

Meteorologia applicata al volo delta

di Plinio Rovesti



LE FORMAZIONI NUVOLOSE



Tra tutti i fenomeni meteorologici che sono collegati con la presenza di vapore acqueo nell'atmosfera, hanno importanza particolare per il volo veleggiato le nubi, perchè, come già sappiamo, entro e sotto di esse si svolgono spesso delle correnti aeree, che il pilota deve saper riconoscere ed opportunamente usare.

Studiando in uno dei precedenti articoli il fenomeno della condensazione, siamo venuti ad esporre, in sostanza, come si formano le nubi. Non ci sembra che ci sia qui da aggiungere molto circa la loro origine, se non questo, che la condensazione del vapore acqueo nell'atmosfera e la formazione delle nubi può avere varie cause.

a) Per contatto con corpi freddi.

Il suolo, per esempio, perde per irradiazione grandi quantità di calore, e in conseguenza, si determina il raffreddamento delle masse d'aria con esso a contatto e l'abbassamento del punto di rugiada. Se, continuando la temperatura ad abbassarsi, accadrà che si sorpassi il punto in cui il vapore è saturo, questo necessariamente si condenserà in forma di minutissime goccioline, che costituiscono la rugiada, la quale si deposita sulla superficie terrestre, o la nebbia, la quale rimane in sospensione negli strati vicini al suolo.

b) Per rimescolamento di masse d'aria a temperature differenti.

Si abbiano, tanto per fare un esempio, due masse d'aria, sature tutte e due, ma di temperatura differente: l'una suppongasì a 5°C, l'altra a 25°C.

Sappiamo dalle apposite tavole psicrometriche che la densità della prima massa sarà di 6,8 e quella della seconda di 23,2. Venendo le due masse a mescolarsi, ne risulterà una temperatura media di 15°C,

$$T_m = \frac{6,8 + 23,2}{2} = 15$$

Ma poichè a 15°C di temperatura, la densità è di 12,8 avverrà che l'eccedenza di vapore acqueo contenuto nell'aria (e cioè: 15 - 12,8 = 2,2) dovrà condensarsi e dare luogo alla pioggia.

Se le due masse d'aria che vengono a mescolarsi non sono sature, ma solo prossime ad esserlo, accade che la condensazione avvenga in qualche parte solo, mentre in altre viene a mancare, dando luogo così all'improvviso formarsi e all'improvviso scomparire di nubi lievi e trasparenti, facili a riconoscersi nelle belle giornate serene.

c) Per raffreddamento adiabatico.

Sappiamo già che quando una massa d'aria si eleva, si raffredda adiabaticamente di un grado per ogni 100 metri di quota, così che, ad una certa altezza, raggiungerà il punto di rugiada e se, superato tale

punto, continuerà il moto ascendente, si condenserà dando luogo alla formazione di una nube.

Le varie cause determinanti la condensazione del vapore acqueo presente nell'atmosfera, sogliono agire spesso in proporzioni assai vaste e, talora non isolatamente, ma insieme; per questo, la nuvolosità può estendersi a vaste zone del cielo e durare per notevoli periodi di tempo.

Si chiama appunto "nuvolosità" quella più o meno grande quantità di nubi che sono presenti nel cielo in un determinato momento, o meglio, il rapporto tra l'area del cielo coperta di nubi e l'area totale del cielo visibile. Il grado di nuvolosità si suole esprimere in ottavi.

Gli elementi che si sogliono considerare nello studio delle nubi, poichè ne costituiscono le caratteristiche, sono: l'altezza, la direzione, la velocità, la forma.

L'Atlante Internazionale delle nubi e degli stati del cielo, per quanto riguarda l'altezza a cui si trovano, divide le nubi in quattro grandi "famiglie", e cioè:

Nubi superiori;

Nubi medie;

Nubi inferiori;

Nubi a sviluppo verticale.

In relazione poi alla forma tipica che le nubi sogliono assumere, le famiglie si dividono in "specie" e queste, quando occorra, in "sottospecie", e le sottospecie in "varietà". Infine l'Atlante fa menzione di "dettagli accidentali", ossia di particolarità che, pur non essendo di per sé sufficienti a determinare una sottospecie o una varietà, servono tuttavia a mettere in rilievo alcuni aspetti di questo o di quel tipo di nube.

FAMIGLIA	SPECIE	Abbreviazione	Altezza della base sopra il suolo (metri)	
			Massima	Minima
Nubi superiori	Cirrus	Ci	12.000	7.000
	Cirrocumulus	Cc	10.000 *	6.000 *
	Cirrostratus	Cs		
Nubi medie	Alto cumulus	Ac	7.000	2.500
	Altostratus	As	6.000 *	2.000 *
Nubi basse	Stratocumulus	Sc	2.500	Pochi metri dal suolo
	Stratus	St	2.000 *	
	Nimbostratus	Ns		
Nubi a sviluppo verticale	Cumulus humilis	Cu	2.500	500
	Cumulus congestus	Cu	2.000 *	
	Cumulonimbus	Cu	3.000	
		Cb	2.000 *	

NOTA: Le altezze contrassegnate dal segno * si riferiscono a latitudini maggiori di 45°, le altre, a latitudini basse e medie.

Riportiamo per esteso nella **figura 1** la classificazione dell'Atlante Internazionale.

Ora, seguendo la nomenclatura e le caratterizzazioni adottate dalla Commissione Internazionale per lo studio delle nubi, analizzeremo ad uno ad uno i vari tipi di nube, non solo per metterne in evidenza il modo di formazione, l'aspetto ed i fenomeni concomitanti, ma anche per descrivere le risorse pratiche che ciascuno presenta per il volo veleggiato.

1) CIRRI (Ci). Sono nubi bianche, lievi, trasparenti, che spesso formano nel cielo lunghe strisce, terminanti talora a forma di ciuffo o di piuma. Sono costituiti da sottili e brillanti cristalli di ghiaccio. Nè ciò deve far meraviglia, quando si pensi che queste nubi si formano a grande altezza, dove naturalmente si hanno delle temperature molto basse. La loro origine è dovuta a convezione termica o dinamica negli strati superiori dell'atmosfera. A volte, i cirri si presentano accompagnati da alto strati o cirrostrati, nei quali casi essi sono considerati come apportatori di cattivo tempo: in quella condizione, infatti, costituiscono spesso il fronte di un ciclone che si appressa (**fig. 2**). Altre volte, invece, i cirri si presen-



Fig. 2 - Cirri provenienti da Ovest, precursori dell'arrivo di un fronte caldo associato ad un ciclone dinamico. Essi diventano sempre più densi e finiscono col formare uno strato di Cirrostrati.

tano isolati nel cielo, irregolarmente disposti e senza connessione con altri tipi di nubi: e allora vengono considerati come apportatori di tempo buono e attribuiti a fenomeni di convezione nella parte superiore della troposfera.

2) CIRROCUMULI (Cc). Capita a volte di vedere, tra i 6.000 e gli 8.000 metri, strati o banchi cirrosi, senza ombre proprie, composti di piccoli fiocchi bianchi o di minuscole bianche sfere, disposti ora in gruppi ora in file, o piuttosto, in crespe simili a quelle formate dalle sabbie sulle spiagge marine: sono i cirrocumuli, nubi che rappresentano generalmente uno strato degenerato di cirrostrati, dalla cui trasformazione traggono sovente la loro origine. In tali casi i banchi in trasformazione conservano generalmente qua e là, una struttura filamentosa. Si può essere tratti facilmente a confondere i cirrocumuli con piccoli altocumuli. Si tenga presente, per cautelarsi contro il pericolo di errore, che il cirrocumulo è una formazione piuttosto rara, per cui non si dovrà classificare come tale una nube, che pur ne abbia l'apparenza, se non la si vede associata a cirri e a cirrostrati, o proveniente dall'evoluzione di tali nubi (**fig. 3**).

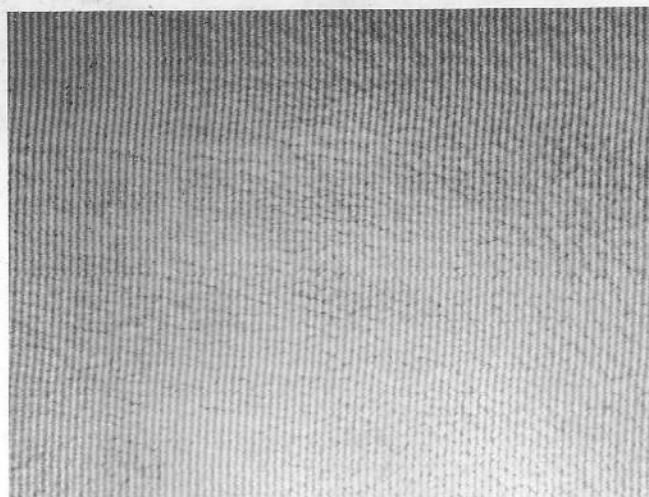


Fig. 3 - Banco di Cirrocumuli.

3) CIRROSTRATI (Cs). Talora, alla stessa altezza dei cirri o dei cirrocumuli o di poco più sotto, si formano i cirrostrati: nubi, come lascia intendere il loro nome, disposte a strati e formanti come un velo lattiginoso e biancastro, che attenua, sfuma i contorni del sole e della luna e forma intorno ad essi quel caratteristico alone, che altro non è se non un fenomeno di rifrazione dei raggi luminosi sui piani dei cristalli di ghiaccio costituenti le nubi. In ordine di tempo, i cirrostrati si formano dopo i cirri e perciò indicano una maggiore vicinanza dell'area ciclonica. Hanno la stessa origine dei cirri e identica costituzione.

4) ALTOCUMULI (Ac). Strati o banchi, ora con ombra ora senza. Gli elementi primari che li costituiscono hanno forma di sottili lamelle o di ciottoli molto piccoli. Sono ordinati in gruppi o file o rotoli, secondo una o due direzioni, e sono talora così serrati tra loro da apparire saldati ai bordi. I quali, negli elementi sottili e traslucidi, presentano generalmente delle iridescenze che sono caratteristiche di questo



Fig. 4 - Vasto banco di altocumuli.

tipo di nubi. Quando il bordo o una parte sottile di un banco di altocumuli passa davanti al sole o alla luna, si produce intorno all'astro uno stretto anello, rosso all'interno, verde all'esterno, conosciuto col nome di "corona". La zona entro cui si formano gli altocumuli ha limiti grandemente estesi. Ai livelli più alti, quando sono costituiti da elementi di piccole dimensioni, rassomigliano ai cirrocumuli, da cui tuttavia si distinguono perchè sono, come questi, né connessi né derivati da cirri o da cirrostrati, e perchè non sono come questi, costituiti da cristalli di ghiaccio (fig. 4). Ai livelli inferiori, gli altocumuli possono provenire dall'appiattirsi e dal distendersi delle parti superiori dei cumuli, e in tali casi possono essere facilmente confusi con stratocumuli.

Un drappo di altocumuli può degenerare in altostrato e, talvolta, anche in nembostrato.

Si notano frequentemente negli altocumuli delle striscie filiformi e quelle code discendenti che costituiscono quella particolarità che l'Atlante Internazionale delle Nubi indica col nome di "virga".



Fig. 5 - Rara fotografia di un "Altocumulus Cumulogenitus" costituito dalla parte superiore di un Cumulus Congestus asportata dal forte vento regnante in quota. (Foto dell'italo-argentino Roberto Tacchi, scattata nella regione della Sierra de Cordoba).

Gli altocumuli che si formano, come già accennato, per l'appiattimento e la distensione della parte superiore dei cumuli costituiscono la specie più importante di questo tipo di nube: gli si dà il nome di "altocumulus cumulogenitus" (fig.5).

Una varietà notevole dell'altocumulo è denominata "altocumulo cumuliforme" che è spesso il punto di arrivo di vivaci moti ascensionali. Esso si può presentare sotto due differenti aspetti: a) "altocumulus floccus", costituito da fiocchi simili a piccoli cumuli privi di base e più o meno frastagliati; b) "altocumulus castellatus", costituito da masse cumuliformi a sviluppo verticale più o meno rilevante, ordinate in file o giacenti su una comune base orizzontale, da cui viene alla nube l'apparenza di una superficie ondulata, caratterizzata nella sua parte superiore da piccole protuberanze simili a teste di cavolfiore, emergenti dalla massa cumuliforme. L'altocumulus castellatus preannunzia un cambiamento nello stato del cielo e l'appressarsi di una perturbazione associata a cattivo tempo.

Come abbiamo detto, gli altocumuli cumuliformi sono spesso il punto di arrivo di vivaci moti ascensionali, secondo ciò che recenti indagini aerologiche hanno potuto accertare. Queste nubi però non presentano alcun interesse per il volo a delta,

mentre potrebbero aprire nuovi e vasti campi di esperienza e di conquista al volo a vela praticato con alianti di elevate caratteristiche.

Accenniamo qui, di passaggio, riservandoci di riparlare in uno dei futuri articoli, che spesso, sottovento alle catene montuose, in giornate di "foehn" o di "mistral" o di "scirocco", si presentano a tutti i livelli, da quello dei cirrostrati a quello degli strati, banchi isolati di "altocumuli lenticolari", che hanno un grande interesse per il volo veleggiato ondulatorio. 5) ALTOSTRATI (As). Si trovano in zone comprese tra i 2.000 e i 6.000 metri di altitudine. Hanno l'aspetto di un velo grigio o bluastro, di struttura fibrosa o striata, estese per ampie plaghe di cielo e costituito da una massa enorme di goccioline d'acqua. Rassomiglia ad un cirrostrato denso; ma non presenta, come questo, fenomeni di alone e non consente che una visione vaga e tenue del disco solare e lunare. Ma se questa è la norma, vi sono anche le eccezioni: a volte infatti, il suo spessore è tanto e così scuro da mascherare completamente il sole e la luna e da esso possono aversi precipitazioni di pioggia o di neve. Quando si ha pioggia, specialmente poi se questa è forte, il velo nuvoloso è denso e tanto basso da divenire nembostrato; quando si ha neve, il velo nuvoloso è piuttosto chiaro e permane a livelli normali per gli altostrati. Le varietà dell'altostrato sono molto numerose; trattandosi però di nubi che non presentano alcun interesse per il volo a delta, crediamo sufficiente quello che abbiamo detto fin qui.

6) STRATOCUMULI (Sc). Cominciamo da questi lo studio delle nubi basse, ossia di quelle nubi che si formano a partire dal suolo sino all'altezza di 2.000 metri circa.

Lo stratocumulo è un banco molto grosso, di apparenza morbida, di tinta grigia, i cui elementi costitutivi, aventi ora forma di ciottoli, ora di rigonfiamenti, si ordinano in gruppi, in file, in rotoli, secondo una o due direzioni. Gli ammassi a forma di rigonfiamenti si presentano spesso così serrati da risultare saldati ai bordi, e quando si estendono tanto da ricoprire tutto il cielo, allora conferiscono al banco nuvoloso un aspetto ondulato, che si osserva particolarmente d'inverno sul cielo dei continenti.

Una distesa di stratocumuli molto spessa può trasformarsi sia in "strato" (tipo di nube cui faremo cenno fra poco) sia in "altocumulo"; nella sua evoluzione, infatti, si possono osservare tutte le fasi di transizione, sia verso questa che verso quella forma di nube.

Per il deltaplanista importa notare che lo stratocumulo coesiste frequentemente con le nubi convettive, cioè con i cumuli, meno spesso con le nubi alte o medie.

Tra le specie di stratocumuli hanno maggior rilievo:

- a) lo "stratocumulus vesperalis";
- b) lo "stratocumulus cumuligenitus".

Hanno in comune l'origine da cumuli in via di dissoluzione, ma presentano anche delle differenze. Il primo è una nube piatta ed allungata, che appare verso il tramonto del sole, quando l'atmosfera comincia a raffreddarsi, ed assume una stratificazione stabile; segna la fine dell'evoluzione diurna dei cumuli di bel tempo, che si appiattiscono e si allargano sulla loro base. L'altro, invece, si forma quando i cumuli appiattiscono e distendono le loro

cime, così da perdere la loro forma caratteristica; nel primo stadio di tale trasformazione la distesa nuvolosa assume l'aspetto di un drappo continuo di masse rotondeggianti o di ciottoli oscuri ("stratocumulus opacus"). Anche lo stratocumulus presenta varietà interessanti. Tra quelle di maggior rilievo annoveriamo: a) lo "stratocumulus mammatus", distesa nuvolosa la cui superficie inferiore presenta un rilievo accentuato nel quale si distinguono delle mammelle o delle borse pendenti, che talora sembrano sul punto di distaccarsi dalla nube (fig. 6);



Fig. 6 - Stratocumulus mammatus, fotografia di rara bellezza scattata in Sudafrica dal noto volovelista vicentino ing. Smilian Cibic.

lo "stratocumulus undulatus", nube costituita da elementi di forma allungata, disposti parallelamente in un unico sistema, così da conferirle l'aspetto della superficie del mare rotta dalle onde (fig. 7).



Fig. 7 - Stratocumulus undulatus ripresi nella valle di La Cruz (Cordoba-Argentina).

Gli stratocumuli traggono origine dall'azione combinata della convezione e della turbolenza dinamica e si formano sotto una superficie di inversione termica: le ascendenze che si trovano sotto di essi sono assai irregolari e turbolente (fig. 8). Non



Fig. 8 - Formazioni di stratocumuli nella valle di La Cruz (Cordoba-Argentina).

offrono al volo a delta risorse apprezzabili.

7) STRATI (St). Distesa nuvolosa uniforme, che conferisce al cielo un aspetto caliginoso, come di nebbia sebbene come questa non giaccia al suolo. Non dà che una piovgerella fitta e lieve, costituita da goccioline minutissime. Può, in qualche caso, essere facilmente confusa, per la somiglianza dell'aspetto con nembostrati; ma se vi è precipitazione, la confusione non è più possibile, perchè i nembostrati danno pioggia forte (e non piovgerellina) ed anche neve continua. Quando gli strati, molto bassi, si presentano lacerati in nubi irregolari, prendono il nome di "fractostrati". Questo tipo di nube ha la sua origine in fenomeni di convezione forzata o di rimescolamento di strati orizzontali adiacenti. Com'è facile capire, non presenta alcun interesse per il volo a delta.

8) NEMBOSTRATI (Nb). Distesa amorfa e stratiforme di nubi basse e piovose, di tinta grigiocura e come debolmente illuminati dall'interno. Quando si hanno precipitazioni, si ha pioggia o neve continua. Trae origine dal confluire e dal mescolarsi di masse aventi caratteristiche diverse, e, spesso, anche da convezione dinamica. Normalmente, le distese di nembostrati provengono dall'evoluzione di altostrati che, aumentando di spessore, si abbassano fino a costituire una distesa di nembostrati. Anche questo tipo di nube non presenta interesse per il volo veleggiato.

9) NEBBIA (Nb). Quando la condensazione si verifica negli strati atmosferici prossimi al suolo, si ha la nebbia, fenomeno sostanzialmente identico alla nube e sostanzialmente diverso da quello della foschia, che trae origine dalla presenza nell'atmosfera di pulviscolo o di fumo. Va detto subito però, che nebbia e foschia vanno spesso insieme, giacchè il pulviscolo sospeso nell'aria costituisce miriadi di nuclei che favoriscono la condensazione del vapore acqueo. La nebbia può essere più o meno densa, a seconda della quantità maggiore o minore di vapore acqueo presente nell'aria: si passa così da

veli diafani e inconsistenti a quelle grevi e folte e opache muraglie che tolgono la visibilità delle cose più vicine e costituiscono per il volo un ostacolo pericoloso. È un fenomeno frequente nelle valli, lungo le coste, sopra gli stagni, laghi, corsi d'acqua e presso i grandi centri industriali, ove l'aria è quasi sempre fosca per la presenza di enormi quantità di particelle generate dalla combustione o dai gas di scarico degli automezzi; sui mari si hanno le brume.

10) CUMULI (Cu). Ritornando alle nubi vere e proprie, come già sappiamo, non vi è dubbio che quelle che presentano un grande interesse per il volo veleggiato, perchè costituiscono il coronamento di vivaci correnti ascendenti generate da un forte riscaldamento del suolo, sono appunto i cumuli. Di questo tipo di nube abbiamo già parlato con alquanto larghezza negli articoli precedenti (Aquilone n. 56). Qui ci limiteremo a riportare la definizione dell'Atlante delle Nubi, che descrive i cumuli come nubi isolate, generalmente dense, con contorni netti, i quali si sviluppano verticalmente in forma di mammelloni, di cupole o di torri, la cui parte superiore ha spesso la forma di cavolfiore. I fianchi di queste nubi illuminate dal sole sono per lo più di un bianco splendente; la loro base, relativamente oscura, è quasi orizzontale (fig. 9).



Fig. 9 - Formazioni cumuliformi orografiche nella regione prealpina del Lago di Lugano (Canton Ticino).

Per concludere questa descrizione generale dei vari tipi di nubi, vogliamo far notare come la loro apparizione nel cielo sia quasi sempre associata a notevoli modificazioni del tempo.

Sarebbe tuttavia ingenuo pensare che la formazione delle nubi avvenga, di volta in volta, secondo uno dei tipi fissati dalla meteorologia, con l'esclusione assoluta di tutti gli altri. Nella realtà, si trova la contemporanea formazione di tipi anche molto diversi tra loro, poichè le cause che operano nell'atmosfera sogliono essere molteplici e non sempre tra loro concordi. Perciò, nell'interpretazione dei fenomeni che vi avvengono, occorre che il deltaplanista tenga conto di tutti gli indizi che si presentano, nessuno escluso, poichè il buon successo del volo è strettamente connesso, come avemmo già occasione di dire, con la più sicura e completa conoscenza del cielo. Ora, le nubi hanno sempre una loro parola da dire al pilota che le interroga, ed una parola di cui è saggio tener conto. Il modo in cui si formano i loro tipi, i loro moti, rivelano ora la presenza ora l'assenza intorno a loro di correnti d'aria utili per il volo veleggiato. Se fino ad oggi l'aerologia non ha trovato il modo, sia per le difficoltà stesse delle indagini, specialmente a grandi altezze, sia per la mancanza di una organizzazione sistematica e vasta di servizi, di stabilire con esattezza e completezza quali leggi governino il mondo ancora misterioso dell'atmosfera, tuttavia essa ha potuto stabilire dei dati di fatto, confermati dalle esperienze e accertati nel corso di numerosi voli, dai quali risulta appunto che le nubi accompagnano di solito ed indicano moti dell'aria, da cui si può, e bisogna, trarre profitto.

Plinio Rovesti