

Meteorologia applicata al volo delta

di Plinio Rovesti



FRONTI FREDDI, FRONTI CALDI, FRONTI STAZIONARI E FRONTI OCCLUSI

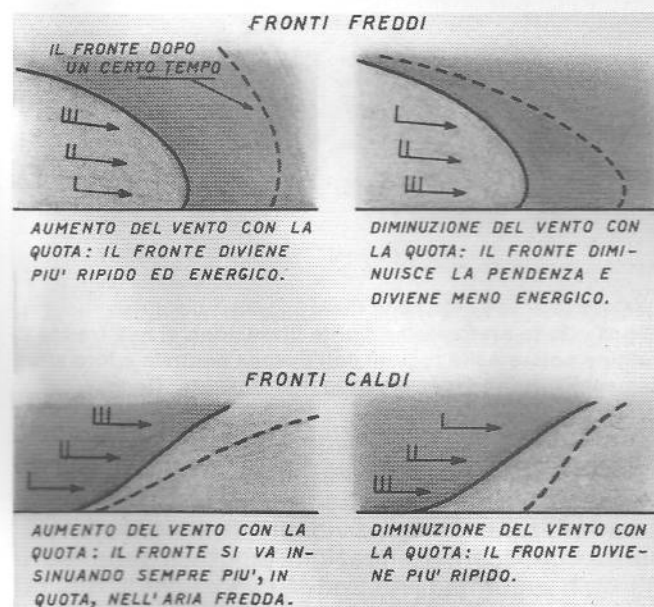


I fronti, in dipendenza delle loro caratteristiche particolari, della posizione dell'aria fredda rispetto all'aria calda e secondo il loro movimento, vengono distinti secondo la seguente classificazione, introdotta da Bjerknes:

- a) Fronte freddo;
- b) Fronte caldo;
- c) Fronte stazionario;
- d) Fronte occluso.

Poiché per i deltaplanisti è importante conoscere i fenomeni che caratterizzano questi tipi di fronti, è necessario parlare alquanto diffusamente di essi.

Fronte freddo. Un fronte, lungo il quale una massa d'aria fredda avanzante sloggia quella calda e la solleva incuneandosi sotto di essa, riceve il nome di "fronte freddo". La superficie di discontinuità di tali fronti è inclinata nel senso contrario a quello secondo cui essa si sposta ed è molto più ripida di quella dei "fronti caldi". Essa varia comunque, in dipendenza della velocità di movimento del fronte e dell'andamento del vento con la quota (fig. 1).



La pressione atmosferica, in generale, diminuisce prima dell'arrivo del fronte ed aumenta bruscamente dopo il suo passaggio. La temperatura subisce una forte diminuzione,

mentre l'umidità relativa aumenta notevolmente. Il vento aumenta di intensità al passaggio della superficie frontale, subendo inoltre una brusca rotazione (fig. 2). Nel nostro emisfero, per esempio, da una direzione intorno a Sud ruota ad Ovest, o da Sud Ovest a Nord Ovest, e da Ovest a Nord.

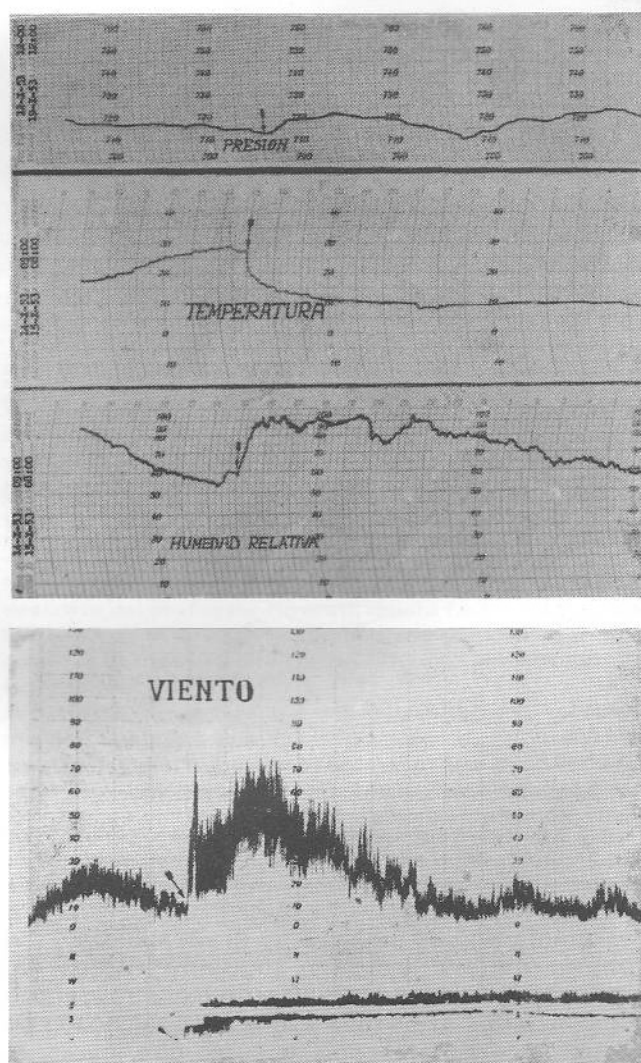
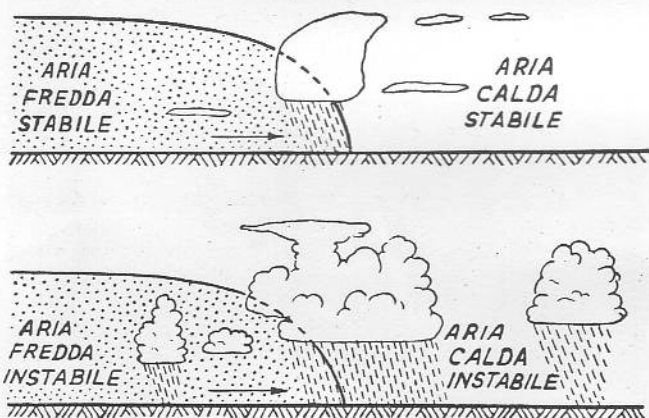
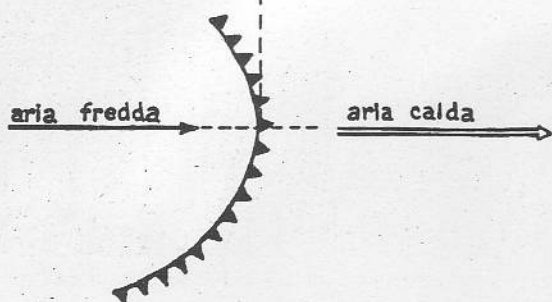
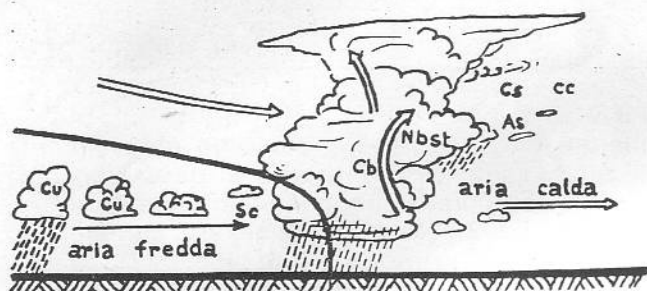


Fig. 2 - Variazione della pressione, della temperatura, della umidità relativa e del vento al passaggio di un fronte freddo. (Registrazione del passaggio di un fronte freddo di Pampero effettuata il 14 gennaio 1953 dalla stazione meteorologica di La Cruz - Cordoba - Argentina).

I sistemi nuvolosi che accompagnano l'irruzione dei fronti freddi dipendono dalle proprietà cinematiche e dinamiche dei fronti stessi e dalle condizioni di equilibrio regnanti sia nella massa calda prefrontale che da quella fredda avanzante. Le figure 3 e 4 illustrano le formazioni nuvolose che caratterizzano i fronti freddi con masse d'aria in distinte condizioni di equilibrio e pertanto non ci dilungheremo ulteriormente sull'argomento.



Figg. 3 e 4 - Formazioni nuvolose che caratterizzano i fronti freddi con masse d'aria in distinte condizioni di equilibrio termico.

Per quanto riguarda la velocità di spostamento dei fronti freddi, si può fare la seguente distinzione: quelli che si muovono lentamente o che rallentano la loro marcia, stazionando a volte per qualche tempo su una determinata zona, e quelli che invece si spostano rapidamente. Spesso questi tipi si trasformano dall'uno all'altro e nelle fasi intermedie non è facile classificarli.

Mentre i fronti freddi in lento movimento ed i fronti stazionari, non presentano che scarso interesse per il volo veleggiato, quelli che si muovono rapidamente, invece, costituiscono una inesauribile fonte di ener-

gia termodinamica che il pilota deve conoscere per potersi servire di essa quando l'occasione si presenti. Infatti, gli alianti ed i deltaplani volando nelle correnti termiche della zona prefrontale, oppure nella corrente dinamica che si genera lungo tutta la superficie di discontinuità in movimento, possono mantenersi in volo molte ore e percorrere col fronte notevoli distanze.

Le possibilità offerte da questi fronti si accrebbero poi quando il Prof. Georgii scoprì nella zona prefrontale quelle miracolose onde atmosferiche che i piloti possono vantaggiosamente sfruttare per guadagnare quota senza bisogno di avvicinarsi alla superficie di discontinuità. Tali onde vanno cercate in quota nella zona antistante il cumulonembo che accompagna il fronte (fig. 5 e 6). Gli studi e le esperienze su di esse costituiscono un importante compito per le future ricerche nel campo del volo veleggiato.

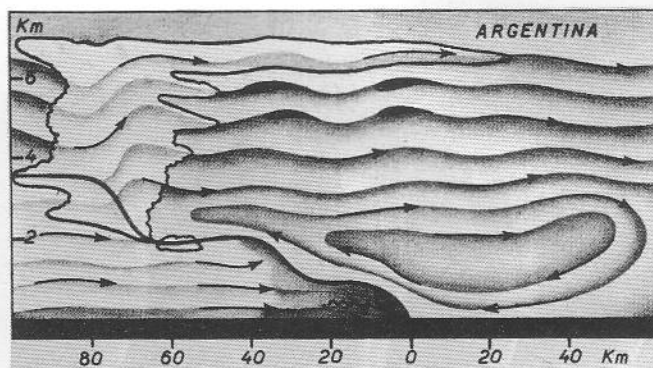


Fig. 5 - Invasione di un fronte di Pampero e formazione di onde nella regione prefrontale (Georgii).

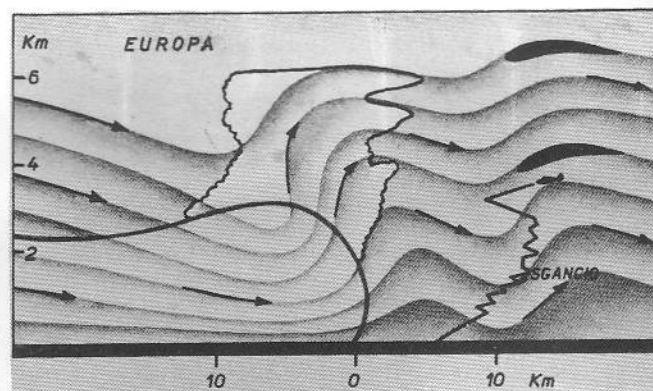


Fig. 6 - Onde prefrontali durante l'invasione di aria fredda di origine polare nelle regioni dell'Europa centrale e loro sfruttamento volovelistico, secondo il Prof. Walter Georgii.

I fronti freddi che si muovono rapidamente si localizzano con relativa facilità nella carta del tempo, mentre un osservatore attento, per i fenomeni che lo caratterizzano, può individuarli facilmente anche senza conoscere la situazione sinottica generale. Il cuneo che forma l'aria fredda avanzante in questo classico tipo di fronte è assai meno profondo di quello che si riscontra nei fronti freddi in lento movimento ed il bordo frontale del cuneo stesso è molto ripido.

La sua velocità di spostamento varia tra il 70 ed il 90% di quella del vento geostrofico ed in qualche

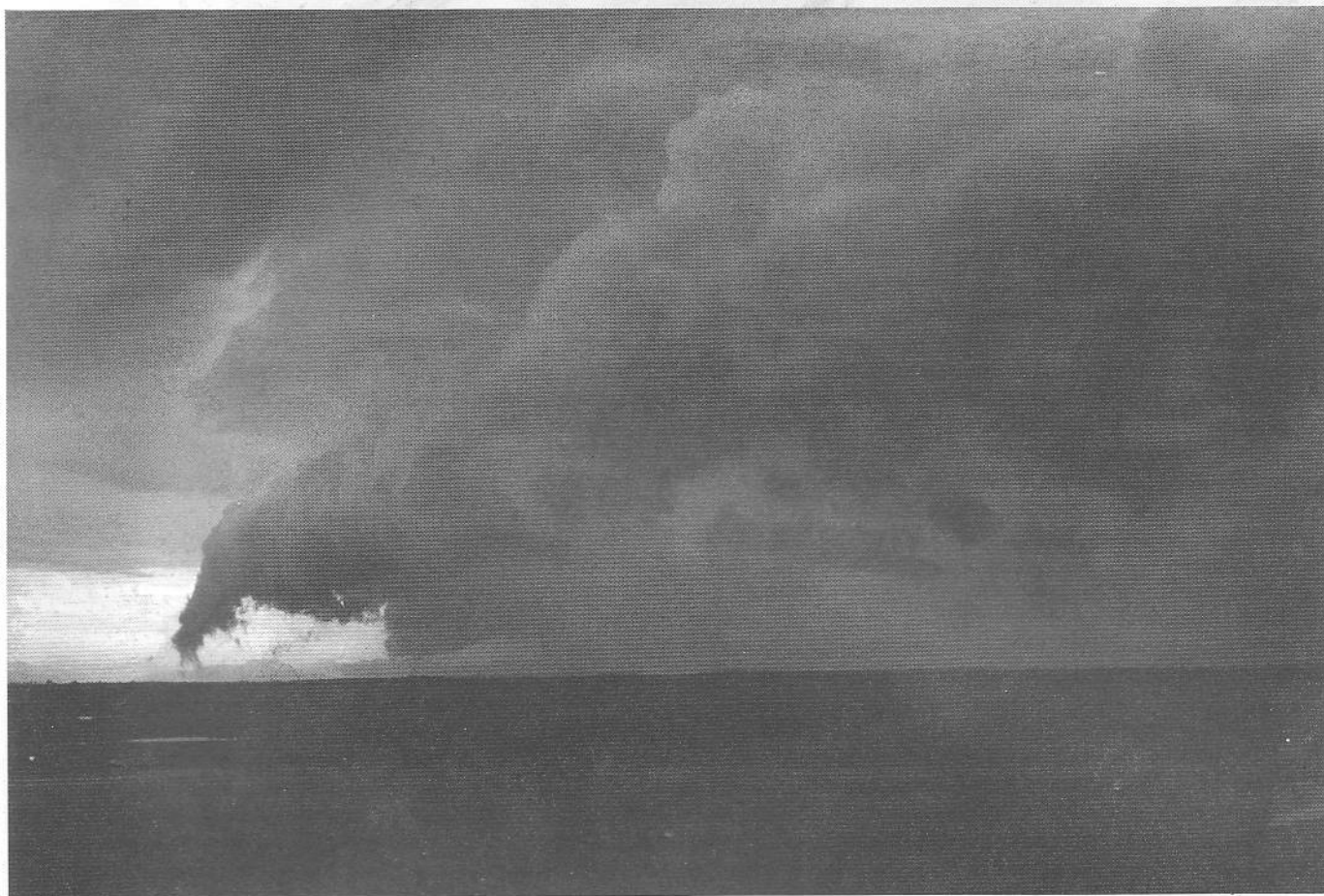


Fig. 7 - L'avvicinarsi di un fronte freddo è caratterizzato dalla formazione di Altostrati e Altopcumuli e spesso la superficie frontale è visualizzata da fractocumuli e fractostrati associati a violenta turbolenza.

caso quest'ultimo valore può essere anche superato. L'avvicinarsi del fronte è caratterizzato dalla formazione di nubi (As e Ac) che spesso si estendono sino a 150 km dalla linea frontale. La superficie di discontinuità è accompagnata da oscure nubi temporalesche che coprono tutto il cielo (**fig. 7**).

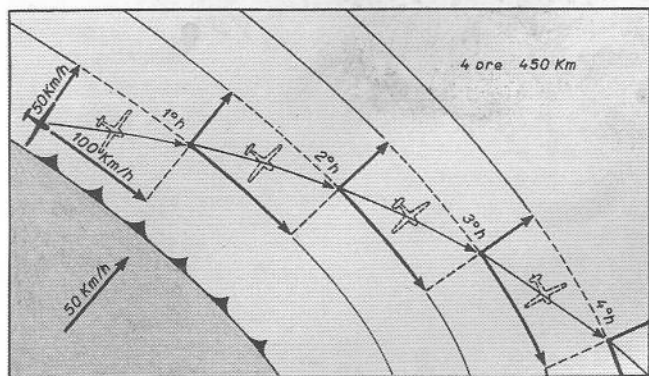
Sul fronte avanzante di queste nubi si hanno delle fortissime correnti ascendenti e basterà portarsi nel loro ambito per trovare la possibilità di percorrere centinaia di chilometri senza necessità di avvicinarsi alla superficie frontale e di discontinuità. Bisogna però tener presente il pericolo di essere "succhiati" dal temporale, nel qual caso, e la violenza delle correnti e l'impeto delle precipitazioni (specialmente della grandine), e l'infuriare delle scariche elettriche e la mancanza di visibilità, potrebbero costituire delle serie minacce per il pilota e per l'apparecchio.

Si dovrà pertanto cercare di mantenersi costantemente sul fronte avanzante del cumulonembo, evitando di entrare nella nube. In questo modo, volando parallelamente alla superficie di discontinuità, si avrà la possibilità di percorrere, senza perder quota, centinaia di chilometri.*

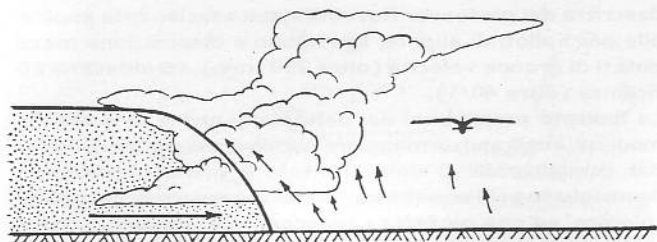
NOTA - La tecnica di sfruttamento delle ascendenze frontali descritta dal professor Rovesti, risulta facilmente applicabile per i piloti di aliante, che hanno a disposizione mezzi dotati di grande velocità (oltre 250 kmh), ed altissima efficienza (oltre 40/1).

Le limitate prestazioni dei deltaplani, anche di quelli più moderni, implicano un maggiore rischio di essere "risucchiati" dai cumulinembi. Il volo frontale è quindi fortemente sconsigliato a chi non abbia una solida preparazione meteorologica, ed una perfetta conoscenza dei fenomeni che si producono nell'atmosfera in tali circostanze.

Le figure 8 e 9 illustrano chiaramente la tecnica del volo frontale; non riteniamo pertanto necessarie ulteriori spiegazioni sull'argomento.



Quello che qui vogliamo ancora aggiungere è che le superfici frontali non presentano una barriera continua di nubi temporalesche, bensì serie di cumulonembi allineati lungo la linea che costituisce il fronte. Per passare da una cellula temporalesca all'altra non ci si deve inoltrare nella zona compresa tra i due ammassi di nubi, dove regnano sempre fortissime correnti discendenti e dove è facile rimanere rinchiusi in volo senza visibilità; bensì ci si deve allontanare momentaneamente dal fronte e cercare di raggiungere in volo termico, attraverso la zona prefrontale, la cellula seguente, come è chiaramente dimostrato nella figura 9.



Veleggiamento termico nella zona prefrontale.

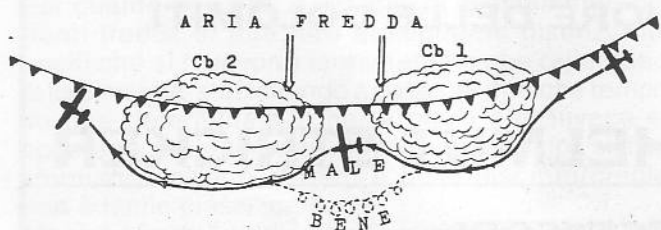
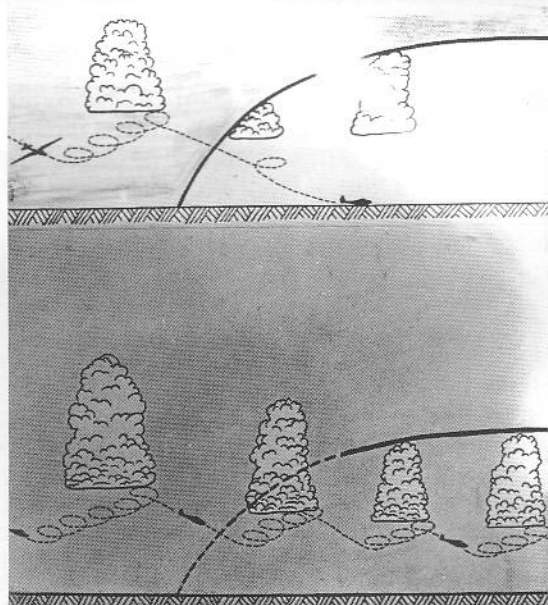


Fig. 9 - Tecnica del volo frontale con e senza nubi.

Un'ultima importante osservazione. Capita spesso, nel corso di tentativi di voli di distanza, di incontrare lungo la propria rotta, superfici frontali stazionarie e o in lento movimento, che il pilota, per continuare il volo, è costretto a superare. Diciamo subito che tali fronti sono generalmente difficili da superare per il fatto che la loro superficie di discontinuità è poco inclinata e pertanto lo spessore del cuneo frontale è notevolmente ridotto. È facile capire che ciò importa un assottigliamento dello strato convettivo; il quale, in corrispondenza con la superficie di discontinuità, è superiormente limitato da una inversione termica che blocca le correnti termiche ascendenti. L'importanza dell'inversione dipende dalla differenza di temperatura esistente tra le due masse adiacenti; comunque sia, però l'attraversamento della superficie di discontinuità è possibile soltanto quando il limite tra le due masse non è troppo marcato e l'attività termoconvettiva riesce ad eliminare l'inversione. La figura 10 illustra il presente caso alle 10 del mattino quando i movimenti verticali sono ancora deboli ed il fronte non può essere attraversato; alle ore 14 del pomeriggio quando invece il cuneo frontale di discontinuità è stato completamente eliminato dal rimescolamento verticale delle correnti termiche i piloti possono agevolmente attraversarlo in volo veleggiato.

Esaurita la serie di osservazioni sui fenomeni che accompagnano i vari tipi di fronti freddi, veniamo ora a parlare dei "fronti caldi".



Fronti caldi. Si distingue con questo nome un fronte costituito da una massa d'aria calda che in obbedienza a leggi fisiche ben note, supera, avanzando, una massa aerea più fredda dando origine in tal modo ad estesi sistemi nuvolosi, la cui larghezza varia tra i 150 ed i 1500 chilometri, interessando altezze che arrivano a 6.000 metri.

Nel fronte caldo la superficie di discontinuità è inclinata nel senso stesso secondo cui avviene il suo spostamento ed ha una pendenza molto minore di quella dei fronti freddi (fig. 1 e 11).

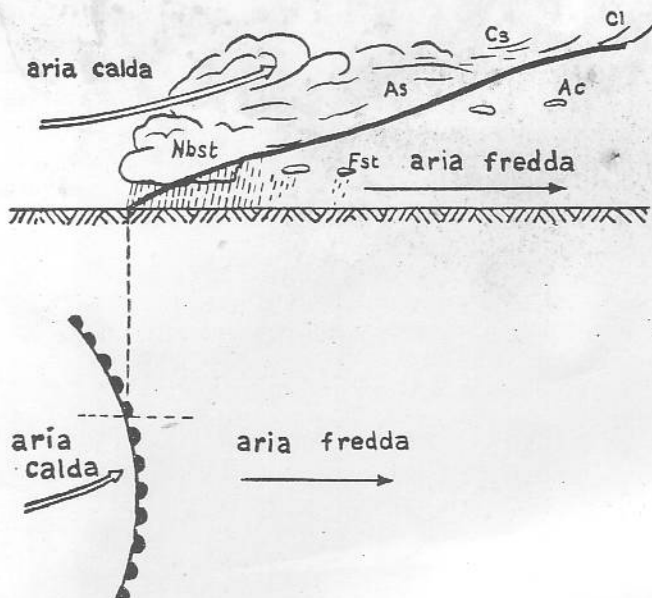


Fig. 11 - Nel fronte caldo la superficie di discontinuità è inclinata nel senso stesso secondo cui avviene il suo spostamento.

Quando non trattasi di fronti stazionari, i fronti caldi avanzano con velocità che vanno dal 60 all'80% di quella del vento geostrofico. Anche i fenomeni che si riscontrano nelle regioni attraversate da un fronte caldo dipendono dalle condizioni di equilibrio regnanti nelle masse d'aria calda e fredda.

Il passaggio su una data regione di un fronte caldo, cioè di una massa d'aria calda che rimpiazza una più fredda, è caratterizzata dai seguenti fenomeni.

Si avrà su quella regione un aumento di temperatura, che presso il suolo è poco sensibile, mentre si rende più evidente di mano in mano che si sale in quota; inoltre l'aria calda si solleva lungo la superficie di discontinuità sopra l'aria fredda, si raffredda a sua volta e, essendo ricca di umidità, dà luogo a successive formazioni di cirri, di cirrostrati, di altostrati e, finalmente di nembostrati che danno piogge continue e insistenti, a cui tien dietro — anche quando il fronte caldo è passato — il persistere del cielo coperto e delle uggiose piovgerelle.

Quando la massa calda avanzante è instabile, nel settore posteriore della superficie frontale, e precisamente nella zona degli strati-nembi, si riscontra la formazione di nubi cumuliformi e manifestazioni temporalesche, mentre nel caso di masse calde stabili sono di tipo stratiforme (fig. 12).

I fronti caldi che non si muovono prendono il nome di "fronti caldi stazionari". Per essi vale quanto si è

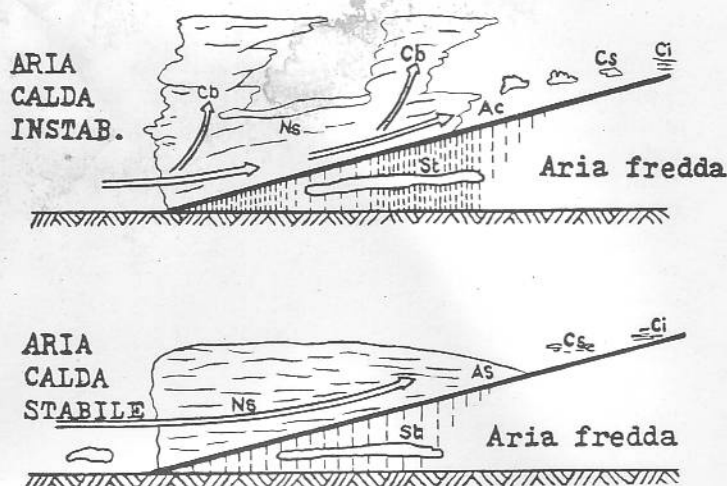
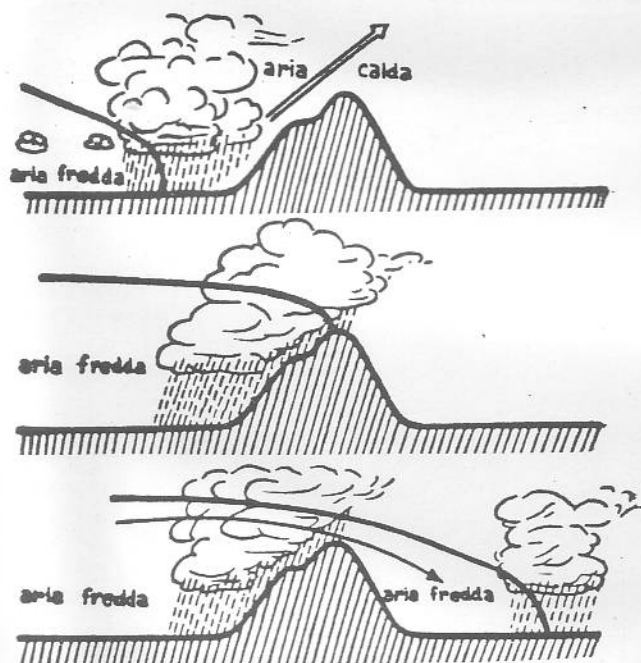


Fig. 12 - In un fronte caldo, quando la massa calda avanzante è instabile, si riscontra la formazione di nubi cumuliformi e manifestazioni temporalesche, mentre nel caso di masse calde stabili le nubi sono del tipo stratiforme.

detto a proposito dei fronti caldi in movimento, poiché l'ascesa di aria calda che dà luogo alla formazione dei sistemi nuvolosi dianzi illustrati, si verifica anche quando il fronte è stazionario. Per quanto riguarda la distribuzione dei venti e delle precipitazioni nei fronti, è importante osservare che sul fronte caldo le piogge sono generalmente tranquille ed insistenti, mentre il vento cambia gradatamente direzione, ma senza sbalzi improvvisi e violenti; sul fronte freddo, invece, la mutazione del vento è rapida e la sua velocità è grande, le formazioni nuvolose sono meno vaste ma più dense, le precipitazioni più violente e copiose, intramezzate da schiarite caratteristiche per la nitidissima visibilità, la temperatura scende con brusche variazioni e la pressione, durante e dopo il passaggio del fronte, registra improvvisi e talvolta forti aumenti. In generale, poi, è da notare che, mentre i fenomeni atmosferici, che accompagnano il passaggio di un fronte caldo, interessano regioni molto estese, quelli che accompagnano il passaggio di un fronte freddo, interessano zone assai meno vaste ed hanno una durata notevolmente minore dei primi.

È facile capire che le correnti dinamiche prodotte dal lento sollevamento di una massa d'aria calda lungo le superfici di discontinuità dei fronti caldi, non possono raggiungere la sufficiente intensità per acconsentire il volo veleggiato. D'altra parte lo sfruttamento delle correnti termiche che si generano nell'interno delle nubi convettive che accompagnano

spesso i fronti caldi è resa praticamente impossibile dalla presenza degli spessi strati di nubi basse che si formano nelle cappe inferiori, dove, per di più, abbondano le precipitazioni. Possiamo quindi affermare che i fronti caldi non presentano situazioni favorevoli al volo veleggiato. Qui ne abbiamo parlato perché è necessario che il deltaplanista ne conosca le manifestazioni per saperle distinguere da quelle che accompagnano i fronti freddi. Dovremo dire ora dei **fronti occlusi**, ma ci riserviamo di parlarne diffusamente in un prossimo articolo, quando verremo a parlare delle perturbazioni. Per completare l'argomento di questo articolo formuleremo alcune osservazioni sull'influenza che esercitano le catene montane sulle superfici frontali in movimento. Cominceremo col rilevare come i sistemi nuvolosi che accompagnano i fronti siano soggetti a notevoli perturbazioni quando attraversano una catena montuosa, sia per l'effetto frenante esercitato dall'incontro della superficie frontale con il versante sopravvento, sia per l'azione dissolvvente esercitata dalle correnti discendenti nel versante sottovento sulle formazioni associate al fronte. Tali fenomeni sono chiaramente illustrati dalle **figure 13 e 14** che



13 - Perturbazioni provocate da una catena montana durante il passaggio di un fronte freddo.

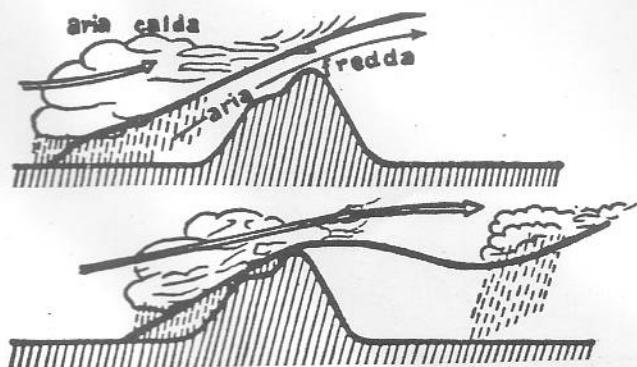


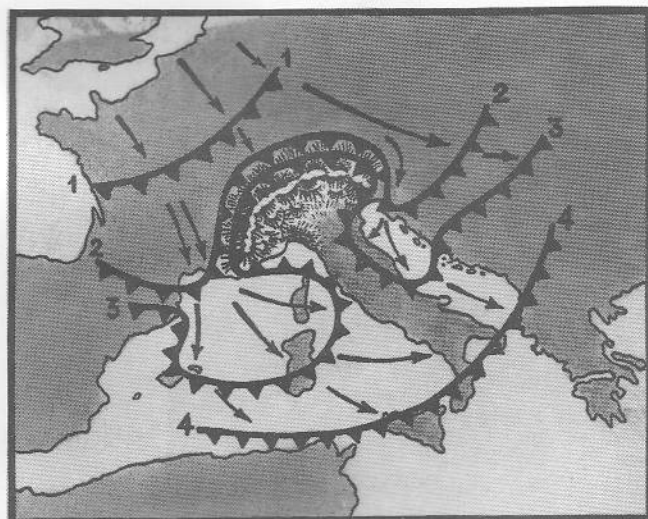
Fig. 14 - Perturbazioni provocate da una catena montana durante il passaggio di un fronte caldo.

rappresentano rispettivamente le perturbazioni provocate da una catena montana durante il passaggio di un fronte caldo e di uno freddo. Per quanto riguarda l'influenza esercitata dalle montagne sulla distribuzione generale delle precipitazioni, ricorderemo che l'ascendenza forzata di una massa d'aria lungo un pendio montano dà quasi sempre luogo a condensazione di vapore acqueo e, per conseguenza, alla formazione di nubi.

È quindi intuitivo che, sopra i versanti montani esposti ai venti dominanti, le precipitazioni rispetto alle altre zone, sono molto più frequenti ed abbondanti.

Quando lo spessore di una massa d'aria fredda in movimento è inferiore all'altezza delle catene montuose verso le quali avanza, il fronte, non riuscendo a superarle, cerca di aggirare l'ostacolo, non diversamente da quello che fa una corrente d'acqua quando incontra le pile di un ponte.

È questo il caso che si verifica spesso in Italia quando un fronte freddo proveniente da Nord non riesce a superare la barriera alpina. Allora le masse d'aria, arretrate nella loro parte media, continuano ad avanzare ai due lati delle Alpi dilagando sulla penisola; da una parte attraverso il Golfo del Leone e dall'altra attraverso il Golfo di Trieste, per ricongiungersi dal lato sottovento della catena alpina e ricostruire il primitivo fronte d'aria fredda avanzante verso il Mediterraneo centrale (**fig. 15**).



Pure naturale è l'azione esercitata dal cordone alpino sui fronti caldi provenienti dal Mediterraneo occidentale o dalla Francia, i quali vengono arrestati dalle Alpi nella loro parte centrale, mentre continuano ad avanzare verso le coste tirreniche e l'Europa centrale.

Terminando il nostro studio elementare sui fronti, non possiamo fare a meno di rilevare come le condizioni geografiche dell'Italia ed il suo notevole sviluppo in senso longitudinale, riducano grandemente le possibilità che le superfici frontali in movimento offrono al volo veleggiato di distanza. Ad ogni modo, per la loro grande importanza, il deltaplanista deve conoscere i fenomeni che si producono lungo i fronti, in modo da poter scegliere, in base a norme scientifiche e con maggior speranza di successo, la zona miglior per il volo, senza essere costretto ad affidarsi al caso, poiché il volo a delta vuole essere un'attività razionale e sistematica e non il prodotto di un giuoco di fortuna.

PLINIO ROVESTI