carico di lavoro del pilota durante un volo di quindici ore è tale da richiedere la divisione dei compiti consentendo un po' di tempo di riposo, aumentando significativamente l'efficienza complessiva del processo decisionale, oltre al vantaggio di scambiare

pareri di due esperienze diverse. Tutto questo, alla fine della giornata, compensa ampiamente la differenza di prestazioni tra le due macchine.

Non bisogna tuttavia dimenticare la tranquillità di spirito ai comandi di un aliante di 15 metri che si sa, può atterrare un po' ovunque, anche su strada, mentre i grandi biposto hanno bisogno di un aeroporto.

Questa è una conclusione personale dopo quindici anni di esperienza in voli da primato su entrambi i tipi di alianti. La curva dell'aliante ETA, il più grande aliante esistente finora, con 31 m di apertura alare, evidenzia una schiacciante superiorità all'unica velocità di 110 km/h, certamente di moltissimo aiuto se si vola con termiche in pianura alla mattina presto o alla sera ma senza nessun interesse in caso di vento.

Oltre i 120 km/h, le sue prestazioni sono identiche a quelle del Nimbus 4D e a 140 km/h sono identiche a quelle di ASH 25, ASH 26 e ASG 29/18, forse anche inferiore a quest'ultimo.

La situazione è aggravata da una scarsa manovrabilità in prossimità dei costoni. Per l'ultima generazione di alianti da 21 a

9. Determinazione delle velocità

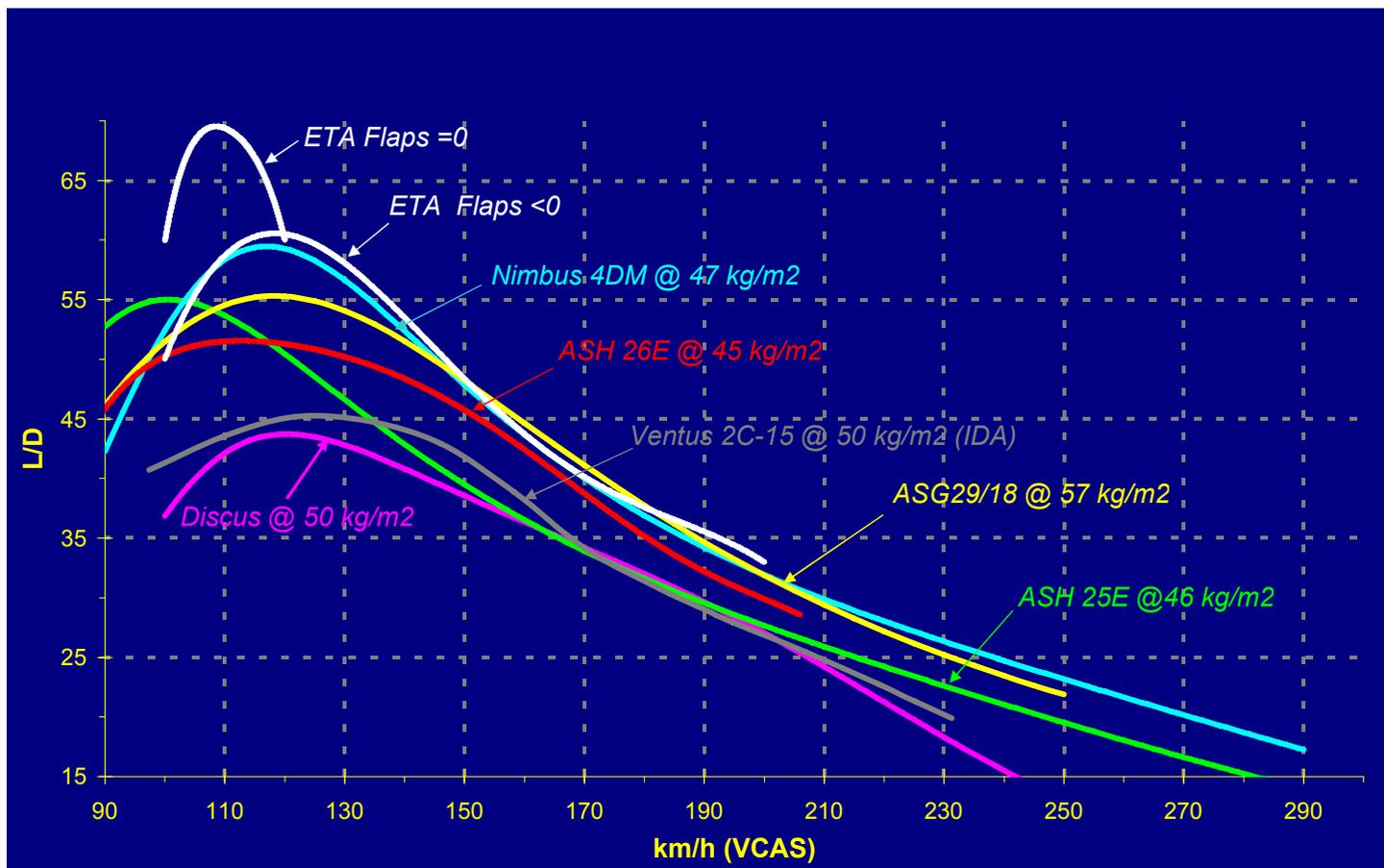


Fig. 9.12.3 Polari delle efficienze degli aianti più moderni utilizzati in volo d'onda.

23 m di apertura alare come Quintus, EB 29, Antares 23, ASH 31, JS1, possiamo aspettarci curve relativamente simili tra loro e spostate di circa 30 km/h⁹ a destra. Un risultato principalmente dovuto ai nuovi profili, il cui spessore è solo del 12,7%, rimanendo laminare fino al 95% della corda, combinato con un carico alare vicino a 60 kg/m², valore significativo e ci si aspetta che migliorino i primati di velocità e di distanza. Ad oggi i costruttori non hanno ancora svelato le performance dei loro gioielli.

9.13 Conclusions

È chiaro che la gestione della velocità nei voli d'onda è molto più complessa che nei voli in termica, dove ci si sposta da una nuvola all'altra in un'atmosfera relativamente turbolenta, a velocità limitate all'inizio del l'arco giallo. Molto raramente si vola vicino alla linea rossa e di solito ciò

avviene durante un arrivo mal calcolato o in condizioni meteorologiche straordinarie (Texas, Namibia, Sud Africa).

Prima di intraprendere qualsiasi tentativo di massimizzare le prestazioni nei voli d'onda, il pilota deve assolutamente leggere e rileggere il manuale di volo dell'aliante da utilizzare, e il suo libro di testo di meccanica del volo preferito. E prendere alcun rischio inutile, i tentativi di insegne e primati possono essere ripetuti tutte le volte che è necessario.

Per ultimo, non dimenticare di far ripiegare regolarmente il paracadute!

⁹ La massima efficienza del Quintus, al massimo carico, sarebbe quella del Nimbus 4, ovvero 60, ma a 150 km/h contro 120 km/h, ovvero il 25% in più.



Jean-Patrick Guillaud si prepara a godersi il più formidabile rimbalzo conosciuto sul nostro pianeta, sottovento alla Cordillera del Viento. Bisogna raggiungere questo posto abbastanza bassi, sotto i rotori, al di sotto dei 4.000 m, per godersi la massima salita e raggiungere il massimo di quota (tra 7.000 e 8.000 m) alla fine della valle 80 km a Nord. Ovviamente tutto vicino a Vne.

Il rischio è che dovremmo uscire dalla fascia portante per non aprire i diruttori alla Vne così da evitare di salire al di sopra del limite di quota prescelto prima della fine delle salite.

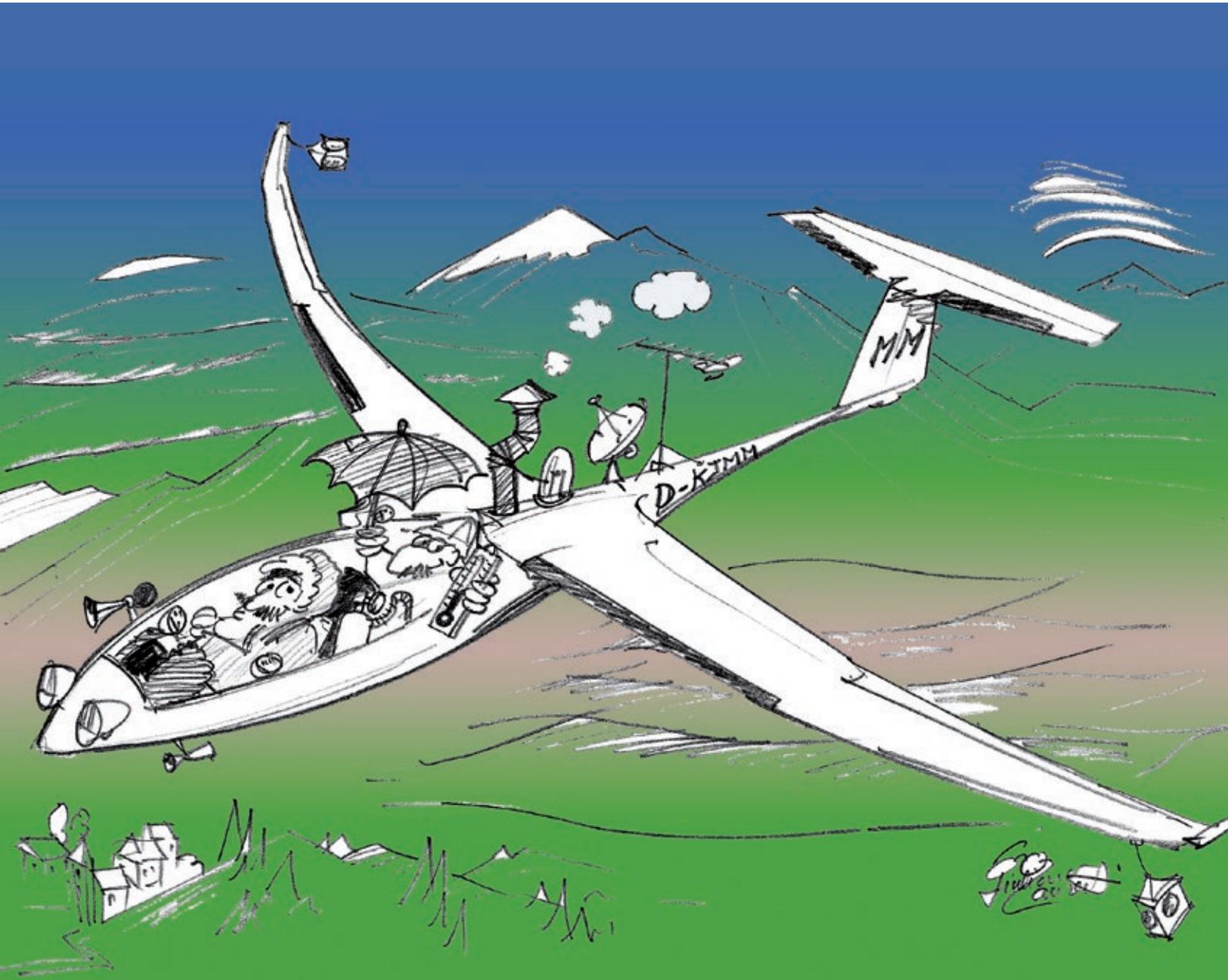
Sullo sfondo si vede il vulcano Domuyo (4.709 m) che è il nostro pilone dei 1.000 km in andata e ritorno, che percorremmo in circa 4 ore e 30 minuti in queste condizioni.



I sistemi ondulatori funzionano anche di notte, sicuramente meglio che di giorno. La vigilia di Natale del 2007, Platon Koptilov lo ha dimostrato dalla finestra dell'appartamento, Pentax K100D, esposizione 8 secondi a f / 5,6, ISO 200, zoom 21 mm.



Finale per la pista 29 a SAZS (Bariloche International). Per essere pronti ad ogni evenienza, ci alleniamo regolarmente facendo circuiti di atterraggio con il motore. Solo la presenza del filo di lana dimostra che non si tratta di un aeroplano a motore! Gennaio 2010 con Bruce Cooper.



Il 4 giugno 2001, il meteorologo Giuliano Laurenti mi accompagna per un volo di 1.000 km di andata e ritorno tra Varese (Italia) e Koflach (Austria). Pochi minuti dopo l'atterraggio, con un sorriso da orecchio a orecchio, aveva già disegnato l'aliante ideale per questo tipo di volo.

Un bel volo d'onda non si improvvisa. L'uomo e l'aliante dovranno vivere in perfetta armonia per un'intera giornata in condizioni del tutto insolite sia per il pilota che per il suo aereo. Dovremo volare molto veloci e talvolta molto lentamente. L'inizio del volo può essere in cieli sereni con una temperatura a terra di 40 °C e alcune ore dopo essere a -30 °C, sopra un solido strato di nuvole, navigando con l'aiuto di schermi elettronici e negoziando autorizzazioni in inglese con un incomprensibile controllore di volo napoletano. Tutto deve funzionare alla perfezione e se si utilizza un'aliante del club, è necessario preparare il volo il giorno precedente per evitare spiacevoli sorprese.



10. Pianificazione del volo,

10.1 Osservazioni meteorologiche, scelta del percorso e dei punti di virata.

La prima cosa da fare consiste nel guardare le mappe meteorologiche come spiegato nel Cap. 1 di questo libro. Poiché i venti favorevoli alla diffusione di sistemi ondulatori esistono solo attorno al passaggio di un fronte, il pilota dovrebbe stimare l'ora di passaggio del fronte e scegliere una delle due seguenti opzioni:

- volare in situazione pre-frontale correndo il rischio di dover abbandonare il percorso previsto deviando sottovento sulla pianura. Sebbene le previsioni meteorologiche abbiano compiuto passi da gigante negli ultimi anni, è difficile prevedere con precisione l'entità della penetrazione dell'area di pioggia all'interno di una massa continentale. Questo è assai comune nei Pirenei, possibile nella cordigliera andina e talvolta osservato nelle Alpi settentrionali con fronte proveniente da sud.

Questa scelta può essere dettata dalla prevista rotazione del vento dopo il passaggio del fronte, che può assumere direzione sfavorevole ai sistemi ondulatori e dal semplice fatto della disponibilità del pilota per quel giorno.

Il pilota dovrà organizzare la logistica (contanti, carta di credito, passaporto, documenti di volo, articoli da toeletta, caricatore del telefonino) per essere pronto a passare una notte in un aeroporto esterno, cosa che mi è successa quasi una volta a stagione senza particolari disagi.

- volare in situazione post frontale con un decollo, se possibile, subito dopo l'ultima goccia di pioggia. Questa è la situazione che assicura la massima forza del vento e il cielo più sereno,

almeno nella prima tappa, che do-

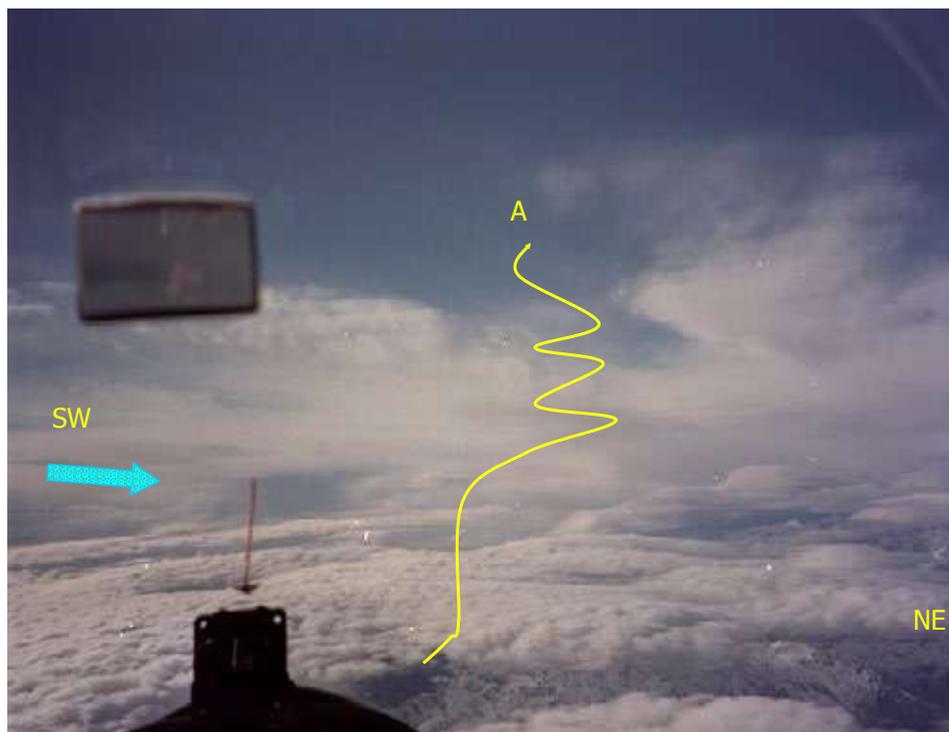


Foto 10.1.1: 1° dicembre 2000, con Hervé Delort, mi sono trovato a volare in onda in una situazione prefrontale in mezzo ai Pirenei. Un'attenta osservazione del fronte in avvicinamento verso di noi, ha rivelato la presenza di un buco stabile (A) nei cirri che riflette una disgregazione totale del fronte a 7.500 m. Abbiamo deciso di salire in questo buco in modo da lasciare passare la maggior parte del fronte sotto di noi così da poter continuare il nostro viaggio verso Ovest, fino alla fine del sistema ondulatorio per poi andare tranquillamente a casa a Nogarò con cielo limpido. Gli altri alianti che volavano al livello inferiore hanno dovuto aprire i diruttori e atterrare negli aeroporti vicini.

vrebbe andare in direzione opposta al percorso del fronte, e che probabilmente verrà raggiunto mezza giornata più tardi al secondo punto di virata. Questa è la situazione classica, non dovrebbe presentare alcun problema con le nuvole se non in mezzo a una catena montuosa.

Affinché un volo in onda dia frutti sia a livello di allenamento che a livello di piacere, è fondamentale che il pilota si ponga un obiettivo proporzionale alle proprie capacità ed al tipo di aliante a disposizione. Non ha senso provare un volo «yo-yo» di 1.000 km in Europa se l'ora di decollo è verso mezzogiorno con un aliante del club che non può essere zavorrato perché non ha antigelo. Meglio organizzarsi per preparare

adeguatamente un aliante, ad esempio, per tentare una prova di velocità in andata e ritorno di 500 km.

La scelta del tema dipenderà principalmente dalla direzione del vento rispetto al terreno e ovviamente dalla posizione dell'aeroporto di decollo. Consisterà nel volare in media sottovento rispetto a una linea di montagne o di colline. Le catene montuose non sono continue, quindi sarà necessario, come nei voli in termica e di pendio, pianificare alcune soste per salire in sicurezza e raggiungere il rimbalzo successivo o la successiva cresta, abbastanza alto per raggiungere un fuoricampo noto. L'attraversamento della Valle del Rodano è il miglior esempio, in direzione ovest-est, con riaggancio sul costone Nord di

Rochecourbe, poche centinaia di metri sopra la pista di atterraggio di Aubenasson.

La figura 10.1.2 rappresenta le principali rotte europee che ho scoperto volando in onda negli ultimi trent'anni. Visto che a questi manca l'unione tra Cévennes e Pirenei, senza dubbio qualcun altro si prenderà cura di colmare questa mancanza. [Realizzato dall'autore il 5 maggio 2019 con ritorno a Sisteron, Ed.]

Questo mi permette di volare senza mappe da Bilbao a Graz con una piccola deviazione a Firenze. Con un vento da Nord-Ovest l'area di volo è lunga più di 1.000 km, consentendo così di prendere seriamente in considerazione un volo FAI da 2.000 km a partire dal centro, cioè tra le Alpi meridionali-settentrionali e la Lombardia o, perché no, tra il sud delle Cévennes e l'Austria (senza ritorno). Largo ai giovani!

La figura 10.1.3 mostra i percorsi lungo le Ande, utilizzati per la maggior parte dei record mondiali attuali di distanza e velocità. L'area di volo è attualmente lunga 2.500 chilometri e abbiamo esplorato in auto la parte nord del territorio fino a Salta (SASA) e Cachi (CCS), che porterebbero la lunghezza totale a 3.300 km. Resta da verificare la possibilità di decollo dalla pista di Cachi, lunga 1.550 m e situata a 2.510 m sul livello del mare con temperature corrispondenti a quelle del Tropic del Capricorno. Durante l'esplorazione con John e Wendy Williams nell'ottobre 2009, siamo rimasti sedotti da questi paesaggi, queste montagne incontaminate di oltre 6.000 m, il cielo limpido per gli standard europei e costantemente dipinto da nubi d'onda di ogni tipo. (Figura 10.1.4). È probabile che ci torneremo con uno o più alianti, i motori elettrici sono i più indicati poiché non penalizzati dall'altitudine. L'obiettivo non è la distanza ma la scoperta dei territori del Nord dell'Argen-

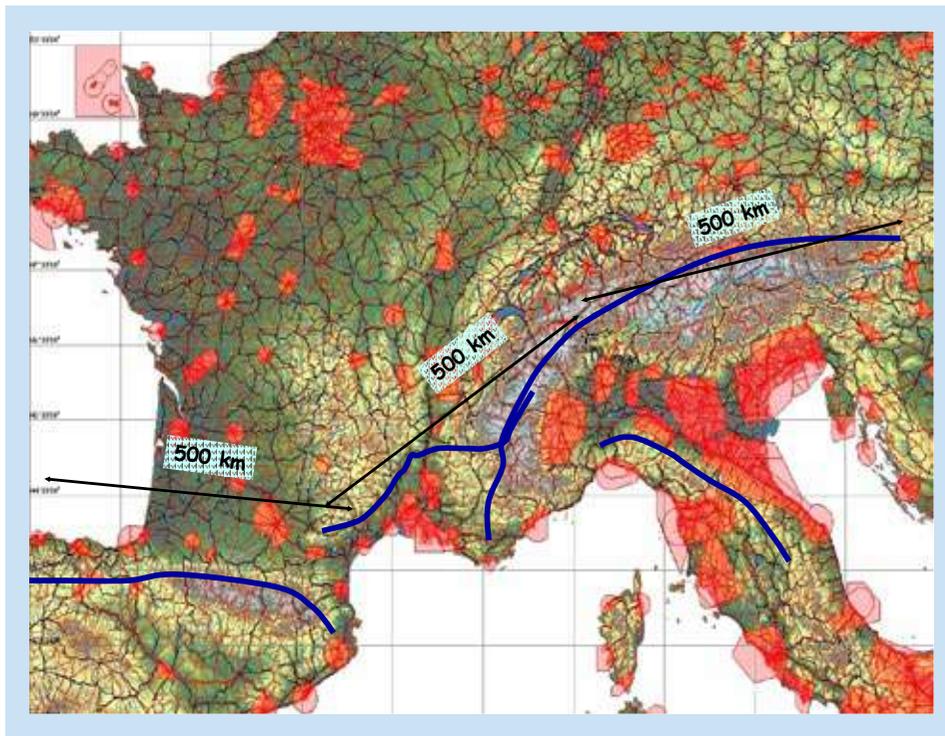


Figura 10.1.2 rotte principali per il volo d'onda in Europa

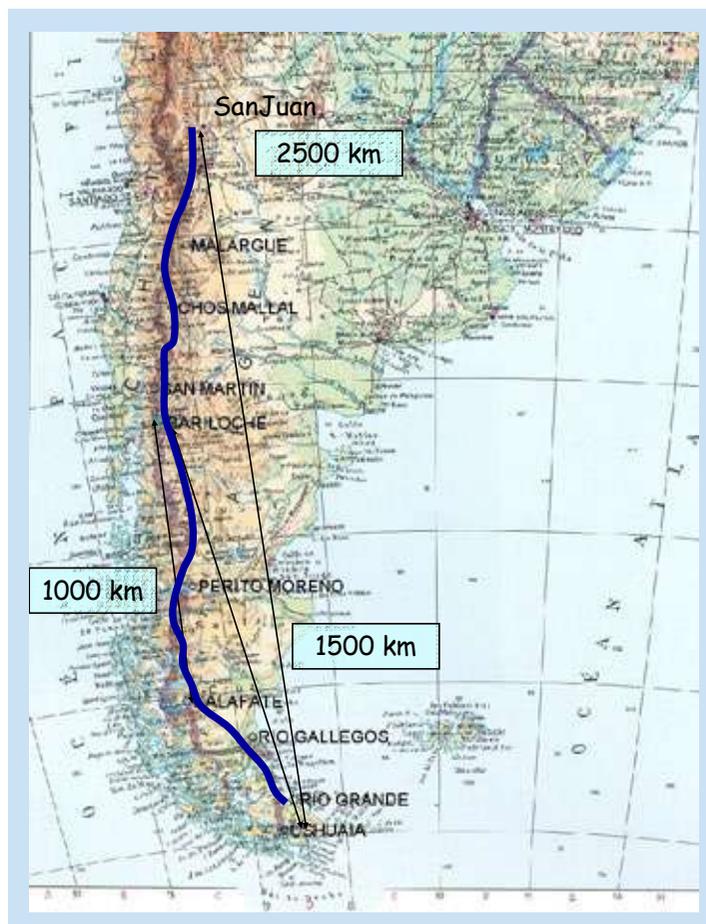
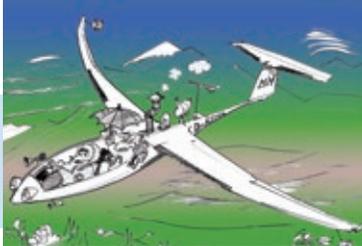


Figura 10.1.3 rotte principali per il volo d'onda nelle Ande.



10. Pianificazione del volo,

tina che sono ancora completamente sconosciuti. [Realizzato dall'autore a Novembre 2019, vedi www.topfly.aero Ed].

La scelta dei punti di virata.

Oggi il processo è notevolmente facilitato dalla pubblicazione online dei voli da parte dei migliori piloti del mondo. Chiunque può costruire un database il cui funzionamento è virtualmente garantito. In qualità di pioniere, personalmente non ho beneficiato di questo vantaggio e sono riluttante ad usarlo ciecamente, perché la posizione dell'onda dipende da un gran numero di fattori come la velocità del vento, l'orientamento, il periodo di oscillazione, che è esso stesso una funzione della temperatura e del gradiente di temperatura. Nessuno di questi parametri è attualmente disponibile nel database. Conosco perfino i piloti che pubblicano on line file di volo che deliberatamente non contengono informazioni sulla direzione della forza del vento. Posso solo consigliare vivamente di concedere un'importanza più che minore a questa grande mole di dati se non mostrano il vento. Certamente se la salita prevista non è presente al punto di virata, sarà essa senza dubbio si troverà a pochi chilometri di distanza, forse sopravento, forse sottovento, forse a Est oppure a Ovest. Ma quando si vola in onda, o si vola in salita o si vola in discesa, e in quest'ultimo caso conviene aggirare il punto di virata e scappare il più velocemente possibile.

La migliore dimostrazione di questa teoria è incarnata nel mio volo del 1° gennaio 2014, un tentativo di record di velocità mondiale su un triangolo di 100 km, sottovento alla Cordillera del Viento, un rimbalzo dell'onda sottovento che conosco perfettamente per averlo usato decine e decine di volte. Vedi fig. 10.1.5.



Fig. 10.1.4 Insieme a John Williams sulla strada per Cachi nell'ottobre del 2009 sotto un cielo da favola.

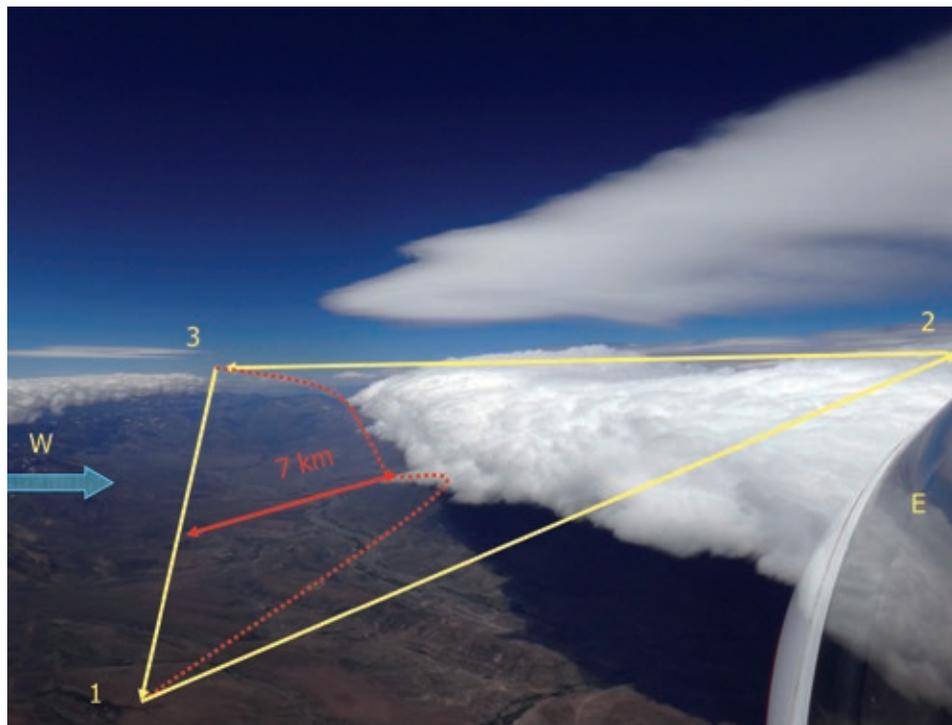


Fig. 10.1.5, 1° gennaio 2014: Il rimbalzo dell'onda sottovento dalla Cordillera del Viento è spostato di 7 km rispetto alla sua posizione usuale.

Una penalità eccessiva per un record mondiale.

La linea tratteggiata rossa mostra la traiettoria di volo reale.

1: punto di partenza e di arrivo, quindi un tratto di 23 km sottovento.

2: 2° punto del triangolo, 23 km di tratta controvento.

3: 3° punto del triangolo, tratto finale di 45 km, vento di traverso

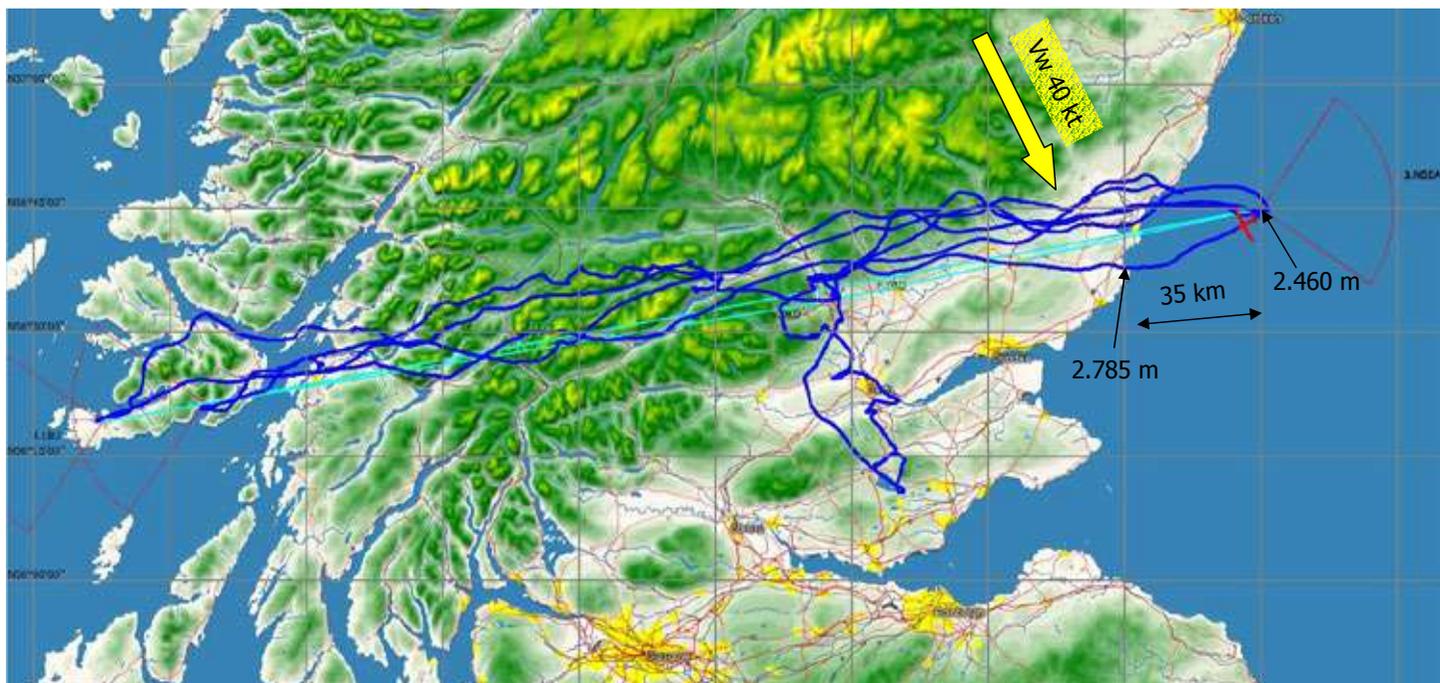


Fig. 10.1.6 Percorso del volo di John Williams del 10 settembre 2007, 1.000 km FAI.

Poichè il «percorso di avvicinamento» verso la linea di partenza è lungo 450 km, non è possibile conoscere le condizioni esatte nella zona di partenza al momento del decollo e si devono quindi scegliere i punti di virata sulla base dell'esperienza precedente, il famoso database. In questo tipo di triangolo è del tutto escluso fermarsi per salire e l'ultimo lato, il più lungo (45 km), sarà posizionato nell'asse del rimbalzo dell'onda per permettere il recupero della quota persa nei due precedenti lati. È quindi essenziale che questo lato sia perfettamente sovrapposto alla linea di energia. Per non aver considerato il riscaldamento globale e l'aumento del periodo di oscillazione, la deviazione che ho dovuto fare a causa dell'onda spostata di 7km, mi è costata i 2 minuti che mancavano per il primato mondiale. Questa esperienza dà la misura dell'iniquità della regola FAI che richiede che la dichiarazione elettronica sia fatta esclusivamente a terra, prima del decollo. In questo caso sarei dovuto atterrare a Chos Mallal, cambiare la dichiarazione elettronica

e attraversare nuovamente la linea di partenza, perdendo 2 ore, impedendomi il ritorno a casa quel giorno, 450 km più a sud. Contrariamente, gli alianti locali, con una visione diretta del fenomeno, potevano partire con la dichiarazione corretta. Questa restrizione rimane per me incomprensibile. Quando possibile, il pilota dovrebbe evitare di scegliere punti di virata alti perché le cime sono molto spesso dentro le nuvole. L'ideale è scegliere il punto più basso possibile nel primo o nel secondo rimbalzo dell'onda sottovento, sapendo che da un lato, più si è sottovento e maggiore è la probabilità di assenza di nubi, ma dall'altro lato sarà più difficile tornare sopravvento verso il miglior rimbalzo d'onda.

Ho avuto un'amara esperienza il 24 dicembre 2002, accompagnato da Diego Volpi, durante il primo tentativo di 2.000 km in andata e ritorno: siamo dovuti tornare indietro di 30 km prima del pilone, la mitica Laguna del Diamante, completamente immersa nelle nuvole del fronte ¹.

Al secondo tentativo, il 23 novembre 2003² con Fabrice Papazian, imparando da quest'ultimo tesoro di quell'errore, ho posizionato il pilone a 40 km sottovento in mezzo alla pianura. Per fortuna quel giorno la montagna era priva di nubi ed abbiamo girato il pilone senza gli intoppi del 2002, ma abbiamo dovuto comunque buttarci in pianura ed il lato di ritorno non è stato una passeggiata. La sicurezza del punto di virata lontano era tuttavia garantita in quanto questa è la priorità in un tentativo di record di distanza.

La scelta del punto di virata può essere imposta anche dalla lunghezza della montagna o dalla forma del tema. La Palma d'Oro per il primo caso va indubbiamente a John Williams, decollato da Portmoak, tra Edimburgo e Aberdeen. Il suo problema era progettare un tema FAI di 1.000 km intorno a tre punti in un paese in cui la lunghezza del terreno è inferiore a 200 km. Unica soluzione:

¹ file IGC disponibile sul nostro sito www.topfly.aero

² come sopra 1



10. Pianificazione del volo,

mettere un punto in alto mare e un altro su un'isola nella speranza che le piccole colline generassero ascendenza di pendio. Il 10 settembre 2007 è riuscito in questo tentativo, vedi percorso in fig. 10.1.6.

Il punto di virata denominato NSEA (che significa semplicemente «North Sea, ossia Mare del Nord») si trova a trenta chilometri dalla costa, e viste le quote massime utili in questo paese, intorno ai 2.500 m, il ritorno era tutt'altro che garantito.

Siccome la fortuna favorisce gli audaci, nubi d'onda erano visibili e continuavano sul mare così il ritorno fu fatto a 200 km/h mentre guadagnava più di 300 m. La foto 10.1.7 mostra la costa subito dopo aver girato il pilone.

La forma del tema può anche imporre un punto di virata che sappiamo non potrà essere sorvolato. È il caso di triangoli molto grandi (1.600 km o più) realizzati in Argentina e per i quali il punto nell'angolo più orientale dovrebbe stare il più lontano possibile dalla costa atlantica, costringendo a «spingere» il punto di virata occidentale all'interno della Cordigliera, consci che sarà immerso nelle nubi. Il trucco sta nell'usare la lunghezza infinita del settore di osservazione, combinato con una certa inclinazione della forma del triangolo, che permetterà al pilota di trovare l'onda in cielo aperto al costo di allungare il tema di alcune decine di chilometri. La figura 10.1.8 mostra la traccia del volo del 25 dicembre 2010 attorno all'ultimo pilone (A4620) che ovviamente non era accessibile. Al contrario si vede che molti punti di onda sono posizionati più a Est del settore di osservazione FAI. Quel giorno è bastato volare per altri venti chilometri con cielo sereno in una zona di aria ascendente per entrare nel settore per alcuni secondi e validare il pilone. Questa idea ci ha fatto guadagnare due record mondiali!



Fig. 10.1.7 Il volo di John Williams del 10 settembre 2007, la costa scozzese vista dal pilone dei 1.000 km. La struttura ondulatoria sopra il mare aperto era proprio benvenuta!

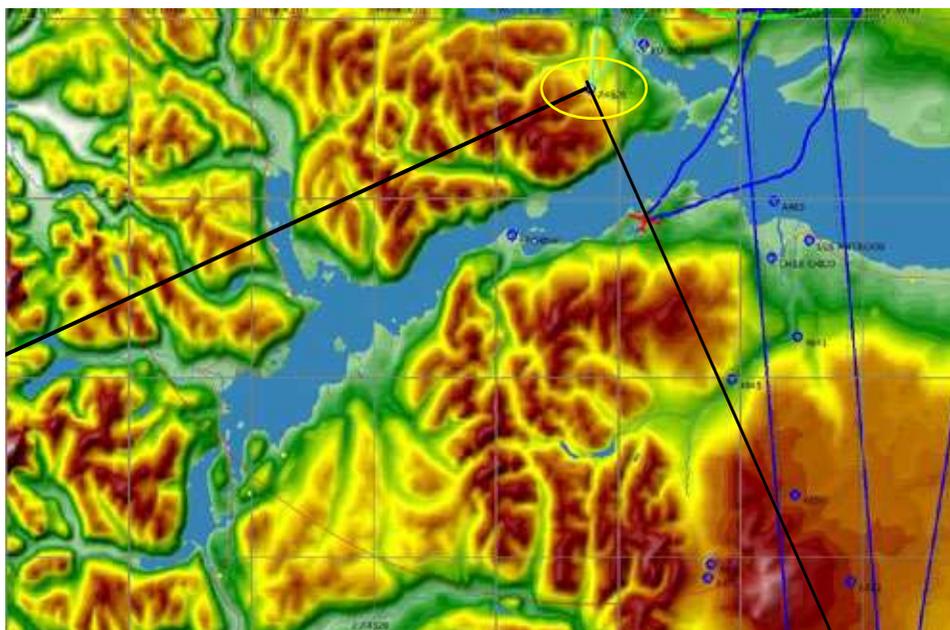


Fig. 10.1.8 Figura 10.1.8 Volo del 25 dicembre 2010 con Bruce Cooper, avevamo previsto di allungare il tema per entrare nel settore FAI in zona di cielo sereno favorevole ai rimbalzi. Il pilone A4620 era immerso nelle nubi.

La scelta del punto di partenza è fondamentale, e due opzioni possono presentarsi:

- **Volo di addestramento.** Il pilota deve imparare ad agganciare l'onda in condizioni difficili, quindi se possibile un breve traino fino alla cresta

più vicina da cui il pilota avanzerà in punta di piedi alla ricerca di sollevamento / salite dell'onda. Se viene dichiarato il punto di partenza, verrà selezionato in prossimità dell'aeroporto di partenza al fine di ridurre il costo del traino.

- Tentativo di grande volo, insegna o record. Non è il momento dell'eroismo, ogni minuto conta ed è opportuno fare un lungo traino in quota, ove possibile direttamente nello strato laminare. In una stagione i grandi voli si contano sulle dita di una mano e questo non è il momento di risparmiare 50 €!

In questo caso il punto di partenza va scelto preferibilmente sottovento alla montagna, in un punto classico, facile, ben noto.

Non dobbiamo dimenticare che al rientro l'altitudine di taglio del traguardo deve essere al massimo 1.000 m al di sotto della quota di partenza; è importante utilizzare lo stesso punto «buono» perché al rientro il pilota potrebbe aver bisogno di fermarsi qualche minuto per guadagnare le poche centinaia di metri di cui ha bisogno per rispettare la regola dei 1.000 m.

Sebbene le regole FAI ora consentono di omologare un tema di distanza (non di velocità) applicando una penalità di 100 volte l'eccesso oltre i 1.000 m, consiglio di evitare questa penalità per quanto possibile poiché non si può conoscere esattamente l'ammontare della penalità a causa delle correzioni di pressione per la variazione del QNH e la taratura del registratore di volo. Si rischia di perdere un'insegna o un record per dieci metri! Le uniche eccezioni sono nel caso non ci sia più salita al punto di partenza (o di arrivo) o quando cala la notte ed il pilota non ha il tempo per recuperare l'altezza necessaria. Ho personalmente sperimentato la somma di queste due condizioni il 25 dicembre 2010 con Bruce Cooper, sul primato mondiale di distanza in triangolo di 1.615 km, e posso assicurarvi che questa è la peggiore frustrazione immaginabile. Solo due giorni dopo abbiamo saputo che il record era ancora valido grazie alla correzione del-

la pressione QNH tra le ore di decollo e di atterraggio, ma che tortura!

La scelta del punto di arrivo.

Per un tema chiuso (andata e ritorno o triangolo), questo sarà per definizione il punto di partenza.

Per un tema aperto (3 punti), non scegliere mai un'ultima tappa con una componente di vento contrario, contrariamente a quanto si dovrebbe fare in termica. L'arrivo deve avere al peggio il vento di traverso, e mantenere il locale degli aeroporti, dove atterrare se necessario, in rotta o sottovento.

Dobbiamo renderci conto che dopo un volo di otto o dieci ore, un pilota non professionista avrà perso almeno il 50% della sua capacità decisionali. Si troverà in una situazione imprevista, sarà abbagliato dalla luce radente e quindi tutto deve essere il più facile possibile. Con la stessa filosofia, la riserva di quota per il finale deve essere misurata in migliaia di metri piuttosto che le centinaia di metri richiesti per i voli termici in pianura. Mi è capitato spesso di iniziare la planata finale a 150 km con 2.000 m di margine e tuttavia essere costretto a fermarmi per salire. Mi è capitato anche di trovarmi a 5.000 m sotto la planata finale a 200 km e tuttavia arrivare dritto alla Vne! Quando l'onda sottovento rimbalza o le rotte energetiche non sono visibili, è necessario aumentare notevolmente i margini di sicurezza.

La scelta della durata del tema dipende principalmente dalla durata prevista del volo, sapendo che nelle Alpi un pilota addestrato vola a velocità media tra 100 e 120 km/h, nei Pirenei tra 120 e 150 km/h, e nelle Ande tra 150 e 200 km/h o anche 250 km/h per temi brevi. La durata teorica massima del giorno di volo alle nostre latitudini è dell'ordine di 14h10' all'inizio di maggio fino a 15h30' il 21 giugno, a cui dovrebbero

essere aggiunti, in teoria, trenta minuti di luce all'alba e trenta minuti al tramonto, quando il sole appare/scompare dall'orizzonte fino a raggiungere un angolo di 6° sotto l'orizzonte. Sconsiglio vivamente di contare su questi margini, soprattutto in montagna, perché il sole è nascosto dalle vette e la notte scende molto prima che in pianura. Supponendo che abbiate trovato un trainerato disposto ad alzarsi alle 4 del mattino per un decollo alle 5:30, dovrete prevedere un'ora in più prima di attraversare la linea di partenza. Ciò porta il tempo di volo sul tema da undici a dodici ore all'inizio della primavera e da tredici a quattordici ore in estate. Ovviamente i cacciatori di primati si organizzeranno per decollare legalmente trenta minuti prima del sorgere del sole, con una torcia frontale sulla fronte perché anche se in quel momento possiamo distinguere l'orizzonte, non si possono leggere gli strumenti senza una torcia; ma siamo nel mondo dei professionisti!

10.2 Preparazione dell'aliante e impostazioni: massa, baricentro, comandi, prevenzione della formazione di ghiaccio al suolo e in quota.

La massa.

Dovrebbe essere sempre al massimo consentito. Per i grandi alianti motorizzati e biposto, la domanda non si pone poiché quasi tutti volano in prossimità di quella massa già con due piloti ed il pieno di carburante.

Per i monoposto la situazione normativa è alquanto confusa: bisogna distinguere tra il tipo di serbatoio (flessibile o strutturale), quindi fare riferimento obbligatoriamente al Manuale di Volo.

- serbatoio a sacco flessibile: l'uso di antigelo nelle sacche non è generalmente espressamente vietato. Si veda ad esempio il caso di un comune aliante, l'ASW 20, per il quale il ma-



10. Pianificazione del volo,

nuale dice questo: «*i voli con zavorra sopra il livello di congelamento dovrebbero essere evitati a causa del rischio di congelamento dello sfiato del serbatoio*». Questo può essere interpretato come: «*Se si utilizza una miscela avente il punto di congelamento al di sotto della temperatura esterna, il rischio di congelamento dello sfiato non esiste quindi è possibile volare legalmente*». Questa è ovviamente un'interpretazione personale, ma so che è applicata da molti di noi. Nel caso di un aliante di club, spetta agli amministratori del club stabilire una politica di utilizzo.

- Serbatoio strutturale. Sono possibili due casi:

a) il manuale afferma chiaramente che è possibile utilizzare solamente acqua. Questo è il caso ad esempio di Nimbus 4D: «4.5.6 i serbatoi devono essere riempiti solo con acqua». Stessa cosa per Discus (4.7) e Ventus. È inoltre specificato che è obbligatorio scaricare tutta la zavorra quando la temperatura esterna è inferiore a 2 °C.

Ho chiesto al costruttore riguardo questa limitazione e ha risposto che semplicemente non voleva esaminare la questione della compatibilità del suo serbatoio con l'antigelo. Non ha tempo da perdere per definire un protocollo di prova di resistenza e che questo testo è stato scritto per evitare responsabilità. Ciò non significa che i serbatoi strutturali possano essere incompatibili con il glicole industriale.

b) Il manuale non dice nulla. Questo è il caso, ad esempio, di DG 808, LS 8 e ASH 25 dove la specifica è più generica e dice semplicemente che non è consentito utilizzare acqua di zavorra a temperature infe-

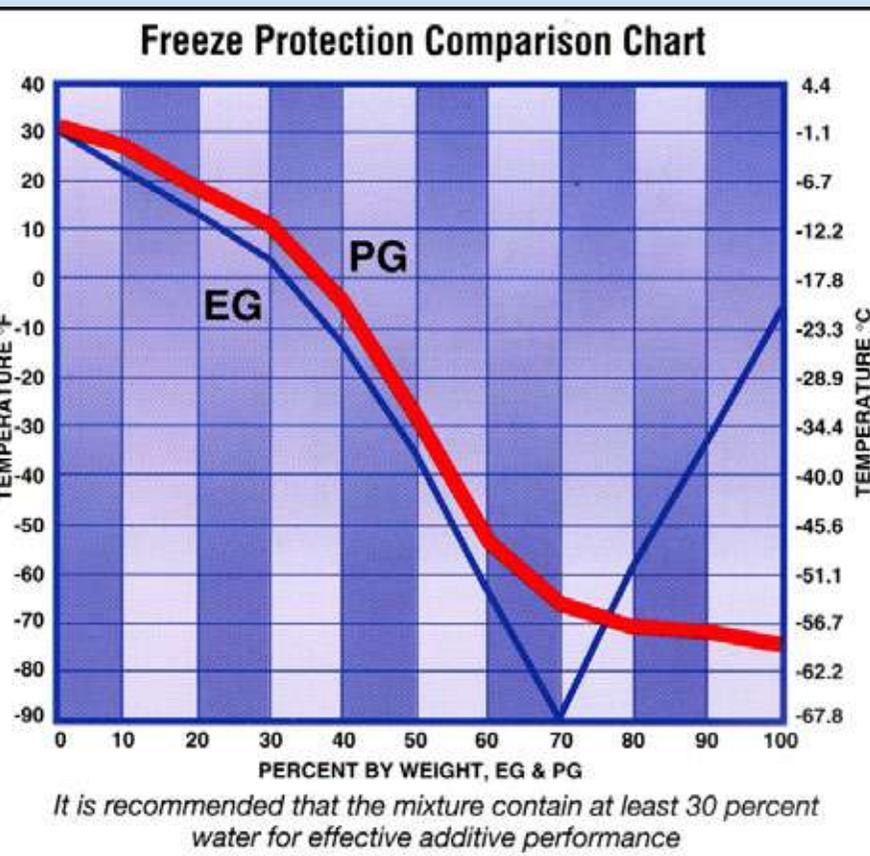


Figura 10.2.1 Curve del punto di congelamento di una soluzione acquosa di glicole etilenico (EG) e glicole propilenico (PG)

riori a 0 °C, scaricandola, ad esempio da 2 °C. Una lettura in senso stretto direbbe che l'uso di acqua di zavorra è vietato indipendentemente dal loro contenuto.

Una lettura più ampia potrebbe suggerire che se la zavorra d'acqua è protetta dal congelamento, il problema non esiste. Siamo quindi in un'area grigia e ogni pilota prenderà la propria decisione o interpretazione.

L'antigelo.

Sull mercato sono disponibili due prodotti industriali concentrati: glicole etilenico (EG) e glicole propilenico (PG). Alle temperature che ci interessano, cioè fino a circa -35 °C, la loro protezione è più o meno equivalente con

un piccolo vantaggio dell'EG, vedi fig. 10.2.1.

Il glicole etilenico è molto tossico per le persone, perfino fatale, e leggermente più efficace del PG che al contrario non è tossico. Entrambi sono dannosi per l'ambiente con un tempo di biodegradabilità di diverse settimane. Il glicole etilenico è molto meno viscoso ed è più adatto al raffreddamento, rendendolo il liquido preferito per il raffreddamento del motore della nostra auto. È semplice da acquistare da grossisti di accessori per auto. Il prezzo di acquisto è estremamente variabile da circa 1 €/kg per un ordine di 1 tonnellata, a 3,5 €/kg per il prodotto puro in taniche da 20 litri, a 6 €/kg sotto forma di refrigerante già pronto al 35%. Non dimenticare

che la sua densità è di circa 1,12, quindi riduce il volume teorico del 12%.

Il glicole propilenico è sicuramente più ecologico, è garantito neutro verso i metalli, in particolare alluminio, gomma e plastica, è più leggero dell'EG (densità 1,05 kg/l) la sua disponibilità in Europa è legata ai grossisti dell'industria chimica, si vende da bidoni da 25 kg (2,3 €/kg iva inclusa) fino a fusti da 230 kg (2 €/kg iva inclusa). Dovrebbe essere preferito all'EG.

La quantità di antigelo nelle ali non corrisponde necessariamente ad una protezione totale, perché anche se la miscela tende a rapprendersi, il continuo oscillare delle ali farà sì che si formi una sorta di «granita» che non presenta problemi tranne che lo scarico potrebbe non funzionare, ma questa manovra va comunque evitata sia per ragioni economiche che ambientali. È quindi fondamentale consultare il Manuale di Volo per verificare se il peso massimo ammissibile all'atterraggio (MLW) può essere uguale al massimo peso al decollo (Max AUW o MTOW).

La maggior parte degli alianti moderni, almeno quelli usati nei nostri esempi, possono atterrare con il peso massimo al decollo, a patto che si aumenti la pressione dello pneumatico della ruota principale, ad esempio 4,5 bar per Discus. Se il pilota non rispetta la limitazione del peso massimo di atterraggio, deve aumentare la sua velocità di avvicinamento e raccordare con attenzione tenendo conto di un forte aumento della distanza di rullaggio al suolo. Tuttavia, è altamente sconsigliabile tentare un fuoricampo in un posto sconosciuto in tali condizioni. Ne riparleremo più avanti.

Al contrario, la miscela introdotta nella coda deve necessariamente fornire una protezione totale dal gelo per la temperatura voluta, poiché questo serbatoio verticale non ha resistenza al rigonfiamento né tanta forza o movimento interno come i serbatoi alari. Si veda la fig. 10.2.2 come calcolare la proporzione di antigelo per una data temperatura.

	10%	20%	30%	40%	50%
Glicole etilenico	-3,4	-8	-14	-23	-37
Glicole propilenico	-3	-8	-14	-22	-34
Alcool etilico	-4	-9	-15	-23	-32

Figura 10.2.2 punto di congelamento (°C) di una soluzione di acqua e glicole etilenico (EG), glicole propilenico (PG) e alcool etilico in base alle proporzioni in volume.

Sapendo che la temperatura standard a 6.000m è di -24 °C per una temperatura del suolo di 13 °C, possiamo essere soddisfatti di una protezione al 35% di diluizione nell'ala ma non meno del 45% nella coda, diciamo il 50% per comodità. Queste percentuali dovranno essere riadattate in base alla temperatura al suolo o la temperatura stimata a 6000 metri il giorno del volo.

Ipotizzando una zavorra di 150 kg, nel nostro Discus, diluito al 35%, si devono mettere 52 kg di antigelo, circa 48 litri al costo di circa € 120 più circa 5 kg nella coda, per un totale di ca. € 130. Questo è tutt'altro che trascurabile, ma il risultato vale la spesa che sarà comunque recuperata e ammortizzata in più anni.

In pratica è necessario preparare la miscela in una normale tanica di tipo chimico (un barile di 180 litri) e trasferire il volume desiderato in ciascuna ala con una piccola pompa da campeggio 12 V e un contatore. In alternativa si può versare con secchi di capacità nota nei serbatoi di zavorra. Per lo svuotamento si utilizzerà gli stessi secchi sotto le valvole di scarico che possono essere chiusi ogni volta che i secchi sono pieni. Questo è il metodo che abbiamo applicato con successo per un decennio nelle nostre spedizioni in Patagonia. Il barile è ancora lì in attesa di un utilizzo futuro.

Data la tossicità e il prezzo dell'antigelo, è importante garantire la tenuta delle valvole di scarico. Nel caso delle sacche flessibili è presente una guarnizione in gomma facilmente sostituibile ad inizio stagione. Nel caso di serbatoi strutturali, se si utilizza l'antigelo per un solo giorno, dovrebbe essere sufficiente l'applicazione di vaselina. Altrimenti, bisognerà pulire intorno alla valvola e applicare un nastro largo. Se l'antigelo deve essere utilizzato per diverse settimane, esistono in commercio delle paste adesive rimovibili con un piccolo martello, anche di gomma. Per sicurezza, aggiungo sempre un nastro adesivo grande e potente (tipo alluminio). In tutti i casi, è essenziale posizionare un secchio sotto ciascuna valvola di scarico mentre l'aliante è parcheggiato per verificare la presenza di perdite e recuperare il prodotto in caso di perdita.



10. Pianificazione del volo,

È necessario un risciacquo totale dopo ogni svuotamento della zavorra. Riempiamo completamente i serbatoi con acqua pulita e lasciamo riposare per dieci minuti, agitando le ali. Quindi ripetere l'operazione con riempimenti parziali. Se i serbatoi strutturali vengono mantenuti pieni per diversi mesi, il secondo risciacquo con acqua pulita deve essere un riempimento totale e deve essere mantenuto per almeno un giorno.

È difficile immaginare l'uso di antigelo in un aliante del club perché il suo recupero richiede un'organizzazione particolare, sempre possibile, ma non conosco alcun esempio. Questo è un invito ai consigli di amministrazione dei club che volano in montagna: la disponibilità di un sistema di carico e recupero per antigelo e ossigeno, sarà senza dubbio fattore di crescita per attrarre clienti e aumentare la sicurezza. Permettetemi di ricordare ancora una volta che con un vento contrario di **60 km/h** e una salita media di **2 m/s**, condizioni assolutamente standard in Europa, un **Discus caricato a 50 kg/m² ha esattamente la stessa efficienza del Nimbus 4D** (vedi tabelle 9.8.1 e 9.8.3 del capitolo precedente). La differenza è che possiamo comprare tre Discus al prezzo di un Nimbus, e un Discus può essere messo nelle mani di tutti.

Nella tabella 10.2.2 ho aggiunto alcol etilico (in pratica denaturato), perché il suo costo è quasi la metà di quello di EG o PG. Alcuni piloti stanno cominciando a sperimentare questa idea, ma essendo la densità dell'alcol solo 0,79 contro 1,12 dell'EG, ci vorrà il 40% in più di volume, il che compensa il costo di acquisto. Il prodotto puro presenta un rischio di incendio aggiuntivo e quindi deve essere conservato in una stanza speciale. Personalmente non ho alcuna intenzione di avventurarmi su questa strada.

Ho sentito di recente di un pilota di record che voleva provare a riempire i suoi ballast strutturali con zucchero a velo, che costa ancora meno e non ha pericoli o tossicità ambientali, o rischi per i materiali compositi, a parte qualche difficoltà nello svuotarlo a fine stagione; ma se ho ben capito non ha intenzione di svuotare i serbatoi visto che vola solo in Patagonia! Da guardare ...

Posizione del baricentro (CG).

Sebbene l'aliante sia controllabile entro la gamma di posizioni autorizzate del baricentro specificate nel manuale di volo, le prestazioni in volo orizzontale, che è quella ricercata principalmente nel volo d'onda poiché il tempo trascorso fermandosi a salire sarà solo una piccola percentuale, possono variare notevolmente a seconda della posizione del baricentro. La velocità media in volo orizzontale varierà tra 150

km/h e 250 km/h e la migliore posizione del CG sarà quella che produce la minima resistenza, quindi minima portanza negativa dello stabilizzatore.

Contrariamente a quanto molti credono, questo criterio non si basa su una posizione avanzata, ma su un baricentro arretrato, forse anche al limite. Il modo più semplice è contattare il costruttore che conosce esattamente le caratteristiche aerodinamiche dello stabilizzatore.

Con mia grande sorpresa, ho scoperto che la posizione ottimale del CG per 200 km/h del mio Nimbus 4 richiedeva l'installazione di una massa di 14 kg nella deriva! Fortunatamente avevo chiesto una modifica a questo aliante prima della costruzione per poter aggiungere un gruppo di batterie al piombo. Le nuove batterie al litio pesano soli 2 kg e ho dovuto riempire lo spazio disponibile con un tubo in piombo che purtroppo pesa 9 kg. In teoria non può volare ottimizzato, se non aggiungendo 3 litri di antigelo, ma la differenza è così piccola che il gioco non vale la candela. Un baricentro molto arretrato migliora la manovrabilità ed il piacere del pilotaggio, l'unico difetto è una maggiore tendenza ad andare in vite nelle virate a bassa velocità, ma nei voli d'onda, il tempo passato a spiralarlo è praticamente inesistente una volta che si è nello strato laminare. Ciò richiederà un'attenzione particolare durante i pochi minuti di volo nei rotori a bassa quota, ma dopo sarà pura gioia e felicità per le prestazioni in traversone!

Per i vecchi profili del piano di coda quasi simmetrici, può essere possibile notare la posizione della cloche corrispondente ad una posizione quasi neutra, corrispondente a pochi gradi di incidenza negativa dell'equilibratore che produce una deportanza. Questo metodo molto approssimativo richiede di effettuare diversi voli di prova con lo stesso aliante.

I comandi di volo.

Durante i miei primi voli in onda nell'agosto 1962 da Saint-Auban, ricordo ancora la strana sensazione prodotta dalla rigidità dei movimenti della cloche, specialmente lateralmente. Fortunatamente la missione della giornata era quella di raggiungere quota 7.000 m e ridiscendere subito, tutto si è concluso in un paio d'ore e comunque gli spifferi d'aria e la scomodità di questi alianti antiquati non avrebbero permesso di rimanere in aria molto più a lungo. Non era nemmeno possibile muoversi nel rimbalzo dell'onda sottovento per andare altrove.

Con l'avvicinarsi di ogni stagione invernale, i meccanici mettono le mani su tutti gli alianti per allentare i cavi e ridurre questo problema, ma per chi è decollato in agosto, come ho fatto io, ha avuto brutte sorprese.

Sembrava che questo problema fosse relegato al museo dei bellissimi alianti in legno e tela che mi facevano sognare quando avevo quindici anni, ma l'estrema modernità dei collegamenti automatici, in particolare quelli dei diruttori che hanno il bloccaggio di tipo a «ginocchio», la cui efficacia dipende dalla lunghezza dell'asta del comando, accoppiata ad una struttura in fibra di carbonio il cui coefficiente di dilatazione è opposto a quello dell'acciaio hanno il seguente risultato.

Se i diruttori sono impostati a terra in estate, per essere bloccati con la forza specificata nel manuale di volo, questo blocco scompare a 6.000 m in inverno o in primavera! Ho dovuto volare per decine di ore e migliaia di miglia non solo senza il blocco dei diruttori, ma con anche i coperchi superiori dei freni sollevati di pochi decimi di millimetro al centro e di parecchi millimetri ai bordi. Quanto spreco! Non ci volle molto per capire l'origine del problema e applicare la soluzione di estendere l'asta di comando svitandola della quantità richiesta, il che significa smontare completamente l'aliante. Ovviamente, la forza di bloccaggio al suolo è aumentata in modo significativo, ma è stata almeno ottenuta un'azione di bloccaggio minima a -25 o -30 °C.

Sfortunatamente, il rimedio si è rivelato peggiore del male e un giorno non abbiamo più trovato praticamente alcun blocco, poiché l'imbuto del collegamento automatico del diruttore destro si era incrinato, a causa delle forze eccessive. Vedi fig. 10.2.3A e B.

L'aspetto più sorprendente è che questo incidente si è verificato all'inizio di un tentativo di record mondiale di velocità di 1.000 km in andata e ritorno il 12 dicembre 2012 e abbiamo battuto quel record con i diruttori che si estendevano di diversi millimetri, evidenziato dalla fig. 10.2.41

Ciliegina sulla torta: il costruttore era perfettamente a conoscenza del problema per un altro modello che utilizzava lo stesso principio ed aveva emesso un bollettino di modifica per sostituire l'imbuto con un altro rinforzato.

Conclusioni: proprio come sessant'anni fa, le aste di comando dei diruttori devono essere allungate in inverno-primavera e accorciate in estate se il collegamento è del tipo «a spinta». Ciò richiede lo smontaggio completo dell'aliante.



Fig. 10.2.3A Collegamento automatico del diruttore, imbuto visto dall'interno della fusoliera. La saldatura si era rotta sotto la pressione dell'asta di comando quando era bloccato, in presenza di alta temperatura.



Fig. 10.2.3B. Particolare della parte dopo smontaggio e pulizia.



Fig. 10.2.4. Nonostante questo diruttore, con Philippe Athuil, abbiamo competato un volo di andata e ritorno di 1.000 km a 214,8 km/h, record mondiale.



10. Pianificazione del volo,

10.3 Controlli specifici a terra, pre e soprattutto post volo.

Il pilota dovrà adottare un atteggiamento più professionale rispetto ai voli di piacere in termica e le piccole liste di controllo memorizzate ed effettuate prima del decollo non sono più sufficienti. Si consiglia vivamente di creare un libretto contenente le varie checklist, pre-volo, pre-decollo e post-volo. Se inoltre l'aliante è motorizzato, una check-list scritta per le procedure di gestione del motore è indispensabile. Ecco due esempi, in figura 10.3.1, di ciò che chiamo la «Bibbia», che contiene anche le tabelle di velocità in planata e le efficienze, le frequenze dei controlli entro un raggio di almeno 500 km, informazioni sugli aeroporti di montagna sulla rotta pianificata, mappe dello spazio aereo (che attraversano la Valle del Rodano), numeri di telefono importanti, riassunti di complesse istruzioni degli strumenti (computer di volo, Flarm), ecc. Sulla base della nostra esperienza, consigliamo di aggiungere quanto segue, oltre al solito elenco:

Checklist pre-volo (prima di salire a bordo)

- Aprire e chiudere ciascuna bombola di ossigeno e attendere un minuto guardando l'indicatore. Se non si osserva alcuna caduta di pressione, riaprire di circa due giri (in caso di perdite il danno sarà inferiore).
- Provare ogni regolatore di ossigeno EDS nelle posizioni N e R/M, controllare la data di installazione della batteria. In caso di dubbi sostituirla.
- Tasche: verificare la presenza di occhiali di scorta per distanza/lettura e sole (in caso di smarrimento o rottura in volo), spray nasale decongestionante (per via delle cannule nasali EDS), crema solare, medicinali di emergenza (vedi sotto).
- Verificare l'assenza di acqua nel vano dei diruttori, applicare uno strato di



Fig. 10.3.1. Due esempi di «bibbie», una trentina di pagine cadauna. Quella di sinistra è aperta sullo spazio aereo fra Gap ed Annecy e le efemeridi di Briançon in giugno e luglio, quella di destra mostra il NOTAM per il sorvolo del Cile insieme alle STAR (procedure IFR di arrivo) sull'aeroporto di Bariloche. Con una trentina di voli quotidiani, era fondamentale conoscere le traiettorie dei traffici intorno a noi in quanto passavamo sugli stessi punti alle stesse quote.

vaselina lungo i bordi del coperchio. Quindi bloccare e pulire l'eccesso.

- Documenti: documenti d'identità dell'equipaggio, libretto di volo dell'aeromobile (possibilmente aggiornato), licenza di pilota, assicurazione e altri certificati non troppo grandi. Il manuale di volo dell'aeromobile è obbligatorio, ma mai richiesto³. In Europa, un piccolo circuito di onda fa attraversare tre paesi e, in un grande volo fino a cinque! Ho un progetto di volo in linea retta che mi farebbe attraversare sei paesi.

Checklist prima del decollo (se possibile con la capottina chiusa).

- Controllare che i tubi dell'ossigeno non siano schiacciati durante la chiusura della capottina.
- Su un aliante motorizzato, avviare il viro sbandometro (pallin-paletta). I cuscinetti non sopportano le vibrazioni del motore se non girano.

I controlli post-volo sono importanti almeno quanto i pre-volo, perché sono un controllo pre-volo per il prossimo pilota, ma possono rilevare un guasto che potrebbe sfuggire e consentire di

riparare i danni nel tempo in cui l'aereo è a terra.

- Su un aliante motorizzato, ripetere l'ispezione del motore prestando maggiore attenzione ai livelli del fluido, alle crepe (scarico, pilone, cinghia, frizione) e al freno dell'elica.
- pressione ossigeno: deve essere coerente con il consumo previsto per la durata e l'altitudine media del volo.
- Condizione delle guarnizioni in Mylar: gli adesivi hanno una bassa resistenza a forti sbalzi di temperatura.

La fig. 10.3.2 mostra alcuni esempi di problemi identificati nell'ispezione post-volo, che ha permesso di effettuare le riparazioni durante la notte, o la mattina seguente, mentre se fossero stati scoperti all'ispezione pre-volo, non solo avrebbero rovinato la giornata all'equipaggio, ma avrebbero immobilizzato l'aliante per un giorno in più.

³ La normativa europea prevede il trasporto obbligatorio di 20 documenti originali, vedi OJ UE L123 del 24 aprile 2014. Un delirio...l'unica eccezione sono i voli locali.

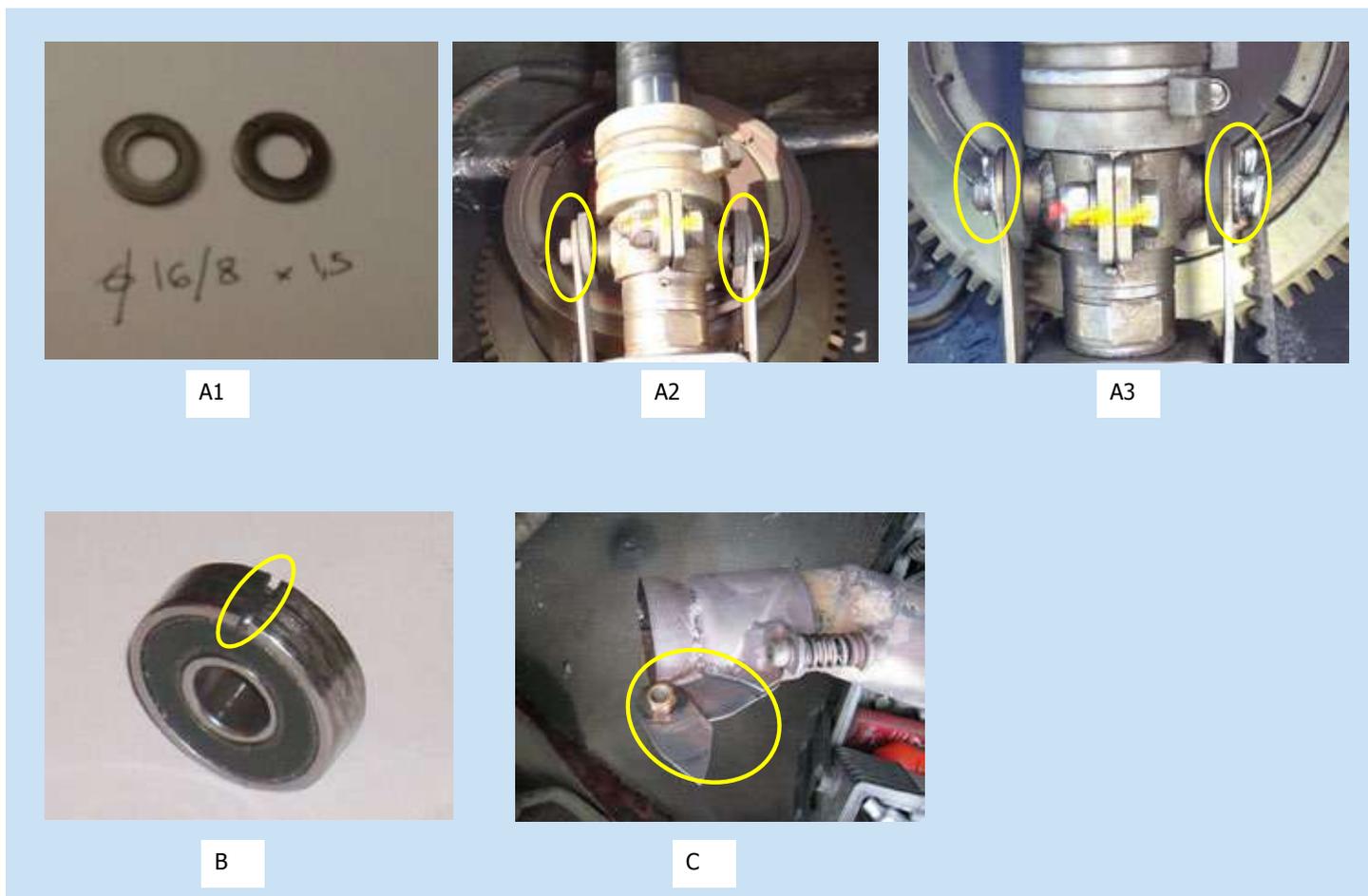


Fig. 10.3.2 Esempi di problemi identificati durante l'ispezione post-volo.

A1) Scoperta di due rondelle nel vano motore

A2) Identificazione della provenienza di queste rondelle

A3) Rimontaggio delle rondelle con due nuove coppie

B) Il cuscinetto a rulli del freno dell'elica si è spaccato in due. La sostituzione richiede due ore. Il rischio è quello di non riuscire a fermare l'elica, con conseguente giornata persa per l'equipaggio e rischio di atterraggio fuori campo.

C) Uno delle due alette di fissaggio della marmitta di scarico è rotta. La riparazione richiede mezza giornata. Un decollo in queste condizioni (guasto di difficile identificazione) potrebbe portare alla perdita della marmitta in volo con rischio di incendio.

Un incidente già visto questa estate sullo stesso tipo di aliante in decollo da Sisteron.

10.4 Controlli periodici durante il volo: blocco diruttori, durezza dei comandi (alettoni), flusso e pressione di ossigeno, orologio.

Blocco dei diruttori: seguendo l'esperienza di fig. 10.2.3, effettuiamo un'ispezione visiva ad intervalli regolari di circa una o due ore, l'equipaggio divide i compiti prima del decollo includendo tutti gli altri controlli che vedremo in seguito. In un aliante biposto il pilota

del sedile posteriore ha una migliore visibilità dei diruttori ed è responsabile del controllo.

Verifica della durezza, in particolare gli alettoni: questa caratteristica è descritta in quasi **tutti i manuali di volo**. Le aste metalliche sono guidate da cuscinetti o manicotti di plastica, ci sono rinvii con bielle a snodo lubrificati a grasso e quindi potrebbe esserci dell'umidità nei cuscinetti o negli snodi

di collegamento. È quindi importante rispettare pedissequamente il manuale di volo ed eseguire questi controlli periodicamente.

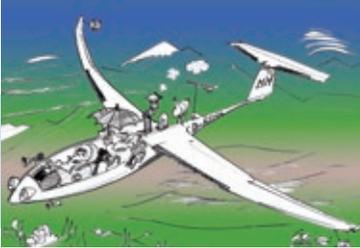
Flusso e pressione dell'ossigeno: non c'è stata una stagione in cui non abbiamo avuto problemi all'impianto dell'ossigeno.

I problemi più comuni sono le perdite dagli O-ring del regolatore montati sulla bombola o dalle connessioni di ingres-





Dicembre 2005. Ci sono solo tre alianti in volo in tutte le Ande, tre Nimbus 4DM. Per puro caso, si incrociano alla stessa quota. Jean-Yves Clément, sul sedile posteriore, mette la macchina fotografica fuori dal finestrino puntando all'indietro, il risultato è eccezionale. Gli altri due alianti sono pilotati da Reiko Morinaka e Klaus Ohlmann.



10. Pianificazione del volo,

so e uscita della scatola dell'Electronic Demand System (EDS) e anche una volta dalla valvola installata sulla bombola. E 'quindi importante conoscere la capacità media in ore di ciascuna di queste bombole e controllare periodicamente la pressione residua.

La fig. 10.4.1 indica la durata di utilizzo stimata delle bombole vendute da Mountain High Equipment & Supply Company (MH). Se prendiamo l'esempio della bombola CFF 480 che è un modello molto comune, vediamo che dovrebbe consentire l'uso per 11,9 ore/ uomo per una bombola riempita a 3.000 PSI (210 bar) a un'altitudine costante di 18.000 piedi (5.500 m), per EDS in posizione (N), metà di questa durata se l'aliante è biposto. Confermo questo risultato, più volte verificato in Europa, dove voliamo mediamente tra i 4.000 ei 6.000 m principalmente in posizione (N) salvo problema fisiologico per il pilota.

Vedremo più avanti (Capitolo 12) che poter volare in sicurezza tra 5.000 e 7.000 m, si dovrebbe aumentare il flusso utilizzando le posizioni F15, F20 o anche R/M (flusso fisso di 2,5 litri/min), che riduce la dura a 5-6 ore/uomo. Una bombola CFF 480 mezza vuota dopo tre ore di volo ad altitudini patagoniche potrebbe non essere un problema, ma in Europa è segno di una perdita da qualche parte e bisogna reagire per controllare tutto quello che si può controllare.

Attenzione: queste durate si riferiscono ad una pressione iniziale di 210 bar. La pressione massima disponibile in Europa è di 200 bar, ma poiché non sempre ricarichiamo la bombola dopo ogni volo, è bene annotare la pressione di partenza sugli appunti, la durata residua sarà ridotta più che proporzionalmente (vedere § 12).

CYLINDER SPECIFICATIONS AND SERVICE TIME TABLE WITH MH OXYGEN DELIVERY DEVICES																			
Cylinder Med. Ref. Number	Model	Maximum Cylinder Pressure PSI	Maximum Cylinder Capacity Cu. Ft./Liters	Diameter	Length	(Empty) Weight	Altitude Breathing Time in Hours for One Individual												
							CLASS A AIRSPACE												
							10,000 Ft.			15,000 Ft.			18,000 Ft.			20,000 Ft.			25,000 Ft.
M4	AL-113	2216	4.0/113	3.2in/8.1cm	8.3in/21cm	1.7lb/0.8kg	1.6	4.7	6.9	1.1	2.6	3.4	0.9	2.0	2.6	0.8	1.8	0.6	1.2
M6	AL-180	2216	5.8/165	3.2in/8.1cm	11.8in/30cm	2.7lb/1.2kg	2.3	6.9	10.1	1.6	3.8	4.9	1.3	2.9	3.8	1.2	2.6	0.8	1.7
M9	AL-248	2015	8.8/248	4.4in/11.1cm	10.6in/27cm	3.8lb/1.7kg	3.5	10.3	15.2	2.4	5.7	7.4	2.0	4.3	5.7	1.8	3.9	1.3	2.6
D	AL-415	2015	14.7/415	4.4in/11.1cm	16.2in/41.0cm	5.4lb/2.5kg	5.8	17.2	25.4	4.0	9.5	12.3	3.4	7.2	9.6	3.0	6.6	2.1	4.3
JD	AL-647	2216	22.8/647	5.3 in/13.3cm	16.5in/42.0cm	8.4lb/3.8kg	9.1	26.9	39.6	6.3	14.8	19.2	5.3	11.3	14.9	4.6	10.3	3.3	6.7
E	AL-682	2015	24.1/682	4.4 in/11.1cm	25.6in/65.0cm	8.2lb/3.7kg	9.6	28.3	41.8	6.6	15.6	20.2	5.6	11.9	15.7	4.9	10.8	3.5	7.0
	CFF-480	3000	18.2/515	4.5 in/11.4cm	14.4in/36.5cm	3.7lb/1.7kg	7.2	21.4	31.6	5.0	11.8	15.3	4.2	9.0	11.9	3.7	8.2	2.6	5.3
	CFFC-048	2216	48.2/1365	6.8 in/17.2 cm	19.7 in/50.0cm	6.2lb/2.8kg	19.1	56.7	83.6	3.2	31.2	40.5	11.2	23.8	31.5	9.8	21.6	7.0	14.1
	CFFC-022	1850	22.0/623	5.20 in/13.2cm	19.9in/50.5cm	3.6lb/1.6kg	8.7	25.9	38.2	6.0	14.2	18.5	5.1	10.8	14.4	4.5	9.9	3.2	6.4
	KF-011	1850	11.0/311	3.62 in/9.3cm	19.1in/48.5cm	2.0lb/0.9kg	4.4	12.9	19.1	3.0	7.1	9.2	2.5	5.4	7.2	2.2	4.9	1.6	3.2
	KF-077**	1850	77.0/2180	7.60 in/19.4cm	29.5in/75.0cm	11.4lb/5.2kg	30.5	90.6	133.6	21.1	49.8	64.7	17.8	38.0	50.3	15.7	34.5	11.1	22.5
	KF-115**	1850	115.0/3257	9.10 in/23.1cm	31.5in/80.0cm	16.6lb/7.5kg	45.6	135.4	199.6	31.6	74.5	96.6	26.6	56.7	75.2	23.4	51.56	16.7	33.6

NOTES:

*MH3 & MH4 are the Mountain High portable adjustable flowmeters. *MH3 uses Oxymerz cannula scale.

**MH4 Flows at the standard protocol of 1.0 liter/minute per 10,000 ft. with facemask.

EDS is Electronic Delivery System.

†EDS calculated with cannula and N, D5, D10 mode.

**EDS calculated with facemask and F Mode.

The aluminum cylinders are manufactured with alloy 6061-T6, and are DOT 3AL rated and in compliance with Transport Canada.

CFFC cylinders have an aluminum core with carbon filament fiber wrap and are DOT-SP 10945-2216 rated and comply with Transport Canada.

CFF cylinders have an aluminum core with fiber wrap and are DOT SP 11005-3000 and comply with Transport Canada.

All cylinders are weighed empty. Add oxygen gas weight @ .085 lbs. per cubic foot.

All cylinder lengths are without a valve. Add approximately 1.6 inches (4cm) and .6 lb (.3kg) for the valve.

Revision 06/2014 - Specifications and prices subject to change without notice.



Toll Free: 800-468-8185
Telephone: 541-548-7500
Fax: 541-923-4141
sales@mhoxgen.com
www.MHoxgen.com

2244 SE Airport Way, Suite 100
Redmond OR 97756-7537

Fig. 10.4.1 Figura 10.4.1 Tabella della capacità teorica in ore delle bombole vendute da Mountain High.

L'orologio e la luce del giorno: tutti sanno che il sole tramonta prima nelle valli che sulle vette, ma nell'euforia di un grande volo a 3.000 m sopra le vette, ci dimentichiamo facilmente che a questa quota il sole si osserva con quasi 3 ° in più rispetto al suolo (per la cronaca l'angolo di planata di una biposto di classe libera è di 1°), quindi crediamo di essere al sicuro, ma in realtà ci stiamo preparando alla catastrofe, perché appena il sole sfiora l'orizzonte visto dal pilota, è già buio a terra e un quarto d'ora dopo ogni visibilità è totalmente scomparsa. Se il pilota sta volando localmente, in vista dell'aeroporto, deve iniziare immediatamente la discesa con i direttori aperti almeno trenta minuti prima delle effemeridi aeronautiche.

Se il volo è in chiusura del tema, il pilota deve controllare se può raggiungere la sua base trenta minuti prima del tramonto altrimenti diventa imperativo

dirigersi verso un alternato ed atterrare.

Da qui l'interesse di notare negli appunti, o meglio ancora nella «bibbia», gli orari del tramonto degli aeroporti più importanti della zona di volo. Accedendo al sito web http://aa.usno.navy.mil/data/docs/RS_OneYear.php tali dati sulle effemeridi possono essere determinati per qualsiasi località del mondo ogni giorno dell'anno. Ci vogliono meno di trenta secondi per calcolare ogni posizione, il file di testo è stampabile direttamente. Questo è di gran lunga il mio preferito.



Bisogna differenziare l'ora in cui il sole scende sotto l'orizzonte e l'ora del crepuscolo civile, che è quella in cui il sole passa 6° sotto l'orizzonte che, alle nostre latitudini in pianura corrisponde a circa 30 minuti durante i quali è an-

cora possibile riconoscere gli oggetti a terra. Questo è quello che chiamiamo «notte aeronautica», trascorso questo tempo il volo non è più legale e il pilota può essere soggetto a sanzioni oltre ad un sicuro rifiuto, nel risarcimento di un incidente, da parte dell'assicurazione.

Per un volo sportivo va ribadito che per essere approvato dalla FAI, l'intero volo deve avvenire nell'Intervallo prima del crepuscolo civile⁴, che non è necessariamente quello considerato dal controllore del traffico aereo.

Questa definizione dell'angolo di 6° sotto l'orizzonte non corrisponde a trenta minuti ogni giorno in tutti i punti del globo. Per ogni tentativo di record, la FAI chiede alla federazione del paese del volo di ricalcolare accuratamente questi tempi, riservandosi di chiedere conferma all'osservatorio astronomico di riferimento. Ad esempio, nel caso di Sisteron (fig. 10.4.3), il crepuscolo civile al 31 maggio 2014 era di 35 minuti al mattino e 36 minuti la sera.

In Argentina i controllori del traffico aereo utilizzano le tabelle pubblicate nell'AIP GEN 2.7-1, che vanno da dieci giorni a dieci giorni e non ci interessano se non per negoziare via radio ritardi di qualche minuto. Se invece conosciamo in anticipo le effemeridi, saremo ancora all'interno del regolamento FAI. La FAVAV, federazione argentina e di volo a vela, ignora l'AIP e lavora sulla base dei calcoli del Servicio de Hidrografia Naval, che può dare fino a dieci minuti di differenza a favore del pilota. I risultati sono identici a quelli del territorio statunitense ma sono limitati alle città più grandi dell'Argentina.

⁴ A meno che il pilota e l'aliante non siano qualificati per il volo notturno e le leggi dei paesi lo consentano. Ad oggi, nessun record è stato ancora ratificato in queste condizioni, ma iniziano a comparire i candidati.

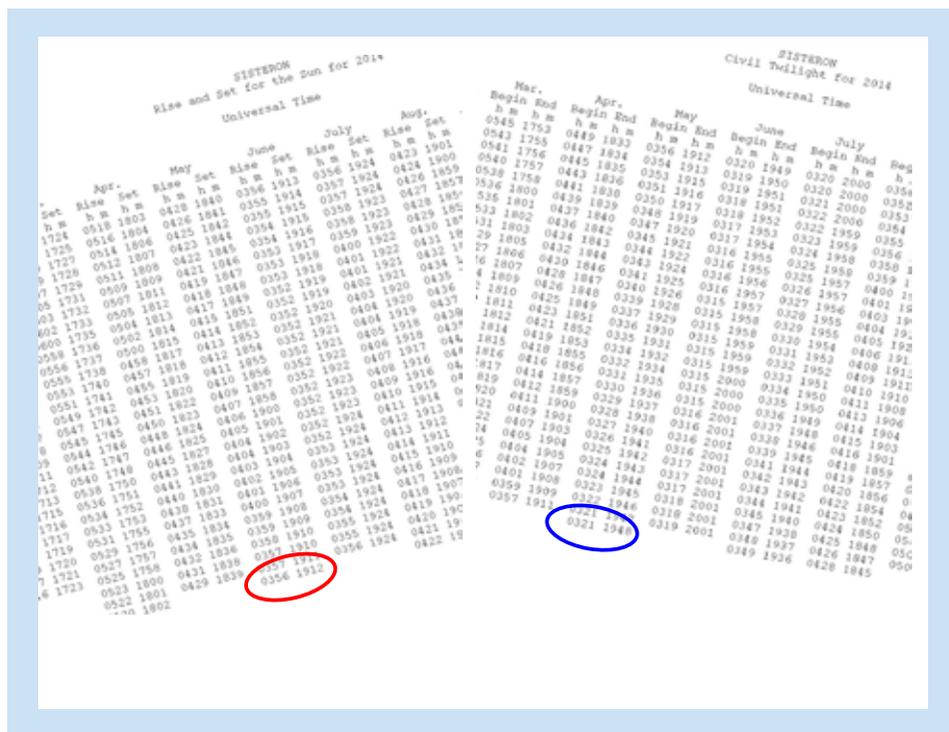


Fig. 10.4.3 effemeridi e crepuscolo civile per Sisteron, 31 Maggio 2014. In rosso l'alba e il tramonto. In blu il crepuscolo civile (Sole a 6° al di sotto dell'orizzonte). Ci sono alcuni minuti da gestire oltre i 30 minuti da normativa ma il rischio è alto!

Per i cacciatori di record, è quindi importante contattare la federazione di volo a vela dei paesi in cui si intende volare per avere familiarità con le procedure per il calcolo del crepuscolo civile.

Ma tutta questa è pura teoria. Molti i piloti di aliante, tra cui un Amministratore della FAI, sono atterrati di notte su una pista illuminata dai fari dei veicoli. C'è stato persino un tempo in cui, durante le competizioni, i traini verso casa venivano fatti di notte. L'aneddoto più memorabile è quello di Pasquetta 1992 quando tre aliante, pilotati da Giorgio Galetto, Thomas Gostner e il sottoscritto decollarono da Bolzano, e ottennero tre insegne FAI da 1.000 km sullo stesso tema. Avendo volato più velocemente dei miei due compagni, sono atterrato a casa alla luce del giorno, ma loro erano ansiosi di portare a termine il tema, anche un'ora dopo.

A quel tempo i logger non esistevano e bisognava comunque fotografare il punto di arrivo e quindi si sistemarono le auto in diagonale lungo la pista, dove atterrarono senza danni nel buio più totale. Mentre guidavo uno dei loro veicoli, ho espresso alla radio la mia preoccupazione per non aver visto i miei compagni ed è stata una grande sorpresa sapere che si erano già fermati a fondo pista. Non avevo visto assolutamente niente!

La parte più divertente di questa storia è che l'approvazione della foto del punto di arrivo (di notte) è stata fatta con riferimento alla posizione delle luci delle strade del paese in corrispondenza del traguardo. Bei tempi in cui i commissari sportivi cercavano principalmente di valorizzare l'aspetto sportivo e meno quello burocratico.



10. Pianificazione del volo,

Nel mio caso non sono sfuggito alla regola il 20 ottobre 1996:

Dopo un euforico pomeriggio trascorso in onda nella catena del Monte Bianco accompagnati da Bertrand Delanauze con il mio ASH 25E, ci siamo resi conto dell'impossibilità di atterrare di giorno a Varese, l'unica opzione era atterrare ad Aosta.

Il contatto radio con Varese era buono, e i miei compagni avevano accettato di posizionare le vetture in diagonale ai bordi della pista, con due vetture all'estremità in linea con la pista. Con l'illuminazione dello schermo del mio Garmin GPS 95 (Fig. 10.4.4), siamo stati in grado di effettuare un avvicinamento diretto da 50 km su una planata finale alta, senza remore. La mia più grande preoccupazione era quella di mantenermi perfettamente sull'asse della pista, poiché è delimitata da alberi alti che non mi avrebbero perdonato. Il mio unico errore è stato di ricordare troppo in alto e ricordo ancora questo vergognoso boom, che fortunatamente non ha causato danni. Per chi non conosce Varese, gli ultimi dieci chilometri di avvicinamento alla pista sono sopra il lago che è un ulteriore fattore di sicurezza che garantisce l'assenza di ostacoli.

Ad essere onesto, non credo che ripeterei lo stesso esperimento oggi. Questo volo mi ha convinto dell'interesse di un progetto di un aliante in grado di volare in sicurezza di notte e, grazie alla collaborazione di Schempp-Hirth, abbiamo progettato il primo aliante certificato per il volo notturno, volando dall'aprile 1998, mentre mi addestravo regolarmente in sicurezza negli aeroporti approvati per questo tipo di volo. Ovviamente non si tratta di fare voli notturni, ma possiamo garantire un ritorno da lontano in alta quota su una pista illuminata o, perché no, rimanere «parcheggiato in aria» in vista di una pista illuminata aspettando l'alba per



Fig. 10.4.4 Il 20 ottobre 1996, con Bertrand Delanauze siamo in finale a Calcinate del Pesce - Varese. Abbiamo 893 m per percorrere 14,3 km, nessun problema, siamo perfettamente allineati e l'aiuto del GPS ci porterà nel posto giusto. Le auto ci aspettano lungo una pista alberata. Non c'è spazio per errori. La luce viene da una torcia, a quel tempo non ci eravamo ancora abituati all'uso delle lampade frontali.

iniziare a spostarsi. Questo era l'obiettivo del progetto ma i capricci della vita non mi hanno permesso di realizzarlo. Altri lo faranno sicuramente, probabilmente nel prossimo futuro.

Questa esperienza mi ha convinto profondamente dell'assoluta necessità di portare sempre con sé le lampade frontali, una per membro dell'equipaggio, come richiesto dalle normative per gli aerei certificati.

Le nuove tecnologie LED consentono luci rosse di intensità variabile. La lettura degli strumenti richiede bassa potenza e preferibilmente una luce rossa. Tutti hanno poi scoperto l'utilità delle lampade frontali per preparare l'aliante la mattina prima dell'alba, per leggere le check-list alle prime luci (fig. 10.4.5), per portare l'aliante al parcheggio e per scaricare il volo dal logger (fig. 10.4.6), o per smontare l'aliante e caricarlo nel

rimorchio in mezzo a un prato.



Fig. 10.4.5 Il 13 dicembre 2003, check-list con lampada frontale, Fabrice Papazian ed il sottoscritto.



Fig. 10.4.6 En 2002, Nel 2002 i logger non erano ancora dotati di scheda di memoria e, poiché erano sigillati, il Commissario Sportivo doveva scaricare il file nella più completa oscurità al parcheggio.

10.5 Problemi frequenti in quota: condensazione e ghiaccio all'interno della capottina, disorientamento spaziale, occlusione da nubi, formazione di ghiaccio sull'ala.

Appannamento alla chiusura della capottina: è un fenomeno estremamente rapido che si verifica alle prime luci del giorno in assenza di vento. Quando l'aliante è chiuso e pronto per il decollo, la condensa copre istantaneamente l'intera superficie interna della capottina ed è impossibile decollare. Si veda fig. 10.5.1. Questo fenomeno non si verifica appena c'è un po' di vento.

Quando volavo a Varese, pensavo fosse dovuto all'umidità generata dalla vicinanza del lago. Lo stesso fenomeno si manifesta comunque durante il decollo all'alba a Saint Crépin in montagna a 900 m di altitudine, dove c'è l'atmosfera secca per eccellenza. Ho provato i liquidi antinebbia, ma distorcono troppo la visione, quindi non li ho più usa-



Fig. 10.5.1 15 luglio 2000 ore 7:02 sull'aeroporto di Varese, Calcinate del Pesce. In un minuto la capottina si è coperta di condensa. Dovremo decollare con la capottina aperta di qualche centimetro, quanto basta per controllare il decollo. Un minuto più tardi, tutta l'umidità era sparita.

ti. Ho provato a preriscaldare con un asciugacapelli collegato dalla batteria 12V dell'auto, migliorando appena la situazione. Fino al giorno in cui ho corso il rischio di decollare con la capottina aperta di circa 10 cm, quel tanto che basta per controllare il decollo per i primi trenta secondi di volo.

Un successo totale e ripetuto. Questo metodo è purtroppo possibile solo per le capottine che si aprono lateralmente, dubito che sia possibile per quelle che si aprono frontalmente, ma i piloti che hanno questo tipo di aliante dovrebbero provare prima di intraprendere decolli all'alba senza un filo di vento. In un aliante biposto, la gestione del motore, il pilotaggio dell'aereo e tenere la capottina possono essere divisi tra i due piloti.

Per un monoposto, questa manovra sembra quasi un'acrobazia.



10. Pianificazione del volo,

Il ghiaccio all'interno della capottina.

È causato dal vapore acqueo proveniente dal corpo umano durante l'espirazione, che può poi condensarsi e congelarsi immediatamente sulle pareti più fredde della capottina. Quando si verifica il fenomeno (fig. 10.5.2), le misure difensive perdono molta della loro efficacia e bisogna fare di tutto per ritardarlo. Quando il ghiaccio è distribuito su tutta la superficie (fig. 10.5.3), tutto diventa più difficile, il pilota non ha la certezza di tornare alla normalità senza scendere di quota.

Vediamo alcune soluzioni.

- I liquidi antiappannanti, ora disponibili in spray, funzionano abbastanza bene ma provocano spiacevoli deformazioni ottiche. Prima dell'uso verificare che non contengano solventi, solo tensioattivi, e verificarne la compatibilità con il materiale della capottina. Li abbiamo abbandonati.
- Rimozione meccanica con ventilazione: spalancare l'aeratore e raschiare il ghiaccio con un panno morbido o il dorso dei guanti, in monoposto è più facile a dirsi che a farsi. Se l'operazione viene ripetuta spesso, prevedete di lucidare la capottina alla fine della stagione.
- capottina con sbrinamento elettrico integrato. Quando Steve Fossett volò al nostro fianco a Bariloche nei primi anni 2000, stava progettando di costruire una cosa del genere con Mecaplex. La sua morte, avvenuta il 3 settembre 2007, ha fermato tutto. Non sappiamo come il nuovo team del progetto Perlan intende risolvere il problema. La loro cabina è pressurizzata a un'altitudine interna di 6.000 m MSL ad un'altitudine esterna di 27.000 m e i piloti saranno dotati di maschere dell'ossigeno e filtro per il vapore, che ridurranno significativamente la quantità di vapore acqueo dentro il cockpit.



Fig. 10.5.2 Fase iniziale del congelamento. Bisogna fare qualcosa velocemente.



Fig. 10.5.3 Il ghiaccio ha formato uno strato uniforme. Bisogna scendere di quota.

Il nostro collaboratore Dr. Heini Schaffner aveva già provato con successo questo tipo di dispositivo il cui sviluppo è per il momento sospeso (vedi Cap. 12 sull'ossigeno).

- Una capottina a doppia parete. Nel 2010 due piloti statunitensi appassionati di volo in onda, Eric Greenwell e Gordon Boettger, hanno cercato di risolvere il problema aggiungendo una seconda parete all'interno della capottina. Si tratta di una lastra flessibile, preferibilmente in acrilato o Lexan® (policarbonato) di 1,5 mm di spessore, sigillata da una guarnizione in gomma per finestre. Questa doppia parete può essere montata e smontata facilmente e può portare a risultati spettacolari. Ma un ulteriore sviluppo sembra ancora necessario. Per ulteriori informazioni, contattare i piloti tramite l' Auxiliary-Powered Sailplane Association, <https://sites.google.com/site/motorgliders/the-asa>



Fig. 10.5.4 L'ASH26E di Eric Greenwell ha una doppia parete sulla capottina.

La Fig. 10.5.4 mostra l'applicazione di questa soluzione sull'ASH 26 E di Eric Greenwell, e la fig. 10.5.5 mostra la differenza di visibilità tra l'area ghiacciata (completamente opaca) e l'area a doppia parete.

Ho personalmente iniziato la costruzione di una doppia parete nel 2011, ma a causa del riscaldamento globale la cosa è andata diversamente. Negli ultimi dieci anni, la temperatura media a 6.000m è aumentata di 12 °C, ed il problema non si è più verificato. Pertanto, ho messo questa idea in letargo fino a giorni più freddi.



Fig. 10.5.5 Il 27 novembre 2014, Denis Tito e Jim Payne hanno provato con successo l'efficacia di questi pannelli. Foto di Jim Payne e Perlan Project.



10. Pianificazione del volo,

- In tutti i casi, è necessario interrompere il processo all'apparire del primo cristallo di ghiaccio. Avvertenza: l'esposizione prolungata ad un flusso d'aria molto freddo (da -20°C a -35°C) può causare seri problemi ORL, da un brutto raffreddore ad una sinusite che impedirà di volare per diverse settimane, e forse sarà necessario trattamento antibiotico. Ho avuto questa triste esperienza e ora mi rifiuto di salire inutilmente in condizioni di ghiaccio. Se la ventilazione è direttamente sul viso, è facile costruire un piccolo deflettore in plexiglas montato con Velcro® o meglio Dual-Lock® di 3M. La fig. 10.5.6 mostra quello che ho costruito e montato sul Nimbus. C'è da dire che il produttore ha totalmente trascurato gli aspetti di comfort ed efficienza puntando esclusivamente sulle prestazioni. Ci vorranno dieci anni per realizzare una versione con una migliore ergonomia.



Fig. 10.5.6 deflettore altamente efficace montato su Nimbus 4 e trattenuto da una striscia di Dual Lock, facilmente removibile durante il volo.

- Partendo dall'idea che è il vapore acqueo esalato dalla bocca a creare il problema, abbiamo cercato di «intrappolarlo» prima che si disperdesse nell'abitacolo, utilizzando un passamontagna posto sulla maschera dell'ossigeno, vedi fig. 10.5.7. Il sistema non era molto efficiente nell'intrappolare il vapore, ma il tipo di maschera aveva prestazioni molto scarse nell'erogazione dell'ossigeno e l'abbiamo abbandonato nel 2004 per le cannule nasali (vedere § 12), che non consentono di «filtrare» l'aria espirata. Il passamontagna è ancora sempre utilizzato (soprattutto davanti) per proteggersi dal flusso d'aria alle basse temperature, ma senza grandi effetti nell'intrappolare il vapore acqueo.



Fig. 10.5.7 La combinazione di maschera e passamontagna è assai efficace nel ridurre la quantità di vapore acqueo disperso nella cabina, ma le sue prestazioni nell'erogazione dell'ossigeno sono inferiori di almeno il 20% rispetto alle cannule nasali.

Disorientamento spaziale.

Ciò è dovuto alla perdita di riferimento di un orizzonte chiaro, solitamente quando si vola vicino ad un solido strato

di nubi a forma di onda. La situazione può essere peggiorata se è presente uno strato di nubi superiore di colore grigio uniforme.

C'è il rischio di perdere il controllo della velocità, anche solo momentaneamente, e sappiamo che non c'è un

grande margine di errore - una decina di km/h - tra la zona sicura e quella di pericolo. Il pilota dovrebbe porre maggiore attenzione ed accendere il giroscopio prima di finire in questa situazione. Un esempio è mostrato in figura 10.5.8.

Essendo passato molte volte in queste situazioni, sono sempre più convinto che questa sia una delle cause dell'incidente di Emilio Danesi descritto nel capitolo 9.9.

Chiusura del cielo.

Durante le situazioni di onda prefrontale, il pilota non è sempre padrone dei cambiamenti di umidità, anche se sa bene che sta volando in condizioni che possono solo peggiorare. Non mi nascondo dicendo: «bisogna solo tornare indietro prima», anzi, il mio spirito pionieristico mi spinge ancora ad andare avanti, ma avendo cura di avere un piano di ripiego.

- **Il primo elemento di sicurezza** è quello di avere possibilmente due sistemi giroscopici, meglio alimentati da due circuiti elettrici diversi (molto facile oggi perché il mercato offre sistemi portatili autoalimentati di Attitude and Heading Reference Systems (AHRS)⁵; e c'è anche ottimo software funzionante su smartphone, ovviamente non certificato, ma che potrebbe salvarvi la vita). Per coloro che possiedono l'ultimo computer di volo, alcuni produttori incorporano questa funzione AHRS/EFIS⁶(a pagamento) nel loro sistema. Il secondo sistema giroscopico essendo un buon vecchio Turn and Bank (pallin-Paletta) meccanico, a mio avviso indispensabile, lo si può trovare sul mercato dell'usato modelli da 57 mm di diametro alimentati da batteria da 4.5V che il pilota può sempre inserire in un angolo del quadro strumenti.

⁵ *l'Attitude and Heading Reference System. Costituiti da un magnetometro, accelerometro e giroscopi elettronici, indicano l'assetto, la virata e la velocità di virata.*

⁶ *Electronic Flight Instrument System, raggruppano non solo i dati giroscopici ma anche i parametri di volo. Questi sono gli albori del glass cockpit nei nostri aliati.*



Fig. 10.5.8 Voliamo «on top» a 4.500 m sotto un altocumulo lenticolare, per unirci al sistema visibile sullo sfondo. L'orizzonte è curvo e poco definito. Bisogna fare attenzione a mantenere il controllo dell'assetto e quindi la velocità.



Fig. 10.5.9 Il 1° dicembre 2000, stiamo volando in una situazione prefrontale nei Pirenei sapendo che il fronte stava arrivando davanti a noi ma che sul lato Est il cielo era ancora sufficientemente aperto.

Non avevamo ancora un sistema di navigazione di tipo «mappa mobile», per precauzione avevo segnato dei punti (boe) sul GPS, tipo Pollicino, e quando le nuvole ci hanno improvvisamente avvolti, sono tornato al punto di partenza seguendo i punti uno per uno. Nella foto vediamo chiaramente che le nuvole superiori e inferiori si stanno chiudendo come un sandwich, ma si poteva stare sopravento rispetto al sandwich e continuare a volare verso il Mar Mediterraneo.



10. Pianificazione del volo,

- **Il secondo elemento di sicurezza** è sapere come utilizzare questi strumenti. Per sapere come fare c'è una sola soluzione: l'addestramento.

Ufficialmente, l'Italia non consente ancora di pilotare un aliante in nube, ma quel vecchio tabù potrebbe scomparire con l'arrivo delle regole EASA, sotto la pressione dei paesi che lo praticano regolarmente. Possiamo sempre addestrarci in aereo a motore di giorno o di notte, o con il simulatore. In alternativa, la vicina Svizzera, permette di volare in nube senza transponder, legalmente, in conformità con le procedure. Stessa cosa per la Gran Bretagna, dove il volo in nube è persino consentito in alcune competizioni.

- **Il terzo elemento di sicurezza** è avere un sistema di navigazione grafico, Moving Map, non solo per visualizzare la traccia, ma potenzialmente tornare seguendo lo stesso percorso. Oggi, per meno di cento euro è possibile installare su un palmare usato (es. IPaq®) un software di navigazione cartografico gratuito collegato a un GPS, Flarm o logger. Quindici anni fa, questi dispositivi non esistevano, e mi accontentavo di "lanciare delle boe" ogni due o tre minuti e cercare di tornare indietro sfogliando la memoria «Goto». Era piuttosto acrobatico ed è meglio essere in due, perché volare in condizioni meteorologiche strumentali (IMC) non tollera distrazione. Si veda l'esempio in Fig. 10.5.9.

- **Il quarto elemento di sicurezza** è una condizione sine qua non prima di imbarcarsi in un'avventura del genere: disporre di almeno un aeroporto alternato aperto e sottovento di caratteristiche e frequenze di controllo note. Non esitate a chiamare prima che sorga il problema! Con 100 km/h

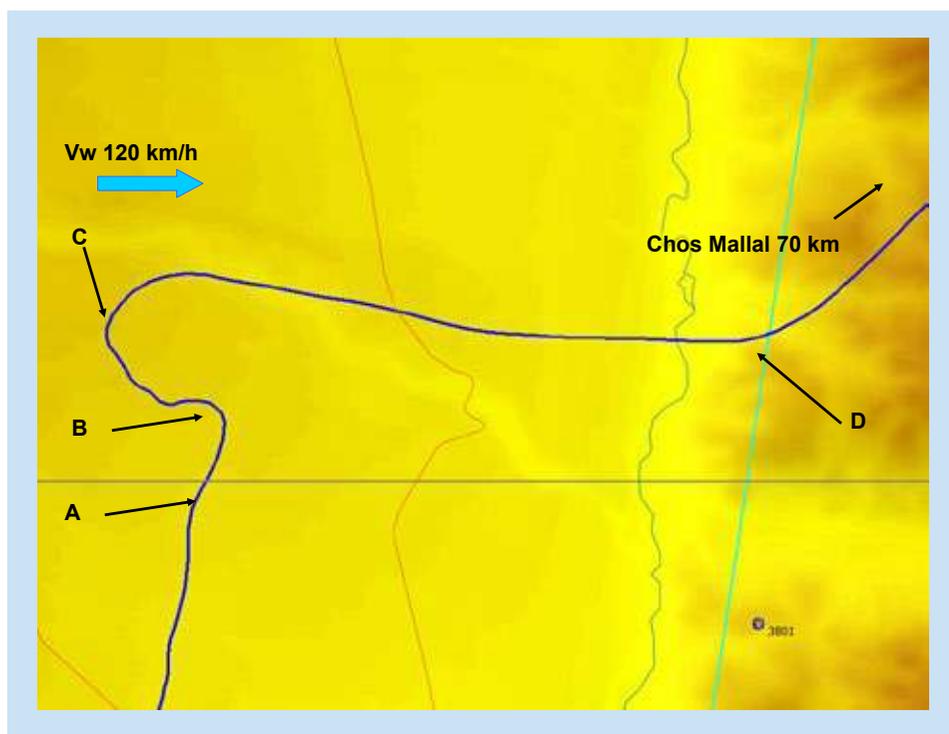


Fig. 10.5.10 Il 21 novembre 2003, Fabrice Pérocheau siede nel posto anteriore di un volo di 1.000 km andata e ritorno per un tentativo di record di velocità. Abbiamo 120 km/h di vento a 5.800 m con umidità in crescita quando il bordo anteriore del lenticolare che stavamo seguendo ci ha improvvisamente inghiottito in (A). Fortunatamente i giroscopi giravano ed erano stabilizzati. Trenta secondi dopo la situazione non migliora e decidiamo di andare controvento (B), sempre nella nuvola.

Due minuti dopo, siamo ancora nella nuvola che continua a scurirsi ed il variometro non è ancora positivo. Le ali iniziano a ricoprirsi di ghiaccio, senza esitazione bisogna voltarsi indietro, sottovento (C). Arrivati in (D), a 10 km di distanza, e solo due minuti e mezzo dopo, lasciamo la lenticolare in aria limpida discendente. Siamo a 70 km dall'aeroporto di Chos Mallal che si intravede appena sottovento e completamente sereno, il ghiaccio sui bordi d'attacco del nostro bellissimo aliante ci dà l'efficienza di un ASK-13 e sorvoliamo la pista di Chos Mallal a 1.400 m AGL.

Per circa trenta minuti rimarremo in volo locale a basso livello fino a quando non scomparve tutto il ghiaccio. Il vento a terra era di 50 km/h e ci permise di rimanere in aria sopra le colline, poi, una volta che la nostra ala si era asciugata, riprendemmo il nostro tema battendo un record francese a 141 km/h di media.

di vento in coda, qualsiasi aliante ha un'efficienza di 80 o 100, il che significa che decidere di dirigersi verso l'alternato a 4.000 metri MSL consente di raggiungere aeroporti posizionati a 300 km di distanza mantenendo 1.000 metri di quota di sicurezza. Poco importa se si tratta di un aeroporto internazionale o di una pista dispersa nel deserto abitato da scorpioni. L'esempio in figura 10.5.1 mostra questo atteggiamento quando

l'efficienza è crollata a 30 a causa del ghiaccio sulle ali.

- **Ali ghiacciate.** Questo è forse l'unico fenomeno avverso per il quale non ci sia nulla da fare ma ci sono modi per ritardarlo. Ad ogni modo bisogna allontanarsi immediatamente dal luogo o dall'altitudine, facendo attenzione che il ghiaccio non blocchi il movimento dei diruttori sui quali si è provveduto spalmare un sottile

strato di vaselina. Su un aliante ad alte prestazioni, il problema non è tanto l'aumento di massa quanto il deterioramento del profilo alare che ridurrà l'efficienza di oltre il 50 % e aumenterà la velocità di stallo fino a rendere l'aliante incontrollabile, se non interveniamo rapidamente.

Una volta rientrati nel cielo sereno, sarà necessario verificare la velocità minima con flap positivi, poiché questa sarà approssimativamente quella di efficienza massima. Quindi bisogna posizionarsi vicino ad una pista ad un'altitudine dove la temperatura è ampiamente positiva e attendere che il ghiaccio si scioglia. Vedi esempio fig.10.5.11.

Dopo anni di prove, il miglior rimedio che ho trovato per ritardare questo fenomeno è l'applicazione di una cera contenente Teflon®, preferibilmente rifinandola utilizzando una lucidatrice con lana d'agnello. Questo prodotto è disponibile in tutti i negozi di nautica. Si deve discernere quello che contiene più teflon, perché è costoso e i fornitori cercano di mettere il meno possibile. Ci vogliono almeno 40€ per una piccola fiala che consente di applicare due trattamenti su ali con superficie di 18 m². La durata del trattamento è dell'ordine di alcuni mesi, è molto più lunga se applicato a macchina piuttosto che manualmente. A patto però di non lavare mai i bordi d'attacco con acqua, ma solo con un panno morbido (microfibra) imbevuto di cera con Teflon®.

Nella foto 10.5.12, si vede che i cristalli di ghiaccio che si sono formati sul bordo d'attacco appena trattato con Teflon® non hanno la stessa struttura di quelli della fig.10.5.11 in quanto sono piatti e consentono di continuare il volo senza particolari problemi nonostante si perdano



Fig. 10.5.11 Esempio di formazione di ghiaccio su un bordo d'attacco non trattato, a seguito di una rapida salita in cumulus congestus.



Fig. 10.5.12 Esempio di formazione di ghiaccio su un bordo d'attacco appena trattato con Teflon®, a seguito di un ingresso di aria marittima ghiacciata nell'ovest dei Pirenei. Quel giorno non era necessario entrare in nube per volare in condizioni di ghiaccio.



10. Pianificazione del volo,

alcuni punti di efficienza ma niente di drammatico in quanto abbiamo completato il tema di quasi 1.000 km nei Pirenei nel Dicembre 2000.

La protezione con cera di Teflon è garantita solo per vernici poliuretaniche o acriliche perché formano un film totalmente impermeabile. Questo non è il caso del gelcoat, che è poroso; la migliore protezione consiste nell'utilizzare una lucidatrice con cera per riempire i micro pori a una temperatura sufficiente affinché la cera si scioglia e chiuda i pori. Questo è un lavoro professionale da ripetere almeno una volta all'anno. Non è certo che un'applicazione di cera di Teflon su cera naturale (di solito cera carnauba eventualmente mischiata con cera d'api) possa fornire un vantaggio. Dato che non voliamo più in onda con un aliante verniciato con gelcoat da oltre quindici anni, è difficile dare un parere, ma l'abbondanza di cose buone non nuoce.

10.6 Effetti della temperatura e dell'umidità sul gelcoat.

Le strutture stratificate con resine epossidiche e fibra di vetro, Kevlar o carbonio, devono essere sempre protette dai raggi ultravioletti (UV) che decompongono rapidamente le resine. I produttori, invece, cercano di ottenere la massima durata dei loro stampi (diversi milioni di euro ciascuno) e per evitare che le fibre di tali tessuti, molto abrasive, siano a diretto contatto con la superficie dello stampo, ricoprono a spruzzo la superficie interna dello stampo con del gelcoat prima di applicare e poi premere al rullo il primo strato di tessuto. Per inciso, il gelcoat riempie gli interstizi tra le maglie della fibra migliorando la qualità della superficie.

Quindi, indipendentemente dal tipo di vernice che verrà utilizzata, c'è sempre uno strato di gelcoat a diretto contatto con il tessuto. Se si desidera applicare una vernice poliuretanica o acrilica, è

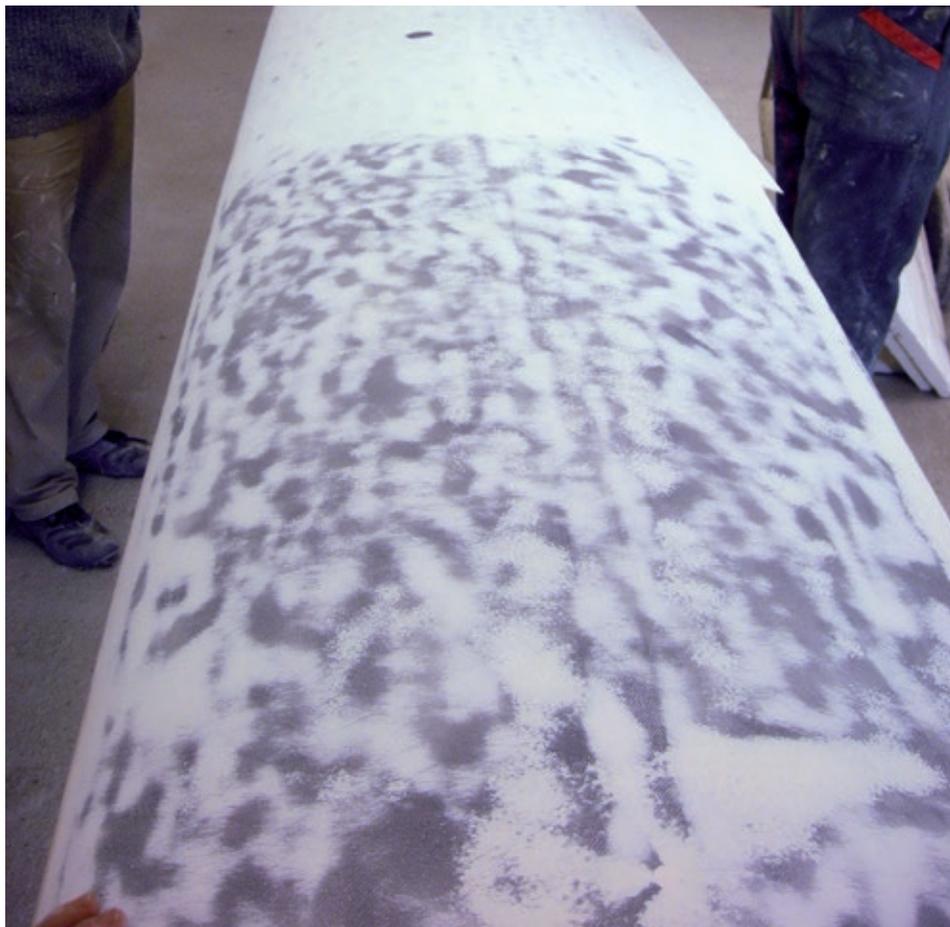


Fig. 10.6.1 Carteggiatura al blu», l'unico gelcoat rimasto è tra la fibra o eventuali imperfezioni nell'applicazione del tessuto nello stampo. In questo caso, rimangono grandi aree bianche che saranno in futuro la fonte di fessure. Si procede quindi con una ulteriore levigatura e l'incollaggio di uno o più strati molto sottili di tessuto che sarà carteggiato nuovamente per ottenere il profilo desiderato. Solo allora si potrà continuare con l'applicazione di una vernice poliuretanica.

necessario carteggiare quasi completamente questo strato fino a quando non si intravede il colore nero del tessuto (carteggiatura descritta come «al blu», fig. 10.6.1). Si tratta di un'operazione molto delicata, perché è importante non toccare la matrice del tessuto fibroso, ma si deve eliminare quanto più gelcoat possibile che, con numerosi voli in onda, potrebbe mostrare delle crepe nella vernice.

Ho vissuto questa esperienza su quasi metà della superficie del mio aliante, che è stato il primo di questo modello ad essere verniciato con questa tecnica. In alcuni punti lo spessore del

gelcoat ha raggiunto diversi decimi di millimetro, un disastro. Quindi bisogna stare attenti alla quantità di gelcoat residuo alla firma dei contratti di acquisto di aliante verniciati con vernice poliuretanica.

Il gelcoat è una resina poliestere mista con una carica minerale bianca che è principalmente biossido di titanio. La sua natura è diversa da quella della resina strutturale epossidica che è una delle ragioni principali del verificarsi di crepe dovute alle dilatazioni termiche differenziali durante il volo a bassa temperatura.

Ma soprattutto lo strato di gelcoat è poroso, il prodotto assorbe fino al 10% del suo peso in acqua, che con l'altitudine si gela e crepa questa cosiddetta pittura. È fondamentale riempire i micro pori con una cera applicata da una lucidatrice, un lavoro da professionisti. Vedi fig. 10.6.2.

Un gelcoat non trattato o lavato troppo spesso è come una ferita aperta, basta accarezzarlo per capirne il dolore, che è poi il dolore del proprietario quando spenderà dai 10.000 ai 15.000 euro per "rifornire" la superficie.

La Fig. 10.6.3 mostra alcuni esempi di danno irreversibile.

Il danno al gelcoat non è prodotto solo dall'alta quota e dalla bassa temperatura, che sono solo poche centinaia di ore nella vita di un aliante. Bisogna sapere che la causa principale, si trova nel rimessaggio dell'aliante nel suo rimorchio, soprattutto durante la stagione invernale, se il rimorchio è riposto all'esterno.

Ogni giorno e ogni notte si vedrà l'alternarsi di evaporazione e condensazione, e durante la stagione invernale, il ghiaccio. Tre mesi di inattività invernale rappresentano più di 2.000 ore e 90 cicli gelo/disgelo. Si tratta di un disastro che può essere completamente evitato aggiungendo da un lato un aspiratore (possibilmente con batteria solare di backup per garantirne il funzionamento notturno), integrato da una lampada ad incandescenza a bassa potenza (25-40 W), un modello sicuro con protezione IP55. Questo però non è certamente molto ecologico ma funziona benissimo.



Fig. 10.6.2 Lucidatura con cera dura, operazione ripetuta almeno una volta all'anno. Il tampone viene periodicamente premuto contro un grumo di cera poi questa cera viene trasferita al gelcoat, la pressione sulla superficie deve essere un equilibrio tra la temperatura di fusione della cera e quella che non danneggi il tessuto stratificato.



Fig. 10.6.3 Esempi di crepe dovute all'umidità e alla temperatura su diversi tipi di gelcoat.
 (A) Tipiche crepe da invecchiamento naturale e/o cicli ripetuti di volo ad alta quota.
 (B) Crepe e buchi dovuti alla combinazione di invecchiamento precoce e conservazione in eccessiva umidità.
 (C) Sviluppo di muffe da stoccaggio improprio.
 (D) Fine vita: la levigatura delle crepe tocca la fibra.



10. Pianificazione del volo,

Ovviamente un aliante con gelcoat deve essere necessariamente sempre riposto o in un hangar con coperture in cotone, oppure all'esterno con coperture totalmente impermeabili e resistenti ai raggi UV. Un aliante rivestito di gelcoat su cui è piovuto o che ha trascorso la notte all'aperto senza coperture non deve in nessun caso essere utilizzato il giorno successivo per il volo ad alta quota.

Tutti questi problemi sono completamente scomparsi con la vernice poliuretanicca; secondo me il problema del gelcoat o della vernice oggi non si pone. Ho personalmente bandito secchi, spugne e pelle di daino attorno al mio aliante, il tutto sostituito da panni asciutti in microfibra imbevuti di Teflon® o cera d'api.

Dopo quindici anni e 2.500 ore in onda non c'è una sola crepa.

10.7 Effetti della temperatura sui diversi tipi di batterie.

La gestione dell'energia elettrica in un grande volo ad alta quota è un fattore chiave per il successo del volo. I fratelli Herbaud sono l'esempio migliore col loro volo trans mediterraneo, da Vinon (Francia) a Fez (Marocco) nel 1992, quando le batterie del GPS si scaricarono all'arrivo in Marocco. I piloti si salvarono grazie alla radio portatile che aveva un VOR e che avevano avuto cura di tenere al caldo dentro la tuta di volo.

Lo sviluppo tecnologico ha subito tre balzi fondamentali negli ultimi cinquant'anni:

- negli anni Sessanta, si sostituiva il liquido elettrolitico nelle batterie al piombo con l'elettrolita gel. Il pioniere e leader è stato Sonnenschein, marchio Dryfit®. Questa tecnologia ha virtualmente definito la dimensione standard delle batterie per i successivi sessant'anni, a 65 x 151

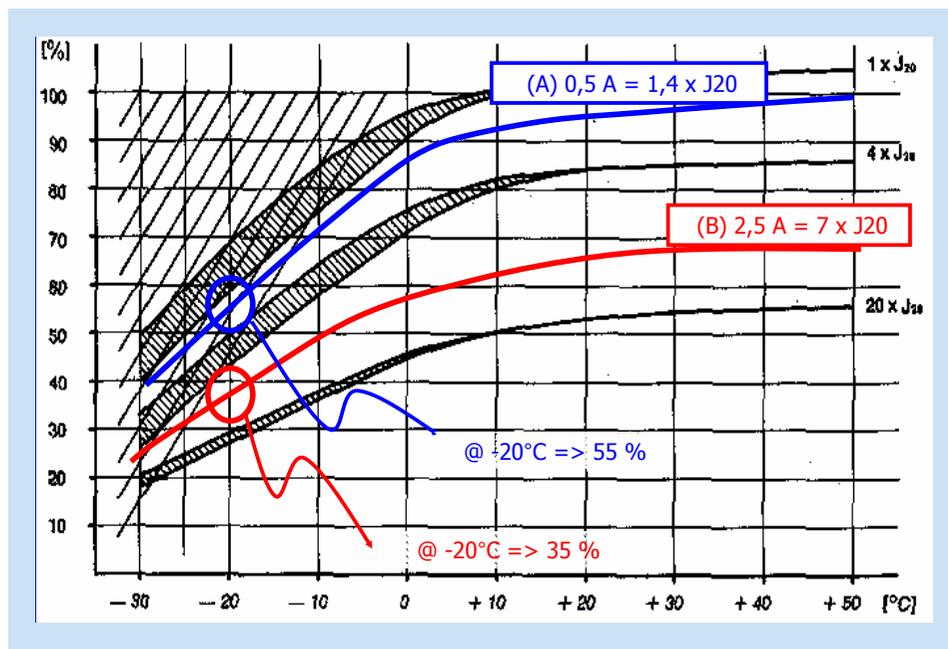


Fig. 10.7.1 Caratteristiche di scarica in relazione alla corrente e la temperatura, batteria Dryfit standard 6,5 A.h.

(A) Curva blu: calcolatore di volo e radio in ricezione, consumo 0,5 A = 1,4 x J20. Per una temperatura di -20°C, la capacità si riduce al 55% del nominale

(B) Curva rossa, come sopra ma radio in trasmissione. Consumo 2,5 A = 7 x J20. Per una temperatura di -20°C, la capacità si riduce al 35% del nominale.

x 95 mm per una capacità della batteria di 6,5 Ah.

Queste batterie sono completamente impermeabili e possono essere montate in qualsiasi posizione, questo è stato un importante progresso tecnologico. Sfortunatamente, sono molto sensibili alle basse temperature, perché l'elettrolita in gel rallenta il passaggio degli elettroni tra le piastre. La capacità nominale è stata quindi fissata ad un tempo di scarica 20 ore, contro le 10 di oggi, questa tipologia di scarica si chiama J20. Vediamo subito che la corrente di scarica nominale è di soli 0,3 A ed è del tutto inadeguata per i nostri cockpit pieni di elettronica.

La figura 10.7.1 mostra le prestazioni della cella gel Dryfit® in funzione della temperatura e della corrente. Si nota un forte calo della capacità quando la temperatura scende al di sotto di 0 °C.

Queste batterie richiedono un caricabatterie specifico la cui tensione massima è di 13,8 V e una corrente relativamente bassa (0,1 x C)⁷ ma può rimanere in carica per un lungo periodo.

Questo caricabatterie è inutilizzabile su batterie di tecnologie successive, a meno che non si corra il rischio di non raggiungere mai la capacità nominale. Poiché gli alloggiamenti delle batterie negli aliante sono generalmente previsti per due unità di queste dimensioni, si potrebbe pensare all'uso in parallelo anziché in alternanza; è come se ci fosse una singola unità da 13 Ah, con un guadagno finale di capacità di almeno il 30%. Attenzione, le batterie montate in parallelo devono essere identiche, acquistate nuove, caricate e scaricate sempre insieme in parallelo.

⁷ (C) è la capacità nominale espressa in Ampère per Ora, la carica e scarica sono generalmente espresse in relazione a (C).

Il loro costo è molto contenuto, dai 10 ai 40 euro a seconda del venditore. Queste batterie hanno un forte effetto memoria e devono essere mantenute alla loro piena capacità, pena una scarica prematura.

- Negli anni '80-'90 comparvero batterie piombo-stagno puro a ricircolo interno in cui l'elettrolita liquido veniva assorbito da un tessuto pressato tra le piastre. Il loro vantaggio era di fornire una corrente ed una capacità maggiori nello stesso volume standard. a carica avviene in tre fasi, la prima a corrente costante fino ad una tensione di 14,4-14,7 V (a seconda della marca), la seconda a tensione costante per alcune ore, la terza tenuta a 13,7-13,8 V con corrente molto bassa. Questi caricabatterie sono specifici per questo tipo di batteria. Vedere fig. 10.7.2. Il costo di queste batterie è paragonabile alle batterie Dryfit, ma il costo del caricabatterie è spesso superiore a quello delle batterie. È dell'ordine di 100 - 200 euro per un prodotto di qualità e non bisogna risparmiare su questo tipo di prodotto.

La sensibilità alle basse temperature è nettamente migliore rispetto alle batterie al gel, vedi fig. 10.7.3. La corrente di carica ottimale è $0,1 \times C$; ad esempio una batteria da 7 Ah verrà ricaricata a 0,7 A per 10 ore ($C/10$). Come per le Dryfit, l'effetto memoria non è trascurabile e queste batterie non supportano la scarica profonda. In condizioni normali di utilizzo nei club, la loro vita non supera i due o tre anni.

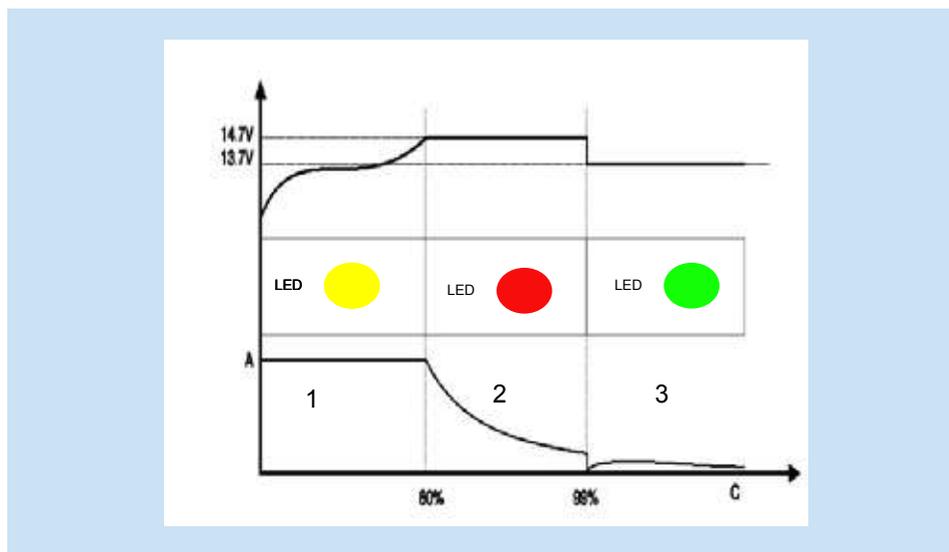


Figura 10.7.2 Caratteristiche di carica a tre stadi per l'ultima generazione di batterie stagne al piombo. Nella prima fase la corrente deve essere inferiore a $C/4$, pari a 1,8 A per una batteria standard da 7,2 Ah. La seconda fase richiede alcune ore e la corrente scende automaticamente. Nella terza fase la tensione è ridotta a 13,7 V e la corrente è molto bassa, la batteria può rimanere collegata al caricabatterie per diversi giorni. È essenziale che questi caricabatterie siano compensati in temperatura per preservare la vita utile della batteria. A 20 °C, la tensione massima è 14,82 V, a 60 °C scende a 14,10 V. In contrasto a -20 °C, sale a 16,20 V.

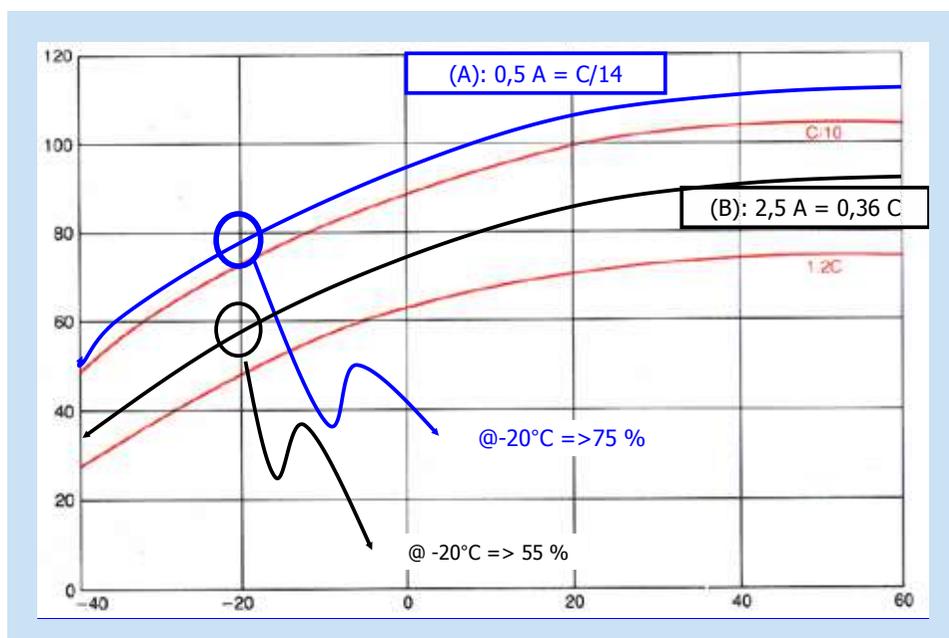


Figura 10.7.3 Caratteristiche di scarica dipendenti dalla corrente e dalla temperatura di una batteria Gates piombo puro -stagno da 7Ah.

- (A) Curva blu, computer di volo e ricezione radio, consumo $0,5 \text{ A} = C/14$ alla temperatura di -20 °C, la capacità è di 75% del nominale, contro solo il 55% per le Dryfit.
- (B) Curva nera, computer di volo e trasmissione radio, consumo $2,5 \text{ A} = 0,36 C$ alla temperatura di -20 °C, la capacità è di 55 % del nominale, contro il 35 % delle Dryfit.



10. Pianificazione del volo,

- L'ultimo decennio ha visto la comparsa delle batterie al litio che hanno risolto praticamente tutti i problemi di effetto memoria e di basse temperature. Il miglior rapporto di potenza/volume è offerto dalle batterie agli ioni di litio che richiedono comunque una grande attenzione alla carica e scarica. È obbligatoria la presenza di un modulo elettronico di protezione con circuito integrato (PCM), il tutto per un prezzo molto elevato di circa 1.200 euro per due unità standard, con una capacità nominale del 280 % superiore alle batterie al piombo, che diminuirà solamente di circa il 10% a -20°C .

Abbiamo confrontato la scarica di una batteria al piombo nuova, di ultima generazione, con una batteria agli Ioni di Litio vecchia di tre anni, modulo SAFT 4S2P MP. Il tutto tenuto in freezer a -18°C per 24 ore prima della prova, con scarica di corrente pressoché costante di 1,5 A (carico resistivo di 8 Ohm).

Vedere la fig. 10.7.4. Questa prova è abbastanza rappresentativa della quantità massima di energia che può essere gestita con due moduli standard di 65 x 151 x 95 mm, piombo (€ 40) o Li-Ion (€ 1.200). In parole povere, devi spendere 30 volte di più per 3 volte capacità in più ad alta quota.

La capacità nominale di 14 Ah per modulo standard significa 28 Ah installati. Questa capacità non è ancora del tutto sufficiente per fornire energia elettrica durante un volo in onda di 16 ore su un biposto con tutta la strumentazione accesa (computer di volo, due logger, transponder, ADSB, radio, PDA, Flarm, TCAS, EDS).

Si deve occasionalmente ricorrere alla riduzione del carico o all'ag-

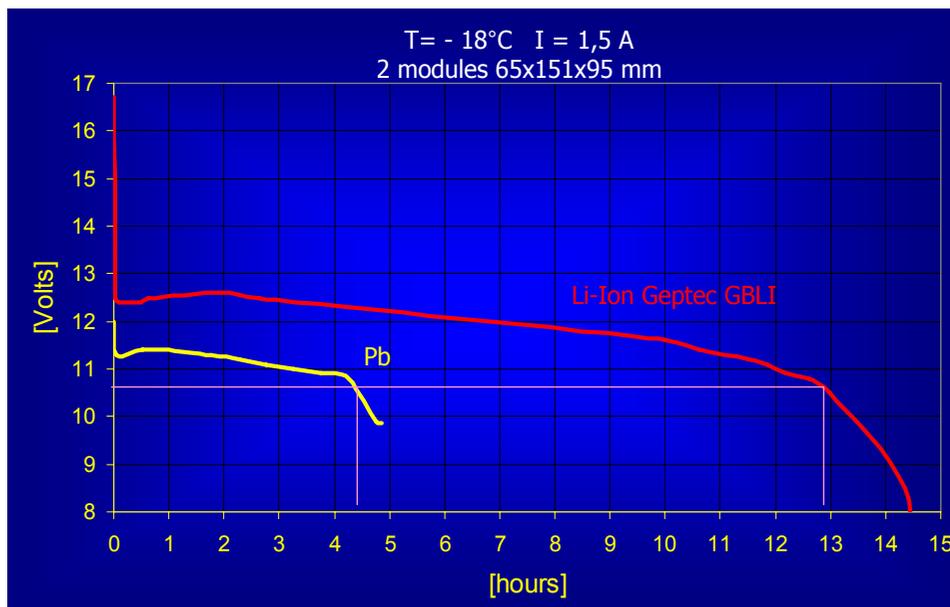


Figura 10.7.4 caratteristiche di scarica alla corrente di 1,5 A a -18°C di due batterie al piombo in parallelo, nuove di ultima generazione (curva gialla), rispetto a due Li-Ion in parallelo GEPTec GRU vecchie di tre anni (curva rossa), elementi SAFT dell'aliante Antares. In Europa, le batterie agli Ioni di Litio garantiscono tutto il volo in onda dall'alba al tramonto. In Patagonia, si ha bisogno di energia aggiuntiva o bisogna ridurre il carico.

giunta di celle solari, che funzionano bene solo intorno a mezzogiorno.

Avvertenza: Questa tecnologia al Litio ha tre principali svantaggi:

1-La tensione di fine carica è 16,8 V. Tuttavia, quasi tutta la strumentazione è garantita per una tensione massima di soli 15,0 V. Nessuno dei costruttori intervistati ha voluto fare una prova o prendersi qualsiasi responsabilità. Quindi ho preso personalmente quel rischio e, fortunatamente, tutto ha funzionato. Fatta eccezione per viro sbandometro, ma questo era previsto e quindi ho installato un convertitore DC/DC stabilizzato a 12 V in uscita.

2-La tensione a fine scarica è circa 10,5 V e una scarica profonda può significare la morte improvvisa della batteria. Dobbiamo quindi essere dotati non solo di un sistema di spegnimento automatico, ma anche di

un allarme prima degli 11,0 V, che nel nostro caso, lascia circa un'ora per gestire le conseguenze.

Abbiamo subito involontariamente queste interruzioni automatiche di corrente mentre attraversavamo una TMA e abbiamo involontariamente causato il panico nella torre di controllo. In effetti, durante le trasmissioni radio, è intervenuto il taglio delle comunicazioni e si è spento tutto, compreso il transponder; poi tutto è tornato alla normalità un minuto dopo. Abbiamo risolto il problema dopo averlo individuato utilizzando, prima la radio portatile per le comunicazioni con la torre, poi passando alla batteria del motore.

3-Nonostante tutte le assicurazioni fornite dai fornitori, il rischio di incendio durante la ricarica non è nullo. Siamo a conoscenza di incendi di aliante a terra, ma erano due casi di prodotti cinesi «fatti in casa».

Nonostante le batterie GEPTEC siano racchiuse in contenitori d'acciaio, non mi fido ancora e quindi le ricarico a casa in un luogo sicuro. I ripetuti incidenti sul Boeing 787 Dreamliner mostrano chiaramente i limiti di questa tecnologia vedi fig.10.7.5.

Le batterie al litio fosfato di ferro di ultima generazione, comunemente noto come LiFePo_4 , risolvono tutti questi problemi.

- Il prezzo è abbordabile, da 100 a 150€ con controllore elettronico integrato (PCM)
- Piena compatibilità con i caricabatterie a tre stadi per batterie al piombo (vedi fig. 10.7.2)
- Una massa di quasi la metà delle batterie al piombo
- Una bassa sensibilità alle basse temperature (da -10% a 15% a -20 °C),
- Bassa auto scarica
- Nessun effetto memoria,
- Ma solo il 40% in più di capacità rispetto al piombo, mentre Li-Ion offre il 100% in più, ma a prezzi insostenibili per i piloti da diporto.

L'intercambiabilità rispetto alle batterie al piombo è completa, le dimensioni e le tensioni sono identiche. A questo prezzo se ne possono comprare due set!

Attenzione: questi prodotti sono comunque considerati pericolosi, esposti al rischio di incendio, il trasporto con corriere espresso aereo è soggetto a sovrapprezzo (€ 50 circa).

Nonostante questi rischi, ora possiamo tentare di caricare queste batterie senza rimuoverle, se il caricatore è del tipo approvato dal produttore e la corrente rimane bassa. La maggior parte degli ultraleggeri motorizzati (ULM) le usa per l'avviamento del motore e per l'avionica, quindi in posizione fissa. Le mie batterie sono alloggiato nelle ali quindi non posso rimuoverle per la ricarica. Dita incrociate!



Figura 10.7.5 Una batteria agli Ioni di Litio bel B787 Dreamliner dopo un incendio.



Salita di 9,2 m/s alla Vne a 7.600 m, non è più possibile accelerare ulteriormente per evitare di salire. Bisogna abbandonare deliberatamente l'ascendenza. A quel tempo non avevo ancora applicato la modifica per aumentare la Vne a 6.000 m fino a 260 km/h indicati. Insieme a Fabrice Papazian, stavo volando nel rimbalzo della Cordillera del Viento, il 13 dicembre 2003, e battemmo il record francese di distanza di 2.582 km.



Paesaggio da sogno per ritemparsi ai piedi del vulcano Lanin, tra i boschi di Araucaria, in assoluta tranquillità. Apprezzato da Philippe Martin e Gilbert Bouteiller.



Gli esseri umani non sono stati concepiti per volare e nemmeno per rimanere immobili a sedere per 16 ore di continuo, specialmente in un congelatore esposto a raggi ultravioletti e/o radiazioni che attraversano il buco dell'ozono. Come il complesso mondo delle piante sul nostro pianeta alle nostre latitudini la vita cessa di esistere fra i 2.000 e 2.500 m e si passa dal mondo vegetale al mondo minerale. La nostra curiosità è senza confini, ci stiamo infatti preparando a spedizioni su Marte che si prevede potrebbero avvenire fra circa 10 anni. Per questo motivo è essenziale dominare tutti gli elementi di questo ambiente, in realtà ostile a quasi tutte le forme di vita nella speranza che diventi il nostro campo di giochi preferito.

Noi piloti non siamo come i turisti che vanno a piedi su una montagna di 7.000 m senza ossigeno nell'arco di una settimana: prima di tutto lo scalatore non fa altro che mettere un

piede davanti all'altro ed in caso di necessità può fermarsi, se poi non si sentisse bene uno scalatore ha molti giorni per prepararsi e quindi potrà adattare suo corpo a certi tipi di altitudini. Al contrario il nostro pilota sale di quota in poche ore e deve gestire una macchina complessa ai limiti estremi, in un ambiente dove qualsiasi cosa accade molto velocemente sia dal punto di vista meteorologico che dal punto di vista aeronautico. Tutto questo senza il comfort tipico di un pilota di linea che dalla sua comodità di una poltrona può richiedere una tazza di caffè o un buon pasto e, nel caso di bisogno, avere una toilette o un letto dove riposare.

Quindi se facciamo una lista di tutti i fattori negativi che influenzano mentalmente e fisicamente un pilota possiamo sostenere che saranno necessari sia una adeguata preparazione che un addestramento specifico, che diventeranno un'abitudine ed anche un piacere.



11. Benessere, alta quota e

Questo capitolo è stato scritto con la supervisione del Dottor Gilbert Bouteiller, direttore di un reparto ospedaliero nonché presidente di Club. Alcune informazioni provengono dal dottor Stephen Gibson, medico generico con interesse specifico nella medicina aeronautica, tutti e due sono piloti di aliante con grande esperienza.

11.1 Prerequisiti Fisiologici.

- **Igiene dentale:** deve essere assolutamente perfetta con particolare attenzione a qualsiasi forma di dolore. Una diminuzione di pressione nell'ambiente circostante può causare dolori insopportabili ai denti al punto che il pilota può essere costretto ad abbandonare il volo a causa di queste condizioni. Quindi, prima dell'apertura della stagione di volo d'onda è altamente consigliabile consultare un dentista e se necessario richiedere radiografie dell'apparato dentale in modo da verificare che eventuali carie siano presenti, cioè dove l'aria contenuta all'interno della cavità espandendo si possa creare dolore o addirittura causare una vera esplosione del dente. Riassumendo: tolleranza zero.
- **ORL. Orecchio, naso e gola:** come per l'igiene dentale anche in questo caso abbiamo tolleranza zero. Ai primi segni di un leggero raffreddore, di un dolore alle orecchie o laringiti, assoluto divieto di volare, astenersi dal volare. Il problema resta che, normalmente, le cose possono anche andar bene durante la salita ed eventualmente possiamo fermarci temporaneamente. I problemi seri si presentano invece durante la discesa, che può essere sì rallentata ma non fermata completamente. Le conseguenze dovute al cambio di pressione possono variare da un leggero problema che dura pochi giorni fino ad arrivare ad una perdita di udito definitiva a lungo termine. Continuare la salita nonostante il dolore alle orecchie può provocare la rottura del timpano verso l'esterno, mentre invece una discesa senza compensare o con poca compensazione può provocare danneggiamento del timpano che spinge verso l'interno, alle volte con perdita di siero e conseguenti problemi che dureranno per svariati giorni.

Nel caso in cui, nonostante l'apparente buona salute, compaiono segni clinici di barotrauma di primo grado (l'orecchio è bloccato), il pilota deve rallentare la discesa e praticare una variante della manovra di Valsalva che consiste nello stringere le narici con la bocca chiusa e soffiando nel naso in modo da aprire la tromba di Eustachio e riequilibrare la pressione attraverso i timpani. Soffiare solo abbastanza forte da aprire il tubo poiché c'è il rischio di esagerare e danneggiare l'orecchio. Si può anche masticare gomme o caramelle per stimolare un frequente riequilibrio di questa pressione. Anche sbadigliare e deglutire possono funzionare bene. Alcuni dicono che sia importante altrimenti non soffiarsi il naso, certamente non con forza o tenendo entrambe le narici contemporaneamente, perché soffiare il naso con forza potrebbe in teoria trasferire le secrezioni lungo

il canale di Eustachio verso l'orecchio interno, che potrebbe richiedere giorni o settimane per scomparire, quindi una vacanza rovinata.

- **Occhi.** Esiste una retinopatia da alta quota -non necessariamente legata all'ipossia- caratterizzata da edema ed emorragie retiniche, che fortunatamente di solito sono entrambe asintomatiche e migliorano. Questo tipo di retinopatia può tuttavia essere causa di disabilità visiva. Si noti inoltre che i soggetti sottoposti a chirurgia refrattiva per miopia possono avere problemi visivi in quota. In generale, chi porta occhiali da vista dovrebbe sempre averne un paio di scorta a bordo. È obbligatorio indossare occhiali da sole della migliore qualità (vedi sotto).
- **Rischi tromboembolici venosi.** (sindrome della classe economica). Questa sindrome è ben nota alle compagnie aeree. Le conseguenze possono essere molto gravi se il problema non viene trattato all'inizio dei sintomi. La patogenesi è ormai nota, dipende essenzialmente dai seguenti fattori:
 - a) disidratazione, aggravata dalla bassa umidità dell'abitacolo e accresciuta dagli effetti diuretici di caffè e tè (effetti modesti e talvolta controversi), che aumenta la viscosità del sangue;
 - b) la diminuzione della pressione parziale di ossigeno con diminuzione della saturazione dell'emoglobina ha scarso effetto sui soggetti sani, ma aumenta la viscosità del sangue se c'è stato abbastanza tempo per la formazione di globuli rossi extra. (es. acclimatazione significativa ad alta quota o malattia polmonare preesistente)
 - c) L'immobilità prolungata è il fattore più dannoso.
 - d) Età, soprattutto tra le persone al di sopra dei 40 anni, problemi vari connessi alle vene varicose, flebiti, anomalie della coagulazione o con recenti interventi chirurgici o traumi.
 - e) Fumo, situazione attuale o precedente, problemi diretti o problemi associati.

Per il punto a) non ripeteremo abbastanza di procedere nel bere molta acqua, due o tre litri d'acqua al giorno sono appena sufficienti.

Per i punti b) e d), il pilota dovrà informarsi sullo stato di salute dell'eventuale passeggero, sulle sue eventuali cure pregresse e chiedergli, se necessario, di farsi consigliare dal proprio medico di medicina aeronautica. Pochi piloti sopra i sessant'anni sono completamente esenti da problemi di salute al punto da non prendere nessun tipo di medicamento, alcuno dei quali può essere rilevante per il volo. A questo proposito, alcuni trattamenti ormonali per le donne (contraccezione, menopausa) sono considerati a rischio

¹ D'après Philbrick (*Society of general internal medicine. 2007: 22: 107-14*) l'incidence de cette pathologie serait de vingt-sept embolies pulmonaires par million de vols [en avion de ligne NDR] avec une mortalité de 2 %. L'incidence serait nulle pour des vols d'une durée inférieure à cinq heures.

tromboembolico. Secondo Philbrick (2007) [1] una donna in terapia estrogena ha un rischio moltiplicato per 4 e per 14 nel caso che viaggi in classe economica, o che voli in aliante.

Per il punto c), come misura preventiva, si può sempre ricorrere all'esercizio isometrico, consistente nel contrarre i muscoli senza muovere gli arti, oppure, se lo spazio lo consente, a piccole ginnastiche (stiramenti) consistenti in flessione, estensione e rotazione dei piedi che è particolarmente efficace per far circolare il sangue dai calzini riscaldati al resto del corpo. Quando possibile, io mi alleno a contrarre i muscoli per cinque-dieci minuti ogni ora. Le soluzioni «dinamiche» esistono, ma sono inapplicabili nel nostro caso di volo in aliante. Al contrario, la soluzione «statica» o isometrica funziona perfettamente per una frazione del costo, e consiglieri vivamente a qualsiasi pilota - soprattutto se ci sono uno o più fattori di rischio- che intende trascorrere più di quattro o cinque ore nell'abitacolo di un aliante, soprattutto se sul sedile posteriore di un biposto, di esercitarsi sistematicamente durante il volo. Avendo io avuto una flebite nel 1995 dopo un incidente (tre mesi di trattamento con anticoagulanti), io non decollo per un lungo volo senza protezioni agli arti inferiori. Queste calze a compressione (che si fermano sotto il ginocchio) o calze di sostegno più lunghe, o fasce elastiche avvolte dalla punta dei piedi in su, si dice che siano ugualmente efficaci. Le calze hanno il vantaggio di essere più semplici da indossare, più estetiche e più sottili. Non dimenticare di mettere un po' di borotalco all'interno per indossarli più facilmente e metterli direttamente a contatto con la pelle (si può usare anche un espansore), mettendoci poi sopra altri calzini contro il freddo. (Vedere l'esempio in Fig. 11.1.1.)



Fig. 11.1.1 Esempi di dispositivi di compressione semplici ed efficaci. (A) Calze elastiche classiche, meglio essere in due per indossarle. La forza di compressione è fissa e si indebolisce nel tempo e con i lavaggi. (B) Fascia anti-vene varicose. La forza di compressione si ottiene dalla tensione della fascia elastica, in modo che le figure siano il più «quadrate» possibile.

Come trattamento preventivo è sufficiente procurarsi calze a compressione che stringano solo le gambe (sotto le ginocchia) a fasce, entrambe con forza di compressione II. Il costo di questi dispositivi è dell'ordine di 30-40 euro. Molti studi rilevano che indossare la compressione riduce il rischio di complicanze tromboemboliche, soprattutto se sono presenti uno o più fattori di rischio. Quindi rimane una buona idea suggerire l'uso di una qualsivoglia forma di compressione di qualsiasi tipo a partire dai 40-50 anni di età. Se ci sono rischi tromboembolici aggiuntivi, questa raccomandazione diventa ancora più forte. Ad ogni modo, indossare una tipo di calze a compressione fornisce un'ulteriore protezione contro il freddo. Uno studio³ ha mostrato che la percentuale di eventi tromboembolici è passata dal 3,7 allo 0,2% con l'uso di tali tipi di calze. Non bisogna quindi esitare, le calze a compressione dovrebbero essere parte del guardaroba del pilota tanto quanto le calze riscaldate, le muffole ed il passamontagna! La fascia orizzontale della cintura di sicurezza non deve essere troppo tesa nel caso impedisca il ritorno venoso, ma va stretta prima di una forte turbolenza. In tutti i casi è bene consultare il proprio medico o discuterne durante le regolari visite mediche aeronautiche. Per quanto riguarda l'uso dell'aspirina o il trattamento con eparina sottocutanea, questi trattamenti dovrebbero essere coperti da un consiglio medico personale o da una prescrizione, che esulano dalla nostra competenza. Turbolenza, atterraggio o incidente!

In tutti i casi è bene consultare un medico che ti sta curando o discuterne durante le regolari visite mediche aeronautiche.

Per quanto riguarda l'uso dell'aspirina o il trattamento con eparina sottocutanea, questi trattamenti dovrebbero risultare da una prescrizione del medico personale o da una ricetta, cose che esulano dalla nostra competenza.

Attenzione: questo stesso studio ha concluso che «Le donne che assumono contraccettivi orali hanno un rischio moltiplicato per 13,9 di sviluppare un'embolia polmonare dopo un lungo viaggio in aereo». (Nota 4)

Il pilota deve informare il suo passeggero del forte aumento del rischio sui voli molto lunghi.

Tanto più che i contraccettivi di terza e quarta generazione già raddoppiano il rischio di embolia polmonare e forse di infarto del miocardio, senza nemmeno dover viaggiare!

- **Le immersioni subacquee** hanno l'effetto di aumentare la pressione parziale dei gas presenti nel corpo umano, in particolare l'azoto, che è il componente principale. Immergersi a 10 m di profondità equivale a raddoppiare la pressione parziale del gas che si diffonde lentamente all'interno e all'esterno dei tessuti del nostro corpo. Il pilota, se dopo aver fatto delle immer-

² vedi nota n. 3

³ *Le patologie dei voli a lungo raggio*, B-A Gaüzère, 30 maggio 2013.



11. Benessere, alta quota e

sioni si mette a pilotare un aliante e vola a 6.000 m dove la pressione è la metà di quella a livello del mare con una pressione di solo circa 470 hPa, meno della metà della pressione a livello del mare, potrebbe andare incontro al formarsi dei gas di azoto in eccesso sotto forma di microbolle, come all'apertura di una bottiglia di acqua gassata. Questa è quella che noi chiamiamo DCS (De-compression Syndrome) cioè Sindrome da traumi da decompressione, cosa che tratteremo in dettaglio più avanti.

Per essere al sicuro non bisogna volare nelle ventiquattr'ore dopo aver fatto immersioni e non bisogna dimenticarsi che anche viaggiare in auto ma attraversando catene montuose molto alte può portare a situazioni pericolose dopo aver fatto immersioni.

La maggior parte dei subacquei oggi usa dei computer per immersione che calcolano i residui di azoto nel corpo in modo da poter poi prendere un volo di linea in tutta sicurezza.

Ancora una volta in questo caso si deve usare la politica della tolleranza zero.

11.2 Gestione dei problemi fisiologici

• La minzione.

Abbiamo visto che per limitare i rischi di trombosi si deve bere più della normalità se possibile e almeno 3 litri al giorno durante il volo. Io personalmente non ho mai bevuto più di 2 l durante un volo di circa 16 ore, il che vuol dire aver svuotato la sacca tipo Camel back® più la riserva di due o tre piccole bottiglie di acqua nel compartimento bagagli, le quali normalmente diventano un blocco di ghiaccio. Nonostante tutto, alla fine, quest'acqua va a finire nella vescica.

Quindi non solo il pilota dovrà urinare di più perché ha ingerito più acqua, ma anche gli effetti combinati delle basse temperature, specialmente ai piedi, e la pressione atmosferica diminuita significherà un incremento nella frequenza e nella quantità di urina che verrà espulsa.

Una forma leggera di ipossia è un ulteriore elemento che aumenta e stimola la minzione, ma questo ad oggi non dovrebbe più essere un problema (vedi il prossimo capitolo). Visto che è fuori discussione contenere questo bisogno per molte ore, ogni pilota deve trovare un suo metodo comodo per fare pipì e che collauderà durante i voli di prova. Un sistema di drenaggio integrato nella fusoliera purtroppo non è utilizzabile alle alte quote perché la presa di uscita

congelerà rendendolo inutilizzabile.

Vediamo alcuni esempi e soluzioni: negli anni 70 ed 80 usavano i sacchetti utilizzati dalle compagnie aeree; infatti ne ho una bella collezione da tutte le parti del mondo. Purtroppo ho scoperto velocemente che non era un sistema molto sicuro, infatti ho dovuto cambiare metodo a seguito della corrosione intorno alla base della barra dell'aliante. Ho poi scoperto i sacchetti per congelare il cibo che si chiudono con una zip (Ziplock Easy Zipper®) e questi risolvevano il problema, ma attenzione a non confondere i modelli standard della stessa marca che non risolvono il problema in modo efficace. I modelli di grandi dimensioni permettono anche di utilizzarli come contenitori di documenti e piccoli oggetti. Urinare all'interno di un sacchetto di plastica non è una cosa molto facile, prima il nostro gioiello sta sotto due o tre strati di vestiti, poi il freddo la fa contrarre in modo non indifferente, ed infine lo stare sdraiati non facilita il passaggio dell'urina attraverso il canale dell'uretra.

La soluzione finale è quella di utilizzare un catetere esterno (Conveen® Penilex Coloplast®), casomai preceduto da un taglio della peluria che ne facilita poi la rimozione e che favorisce la parte adesiva nel rimanere in aderenza.

Se la manovra appare non piacevole sembra che il caldo riduca l'efficacia della parte adesiva. All'inizio abbiamo provato un sacchetto ed a collegarlo ma presto ci siamo accorti che non funzionava perché normalmente i sacchetti non hanno capacità maggiore di mezzo litro e uno normalmente ha bisogno almeno del doppio, poi spesso



Fig. 11.2.1 Borsa collegata a un catetere esterno (preservativo urinario). Molto capacità, confortevole, ma insufficiente per un lungo volo e inutilizzabile al freddo. Soluzione abbandonata a favore del sacchetto per congelatore usa e getta.

⁴ Attention à l'utilisation du Camelback® en altitude : il faut empêcher l'eau de geler dans le tuyau en soufflant de l'air après chaque utilisation, et empêcher le gel de la poche en la tenant appuyée contre son corps ou le long de la cuisse, ou bien exposée au soleil.

questi sacchetti si congelano e diventano inutilizzabili. La figura 11.2.1 fa vedere un esempio di un sacchetto ancora collegato al tubo. Oggi si possono trovare sacchetti di 2 litri svuotabili.

Alcuni piloti riusano questi sacchetti da due litri con anti-riflusso ed un rubinetto nella parte finale appoggiandoli nello spazio dei piedi ma però controllare che la valvola non rimanga bloccata.

Anche i sacchetti per il congelatore non sono privi di problemi, mi ci è voluto molto tempo per trovare il modo di gettare questi sacchetti lontani dalla fusoliera verso il basso. La figura 11.2.2 e 11.2.3 mostrano per esempio come i sacchetti non hanno seguito la traiettoria sperata. I metodi con catetere esterno ed i sacchetti ad uso alimentare hanno un costo irrisorio di circa 3 Euro al volo. È quindi una nostra scelta usarli!



Fig. 11.2.2 Questa sacca di urina ci ha accompagnato per 1.800 km.

Ci sono sul mercato anche i sacchetti che contengono una polvere che una volta contatto con l'urina diventa una specie di gel e può essere gettata via facilmente questo sistema è ampiamente usato nel mondo dei piccoli velivoli a motore e potete trovare questo prodotto nei negozi di articoli di aeronautica sotto vari nomi «TravelJohn®», «Biffy Bag®», «Peebol®», «Roadbag®», «Brief Relief®»; normalmente il costo varia da 5 a 15 € ad unità ed io ne tengo sempre uno pronto in caso di difficoltà. La figura 11.2.4 illustra due esempi molto comuni. Per le donne sfortunatamente ci sono poche altre soluzioni a quelle in alternativa agli assorbenti sia per bambini che per adulti. Nonostante la scomodità di quest'ultimi è sicuramente sconsigliabile l'utilizzo di un catetere urinario.



Fig. 11.2.3 Siamo stati molto fortunati, la borsa è stata forata dal tubo di Pitot, che è dotato di una trappola per liquidi. Qualche centimetro più in alto e l'antenna TE potrebbe essersi rotta, quella sarebbe stata la fine del volo.



Fig. 11.2.4

• Protezione contro il freddo e vestiario.

Vediamo come i precursori degli anni '50 risolvevano il problema durante i voli per battere i record di durata sui costoni con il vento maestrale, il freddo vento del Nord (Aerodromo Romanin – Les Alpilles, Saint Rémy de Provence) Alcuni sceglievano vestiti neri come la fusoliera dell'aliante, pensavano infatti che di notte il nero rilasciasse il calore immagazzinato durante il giorno. Altri

11. Benessere, alta quota e

preferivano colori più chiari e comunque lo spessore dei loro capi con piuma d'oca era impressionante. La Figura 11.2.5 mostra alcuni esempi di come gli equipaggi partivano per voli di 50 ore sui pendii a metà dell'inverno con temperature medie fra i -10° ed i $+5^{\circ}$ (Ref. 18)

L'uso di nuove fibre tecnologiche come per esempio il Gore-Tex® ha completamente cambiato l'approccio alla protezione termica. Oggi non è più una questione di spessore e di strati ma di materiale. È comunque una buona idea indossare almeno tre strati: uno fine al contatto con la pelle con collo alto, a manica lunga ed in fibre speciali (per esempio Thermolactyl® grado 4 o 5). Poi una maglia in "pile" con calzamaglia e poi un vestito da sci o ancora meglio una tuta per il volo con molte più tasche. In caso di atterraggio non programmato si può sempre togliersi qualche strato e se fa troppo caldo si può aprire lo strato esterno. Nonostante questi progressi i piloti Terry Delore e Steve Fossett figura 11.2.6 sembrano molto impacciati

nei loro abiti di piumini. (13 dicembre 2003, record di distanza in triangolo di 1.502 km).

Noi abbiamo preferito abiti più tecnici, più fini e con più tasche. (fig. 11.2.7) si può vedere la tipologia del nostro vestiario per temperature molto basse durante il volo. È comunque difficile avere sempre vestiti all'avanguardia visto che ogni anno ci sono nuove soluzioni. Molto interessante vedere lo sviluppo e la diffusione recente nell'uso sempre maggiore di deltaplani che hanno un mercato 20 volte maggiore di quello degli alianti e che quindi traina il progresso in questo campo. Ormai i negozi online la fanno da padrone e diventa difficile la scelta dei prodotti. L'abbigliamento da sci soddisfa le esigenze dell'atleta tanto nel volo quanto in quello dello sci ricreativo ed offre ottimi prodotti.

Consiglio importante: non scegliere un colore troppo chiaro o troppo appariscente, perché causerà riflessi molto sgradevoli sulla capottina.

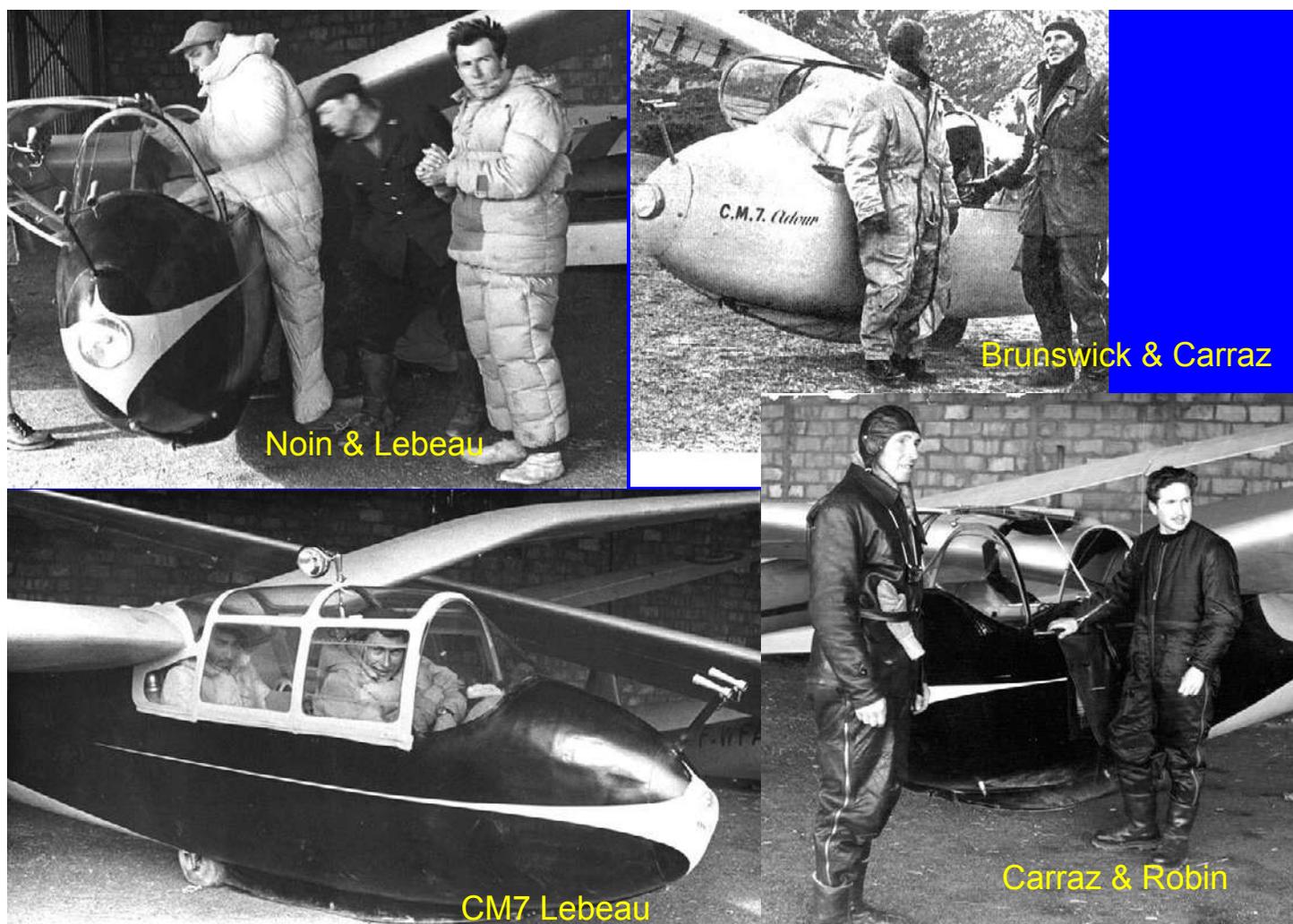


Fig. 11.2.5 Vestizione anni '50



Fig. 11.2.6 Delore Terry e Steve Fossett sembravano molto stretti, a San Carlos de Bariloche, il 13 dicembre 2003, nei loro piumini imbottiti, passeranno 15 ore in essi stabilendo tre primati mondiali.



Fig. 11.2.7. Pronti per 16 ore di volo a -25°C . A sinistra, prototipo combinazione speciale successivamente commercializzata da KiloYankeePapa®, scarpe Sorel® (ideale nel posto posteriore). A destra, tuta scura da montagna e copriscarpe da bivacco.

Per i piedi, il riferimento negli anni '80 era lo stivale canadese Sorel®, il punto di riferimento dagli utilizzatori di racchette da neve. Non sono mai stato deluso dal loro uso con l'accensione delle soles elettriche pochi minuti ogni mezz'ora, non ho mai avuto freddo ai piedi. L'ultima moda è quella di avvolgere le nostre scarpe normali all'interno di soprascarpe come si usa nei bivacchi. Il risultato è stupefacente e quando esci, ci ritroviamo rapidamente in scarpe da strada, che è molto più confortevole. Questi prodotti sono commercializzati da tutti i principali marchi di abbigliamento sportivo e anche nei buoni negozi di accessori per aerei. La Fig. 11.2.8 mostra questi stivali, notare che hai bisogno di un tappetino prima di salire sull'aliante perché questo modello non ha soles. Un piccolo difetto, ora corretto. Ci sono ottimi prodotti anche nel mondo dei mushers (slitte con cani da neve), purtroppo non disponibili in Europa, ma molto diffusi nel nord degli Stati Uniti e in Canada. Stessi problemi, stesse soluzioni.



Fig. 11.2.8. Il 23 novembre 2008, aerodromo Nahuel Huapi. Il Dr. Schaffner sta per inaugurare i suoi nuovi copriscarpe da bivacco. Comfort eccezionale, ma devi rimuoverli per camminare fuori dell'aliante.



11. Benessere, alta quota e

Per le mani sempre indossare guanti, anche per la sola protezione contro i raggi ultravioletti. Se non fa freddo (fino a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ al sole), è sufficiente un paio di guanti di seta. Se fa molto freddo (da $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$), è opportuno utilizzare sottoguanti di seta e poi guanti o muffole di grandi dimensioni, idealmente un modello che permette di liberare facilmente le dita ripiegando la parte superiore del guanto per manipolare facilmente gli interruttori e i pulsanti sui touch screen. Vedi fig.11.2.9. Sotto i $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$, la vita a bordo è un inferno, il pilota dovrebbe limitare al minimo il tempo di volo a questa temperatura.

- **Abbigliamento riscaldato elettronicamente.**

Il mercato del motociclismo e della caccia hanno contribuito molto allo sviluppo di questi prodotti, in particolare l'abbigliamento riscaldato che viene alimentato dalla batteria da 12 V della moto (o deltaplano) o da una piccola batteria al litio o da batterie standard AA al litio o NIMH con una capacità adeguata ad un volo molto lungo. Un prodotto molto interessante per chi vuole volare ad alta quota con aliante con equipaggiamenti non adeguati, con circa 80-150 euro per le solette riscaldate, ed eventualmente per la giacca o i guanti, ma io non ho mai sentito il bisogno.

È inoltre auspicabile avere un cuscino riscaldato e in tutti i casi un cuscino isolante in schiuma (meglio se è DYNA-FOAM® per proteggere le vertebre in caso di incidente), poiché la temperatura del sedile può essere molto bassa e generare dolore ai glutei ed al tratto urinario.

Nel caso di un aliante privato, il proprietario dovrebbe installare una o due prese da 12 V (protette da fusibile) che consentano l'uso intermittente delle solette riscaldate. Le correnti in gioco sono dell'ordine di 0,5-1 A per paio di solette.

- **Protezione solare.**

La trasparenza dell'aria è molto elevata in quota ed i raggi UV, in particolare gli UVA, sono estremamente nocivi ed è indispensabile evitare che raggiungano direttamente la pelle, e quindi proteggere il viso utilizzando creme solari di buona qualità garantendo una protezione totale. Tenete nel taschino un tubo di crema da riapplicare durante il volo. Secondo il prof. Daniel Francis, dell'ospedale St. Joseph di Parigi, il numero di melanomi maligni raddoppia ogni dieci anni - 6.000 nuovi casi all'anno - responsabili di 1.000 decessi. Anche la protezione degli occhi è essenziale non solo nella parte anteriore della retina, ma anche lateralmente perché si può volare per ore con il sole da un lato provocando ustioni all'angolo dell'occhio o congiuntivite. Il problema è più complesso se il pilota deve indossare occhiali correttivi. In questo caso,



Fig. 11.2.9. La metà superiore del guanto è ripiegata per rilasciare le dita per manipolare interruttori e pulsanti o altri schermi tattili.

si consiglia vivamente di munirsi di occhiali da portarsi sopra (a volte chiamati «maschera») che sono appositamente progettati per essere indossati sopra gli occhiali correttivi e che hanno lati molto grandi che impediscono alla luce del sole di raggiungere l'occhio. Sono disponibili in diversi colori, ma il marrone anti-UV è più adatto al nostro sport, costano ca. € 40 da tutti i buoni ottici o negozi on-line. Vedi fig. 11.2.10.

Attenzione: le capottine colorate non offrono una protezione significativa contro i raggi UV!



Fig. 11.2.10 Occhiali da sole (maschera) anti UV da indossare sopra gli occhiali correttivi e per proteggere l'occhio dai raggi UV dai lati.

Il cappello sarà a bordi ampi per proteggere le orecchie: i classici cappelli con visiera dei piloti a motore sono totalmente inadeguati per il volo a vela e le lunghe visiere nascondono gran parte del campo visivo.

Il passamontagna (Fig. 11.2.8) rappresenta la protezione assoluta contro le correnti fredde e il sole, ma è difficile da sopportare quando non fa molto freddo. In ogni caso è obbligatorio indossare un cappello a tesa larga per la protezione degli occhi se il sole è frontale.

• Disbarismo, gas intestinali.

Oltre ad essere causa di irritazione e imbarazzo, i gas intestinali possono portare a seri problemi. La loro espansione è veloce e se non possono essere superati, possono causare forti dolori. Masticare gomme, inghiottire aria, consumare bibite favorisce la produzione di gas intestinale e lo stesso vale per vari cibi flatulenti. Prima di un volo di lunga durata evitare in tutti i modi di ingerire cibi fibrosi, insalate, amidi, e limitare i cibi ricchi di proteine. Un buon piatto di spaghetti, senza salse, e con un poco d'olio d'oliva, o un piatto di riso, aiuta il pilota ad ingerire cibo a rilascio lento dell'energia necessaria. Evitare bevande gassate.

• Effetti del caffè o del tè.

I loro effetti diuretici sono noti, anche se discutibili, e potrebbero incoraggiare i piloti ad evitare queste bevande. Al contrario, gli effetti sul funzionamento del cervello e della mente sono infinitamente benefici e di più se la bevanda è calda, è perfetta per accompagnare biscotti o frutta secca a mezzogiorno quando tutto va bene. Il mio unico problema personale è che volo spesso con piloti britannici, il che mi impone di avere un piccolo thermos di caffè solo per me sotto la gamba destra, e un altro di tè sotto la gamba sinistra..... Ma non importa, il sedile posteriore del Nimbus 4D è come un camion!

• Consigli dietetici.

Torniamo indietro ai voli degli anni '50 e guardiamo come i veterani dei voli lunghi concepivano e facevano la preparazione e poi l'alimentazione in volo (Guy Marchand, rif. 18):

«Prima del volo:

- Preparazione fisica regolare, 2 km percorsi ogni mattina
- Lavoro manuale o intellettuale vietato 10 giorni prima del tentativo
- Zucchero, bistecca di cavallo, riso, tagliatelle, vitamine A e B
- Vietati cibo che può fermentare

Durante il volo:

- 3 kg di marmellata
- 1 kg di zucchero
- 1 kg di fette biscottate
- 750 g di cioccolato
- 4 arance
- 2 uova
- 3/4 di litro di caffè senza zucchero
- 1 litro di acqua
- Orthédrine (con parsimonia a fine volo [una specie di anfetamina ndt]).

Nota: questo pilota non portava il paracadute per aumentare lo spazio a disposizione, evitando movimenti improvvisi a causa della marmellata.....[Ndt].»

Questo sicuramente oggi ci fa sorridere, ma queste regole di vita venivano applicate per anni nel Centro Nazionale, e prese molto sul serio da tutti i partecipanti.

Cosa possiamo imparare da queste esperienze?

Prima del volo, queste raccomandazioni sono buone, ma non vedo come si possa in questi giorni vietare qualsiasi attività manuale o intellettuale per 10 giorni prima del volo.

Durante il volo, queste raccomandazioni sono relative, perché se volavano più di 50 ore (Richard Atger: 56 ore e 15 minuti), oggi partiamo per un massimo di 16 ore.

Al contrario, la quantità di acqua è chiaramente insufficiente. Dimenticate l'orthedrine, un'anfetamina dopante che non ha impedito a Guy Marchand di svegliarsi illeso tra i rottami del suo aliante nella boscaglia sottovento della montagna! Forse questo prodotto è stato rimosso dalla lista dopo questo incidente? Per il resto si tratta solo di carboidrati, "zuccheri di rapido assorbimento", le proteine di due uova aggiungono poco, come il grasso del cioccolato (ottimo anche per la mente). Oggi se possiamo, dobbiamo almeno iniziare la dieta ventiquattro ore prima del volo, evitando cibi che lasciano residui fibrosi (insalate, fibre, cereali, cavoli, mais, legumi) che produrranno fermentazioni dolorose e fastidiose anche per l'altro pilota. Secondo il FFVV Federazione Francese di Volo a Vela (nota 6), il volo ad alta quota e a bassa temperatura richiede un apporto energetico superiore al normale, almeno 3.000 kcal per 24 ore, che siano carboidrati a rapido assorbimento, carboidrati a lento assorbimento (pasta e riso), sia zuccheri extra che porteremo in volo da assumere in caso di necessità (barrette energetiche, caramelle).

La FFVV consiglia la formula 421 GPL, 4 unità di Car-



11. Benessere, alta quota e

boidrati, 2 unità di Proteine e 1 di Lipidi. Le proteine, la carne e il pesce sono desiderabili in piccole quantità.

Un buon cucchiaino di olio d'oliva nella pasta o nel riso e un pezzetto di formaggio a pasta dura sono sufficienti per garantire l'apporto di lipidi, la cui presenza è utile per il metabolismo dei carboidrati. La colazione, anche alle quattro del mattino, deve essere particolarmente ricca e abbondante, pane, marmellata, burro, uovo, prosciutto, succo, nel rispetto delle abitudini di tutti, deve apportare circa un terzo del fabbisogno alimentare per le successive diciotto ore. La merenda durante il volo deve essere per primo un momento divertente, e poi un modo per alzare la glicemia. È necessario prendere più panini, ma più piccoli. Per non parlare di due mele a persona, o arance, alcuni sono addirittura dipendenti dalle banane! Frutta secca, albicocche, uva, banane sono benvenute, tranne le prugne. Insisto su questo punto, l'importante è divertirsi, non è il momento di fare la dieta! Naturalmente con tanta acqua, come abbiamo visto, almeno due litri a persona, se possibile, tre per un volo di quindici ore. Facendo attenzione che l'acqua di riserva non si congeli! Gli esperti dicono che una perdita di acqua del 4% del peso corporeo porta a una diminuzione delle prestazioni del 40%. Ho verificato personalmente che durante quei voli lunghi e difficili perdevo fino a 3 kg, ovvero quasi il 3%; non c'è dubbio che la stanchezza si fa poi sentire. Inutile ricordare che alcol e tabacco sono vietati.

- **Il «Buco delle due del pomeriggio» (metabolismo e bioritmo).**

Le considerazioni che esprimo qui sono il mio punto di vista personale dopo aver studiato tutti i miei lunghi voli per oltre vent'anni, e aver discusso con medici competenti. È innegabile che ognuno di noi ha il suo proprio bioritmo sia a lungo termine (circa un mese) che a breve termine (un giorno). La quotidianità dipende principalmente dal metabolismo, cioè dalla capacità di digerire e convertire in energia tutto ciò che mangiamo. È anche chiaro che quando lo stomaco è chiamato a lavorare durante un pasto, attirerà più flusso sanguigno a scapito del flusso disponibile al cervello. Questo rallentamento dell'attività cerebrale è inconscio e sempre presente, solo l'intensità varia a seconda dell'individuo.

A ciascuno di noi piace rilassarsi dopo un buon pasto, e da una certa età un pisolino è spesso gradito. Studiando tutti i miei errori a partire da quello incredibile del 20 aprile 1992 (il mio primo 1.000 km dichiarati FAI) sono arrivato alla conclusione che, ci sia o meno cibo, il nostro corpo si mette inconsciamente in modalità «siesta» ogni giorno alla stessa ora, il pilota è vulnerabile perché

la sua capacità di analisi e sintesi rallenteranno bruscamente; questa è quella che si chiama anche “viscosità mentale”. Vedi il primo esempio del 20 aprile 1992, che mi ha particolarmente turbato perché stavo giocando nel “mio giardino” e non capivo come avessi potuto fare un errore del genere. Siccome i loggers non esistevano, ho analizzato il barogramma (fig. 11.2.11), individuando il tempo dell'errore tra le 13h 40 e le 14h, con conseguente perdita di quota di 4.000 m in venti minuti, mi sono trovato in pendio facendo slalom fra gli alberi. Va detto che a quel tempo non avevamo sistemi efficienti di erogazione dell'ossigeno e, come mostra il barogramma, usavo ossigeno solo sopra i 4.500 m, il che peggiorava il rallentamento cerebrale. Sono rimasto sorpreso analizzando altri voli in cui ho avuto problemi, soprattutto in monoposto, solo per scoprire che avevo sempre commesso un terribile errore verso le 14.

Invito il lettore ad identificare prima il momento dell'attività cerebrale più lenta, di solito un'ora dopo il pasto di mezzogiorno ogni giorno, quindi ad un'ora fissa, quindi si imposti una sveglia che si attivi a quest'ora. Una tazza di caffè è benvenuta! Volare in biposto riduce questo fenomeno, non solo perché i metabolismi dei due piloti probabilmente non sono sincronizzati, ma anche perché non appena avvertirai la minima sonnolenza, il tuo compagno prenderà volentieri i comandi e potrai fare un pisolino per una decina di minuti e questo sarà estremamente vantaggioso.

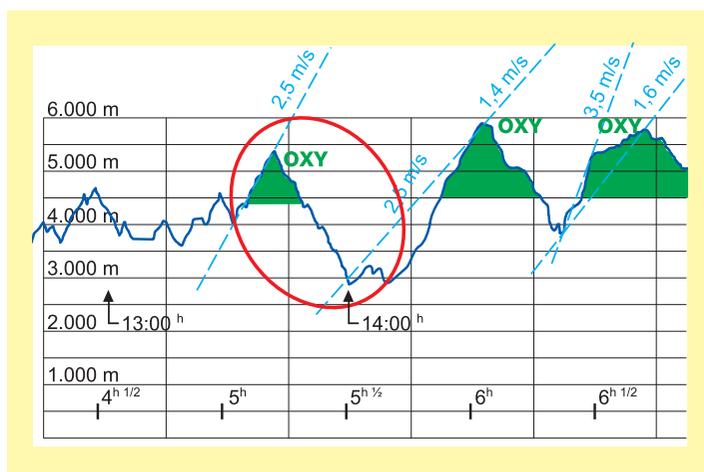


Fig. 11.2.11 Barogramma del mio volo di 1.000 km del 20 aprile 1992, quando individuai per la prima volta un grave errore di decisione dovuto al rallentamento dell'attività cerebrale.

Per lunghi voli in termica questo problema si sovrappone al «buco termico delle ore 14:00» quando l'ombra del cumulo giace proprio la zona che genera la propria colonna d'aria calda, facendo morire l'ascendenza e di conseguenza farà morire anche il cumulo, poi il ciclo ricomincia quando torna il sole, almeno ½ ora dopo. L'osservazione dell'evoluzione delle temperature diurne mostra spesso anche un'interruzione dell'aumento della temperatura, che riduce l'attività convettiva. Quale pilota non si è trovato una volta nella vita in un campo alle 14.00 senza capire cosa fosse successo, mentre il cielo si è poi riempito di superbi cumuli? Io non faccio eccezione! Motivo in più per essere vigili, non esitando a rallentare per assicurarsi la prosecuzione del volo.

11.3 Sindrome da Decompressione (DCS) o Malattia da Decompressione (MDD).

Come la stragrande maggioranza dei lettori (tranne quelli che praticano le immersioni subacquee), fino alla fine degli anni '80 ero totalmente all'oscuro di questa patologia. Fino a quando ho ripreso seriamente i miei studi di volo in onda in seguito all'arrivo nel 1985 di un nuovo aliante, il Ventus bT, una macchina perfetta per questo tipo di volo perché ha un alto carico alare e un'ottima penetrazione. Il motore "turbo" garantiva quasi sempre di poter sempre raggiungere un aeroporto, evitando così lunghi e assurdi recuperi in auto. Il mio raggio di attività divenne improvvisamente virtualmente illimitato, dipendente solo dai miei impegni professionali del giorno dopo, che feci in modo fossero estremamente flessibile, mantenendo una tolleranza di due o tre giorni per tornare a casa, come è sempre stato il caso. Per fortuna questo tipo di motore ha sempre funzionato, a differenza di alcuni motori più potenti per il decollo autonomo.

Fu allora che iniziai a soffrire di mal di testa e dolori articolari che comparivano la notte dopo i voli ad alta quota. 500 mg di aspirina era abbastanza efficace, ma il fatto di svegliarsi alle 4 con una tale sofferenza mi rovinava la nottata. Attribuivo questi mali ingiustamente alla lieve ipossia, poiché i sistemi di erogazione dell'ossigeno non erano efficienti come quelli attuali. Discutendo la questione con i medici del volo a vela, ho appreso che i miei problemi erano ben noti e si potevano riassumere in tre lettere: MDD, "malattia da decompressione", chiamata anche malattia dei subacquei, e non erano dovuti alla mancanza di ossigeno, ma a l'espansione dell'azoto sotto forma di bolle microscopiche a causa della diminuzione della pressione, troppo rapida per il nostro organismo. Questo gas deve essere necessariamente eliminato, ma la diffusione è troppo lenta e le bolle sono troppo grandi per trasferirsi rapidamente attraverso il sangue ed i tessuti, per cui la sensazione di forte dolore.

La lettura del rapporto della FAA «Tiny Bubbles, Big Troubles» pubblicato alla fine degli anni '90 mi ha poi aperto gli occhi e l'attuazione della raccomandazione di saturare il sangue con ossigeno prima del decollo per me ha risolto tutti questi problemi. Scansionare il codice in fig. 11.3.1 o andare su: www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/dcs.pdf.

Fig. 11.3.1 QR Code per la pubblicazione FAA « ALTITUDE SICKNESS-INDUCED DECOMPRESSION Tiny Bubbles, Big Troubles ».



Vediamo la storia di un incidente DCS, rivista Sailplane & Gliding, ottobre/novembre 1995, p.260.

«Un pilota stava effettuando un volo di distanza in onda attraverso ed era in alta quota da circa quattro ore quando ha avvertito improvvisamente un lancinante mal di testa. Il dolore era di una tale gravità che non riusciva più a concentrarsi sul pilotaggio dell'aliante, e per il disagio pensò che fosse meglio mettersi a terra prima che accadesse qualcosa di disastroso. Durante la discesa, il dolore si è un po' attenuato ed è riuscito a volare verso l'aeroporto di casa. Una volta a terra il mal di testa era sparito ma il pilota si sentiva completamente demotivato per qualsiasi cosa, tranne che per andare a letto e fare una lunga dormita. Lo fece, ma al risveglio la mattina dopo sentì un braccio insensibile come addormentato. Il pilota, pensando che la cosa stesse diventando un po' seria, decise di andare dal suo medico. Il dottore gli ha poi diagnosticato un attacco ischemico transitorio, un ictus temporaneo, ed immediatamente mise a terra il pilota! Lo sfortunato pilota impiegò tre anni per convincere le autorità mediche e preposte al rilascio delle licenze che si trattava di una diagnosi errata e che avrebbe dovuto poter continuare a volare. Adesso vola di nuovo e rappresenta il suo paese ai Mondiali.

Tutti i sintomi suggeriscono che ha avuto un attacco di DCS. Era ovvio che con un po' di tempo il pilota avrebbe totalmente recuperato. Ma un trattamento terapeutico di ricompressione il giorno dell'incidente avrebbe assicurato un risultato più veloce ed il pilota avrebbe potuto riprendere i voli quarantotto ore dopo. È estremamente sorprendente che il medico non abbia diagnosticato un DCS, è molto probabile che non ne abbia mai sentito parlare, tranne forse in associazione con subacquei piuttosto che piloti.»



11. Benessere, alta quota e

On commence à trouver bon nombre de publications sur ce sujet, je me contenterai de résumer les points importants pour un pilote volant jusqu'à environ 8.000 m dans un appareil non pressurisé, mais disposant de tout l'oxygène nécessaire (voir chapitre suivant).

Nelle mie discussioni casuali con i piloti di alianti sulla MDD la risposta varia da una leggera confusione all'ignoranza totale.

Oggi cominciamo a trovare molte pubblicazioni su questo argomento, mi limiterò a riassumere i punti importanti per un pilota che vola fino a circa 8.000 m in un aereo non pressurizzato, ma con tutto l'ossigeno necessario (vedi capitolo successivo). I sintomi più comuni sono limitati alla MDD di Tipo I, lieve, ovvero: dolori articolari nel 60-70% dei casi, principalmente alle spalle; emicranie o cefalee, nel 10-15% dei casi; manifestazioni dermatologiche con prurito, di solito intorno alle orecchie, al viso, al naso e alle braccia, macchie o screziature della pelle, nel 10-15% dei casi; Secondo il Dr. Juergen Knüppel (nota 7) , il 5% dei piloti che volano sopra i 6.000 sviluppa MMD di tipo I.

I sintomi della MDD di tipo II, considerati gravi, sono:

- manifestazioni neurologiche, disturbi della vista (scotoma – punto cieco, o alterazione del campo visivo, diplopia o visione doppia), problemi dell'udito o perdita dell'udito, confusione, vertigini e nausea;
- Molto raramente, sintomi polmonari: mancanza di respiro, soffocamento, tosse secca, meno del 2% dei casi. Eventi neurologici gravi (disturbi visivi), dermatologici e soffocamento devono essere trattati immediatamente in camera iperbarica se non sono scomparsi dopo l'atterraggio. Sono potenzialmente gravi, persino fatali. In tutti i casi, l'ossigeno al 100% deve essere respirato fin dall'inizio dei sintomi.

Nel 1999, durante i voli di ricerca applicata effettuati dall'équipe del Dr. Juergen Knüppel durante una spedizione in Patagonia, un esperto pilota argentino ha sofferto di emicrania e intensi dolori articolari durante e dopo il volo, che fortunatamente sono diminuiti durante la notte. In caso contrario questo paziente avrebbe avuto bisogno di essere trasportato nella camera iperbarica più vicina, situata a 1.500 km di distanza, fortunatamente questo non è successo.

⁷ Juergen Knüppel: Presidente della Commissione Medico-Fisiologica Internazionale della FAI, ufficiale medico in pensione dell'aviazione militare tedesca, pilota di alianti, consulente medico del Mountain Wave Project.

Vediamo le raccomandazioni della FAA:

- maggiore è l'altitudine, maggiore è il rischio di MDD. L'US Air Force ha dimostrato che solo il 13% dei MDD è intervenuto al di sotto dei 7.500 m;
- esposizioni ripetute oltre 5.400 m in un breve periodo (poche ore) aumentano il rischio di sviluppare MDD;
- più il tempo di permanenza sopra i 5.400 m è alto, maggiore è il rischio;
- maggiore è la velocità di salita, maggiore è il rischio;
- Sembra che il rischio aumenti anche con l'età;
- sembrerebbe che recenti problemi articolari predispongano alla MDD;
- sembra che l'esposizione a temperature molto basse aumenti il rischio di MDD;
- una persona con un grande eccesso di peso presenta un rischio maggiore di MDD. A causa della riduzione del flusso sanguigno, l'azoto viene immagazzinato in quantità maggiori nel tessuto adiposo. Sebbene il grasso rappresenti solo il 15% del corpo di un adulto normale, immagazzina più della metà dell'azoto (circa 1 litro) normalmente disciolto nel corpo;
- l'attività fisica sopra i 5.400 m aumenta il rischio di MDD;
- escludere qualsiasi volo ad alta quota almeno ventiquattro ore dopo un'immersione.

Cosa fare quando compaiono i sintomi?

- Verificare che la maschera dell'ossigeno sia a posto e mettere l'erogatore al 100%;
- scendere e atterrare il prima possibile. Anche se i sintomi scompaiono durante la discesa, consultare un medico continuando a respirare ossigeno. Se possibile, consultare un medico aeronautico o subacqueo che può indirizzarvi alla camera iperbarica più vicina; in caso di dolori articolari evitare di muovere l'articolazione dolente;
- I sintomi della MDD possono non comparire fino a diverse ore dopo l'atterraggio senza essere stati avvertiti da alcun sintomo durante il volo; se il pilota o il passeggero affermano di aver avuto sintomi di MDD, non volare prima di aver consultato uno specialista;
- devi essere preparato per un eventuale trattamento di emergenza e conoscere la disponibilità di camere iperbariche e anche personale qualificato che possa occuparsi di MDD. (1 bar di pressione con 100% di ossigeno è estremamente pericoloso (nota 8)

⁸ Juergen Knüppel: Presidente della Commissione Medico-Fisiologica Internazionale della FAI, ufficiale medico in pensione dell'aviazione militare tedesca, pilota di alianti, consulente medico del Mountain Wave Project.

- La mia opinione personale, oltre a tutto quanto sopra e per sintomi lievi: prendere fino a 1g di aspirina in una volta (in assenza di controindicazione).

Come evitare la MDD?

- Tutta la letteratura è d'accordo su una cosa: respirare 100% di ossigeno trenta minuti prima del decollo per eliminare l'azoto nel corpo sostituendolo con ossigeno. Se l'intenzione è di raggiungere 10.000 m, il tempo di pre-ossigenazione passa a due ore. Per il volo in aliante questo ovviamente non è possibile in condizioni normali.
- Tuttavia, poiché abbiamo applicato la procedura per respirare ossigeno prima del decollo, la quale garantisce una saturazione di 95-98%, nessuno ha mai avuto la minima sindrome di MDD. Allo stesso modo, al ritorno, manteniamo l'erogazione di ossigeno in posizione normale fino

a quando l'aliante non si ferma completamente. Questa procedura è nata in seguito alla nostra ricerca sull'ipossia (vedi sezione successiva) e sembra avere un effetto benefico anche sulla MDD.

Ad ogni modo, le salite ad altitudini superiori a 7.000 m dovrebbero essere ridotte al minimo, solo per saltare uno strato di nubi o per attraversare una zona di discesa o cercare una quota dove il vento è favorevole. D'altra parte, l'aviazione civile argentina ci consentiva di volare fino a FL 280 o 7.400 m.

Gli aerei di linea volano tra FL 300 e FL330, circa 600 - 1.500 m sopra di noi, quindi la distanza è davvero minima. È auspicabile non superare mai gli 8.000 m, anche con spazio aereo libero.



Il rimbalzo dell'onda del Cordón de Esquel è il secondo più potente conosciuto, dopo quello della Cordillera del Viento. La sua forza è dovuta al fatto che si tratta di una catena montuosa isolata tra due pianure, la massa d'aria è già stata «condizionata» attraversando le Ande e potrebbe essere in fase con una piccola catena posta a 20 km sopravvento. Il Cordón è alto solo 1.000 m, ma il rimbalzo genera un'ascendenza da 5 a 10 m/s continuando a più di 8.000 m. Il problema principale è la presenza di un controllore «difficile» che parla solo spagnolo. Si può vedere la pista appena sotto il naso dell'aliante.



No, non è un incendio boschivo, è il sole che sorge sopra i rotori sottovento alla Sierra de la Ventana, vicino a Bariloche, il nostro punto di aggancio dell'onda con vento dal settore Sud-Sud Ovest. Juan Mandelbaum era stupito quanto me.



Foto 12.0

Il Dr. Heini Schaffner dal vivo mentre sperimenta nel suo laboratorio di volo. L'EDS D1 fornisce ossigeno tramite cannule nasali indossate sotto una maschera stretta A-14 i cui flussi sono stati invertiti, il grande tubo corrugato fungendo da uscita attraverso tre filtri successivi, intrappolando l'umidità espirata e di conseguenza riducendo la formazione di ghiaccio sulla capottina e garantendo pressione espiratoria positiva (migliore ossigenazione nei polmoni, miglioramento della saturazione di ossigeno nella pulsossimetria del 4-5%). Efficienza e margine di sicurezza migliorato, ma difficile da applicare al grande pubblico.

¹ EDS[®]: **Electronic Delivery System**, Distributore Elettronico per ossigeno, prodotto da Mountain High E&S Co. 2244 SE Way, Suite 100, Redmond, Or. 97756 USA.

L'uso intelligente dell'ossigeno sembra essere stato dimenticato nei manuali di pilotaggio. Il Manuale di volo a vela francese (11a edizione) fornisce solo una pagina e mezza (su 320) su cosa non fare, ma non una riga su cosa fare o come usare l'ossigeno in modo intelligente. Peggio ancora, suggerisce al pilota che l'ipossia ipobarica non inizierebbe prima di 3.800m senza ossigeno aggiuntivo. Questa valutazione, vecchia di 50 anni, garantisce a malapena uno stato di allerta del pilota appena soddisfacente per il volo anche a quote basse: si è rivelata infatti causa di incidenti in passato.

Questo stesso manuale dedica meno di una colonna all'iperventilazione e solo cinque righe sulla sua interazione con l'ipossia. Per fortuna l'unico consiglio «respirare ossigeno e ridurre la frequenza e la profondità respiratoria» è giusto ma non sempre applicabile, poiché bisogna innanzitutto avere ossigeno ed essere anche consapevoli di ciò che sta accadendo, difficile nel caso di un fenomeno automatico ed inconscio.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

Vedremo che anche una lieve ipossia in volo è in realtà un fattore importante nel causare incidenti, motivo per cui deve, e fortunatamente può essere completamente eliminata con semplici azioni e dotazioni di base che, se oggi non pretendono di salvarvi la vita, vi impediranno sicuramente di vederla accorciata di qualche decennio. Sia in termica che in volo d'onda, non decollò mai per andare in volo senza le cannule nasali pronte ed il mio sistema di erogazione dell'ossigeno già in funzione, così come per il mio passeggero di cui sono io responsabile. Questo capitolo ha principalmente lo scopo di stimolare la responsabilità personale di ogni pilota, al fine di agire consapevolmente, poiché la legislazione è tristemente lassista e inadeguata per evitare i reali pericoli. Possa il nostro mondo volovelistico voltare pagina una volta per tutti, pagina aperta da quando il compianto Jochen von Kalckreuth², durante voli di ricerca sul volo in quota senza ossigeno, annunciò alla radio il 4 maggio 1977: "Sono a 6.000 m senza ossigeno." Queste furono le sue ultime parole... per sempre.

12.1 Avvertenza

Questo capitolo è stato scritto sotto la direzione e con la collaborazione del Dr. Heini Schaffner, medico, un esperto pilota di aliante e anestesista svizzero. Ha personalmente coordinato e partecipato come cavia a voli sperimentali per due stagioni in Patagonia e successivamente ha analizzato a distanza le misurazioni ottenute per le saturazioni di ossigeno nel sangue. Questo in collaborazione con Patrick McLaughlin, fondatore e ora direttore della ricerca e sviluppo di Mountain High Equipment & Supply Co, produttori dell'EDS, il sistema di erogazione elettronico di ossigeno. Ha guidato il lavoro di due studenti della ZHAW, Superior Professional School of Applied Sciences di Winterthur (Dipartimento dell'Aviazione). Lo scopo di questo studio era di misurare le quantità di O₂ erogate dall'EDS-02D1 in una camera ipobarica (con simulazione di quota che si innalza con incrementi da 1.000 m fino a 7.500 m), al fine di verificare le impostazioni consigliate dal manuale dell'apparecchio. Durante un volo effettivo (in un PC-6 militare, non riscaldato ne pressurizzato, salendo con incrementi di 1.000 m fino a 6.000 m), per ottenere le impostazioni necessarie per mantenere «zero ipossia» (livelli di saturazione come al suolo) ben sei «piloti di aliante cavia», di cui i due giovani e sportivi studenti maschi, una giovane femmina di 55 kg, un fumatore cronico di sesso maschile (più di 20 sigarette al giorno) uno

in sovrappeso (94 kg) maschio e un maschio più anziano di 69 anni. (Pilatus PC-6, Fig. 12.1.1 e 12.1.2.). Le conclusioni più utili per il mondo del volo a vela sono descritte nei paragrafi seguenti.

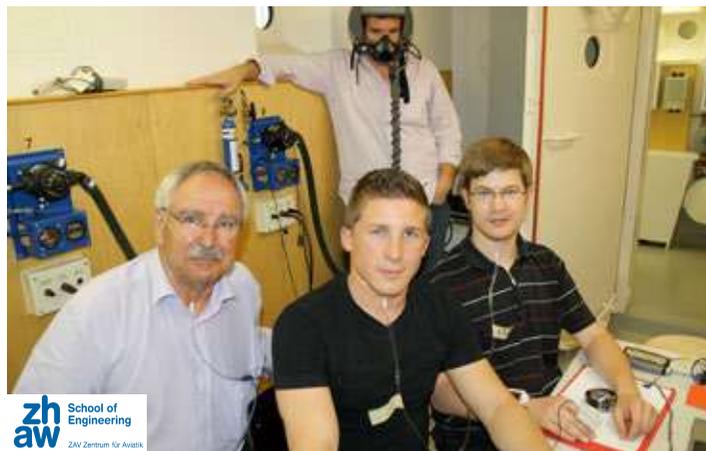


Fig. 12.1.1/1 Dr. Schaffner con entrambi gli studenti dello ZHAW (R. Ricci e A. Rätz). Camera ipobarica militare. Da notare che i due "medici della sicurezza" durante l'esperimento (quello non visibile ha scattato la foto) sono muniti di maschera e regolatore del tipo "diluter demand" A-20, mentre il gruppo di ricerca ha posto tutta la sua fiducia nell'EDS-02D1 e usavano semplicemente cannule nasali per il loro benessere.



Fig. 12.1.2 Volo di sperimentazione con incrementi di 1.000 m stabilizzati fino a 6.000 m utilizzando il Pilatus PC6 con 6 volovelisti "cavia" (il sesto scatta la foto), utilizzando l'EDS 02D1.

Oltre a questa ricerca, che è stata interamente ideata e finanziata dalla ZHAW con il supporto dell'Air Force Swiss, dal dottor Schaffner e io, si scopre che durante gli esperimenti effettuati in Patagonia nel 1999 nell'ambito del Mountain Wave Project, il Dr. Juergen Knüepfel, (vedi § 11.3), è arrivato alle stesse sorprendenti conclusioni e ha dichiarato ufficialmente in assemblea plenaria della IGC3 nel marzo 2014 che la regolamentazione attuale era inadeguata, persino pe-

² Segeln über den Alpen: Erlebnis und Technik of Hochgebirgsfluges. In aliante sopra le Alpi, Edizione SEIDEC, ISBN2-903978-4.

³ International Gliding Committee, Commissione rappresentante il volo a vela all'interno della FAI, Federazione Aeronautica Internazionale, avendo la sua sede a Losanna (CH).

ricolosa. Suoi propri consigli sono in perfetta armonia con le nostre conclusioni. Il suo rapporto preliminare è disponibile su seguente link <http://www.dg-flugzeugbau.de/sauerstoff-e.html> o utilizzando il QR Code Fig. 12.1.3.



Fig. 12.1.3 QR Code articolo Knüppel

Pur non avendo autorità né medica né aeronautica né legislativa, i risultati di questi anni di sperimentazioni hanno forgiato in noi convinzioni di tale importanza che riteniamo nostro dovere dividerle; vanno in una direzione più conservativa rispetto alla normativa vigente e hanno un solo obiettivo: rendere il pilota il solo responsabile delle sue azioni con cognizione di causa.

Ricordiamo l'attuale regolamentazione ed il suo percorso. I più importanti fenomeni fisiologici e neurologici (per lo più mal compresi dai piloti di aliante) associati all'ipossia lieve, e i risultati di esperimenti in cui si è cercato di trovare soluzioni pratiche, che possono essere utilizzate in aliante, al fine di aumentare la sicurezza nonostante l'ambiente ostile.

12.2 Storia della regolamentazione.

A nostra conoscenza la prima normativa sull'uso obbligatorio dell'ossigeno in quota è quella americana contenuta nel manuale FAR. 91.211. Originariamente questo era destinato al volo a motore e alla protezione di giovani piloti militari già in perfetta salute.

Questo non è poi mai cambiato, né ha tenuto conto dell'invecchiamento della popolazione di aviatori né per riflettere su eventuali patologie di natura lieve, molto diffuse, ma ammissibili in aviazione, come: il fumo, l'inattività fisica, il sovrappeso, lo stress di varie origini, che colpiscono una minoranza di piloti di età superiore ai 50 anni, che sono una parte crescente ed essenziale della popolazione del volo a vela.

Il Codice delle regole federali della FAA Federal Aviation Administration, dice:

Sez. 91211 alla voce: *Ossigeno supplementare.*

Nessuna persona può operare un aeromobile civile con marche nel registro degli Stati Uniti:

- 1) *Ad altitudine di pressione in cabina superiore a 12.500 ft (3.810 m AMSL) fino a ed inclusi 14.000 ft (4.270 m AMSL) A MENO CHE l'equipaggio di volo minimo richiesto sia provvisto di ossigeno supplementare e lo utilizzi per quella parte del volo in quota per durata superiore a 30 minuti;*
- (2) *Ad altitudine di pressione in cabina superiore a 14.000 ft (4.270 m AMSL) A MENO CHE l'equipaggio di volo minimo richiesto sia provvisto di ossigeno supplementare*

... e utilizzi DURANTE l'intero tempo di volo a tali altitudini; e

- (3) *Ad altitudine di pressione in cabina superiore a 15.000 ft (4.575 m AMSL) A MENO CHE a ciascun occupante dell'aeromobile sia fornito ossigeno supplementare.»*

In conclusione, il pilota di un aeromobile immatricolato negli USA può volare "legalmente" tutto il giorno a 3.800 m e mezz'ora a 4.270 m senza dover utilizzare ossigeno supplementare. Il suo passeggero può anche passare legalmente la giornata a 4.572 m senza ossigeno. Non ci sono specifiche o raccomandazioni sull'attrezzatura di erogazione o portata in relazione dell'altitudine. Quando il lettore avrà terminato questo capitolo, sarà tentato di concludere che queste norme aeronautiche sono le più generose, ma anche le più suscettibili di provocare incidenti.

Il nuovo regolamento europeo in vigore dal 24 aprile 2014, è solo un altro piccolo passo nella giusta direzione, però continua nell'errore di suggerire al pilota che sarà salvo dall'ipossia al di sotto di un certo limite di quota e che i legislatori hanno certamente previsto un margine di sicurezza sufficiente. Poiché il rispetto di questi limiti di altitudine è difficile da controllare, alcuni principianti del volo a vela sono tentati di sfidarli. Inoltre, il nuovo regolamento ignora la fase di lieve ipossia che invece esiste prima dell'assunzione di ossigeno supplementare e non tiene conto dell'età, del peso o stato di salute nel giorno del volo o della sua attività muscolare (stress, brividi) o episodi di respirazione periodica a partire da ca. 2.400 m.

«CAT.IDE.S.125 Ossigeno supplementare

Gli aliante utilizzati ad altitudini di pressione superiori a 10.000 ft (3.050 m AMSL) devono essere dotati di un apparato di immagazzinamento e di erogazione di ossigeno che dispensi ossigeno per la respirazione sufficiente a fornire:

- (a) *i membri dell'equipaggio per un periodo superiore a 30 minuti quando l'altitudine sarà compresa tra 10.000 ft e 13.000 ft (3.965 m AMSL); e*
- (b) *tutti i membri dell'equipaggio e i passeggeri per qualsiasi periodo in cui l'altitudine di pressione sarà superiore a 13.000 ft (3.965 m AMSL).»*

La regola è la stessa per gli aerei a motore non pressurizzati.

Perché 10.000 ft (3.050 m)? Perché è l'altitudine alla quale la saturazione di ossigeno nel sangue periferico (SpO2) di una persona giovane ed in buona salute scende al di sotto del 90%, che è la soglia minima nella quale il metabolismo cerebrale anaerobico (senza ossigeno) inizia ad intervenire,



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

abbassando il carburante neuro cellulare (ATP). Inoltre, non si tiene ancora conto del fatto che la funzione polmonare è naturalmente ridotta in qualsiasi pilota che invecchia o durante qualsiasi volo lungo, anche al di sotto dei limiti di altitudine, vedi fig. 12.2.1 (Nota 4.)

Un piccolo passo è stato fatto nella giusta direzione, anche per il passeggero (trattato come di minore importanza, e ritenuto meno vulnerabile o più resistente) per il quale il tetto massimo è stato ridotto da 15.000 ft (4.572 m) a 13.000 ft (3.962 m).

Vedremo più avanti che questa riduzione è ancora chiaramente inadeguata perché l'ossigenazione cellulare, che fa fede, non dipende solo dall'altitudine, ma anche dall'efficienza della respirazione, soprattutto tra i piloti sopra i 50 anni e durante lo stress, apnea (durante la minzione, concentrazione in caso di problemi gravi, volo impegnativo ecc.), respirazione periodica o tipo Cheyne-Stokes, lunghe chiacchierate con il copilota o con il controllore del traffico aereo, bere, mangiare un panino, sbadigli, schiarirsi la gola, tosse, ecc.).

Tutte queste sono situazioni inevitabili durante il volo ad alta quota e sono quelle che causano cadute temporanee nella saturazione di ossigeno. Anche con questa nuova regola, il pilota può sempre volare «legalmente» (non intelligentemente) senza ossigeno indefinitamente al di sotto di 10.000 ft (3.050 m), può salire fino a 13.000 ft (3.962 m) senza ossigeno per ventinove minuti e poi di nuovo giù a 3.050 m, di nuovo su, e così via. Per quanto riguarda il suo passeggero (di sconosciuta idoneità medico-aeronautica), può passare l'intera giornata a 13.000 ft (3.962 m) senza ossigeno supplementare.

12.3 Richiami di base sulla medicina aeronautica (semplificata).

a) Il ruolo dell'ossigeno.

Ossigeno (ossidante) e glucosio (combustibile) sono le molecole di base del metabolismo neuro cellulare, da cui acqua (H₂O), anidride carbonica (CO₂) e ATP (adenosina-5-trifosfato), detto anche combustibile cellulare, sono i prodotti finali. L'ATP fournit l'énergie nécessaire à toutes les réactions biochimiques reconstituantes, servant comme un accumulateur rechargeable. Le problème est que les très faibles réserves cellulaires d'ATP du cerveau ne permettent que 11 secondes de conscience résiduelle

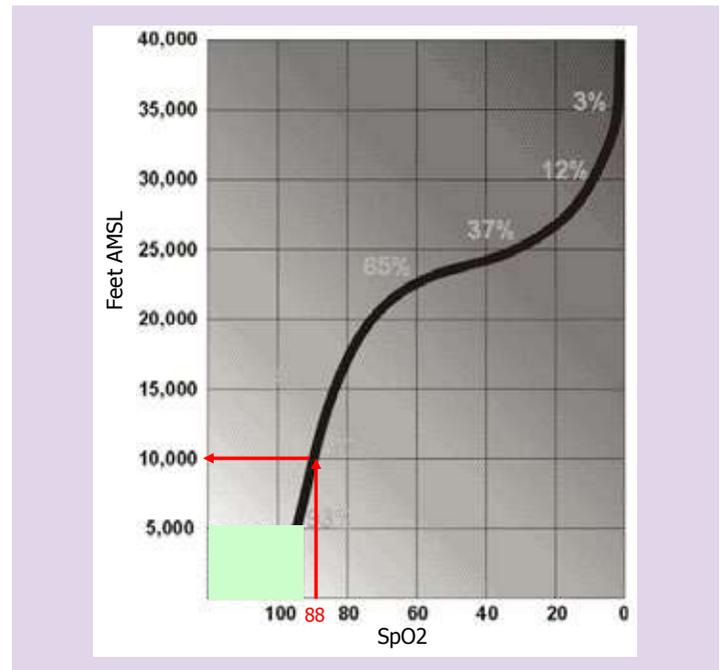


Fig. 12.2.1. Figura 12.2.1. Variazioni della saturazione di ossigeno con l'altitudine. Al di sotto dell'88%, corrispondente a 10.000 piedi, le funzioni cognitive iniziano a degradarsi. Questa è la soglia di allarme scelta per i nostri pulsossimetri. I medici ritengono che il minimo normale del 93% sia già stato raggiunto a 1.500 AMSL (5.000 piedi).

L'ATP fornisce l'energia per tutte le reazioni biochimiche, fungendo da batteria ricaricabile. Il problema è che le riserve molto basse di ATP delle cellule cerebrali consentono solo per 11 secondi di aver coscienza residua dopo il mancato rifornimento (con arresto circolatorio). L'ATP deve essere rigenerato in modo continuo e alla massima capacità in modo che qualsiasi meccanismo che rallenti o impedisca la rigenerazione provocherà malfunzionamenti cerebrali, tipicamente impercettibili, all'inizio, per l'individuo interessato.

A differenza di un motore a benzina che esaurisce il carburante, e deve solo fare rifornimento per riavviarsi, le cellule nervose a cui è stato negato l'ATP smettono di funzionare in pochi secondi e muoiono in pochi minuti.

L'ossigeno si sposta sempre verso aree a bassa pressione parziale (come l'acqua che scorre lungo un pendio dalla sorgente al mare), penetra nella membrana cellulare nei polmoni, si dissolve fisicamente nel plasma (3%), ma viaggia per lo più attaccato all'emoglobina nei globuli rossi (97%). All'arrivo nei vasi sanguigni più piccoli del cervello, i capillari, la sua successiva diffusione nelle cellule nervose (neuroni) richiede una pressione parziale residua sufficiente (assoluta) difficile da ottenere se si abbassa la

⁴ Linda D. Pendleton, *When Humans Fly High: What Pilots Should Know About High Altitude Physiology, Hypoxia, and Rapid Decompression*, 7 novembre 1999, O AVWeb 2014.

pressione barometrica circostante.

Nella fig. 12.3.0, mostriamo la pressione disponibile per «spingere» l'ossigeno negli alveoli in profondità all'interno dei polmoni nel sangue in relazione all'altitudine (tabella di Harry Oxe 2003 medico anestesista australiano e pilota di aliante).

Si noti che la pressione alveolare dell'ossigeno è notevolmente inferiore a quella dell'aria inspirata perché è stata umidificata (- 47 mmHg) e perché sostituita con il CO₂ espirato, portata ai polmoni dal ritorno del sangue venoso. Vediamo che a 10.000 ft, la pressione alveolare è scesa da 103 a 61 mmHg o una riduzione del 41%, mentre la pressione parziale dell'ossigeno inspirato è scesa solo da 159 a 110 mmHg, solo il 31%.

La situazione è peggiore di quanto ci si potesse aspettare ed il limite di 10.000 ft appare più scelto per la sua facile memorizzazione che per l'adeguatezza dell'ossigenazione, poiché questo limite rimane troppo alto per una buona funzione cerebrale, soprattutto per lunghi voli.

ft	m	hPa	%O ₂ Alveolare richiesta
0	0	1013	21
5.000	1.524	842	25
10.000	3.048	696	30
15.000	4.572	570	37
20.000	6.096	465	45
25.000	7.620	375	56
30.000	9.144	300	70
34.000	10.363	249	100

Ciò significa che a 34.000 ft (10.363 m), è solo respirando ossigeno puro che si può mantenere la saturazione minima di ossigeno sicuro del 90%, che è possibile solo con una maschera completamente sigillata e una distribuzione di ossigeno di tipo «diluter demand», ovvero «Pressure demand», che abbiamo solo raramente nei nostri alianti in quanto troppo ingombrante e perché consuma troppo ossigeno. In realtà ci vorrebbe già una cabina pressurizzata. I pochi fanatici che superano i 9.000 m con solo un EDS (sia con maschera che con cannule) dovrebbero sapere che stanno sfidando la morte, o per perdita di coscienza in volo o per edema polmonare (gonfiore) o peggio, edema cerebrale, o come minimo, se si è sopravvissuto al coma ipossico, si avranno alcune conseguenze neurologiche a lungo termine, per esempio: cecità e senilità prematura, correlate alla perdita di milioni di neuroni della corteccia cerebrale. Per fare l'esempio della normativa europea, la pressione dell'aria a 10.000 ft (3.048 m) è inferiore del 30% rispetto al livello del mare e bisognerebbe respirare una miscela contenente il 30% di ossigeno mentre l'aria ne contiene solo il 21%. Quindi uno ne avrebbe bisogno del 50% in più! È chiaro che respirando aria in ambiente a questa altitudine si avrà già una leggera ipossia con degrado di alcune funzioni cognitive (memoria, motivazione, pazienza, piacere, resistenza, poco interesse per le informazioni, analisi, riflessione, concentrazione, apprendimento, anticipazione, ecc.) perché il corpo non ha una stretta autoregolazione della respirazione a causa di una semplice ipossia, per quanto lieve.

A		B	C	D
(ft)	(m)	(mmHg)		
0	0	760	159	103
5.000	1.524	632	133	81
10.000	3.048	523	110	61
12.000	3.658	483	101	54
13.000	3.962	465	97	51
14.000	4.267	447	94	48
15.000	4.572	429	90	45
20.000	6.096	350	73	34
25.000	7.620	282	59	30

Fig 12.3.0 Pressioni disponibili per spingere l'ossigeno nel sangue

A: Altitudine

B: Pressione atmosferica

C: Pressione parziale inspirata dell'ossigeno

D: Pressione parziale alveolare dell'ossigeno all'interfaccia aria/sangue

b) Riduzione dell'ossigeno con l'altitudine.

Sebbene la composizione dell'aria (contenente il 21% di ossigeno) non cambi con l'altitudine, la pressione barometrica diminuisce, e quindi la pressione parziale dell'ossigeno diminuisce nelle stesse proporzioni; quindi se si vuole mantenere un livello di saturazione di ossigeno nel sangue uguale a quello a livello del mare, si deve respirare una miscela le cui percentuali sono nella tavola seguente:

Contro questo, una ipossia avanzata provoca una marcata iperventilazione, un ultimo disperato tentativo di evitare il peggio. Un'oggettiva riduzione della visione notturna e del campo visivo, impercettibile per l'individuo interessato, una ridotta capacità di apprendimento, con riduzione della capacità di eseguire compiti nuovi o complessi, in



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

particolare quelli di qualsiasi emergenza o che richiedono rapidità, consapevolezza e processo decisionale, sono purtroppo tra i primi deficit neurologici nell'ipossia.

Si può anche notare che il limite superiore di 15.000 ft (4.572 m) della normativa statunitense provocherà una significativa ipossia poiché la pressione parziale dell'ossigeno è diminuita del 56 % e per avere le idee chiare si dovrebbe aumentare la quantità di ossigeno del 76 % (dal 21 % al 37 %) rispetto al livello del mare. Il pilota è quindi inconsapevolmente in pericolo, poiché le sue facoltà mentali sono notevolmente ridotte, anche se temporaneamente, soprattutto se il volo dura diverse ore. Se durante il volo non si presenta alcun problema, rischia comunque di soffrire di un mal di testa notturno che di solito sarà nella fronte e di forte intensità, sintomo cardine del mal di montagna acuto.

Al contrario, se la situazione si aggrava durante il volo, una semplice deviazione meteorologica, una comunicazione radio in una lingua straniera, un atterraggio di emergenza, allora ci si avvicina molto pericolosamente ad una situazione di disastro.

c) Misurazione della quantità di ossigeno nel sangue: saturimetria, ossimetria.

Poiché non possiamo misurare i livelli di ATP nei neuroni, ci accontenteremo di misurare facilmente quale percentuale è in piena della capacità di trasporto di ossigeno nei globuli rossi (saturazione di O₂ nel sangue).

Questo non dipende solo dalla pressione parziale di O₂ disponibile, ma è anche un buon indicatore della funzione polmonare che può essere anche limitata dalla sola età, asma, bronchite, tosse, fumo, inattività, accelerazione nelle curve strette o in spirali, apnea durante gli episodi di respirazione periodica di tipo Cheyne-Stokes, nonché principalmente da edema polmonare ipossico progressivo che è sostenuto da vasocostrizione generalizzata nei polmoni (---> ipertensione polmonare) durante ipossia ipobarica, ecc.

Qualsiasi ipossia cellulare (o mancanza di ATP), per quanto lieve, provoca ritenzione idrica («fluidificazione») nelle membrane e quindi aggiunge un ulteriore ostacolo alla diffusione dell'ossigeno attraverso questo sottile strato acquoso.

Il temuto edema cerebrale e polmonare nell'alpinismo completa il quadro di questa degenerazione spesso mortale che inizia già a livelli bassi e quindi colpisce in misura minore il pilota durante i lunghi voli alpini, sebbene i danni clinici siano rari.

Ci sono sul mercato un gran numero di pulsossimetri portatili, il riferimento nel campo è il Nonin, ma il suo uso nei

lunghi voli di aliante può essere fuorviante per i seguenti motivi:

- se il flusso sanguigno della punta delle dita del pilota è basso (stress, freddo, compressione vascolare da sforzo), cosa che non dovrebbe sorprendere in aliante; il debole polso del dito impedisce all'ossimetro di calcolare correttamente il livello di saturazione;
- la luce esterna che invade il sensore può anche distorcere i risultati, bisogna quindi fare attenzione a coprire il dito con il sensore acceso con un ditale o cappuccio in pelle nera, altrimenti molte letture errate legate alla luce solare rendono incerta l'interpretazione.
- Durante la lettura di solito forniscono solo il valore di pochi istanti fa, e non contengono una memoria che consenta analisi approfondite dopo il volo. Ma comunque questo strumento è sempre meglio di niente!



Fig. 12.3.1 pulsossimetro (saturimetro) da dito.

In ogni caso, la saturimetria non ci informa sull'effettivo trasporto dello O₂, da parte del sangue. Usando le linee aeree come esempio la capacità di passeggeri di un aereo commerciale ci dice solo l'occupazione media dei posti, ma non terrà conto del numero di aeromobili operativi (globuli rossi) con la loro offerta di posti, la loro velocità media in volo e i vari ritardi, ecc.

A condizione che i pre requisiti sopra menzionati siano realizzati allora questo pratico pulsossimetro potrebbe essere utilizzato per la verifica periodica della corretta

ossigenazione di un pilota utilizzando ossigeno supplementare dal suo EDS, nonché per identificare o escludere possibile ipossiemia in caso di sintomi specifici o qualsiasi alterazione soggettiva percepita. Dovrebbe quindi essere presente nella tasca di qualsiasi pilota di aianti in partenza per lunghi voli ad alta quota, soprattutto in biposto, a maggior ragione se il passeggero non è un pilota addestrato, nel qual caso dovrebbe essere addestrato prima del decollo su come utilizzare l'ossimetro.

Durante i nostri esperimenti in Patagonia, abbiamo utilizzato un pulsossimetro a registrazione continua, dal quale i dati sono stati trasferiti a un computer dopo il volo, poi elaborati da un software specifico e poi collocato in parallelo cronologico con i dati del registratore di volo («logger» IGC). Tutti gli eventi esterni come bere, mangiare, comunicare via radio, urinare, starnutire, soffiarsi il naso, tossire, telefonare, sonnecchiare, difficoltà meteorologiche, impazzire con le mappe, ecc. sono stati documentati e segnalati sul grafico della saturazione e della frequenza cardiaca.

Questo strumento ha permesso di rilevare una serie di anomalie ma anche di fornire e provare soluzioni che mostreremo in seguito. La Fig. 12.3.2 mostra l'installazione di un pulsossimetro registratore CMS-50F in condizioni «patagoniche», con protezione del sensore da ditale in pelle nera e guanti a muffola. Ha sempre funzionato in maniera impeccabile, peccato però che lo schermo sia illeggibile in volo per mancanza di luminosità di fondo del display OLED.

d) Dispositivi di erogazione dell'ossigeno.

Ci sono una varietà di dispositivi di erogazione dell'ossigeno, nessuno è perfetto, ma ognuno può svolgere molto bene il suo ruolo per un uso specifico. L'argomento è stato trattato in modo esauriente da Federico Martinez (rif. 19), e ne che consiglio la lettura.

I dispositivi a flusso costante sono adatti a voli brevi, destinati sia ad insegne di quota che a piccoli voli di addestramento. Supponendo che si abbia una bombola con una capacità di 2,4 litri riempita a 180 bar, utilizzando una portata continua di 1,5 l/min (in realtà dovrebbe essere 1,0 l/min a 3.000 m, o da 0,5 a 2,0 l/min tra il suolo e 6.000 m) fornisce al massimo quattro ore e quaranta minuti di utilizzo. Poiché è raro trovare una tale pressione e poiché alcuni club si rifiutano di erogare più di 130 bar (il limite di alcuni modelli di cilindro), l'utilizzo pratico è in realtà vicino alle tre ore.

Da 5.000 m è consigliabile avere una maschera sigillata dotata di valvole inspiratorie ed espiratorie e un palloncino di gomma che riceve un flusso continuo di ossigeno per non sprecare ossigeno durante l'espirazione. Questi dispositivi hanno il vantaggio di essere semplici, compatti e abbastanza economici. Mountain High offre il pacchetto completo di regolatore di pressione XCR, flussometro graduato in migliaia di piedi, cannula serbatoio («Oxymizer»), tubazioni e bombola di alluminio da 1 litro a 155 bar per 525 US\$, il tutto per una durata dichiarata di 2,9 ore a 5.500 m.



Fig. 12.3.2 Pulsossimetro registratore CMS-50F in condizioni Patagoniche.



Fig. 12.3.2a Pacchetto completo Mountain High a flusso continuo, semplice ed efficiente. Il misuratore MH3 (verde) è graduato fino a 18.000 piedi (5.486 m), il modello MH4 (colore rosso) fino a 25.000 piedi (7.620 m), l'altezza massima consentita.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

Dispositivi chiamati «Diluitore – A Domanda».

Il regolatore della miscela aria/ossigeno ha una valvola meccanica per l'ossigeno che si apre solo durante l'inspirazione. Possiamo stimare il tempo di utilizzo circa 1,3 - 1,5 volte quello del dispositivo a flusso costante. Ho avuto questo sistema (Scott) negli anni '80, il che mi ha permesso di fare i miei primi 1.000 km, ma in quel momento utilizzavo l'ossigeno solo sopra i 4.000 m, ancora inconsapevole dei rischi. Questo prodotto è scomparso dal mercato del volo a vela ma è ancora fortemente presente nei cockpit dell'aviazione militare e generale.

Dispositivi chiamati «Pressione – A Domanda».

Questo è il mitico sistema di regolazione e maschera A-14 (fig. 12.3.3), o il suo successore A-20, (fig. 12.3.4), dell'US Air Force e della RAF, utilizzato dal febbraio 1944 durante missioni di ricognizione e bombardamento alleato della Germania. Alla fine della guerra, fu montato praticamente su tutta la flotta dell'aviazione anglo-americana.



Fig. 12.3.3 Regolatore US «a richiesta di pressione» A-14. A sinistra, di una monoposto «Nimbus». A destra, sedile posteriore di un biposto ASH25.



Fig. 12.3.4 Maschera ed elmetto A-20.

Dai primi anni '50, questo era il riferimento e montato su tutti gli aerei utilizzati all'epoca per le insegne di quota. Oggi questi si trovano più facilmente nei bazar, negli USA surplus o su e-Bay che negli aerei, per i seguenti motivi:

- Occorre una linea di ossigeno ad alta pressione (200 bar) fino ad un regolatore posto alla portata del pilota; tubazioni in rame o in acciaio inox (pericolose in caso di incidente); sono di costruzione delicata, richiedono una manutenzione regolare e sono pesanti.
- La dimensione del regolatore è difficilmente compatibile con lo spazio ristretto dei moderni aerei. Anche la maschera con il suo tubo corrugato è molto ingombrante e va chiusa ermeticamente perché è leggermente pressurizzata, non si può più parlare con il passeggero e la capsula microfonica incorporata deve essere di un'impedenza compatibile con la radio di bordo
- L'arrivo sul mercato dell'EDS offre circa il doppio del tempo di utilizzo di una bombola della stessa dimensione. In compenso ha il vantaggio di essere molto affidabile e l'attivazione della funzione ossigeno al 100% permette

una leggera pressurizzazione della maschera e quindi la capacità di superare gli 11.000 m senza rischiare nuovamente l'ipossia (vedi tabella § 12.3.b).

Ma altri molteplici rischi associati alla pressione molto bassa, come la sindrome da decompressione (DCS o MDD), il freddo estremo, le conseguenze potenzialmente mortali di un guasto a questa altitudine e l'elevato consumo di ossigeno, fanno sì che questa apparecchiatura non trovi uso per il pilota di aliante medio. Tenete presente che questo prodotto è stato progettato per piloti di caccia molto giovani e perfettamente sani, niente a che vedere con l'attuale popolazione nel volo a vela.

Dispositivi «Pulse - demand». Sono essenzialmente i Mountain High EDS (Electronic Delivery System) (vedi in seguito). Sebbene questo sistema abbia ancora alcuni "bug", questo è di gran lunga il più semplice, il più efficace e soprattutto il più efficiente sistema di ossigeno di tutto ciò che esiste sul mercato (il tempo di utilizzo è quasi triplicato con questo apparecchio). Funziona come attrezzatura aggiuntiva, non è installato in modo permanente, quindi non è richiesta alcuna certificazione. Questo è quello che oggi viene utilizzato dalla stragrande maggioranza dei piloti che fanno record e voli di alta quota su entrambi gli emisferi del pianeta. Il costo è trascurabile rispetto al costo dell'aliante e tutti gli altri gadget che riempiono il quadro strumenti. Lo starter kit offre quattro ore di utilizzo e costa 825 US\$. Fig. 12.3.4a).



Fig. 12.3.4a Lo starter kit di Mountain High con una bombola da 1 litro fornisce quasi 4 ore di utilizzo oltre 5.000 m e costa USD 825 (negli USA).

Ci sono altri produttori, principalmente collegati a patologie di carattere respiratorio, per es. l'Oxytron di Weinmann, il «Flowtimer» di Mr. Spiegelberg, sistemi di erogazione dell'ossigeno a richiesta automatici regolabili, ma non controllati dall'altitudine.

Al contrario nessuno offre la ricchezza di funzioni e la reattività di Mountain High, la cui collaborazione è stata apprezzata nella valutazione dei difetti e delle loro risoluzioni (alcune ancora in corso).

e) Sintomi ipossici ed effettivo tempo di prestazione (EPT).

Ogni pilota deve imparare ad identificare i propri sintomi di ipossia acuta man mano che si presentano, perché, partendo dal presupposto che il pilota abbia già le canule al loro posto e l'EDS in funzione, qualsiasi sensazione anomala o la minima difficoltà potrebbe essere un segnale di avvertimento di guasto del sistema di erogazione, il che deve essere risolto senza indugio.

Ricordiamo che gli allarmi dell'EDS non sono sempre affidabili e solo ripetuti controlli delle proprie funzioni psicofisiologiche (autonoma o meglio tramite terzi), garantiranno un volo in tranquillità e sicurezza. L'altro membro dell'equipaggio o gli amici alla radio, siano essi a terra o in aria, possono rilevare in modo affidabile l'ipossia acuta nelle chiamate radio se le sue risposte sono lente, indecise, poco articolate, vaghe o il linguaggio poco chiaro e comunque dall'assenza di risposta.

Sebbene lo scopo di questo libro sia quello di mettere in guardia e prevenire l'ipossia leggera, cioè tra l'85% e il 90% di saturazione, ricordiamo nella tabella 12.3.5 di seguito i diversi sintomi a seconda della SpO2 e della quota. Dobbiamo ricordare che sebbene ogni individuo possa reagire prima o poi, i sintomi sono abbastanza ripetitivi per la stessa persona nelle stesse condizioni.

Nel rivedere i grafici di saturazione negli esempi a seguire, sarebbe bene che il lettore tornasse spesso su questa tabella in modo da prendere nota dei sintomi e dei segnali di allarme, spesso «insidiosamente» accusati dal pilota in funzione delle saturazioni osservate.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

Fase	Saturazione SpO2	ALTITUDINE		SINTOMI E POSSIBILI SEGNI CLINICI
		Piedi (ft)	Metri	
Indifferente Pericolo subdolo	90-93 %	5,000 a 10,000	1,500 a 3,000	Riduzione della visione notturna Iperventilazione Emicrania Ridotta capacità di svolgere nuovi compiti, di gestire una situazione di emergenza
Compensazione Pericolo latente!	80-90 %	10,000 a 15,000	3,000 a 4,500	Giudizio alterato, difficoltà calcolo mentale Coordinazione alterata inclusa la scrittura Efficienza ridotta, reattività più lenta Visione a tunnel, colori sbiaditi, visione doppia Formicolio Sbadiglia Perdita di memoria Confusione, euforia, sensazione di benessere, seguiti da Sonnolenza
Disturbi Pericolo imminente	70-80 %	15,000 a 20,000	4,500 a 6,000	Alterazione della capacità di pilotaggio Assenze, vertigini Alterazione della scrittura Difficoltà espressive Coordinazione neuromuscolare compromessa (atassia) inclusa la scrittura Visione tunnellare, colori sbiaditi, Perdita di sensibilità al dolore Alterazione delle funzioni intellettuali Perdita di memoria Giudizio alterato Perdita di conoscenza
Critico	60-70 %	20,000 a 25,000	6,000 a 7,500	Disturbi della circolazione sanguigna Arresto del sistema nervoso centrale Convulsioni Collasso cardiovascolare Morte

Fig. 12.3.5 Tabella dei sintomi dell'ipossiemia in base alla saturazione in ossigeno e alla quota

(acclimatazione), alla loro età, ma ci si aspetta che sia entro questi limiti, nel caso in cui nel periodo precedente sia avvenuta un'ossigenazione adeguata. Vedi figura 12.3.6.

In caso di guasto totale e improvviso del sistema di distribuzione dell'ossigeno, il problema è diverso: devi reagire rapidamente prima di perdere la capacità di farlo. Il Tempo Effettivo di Efficienza (Efficient Performance Time, EPT), che oggi sostituisce il vecchio "Time of Useful Consciousness" (TUC), è il tempo che intercorre tra il momento, rilevato o meno, di interruzione dell'apporto di ossigeno o l'insorgenza di apnea prima che il pilota perda la capacità di effettuare un'azione correttiva; è inferiore al TUC e la perdita di coscienza può, ma non necessariamente, verificarsi subito dopo.

Può variare da individuo a individuo in base alla loro attività mentale e fisica, all'altitudine della loro vita abituale

Altitudine		EPT teorico in laboratorio	EPT pratico in alianti
ft	m	min	min
18 000	5 490	20-30	10-15
20 000	6 100	<10	<5-6
22 000	6 710	8-10	4-5
25 000	7 625	3-5	2-3
30 000	9 150	1-2	0,5-1
34 000	10 370	0,5	<0,5
40 000	12 200	1/3	<0,2

Un'improvvisa mancanza di ossigeno a 6.000 m non è di per sé catastrofica, perché lascia ca. 5-6 minuti come tempo di reazione effettivo per estrarre il kit di ossigeno di emergenza o per iniziare una rapida discesa al di sotto di 4.500 m, dove il rischio di perdere conoscenza è virtualmente zero, ma non il rischio di perdere parte della tua efficacia di reazione!

Ma attenzione: questi valori, provenienti da test effettuati molto tempo fa in camera ipobarica, sono validi solo per giovani in buona forma fisica, i cui polmoni erano precedentemente sufficientemente riempiti di ossigeno (corrispondente al 100% SpO₂) durante la salita, vale a dire con una maschera stagna respirando la piena percentuale di ossigeno richiesta per l'altitudine, prima dell'esposizione improvvisa all'aria rarefatta in alta quota simulata in una camera ipobarica. In un aliante che vola ad alta quota, la situazione di partenza è molto diversa poiché si sta operando a circa il 90% di SpO₂ e l'inizio di una mancanza di ossigeno spesso non è immediatamente percepita. In pratica si dovrebbe considerare che l'EPT per un pilota di aliante che vola ad oltre 6.000 m è circa la metà di quello della colonna della camera ipobarica nella tabella sopra.

Al contrario, si può mettere in dubbio l'interesse di alcuni «fanatici» che salgono a più di 10.000 m con solo un EDS la cui batteria è congelata, non offrendo alcuna garanzia di prestazioni e consentendo al pilota solo 30 secondi per reagire in caso di guasto, chiaramente insufficiente. Il pilota, che nel dicembre 2006 è salito a 10.700 m in Patagonia per tentare un record con un DG400 con solo un EDS, si sarà reso conto di aver rischiato la vita solo per un pezzo di carta? Questo record è stato successivamente rifiutato per violazione dello spazio aereo perché non aveva l'autorizzazione per salire a FL 350. Eppure era un pilota di linea e un pilota di alianti da record.

12.4 Raccomandazioni essenziali per la manipolazione dell'ossigeno.

Quale ossigeno? Questa è una domanda ricorrente che ha una sola risposta: esiste un solo tipo di ossigeno gassoso "industriale". Le altre tipologie (analitiche, laser, O₂ al 99,995 %, ecc.) sono delle specialità al di fuori dei normali canali di distribuzione industriale. Il prodotto che utilizziamo è puro al 99,5%. Nella maggior parte dei paesi del mondo, è prodotto dalla distillazione di aria liquefatta criogenicamente conservata in forma liquida a -180 °C sotto pressione atmosferica. I distributori regionali sono quindi res-

ponsabili del riempimento delle bombole a ca. 200 bar in Europa (nota 5), e raramente a più di 180 bar negli USA. Sia per saldatura, ossigenazione del pesce, sbiancamento della pasta della carta, o usi medicinali, il gas è sempre lo stesso.

Solo l'applicazione finale porta che i circuiti di riempimento, la gestione e la tracciabilità sono diversi (soprattutto per l'ossigeno uso medico), ma il prodotto ha la stessa provenienza. In Europa non c'è difficoltà a trovare ossigeno detto «aeronautico», per il quale ogni bombola di alimentazione viene seguita (tracciata), svuotata del suo contenuto dopo il ritorno, e quindi riempita e «lavata» con ossigeno e/o azoto (secondo il produttore), drenata di nuovo e riempita di ossigeno. La qualità per quello ad uso avionico differisce dalla qualità medica e industriale per il controllo sistematico del contenuto di umidità ed idrocarburi oltre al rispetto di limiti più severi. Tutte le bombole vengono controllate regolarmente, controllate e provate a 1,5 volta la pressione di esercizio e le valvole vengono cambiate sistematicamente. In alcuni luoghi più remoti, come la Patagonia, l'ossigeno per aviazione non è attualmente disponibile e usiamo l'ossigeno standard predisposto per qualsiasi applicazione industriale, saldature, lavaggio, trasporto di pesce vivo (il famoso salmone cileno e la trota di lago), ecc. Le bombole non vengono in alcun modo tracciate, vengono semplicemente svuotate prima del riempimento senza misurazione di eventuali impurità che potrebbero essere presenti nella bottiglia. Nessuno ha mai segnalato problemi e riempiamo le bottiglie in posizione verticale in un carrello in modo che eventuali impurità più dense rimangano sul fondo. Il posizionamento orizzontale su un rimorchio non è l'ideale per questo tipo di prodotto.

Il rischio è che un precedente utilizzatore abbia svuotato completamente la bombola e non abbia chiuso la valvola, permettendo l'ingresso di aria umida (inaccettabile in aviazione), polvere o peggio impurità organiche (insetti, mosche muratorie, idrocarburi, ecc.) Per questo motivo, alcuni fornitori dotano lo scarico delle bombole di ossigeno per uso medico o aeronautico con una valvola limitatrice di pressione che mantiene una piccola pressione residua nella bombola. Attenzione: alcuni modelli di flessibili di trasferimento o di regolatori di pressione hanno un "dente" che forzerà l'apertura di questa valvola; è da evitare assolutamente. Alcuni fornitori rifiutano, giustamente, di ritirare una bombola di ossigeno da respirare completamente vuota.

Come prova che possiamo inalare ossigeno standard se quello ad uso avionico non è disponibile, il regolamento US FAR Part 135, richiede che l'operatore deve essere in grado di fornire Aviation Breathing Oxygen (ABO) o «un'alternativa

⁵ Psi = pound per square inch, libbre per pollice quadrato. 1 bar (1.000 hPa) = 14,5 psi, 1 psi=0,07 bar



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

accettabile» [quindi ossigeno standard ndr]. Tuttavia la l'Art. part. 91 prevede che la decisione sia a discrezione del pilota (Nota n. 6).

La massa specifica dell'ossigeno è 1,43 kg/m³, è più pesante dell'aria secca (1,28 kg/m³), quindi assicurati di ventilare le parti inferiori dei locali di stoccaggio, l'ideale è un magazzino aperto all'esterno. Una bombola per aliante standard (ad es. Mountain High CFF 480) da 2,4 litri e 200 bar contiene quindi 0,7 kg di ossigeno. Nel mio caso, la bombola principale da 9 litri che contiene 2,5 kg di gas è posizionata 2m dietro il bordo d'attacco, quindi il pieno di ossigeno sposta il baricentro indietro di 2 punti percentuale (dall'intervallo accettabile), che non è del tutto trascurabile.

La ricarica delle bombole «in privato» utilizzate negli alian- ti, da parte dei rivenditori ufficiali, è in linea di principio un'operazione non autorizzata in Francia e in Italia. In pas- sato a volte mi chiedevano di portare il certificato di collaudo idraulico o la fattura per verificare la data di scadenza, ogni scusa era buona per dissuadere il cliente. Oggi a quanto pare non è possibile, almeno ufficialmente.

Se il club non lo ha già, dovrebbe investire nel noleggio di almeno una bombola grande (una B50 da 50 litri a 200 bar offre 10.000 litri a pressione atmosferica) e avere cura di chiudere la valvola con la chiave! Durante le nostre spedi- zioni, dove voliamo in onda quasi tutti i giorni, abbiamo tre bottiglie B50 usate una dopo l'altra, quella a pressione più bassa per prima, e così via. Scambiamo poi con una bottiglia piena quando arriviamo a 80 bar.

L'utilizzo di un compressore ("booster") è molto costoso e lento, a nostro avviso del tutto inutile in quanto le bom- bole da 50 litri sono facilmente reperibili: il nostro budget di ossigeno per la stagione in Patagonia del 2013-2014, noleggio e consumo è stato di € 108 per 182 ore di volo; un booster da 5.000 euro avrebbe fatto risparmiare solo 50 euro nel corso della stagione, quindi niente. In Europa e negli Stati Uniti, il costo dell'ossigeno è inferiore a € 2 per ora di volo per persona a 6.000 m, trascurabile. In ogni caso il costo non può essere una scusa per non utilizzarlo stabili- mente in montagna.

Il trasporto delle bombole di ossigeno è regolamentato, sono necessari:

- un adeguato sistema di fissaggio delle bombole, preferibil- mente in verticale;
- un veicolo scoperto, con telone o ben ventilato;
- separazione sigillata tra il conducente e le bombole con ventilazione naturale o forzata è indispensabile;

- presenza di un estintore a polvere con capacità minima di 2 kg;
- assolutamente vietato fumare.

Le bombole possono essere un'arma letale in caso di inci- dente, in caso di dubbio è meglio avvalersi dei servizi di un trasportatore professionale (sempre più difficile da trovare).

Il collegamento tra la bombola grande come donatore e la bombola dell'aliante può essere fatto con un tubo di rame rigido con i dadi serrati con una chiave da 32 mm, come si faceva 55 anni fa, oppure utilizzando tubi flessibili con ser- raggio a mano e morsetti su un O-ring (pinze vietate!). Ques- ta attrezzatura è disponibile da fornitori aeronautici come Mountain High, Aviation Oxygen, San-O-Sub, ecc. o fornitori di accessori industriali. Questa è ovviamente la soluzione più semplice e sicura, non richiede strumenti e si adatta a tutte le forme di bombole. Basta prendere la precauzione di utilizzare un tubo il più corto possibile, e se questo non è possibile, doppiare il flessibile con un cavo d'acciaio anti- frusta da fissare ogni 50 cm e vicino ai raccordi per evitare il colpo di frusta in caso di rottura del tubo flessibile, vedi fig. 12.4.1. Si consiglia vivamente di tenere sempre una mano sul rubinetto della bombola grande, che dovrebbe essere aperto solo per il minimo indispensabile.



Fig. 12.4.1 Cavo di sicurezza lungo il flessibile fissato ogni 50 cm.

⁶ Fonte: AOPA, <http://www.aopa.org/Pilot-Resources/PIC-archive/Pilot-and-Passenger-Physiology/Oxygen-Use-in-Aviation.aspx>

I fornitori di ossigeno consigliano di installare una valvola di non ritorno per evitare che il gas contenuto nella bombola dell'aliante (di composizione sconosciuta) entri nella bombola grande del fornitore. Un desiderio che non ho mai visto implementato, il pilota deve stare attento a scegliere una bombola donatrice da riempire che abbia una pressione molto più alta di quella da riempire.

Gli unici inconvenienti riscontrati dopo 15 anni di esperienza con questo dispositivo sono gli O-ring rotti, senza gravi conseguenze. Tali guasti sono solitamente causati da un tentativo di svitamento mentre la linea è sotto pressione. Non dimenticare di avere guarnizioni O-ring di ricambio adatte alla tua attrezzatura, potresti perdere un giorno di volo solo per mancanza di uno O-ring del valore di 20 centesimi!

Qualunque sia il metodo utilizzato, il flusso deve essere mantenuto al minimo al fine di evitare un surriscaldamento, dannoso non solo per la struttura ma anche per il pilota poiché la pressione finale effettiva sarà inferiore una volta raffreddata (pilotaggio al rumore!). Dieci minuti per un pieno completo non sono anormali, l'aumento della temperatura è dell'ordine di 5°C.

Le operazioni di trasferimento ad alta pressione sono sempre potenzialmente pericolose. Prima di intraprendere qualsiasi azione, l'operatore deve lavarsi le mani e controllare che tutti i collegamenti siano puliti, rimontare i tappi dopo l'uso e proteggere i tubi flessibili da ogni contaminazione. Deve aver ricevuto un addestramento speciale e avere un estintore di tipo e capacità adeguati ai volumi coinvolti, sapendo che se inizia un incendio, l'esplosione può essere molto violenta e la vita può essere messa in pericolo (purtroppo, a volte, le bombole sono conservate nell'officina meccanica! a volte utilizzate da personale non addestrato, insomma fai da te). E probabile che l'assenza di incidenti gravi nelle strutture dei club sia dovuta al ristretto numero di impianti, perché sono assai frequenti nella comunità medica, nonostante un personale presumibilmente ben addestrato nelle procedure.

12.5 Caratteristiche principali dell'EDS e limiti attuali.

Il principio di funzionamento dell'EDS è molto semplice: un'elettrovalvola trasforma il flusso in un flusso pulsato aprendosi all'inizio di ogni inspirazione (rilevata dalla variazione di pressione intra nasale), e spegnendosi dopo una durata calcolata (massimo 0,5 sec), o al più tardi alla fine dell'espirazione. Il tempo di apertura dipende dall'altitudine (pressione atmosferica) e dalle impostazioni manuali (posizioni D, N, F). La frequenza del sistema si adatta alla frequenza respiratoria del pilota, entro certi limiti. La Fig. 12.5.1 illustra questo principio in confronto ad un sistema a flusso costante.

Il primo modello, denominato A1 (A per Analogico), lanciato nel 1992, funzionava con una batteria da 9V e offriva 40 ore di autonomia; poteva anche essere alimentato dal 12 V dall'aliante, soluzione che ho scelto nel 1995. La batteria è sempre presente e si attiva automaticamente in caso di mancanza totale di corrente, dopo aver scollegato la spina dell'alimentazione esterna. Questo modello aveva solo due posizioni, (N), «Normale» e (D) «Ritardo» che spostavano la curva di taratura di 3.000 m verso l'alto, che è l'altitudine dalla quale le normative dell'aviazione commerciale USA richiedono l'uso dell'ossigeno. La frequenza respiratoria era limitata a 20 BPM per una frequenza standard di 14 BPM, cioè da 3 a 4,3 secondi tra due inspirazioni. In queste circostanze il produttore garantiva una saturazione periferica (SpO₂) del 90% fino a 7.600 m. La realtà era ben diversa dalle nostre prove in camera ipobarica e in seguito a molti episodi di ipossia evidenti nei cieli d'Europa (cioè sotto i 6.000 m), abbiamo rispedito il nostro EDS A1 al produttore, che ha dovuto, in primo luogo, aumentare il limite della frequenza respiratoria a 24 BPM, ma soprattutto ha abbassato la soglia (N) dei 3.000 m.

Il problema poteva considerarsi risolto per un utilizzo «semplice», in Europa (massimo consentito 5.950 m) o in USA (massimo consentito 5.490 m). La migliore prova dell'insufficiente apporto di ossigeno di questo modello è la revisione della tabella delle durate di utilizzo delle bombole pubblicata ufficialmente da Mountain High: nel 2000, la bombola CFF 480 è stata menzionata per una durata di 20 uomo x ora a 5.400 m, mentre oggi la durata scende a 11,9 uomo x ora nelle stesse condizioni. Siamo quindi d'accordo su quest'ultima cifra.

Perciò posso solo consigliare caldamente ai proprietari di questo modello di restituirli al produttore per aggiornare la taratura e di non superare mai 6.000 m.

Il modello seguente, denominato D1 (D Digital), fig. 12.5.2, funziona con lo stesso tipo di batterie e la stessa durata. La stragrande maggioranza degli utenti non avendo acquistato il convertitore DC/DC 12/9 V, questo tipo di batteria non fornisce una sicurezza sufficiente per voli a basse temperature, il che ha portato allo sviluppo del modello successivo.

Le limitazioni della frequenza respiratoria sono le stesse che per il modello A1, che sfortunatamente non tiene in considerazione gli episodi di inevitabile iperventilazione tachipneica



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

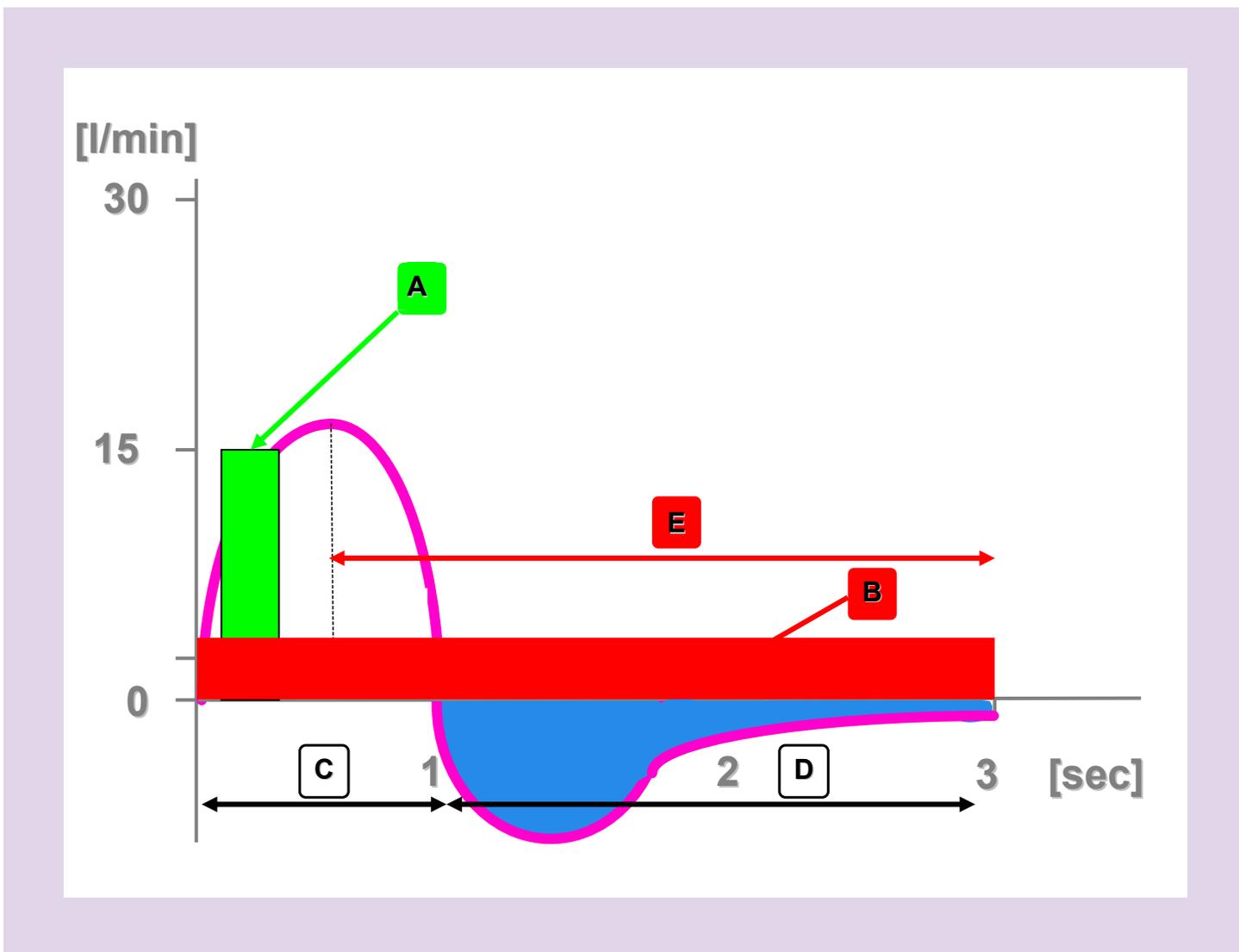


Fig. 12.5.1 Principio di funzionamento dell'EDS. Grafico flusso-tempo per un ciclo respiratorio, confronto EDS con erogatore a flusso continuo.

Asse verticale (Y) flusso d'aria o di ossigeno in litri/min (volume riportato al livello del mare).

Asse orizzontale (X) Tempo in secondi (in questo esempio, un ciclo di 3 secondi corrisponde a una frequenza di 20 respiri/min o BPM).

(A) Flusso di ossigeno erogato dall'EDS, nominalmente 15 l/min per una frazione di secondo.

(B) Flusso costante, erogazione continua, quindi «non economico perché spreco di ossigeno nella seconda metà dell'inspirazione e durante tutta l'espirazione».

(C) Tempo di ispirazione «attiva».

(D) Tempo di espirazione «passiva».

(E) Perdita di ossigeno nel tempo con un sistema a flusso continuo.

involontaria (aumento della frequenza respiratoria) (vedi oltre).

A seguito del feedback dell'esperienza con il modello (A1), la taratura in relazione all'altitudine è stata migliorata. Un interruttore meccanico può spostare verso l'alto la soglia di partenza rispetto al suolo, posizione (N): di 5.000 piedi per D5, di 10.000 piedi per D10 o di 12.000 piedi per D12;

ancora l'eredità delle regole della FAA, converrà dimenticare le posizioni (D).

La buona notizia è che lo stesso interruttore fornisce quattro posizioni aggiuntive per aumentare la quantità di ossigeno erogato estendendo la durata dell'impulso, che equivale (secondo il manuale) ad aggiungere 10.000 ft all'altitudine effettiva (F10), o 15.000 ft (F15) oppure 20.000 ft (F20)

oppure 25.000 ft (F25).

È grazie a queste impostazioni «F» «semiautomatiche» che siamo stati finalmente in grado di volare per un'intera giornata sopra i 6.000 m mantenendo almeno il 90% di saturazione, cosa impossibile in posizione (N), nonostante le affermazioni del produttore.

Vedremo di seguito i risultati delle misurazioni, che non vengono contestati dal produttore, che ha promesso di migliorare le tarature.

più avanti).

Il selettore meccanico ha ancora le posizioni D5 e D10 che consentono di ritardare l'inizio dell'erogazione di ossigeno (a nostro avviso non necessaria ed errata) che potrebbero esporre il pilota a lieve ipossia per ore se non riesce a salire alla soglia prescelta, ad es. 10.000 ft (3.048 m).

A fronte di ciò il selettore serve principalmente per aumentare manualmente il tempo di apertura dell'elettrovalvola (posizioni F5, F10, F15, F20, R/M), è stata eliminata la posizione F25 consentendo così una nuova posizione, F5 (+ 5.000 ft). F25 era effettivamente non necessaria così come la posizione F20 poiché abbiamo misurato un flusso identico a quello della posizione R/M al di sopra di 5.000 m. Vedi foto fig. 12.5.3.



Fig. 12.5.2 EDS D1.

L'ultimo modello denominato O2D1, fig. 12.5.3 (D per digitale, 1 per singola uscita, lo stesso modello può avere anche due uscite per alianti biposto) possiede un'elettronica a bassa tensione che garantisce una durata di cento ore con due batterie standard AA (monoposto) o tre (biposto). Anche se la sostituzione delle batterie va fatta a terra, si consiglia per sicurezza di tenerne un set extra che garantisca un'autonomia di cento ore con due di scorta nella tasca dell'aliante. Per l'ultimo modello O2D2, è possibile collegarsi ad un convertitore elettronico utilizzando l'alimentatore 12V di bordo.

La taratura barometrica è la stessa del predecessore, ma la gestione della frequenza respiratoria è completamente nuova e tiene conto di episodi di iperventilazione e le apnee consecutive risultanti (respirazione di Cheyne-Stokes, vedi



Fig. 12.5.3 EDS O2D1 (monoposto) e O2D2 (biposto). Un'autonomia di cento ore consente una gestione più sicura, le batterie sono disponibili ovunque a buon mercato. Lo svantaggio del doppio sistema O2D2 è che entrambi i piloti devono respirare la stessa miscela e qualsiasi allarme non può essere attribuito al pilota che ne è la causa. Vedremo che in base all'età e alle condizioni fisiche, la durata di apertura della valvola necessaria per mantenere la saturazione di ossigeno può variare del 50%, forzando così lo spreco di ossigeno per il pilota che ne ha meno bisogno. L'equipaggio dovrebbe essere consapevole e adattare l'impostazione per il pilota che ne ha più bisogno. Questo libro è l'unico documento che affronta questo aspetto non trascurabile.

Negli esperimenti in Patagonia sugli alianti, abbiamo utilizzato il modello D1, mentre il modello O2D1 è stato utilizzato per gli esperimenti in camera ipobarica dello ZHAW Ed in volo reale. Abbiamo verificato che le tarature barometriche erano simili.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

12.6 Problemi identificati (il produttore ci sta lavorando)

a) La pressione di uscita del regolatore XCR non è costante.

L'EDS richiede una pressione statica relativa di 1,4 bar che scende a una pressione dinamica (Nota 7) di 1 bar quando la valvola è aperta. Il regolatore fornito di serie (quello provato) con EDS O2D1 è del tipo XCR. Quando il solenoide è aperto, il flusso istantaneo è di circa 15 l/min nelle cannule nasali. Qualsiasi riduzione della pressione dinamica riduce quindi il flusso istantaneo nelle cannule. Le prove in laboratorio condotte dallo ZHAW hanno dimostrato che questa pressione dinamica diminuisce effettivamente a seconda della pressione residua nella bombola dell'aliante. Il diagramma 12.6.2 mostra la riduzione tra 220 e 10 bar. La conclusione è che dob-

biamo smettere di usare la bombola a 30 bar, poiché la pressione relativa in uscita è scesa del 20 % e la portata dell'EDS sarà almeno del 10 % inferiore a quella nominale. Se il pilota è consapevole può «ripristinare» il flusso «perso» spostando il selettore in una posizione più alta (F). Attenzione però, se si è in onda ad alta quota, poiché le posizioni (F15, F20 e R/M) sono particolarmente ricche di ossigeno, la durata residua di una bombola quasi vuota diminuirà rapidamente, si deve quindi iniziare la discesa. Il video dimostrativo sul sito Web di Mountain High consiglia di non utilizzare la bombola al di sotto di 500 psi (35 bar).

⁷ Pressione misurata a monte della valvola durante la sua apertura.

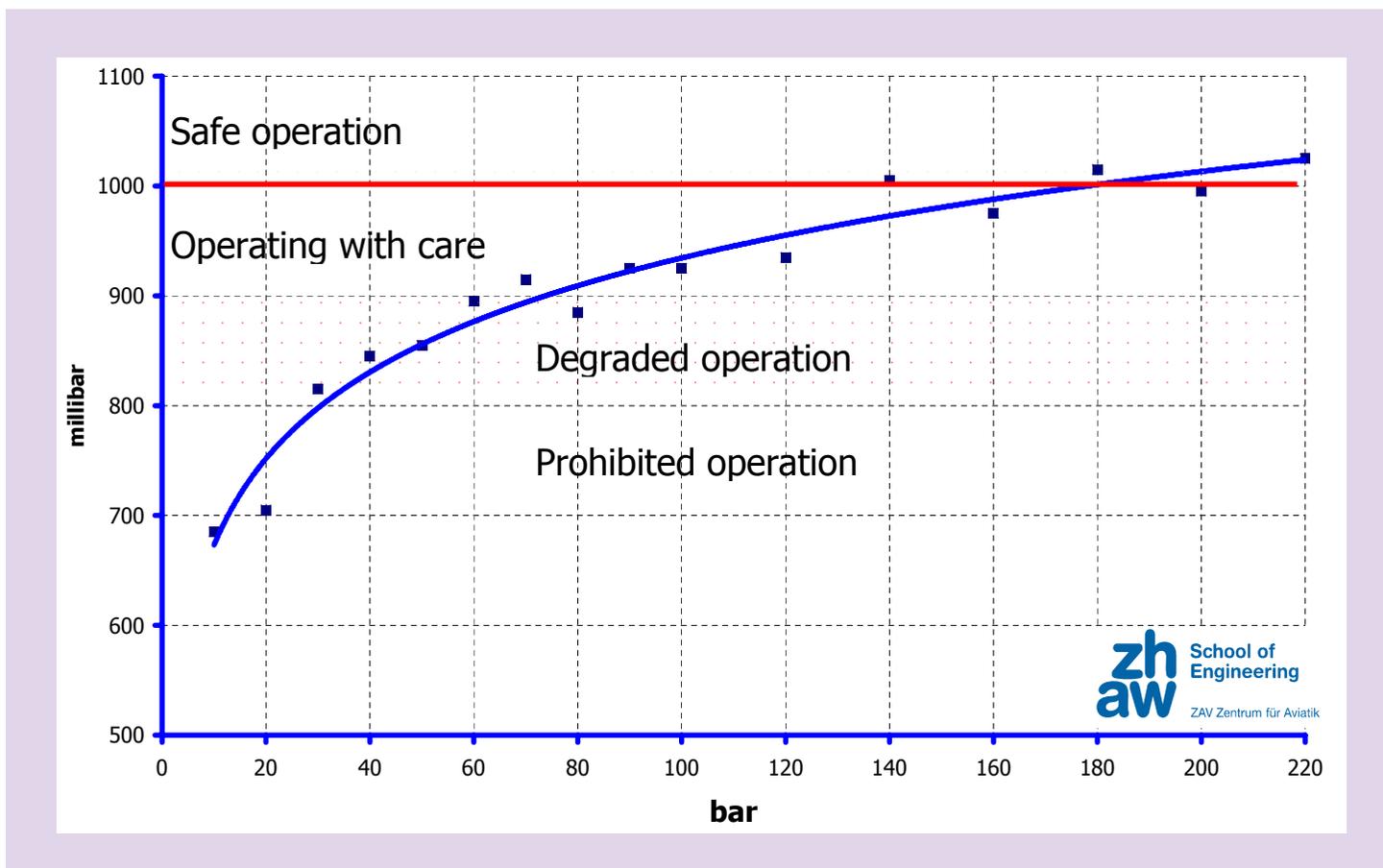


Fig. 12.6.2 Curva della pressione di uscita del regolatore XCR in base alla pressione residua nella bombola.

Asse orizzontale (X) Bombola di pressione residua in bar.

Asse verticale (Y) Pressione dinamica all'ingresso dell'EDS (letta su un manometro).

Area (A) = uso normale

Area (B): uso possibile ma con cautela

Area (C): funzionamento degradato

Area (D): funzionamento proibito

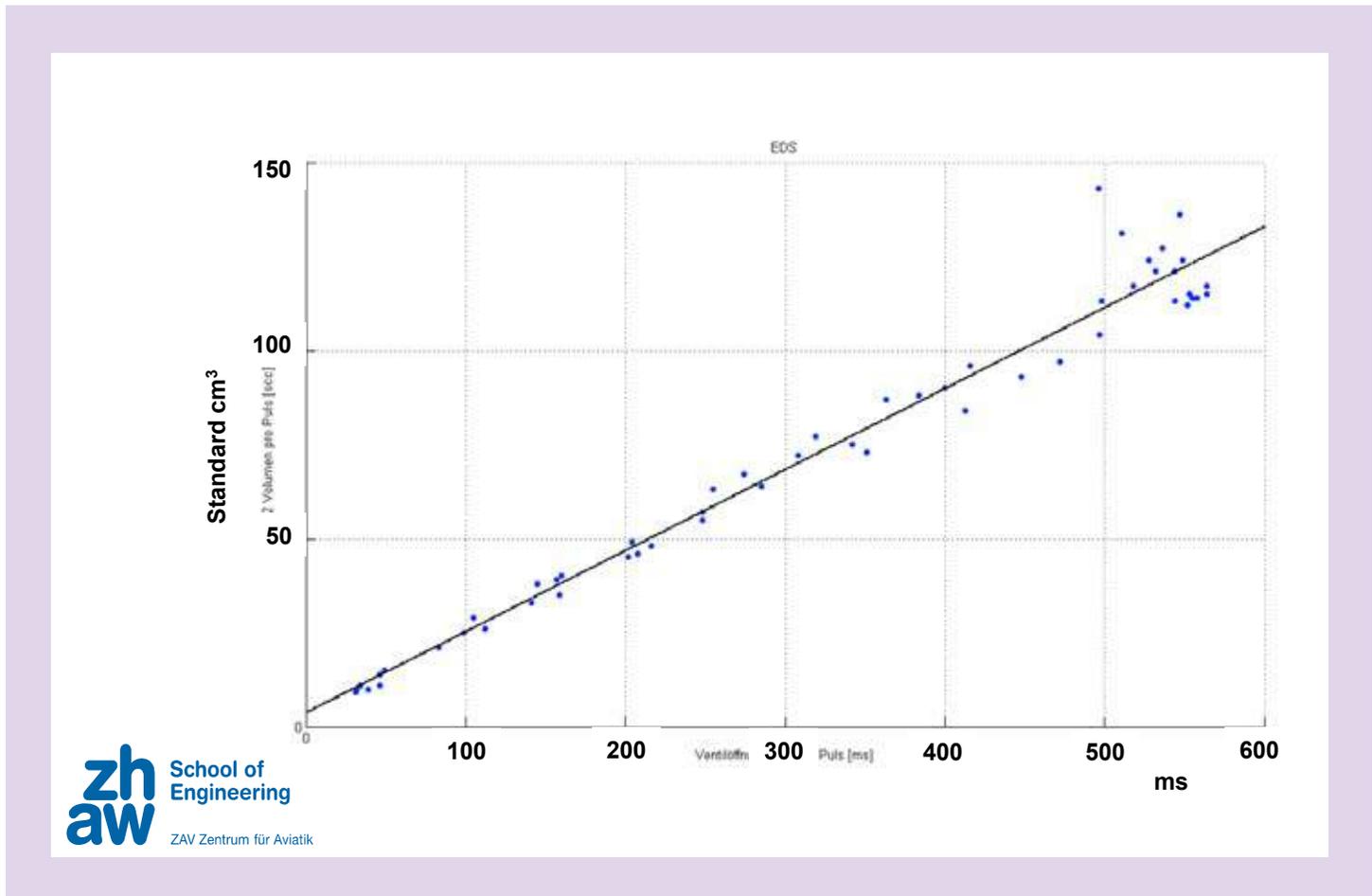


Fig. 12.6.1 Quantità di ossigeno (cm^3 standard) per impulso in relazione al tempo di apertura dell'elettrovalvola.

Nonostante questo modello sia più che sufficiente per la maggior parte degli utenti “non estremi”, il produttore propone regolatori opzionali a doppio stadio che non presentano questo difetto (inevitabile per un regolatore a stadio singolo). È meglio ma è più costoso.

Innanzitutto sono stati misurati i volumi di O_2 , erogati dall'EDS, per impulso in base al tempo di apertura dell'elettrovalvola. I risultati sono mostrati in Fig. 12.6.1. La quantità di O_2 erogato è perfettamente proporzionale al tempo di apertura, con un valore massimo di 120 scc (standard cm^3) (Nota 8) per mezzo secondo di apertura massima corrispondente alla posizione R/M e F20 da 5.000 m, oppure F15 da 6.000 m, come scopriremo in seguito.

b) La pressione in ingresso all'EDS dipende dalla lunghezza dei tubi.

Questo può sembrare ovvio a chiunque abbia familiarità con l'idraulica, ma non necessariamente al pilota di

alianti medio. Mountain High specifica che il tratto rettilineo del tubo in poliuretano di diametro esterno 4 mm (interno 2,5 mm) dal regolatore di pressione all'EDS non deve superare 1,5 m e, naturalmente, evitare qualsiasi piegatura che potrebbe limitarne il flusso. Oltre tale lunghezza la perdita di carico per attrito sarebbe eccessiva e la pressione dinamica all'ingresso dell'EDS scenderebbe al di sotto del valore nominale di 1 bar. La pressione statica (1,4 bar) non è interessata da questo problema. In un gran numero di alianti a due posti, questa lunghezza è ampiamente superata, specialmente per il sedile anteriore. Quando entrambi i piloti ispirano quasi nello stesso momento, la maggior parte del flusso disponibile sarà presa dal pilota sul sedile posteriore a spese del suo compagno, ignaro di ciò che sta accadendo. È stato dopo un'ipossia inspiegabile in quel sedile anteriore che abbiamo mostrato chiaramente questo problema e applicato

soluzioni, che sono:

- Sostituire il tubo di \varnothing esterno 4 mm (interno 2,5 mm)

⁸ Volume riportato alla pressione atmosferica standard a livello del mare.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

dal cilindro a EDS con tubo di \varnothing esterno 6 mm OD (interno 4 mm). Si dovrà semplicemente acquistare connessioni asimmetriche 4/6 mm, un prodotto commerciale standard. Attenzione a non confondere successivamente le linee di ingresso e uscita, che avranno poi lo stesso diametro.

- Sostituire il «primitivo» regolatore dinamico tipo XCR 200 bar/1 bar montato sulla bombola remota con un regolatore dinamico bistadio 200 bar/4-6 bar e installare un regolatore stabilizzatore secondario 4-6 bar/1 bar dinamico, all'interno del compartimento strumenti posteriore, equidistante tra i due piloti. Questa soluzione, che è la mia ultima, vedi fig. 12.6.3, ha risolto anche il problema precedente in quanto con due stadi di riduzione, la pressione finale è assai insensibile alla pressione di partenza. Tutti questi prodotti sono disponibili da Mountain High oppure presso fornitori europei di accessori per ossigeno. Inoltre, ci ha permesso di equilibrare con precisione le due lunghezze dei tubi di distribuzione di \varnothing esterno 4 mm per entrambi i piloti, ora rigorosamente identici. Quindi siamo certi che entrambi gli EDS diano lo stesso flusso, sempre.

cità tampone dovrebbe essere in grado di contenere ca. 5-6 inalazioni (per due piloti) a 1,4 bar, cioè circa 250 cm³, l'equivalente di un thermos di variometro. Senza dubbio la soluzione più semplice, basta trovare un posto per questa capacità e verificarne la compatibilità con l'ossigeno puro.

c) La quantità di O₂, in (F) posizioni non è quella che ci aspettiamo.

Il laboratorio ZHAW ha misurato il flusso di ossigeno dall'EDS per ciascuna posizione (F) tra 0 e 7.500 m. I valori riportati nel diagramma fig. 12.6.4 sono ancora cm³ standard prima dell'espansione dovuta all'altitudine, chiamata «scc».

- Si suppone che le modalità (F) danno una quantità aggiuntiva di O₂, una sorta di «livello minimo» oltre alla quantità richiesta dall'altitudine barometrica. Il numero (5, 10, 15, 20) che segue la lettera (F) indica il supplemento (fisso, non modificato automaticamente) come quota aggiunta in migliaia di piedi, tenendo conto che l'aumento del fabbisogno di ossigeno è di ca. 0,3 litro/min per 10.000 piedi (3.000 m). Pertanto F10 dovrebbe corrispondere a 3.000 m in più o 0,3 l/min in più (ma ossigeno pulsato) e F20 a 6.000 m, il doppio

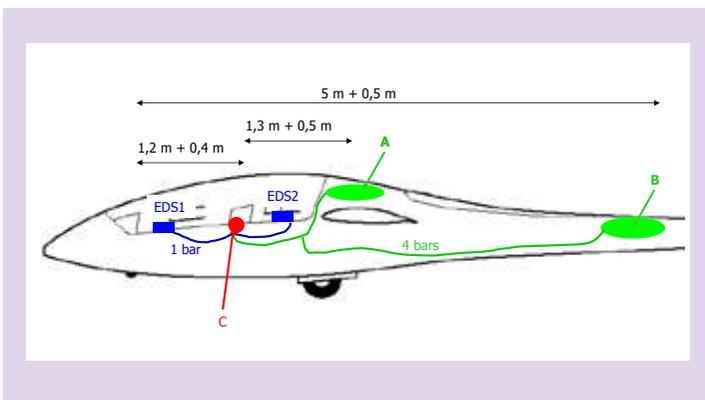


Fig. 12.6.3 Installazione di una doppia riduzione di pressione con linee di bassa pressione di uguale lunghezza per separare le unità EDS. (A) Cilindro di emergenza, regolatore 200/4 bar (B) Cilindro principale, regolatore 200/4 bar (C) Stabilizzatore-regolatore 4 bar/1 bar dinamico Anche considerando solo il cilindro standard (A), è impossibile rispettare la limitazione di 1,5 m di lunghezza della linea di bassa pressione. Dobbiamo quindi passare per un punto centrale e quindi linee di lunghezza uguale per i due EDS.

- È sufficiente installare un serbatoio di accumulo prima dell'ingresso di entrambi gli EDS, al posto del regolatore di pressione (C) di fig. 12.6.3. Vedremo in seguito che il volume erogato a 6.000 m ad ogni inalazione è di circa 120 scm³ standard di O₂. Per essere efficace, una capa-



Fig. 12.6.3a montaggio temporaneo di un manometro che misura la pressione dinamica all'ingresso di un EDS. Il laboratorio volante registra tutti i parametri di volo della saturazione di ossigeno e della frequenza cardiaca, un punto ogni 4 secondi, e il pilota monitora continuamente la pressione dinamica all'ingresso dell'EDS (oltre che sul sedile anteriore).

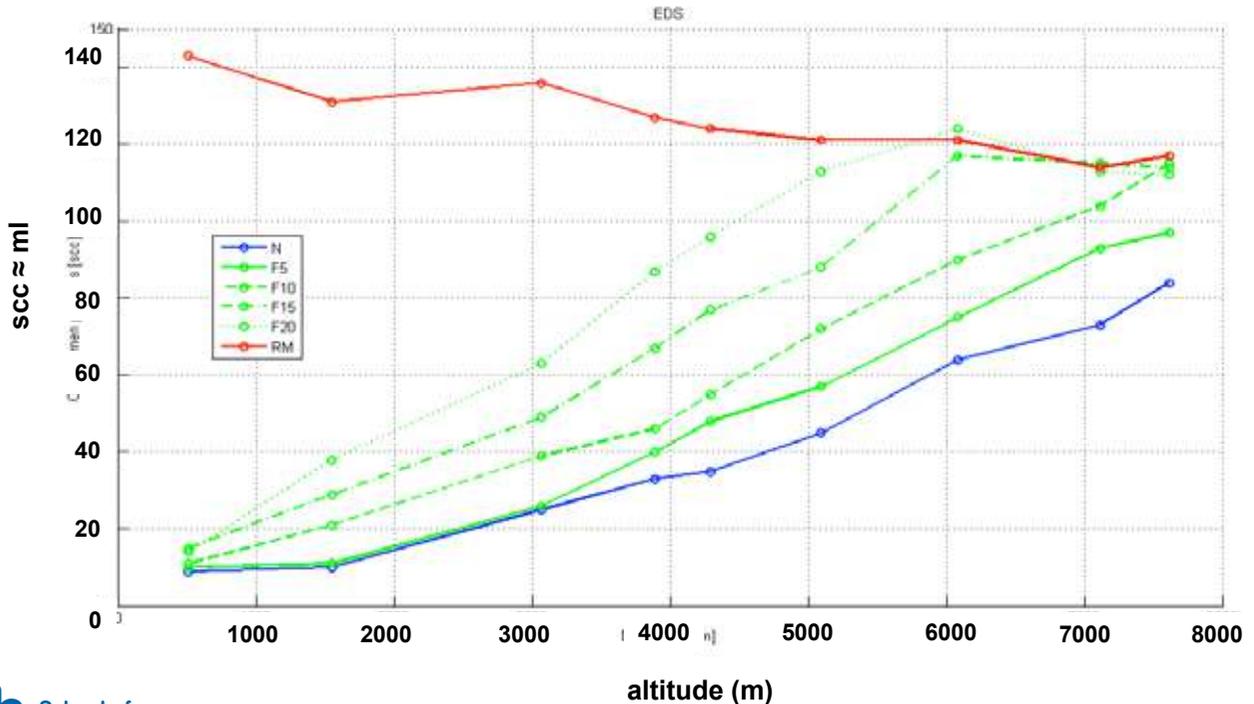


Fig. 12.6.4 Quantità di O₂ in uscita dell'EDS-O2D1 ad ogni inspirazione, in relazione al settaggio e all'altitudine
Asse orizzontale (X) altitudine (m)
Asse verticale (Y) standard cm³ (scc) di O₂.

o ca. 0,6 l/ minimo di ossigeno aggiuntivo.

- La modalità R/M (riserva/manuale) dovrebbe aprire la valvola per 0,5 secondo ad ogni respiro, indipendentemente dall'altitudine. Questo limite «ottimale» del tempo di apertura del solenoide dell'EDS impedisce semplicemente lo spreco di ossigeno nella seconda metà di un respiro inalato, che riempie solo lo «spazio morto» della bocca e le grandi vie aeree (senza scambio di gas) e non raggiunge gli alveoli polmonari dove avviene lo scambio di gas e l'assorbimento di ossigeno nel sangue. Questa modalità viene utilizzata come ultima risorsa «per recuperare» per alcuni minuti, per aumentare le scorte polmonari di O₂, prima o dopo un periodo di ipossiemia pianificata o accidentale (vedi oltre). Il risultato funziona come previsto.
- Tutte le modalità iniziano praticamente con lo stesso flusso alla quota del terreno. Non c'è quindi in posizione F20, a terra, nessun aumento di 20.000 ft (6.000 m) come descritto nel manuale (o forse abbiamo frainteso

noi, e molti altri come noi). La quantità di O₂, erogata, aumenta bene con l'altitudine, ma le «quantità aggiuntive» non seguono la stessa legge, tutt'altro, vediamo in dettaglio.

- La posizione F5 è uguale a N fino a 3.000 m. È dunque inutile fino a quella quota.
- La posizione F10 aggiunge approssimativamente la portata equivalente a 10.000 ft (ovvero circa 20 scc) a partire di 3.000 m e si unisce a R/M a 7.500 m. È quindi giustificata.
- A partire di 6.000 m, le posizioni F15 e F20 si livellano alla stessa portata massima, che è quella di R/M. Questo flusso è doppio rispetto a (N), quindi c'è l'aggiunta di 20.000 ft; F15 sembra essere superfluo sopra i 5.000 m in quanto è identico a F20 e R/M a 6.000 m.
- Queste posizioni (F) allungano tutte il tempo di apertura dell'elettrovalvola, ma non nelle proporzioni riportate nel manuale a tutte le quote.
- Le portate aumentate (F15, F20 e R/M) sono già limi-





Gennaio 2011. Scoraggiato da un vento di 180 km/h, il precedente equipaggio ha scelto di dirigersi a Zapala, abbandonando l'aliante, senza ossigeno, batterie scariche, serbatoio vuoto, e rientrando in taxi (400 km!). Stiamo guidando per recuperarlo sotto un cielo da sogno!



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

tate a 6.000 m, quindi ci sono pochissime possibilità di ottenere ossigeno sufficiente per una sufficiente saturazione oltre questa altitudine, sapendo (vedi sotto) che si deve già essere su F15 o F20 per essere adeguatamente saturati durante un soggiorno prolungato a 6.000 m. Per salire più in alto in sicurezza, vedremo più avanti come respirare per migliorare l'assorbimento di ossigeno da parte dell'organismo, anche se il flusso disponibile non aumenta più.

d) Gli allarmi «Guasto flusso» e «Apnea» non sono appropriati.

Nel dicembre 2011, a seguito di una perdita dell'O-ring di alimentazione dell'ossigeno all'EDS del sedile posteriore, la pressione della bombola principale è scesa rapidamente a zero, quindi poi quella della bombola di emergenza. I piloti non hanno sentito alcun allarme di guasto del flusso e hanno riscontrato il problema solo dopo aver realizzato che c'era una riduzione della capacità psichiche del pilota in comando, un pilota di alta montagna molto esperto. Sono subito scesi e sono riusciti a tornare alla base senza incidenti. Abbiamo quindi testato entrambi gli EDS-D1 a terra con i seguenti risultati.

EDS anteriore:

- posizione F20: l'allarme suona ca. 20 secondi dopo flusso zero
- posizione N: l'allarme suona dopo 3 min. 13 s.

EDS posteriore:

- Posizione F20: comparsa dell'allarme 30 secondi dopo flusso zero
- Posizione N: L'allarme di erogazione non è mai intervenuto (test interrotto dopo 4 minuti)
- Posizione N: respirazione assente (apnea) con pressione di uscita della bombola corretta, l'allarme compare dopo ca. 30 secondi

Abbiamo quindi testato il nuovissimo regolatore di emergenza (EDS-O2D1):

- Posizione F20: comparsa dell'allarme ca. 30 secondi dopo flusso zero
- Posizione F10: comparsa di allarme ca. 50 secondi dopo flusso zero
- Posizione N: L'allarme non è mai intervenuto (test interrotto dopo 4 minuti).

Il manuale prevede un allarme per mancanza di flusso di ossigeno (ma il ritardo non è specificato) e un allarme di apnea dopo 45 secondi.

Il ritardo di 30 secondi nella posizione F20 è eccessivo, perché questa posizione viene utilizzata tra le quote di 6.000 e 8.000 m; a questa quota il tempo effettivo di performance (EPT) è dell'ordine dei 5 a 2 minuti e pur-

troppo il primo mezzo minuto è trascorso senza alcuna azione utile. L'assenza di allarme (o oltre 4 minuti) in posizione N è inaccettabile.

Ecco la risposta del produttore del 19 dicembre 2011, che per noi non è soddisfacente:

«La famiglia di prodotti EDS monitora minime variazioni di pressione per determinare come innescare la respirazione dell'utente. Inoltre, il sensore monitora lo sviluppo della sequenza prevista della pressione di ossigeno mentre la valvola è aperta. Sfortunatamente, in questo momento, il sensore nell'EDS non ha alcun modo per determinare se questa pressione positiva erogata attraverso la valvola è adeguata o meno. In poche parole, se il sensore rileva una pressione positiva che supera la pressione negativa dovuta alla respirazione dell'utente, non attiverà l'allarme di guasto del flusso. Pertanto, l'allarme di guasto del flusso suonerà solo se l'apporto di ossigeno è completamente assente. Una cosa molto utile per il pre-volo e per farti sapere se hai pizzicato un tubo in volo.»

Quindi, il 28 di quel mese, ha corretto la sua dichiarazione, aggiungendo:

«Senza un vero e proprio manometro tra l'EDS e la bombola, l'EDS non avrà la capacità di prevedere situazioni di ossigeno molto basso o imminenti interruzioni dell'approvvigionamento di ossigeno. L'EDS segnalerà solo con un allarme di guasto del flusso se l'utente ha la possibilità di ripristinare il sensore di respirazione oltre la pressione di ingresso. Pertanto, se la pressione di ingresso è prossima allo zero, ovvero inferiore a 1 psi, l'EDS non la mostrerà come un errore di flusso. Questo sarà particolarmente vero con le impostazioni che determinano impulsi più brevi.»

Anche dopo che una persona non può più sentire o sentire lo sbuffo di ossigeno, potrebbe ancora avere una pressione sufficiente per impedirgli di indicare un guasto totale del flusso. L'allarme di guasto del flusso può anche essere ingannato se l'ingresso all'unità EDS è aperto o presenta una notevole perdita nell'ambiente. Stiamo studiando la progettazione di un sistema semplice in modo che avviserà adeguatamente gli utenti di situazioni di bassa portata integrate nella prossima generazione di sistemi EDS. Inoltre, stiamo cercando un dispositivo aggiuntivo per il sistema EDS esistente per fare questo. Sarebbe una semplice scatola alimentata a batteria che viene inserita tra il regolatore e l'unità EDS. Non toglie la raccomandazione di avere una buona visuale del manometro della bombola durante le operazioni di volo. Tuttavia, in questo momento, a causa di

una scarsa richiesta del prodotto, al momento non esiste ancora un programma di modifica».

Il produttore ha modificato il manuale utente di conseguenza. La situazione al 29 dicembre 2014 è la seguente:

«Il sensore di respirazione del O2D1 presenta miglioramenti significativi, in particolare nella capacità di rifiutare gli errori da pressione. Anche il rilevamento dei guasti di flusso presenta un modesto miglioramento, ma non nella misura in cui abbiamo discusso. La nuova logica permette di conservare il controllo della respirazione fino a 40 BPM senza il rischio di contribuire all'iperventilazione [Cheyne-Stokes, Ed.]. Il time-out dell'avviso di apnea è di circa 35 secondi, circa 10 secondi in meno rispetto alle versioni precedenti.»

Lo schema di questa nuova logica è riportato in fig. 12.6.4a. Si può notare che:

- Fino a 20 BPM, il sistema eroga il 100% del bolus totale previsto (Nota n. 9). Un individuo seduto, ma impegnato, respira normalmente tra 12 e 20 volte al minuto (BPM).
- Da 20 a 30 BPM (tachipnea, aumento della frequenza respiratoria), il sistema riduce gradualmente il bolus al 75%. Poiché qualsiasi respirazione a frequenza più elevata è immediatamente meno efficace, un po' di ossigeno andrà sprecato.

- Da 30 a 40 BPM, il sistema riduce gradualmente il bolus a 50%. Ma questa sarebbe già una tachipnea decisamente patologica, se il pilota dovesse ansimare come un cane senza fiato o fosse colpito da una grave ipossiemia, ad esempio edema polmonare acuto (45 BPM sarebbero invece abbastanza normali per un neonato).
- L'area tra 40 e 80 BPM non ci è chiara e merita un'ulteriore discussione con Mountain High. Nessun essere umano adulto può essere adatto a stare ai comandi di un aereo con oscillazioni respiratorie così veloci (circa 1 al secondo!). D'altra parte è risaputo che un pilota, totalmente assorbito da un problema che si manifesta in volo, a volte innesca caoticamente il suo EDS trattenendo il respiro.

Questa risposta alla tachipnea o all'iperventilazione grave è corretta dal punto di vista del risparmio di ossigeno. Dal punto di vista medico, sembra esserlo molto meno, poiché al contrario il miglior trattamento per questo problema, chiamato HVR (Hypoxic Ventilatory Response), è esattamente l'opposto, quello di aumentare il più possibile l'offerta di ossigeno, quindi la frequenza respiratoria diminuisce. Questo è oggetto di discussioni in corso con Mountain High.

⁹ Il bolus è la quantità di ossigeno necessaria ad una data altitudine per mantenere la stessa saturazione del suolo (~95%).

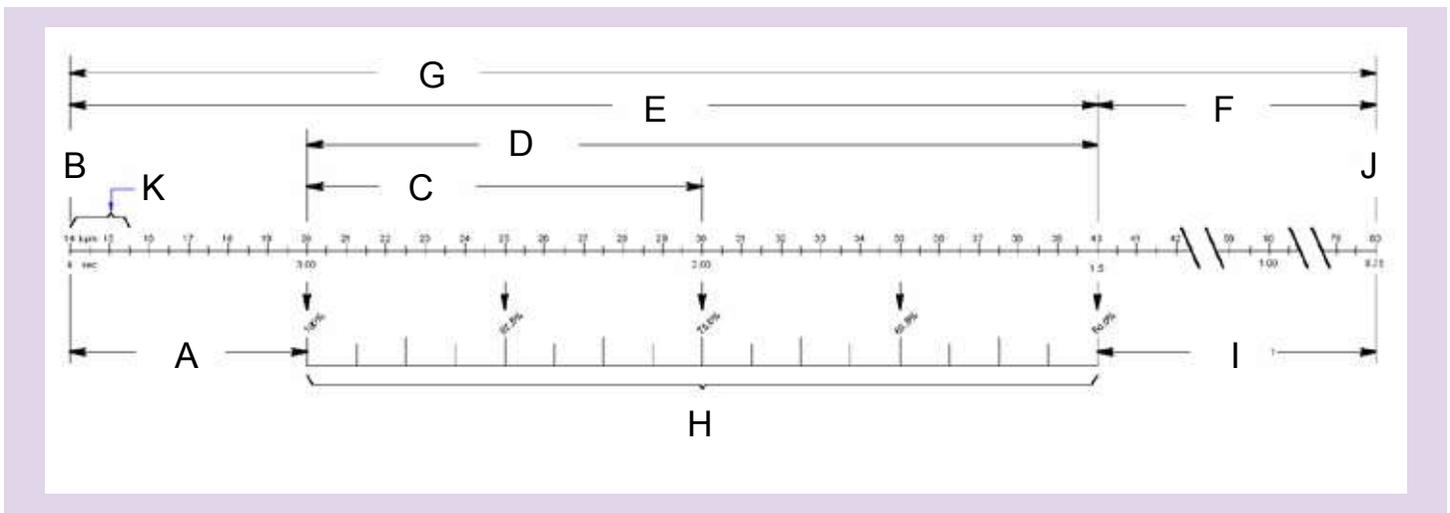


Fig. 12.6.4a logica di controllo dell'iperventilazione degli ultimi modelli O2D1 e D 2.

- (A) Intervallo Bolus 100%
- (B) Limite inferiore della frequenza respiratoria (14) prima dell'allarme
- (C) Frequenza respiratoria normale, range di adattamento
- (D) Zona di riduzione del bolus nominale, dovuta a (compensazione) della maggiore frequenza respiratoria.
- (E) Zona di intervento completo dell'EDS per maggiore frequenza respiratoria.
- (F) Zona di frequenza respiratoria dove la risposta dell'EDS è mantenuta ma a bolus ridotto
- (G) Zona delle frequenze respiratorie dove l'EDS garantisce il bolus nominale in base alla quota
- (H) Zona di adattamento (riduzione) in funzione della frequenza respiratoria
- (I) Zona limitata a ca. 40 BPM, intervallo di Bolus al 100% [illogico, contraddittorio Ed.].
- (J) Limite superiore di detezione affidabile (sicura) della frequenza respiratoria.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

e) In conclusione.

Nessun sistema montato sui nostri aliante è abbastanza affidabile da poter essere utilizzato sopra i 6.000 m senza un sistema di soccorso. La soluzione di utilizzare due EDS in parallelo per ogni pilota per raddoppiare la portata e con entrambi operanti al di sopra dei 6.000 m, risolve i problemi legati a portate limitate da un unico EDS, che da solo sarebbe insufficiente per altitudini maggiori e risolve parzialmente quello di un possibile guasto di uno dei due. Ma non quello di un guasto alla fornitura principale di ossigeno, che costringe alla presenza a bordo di almeno una o tre piccole bombole di ossigeno di emergenza della durata di dieci minuti ciascuna. È utile anche sotto i 6.000 m perché non è sempre possibile eseguire istantaneamente una discesa di emergenza fino a 4.500 m, a causa, ad esempio, di una catena montuosa vicina o di uno strato di nubi.

La Fig. 12.6.5 mostra l'impianto utilizzato da Klaus Ohlmann in cui due EDS -D1 vengono utilizzati in parallelo, opzionalmente «a caldo», liberando il pilota per abilitarli entrambi o meno. Per la cronaca, due EDS in posizione (N) danno esattamente la stessa portata a 6.000 m di uno in posizione F15 o F20 o R/M (vedi fig. 12.6.4). La Fig. 12.6.6 mostra la mia configurazione, in cui un secondo EDS di un modello diverso (più recente) presente per uso di emergenza «freddo», cioè in riserva, non collegato. Quello inferiore è alimentato dalle batterie dell'aliante, quello di soccorso dalle sue pile (nuove).

Personalmente non ho sentito la necessità di utilizzare due EDS in parallelo perché abbiamo sviluppato (vedi oltre) metodi di respirazione consapevole e deliberata, per mantenere una saturazione del 90% fino a 8.000 m con un solo EDS e quindi solo un consumo ragionevole. Ma ammetto volentieri che l'idea di Klaus è migliore perché compensa meglio qualsiasi indisciplina respiratoria.

La Fig. 12.6.7 mostra alcuni esempi di cartucce di ossigeno di emergenza.

Gli «OXY-MINI» e «NTG» offrono almeno 18 litri di O₂, con una valvola dosatrice (0-2 l/min) e possono essere collegati alla cannula, nel qual caso la durata ammonta a ca. da 5 a 18 minuti e consente di utilizzare entrambe le mani e di parlare; in vendita presso i rivenditori Mountain High, presso GTI Hattingen (D) a € 175 per tre cartucce con la maschera (€ 20 per cartuccia in più), ecc.



Fig. 12.6.5 Installazione di due EDS D1 per Klaus Ohlmann.



Fig. 12.6.6 Installazione di un EDS D1 in servizio e uno EDS O2D1 in riserva.



Fig. 12.6.7 Esempi di cartucce di ossigeno di emergenza che offrono da 5 a 18 min di autonomia. Fortemente raccomandate in ogni aliante che vola a media ed alta quota.

12.7 Cannula o maschera o entrambe?

a) Le conseguenze della normativa statunitense.

Negli USA, lo spazio aereo sopra FL180 (5.540 m) è di classe (A), quindi in linea di principio vietato al traffico VFR e agli alianti, senza permesso speciale (es. voli di Gordon Boettger). Poiché i prodotti Mountain High sono certificati dalla FAA, quindi sono soggetti a questi standard, la cui norma FAR 23.1447 afferma:

Se sono installate unità di erogazione di ossigeno, si applica quanto segue:

(b) Se la certificazione per il funzionamento fino a 18.000 piedi (MSL) inclusi è richiesta, ogni unità di erogazione di ossigeno deve:

- (1) Coprire il naso e la bocca dell'utilizzatore; oppure*
- (2) Essere una cannula nasale, nel qual caso deve essere disponibile un'unità di erogazione di ossigeno che copra sia il naso che la bocca dell'utente. Inoltre, ogni cannula nasale o il suo tubo di collegamento devono avere apposto permanentemente:*

(i) Un avvertimento visibile di divieto di fumo durante l'uso;

(ii) Un'illustrazione del modo corretto di utilizzo del dispositivo; e

(iii) Un avvertimento visibile contro l'uso con ostruzioni nasali o raffreddori con congestione nasale risultante.

(c) Se è richiesta la certificazione per il funzionamento al di sopra dei 18.000 piedi (MSL), ogni unità di erogazione di ossigeno deve coprire il naso e la bocca dell'utente.

Questa normativa è stata scritta per i sistemi di erogazione a flusso continuo, molto prima dell'arrivo di EDS, un nuovo dispositivo a flusso pulsato a richiesta, quindi lo standard non è adatto per oggi e per il futuro.

Per ottemperare al paragrafo (c), il produttore indica che le cannule devono essere utilizzate solo fino a 18.000 piedi slm e la maschera al disopra (questo è necessario solo per maschere specifiche, utilizzate con sistemi a flusso continuo). In conformità al paragrafo (b2), forniscono anche una semplice maschera che sarà a bordo. Come spesso negli USA, questa istruzione non ha altro scopo se non quello di tutelare da responsabilità, non è in alcun modo adeguata al nuovo principio di funzionamento dell'EDS o ai risultati delle prove pratiche.

Proprio come lo standard FAR 91.211 che consente il volo «legalmente» senza limitazione di durata fino a 3.810 m, si tratta di un grossolano errore normativo. Per gli aerei non immatricolati negli Stati Uniti, consigliamo



Fig. 12.7.1 Mascherina in vinile trasparente, fornitura standard di Mountain High. Inefficiente, spreca l'ossigeno, evitarne l'uso.

vivamente consiglio di non utilizzare questo tipo di maschera elementare, vediamo perché.

Fig. 12.7.1 Maschera standard in vinile trasparente fornita da Mountain High. Inefficiente, sprecando ossigeno, evita di usarlo.

b) La maschera di base e la cannula fornite di serie con l'EDS.

La maschera base in vinile trasparente tipo «alibi» fornita di serie con Mountain High (fig. 12.7.1) soddisfa lo standard FAR in quanto «copre il naso e la bocca dell'utente», ma tutto l'interesse si ferma a queste parole.

Questo è un articolo di serie per uso ospedaliero con flusso di ossigeno continuo ed eccessivo, non offre alcuna garanzia di tenuta al viso in quanto in linea di massima l'aria è destinata ad entrare ed uscire attraverso i bordi parzialmente a contatto con il viso e da poche zone con fori. Inoltre, ha uno spazio morto più del doppio del volume di ossigeno emesso ad ogni apertura dell'elettrovalvola EDS, che andrà a diluirsi e ridurre notevolmente la sua efficacia. Questo fatto ritarda anche l'inizio della pulsazione smorzando le variazioni della pressione respiratoria che attivano l'EDS. Ad ogni espirazione, il pilota sprecherà molto ossigeno fresco, che non ha avuto il tempo di entrare nei polmoni, quindi l'efficienza è tutt'altro che soddisfacente. Dai primi test, abbiamo abbandonato la maschera in favore delle cannule. Da evitare, anche se il manuale richiede l'uso della maschera sopra i 18.000 piedi per conformarsi allo standard FAR 23.1447 (negli USA).



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

Verificare che le cannule nasali siano del tipo «punta svasata» e non «punta restringente». Vedi fig. 12.7.2. È importante che lo spazio intorno alle cannule nelle narici sia ridotto al minimo. Abbiamo avuto un incidente ipossico con un pilota le cui narici erano di grandi dimensioni, che lasciavano molto spazio libero con le cannule piuttosto sottili che venivano utilizzate all'epoca, al punto che c'erano solo pochi inneschi casuali di EDS e quindi un'ipossimemia variabile che lo costringeva a rinunciare al controllo per pizzicarsi continuamente il naso con la mano destra, fortunatamente per lui il suo passeggero era anche pilota, vedi fig. 12.7.2a e 12.7.2b.

Le cannule «buone» del tipo HUDSON RCI (Rif 1104) sono disponibili sul mercato al prezzo di circa 1€, vengono in scatole da 50 unità. Ma non basta avere le cannule giuste, bisogna anche assicurarsi che siano correttamente posizionate, e che rimangano ben salde durante il volo, con controlli periodici, soprattutto nei momenti difficili. La Figura 12.7.3 mostra un tubo non sufficientemente stretto, inclusa una punta che non entra più nella narice. Il nostro pilota avrà difficoltà ad attivare gli impulsi EDS e riceverà solo la metà dell'ossigeno necessario, l'ipossimemia è garantita. Le cannule nasali sono orientate correttamente se le trombe ricurve intra-nasale entrano orizzontalmente nelle narici e la linguetta di plastica punta e si appoggia sulla zona dei baffi. È quindi necessario controllare periodicamente la tenuta e la posizione delle cannule, almeno ogni 30 minuti e immediatamente se si avvertono anomalie o discrepanze. Il Dr. Schaffner ha osservato che circa il 40% dei piloti non sa come installare correttamente le cannule nasali!

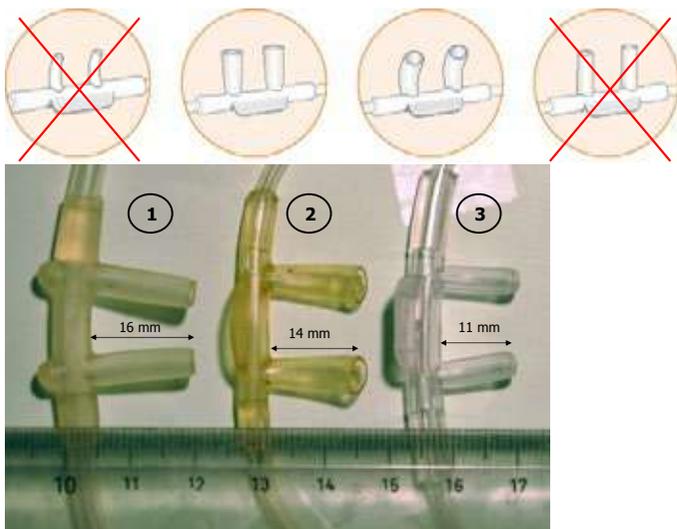


Fig. 12.7.2 Tipi di cannule da evitare e privilegiare.



Fig. 12.7.2a Pulsogramma di un pilota per il quale la punta della cannula era troppo sottile rispetto alle dimensioni delle sue narici. Pilota 37 anni, atletico, di costituzione robusta, in perfetta salute. La situazione ipossico è ovviamente invalidante. L'altitudine variava tra 7.800 e 7.200 m.



Fig. 12.7.2b Pulsogramma del pilota di fig. 12.7.2a sopra, dopo che si è pizzicato il naso, il suo compagno di cabina ha preso i comandi in questo momento. In monoposto, questo episodio avrebbe potuto avere conseguenze drammatiche. L'altitudine in questo momento era 5.000 m, costante.



Fig. 12.7.3 Cannule del tipo corretto, ma non strette. Il pilota riceverà solo metà della sua dose di ossigeno. Questo istruttivo «selfie» potrebbe essere fatto anche con un piccolo specchio!

c) Mascherine "alternative", ma efficaci.

Mountain High commercializza anche il modello ALPS, fig. 12.7.4, che offre già una tenuta significativamente migliore, in quanto il respiro espirato non fuoriesce più sotto forma di perdite attorno ai bordi della maschera, ma attraverso una valvola di espirazione (che non risolve il problema della formazione di ghiaccio in alta quota). Analogamente l'aria inspirata entra in una valvola inspiratoria e non attraverso perdite. Può essere dotata di un microfono che permette di parlare senza togliere la maschera. Disponibile in tre misure, prezzo ca. 200€. Non abbiamo riscontrato alcun vantaggio pratico ed economico (con EDS) rispetto alle cannule ma questa maschera ben si adatterebbe ai più economici sistemi a flusso conti-



Fig. 12.7.4 Maschera ALPI. Splendido blu, ma nessun miglioramento significativo rispetto alle cannule nasali.

nuo da cui proveniva originariamente.

Per gli appassionati della mascherina, il riferimento in materia è quello prodotto da Dräger, leader mondiale nei respiratori di sicurezza, nell'anestesia e nella gestione dell'ossigeno. Esempio in fig. 12.7.5 collegato all'unità EDS, ma non offre alcun vantaggio rispetto alle cannule, al contrario.

d) Esperimento del Dr. Schaffner con maschera A-14 a flusso inverso: dimostrazione dell'efficacia del freno espiratorio.

Gli obiettivi di questo esperimento erano:

- Aumento della pressione nella maschera durante l'espirazione (pressione espiratoria positiva), al fine sia di mantenere gli alveoli più aperti nei polmoni inferiori e quindi aumentare la superficie di scambio di gas di una maggiore pressione all'interno degli alveoli di pochi centimetri d'acqua (\approx millibar), e di aumentare l'effi-



Fig. 12.7.5 Maschera Dräger. aderisce bene al viso ma non ha alcun vantaggio rispetto alle cannule nasali.

cienza dello scambio gassoso aumentando la pressione dell'ossigeno all'interno degli alveoli per la stessa quantità di ossigeno erogata dall'EDS. La saturazione di ossigeno aumenterebbe così. Questo principio (CPAP Continuous Positive Airway Pressure) viene applicato con successo nelle macchine di ventilazione per terapia intensiva e nelle camere da letto di molte persone con apnea notturna. Il principio applicato ai piloti di caccia è noto come PPB (Positive Pressure Breathing).

- Ritenzione dell'umidità e conservazione del calore corporeo dall'aria nel tubo corrugato espiratorio, per combattere l'ipotermia e la disidratazione del pilota, riducendo la formazione di ghiaccio all'interno della capottina in quota.

Questi nobili obiettivi sono ottenuti dall'inversione del flusso all'interno di una maschera convenzionale A-14 (Fig. 12.7.6.): l'ossigeno dall'EDS viene così introdotto da cannule nasali che rimangono in posizione sotto la maschera, quindi l'ossigeno non viene miscelato con l'aria dello spazio morto della maschera.

Tre filtri semipermeabili sono collegati in serie, (intrappolamento dell'umidità e aumento della pressione espiratoria) all'estremità del grosso tubo corrugato che è anche il



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

serbatoio per l'acqua condensata dal respiro umido esalato. Questo è il setup visto nella foto 12.0 della pagina introduttiva. Le misurazioni di saturazione eseguite in volo hanno evidenziato un guadagno dal 4 % al 5 % per la stessa impostazione dell'EDS. È un guadagno notevole ma bisognava iniziare l'esperimento con una saturazione inferiore al 90% per poter beneficiare del miglioramento ottenuto. Come corollario, ma non è lo scopo di questa ricerca, si potrebbe considerare la riduzione di una tacca nell'impostazione EDS, che a 6.000 m riducendo dalla posizione F15 a F10 rappresenterebbe un risparmio del 25% nel consumo di ossigeno da 120 a 90 standard cm³ per impulso (vedi fig. 12.6.4).

Questa maschera a flusso inverso, che viene indossata sopra le cannule nasali (ancora in sede e a disposizione del pilota se necessario), rimane, per il momento, sperimentale, per contro si ricorda che senza tale freno meccanico espiratorio per aumentare la pressione durante l'espirazione, è sempre possibile applicare il freno labiale volontario stringendo le labbra, e producendo lo stesso effetto, vedere più avanti.

12.8 Iperventilazione, episodi respiratori periodici: i pericoli, saperli identificare e curare in volo prima dell'incidente.

Paradossalmente, la causa dei gravi pericoli dell'iperventilazione è l'eccessiva rimozione di anidride carbonica (CO₂), che restringe i vasi cerebrali e quindi rallenta notevolmente l'apporto di ossigeno alle cellule nervose (neuroni). Poiché l'equilibrio tra O₂ e CO₂ si è spostato a favore dell'ossigeno, un pulsossimetro indicherà anche un leggero miglioramento, ma qualsiasi beneficio derivante da una migliore saturazione periferica sarà immediatamente neutralizzato dal brusco rallentamento della diffusione dell'ossigeno ai neuroni della corteccia cerebrale.

L'inizio dell'iperventilazione involontaria è raramente notato dal pilota interessato, perché inizia con un discreto approfondimento della respirazione abituale senza aumento della frequenza respiratoria. Una notevole accelerazione della frequenza respiratoria compare solo più tardi, quando iniziano i sintomi del deficit neurale, come formicolio alle dita delle mani e dei piedi, sensazione di irrealtà, visione a tunnel, rigidità muscolare e crampi muscolari in particolare masticatori, rigidità del viso e del collo.

Se una situazione così grave si dovesse verificare durante il volo, significherebbe l'immediata e totale inidoneità del pilota, non solo fino a dopo il contatto con il suolo (che raramente è un atterraggio riuscito), ma non dovrebbe più volare fino a quando autorizzato a farlo da un medico aeronautico

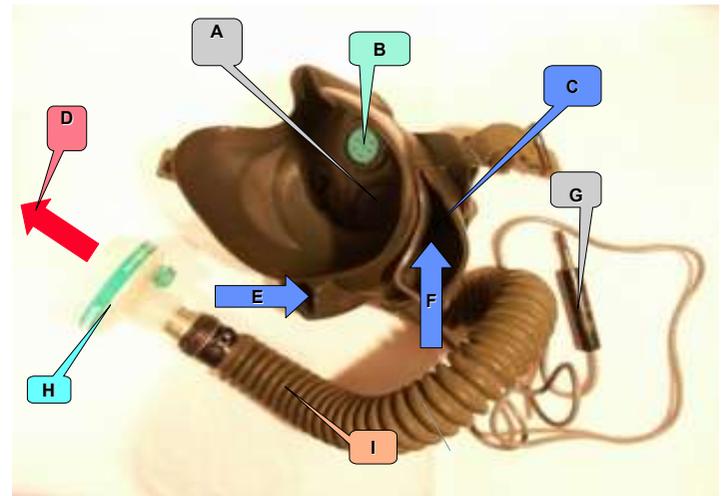


Fig. 12.7.6 Maschera A-14 a flusso inverso su cannule nasali EDS: una soluzione economica per aumentare O₂I, saturazione, anche se l'implementazione non è semplice.

A) La valvola di espirazione va montata a testa ingiù

B) Capsula del microfono

C) Ingresso aria ambiente rarefatta dai due orifizi di scarico

D) Aria espirata tiepida e secca

E) Aria rarefatta secca

F) Aria rarefatta secca

G) Spina del microfono

H) Filtro semipermeabile; l'umidità espiratoria sarà intrappolata dal lato del pilota

I) Il tubo corrugato (originariamente inspiratorio) diventa tubo di uscita per l'aria espirata

(AME).

Tra le cause tipiche di una crisi iperventilatoria in volo vi è lo stress (consapevolezza di una minaccia, in particolare il mancato raggiungimento senza danni dell'aeroporto di casa) con le sue varie ansie e paure di morire, reali o inconsce, fobiche o immaginarie. Questi sono in grado di scatenare una vera e propria "tempesta ormonale", di cui l'ormone dello stress predominante, adrenalina o noradrenalina, è un potente stimolante respiratorio. Va da sé che l'aliante non è sempre esente da tali situazioni.

Qualsiasi ipossia grave (paO₂ inferiore a 70 mm Hg) innesca un'iperventilazione compensatoria, detta anche «risposta ventilatoria all'ipossia» (Hypoxic Ventilatory Drive). L'HVD è innescato solo da un'ipossia significativa, non è una sorta di autoregolazione respiratoria solo nell'ipossia lieve.

A seguito di un attacco di iperventilazione, il livello di CO₂, (un acido debole) scenderà al di sotto della soglia dove non agisce più come potente stimolante respiratorio, il sangue

diventa alcalino ($\text{pH} > 7,45$, alcalosi respiratoria). Un fenomeno chiamato «apnea post-iperventilatoria» si verifica fino a quando il CO_2 si è accumulato a sufficienza per stimolare nuovamente il centro respiratorio. Queste apnee prolungate (superiori a 10 secondi, di tipo «centrale», non ostruttive) si manifestano non appena la corteccia bilaterale viene raggiunta o da una leggera ipossiemia (in un rifugio di alta montagna, in volo sopra i 8.000 ft) o da residui di un sedativo (sonnifero o anestetico).

Se queste alternanze continuano si chiama «respirazione periodica tipo Cheyne-Stokes» ed è proprio questa variante della respirazione «normale» che abbiamo potuto evidenziare presso in ogni pilota di aliante (dotato di pulsossimetro da circa 2.500 m). Si manifesta per episodi di diversi minuti, sia che si utilizzi EDS o meno, e queste apnee consecutive durano da 5 a 30 secondi. Durante la fase di iperventilazione la SpO_2 aumenta, poi crolla durante l'apnea, in modo tale che l'ampiezza di oscillazione della SpO_2 può raggiungere il 12%. Per giudicare se l'ossigenazione è adeguata si deve prendere la linea media, che deve essere maggiore del 90%, se no si dovrebbe parlare di ipossiemia lieve, se minore di 85 % di ipossiemia moderata e se inferiore a 75% (la saturazione residua del sangue venoso) da ipossiemia grave Non è rassicurante che la variante descritta da Cheyne-Stokes si trovi in ambito clinico essenzialmente nel trauma cranico, tumori cerebrali, insufficienza cardiaca avanzata ed è spesso visto prima della morte. Tuttavia, è ben noto e spesso studiato negli alpinisti, che dormono male in rifugi a più di 2.500 m. Al contrario, qualsiasi sforzo muscolare o concentrazione molto intensa durante una difficile fase di volo (turbolenza difficile salita, brividi), ma senza minaccia o paura percepita, si traduce semplicemente in un aumento della respirazione (non iperventilazione) per espirare l'aumento di CO_2 prodotto. Se la SpO_2 è inferiore al 90% allora il metabolismo anaerobico associato non sarà in grado di produrre la quantità di ATP necessaria per il corretto funzionamento del cervello, il che riduce la sua concentrazione in breve tempo senza che il pilota se ne accorga portando ad un alto rischio di incidente se il volo è vicino alla montagna o ad una velocità critica.

La fig. 12.8.1 mostra una risonanza magnetica delle regioni di attività cerebrale e quindi il livello di ossigenazione del cervello disponibile prima e dopo un minuto di iperventilazione volontaria. In alto il lobo frontale che ospita la cognizione, al di sotto della parte della corteccia occipitale che interessa la vista, mentre le parti nero-blu sono i ventricoli pieni di liquido, quindi privi di qualsiasi attività. L'immagine parla da sé.

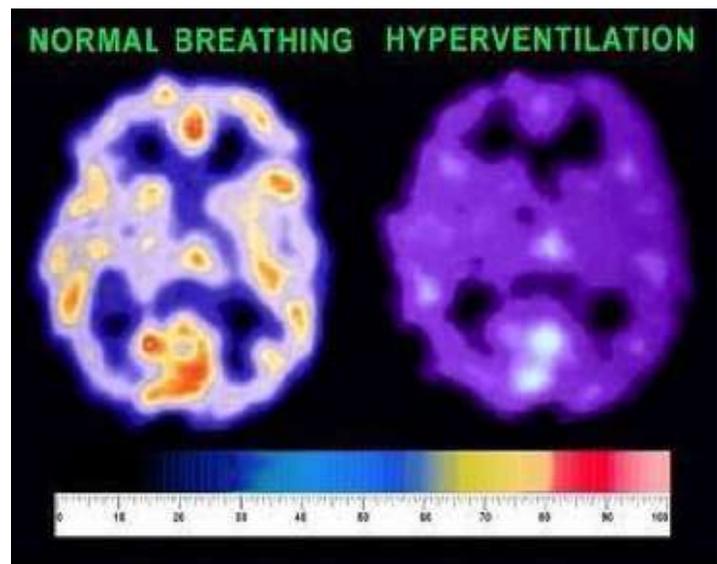


Fig. 12.8.1 Effetto dell'ossigenazione cerebrale di un minuto di iperventilazione volontaria (vasocostrizione dovuta a livelli insufficienti di CO_2).

Questo fenomeno, la cui gravità è ampiamente sottovalutata dai piloti e dalle autorità amministrative aeronautiche, è senza dubbio una delle cause dei troppi incidenti inspiegabili, soprattutto in montagna, che troppo spesso vengono erroneamente attribuiti a «errore del pilota». Occorre ricordare che la Francia ha il peggior tasso di mortalità annuale del mondo (Nota 10) per numero di alianti registrati (4,25 per mille) e il secondo peggiore per numero di brevettati attivi (0,90 per mille). Dato che la maggior parte degli incidenti mortali è attribuita a piloti che volano in montagna, dobbiamo seriamente mettere in discussione una serie di malintesi.

a) Iperventilazione non ipossica: stress, angoscia, ansia, iper-attenzione, fobia.

Il modo più semplice è commentare gli esempi. In quello di fig. 12.8.2, il pilota è un uomo esperto, 67 anni, 91kg, BMI 28,7(Nota¹¹), in trattamento farmacologico comune per questa età (antipertensivi, soprattutto betabloccanti, statine). Decollo da Saint-Auban con vento da nord forte e turbolento. Le cannule nasali sono a posto e l'EDS è su D5 (quindi partenza ritardata di 5.000 ft, 1.524 m).

¹⁰ Rapporto 2013 preparato per l'IGC da John Roake. Poche variazioni rispetto all'anno precedente

¹¹ BMI = Indice di massa corporea = peso (kg)/(altezza (m))². Un BMI tra 18,5 e 25 è un peso normale, da 25 a 30 è sovrappeso (meno molto muscoloso), da 30 a 35 è moderata obesità.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

Il miglior esempio di ipossia da stress estremo, conseguente a respirazione caotica (apnea, assenza di attivazione di EDS) è quello di fig. 12.8.3. Il pilota è un pluricampione del mondo, 38 anni, in perfetta salute.

“Eravamo a 90 km dal pilone in tentativo di « andata e ritorno » di 1.500 km, tema difficile, bloccati per un’ora a 5.000 m prima dal controllore del traffico aereo poi dalle condizioni, i sistemi ondulatori disturbati dall’alta instabilità generanti cumuli la cui base si trovava a circa 5.500-6.000 m e si muovevano con un vento di 100 km/h. Questi cumuli sembravano rotori migratori (vedi fig. 8.8.2) e per utilizzarli era necessario salire all’interno della nube per diverse centinaia di metri, per poi uscire esattamente contro vento nella speranza di entrare in contatto con il flusso laminare. Ma ad ogni uscita dalla nube, abbiamo visto un altro cumulo già formato contro vento, e quindi abbiamo dovuto ripetere la stessa manovra. Dopo quaranta minuti di questo giochetto, tanto estenuante quanto demoralizzante, è arrivato il « crash » ipossico e ho convinto il mio campione a rinunciare, anche perché mancavano

solo cinque ore alla notte, e quasi 700 km da percorrere, con una meteo tutt’altro che facile. Inoltre dovremmo dirrottarci di 30 km all’arrivo, il nostro aeroporto è chiuso per un temporale e poi per la neve.”

Penso che questo incidente ipossico abbia anche un’altra causa associata: l’accelerazione, «g», durante le spirali strette sotto e dentro la nuvola.

Come lo stesso Dr. Schaffner aveva sperimentato nella sua giovinezza:

“Monitorando il mio ossigeno in volo, utilizzando un pulsossimetro (Minolta Pulsox 3), a diverse altitudini fino a FL 195 ho potuto verificare che la saturazione emoglobinica periferica (SpO2) con EDS non scendeva mai al di sotto 93%, il limite inferiore di quella normale al suolo in pianura. A 4.000 m, dopo 10 min senza ossigeno, è scesa all’88%, ma sentivo di soffrire di più di un addome piuttosto gonfio (aria ingerita che si è dilatata a questa altitudine, spingendo contro il diaframma con conseguente mancanza di respiro) piuttosto che i classici sintomi dell’ipossia.



Fig. 12.8.2 apnea/ipopnea post iper ventilatorio da stress.

- (B) Inizia il rullaggio in decollo. Saturazione (SpO2) 95%, frequenza cardiaca (FC) 105 battiti/min,
- La FC che era già di 135 passa a 150 bpm. L’allarme dell’ossimetro (F) viene attivato perché la frequenza > 140 bpm.
- C) Decollo e traino difficili. A = artefatto da movimento o compressione vascolare del pugno sinistro sui diruttori a terra per tendere il cavo fune di traino. La FC di 150 sale a 165 bpm allo sgancio. Il pilota è in forte iperventilazione, la sua SpO2 è migliorata al 98% senza ossigeno!
- D) Sgancio dal traino (fine dello stress!) nel flusso laminare sopra Les Mées, seguito da venti secondi di apnea (con brevi difficoltà visive!) con SpO2 che crolla a 87%, la FC scende a 135 bpm. L’allarme (G) suona di nuovo con SpO2 <88%.



Fig. 12.8.3 “Crash” ipossico causato da respirazione caotica, anche spastica.

Dopo 40 minuti di combattimento in rotori migratori a 5.000-6.000 m, stress, tensione, stanchezza e fastidio consumano molto ossigeno per tono muscolare, parallelamente alla respirazione caotica (irregolare, oscillante, superficiale). Si noti l’associazione tra tachicardia (la FC aumenta da 105 a 150 bpm in 2 minuti) innescata da una massiccia scarica ormonale, e l’ipossia profonda, a meno di 75% SpO2 che è dura più di un minuto. Il pilota era appena uscito dalla nube a 6.300 m dove aveva guadagnato quasi 500 m in forte turbolenza. L’episodio è durato quasi tre minuti il tempo sufficiente a provocare un’improvvisa e significativa riduzione della sua capacità di pilotaggio. Per fortuna era un biposto, un soggetto giovane, in buona salute ed iper-allenato.

Tuttavia, dopo alcune spirali molto strette richieste dalle termiche dello strato turbolento sotto-ondulatorio (rotori), mi sono ritrovato con visione offuscata, tachipnea (respiro rapido) e dispnea (mancanza di respiro), nonostante l'ossigenazione fornita dall'EDS in modalità D5, con cannule nasali. [Anche se questi cambiamenti visivi potrebbero essere stati in parte causati da un flusso sanguigno alterato al cervello dall'aumento dei «G» Ed.]

Il pulsossimetro indicava una bassissima saturazione dell'82%, ripetutamente, a dimostrazione della natura ipossica dei sintomi osservati. Questa tachipnea non è il risultato di una disfunzione temporanea dell'EDS, ma di un collasso della funzione polmonare sotto l'influenza della "forza G". Un'accelerazione che produce più di 2G sul polmone significa che solo poco sangue (venoso desaturato) arriva nelle parti superiori dei polmoni sebbene queste siano generalmente le aree meglio ventilate. Tuttavia la maggior parte del sangue desaturato rimane congestionato nel polmone inferiore senza accesso all'ossigeno, perché gli alveoli lì sono collassati o compressi da «G». Si parla di un cattivo rapporto ventilazione-perfusione (rapporto V/Q) che la sola inalazione di ossigeno non può compensare. Dopo aver raggiunto lo strato laminare dell'onda, ho potuto recuperare rapidamente i miei sensi"

Nel corso di voli in biposto, lo stesso Dr. Schaffner ha talvolta dovuto affrontare situazioni pericolose di iperventilazione, attacchi di ansia. Ricorda in particolare un incidente sia esemplificativo che potenzialmente grave che si è verificato a 2.000 m in uno stage di volo a vela alpino. Il pilota, che volava con altri due aliante alla stessa altitudine, è stato costretto a cedere improvvisamente il controllo. Improvvisamente non era più in grado di pilotare l'aliante, preso dal panico e da un'iperventilazione udibile e da uno spasmo muscolare consecutivo. Non era stato in grado di comunicare sintomi premonitori, come formicolio alle mani, sensazione di irrealtà e visione a tunnel.

Il pilota gli aveva chiesto di occupare il sedile posteriore dell'ASK-13 come fotografo e pilota di sicurezza. Questo perché l'ultimo volo del pilota era finito male qualche mese prima. La fune di traino, rientrando in campo, aveva danneggiato l'ala del suo aliante che era in corto finale strappando l'alettone, mettendo il suo Ka-8 in un campo di grano dopo una mezza spirale. Fortunatamente nessun danno al pilota e solo lievi danni all'aliante! Dopo un comprensibile periodo di assenza dal volo, il capo pilota lo rimandò da solo dopo un volo di controllo riuscito poiché era un pilota con licenza, affidabile e poco responsabile dell'incidente. Col senno di poi, dopo l'incidente si era sviluppata in lui una

sorta di fobia della "collisione" (una paura, inconscia per lui, ma comprensibile ai suoi amici), non precedentemente diagnosticata.

Se una tale crisi di iperventilazione lo stesse colpendo volando in monoposto, dovrebbe attendere il naturale assessment della «tempesta ormonale» allontanandosi dalle «rocce» e percorrendo al meglio l'angolo di planata verso l'aeroporto più vicino eseguendo solo i movimenti di controllo più semplici possibili. La durata d'azione della noradrenalina/norepinefrina è di circa 15-20 minuti. In nessun, né il "rebreathing" (Nota 12) utilizzando il sacchetto di plastica a bordo, né una doccia di ossigeno né un eventuale tentativo del pilota di rallentare il respiro, accorceranno la crisi iperventilatoria una volta innescata in tal caso.

Questo fenomeno inaspettato e il metodo da applicare in reazione devono essere insegnati e considerati più seriamente. Un individuo esperto, informato su questi problemi, si renderà presto conto di questa condizione se non è impegnato a pilotare, il che non è necessariamente il caso se troppo assorbito nella conduzione del volo del suo aereo.

b) Iperventilazione a seguito di una marcata ipossia ipobarica (Hypoxic Ventilatory Drive)

Supponendo che le altitudini inferiori 2.438 m siano prive di sintomi debilitanti, a condizione che la permanenza a questa altitudine non superi i 90-120 minuti, altitudini più elevate possono innescare un "risposta ventilatoria all'ipossia ipobarica", si tratta di un "crescendo" di iperventilazione (prima con inspirazioni profonde e poi con aumento della frequenza respiratoria), i cui sintomi ed effetti sono gli stessi del precedente.

Da 2.500m a 4.000 m, per la maggior parte degli individui (2/3 di buoni acclimatatori), la risposta (iperventilazione) è presente e può anche essere intensa e compaiono sintomi, quali formicolio, crampi, visione a tunnel, colori talvolta sbiaditi, perdita non insensibili di acqua e calore, aumento della produzione di urina, piedi freddi, ecc. La durata dell'esposizione aumenta i sintomi. Sebbene l'iperventilazione da un lato aumenti l'efficienza dello scambio gassoso polmonare, dall'altro provoca una scarsa perfusione cerebrale (Nota 13) che distrugge ogni vantaggio per le cellule cerebrali. Il pilota deve essere in grado di interpretare questi segnali premoni-

¹² Questa tecnica consiste nell'inspirare ed espirare nuovamente da un sacchetto di plastica tenuto sopra la bocca e il naso per catturare e respirare nuovamente le proprie espirazioni, trattenendo così il CO₂. Si tratta di una falsa buona idea perché questo tipo di iperventilazione è causato da una tempesta ormonale e nulla la può fermare, se non la sparizione della noradrenalina. Il pilota è immediatamente inadatto al volo.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

tori e applicare i rimedi sopra elencati. Se non ha ossigeno a bordo, deve scendere sotto 2.500m e se necessario tornare indietro; il suo comfort e la sua sicurezza (evitamento collisioni) e quella dell'eventuale passeggero sono a rischio.

Rimedio: Come sopra, respirare ossigeno alla velocità massima consentita dal sistema (EDS in posizione R/M, o 100% o almeno 2 l/min. con un sistema a flusso continuo), provare a respirare lentamente e profondamente, se possibile stringendo le labbra durante l'espiazione attraverso la bocca per aumentare la pressione nei polmoni (freno labiale). Secondo il Dr. Knueppel, il canto può avere più o meno lo stesso effetto nel migliorare le letture del pulsossimetro della respirazione a labbra serrate.

Per una minoranza di individui (1/3 di cattivi acclimatatori), la risposta ventilatoria al di sopra di 2.500 m è insufficiente o assente: sintomi di mal di montagna acuto (o mal di montagna), corrispondenti a edema cerebrale («gonfio» o «satturo d'acqua») da ipossiemia evidente come mal di testa, grande stanchezza, senso di oppressione, edema facciale, nausea e vomito ipossico depressione del sistema nervoso, compreso anche il centro respiratorio che non è in grado di guidare una maggiore ventilazione. Qualsiasi acclimatazione respiratoria degli alpinisti inizia con 2-3 giorni di depressione respiratoria. A causa della vasocostrizione polmonare ad alta quota, a volte si avverte un senso di costrizione toracica. Un'integrazione tardiva o omessa di ossigeno porta ad una «iper fluidizzazione» ipossica delle membrane, precoce e accelerata peggiorando l'ipossia cerebrale, perché l'ossigeno deve attraversare questo strato di membrana, uno strato che ora è più gonfio di liquido del solito. Tale situazione peggiora quanto più è lungo il volo, tanto che i primi sintomi soggettivamente percepiti compaiono al più tardi dopo due ore, mentre il completo riassorbimento dell'edema (in condizioni ideali) rischia di durare dalle 24 alle 48 ore. Qualsiasi intossicazione, deficit di sonno, superlavoro, stress cronico provoca anche una certa «fluidificazione» delle membrane. Per i soggetti provenienti dalla pianura e/o che hanno effettuato un lungo viaggio, saranno necessari da uno a due giorni di acclimatazione limitati ai soli voli brevi prima di iniziare i grandi voli.

c) Nota sugli sviluppi di Cheyne-Stokes e EDS.

La respirazione periodica episodica, caratterizzata da un respiro iper ventilatorio («crescendo-decrescendo»), respiro più veloce seguito dall'interruzione temporanea (l'apnea è

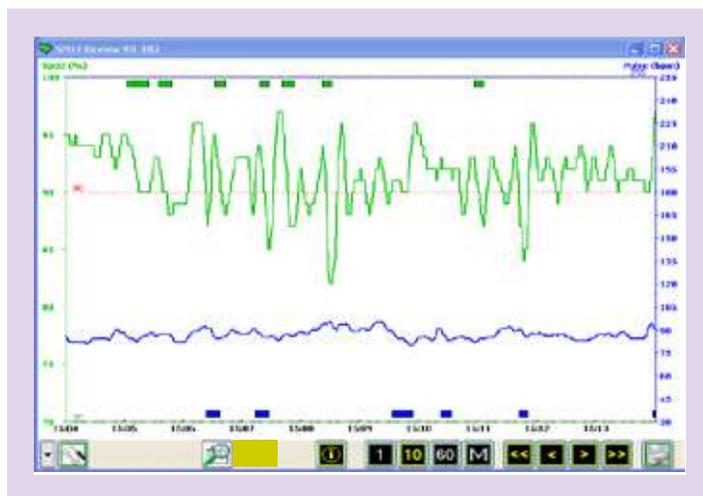


Fig. 12.8.5 La respirazione periodica ed episodica causata dall'altitudine, tra 5.660 e 6.450 m, senza alcuno stress. L'alto livello di saturazione (95%) all'inizio ha fatto sì che questo episodio fosse passato inosservato.

chiamata respirazione di Cheyne-Stokes (RCS), dal nome dei medici irlandesi che l'hanno descritta, John Cheyne nel 1818 e William Stokes nel 1854. Non è esclusivamente legata a ipossia evidente, sebbene sia una variante patologica del controllo della ventilazione. L'esempio in fig.12.8.5 mostra l'aumento della saturazione di ossigeno durante la fase iperventilatoria e il suo improvviso calo nella fase apnea.

Attenzione: non è certo che questo fenomeno sia legato esclusivamente all'ipossia. È stato visto in soggetti che respiravano normalmente ossigeno da EDS. Sembra che anche la bassa pressione ambientale possa esserne la causa. La Fig. 12.8.5 mostra un esempio di respirazione periodica ed episodica in un individuo giovane e sano, ben ossigenato al 95% all'inizio e alla fine, a quota media (5.660 - 6.450 m, nessuna ansia particolare (salita in linea retta ad una media di 1,8 m/s in onda facile nei pressi di un aeroporto).

Occorre sapere che questi episodi respiratori di Cheyne-Stokes colpiscono tutti i piloti di alianti ad alta quota, le nostre registrazioni di ossimetria non possono essere negate, non un solo pilota è fuggito, sono osservabili da 2.500 m senza o con ossigeno (se è così, EDS in posizione N). Quando si verifica una respirazione periodica episodica utilizzando l'ossigeno, la SpO2 continua a oscillare ma il livello medio delle oscillazioni è ancora superiore al 90%, il che è accettabile. Se, al contrario, avviene senza ossigeno, la media delle oscillazioni è inferiore al 90%, il che è inaccettabile, le variazioni di SpO2 possono raggiungere il 12%.

¹³ La pressione di perfusione cerebrale è la pressione sanguigna netta, disponibile nel cervello, ridotto dalla contropressione di edema; è la sovrappressione residua che permette la diffusione di ossigeno nelle cellule nervose.

Si ricorda che l'allarme EDS scatta dopo 30-45 secondi a seconda del modello, a volte mai, a seconda dell'altitudine. Ogni allarme EDS è prima di tutto un invito a fare subito un profondo respiro attraverso il naso!

Vale anche la pena ricordare che durante gli episodi di respirazione di Cheyne-Stokes a bassa quota né l'iperventilazione in quanto tale, nonostante la pulsossimetria positiva, né l'apnea ricorrente, possono essere benefiche per i neuroni del pilota. Nel tentativo di regolarizzare la «respirazione periodica», il Dr. Schaffner ha recentemente effettuato alcune prove in volo fornendo la sua miscela EDS contenente inizialmente 95% O₂ e 5% CO₂, poi poiché l'effetto era deludente, una miscela 90% O₂ con 10% CO₂.

Infatti, queste due miscele erano leggermente « stimolanti nella respirazione » solo in prove preliminari di laboratorio a terra, ma non in un ambiente sopra i 2.500 m. Per ora l'unica spiegazione tenuta è che è fisicamente impossibile sfruttare il potere stimolante respiratorio del CO₂, perché quest'ultimo non è un gas tra 30 e 200 bar (la pressione in una bombola di ossigeno) alle tipiche temperature ambiente di volo, è liquido e quindi non evapora, vedi fig. 12.8.6. E anche supponendo (ma non è possibile a causa dell'EDS) di ridurre la pressione a 30 bar, esso è più pesante dell'ossigeno e quindi non rimarrebbe adeguatamente miscelato. A pressioni più basse, questa miscela viene talvolta venduta sotto il nome di « carbossigeno », « carbogeno » o « anidride carbonica/ossigeno gas speciali per uso medico ». Mountain High propone dunque che in una versione futura, l'EDS controlla elettronicamente flussi separati di ossigeno e anidride carbonica, ciascuno dalla propria bombola. Assumendo il 5% di CO₂ e bombole di ossigeno come CFF 480 a 200 bar (2,4 litri per 200 bar = 480 litri standard) richiedono 24 litri di CO₂ cioè 1,2 litro a 20 bar (a condizione che la sua temperatura non scenda sotto i -25°C o 2,4 l a 10 bar senza la limitazione della temperatura negativa. Il che equivarrebbe ad un seconda bombola CFF 480! Bisognerebbe convincere i produttori di alianti a fornire più fissaggi per bombole all'interno degli alianti! Al momento non esiste una data prevista per l'avvio della costruzione di un EDS così speciale.

12.9 Identificazione di incidenti ipossici, sperimentazioni pratiche di pulsossimetria.

Non esiste una regola che predice la reazione all'ipossia comune a tutti gli individui, tutto dipende dall'età, dal peso e dall'IMC, dallo stato di salute generale e dalla funzione polmonare (fumo, ipossia ipobarica). Le nostre sperimentazioni hanno misurato la quantità di ossigeno necessaria per raggiungere la stessa saturazione in diverse categorie di individui.

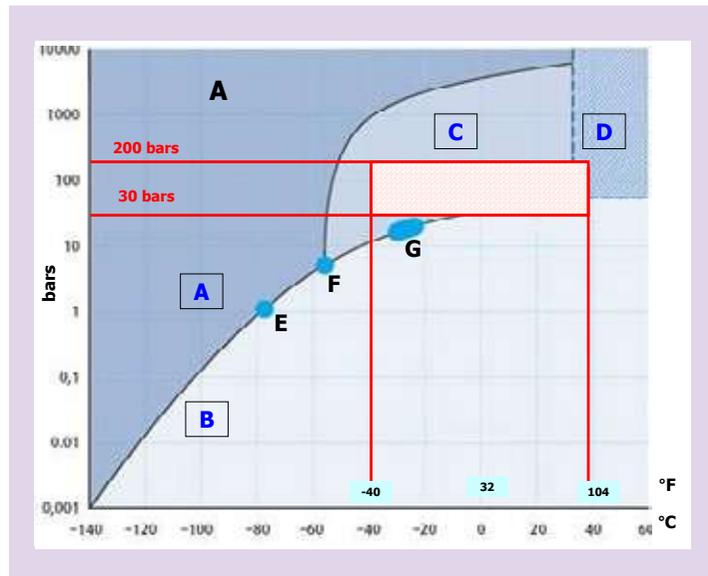


Fig. 12.8.6 Diagramma di fase pressione-temperatura dell'anidride carbonica. Il CO₂ è liquido nell'area in cui viene utilizzato l'ossigeno quindi inutilizzabile in volo ad alta quota da una singola bombola di alimentazione.

- (A) Fase solida
- (B) Fase gassosa
- (C) Fase liquida
- (D) Fase supercritica
- (E) Punto di sublimazione del « ghiaccio secco », pressione atmosferica, -78 °C
- (F) Punto triplo 5,2 bar, -56 °C
- (G) Area di utilizzo del CO₂ liquido, da 14 bar a -30°C a 20 bar a -20°C.

a) Sperimentazioni in volo in aereo.

Gli esperimenti condotti con lo ZHAW consistevano nel far volare sei «cavie» in un Pilatus PC-6, ciascuno dotato di un EDS O2D1, un pulsossimetro registratore e un dispositivo per misurare il tempo di apertura dell'elettrovalvola EDS, eseguendo salite a 6.000 m in 1 ora e 20 minuti livellando ogni 1.000 m.

L'obiettivo era di adattare le impostazioni EDS di ciascun individuo per mantenere la sua saturazione media superiore al 90% SpO₂ per determinare la portata richiesta di O₂. Vediamo alcuni esempi.

Per le raccomandazioni a seguito di questi esperimenti, vedi § 12.11.

b) Analisi di incidenti ipossici reali.

Nelle spedizioni in Patagonia con il Dr. Schaffner, abbiamo analizzato le registrazioni di ogni volo quando uno dei due



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

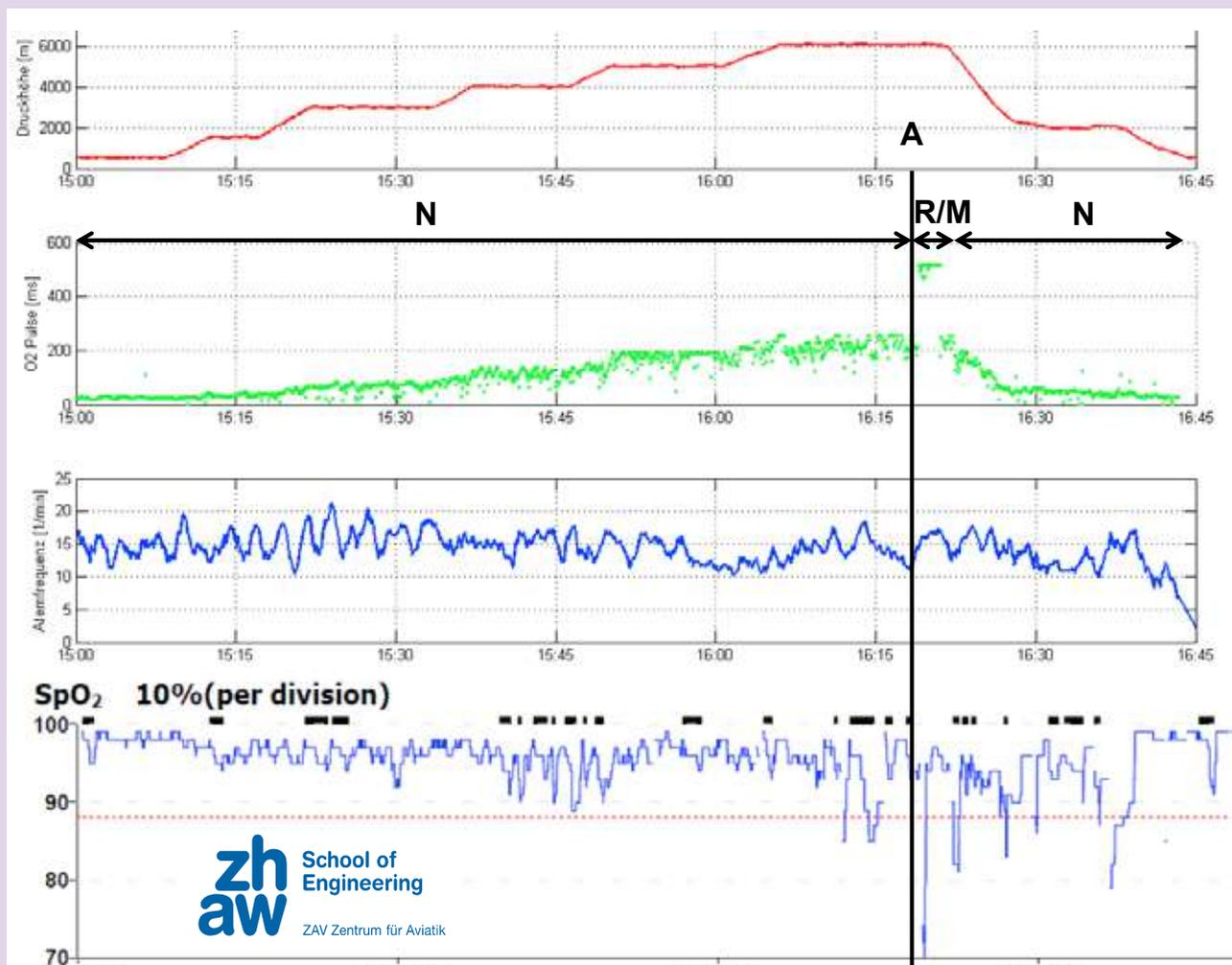


Fig 12.9.1 Soggetto donna di 23 anni, 1,64 m, 55 kg, IMC 20,4 (corpo magro), non fumatrice.

Ottimo utilizzo di O₂, EDS è rimasto in posizione N, saturazione media minima 90%. Gli impulsi di ossigeno durano al massimo 200 ms, la frequenza respiratoria media 15/min., variabile tra 10 e 20/min. (respirazione periodica!). Una prova (dopo la fine ufficiale della sperimentazione) in posizione R/M non ha prodotto ulteriori miglioramenti, ma ha portato ad una breve apnea post-iperventilatoria, un risultato spettacolare su una SpO₂ già eccellente. Buona acclimatazione con indice di massa corporea basso!

pilota era dotato del pulsossimetro registratore della fig. 12.3.2. Il pilota “non cavia” annotava per iscritto ogni evento, anche banale, con l’ora UTC corrispondente. I diagrammi saturimetrici sono stati poi sovrapposti alle tracce altimetriche dei voli (file IGC) dei nostri registratori di volo (logger), le “scatole nere”.

I seguenti esempi sono applicabili a qualsiasi pilota in qualsiasi momento.

➤ Chiacchierare o soffocare, devi scegliere

Fig. 12.9.5. Altitudine 5.900 m, nessun problema a bordo, EDS perfettamente tarato con una saturazione del 93%. La

cavia è un giovane di 1,90 m, molto atletico, molto sano e non fumatore. Seguono otto minuti di discussione tra i piloti. Trascorrerà ben 8 minuti nell’area di «pericolo latente» tra l’85 e l’88% SpO₂. Se fosse stato solo a bordo e avesse parlato alla radio, lui sarebbe stato in pericolo, con un alterato controllo della velocità, rischiando di prendere una cattiva decisione di percorso, o sonnecchiando. (A) mostra gli artefatti dell’esposizione al sole (luce sul sensore), perché a quel tempo non avevamo ancora protetto il sensore dalla luce del sole con un dito in pelle nera.

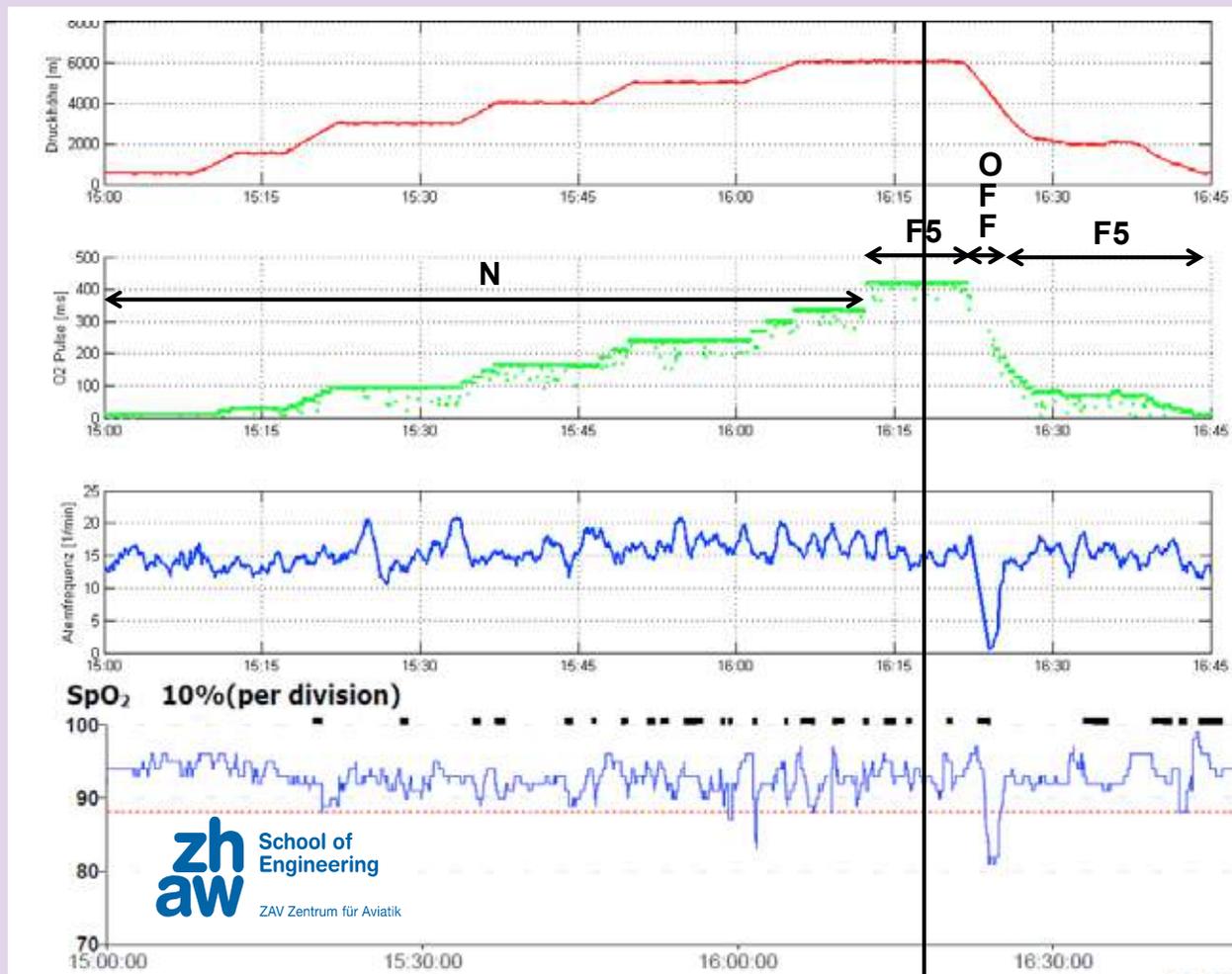


Fig 12.9.2 Maschio, 38 anni, 1,73 m, 94 kg, IMC 31,4 (sovrappeso moderato), fuma 15 sigarette al giorno. EDS ancora su N e saturazione media minima intorno al 90%. La durata degli impulsi di ossigeno aumenta con l'altitudine. Un breve arresto dell'EDS dopo la fine delle misurazioni a 6.000 m ha causato un calo (ipossico) della SpO₂, che non è dovuto a un calo della frequenza respiratoria, ma semplicemente che l'EDS è stato momentaneamente disattivato, come in 12.9.4.

➤ Urinare con difficoltà.

Infatti, è sempre difficile urinare in volo in aliante. Ci vuole tempo per preparare "tutta l'attrezzatura" quindi bisogna fare qualche sforzo perché la posizione di seduta non si presta particolarmente bene a questa azione. Ho personalmente sperimentato un vero e proprio incidente ipossico che avrebbe potuto essere fatale per lo stesso pilota in monoposto:

« Stavamo volando tranquillamente verso i 6.000 m nell'onda più facile del pianeta quando il mio pilota sul sedile posteriore mi chiese di prendere il controllo per poter urinare. Dopo pochi minuti non sentivo più rumore, lo

consulto sulla situazione. Nessuna risposta. Sapendo che era un uomo di 71 anni in salute delicata e in cura farmacologica, ho riprovato, e attraverso il mio specchietto (avere sempre uno specchietto a disposizione dal sedile anteriore!) vedo i suoi occhi aperti ma come paralizzato. Nessuna reazione. Ho capito che era in grave ipossia a seguito di trattenere a lungo il respiro per compiere uno sforzo intenso; decisi quindi per una discesa d'emergenza verso il vicino aeroporto di Chos Mallal. Intorno ai 4.000 m, la sua attività cerebrale riparte lentamente, mi dice di interrompere la discesa perché respirava meglio (posizione EDS su R/M) e ha interrotto la minzione. Dopo mezz'ora, stava molto bene e decide che possiamo proseguire verso casa perché mancavano ancora 400 km e dovevamo salire



12. ossigeno: aspetti fisiologici,

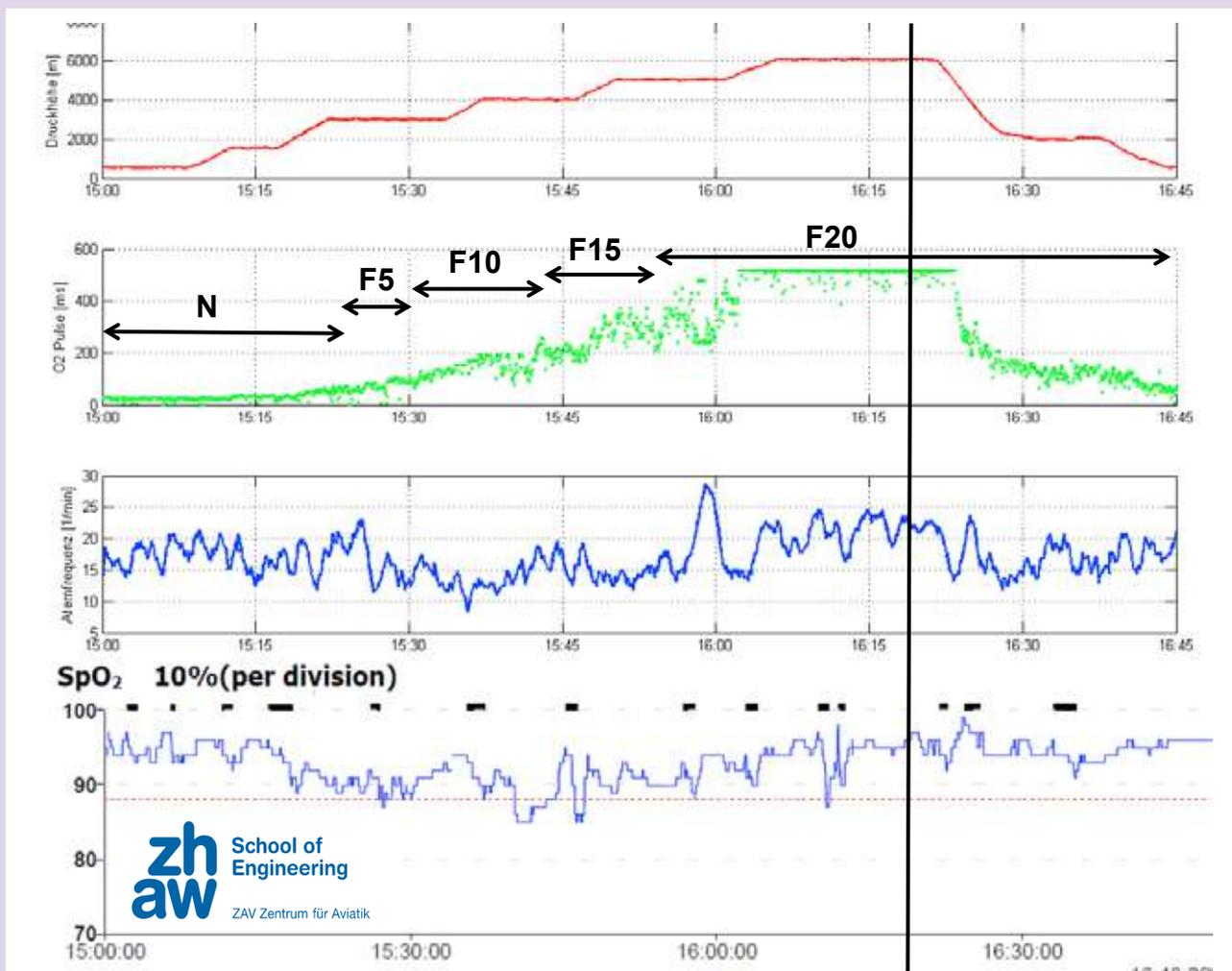


Fig 12.9.3 Uomo, 69 anni, 1,72 m, 78 kg, IMC 26,3 (peso quasi normale), non fumatore. EDS partendo dalla posizione N, la saturazione è crollata all'88% a 3.000 m, quindi l'EDS è passato a F5 per mantenere 88%, quindi F10 verso 4.000 m con il 90% e poi F15 verso 5.000 m per mantenere 90%, quindi F20 all'inizio di 5.000 m. La saturazione sale al 95%. La respirazione diventa invece caotica a 4.000 e 5.000 m, oscillando tra 10 e 28/min., tipico episodio di respirazione periodica. Come osservato anche in anestesiologia, la funzione polmonare diminuisce invariabilmente con l'età!

di nuovo a 6.000 m, senza problemi successivi. In un monoposto, questo incidente gli sarebbe stato fatale ».

Vediamo in fig. 12.9.6. il pulsogramma di un altro pilota in buona salute di 70 anni, IMC normale, durante la minzione in uno Stemme, altitudine 6.500 m. In previsione dell'apnea da sforzo, aveva impostato il suo EDS su R/M (100 % ossigeno) prima di iniziare la manovra. Vediamo che per 4 minuti il pilota (mentre era passeggero) tratteneva spesso il respiro per esercitare una pressione addominale (che è anche il motivo della linea orizzontale tra le 20:37 e le 20:39) poiché la SpO₂ è uguale a quella avrebbe avuto a 6.000 m senza ossigeno supplementare, cioè 75-80% (fig.

12.2.1).

Secondo la tabella 12.3.5, avrebbe potuto perdere i sensi e perdere tutta la capacità di pilotaggio come nell'esempio precedente. In monoposto, vedere in Fig. 12.9.6 il pulsogramma di un altro pilota sano questo incidente avrebbe potuto avere gravi conseguenze!

➤ Mangiare un panino.

Fig. 12.9.8. In previsione di quest'attività fortemente iposica, il pilota, soggetto di 30 anni, molto sportivo, non fumatore, alla quota di 6.000 m, aveva posizionato l'EDS in posizione R/M. Nessuno stress particolare, è biposto.

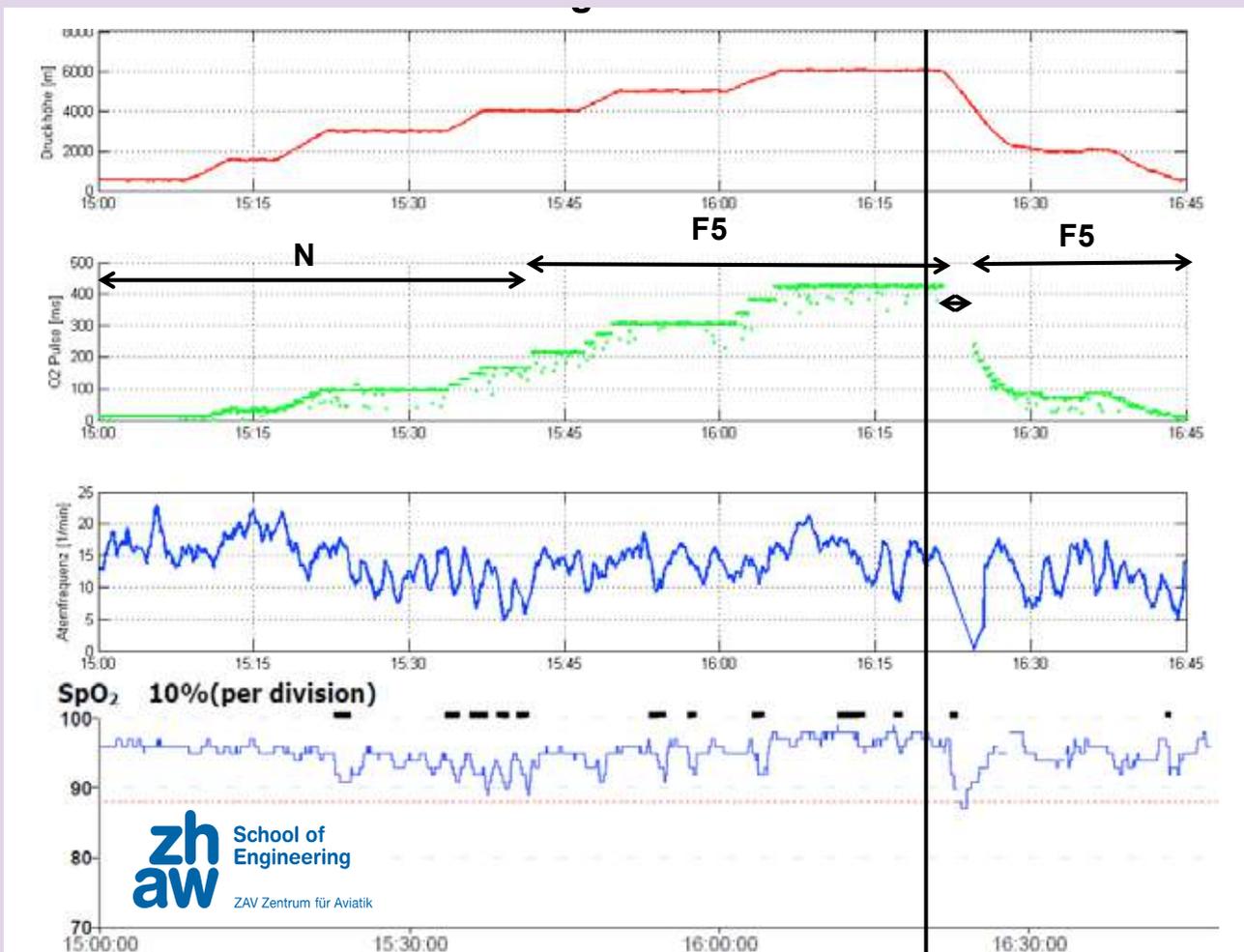


Fig. 12.9.4 Maschio, 36 anni, 1,84 m, 86 kg, IMC 25,4 (peso normale), fuma 20 sigarette al giorno. EDS in posizione N fino a 4.000 m, buona saturazione tra il 95 e il 90%. Quindi l'EDS su F5 a 4.000 m mantiene ancora la SpO2 intorno al 95%. Respirazione estremamente caotica tra 5 e 24/min. Questa «cavia», partecipava come pilota di aliante e fumatore abituale, ma era ancora giovane e quindi non era ancora colpito da asma cronica e bronchite enfisematosa, che possono colpire i forti fumatori e che avrebbe sicuramente ribaltato il quadro!

Dopo il passaggio a R/M (100%), la SpO2 aumenta dall'88 al 94% in tre minuti. Poi per due minuti è impegnato a scartare il suo panino e inizia a mangiare. La SpO2 crolla di 10 punti fino all'85%, quindi varia tra il 95% e il 90%, il che è accettabile. Se prima non avesse aumentato il flusso di ossigeno, la sua SpO2 sarebbe scesa al di sotto dell'80%, rischiando una visione annebbiata, vertigini, ecc.

➤ Tossire o non tossire, questo è il dilemma...

Il 24 novembre 2008, siamo in un volo di addestramento da cinque ore tra 5.000m e 6.000 m, a 400 km a sud della base, tutto va bene a bordo. Il pilota seduto davanti è il Dr. Schaffner, indossa il suo EDS in una tasca sulla tracolla

destra (fig. 12.9.9) a portata di mano per avere la massima reattività in caso di problemi. Quel giorno non avevamo un programma di test e sfortunatamente non avevamo il pulsossimetro per la registrazione. Ecco la narrazione della sua avventura:

« Per un motivo sconosciuto, un allergene (molto comune in questa stagione) o magari particelle vulcaniche, ho iniziato a tossire, non una rapida tosse parossistica, ma una tosse incessante leggera, secca, senza produzione di muco. Mi sono accorto allora che dovevo cambiare l'EDS in posizione R/M per aumentare le mie possibilità di recupero, ma vedevo già il selettore in modo sfocato e non ero stato



12. ossigeno: aspetti fisiologici,



Fig. 12.9.5

in grado di verificare l'impostazione, il mio campo visivo si assottigliava in visione a tunnel, sentivo di non essere più me stesso. Ho già tossito leggermente troppo spesso e troppo a lungo per avere questi sintomi così rapidamente? Non ho perso i sensi, ma non ero totalmente incapace di agire efficacemente o di pilotare l'aliante, un vero stato di stupore (incapacità di agire, ad occhi aperti) [differenza tra TUC ed EPT vedi 12.3.e, Ed.], sentivo Jean-Marie lontano che mi richiamava all'ordine, rimpiangendo di non potergli rispondere mentre tossivo e presto mi accorsi che aveva ripreso i comandi. Se sono ancora qui è perché i centri vitali, come i centri respiratori e circolatori sono subito più resistenti all'ipossia perché più vicini al cuore e quindi meglio irrorati dal sangue rispetto alla corteccia e anche se perdiamo coscienza per ipossia o pressione di perfusione insufficiente, possiamo ancora respirare normalmente.

La tosse poi si fermò (per ipossia grave?) e potei riprendere lentamente i sensi col poco ossigeno (N) che alla fine aveva selezionato, ma almeno respiravo. Sono stato poi in grado di cambiare l'EDS in posizione R/M e tutto è tornato alla normalità nei minuti successivi. Se fossi stato in un monoposto, probabilmente avrei perso le ali e non sarei qui a parlarne.»

Viene confermata una vecchia esperienza clinica: da un episodio ipossico, anche marcato, si guarisce rapidamente e completamente, purché di breve durata!

Tutto è bene quel che finisce bene, ma ogni pilota dovrebbe ricordare che la tosse è il suo nemico numero uno in quota, non solo blocca completamente l'ingresso di aria nuova comprimendo i polmoni, ma impedisce anche gli impulsi di ossigeno dall'EDS. Ad alta quota e sotto ossigeno supplementare, la tosse garantisce l'asfissia. La reazione del Dr. Schaffner è stata corretta, ma applicata troppo tardi.

Al primo colpo di tosse, passate subito al 100% di ossigeno, ma soprattutto evitate di voler volare in alto mentre è prevedibile il rischio di tosse nel quadro di un comune raffreddore, asma o aria impura!

12.10 La respirazione cosciente o volontaria e il freno labiale, necessari per superare 6.000 m in sicurezza con un singolo EDS.

Abbiamo visto in precedenza che qualsiasi iperventilazione provoca una scarsa perfusione cerebrale e un pericolo di ipossia da apnee consecutive.

Sebbene l'ipossia da tali apnee non sia di grande interesse nella medicina generale, per la quale la respirazione di Cheyne-Stokes non ha solo aspetti chiaramente negativi, è del tutto diversa nel caso dei piloti ad alta quota (oltre 6.000 m) per i quali l'ossigeno supplementare è fornito da un sistema di richiesta di impulsi come l'EDS.

Con EDS, l'ossigeno viene introdotto all'inizio dell'inspirazione per un breve periodo, da poche decine a centinaia di millisecondi (vedi fig. 12.5.1). L'analisi delle fig. 12.6.4 e 12.6.1 mostra che a 6.000 m in posizione (N), il volume erogato è di ca. 60 standard cm^3 per impulso di ossigeno per un tempo di apertura dell'elettrovalvola di ca. 250 ms, per 1/4 del tempo di un'inspirazione normale o metà del tempo in cui la portata inspirata aumenta. La portata di ossigeno durante l'apertura della valvola è sostanzialmente fissa e pari a ca. 15 l/min. È quindi essenziale che il bolus generato da questi 0,25 secondo di gas abbia il tempo di penetrare in profondità nei polmoni per raggiungere la superficie di scambio gassoso alveolare.

Se invece il pilota riuscisse a controllare la sua frequenza respiratoria riducendola al di sotto della sua normale frequenza di riposo di 12-15 respiri/min. (4-5 secondi per ciclo), inspirando volontariamente più a fondo, egli respirerebbe meglio il bolus di ossigeno e migliorerebbe la saturazione di ossigeno a uguale bolus di ossigeno. Quest' esercizio è ben noto a medici e cantanti, coinvolge il diaframma, il muscolo che divide il torace dall'addome, che provoca la maggior parte dell'espansione dei polmoni, l'altra parte essendo l'allargamento del torace sollevando le costole.



Fig. 12.9.6 Pulsogramma durante una minzione difficile a 6.500 m, EDS impostato al 100% prima dello sforzo. Si noti che il pieno recupero di SpO2 continua sotto forma di respirazione periodica dopo la «manovra»!

Ecco un piccolo ma importante particolare: affinché il diaframma possa funzionare correttamente in tutta la sua gamma di movimento non deve essere limitato da troppa aria negli intestini che si trovano al di sotto di esso. Da qui la necessità di espellere tale gas verso l'alto o verso il basso prima e durante ogni volo ad alta quota. Esistono dispositivi medici che consentono di allenarsi a casa o di praticare uno sport, che altro non sono che un «freno» espiratorio e inspiratorio regolabile, talvolta chiamati «diaframma trainer». Vedi, ad es. POWERbreathe®.

Uno studio sul British Journal of Sports Medicine ha rilevato che quattro settimane di allenamento combinato di resistenza e di allenamento dei muscoli inspiratori hanno migliorato le prestazioni su 5 km di corsa del 4,3% in più rispetto al solo allenamento di resistenza.

McConnell afferma che *“L'allenamento dei muscoli inspiratori può aiutare in due modi: in primo luogo, riduce la percezione dello sforzo respiratorio, in modo da non sentirsi così a disagio e senza fiato durante l'esercizio. In secondo luogo, può aumentare la soglia alla quale il metaboreflex (Nota 14) limita il flusso sanguigno ai muscoli delle gambe.”*

Meglio ancora se stringendo le labbra durante l'espirazione: ciò aumenta artificialmente la pressione alveolare, questo è chiamato «freno labiale». È quindi possibile aumentare la pressione dell'equivalente di 5 - 15 cm di acqua (3,7 - 11 mm Hg), ma non possiamo continuare questo esercizio per molto tempo, se non altro perché la radio ti distrae o devi rispondere o devi prendere una decisione, quindi presto

avverrà il ritorno alla respirazione normale.

La ciliegina sulla torta sarebbe quella di mantenere la miscela inspirata nei polmoni per almeno un secondo, comunque necessario oltre i 6.000 m. Si dovrebbe sapere come godersi momenti più tranquilli, soprattutto in biposto, per riossigenare consapevolmente in questo modo.

Numerosi esperimenti ci hanno permesso di stimare un guadagno di SpO2 di circa il 5% per la stessa impostazione EDS e sapendo che questo dispositivo non garantisce saturazione sufficiente oltre i 6.000 m, questa tecnica ci ha permesso di salire fino a circa 8.000 m in posizione F20 o R/M. Ma il pilota non deve dimenticare che la respirazione a labbra socchiuse è una manovra volontaria e artificiale insostenibile nel tempo che deve sistematicamente riprendere dopo ogni interruzione, e avvertendo o ricordando al suo compagno (se in biposto) ogni volta che il respiro affannato si è fermato o l'allarme EDS suona.

Un altro motivo per usare una tecnica di respirazione profonda è ridurre l'influenza dello spazio morto. Scott A. Gallagher (Nota 15) spiega che se si riduce la frequenza respiratoria aumentando il volume corrente (l'inspirazione), l'effetto dello «spazio morto» delle vie nasali, faringe, trachea e bronchi), stimato al 40-45% del volume corrente, ca. 0,2 litro, si riduce e di conseguenza aumenta l'efficienza di utilizzo dell'ossigeno.

Ad esempio, durante una respirazione normale di 12 respiri/min. con un volume corrente di 0,5 l, solo (0,5 meno 0,2) = 0,3 l (0,5-0,2) raggiunge gli alveoli, pari ad una ventilazione alveolare di $12 \times 0,3 = 3,6$ litri/min. e uno spreco di ossigeno in un sistema a flusso continuo di $12 \times 0,2 = 2,4$ l/min., il 40% della quantità erogata. In caso di respirazione consapevole e profonda, ad esempio 6 respiri/min. e 1 litro per inspirazione, la ventilazione alveolare diventerebbe $6 \times (1 - 0,2) = 4,8$ litri/min. e uno spreco di ossigeno $6 \times 0,2 = 1,2$ l/min., pari a 20 % della quantità di ossigeno erogata. Un volume di un litro è il massimo che un pilota seduto con le cinture di sicurezza allacciate può assorbire.

¹⁴ È un riflesso che guida il flusso sanguigno ai muscoli secondo il loro bisogno (attività), e che è controllato dal livello di acido lattico nel sangue venoso. L'acido lattico si accumula se il muscolo lavora sotto metabolismo anaerobico (più ATP utilizzato di quanto prodotto, è l'ipossia muscolare che scatena dolori e crampi...!)

¹⁵ High-altitude illness. A better way to breathe? Scott A. Gallagher, MD, FACEPa,b,*, Peter H. Hackett, MD, FACEPc,d, EMERGENCY MEDICINE CLINICS OF NORTH AMERICA, A Department of Emergency Medicine, Aspen Valley Hospital, 0401 Castle Creek Road.



12. ossigeno: aspetti fisiologici,



Fig. 12.9.8 Pulsogramma mentre si disimballa e si inizia a mangiare un panino dopo pre-ossigenazione profilattica

Utilizzando l'EDS, questo calcolo è molto meno giustificato perché il getto di ossigeno viene erogato solo in millisecondi dall'inizio del respiro, sarà quasi interamente «convogliato» agli alveoli, le perdite di volume di «spazio morto» saranno molto inferiori. Ecco perché una maschera, di qualunque tipo, usata da sola con EDS è molto meno efficace delle canule, in quanto aggiunge volume extra al fisiologico «spazio morto», oltre a diluire il getto di ossigeno.

Confesso personalmente di essere impressionato ogni volta che uso il freno labiale (labbro socchiuso) per respirare, per la sensazione di benessere anche mentale che si sente in pochi minuti. Per questo motivo mi alleno sistematicamente

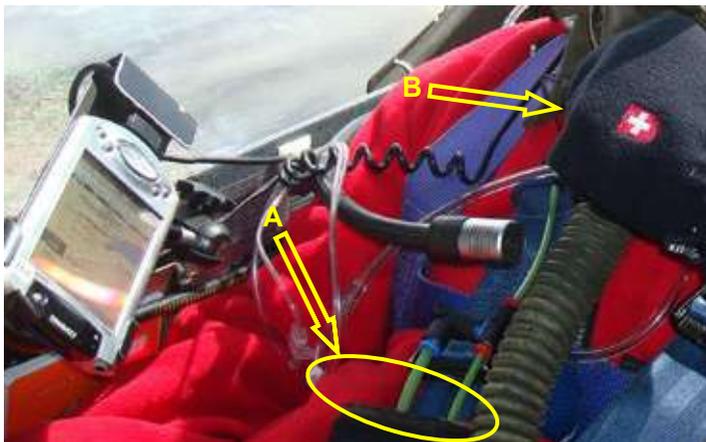


Fig. 12.9.9 Foto della posizione dell'EDS e dei suoi comandi (A) e della mano del pilota (B). Durante la crisi ipossica, il pilota, ancora un po' cosciente, era totalmente incapace di riconoscere le posizioni del selettore per passare a R/M, non capisce nemmeno in che direzione muovere il selettore verso R/M.

anche a bassa quota, e non solo per risparmiare ossigeno! Per chi, per pigrizia o tranquillità, non volesse esercitare questa tecnica, la soluzione è quella di avere due EDS in parallelo come Mr. Ohlmann, fig. 12.6.5. Ma dobbiamo ancora scoprire il comportamento e le leggi di regolazione di due unità in parallelo, principalmente sopra i 6.000 m e quindi non in Europa, questo potrebbe far parte di una futura campagna sperimentale in Patagonia. A meno che Mountain High non ci fornisca un EDS che fornisca impulsi di maggiore flusso istantaneo (ora 15 litri/min.) per il tempo più breve.

12.11 Riepilogo e raccomandazioni.

a) Dal punto di vista delle impostazioni EDS.

- Piloti giovani, snelli, in forma, atletici, non fumatori, senza antecedenti di cefalea frontale in volo, quindi buoni acclimatatori:
Posizione N, al suolo, dal decollo, e F5 (o F10) da 4.500m a 6.000 m.
- Piloti oltre 50, poca attività fisica, fumatori abituali e/o sovrappeso:
Posizione F5, dal decollo, quindi F10 sopra 3.000 m, F15 da 4.500m a 6.000 m. Se la pressione della bombola scende sotto i 35 bar, aumenti di una tacca nelle posizioni F e scendi verso casa o il tuo EDS «rallenterà» inaspettatamente!
- I piloti che assumono beta-bloccanti devono utilizzare presto ossigeno supplementare a velocità di flusso più elevate.
- In caso di dubbio (sull'ipossia) o se ti senti meno a tuo agio: seleziona la posizione R/M per 5 min. Se migliora, continua a volare in posizione F10 o F20. Altrimenti, chiudi il volo il prima possibile e chiarisci l'episodio più tardi con il tuo medico aeronautico!
- Alitudini superiori a 6.000 m: fuori dell'applicabilità ufficiale dell'EDS. Tuttavia è possibile applicando la tecnica di respirazione a labbra socchiuse (con ossigeno) e la respirazione profonda e consapevole (circa 5-6 secondi per ciclo) mantenendo il volume inspirato per 1 secondo. Altrimenti doppio EDS (in fase di test).
- Gli episodi di respirazione periodica (Cheyne-Stokes) sono ineluttabili al di sopra di 2.500 m. Se si individua il fenomeno (da frequenti allarmi di apnea) aumentare il durata degli impulsi di O₂, (con le posizioni da F5 a F20);

non li farà scomparire, ma il livello medio oscillante di saturazione dell'ossigeno aumenterà, il livello minimo sarà del 90%. Ciò eviterà un'eccessiva ipossia durante le apnee.

- Un allarme EDS di solito segnala l'apnea dopo 30 secondi! Occorre reagire immediatamente con alcune espirazioni consapevolmente profonde, attraverso il naso, espirando contro le labbra socchiuse. In determinate condizioni, l'allarme potrebbe non funzionare, prestare attenzione al proprio funzionamento mentale e fare attenzione ai sospiri o agli sbadigli!
- **Prima** di qualsiasi sforzo o distrazione prevedibile come cercare il tubo di drenaggio, urinare (soprattutto se forzata), negoziare con un controllore del traffico aereo (ATC), chiacchierare, mangiare, bere, cercare cose, piegare o riporre una carta aeronautica, scrivere, fare calcoli, lavorare sulla navigazione: **"PRE-OSSIGENARSI** da 3 a 5 min. su R/M, per riempire le scorte di ossigeno e far fronte al meglio alle apnee, a volte prolungate, che accompagnano queste attività.
- Fai attenzione a come deglutisci perché la tosse per schiarire la gola impedisce all'EDS di produrre impulsi di ossigeno oltre a prevenire respiri profondi! Mangiare e bere in piccole porzioni, dividere i panini, per evitare di ingerire qualcosa nel "modo sbagliato". Tosse = rapido soffocamento in quota, come soffocare con il cibo!
- Controllare regolarmente il modello corretto delle cannule (estremità svasate), il corretto posizionamento e (importante) stringimento davanti alla gola (guarda lo specchio!).
- **Maschera:** Sconsigliata (nemmeno al di sopra dei 5.500 m), specie se di tipo primitivo, non a tenuta e priva di valvole inspiratoria ed espiratoria. Al contrario solo il modello militare A-14 con la sua valvola posizionata al contrario per invertire il senso del flusso, con tre filtri semipermeabili (come scaricatore di condensa e freno a pressione espiratoria) (prototipo) che sarebbe poi indossato sopra le cannule nasali che rimangono in posizione e che forniscono l'ossigeno erogato dall'EDS. Questa combinazione dovrebbe essere in grado di migliorare la saturazione di ossigeno mantenendo l'umidità dentro il tubo corrugato.

b) Atteggiamento personale del Pilota in Comando.

«Una buona e responsabile gestione dell'ossigeno» per tutti i «Comandanti» dovrebbe includere i seguenti cinque principi:

- 1. (1) Zero Tolleranza all'ipossia ipobarica. Questo è l'unico atteggiamento giusto perché più.** sicuro e migliore delle normative. Dovrebbe essere il tuo stile di vita, un intangibile, in breve, «good airmanship». È inaccettabile avere incapacità o problemi di pilotaggio derivanti dalla mancanza di ossigeno.
- 2. Uso immediato di ossigeno supplementare, mettersi le cannule prima del decollo.** Usare in modo ininterrotto l'ossigeno e prima possibile.
- 3. Pre-ossigenare** prima di qualsiasi sforzo prevedibile o intenzionale, fisico o mentale, specialmente al di sopra dei 6.000 m.
- 4. Applicare le tecniche di respirazione speciali il più frequentemente possibile.** inspirazioni profonde, trattendo ogni respiro per un secondo, freno espiratorio (labbra socchiuse) per aumentare la pressione espiratoria; portare in volo la scheda del § a).
- 5. Impostazioni EDS utili.** creare portare in volo una scheda che mostra i punti essenziali delle impostazioni EDS.

c) Conclusioni.

In questo capitolo gli autori hanno cercato di affrontare un aspetto importante, spesso sottovalutato nell'immenso e interminabile capitolo dei Fattori Umani nell'Aviazione, ovvero l'apporto sufficiente di ossigeno, indipendentemente dall'altezza.

Le investigazioni relative a questo argomento non si limitano, né si esauriscono in ambiti quali lo studio degli incidenti, la sicurezza e quindi la sopravvivenza dei «volatori d'alta quota», la fatica durante il volo, la prontezza, la buona capacità decisionale, il buon senso e non da dimenticare, il piacere immediato per tutto il volo in montagna.

I principi, provati e confermati in anesthesiologia, come la tolleranza zero per qualsiasi ipossia, per quanto lieve, (in questo caso ipobarica), l'ossigeno supplementare precoce e quindi anticipato, la pre-ossigenazione prima di ogni prevedibile stress, e le tecniche di respirazione che migliorano l'ossigenazione sono ancora poco conosciute e poco diffuse nell'aviazione civile, eppure tutte meritano di essere inserite



ossigeno: aspetti fisiologici, ricerca applicata e gestione dell'EDS®

nell'addestramento di base di qualsiasi pilota. La tolleranza zero all'ipossia non è (ancora) nei regolamenti, ma nessuno impedisce ai piloti di comportarsi meglio di quanto richiesto dai regolamenti, o come Gérard Herbaud (Record mondiale 1992, Vinon (Francia) a Fez (Marocco) meta prefissata di 1.383 km) dice spesso: "Non è vietato essere intelligenti."

L'EDS è attualmente il sistema di erogazione dell'ossigeno più efficiente, il più innovativo nel suo principio, il più leggero e maneggevole, e inoltre, è disponibile ad un prezzo accettabile.

Al fine di ampliare il suo campo di applicazione (altitudini superiori a 6.000 m) e la sua adozione al di fuori del mondo del volo a vela (volo a motore, ultraleggero, deltaplano, paracadutismo, elicotteri commerciali, militari e civili) attendiamo con impazienza l'ulteriore sviluppo, ad esempio monitoraggio più sofisticato, maggiore affidabilità, funzioni di allarme, ecc.



Fine dell'avventura, si torna verso casa.

Leo and Ricky Brigliadori

Competing in gliders

2nd EDITION



Disponibile in inglese, tedesco e italiano.

Per informazioni contattare:
riccardo.brigliadori@pilotapersempre.it
telefono. +39.340.840 5324

Winning with your mind

As seen from: **Lima Bravo** and **Romeo Bravo**





ANA INÉS MC LOUGHLIN MATTANÓ

IN TERMICA
Acrilica su carta da parete, 2013.
79 x 53 cm

Referenze bibliografiche

1. The Airflow Over Mountains, World Meteorological Organization, Technical Note N°34, 1960. Paul Queney, chairman, G.A Gorby, N. Gerbier, H. Koschmieder, J. Zierep.
2. Expériences sur le remou et sur la propagation des ondes, Georges Bidone, lecture du 12 décembre 1819 devant l'Académie des Sciences de Turin. Référence C 697 de la bibliothèque de l'Institut d'Hydraulique de l'Institut Polytechnique de Turin.
3. Ali Silenziose Nel Mondo, Plinio Rovesti, édité par le magazine Volo a Vela. 1975.
4. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris pour obtenir le Grade de Docteur Es Sciences Physiques par Paul Queney, 1936. 1ère Thèse : Recherche relative à l'influence du relief sur les éléments météorologiques.
5. De St Auban à Ellikon, Aviasport, Daniel Barbera, avril 1958.
6. Sierra Wave Project Revisited 50 Years Later, Vanda Grubišić and John M. Lewis, American Society of Meteorology, 2004.
7. Meteorologia per i piloti di volo a vela, Plinio Rovesti, Edizioni dell'Aero club d'Italia 1957, 1971.
8. Royal Meteorological Society, Quaterly Journal, 2012, M.A.C. Teixeira & Al.
9. La Course en Planeur (Streckensegelflug), Helmut Reichmann, SEIDEC Edition, 1982.
10. Quack, M. (2013), Error and Discovery: Why Repeating Can Be New. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 52: 9362–9370. doi: 10.1002/anie.201303190
11. An introduction to boundary layer meteorology, Roland B. Stull, Kluwer academic publishers, 1988.
12. Mountain Waves and Downslope Winds, Dale R. Durran, American Meteorological Society, Meteorological Monographs, Vol. 23, No. 45, June 1990.
13. Soaring 1972 and Sailplane & Gliding 1952, Joachim Küttner.
14. La météorologie du vol à voile, Tom Bradbury, Cepaduès-Editions, 1989/2002.
15. Leo & Ricky Briigliadori, "Competing in gliders, Winning with your mind"
16. Le Manuel du Pilote de Vol à voile, Cepaduès-Editions.
17. Météo du vol à voile et du vol libre, Jean-Paul Fièque, Cepaduès Editions.
18. Mon Record du Monde de Vol à Voile, Guy Marchand, Amiot-Dumont.
19. Ondas atmosfericas y vuelo sin motor, Federico Martinez, EQIP Werbung & Verlag GmbH.

Alessandra Antonini
Philippe Athuil
Richard Bailly-Masson
Claudio Barbero
Gilbert Bouteiller
Andrea Broeker
Mathieu Catillon
Jean-Baptiste Claudin
Bruce Cooper
Pierre-Alain Desmeules
Raphaël Domjan
Luca Frigerio
Pascal Fua
Stephen Gibson
Mario Giuliacci
Max Granereau
Roland Hoffmann
Francis Humblet
Makoto Ichikawa
Sebastian Kawa
Andrej Kolar
Claude Lacaille
Juan Mandelbaum
Carmelo Motta
Philippe Martin
Roxanne Middleton
Klaus Ohlmann
Fabrice Papazian
Jim Payne & Perlan Team
Fabrice Pérocheau
Paul Pitte
Patrick Prodhome
Daniel Rossier
Fabrizio Rovesti
Lucien Russ
Blaise Sahli
Family of Richard S. Scorer
Maurizio Secomandi
Karl Striedieck
Demis Valle
Diego Vallmitjana
Vol à Voile
Volo a Vela
Libreria fotografica dell'autore

Ringraziamenti

Un grazie di cuore a tutti coloro, parenti e amici, che hanno permesso di portare a termine questo lavoro. Sono troppo numerosi per essere tutti menzionati per nome, ma voglio almeno citare:

Innanzitutto Anne-Marie, amata moglie, instancabile compagna di squadra nelle peggiori avventure, sempre in prima linea, dalla cucina al taxiway, condividendo con me le migliaia di chilometri delle più incerte strade andine;

I soci e dirigenti dell'Aero Club Torino e dell'Aero Club Adele Orsi di Varese, che mi hanno sostenuto e accompagnato nelle più folli avventure dei primi grandi voli in onda nel secolo scorso;

Tutti coloro che mi hanno accompagnato fisicamente, moralmente, e anche economicamente nelle mie spedizioni in Patagonia, permettendo così ad umile proletario di competere ad armi pari con i ricchi americani;

Senza dimenticare il console di Francia a Bariloche, Philippe Cheminade, e sua moglie Fifie, senza i quali tutto sarebbe stato così difficile che mi sarei arreso rapidamente;

Il mio grafico Franco Grittani per la sua infinita pazienza nel riprendere incessantemente il suo lavoro sullo schermo per correggere le mie colpe e i miei capricci;

La mia consulente letteraria Anne-Claude Dero per le notti trascorse a leggere, rileggere e rileggere ancora testi totalmente indigeribili e privi di qualsiasi sensibilità poetica;

I miei consulenti medici e partner Gilbert Bouteiller e Heini Schaffner, costretti alle peggiori sofferenze nel convertire le loro conoscenze altamente scientifiche in una lingua popolare accessibile all'aliantista medio;

Tutti i miei amici defunti che cercavano anche loro la nostra Verità;

E perché no? Tutti coloro che, accecati dalle proprie ideologie o per gelosia, non hanno mai smesso di mettermi i bastoni nelle ruote, non facendo altro che rafforzare la mia caparbia nel portare a termine quest'opera.

Informazioni legali

Autore: Jean-Marie Clément

Progettazione grafica e impaginazione: Franco Grittani, France Impression (Gap)

Verifica linguistica: Diego Gaspari Bandion, Alessandro Busco, Aldo Cernezzì, Davide Cescato, Pier Fassina, Stefano Gianni, Flavio Dal Lago, Viviano Ongaro, Danilo Spelta, Massimo Stucchi, Andrea Venturini.

Consulenti medici: Dr. Med. Gilbert Bouteiller (Cap. 11) e Dr. Heini Schaffner (Cap. 12).

Finito di stampare: settembre 2022 (edizione italiana)

Editore: TopFly Eurl, www.topfly.aero, 70, Avenue Jean Jaurès, 05000 Gap, Francia

Deposito legale aprile 2015 © Jean-Marie Clément, 2015, 2022

ISBN versione italiana: 979-10-699-9101-9

Jean-Marie CLEMENT

Nasce il 21 ottobre 1944 a Nancy e spicca il primo volo il 3 aprile 1959 all'età di 14 anni, sul campo di volo a vela di Nancy-Malzéville.

Il 14 maggio 1961 atterra per la prima volta fuori campo dopo un volo locale con l'aliante Emouchet SA 103 n° 35: dopo un'ora e diciotto minuti di veleggiamento, conclude l'esperienza atterrando in un prato a Hoéville a 15 km dalla partenza. FOTO 1.



Il 9 luglio 1962, il suo tentativo ufficiale di guadagno di quota di 3.000 metri in nube, con il Javelot F-CCKN, s'interrompe a 3.200 m e finisce con un atterraggio fuori campo. FOTO 2.

Il 14 aprile 1962 completa l'Insegna FAI d'Argento con un volo verso una meta prefissata verso Saint Yan (distanza di 300 km) con l'Air 102 F-CAYU. FOTO3

Il 30 agosto 1962 effettua un tentativo di distanza con l'aliante Nord 2000, fianco a fianco con Jacqueline Heymès (futura Sig.ra Delbarre), atterrando fuori campo a Lenoncourt. FOTO 4

Nel 1963 partecipa a uno stage a St. Auban con la squadra nazionale Juniores, insieme a Jean-Pierre Cartry e Jean-Claude Penaud; poi nel 1964, completa lo stage di formazione per istruttori presso la Montagne Noire. Per qualche tempo il volo a vela passa in secondo piano durante i suoi studi superiori.

Nel 1973, entra nel gruppo di comproprietari del Caproni Calif n° 5 I-DUOM di Riccardo Brigliadori, e vince tutte le prove del campionato di Hahnweide. FOTO 5

Si laurea in ingegneria alla scuola Arts et Métiers (1967) e al Politecnico di Grenoble (1968), specialità idraulica, con una tesi su «La tecnica delle velocità e dell'energia totale» di ambito volovelistico, per la quale progetta presso il laboratorio d'aerodinamica una sonda per la compensazione ad energia totale che sia anche insensibile agli assetti asimmetrici.

Si trasferisce in Italia dal 1968 al 2014 per motivi professionali, collaborando anche con il professor Piero Morelli del Politecnico di Torino sull'energia totale alla realizzazione di una sonda di compensazione variometrica (KMX). Pubblica uno studio che evidenzia per la prima volta l'influenza delle accelerazioni sulla compensazione dell'energia totale, che presenta in una conferenza al Congresso OSTIV di Vrsac (YU) nel 1972. La teoria, inizialmente accolta tra vari dubbi, appare oggi d'attualità grazie ai sensori inerziali ed accelerometri miniaturizzati, aiutati da potenti calcolatori elettronici.

Dal 1975 al 1980 si dedica al nascente "Volo Libero" ed è tra i fondatori della Federazione Italiana Volo Libero. Progetta, sviluppa e produce in serie un'ala che migliora il progetto originale di F. Rogallo FOTO, 6 con la quale vince il titolo di campione italiano «Classe Standard» nel 1977 a Campo Tures (Sand in Taufers). Prende parte al Campionato Mondiale di St Hilaire du Touvet in rappresentanza dell'Italia, con un'ala Quick Silver, il primo vero "aliante a bretelle". FOTO 7.

Torna al volo a vela agonistico nel 1982 con un Nimbus 2° conquista



PHOTO 1



PHOTO 3



PHOTO 5



PHOTO 7



PHOTO A

>> do il primo posto alla Coppa del Mondo di Vinon FOTO A. Nello stesso anno effettua il primo volo veleggiato di 1.000 km nelle Alpi, con decollo da Varese (aeroporto di Calcinate del Pesce). Tornato nella squadra francese nel 1988, vince il titolo di Campione Europeo a Issoudun FOTO 8, sull'aliante Ventus bT. Conquista il primo posto al campionato Open di Francia a Fayence nel 1989 e infine culmina la sua carriera agonistica con un quarto posto ai Mondiali di Issoudun nel 1990 con il prototipo del DG 600. Torna ai grandi voli di distanza nel 1992, con il primo volo di 1.000 km FAI prefissato effettuato in Italia. Da allora, non ha mai smesso di dedicarsi a sempre migliori prestazioni sportive, perfezionando le tecniche di sfruttamento delle correnti dinamiche, sempre presenti sulle Alpi. Tiene le sue prime conferenze su questo tema nel 1992 a Calcinate, poi ad Alzate, Verona ecc.

Nel 2000 viene registrato il suo primo record francese di Distanza su percorso di Andata e Ritorno, raggiungendo in volo Alès (ai piedi delle Cévennes, Francia) con decollo da Varese (827 km) in aliante biposto con Francesco Pivetta, poi ottiene un altro primato su Tre Punti di virata nei Pirenei (per un totale di 1.064 km), e quindi nel 2001 nuovamente in Andata e Ritorno (1.014 km) sorvolando Koflach (vicino a Graz, Austria) con Giuliano Laurenti decollando da Varese. Dallo stesso punto di decollo raggiunge in un altro volo in A/R la città di Carcassonne in Francia. Ogni anno completa numerosi voli in biposto di oltre 1.000 km, dall'Atlantico all'Adriatico.

Durante la sua prima spedizione in Patagonia del dicembre 2002 pareggia due primati mondiali durante i primi due voli, stabilendo nel contempo due record francesi.

Durante la seconda spedizione in Patagonia del novembre 2003 effettua il primo volo prefissato su Andata e Ritorno di 2.000 km nella storia del volo a vela, battendo tre record mondiali e otto record nazionali francesi FOTO C. Dal 2002 organizza ogni anno una spedizione volovelistica e scientifica di diversi mesi in Patagonia che è occasione di numerose scoperte e di ricerca

applicata, ma soprattutto dedicata alla divulgazione delle proprie conoscenze ai piloti di tutto il mondo, stabilendo con l'occasione numerosi primati nazionali e mondiali.

Attività:
6.400 ore e 3.900 voli in aliante,
600 ore e 1.800 voli in aeroplano, 27 record francesi e 6 record mondiali.



PHOTO 2



PHOTO 4



PHOTO 6



PHOTO 8

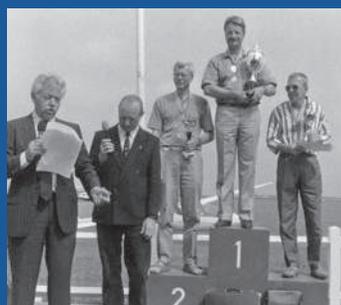


PHOTO B



PHOTO C



TopFly Editore

60,00 € TTC