

L'INSTABILITÀ ATMOSFERICA

TUTTO QUELLO CHE AVRESTE VOLUTO SAPERE SULLE TERMICHE MA CHE NON AVETE MAI OSATO CHIEDERE A NESSUNO PERCHÉ TANTO SAPERE QUESTE COSE NON SERVE UN TUBO.

2ª parte

Nella prima parte (Aquilone n. 43 del Sett. 83) abbiamo visto, grosso modo, cos'è l'instabilità atmosferica spiegando le tre situazioni classiche di **equilibrio stabile, indifferente ed instabile**. Abbiamo considerato l'importante effetto del **calore latente di condensazione** ed il suo ruolo nei meccanismi di convezione termica. Spero che oltre le definizioni sopra citate ricordate piuttosto bene cosa sono: il **gradiente termico verticale** dell'atmosfera ed il **gradiente adiabatico secco**. Poiché per comprendere bene il casino che sto per fare spero che almeno voi abbiate qualche concetto chiaro nella testa. Premetto subito che in questa puntata avrò la pretesa di spiegarvi:

quando una massa d'aria è **CONDIZIONALMENTE INSTABILE** (oppure **"selettivamente instabile"**); cosa sono la **"stabilità assoluta"** e la **"instabilità assoluta"**;

i misteri dei dialoghi di certi piloti quando lasciano trapelare frasi come **"area negativa decisamente superiore alla positiva"** e poi si guardano intorno con indifferenza e sospetto;

cosa diavolo è e come si può cercare di comprendere un **DIAGRAMMA TERMODINAMICO**;

cosa dovete fare se non capite niente di tutto quello che vi dico.

INSTABILITÀ CONDIZIONALE O SELETTIVA: condizione abbastanza frequente che si verifica quando ad una situazione instabile dell'atmosfera si contrappone una situazione di stabilità negli strati più prossimi al suolo, risulta evidente in tal caso come una bolla d'aria che giace sul terreno non abbia la possibilità di salire per convezione libera. Infatti il livello di "convezione libera" si verrebbe a trovare grosso modo nella zona di atmosfera instabile, ad una quota comunque superiore alla fascia di aria stabile vicina al suolo.

Se però in tale meccanismo subentra un nuovo fattore in grado di costringere la bolla d'aria a salire forzatamente risulterà evidente come questa, raggiunto il livello di convezione libera, sarà in grado di continuare l'ascesa grazie alla sua sola energia termica poiché da tale livello in poi sarà circondata da aria più fredda e quindi più densa e pesante.

Può verificarsi che vari impulsi sollecitino la bolla a salire ma senza essere abbastanza forti da spingerla sino al livello di convezione libera, in tal caso, cessato l'impulso, essa sarà costretta dal proprio peso a tornarsene al punto di partenza.

Risulta evidente quindi come l'eventuale comportamento instabile della bolla sia in funzione del tipo di impulso che essa riceve, in altre parole la "nostra" bolla seleziona gli impulsi ed è da qui che deriva la definizione di "instabilità selettiva".

Un impulso molto classico in questi casi può essere l'arrivo di un fronte freddo che, insinuandosi a partire dagli strati più bassi dell'atmosfera, li costringe a sollevarsi lungo il classico piano di scorri-

mento, fino alla quota di convezione libera.

Vediamo ora di spiegare più dettagliatamente tale meccanismo ipotizzando una **curva di stato** dell'atmosfera come nella **figura 1**:

dal punto B (dove la nostra bolla è ferma al suolo) fino al punto I (circa a 100 metri di quota) è addirittura presente un'inversione termica, poi l'atmosfera inizia a raffreddarsi con la quota come evidenziato dalla curva di stato (per i più suonati la linea dal tratto più grosso). A questo punto la nostra bolla d'aria inizia a sollevarsi insieme alla massa d'aria circostante a causa di un fattore meccanico come può essere il fronte freddo dell'esempio precedente oppure un vento che obbliga tale massa a risalire i pendii di un costone montano.

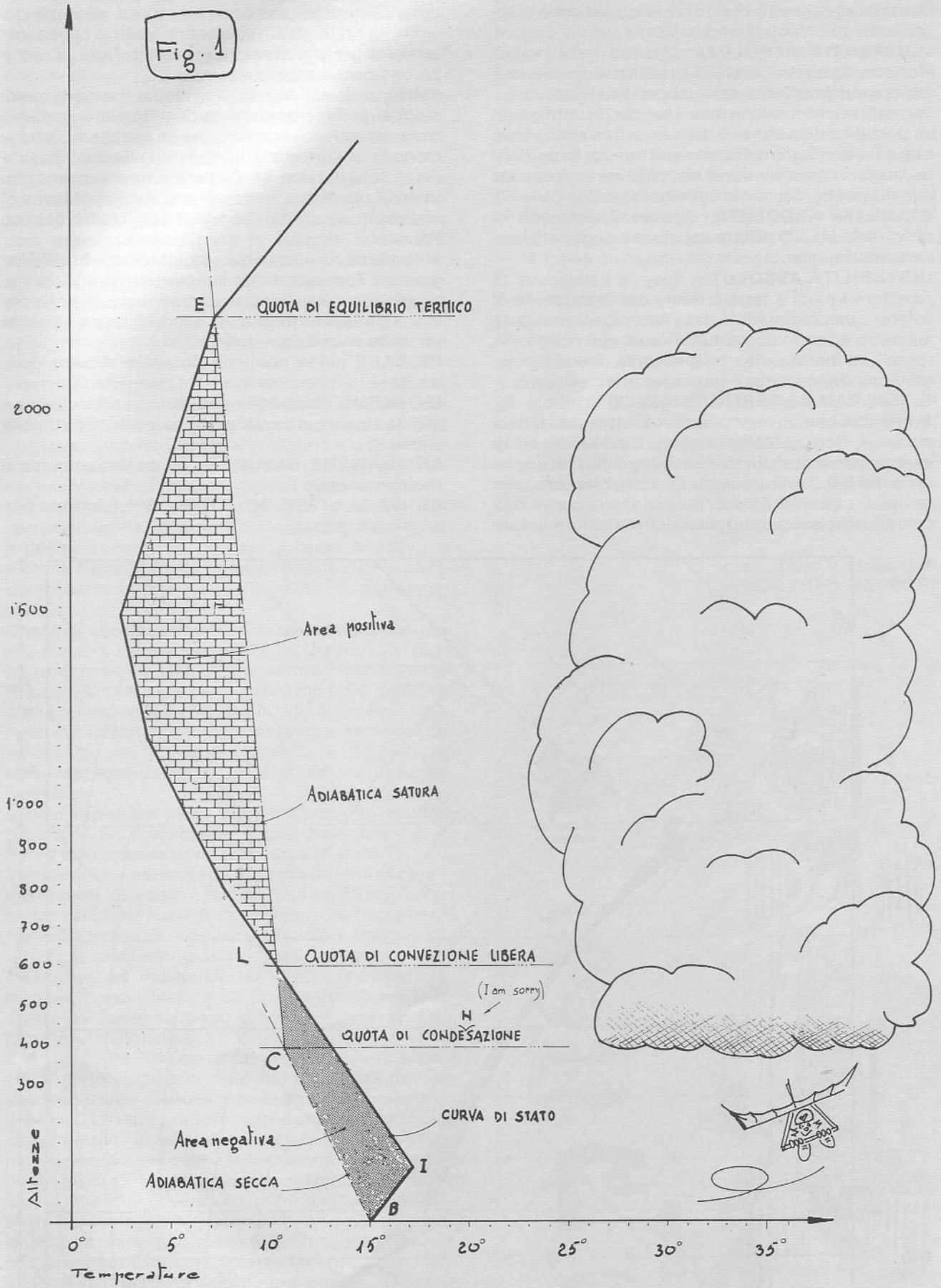
Raggiunta la quota del punto C il suo raffreddamento (rappresentato dall'adiabatica secca) costringe il vapore acqueo da essa contenuto a condensare e la conseguenza di ciò è che dal punto C in poi la sua evoluzione termica sarà rappresentata dall'adiabatica satura evidenziata nel grafico dalla linea CLE. Ma il sollevamento non è ancor sufficiente per innescare il meccanismo di convezione libera; occorre che esso la spinga ancora per qualche centinaio di metri fino al raggiungimento del punto L, che chiameremo di "convezione libera", solo allora la bolla sarà circondata da aria avente la medesima temperatura e che, procedendo con l'altezza, sarà più fredda, densa e pesante. La nostra bolla non avrà più bisogno a questo punto, di essere spinta verso l'alto, ma salirà per convezione termica evidenziata dalla nuvola cumuliforme.

In via molto semplificativa è bene introdurre, a questo punto, un nuovo concetto che vedrete sviluppato in modo più ampio tra alcuni paragrafi del presente articolo quando parleremo del diagramma termodinamico:

Ributtando gli occhi sulla figura 1 potrete notare le diciture di "area positiva" e "area negativa" nelle zone evidenziate ad arte. L'energia necessaria a far salire la bolla dell'esempio dal punto B al punto L è rappresentata infatti dalla "area negativa" e così pure l'"area positiva" è proporzionale all'energia necessaria a far salire la bolla dal punto L al punto E (quota di equilibrio termico). È intuitivo quindi come la differenza tra i valori delle due aree rappresenti l'**energia disponibile** nell'atmosfera e la potenzialità di quest'ultima ad innescare i noti meccanismi di convezione termica. Infatti l'area negativa la possiamo considerare un ostacolo alla convezione e nell'esempio in corso se il riscaldamento solare dissiperà l'inversione termica presente alle quote più basse l'energia disponibile sarà tale da promuovere i noti moti verticali anche in partenza dal suolo. Inoltre il riscaldamento solare potrebbe essere tale da riscaldare talmente la nostra bolla adiacente al suolo da farla salire a dispetto dell'inversione.

STABILITÀ ASSOLUTA ED INSTABILITÀ ASSOLUTA

Fig. 1



sono due concetti che dovrete ormai afferrare per semplice intuizione leggendone le definizioni:

STABILITÀ ASSOLUTA: quando nella massa d'aria considerata il **gradiente adiabatico saturo** è maggiore del **gradiente termico verticale**.

INSTABILITÀ ASSOLUTA: quando nella massa d'aria considerata il **gradiente adiabatico secco** è minore del **gradiente termico verticale**.

Tali definizioni vogliono indicare i casi in cui il grado di stabilità o di instabilità dell'atmosfera sono molto elevati. Per meglio comprendere queste definizioni ne presento una versione semplificata ed adattata alle necessità del pilota vololiberista:

STABILITÀ ASSOLUTA: quando il desiderio di arrivare ALMENO all'atterraggio è maggiore di trovare una termica.

INSTABILITÀ ASSOLUTA: quando il desiderio di rimettere i piedi a terra è maggiore della voglia di volare (...dentro il cumulo dove siamo finiti con: vario altimetro a fondo scala, turbolenze tipo "Profondo rosso", la barra sotto le ginocchia, freddo boia, grandine dappertutto e uno scago del terrore).

IL DIAGRAMMA TERMODINAMICO

Non è altro che un "semplicissimo" stampato fatto a cura dei Servizi Meteorologici. Riportando su di esso la **curva di stato** dell'atmosfera (fornita anche essa dai Ser. Meteor.) sarà possibile ottenere, con semplici calcoli, od osservazioni interessanti dati come: potenziale energetico dell'atmosfera in fun-

zione dell'insorgere dei moti convettivi, quote di condensazione, quote di livello termico, quote di convezione libera ecc... Possono essere inoltre completati da altri due dati come: direzione ed intensità dei venti, umidità relativa; altezza della tropopausa; temperatura che deve raggiungere l'aria al suolo perchè possa ascendere ecc.

Esistono diversi tipi di Diagrammi Termodinamici studiati in funzione del loro particolare uso, ma considerando lo stipendio che mi passano (zero lire meno le tasse e le trattenute) mi limiterò ad illustrarne soltanto uno; per fortuna è proprio quello che utilizza, per la sua elaborazione, il nomogramma di Herlofson, di cui fa uso il Servizio Meteorologico Italiano.

Agli effetti di una miglior comprensione del Diagramma Termodinamico la figura comprenderà l'intera fascia della tropopausa, ovviamente della colonna d'aria interessata dal sondaggio, e vi saranno riportate solo tracce delle:

ISOBARE (linee continue parallele all'asse delle ascisse).

ISOTERME (linee rette equidistanti ed inclinate a 45° da sinistra in basso a destra in alto rispetto alle isobare);

ADIABATICHE SATURE (linee continue, curve e divergenti verso l'alto).

CURVA DI STATO DELL'ATMOSFERA (linea con segno più grosso).

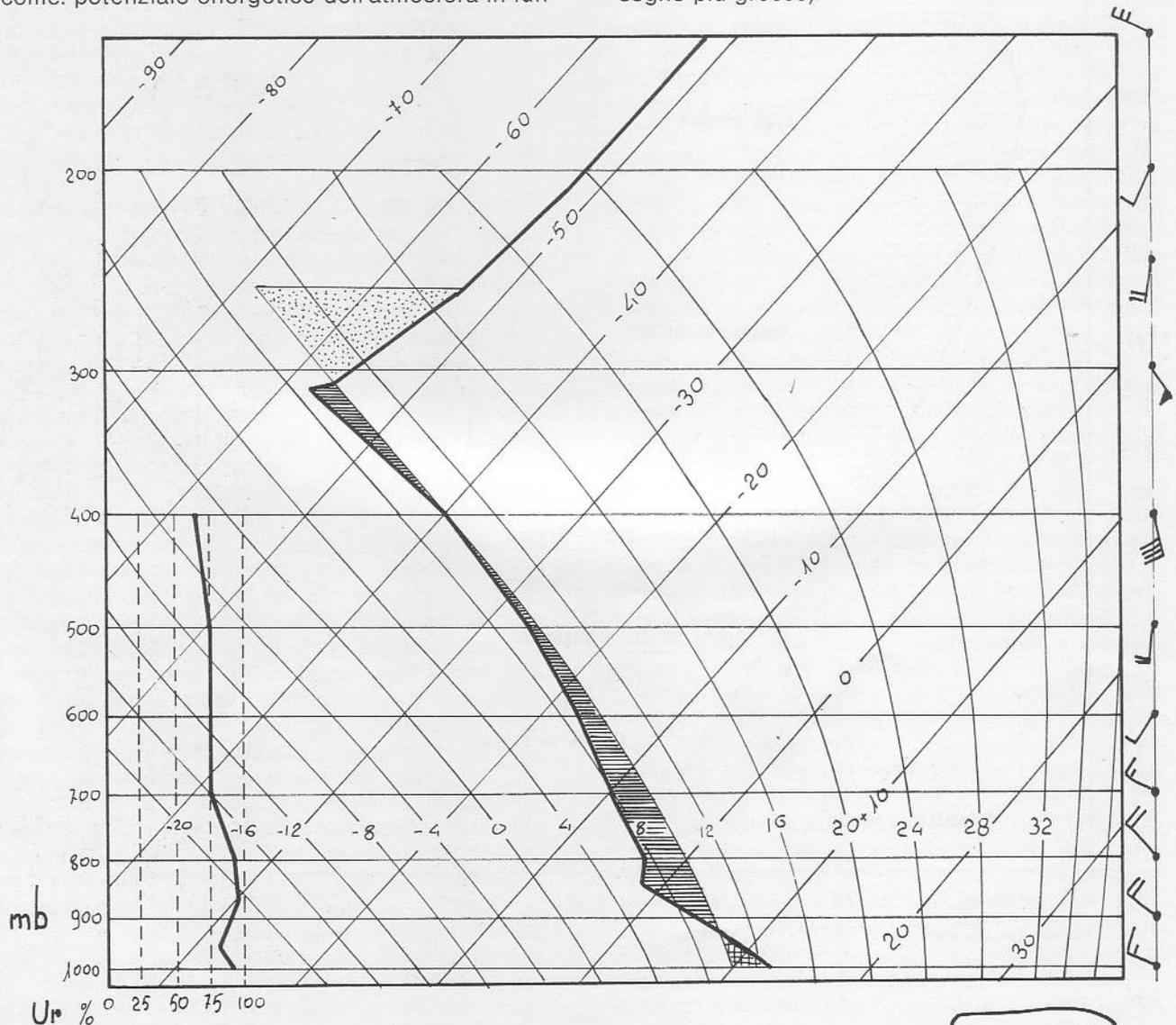


Fig. 2

UMIDITÀ RELATIVA (linee tratteggiate verticali in basso a sinistra con riportato la variazione di umidità con la quota sotto forma di una linea con segno più grosso).

Le linee di cui sopra sono inoltre state "sfoltite" per semplicità ed ovvia mancanza di spazio.

Poichè se avessimo stampato il giornale grande come un diagramma termodinamico non saremmo più riusciti ad infilarlo nelle buche delle lettere. Osserviamo con attenzione la **figura 2**.

Le cose ovvie che possono far gola al pilota della domenica (i piloti in competizione infatti ricevono tali dati dalla organizzazione di gara) possono essere così riassunte: possibilità di correnti convettive adiabatiche, quota di condensazione, altezza dello sviluppo verticale dei cumuli, temperatura necessaria al suolo per innescare il processo convettivo e direzione dei venti alle varie quote raggiungibili. Vediamo quindi come dedurre tali informazioni dal diagramma:

Possibilità di correnti termoconvettive: è rappresentata dall'energia disponibile nell'atmosfera e quindi dalla differenza tra l'area positiva e l'area negativa comprese tra la curva di stato e la curva per adiabatica saturata. È espressa in joule/Kg ed è facilmente calcolabile poiché nei diagrammi completi vi è la suddivisione di tali aree in rettangolini corrispondenti a 10 joule/Kg. L'area positiva si trova a destra della curva di stato e l'area negativa a sinistra. Nella figura è evidente come tale differenza sia a favore di una notevole instabilità dell'atmosfera.

Quota di condensazione: si ricava sovrapponendo alla curva di stato la curva che rappresenta il "rapporto di mescolanza per aria saturata", il loro punto d'incontro, che cade circa a 930 mb (700 metri) di quota, ci indica il livello della base nelle eventuali nubi cumuliformi e di conseguenza l'adiabatica saturata che nel grafico ci permette di calcolare la curva rappresentativa del grado di umidità presente nell'aria.

Limite superiore delle nubi: è il punto d'incontro superiore tra l'adiabatica saturata passante per il punto di condensazione e la curva di stato.

Temperatura necessaria al suolo per innescare i movimenti verticali: è sufficiente tracciare un'adiabatica secca dal punto di condensazione fino all'isobara che indica la pressione al suolo e leggere su questa la temperatura individuata.

Direzione ed intensità dei venti: immediate e leggibili; sono riportate su linee verticali nel lato destro del foglio secondo la nota (si spera) simbolica internazionale.

È chiaro come il diagramma rappresenti una situazione meteorologica di notevole instabilità con la sola eccezione di una sottile fascia di atmosfera a livello del terreno evidentemente causata dal suolo molto freddo. In siffatte condizioni se il riscaldamento solare incrementa la temperatura al suolo di pochi gradi (3°C graficamente misurabili) il movimento di termoconvezione potrà originare, in partenza dal suolo, delle potenti colonne d'aria cariche di umidità, (dato l'alto contenuto di umidità relativa) che formeranno dei cumuli con la base a circa m 700 (930 millibar). A causa della notevole instabilità degli strati superiori lo sviluppo verticale di tali cumuli

sarà enorme e la loro trasformazione più che probabile in cumulinembi è adatta a suggerire frasi del tipo: «Oggi non volo, ho mal di testa e preferisco farvi il recupero e qualche foto (ricordo) al decollo». Tutto ciò non ha certamente la pretesa di mettervi in condizioni di decifrare o addirittura elaborare tutti i dati relativi ad i diagrammi termodinamici per questa volta infatti ci accontentiamo di mettere al corrente dell'esistenza dei diagrammi coloro che ne erano all'oscuro (probabilmente soltanto io) e fornire una approssimativa idea del funzionamento del grafico. Gli elementi del diagramma termodinamico di figura che sono stati omessi in questa sede li elenco qui di seguito per la soddisfazione dei più curiosi:

- la curva temperatura-pressione per atmosfera standard;
- le adiabatiche di aria secca;
- lo spessore degli strati isobarici;
- il geopotenziale relativo;
- il rapporto di mescolanza di aria saturata.

È evidente come tali nozioni interessino soprattutto gli studiosi di meteorologia che non i piloti di deltaplano, i quali tuttavia con le presenti informazioni dovrebbero (con un minimo di pratica) essere in grado di "leggere" da un diagramma termodinamico almeno le note che li interessano direttamente. In fine ecco quello che dovete fare se non avete capito niente di ciò che vi ho detto: **figura 3**.

Teso e disegni di
ROBERTO MESSORI

