

















Corso basico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Corso basico di meteorologia](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]
[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]
[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]
[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispense

-  [Dispensa n.1 \(Il pianeta Terra\)](#)
-  [Dispensa n.2 \(Struttura e composizione dell'atmosfera\)](#)
-  [Dispensa n.3 \(Atmosfera OACI, temperatura dell'aria\)](#)
-  [Dispensa n.4 - parte prima](#)
-  Questionario sugli argomenti trattati nelle prime quattro dispense
-  [Esercitazione sulle isoterme](#)
-  [Dispensa n.4 - parte seconda](#)
-  [Dispensa n.5 - \(Temperature nel METAR. Lo psicrometro\)](#)
-  [Dispensa n.6 - \(Inversioni termiche\)](#)
-  [Dispensa n.7 - \(La pressione atmosferica\)](#)
-  [Dispensa n.8 - \(Pressione atmosferica-Le isobare-Carta di analisi al suolo\)](#)
-  [Dispensa n.9 - \(Tendenza barometrica-Isoallobare\)](#)
-  [Dispensa n.10 - \(Figure bariche principali-Gradiente barico orizzontale\)](#)
-  [Dispensa n.11 - \(Vento e pressione\)](#)
-  [Dispensa n.12 - \(Equazione fondamentale della statica dell'atmosfera\)](#)
-  [Dispensa n.13 - \(Grandezze igrometriche\)](#)
-  [Dispensa n.14 - \(Stabilità ed instabilità dell'atmosfera\)](#)
-  [Dispensa n.15 - Moto di una particella d'aria secca in una colonna d'aria secca.](#)

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.1 - Il pianeta Terra e componenti costanti dell'atmosfera

La presente dispensa si compone di tre parti:

- [parte prima](#) : questionario
- [parte seconda](#): glossario
- [parte terza](#) : numeri, tabelle e figure.

Parte prima

Domande:

- d1) Quali sono i principali movimenti della Terra ? [r1](#)
- d2) Da cosa dipende in principal misura l'avvicendamento delle stagioni? [r2](#)
- d3) L'equatore divide la Terra in due emisferi. Come sono denominati? [r3](#)
- d4) Quali sono i cosiddetti paralleli particolari? [r4](#)
- d5) I [meridiani](#) sono tutti uguali fra loro? A quanto ammonta la loro lunghezza? [r5](#)
- d6) I [paralleli](#) misurano tutti la stessa lunghezza? [r6](#)
- d7) Qual è il meridiano fondamentale? [r7](#)
- d8) Quali sono le zone climatologicamente fondamentali in cui la superficie terrestre viene suddivisa dai paralleli particolari? [r8](#)
- d9) Cos'è l'atmosfera? [r9](#)

d10) Quali sono i componenti principali dell'atmosfera terrestre? **r10**

d11) Quali altri gas fanno parte dell'atmosfera? **r11**

Risposte:

r1) **Moto di rivoluzione**, intorno al Sole, e **moto di rotazione** intorno al proprio asse.

r2) Dall'inclinazione dell'asse terrestre, che è di 66 gradi e 33 primi.

r3) L'emisfero nord viene chiamato boreale, quello sud australe.

r4) Circolo polare artico, tropico del cancro, tropico del capricorno, circolo polare artico.

r5) Sì, poiché passano tutti quanti per i due poli (nord e sud). La loro lunghezza è di circa 40mila km.

r6) No. La lunghezza dei **paralleli** diminuisce man mano che dall'**Equatore** si va verso i Poli.

r7) Il **meridiano di Greenwich**.

r8) Zona polare o glaciale nord, zona temperata nord, fascia equatoriale, zona temperata sud, zona polare sud.

r9) L'atmosfera è un miscuglio di gas che avvolge la Terra.

r10) I componenti principali dell'atmosfera terrestre sono l'ossigeno (21%) e azoto (78%).

r11) Fanno parte del miscuglio anche gas rari e altri, come argon, cripton, xenon, elio, idrogeno. Questi gas partecipano alla composizione per l'1% circa.

parte seconda

MOVIMENTO DI RIVOLUZIONE: movimento compiuto dalla Terra intorno al Sole. Il giro completo dura 365 giorni e 6 ore.

ECLITTICA: piano su cui giace l'orbita compiuta dal pianeta Terra intorno al Sole.

MOVIMENTO DI ROTAZIONE: movimento che la Terra compie intorno al proprio asse. Un giro completo dura 24 ore.

EQUATORE: cerchio massimo che divide la Terra in due emisferi.

PIANO DELL'EQUATORE: piano normale all'asse terrestre ed equidistante dai due Poli.

PARALLELI: circonferenze sulla superficie terrestre i cui piano sono paralleli al piano dell'Equatore.

MERIDIANI: circonferenze sulla superficie terrestre, passanti per i due Poli. La lunghezza di ogni meridiano è, con buona approssimazione, di 40.000 km.

LATITUDINE DI UN PUNTO: il valore dell'angolo, misurato dal centro della Terra sull'arco di meridiano compreso tra l'Equatore e il punto considerato.

LONGITUDINE DI UN PUNTO: il valore dell'angolo misurato dal centro della Terra sull'arco di Equatore tra il piano del meridiano fondamentale e il piano del meridiano passante per il punto.

ALTITUDINE DI UN PUNTO: la sua altezza rispetto al livello medio del mare.

MERIDIANO DI GREENWICH: è il meridiano fondamentale. Greenwich è il nome di una località nei pressi di Londra.

parte terza

durata del movimento di rivoluzione:	365 giorni e 6 ore.
durata del movimento di rotazione:	24 ore.
inclinazione dell'asse di rotazione rispetto all'eclittica:	66 gradi e 33 primi.
lunghezza di ogni meridiano:.	circa 40.000 km
numero di meridiani:	180
numero di semimeridiani:	$180 \times 2 = 360$
numero di paralleli:	180

latitudine del circolo polare artico:	66 gradi 33 primi nord.
latitudine del tropico del cancro:	23 gradi 27 primi nord.
latitudine del tropico del capricorno:	23 gradi 27 primi sud.
latitudine del circolo polare antartico:	66 gradi 33 primi sud.

figura 1: Posizioni della Terra nella sua orbita

figura 2: Latitudine e longitudine

figura 3: Equatore terrestre, circoli e tropici.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.2 - Composizione e struttura dell'atmosfera.

Avvertenza: i seguenti appunti, tratti direttamente dalla lezione, conservano l'approccio colloquiale. Pertanto, spesso alcuni concetti potranno risultare ripetuti e le digressioni a titolo d'esempio molto numerose.

Il vapor acqueo.

Nella lezione odierna tratteremo della composizione e della struttura dell'atmosfera. Nella lezione precedente abbiamo visto quali sono i componenti costanti dell'atmosfera: azoto e ossigeno.

Fissiamo subito un concetto: che cos'è l'atmosfera? E' un miscuglio di gas che avvolge la Terra e la segue nei suoi movimenti principali (di rivoluzione e di rotazione) e nel cosmo.

In termini più precisi, si dice che l'atmosfera è solidale (termine usato in fisica), ai movimenti della Terra ovvero significa che l'atmosfera è legata, vincolata alla Terra. Detto miscuglio di gas consente tante cose, come abbiamo visto nella scorsa lezione, ma soprattutto, per ciò che vi interessa, consente agli aerei di volare, perchè rappresenta la materia su cui poggiano le ali. Probabilmente avete già affrontato il discorso della portanza, perchè è proprio per la presenza dell'aria che pressioni e depressioni si creano sulle superfici alari permettendo al velivolo di volare. Nei voli spaziali, ad esempio quelli in cui è impegnato lo Space Shuttle, una parte dell'energia prodotta dai propellenti viene impiegata per vincere l'attrito con l'atmosfera e per raggiungere la velocità di fuga che consente al mezzo di allontanarsi dalla Terra vincendo la forza di gravità. Nello spazio siderale, invece, mancando l'atmosfera e la forza di gravità, i corpi sono liberi di muoversi con ricorso ad energia molto minore rispetto all'ambiente terrestre. Sostanzialmente diverso il discorso nei voli tradizionali, dove l'atmosfera con la portanza aiuta a vincere la forza di gravità ed ai velivoli di sollevarsi dal suolo. Inizialmente, ai primordi della storia aeronautica, prevaleva il concetto del più leggero dell'aria, sfruttando la densità dell'aria. Infatti, si riempivano le mongolfiere con gas più leggeri dell'aria (dapprima idrogeno, poi elio, visto che il primo era esplosivo, come purtroppo ricordano i passeggeri del dirigibile Hindenburg), per sfruttare un principio fondamentale della fisica, quello di Archimede, che consente ad un corpo più leggero (meno denso) di galleggiare. Per cui la mongolfiera si sollevava fino a raggiungere strati meno densi dell'atmosfera.

Ma torniamo alla composizione dell'atmosfera, in modo da fissare alcuni concetti. Abbiamo parlato di componenti costanti: perché questi componenti vengono così definiti? La spiegazione sta nel fatto che tali componenti gassosi sono presenti in misura costante

almeno fino a 100 km di altezza. Ciò è dovuto al rimescolamento degli strati atmosferici. Cosa potrebbe accadere se non vi fosse il rimescolamento? I componenti gassosi si stratificherebbero a seconda del loro peso, determinato dalla forza di gravità: i più pesanti in basso, i più leggeri in alto. Invece, il rimescolamento, fino a circa 100 km, fa sì che la composizione del miscuglio possa considerarsi costante (azoto 78%, ossigeno 21%, altri 1%). Oltretutto, se non ci fosse il rimescolamento, ovvero lo scambio di calore tra masse d'aria a contenuto termico differente, il calore si accumulerebbe sull'Equatore (colpito perpendicolarmente dai raggi del Sole). Infatti l'inclinazione dell'asse terrestre rispetto all'eclittica è di 66 gradi e 33 primi e pertanto i raggi del Sole giungono sul polo molto obliqui, mentre sull'Equatore arrivano diretti. E' proprio la differenza termica tra i Poli e l'Equatore che genera tutte le perturbazioni, che rappresentano il fronte avanzato di masse d'aria con caratteristiche termiche differenti. Da nord abbiamo generalmente masse d'aria fredda, da sud masse d'aria calda. L'incontro di queste masse d'aria produce quei fenomeni che sulle carte meteorologiche vengono rappresentati con fronti o perturbazioni. E' importante a questo punto dire che i componenti costanti hanno poco a che fare con il tempo meteorologico. Azoto, ossigeno, idrogeno elio e tutti gli altri gas che compongono l'atmosfera in misura costante, consentono la vita sulla Terra, soprattutto per quanto riguarda l'ossigeno, però non determinano le condizioni meteorologiche. I fattori che invece incidono sul tempo, sono i cosiddetti componenti variabili. Quali sono i componenti variabili? Il più importante di tutti è il vapor acqueo, tutta l'acqua contenuta allo stato gassoso nell'atmosfera. Chiariamo subito un concetto: noi siamo abituati a chiamare vapore quella nebbiolina che si vede quando ad esempio l'acqua bolle. Nella terminologia comune può anche andare bene chiamare vapore quella nebbiolina, ma in realtà con vapore acqueo s'intende acqua allo stato gassoso. Quindi, essendo allo stato gassoso, è invisibile.

Ad esempio, in quest'aula sono presenti tutti i componenti che abbiamo visto, tra cui il vapor acqueo, soltanto che non si vede perchè è allo stato gassoso. Quando osserviamo la nebbia, il vapor acqueo è passato dallo stato gassoso allo stato liquido: si sono formate delle goccioline. Il vapor acqueo può essere presente dall'1 al 5 per cento della composizione in massa. Una idea della variabilità la possiamo avere se immaginiamo due superfici, una marina, e l'altra continentale. Dove ci aspettiamo di trovare maggior vapor acqueo? Sul mare, poichè il riscaldamento della superficie dovuta al Sole ne provoca una continua evaporazione.

Le località costiere sono notoriamente più umide di quelle poste all'interno. Di primo mattino nei mesi freddi, in campagna si può osservare una leggera nebbiolina che aleggia nelle immediate vicinanze del suolo: bene, questo è indice di umidità elevata. Dove incontriamo zone veramente secche sul pianeta? Sui territori desertici.

Oltre al vapor d'acqua, vi sono nell'atmosfera ancora altri componenti variabili importanti: anzi, possiamo dire che il solo vapor acqueo non è sufficiente affinché si formino goccioline d'acqua, come dimostrano alcuni esperimenti: se in un contenitore pieno d'aria ma isolato dall'aria circostante portiamo l'umidità al 100%, non noteremo nessuna formazione di goccioline. Si ha la sovrassaturazione. Quando si parla di saturazione dell'aria? La quantità di acqua che una massa d'aria può contenere allo stato gassoso dipende dalla sua temperatura. Più elevata è la temperatura più acqua può contenere

allo stato gassoso.

Chiariamo le idee con un esempio: in un contenitore isolato ho dell'aria poniamo alla temperatura di 25 gradi ed un'umidità relativa dell'80%. Cosa significa un'umidità dell'80%? Significa che a questa temperatura, l'aria contiene l'80% del vapor acqueo che potrebbe contenere. Se l'umidità relativa fosse del 100%, quella determinata massa d'aria conterrebbe il massimo del vapor d'acqua che a quella temperatura le è consentito avere. Cosa accade se la temperatura di quella massa d'aria diminuisce? L'umidità relativa aumenta, poichè col diminuire della temperatura diminuisce anche la capacità di quella porzione d'aria a contenere acqua allo stato gassoso. Infatti, la quantità di vapore acqueo rimane la stessa, ma se a 25 gradi resta gassosa, a 20 comincia a condensare la quantità in eccesso rispetto alle possibilità dell'aria a mantenerla gassosa. L'umidità relativa raggiunge il 100% e in teoria dovrebbe cominciare a condensare (passa cioè dallo stato gassoso allo stato liquido).

Il pulviscolo atmosferico.

In realtà si è potuto constatare che la semplice saturazione, nell'atmosfera, non è sufficiente ad innescare il meccanismo di formazione delle gocce. Se nell'atmosfera non vi fosse il pulviscolo atmosferico, non ci sarebbero condensazione e precipitazioni. Il pulviscolo atmosferico è costituito da granelli di sale rilasciati dalle onde marine sotto l'incalzare dei venti, da rocce disgregate e altro, da tutti quei componenti solidi rilasciati dai fumi industriali. Perchè sulle aree a forte concentrazione industriale la visibilità risulta sempre offuscata ? Proprio perchè vi è un gran numero di queste particelle solide che favoriscono la condensazione. Queste piccole particelle costituiscono infatti il nucleo per la condensazione del vapor acqueo. Le goccioline nelle nebbie sono molto piccole. La grandezza delle gocce può variare a seconda delle nubi. I cumulonembi, a titolo d'esempio, contengono gocce di notevoli dimensioni. In queste nubi, ad elevata estensione verticale, troviamo un concentrato di fenomeni pericolosi per il volo, tra cui forti shear del vento, grandine, scariche elettriche, formazione di ghiaccio sulle parti esposte dell'aereo che si trova ad attraversarli. Un pilota, tutte le volte che può, cerca di evitarli. Forti grandinate, a causa delle dimensioni dei chicchi di grandine, possono provocare danni ingenti alle strutture esterne dell'aereo. Riguardo alle scariche elettriche (fulmini), l'aereo normalmente si comporta come una gabbia di Faraday. Cosa è una gabbia di Faraday? Visitando le strutture aeroportuali, forse avrete notato che intorno ad alcuni edifici particolari si sviluppa una vera e propria gabbia metallica il cui compito è proteggere ciò che è all'interno degli edifici dai fulmini. Questi edifici solitamente sono centrali elettriche, depositi di carburanti o di idrogeno. Ma in cosa consiste la protezione offerta da una gabbia di Faraday? Se una scarica elettrica si abbatte sull'edificio, la gabbia la assorbe, impedendo che essa possa propagarsi all'interno dell'edificio stesso. Un esempio comune di gabbia di Faraday è la carrozzeria della vostra autovettura. Se un fulmine casualmente colpisce l'auto, esso si distribuisce sulla carrozzeria, lasciando incolumi gli occupanti all'interno. Anche l'aereo si comporta nella stessa maniera, tuttavia una scarica molto forte può mandare in tilt le apparecchiature di bordo. **Per cui i temporali in definitiva è sempre meglio evitarli.** La loro estensione verticale però spesso non lo consente, in quanto un CB può avere la base intorno agli 800-1000 piedi (FL 010) e avere il top intorno ai 36000 piedi (FL 360). Come vedete, un'estensione verticale notevolissima. Tenete conto che gli aerei di

linea volano intorno a FL 300-330. E allora quali ausili si usano per evitare i CB? Gli aerei di linea possiedono normalmente un radar meteorologico con cui è possibile individuare i nuclei più intensi grazie anche alla riflettività alle onde radar delle grosse gocce contenute in questa nube. Se è possibile ciò avviene anche mediante un coordinamento con le autorità di controllo del traffico aereo in ordine ad un cambiamento di quota o di rotta.

In questi frangenti, le previsioni del tempo assumono un significato fondamentale, in quanto, mentre gli aerei più attrezzati sono in grado di evitare i CB, quelli più piccoli potrebbero incorrere in serie difficoltà.

Bene, abbiamo detto tutto questo soltanto per evidenziare le implicazioni della grandezza delle gocce d'acqua.

Anidride carbonica.

Un altro componente variabile è rappresentato dall'anidride carbonica. La molecola dell'anidride carbonica è formata da un atomo di carbonio legato a due atomi di ossigeno. Viene anche chiamata diossido di carbonio. E' un componente presente sin dalla primitiva atmosfera in misura notevolmente maggiore che adesso. Col tempo il diossido di carbonio è andato diminuendo a vantaggio dell'ossigeno.

Ma chi ha operato questa trasformazione?

Le piante, perchè nella loro respirazione, assorbono anidride carbonica e rilasciano ossigeno. Ma che ne fanno del carbonio, gli organismi vegetali? Tutte le strutture biologiche, dall'essere più piccolo che riuscite ad immaginare fino all'uomo, sono fondate sul carbonio. Alcuni scienziati, nell'ipotizzare la vita su altri sistemi stellari in cui il carbonio risulta presente in minor misura, hanno pensato che questi organismi extraterrestri si possano fondare sul silicio. Ma non è esattamente la stessa cosa. Ciò vi dà un'idea dell'importanza che il carbonio assume per l'esistenza stessa della vita come noi la conosciamo su questo nostro pianeta. Abbiamo detto che si tratta di un componente presente in misura variabile: quindi, dove ci aspettiamo di trovarne in maggior misura?

Soprattutto sui grandi agglomerati urbani, perchè è un prodotto della combustione. Laddove si sviluppano incendi, la concentrazione di anidride carbonica tende ad aumentare.

L'anidride carbonica produce delle conseguenze importanti sul riscaldamento dell'atmosfera: l'effetto serra.

L'effetto serra.

L'effetto serra è responsabile quindi dell'aumento della temperatura globale del pianeta. In cosa consiste in poche parole l'effetto serra? Dal sole, che è la nostra fonte di energia, arrivano i raggi solari: una parte viene riflessa nello spazio, una assorbita dall'atmosfera e una parte giunge sulla superficie terrestre, che a sua volta un po' ne assorbe e un po' la irradia nuovamente verso l'alto. La presenza di anidride carbonica contribuisce a trattenere nell'atmosfera questa energia irradiata dalla Terra, causando un incremento nel riscaldamento dell'aria. Se l'anidride carbonica dovesse aumentare, detto fenomeno

diventerebbe ancora più evidente, causando un surriscaldamento globale del pianeta con conseguenze disastrose sui suoi abitanti (desertificazione, scioglimento dei ghiacciai, innalzamento del livello del mare e inondazione delle località costiere).

Ricerche scientifiche svoltesi nell'ultimo decennio hanno evidenziato che il riscaldamento globale verificatosi negli ultimi anni è superiore a quello medio degli ultimi due secoli. Molti enti governativi di tutto il mondo stanno cercando soluzioni di vario tipo per contenere l'inquinamento e il conseguente incremento di anidride carbonica.





Ozono

Anche l'ozono svolge un ruolo fondamentale. L'ozono è ossigeno triatomico. L'ossigeno per avere una configurazione stabile, necessita soltanto di un altro atomo di ossigeno. In natura però, con un apporto energetico esterno, troviamo anche tre atomi di ossigeno legati in qualche misura tra loro, seppure in una configurazione non molto stabile. Ma perchè l'ozono è importante ? Esso si trova concentrato in alcuni strati della stratosfera e riesce a filtrare i raggi ultravioletti provenienti dal sole, che, qualora giungessero sulla Terra, creerebbero non pochi problemi agli abitanti della stessa.

Il buco dell'ozono.

Il buco dell'ozono rappresenta un altro di quei problemi di notevole gravità con cui l'umanità si deve confrontare. Spedizioni scientifiche americane sull'Antartide hanno dimostrato che il buco dell'ozono sopra quel continente è in aumento. Ciò rappresenta una grave minaccia per la vita, poichè consente agli ultravioletti di raggiungere indisturbati sulla superficie terrestre, con grave danno per la vita. Ancora una volta i governi di tutto il mondo sono intervenuti, poichè la causa della distruzione dell'ozono è dovuta alla mano dell'uomo, all'inquinamento. La causa principale è stata individuata nei CFC, ovvero clorofluorocarburi, che sono presenti ad esempio nei propellenti delle bombolette spray. Altra fonte di CFC è nei liquidi refrigeranti dei frigoriferi. I CFC distruggono l'ozono poichè si legano al terzo atomo di ossigeno, trasformando l'ozono in ossigeno biatomico.

Riassumendo, abbiamo visto che i componenti variabili dell'atmosfera sono:

-  vapore acqueo
-  pulviscolo atmosferico
-  anidride carbonica
-  ozono.

Abbiamo anche visto quali sono le implicazioni che questi componenti hanno con la vita di tutti i giorni.

Struttura dell'atmosfera.

A questo punto, per completare il quadro di come è fatta l'atmosfera, dobbiamo esaminarne la sua struttura. Una delle suddivisioni dell'atmosfera è basata sull'andamento della temperatura con l'altezza. Se disegniamo un sistema di riferimento cartesiano, con in ordinata l'altezza in km e in ascissa la temperatura, otteniamo il seguente grafico con cui

possiamo seguire il profilo verticale della temperatura.

Nello strato immediatamente a contatto con il suolo fino ad una quota media all'incirca sui 15 km, la temperatura diminuisce con l'altezza di circa 0.65 gradi per ogni 100 metri. Questo decremento viene chiamato gradiente verticale per aria secca o non satura. Intorno ai 15 km, la temperatura smette di diminuire e in un piccolo strato si presenta o isoterma o comincia ad aumentare con l'altezza. Questa interruzione viene chiamata **tropopausa**, mentre lo strato tra il suolo e la tropopausa prende il nome di **troposfera**.

Potremmo chiederci come mai la temperatura diminuisce con la quota. Anzi, non dovrebbe essere il contrario visto che innalzandoci ci avviciniamo al Sole? La risposta sta nel fatto che l'aria, in buona sostanza, è trasparente ai raggi del Sole, assorbendone in piccola quantità. La fonte principale di riscaldamento degli strati atmosferici prossimi al suolo è il suolo stesso. Per cui, agendo il riscaldamento dal basso, gli strati più bassi si riscaldano maggiormente di quelli superiori.

Pertanto risulta chiaro che man mano che ci allontaniamo dalla superficie terrestre, l'aria risentirà sempre meno del riscaldamento operato dalla superficie terrestre, per cui andrà raffreddandosi con la quota.

Il tempo meteorologico si svolge tutto nella troposfera, che rispetto alle dimensioni del pianeta, rappresenta una sottilissima pellicola se confrontata ai 6000 km del raggio terrestre. Pensate quale enorme valore ha per la Terra questo sottilissimo strato protettivo.

Nella troposfera, a causa del riscaldamento dal basso, si generano i moti convettivi, che operano un rimescolamento di tutta l'aria in questo strato generando correnti oltrechè orizzontali anche verticali, che costituiscono, questi ultimi, la sostanziale differenza con gli strati più alti dell'atmosfera.

Fissiamo sin d'ora un concetto basilare, che costituisce in buona sostanza il motore dei moti convettivi: l'aria calda è meno densa e quindi più leggera dell'aria fredda. Pertanto tenderà a sollevarsi.

Stratosfera.

Nello strato al di sopra della tropopausa, che prende il nome di stratosfera, poichè la temperatura si mantiene costante almeno fino ai 25 km e poi tende ad aumentare, sostanzialmente non vi sono movimenti verticali dell'aria, per cui tende ad assumere un andamento stratificato, da cui deriva il suo nome. Ma anche la stratosfera possiede un confine superiore, benchè meno netto rispetto alla tropopausa: tale confine superiore assume il nome di stratopausa, e si trova all'incirca all'altezza di 50 km rispetto al suolo.

Tuttavia, studi recenti hanno rivelato che anche nella stratosfera vi è un certo rimescolamento, dovuto soprattutto alla presenza di forti venti orizzontali.

Al di sopra della stratopausa la temperatura riprende nuovamente a diminuire.

Ma qual è il significato pratico dell'individuazione dell'altezza della tropopausa ? Soprattutto nei voli di linea, dove la comodità dei passeggeri è fondamentale (non è così per i voli militari), evitare le zone di turbolenza diventa importante: siccome al di sopra della

tropopausa, come abbiamo visto, sono assenti le forti correnti verticali, gli aerei raggiungono quelle quote per volare tranquilli. Ad esempio, il Concorde è un tipo di aereo che può raggiungere quote elevate, e scegliere di effettuare un volo nella stratosfera. Una delle rotte commerciali più importanti è rappresentata da quella che passa per il Polo Nord. Tra le considerazioni da fare a tale proposito è che andando verso il polo, la tropopausa si trova a quote via via più basse, rendendo più agevole il volo stratosferico. Ma perchè la tropopausa è più bassa ai poli rispetto all'equatore? La spiegazione la ritroviamo nel moto di rotazione della terra attorno al proprio asse. Questo movimento di rotazione provoca una forza centrifuga, che dà alla Terra una forma particolare, detta **geoide**, dovuta al leggero schiacciamento dei poli. Anche l'atmosfera risente della forza centrifuga, per cui risulta più schiacciata verso i poli e più elevata in corrispondenza dell'equatore. Pertanto le quote caratteristiche che abbiamo visto risultano condizionate dal diverso spessore dell'atmosfera. Sui poli la tropopausa si trova all'incirca intorno ai 6-8 km, mentre sull'equatore raggiunge la quota di 16-18 km. Disegnando un grafico che vede in ascissa un qualsiasi meridiano e in ordinata la quota, ci aspetteremo di vedere una diminuzione costante dell'altezza della tropopausa. Invece è stato rilevato che la tropopausa, subisce due drastiche diminuzioni della quota, intorno ai tropici ed alle medie latitudini, dovuta alla presenza della corrente a getto (jet stream), un vero e proprio fiume di aria a velocità elevata.

Nella prossima lezione tratteremo la temperatura dell'aria.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.3 - Atmosfera OACI

Gli argomenti che affronteremo in questa lezione completano il discorso sull'atmosfera trattato nelle due lezioni precedenti.

Faremo un breve cenno all'atmosfera standard detta anche "tipo" (OACI).

Sapete che cosa significa OACI ? E' l'acronimo dell'Organizzazione per l'Aviazione Civile Internazionale, cioè un organismo internazionale sovraordinato a tutte le organizzazioni nazionali che si occupa di regolamentare tutto ciò che attiene all'esercizio sicuro del volo.

Un altro breve cenno lo dedicheremo all'andamento della densità e della pressione con la quota.

Infine, tempo permettendo, introdurremo il discorso sulla temperatura dell'aria.

Riprendiamo rapidamente il concetto sviluppato nell'ultima lezione in merito all'andamento della temperatura con la quota. Abbiamo visto che nella troposfera, ovvero lo strato atmosferico più prossimo al suolo e che raggiunge una quota media di 12-13 km (ricorderemo, però, che all'equatore la tropopausa è più alta rispetto al polo), la temperatura, man mano che ci si eleva con la quota, diminuisce. La causa della diminuzione sta nel fatto che il riscaldamento della troposfera avviene soprattutto dal basso. E' la superficie terrestre che riscalda la massa d'aria a suo immediato contatto. E' ovvio che la Terra non è una fonte di energia autonoma (geotermia a parte), ma restituisce il calore ricevuto dalle radiazioni solari. L'aria, invece, per la sua costituzione molecolare e gassosa, non è in grado, se non in piccola parte, di assorbire direttamente la radiazione solare. Bene. Ripreso questo concetto, andiamo a considerare adesso l'andamento della densità con l'altezza.

In fisica si adopera una lettera greca, rho ρ , per indicare la densità, ed è legata ad una relazione precisa: massa fratto volume.

Esempio: immaginiamo un cubo di lato 1 che contiene 100 molecole di aria. Se ne diminuisco il volume, ovvero prendo un cubo il cui lato misura la metà di quello precedente, le 100 molecole di aria staranno tutte un po' strettine: si dice che è aumentata la densità. Questo esempio ci serve solo per dire che l'atmosfera, come tutti i corpi presenti sulla

superficie terrestre, subisce l'attrazione gravitazionale esercitata dal nostro pianeta. Questo fa sì che le molecole dell'aria tendano ad approssimarsi in maggior numero vicino alla Terra piuttosto che lontano da essa.

Pertanto avremo una densità maggiore negli strati più bassi, ossia quelli più vicini al suolo. Come per la temperatura, quindi, anche la densità ha un andamento decrescente con la quota. Però, mentre per la temperatura la diminuzione è lineare (cioè il rapporto tra le grandezze è costante: di tanto varia uno, di tanto varia l'altro), invece per la pressione la diminuzione è di tipo non lineare, ma esponenziale, poichè essa dapprima diminuisce rapidamente e poi in maniera via via più lenta.

Qual è la diretta conseguenza delle parole che abbiamo detto sulla densità? Se ne deduce che la stragrande maggioranza della massa gassosa che compone l'atmosfera, il 50%, è concentrata nei primi 5 km. Considerate che l'estensione dell'atmosfera, partendo dal suolo fino alla quota in cui si confonde con lo spazio siderale, è valutata in circa 800-1000 km.

Come potete osservare, su 1000 km di estensione, nei soli primi 5 km è contenuta metà in massa di tutta l'atmosfera. Questo dipende dal fatto che i gas sono molto compressibili. Man mano che si sale, l'aria si fa sempre più rarefatta, e nei primi 50 km possiamo dire che è contenuto il 99% di tutta l'aria. Lo spazio da 50 km in su, fino ai confini imponderabili dell'atmosfera, è occupato solamente dall'1% di tutta l'aria del pianeta. Come abbiamo già detto, la causa di tutto ciò è semplice, ed è da imputarsi al campo gravitazionale terrestre che tende a richiamare tutta l'aria in prossimità della superficie terrestre.

Perchè il concetto di densità è importante nel campo del volo? Poichè il **rendimento di un motore dipende dalla densità.**

Cenni sull'andamento della pressione con la quota.

Anche la pressione diminuisce con la quota, in modo analogo alla densità, a cui è comunque collegata. Ad esempio la superficie isobarica di 500 mb o hPa (è lo stesso, in quanto 1 mb = 1 hPa), si trova all'incirca a 5500 metri, la pressione di 400 hPa la ritroviamo circa 1500 metri più sù. Possiamo dire, quindi, che per una differenza di quota di 1500 metri si è verificata una diminuzione di pressione di 100 hPa. La 300 hPa si trova intorno ai 9000 metri, la 200 hPa a circa 12000 metri. Come potete notare, per soli 100 hPa (da 300 a 200 hPa), la differenza di quota è salita a 3000 metri.

Riportando tutto in uno specchietto, avremo:

500 hPa 5500 metri

400 hPa 7000 metri 7000-5500=1500 metri

300 hPa 9000 metri 9000-7000=2000 metri

200 hPa 12000 metri 12000-9000=3000 metri.

Come potete osservare, bisognerà salire di quota in misura sempre maggiore per ottenere

una medesima riduzione di pressione (che noi, qui, abbiamo fissato in 100 hPa). Se per salire dalla quota a cui la pressione è di 500 hPa alla quota ove la pressione è di 400 hPa abbiamo dovuto elevarci di 1500 metri, per ottenere un ulteriore decremento di 100 hPa, e passare quindi dalla quota a 400 hPa a quella a 300, dobbiamo elevarci di 2000 metri, e dovremo percorrere ben 3000 metri per portarci da 400 hPa a 300 hPa.

In sintesi abbiamo visto che:

-  **la densità dell'aria diminuisce con la quota,**
-  **la pressione atmosferica diminuisce con la quota,**
-  **la temperatura, nella troposfera, diminuisce con la quota.**

La temperatura diminuisce in maniera lineare, dandoci la possibilità di definire un gradiente medio per l'aria secca o non satura, di 0.65 gradi per ogni 100 metri, o, se preferite, di 2 gradi ogni 1000 piedi (gradiente termico verticale).

Sulla base di questi concetti è stata definita un'atmosfera standard, basata su valori medi della pressione e della temperatura. L'atmosfera standard serve soprattutto per tarare gli altimetri. Quando studieremo la pressione avremo modo di osservare come questo possa indurre in errore un pilota a causa del fatto che l'atmosfera standard può discostarsi in misura più o meno maggiore dalle condizioni effettive, reali, dell'atmosfera.

L'atmosfera standard assume che la temperatura al suolo sia di +15 gradi, che la pressione sia di 1013,2 hPa e che il gradiente termico verticale sia di 0,65 gradi per 100 metri. Ora, potete ben vedere che la temperatura al suolo può non essere di 15 gradi, e così vale per la pressione, anch'essa variabile da luogo a luogo e da momento a momento. Per cui, se non vengono introdotte le opportune correzioni, il pilota può volare ad una quota credendo di trovarsi ad un'altra.

Questo rapido accenno alla pressione mi serve soprattutto per fornirvi un aggancio alla realtà: noi studiamo concetti teorici, ma poi, ve ne rendete conto, vediamo quali sono i riflessi concreti di ciò che diciamo.

Quanto vi dico potrà servirvi nella vostra vita professionale.

Vi è una rivista, intitolata "**Rivista della sicurezza del volo**", edita dall'Aeronautica Militare, e precisamente dall'Ispettorato per la sicurezza del volo, che nelle sue pagine tratta di incidenti o situazioni di rischio vissute dai piloti e raccontate in prima persona. La maggior parte delle volte le situazioni di rischio o di emergenza sono causate da difetti nelle parti meccaniche, però molte volte, alcune situazioni rischiose sono state indotte da errori di comprensione tra piloti e controllori del traffico aereo. In uno degli ultimi numeri di questa rivista veniva descritta la conseguenza di un errato QNH. Sapete dirmi che cosa è il QNH? E' il valore di pressione su cui al suolo vengono regolati gli altimetri di bordo. Ma torniamo all'articolo. Cosa è avvenuto? Che il controllore ha chiesto il dato alla meteo e, o gli è stato fornito male, oppure ha capito male, ha comunicato al pilota un valore che differiva dal reale di 20 mb in più. E questo può essere un errore fatale, poichè in **atmosfera standard ogni millibar corrisponde a 8 metri**, per cui l'errore di quota equivale a circa 500 piedi. Il rischio è quello di trovarsi ad una quota più bassa rispetto alle indicazioni altimetriche, e quindi di impattare contro ostacoli fissi (quelli segnati sulle

carte di navigazione) oppure di non mantenere una corretta separazione verticale del traffico.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.4 (parte prima) - Temperatura dell'aria

Pr emessa.

In questa dispensa tratteremo la temperatura dell'aria, in termini generali, gli strumenti che servono a misurarla e l'andamento giornaliero della temperatura al di sopra di una medesima località.

Nella precedente lezione abbiamo parlato della temperatura assoluta. Possiamo quindi introdurre il discorso sulle scale termometriche.

Ricordate quanto abbiamo detto intorno allo zero assoluto? E' la temperatura più bassa in assoluto, al di sotto di cui non è possibile andare. In laboratorio sono stati raggiunti valori molto prossimi a questo valore di temperatura, ma senza raggiungerlo mai.

Quando si arriva allo zero assoluto la materia si comporta in maniera diversa dal normale.

Cenni sui passaggi di stato.

Quali sono i tre stati della materia? Solido, liquido e aeriforme. Quale caratteristica della materia condiziona il suo stato? Fondamentalmente la coesione tra le molecole e gli atomi che compongono la materia stessa, ovvero la forza con cui tutte le minutissime parti che la compongono si attraggono tra di loro.

Nella materia allo stato solido, le particelle che la compongono non hanno molta libertà di movimento, e risultano pertanto vincolate strettamente le une alle altre. Questa rigidità conferisce alla materia quell'aspetto solido che noi vediamo. Naturalmente all'interno della struttura atomica gli atomi sono agitati da un continuo movimento vibrazionale, appena percettibile solo con ultramicroscopi elettronici (sotto il severo vincolo del principio di indeterminazione, s'intende!).

Nello stato liquido, le molecole continuano ad esercitare una reciproca attrazione, ma possono scorrere una sopra l'altra.

Nello stato gassoso, invece, le molecole risentono minimamente di attrazione reciproca ed ognuna se ne va per i fatti suoi. Una delle caratteristiche specifiche dei gas è la tendenza ad occupare tutto lo spazio disponibile. Parlando dell'atmosfera, ad esempio, che oramai sappiamo essere un miscuglio di gas dal nome aria, qualora non vi fosse la forza gravitazionale terrestre a trattenerla presso la Terra, non esisterebbe, in quanto tutti i gas si disperderebbero nello spazio siderale. In effetti, corpi celesti che non hanno una massa sufficiente ad esercitare una adeguata attrazione gravitazionale notoriamente non possiedono atmosfera: un esempio per tutti è la Luna, il nostro satellite.

Perché la materia passi da uno stato fisico all'altro è necessario fornirgli o sottrargli energia. Per esempio, se vogliamo che un gas come l'azoto, passi da gassoso a liquido, dobbiamo fare in modo che gli atomi abbiano meno energia cinetica (= di movimento) a disposizione. Nel caso particolare, sarà necessario sottrargli molta energia, abbassandone la temperatura notevolmente al di sotto di zero gradi centigradi.

Possiamo definire quindi la temperatura di un corpo come indice della sua energia cinetica media.

Per farvi comprendere il comportamento della materia in relazione all'energia cinetica, faremo un esempio. Chi va in discoteca avrà osservato che, in corrispondenza di un lento, si sta tutti più vicini. Quando viene lanciato, invece, un ritmo veloce, ci si scatena e tutti si allontanano fra di loro occupando tutta la sala a disposizione. E' aumentata l'energia cinetica.

Gli atomi e le molecole si comportano nella stessa maniera, come se stessero danzando: se il ritmo è "lento", stanno tutti ravvicinati, se il ritmo si fa "veloce", ovvero gli fornisco energia, queste particelle si allontanano fra di loro.

Per convincere, perciò, il "ballerino" azoto a darsi una calmata, cioè a liquefarsi, bisognerà convincere i suoi atomi a stare più vicini tra di loro, sottraendogli energia.

Ma come faccio a sapere quanta energia cinetica possiede un corpo? Misuro la sua temperatura!

Relazione tra le scale termometriche.

Una generica temperatura in gradi centigradi si rappresenta con la lettera t minuscola, mentre la temperatura in gradi Kelvin si rappresenta con una T maiuscola.

Il valore della temperatura in gradi centigradi sarà seguito dal simbolo di grado e dalla lettera C, quello inteso nella scala Kelvin sarà seguito dalla lettera K.

La relazione che intercorre tra le due scale è che T , misurata in gradi Kelvin, è uguale a $t + 273$.

In sintesi:

$$T = t + 273$$

$$t = T - 273.$$

Esempio: se misuriamo una temperatura di 25 gradi centigradi, per ottenere il corrispondente valore in gradi Kelvin bisognerà aggiungere 273. Per cui la temperatura assoluta sarà di 298 gradi Kelvin.

Le scale termometriche.

In ogni epoca l'uomo ha avvertito la necessità di misurare delle grandezze. Ovviamente, nei tempi passati, ogni comunità umana faceva riferimento ad una propria scala di riferimento. Tutto questo finché, con l'aumentare degli scambi reciproci, l'umanità ha sentito il bisogno di stabilire delle regole certe, comuni a tutti. Durante il secolo scorso, una commissione scientifica con mandato internazionale stabilì tutta una serie di grandezze standard per ogni tipo di misurazione: nacque così il sistema metrico decimale diventato poi S.I., ovvero Sistema Internazionale.

Nel S.I. la temperatura viene misurata in gradi centigradi.

Ma come è stata ottenuta la scala centigrada ?

E' stato preso un liquido che per le sue caratteristiche è molto speciale. Si tratta di un liquido eccezionale: si chiama acqua.

Tra le molte sue proprietà, ne citeremo una a titolo d'esempio, che la differenzia da tutte le altre sostanze e perciò la rende unica. Abbiamo visto che quando un corpo passa dallo stato gassoso allo stato liquido, la sua densità aumenta. Un corpo più è denso più è pesante. Invece per l'acqua cosa accade? Che quando la sua temperatura raggiunge i 4 gradi sopra lo zero, essa raggiunge il massimo della sua densità, dopo di che la successiva diminuzione di temperatura ne farà aumentare la densità.

Quali conseguenze ha questo strano comportamento?

Andiamo sui Poli. Questi sono coperti di ghiacci perenni, poichè, come abbiamo già avuto occasione di dire, qui i raggi del Sole arrivano molto obliqui e per molto meno ore rispetto all'Equatore. Poichè il ghiaccio è meno denso dell'acqua allo stato liquido, anzichè andare a fondo, attratta dalla gravità terrestre, galleggia, mentre l'acqua allo stato liquido, meno fredda ma più densa, quindi più pesante, si porta verso il fondo del

mare. Ecco spiegato perchè, sotto la coltre ghiacciata dell'Artico, possono vivere specie animali. Gli eschimesi per pescare, infatti, praticano un foro nelle lastre ghiacciate per infilarvi la lenza.

Se l'acqua non avesse posseduto questa caratteristica, quali sarebbero state le conseguenze? L'acqua, raggiunto lo stato solido per effetto della diminuzione della temperatura, sarebbe diventata più densa dell'acqua allo stato liquido, occupando gradualmente gli strati più profondi del mare artico in maniera molto stabile e durevole, impedendo la vita degli organismi marini, bloccando il gioco delle correnti marine e raffreddando progressivamente la temperatura globale del pianeta, poichè il bilancio termico dei Poli è sempre negativo (cioè il calore ricevuto dal Sole non compensa quello irradiato verso lo spazio).

E queste sono solo alcune delle conseguenze!

Ma ritorniamo rapidamente all'utilizzo delle caratteristiche dell'acqua per la determinazione della scala centigrada, attraverso l'individuazione di punti fondamentali. La temperatura di 0 gradi è stata associata alla temperatura posseduta dall'acqua di fusione del ghiaccio. All'acqua che bolle è stata attribuita la temperatura di 100 gradi. Perchè l'acqua finchè bolle rimane alla temperatura di 100 gradi? La spiegazione sta nel fatto che l'acqua, nel cambiare di stato, ovvero nel passare da liquido a solido, ha bisogno di energia e questa sottrazione di energia si compie a spese dell'acqua allo stato liquido. Per cui tutta l'energia fornita all'acqua dal momento in cui essa comincia a bollire viene spesa nell'evaporazione.

E' ora di fissare per bene un concetto fondamentale, che ritornerà molto utile in seguito. Per ora sarà sufficiente capirlo in termini qualitativi (cioè senza numeri), in seguito lo affronteremo in termini quantitativi.

Se voglio che un corpo passi dallo stato solido allo stato liquido, gli devo fornire energia. Se voglio che passi dallo stato liquido a quello aeriforme dovrò fornirgli ulteriore energia. Viceversa, se quel corpo passa dallo stato aeriforme a quello liquido, quell'energia che gli ho fornito verrà restituita.

Questi concetti possono apparire lontani dalla vita di tutti i giorni, e invece siamo circondati dalle manifestazioni derivanti dai cambiamenti di stato dei corpi. La cottura della pasta, ad esempio, è garantita dalla temperatura costante di 100 gradi mantenuta dall'acqua in fase di evaporazione.

Provate a rispondere ora a questa domanda. Perchè l'acqua bolle a 100 gradi ? Vi dò un suggerimento: pensate alla pressione atmosferica.

La pressione atmosferica si oppone all'evaporazione del gas, per cui maggiore è il valore della pressione, maggiore dovrà essere il calore assorbito dalla massa d'acqua per consentire il passaggio di stato.

Vedete bene che non è sufficiente dire: l'acqua bolle a 100 gradi. Bisognerà aggiungere

qualche altro particolare per poter definire con esattezza questo punto fondamentale della scala centigrada. E allora si dirà che l'acqua bolle a 100 gradi al livello del mare (che si abbrevia con la sigla slm) se la pressione sarà quella già fissata per l'atmosfera tipo, cioè 1013,2 hPa.

Se al livello del mare, l'acqua bolle a 100 gradi, in alta montagna a che temperatura bollirà ?

Se avete risposto: ad una temperatura più bassa siete stati bravi. Se la pressione atmosferica ha un ruolo, e ce l'ha, visto che si oppone all'evaporazione, in montagna, dove la pressione è minore (perchè la pressione, ricordiamolo, diminuisce con la quota) l'acqua avrà bisogno di una minore quantità di calore per evaporare. In quota l'acqua bollirà, ad esempio, ad 80 gradi, e la pasta non si cuocerà bene!

Nelle pentole a pressione, invece, la temperatura dell'acqua raggiunge un valore molto più elevato (consentendo una cottura più rapida dei cibi), proprio perchè il vapor d'acqua, non potendo disperdersi, si opporrà all'evaporazione di ulteriore vapor d'acqua, a meno che la massa d'acqua riscaldata non aumenti ulteriormente la propria energia cinetica, ovvero la propria temperatura. Nelle pentole a pressione, la pressione esercitata dal vapor d'acqua può divenire talmente elevata, che, se non vi fossero delle valvole di sfogo, causerebbe l'esplosione della pentola.

Dunque, determinati i valori di 0 gradi e 100 gradi, potremo finalmente costruire la nostra scala termometrica, suddividendo la scala stessa in 100 parti ognuna delle quali chiameremo grado. E' questa suddivisione in 100 parti che conferisce alla scala il nome di centigrada.

Nella scala Kelvin, un grado corrisponde in quantità ad un grado della scala centigrada, detta anche Celsius, soltanto che i punti fondamentali hanno un altro valore, che abbiamo visto essere di 273 gradi per il ghiaccio che fonde e 373 per l'acqua che bolle.

Nei paesi anglosassoni si utilizza un'altra scala: la scala Farheneit. Questa scala suddivide lo spazio che intercorre tra i due punti fondamentali in 180 parti, anzichè in 100.

Una volta determinate le scale termometriche, bisognava disporre di strumenti in grado di misurare le temperature.

Esistono diversi tipi di strumenti atti a misurare la temperatura di un corpo, ma essenzialmente quasi tutti si basano su un principio: la dilatazione.

La dilatazione rende possibile la misurazione della temperatura di un corpo.

Studiando la fisica probabilmente avrete visto l'esperimento della sfera che, una volta riscaldata, non riesce più a passare dall'anello attraverso cui prima passava agevolmente. Cosa gli è accaduto? Semplice, si è dilatata !

Proprio per la costituzione della materia, un corpo solido, a parità di calore, subisce generalmente una dilatazione minore rispetto ad un liquido, ed ancor meno rispetto ad un gas. Dovendo scegliere un corpo con cui misurare la temperatura in base alla sua dilatazione, si pensò al mercurio, che possiede la simpatica caratteristica di essere un metallo allo stato liquido alle temperature ordinarie. Gli altri metalli, alle stesse temperature sono allo stato solido. Se vogliamo, potremmo spingerci a dire che il mercurio possiede le virtù dei solidi e dei liquidi, almeno per quanto concerne la misurazione della temperatura ! La virtù metallica consiste nel fatto che il calore si distribuisce rapidamente in ogni parte del metallo stesso. La virtù liquida consiste nel fatto che la dilatazione subita dal mercurio è in misura tale da consentire agevoli letture.

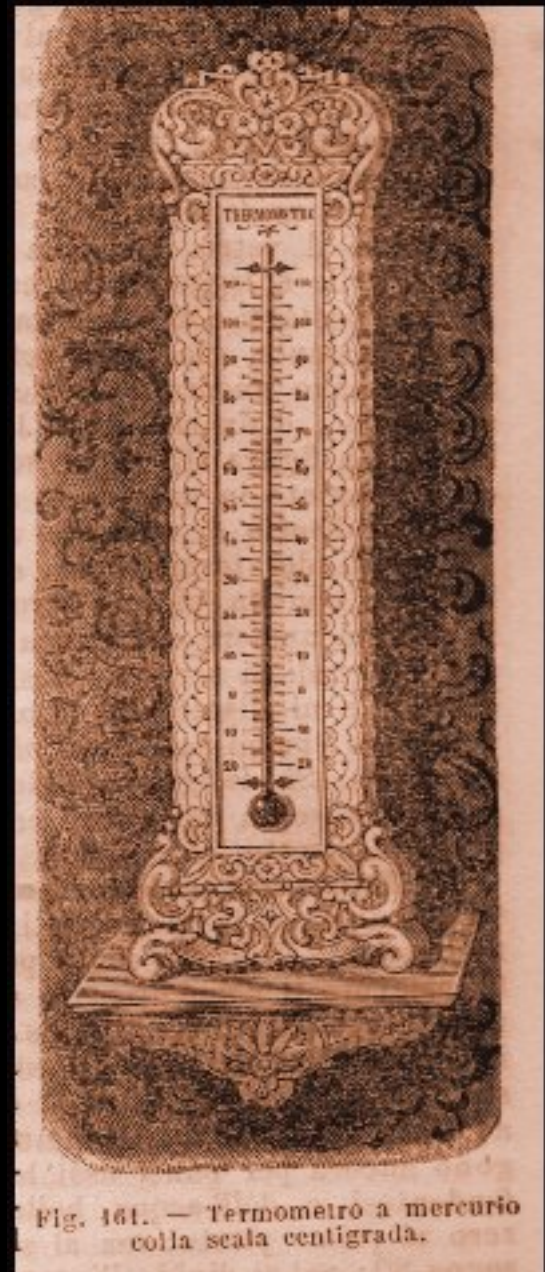


Fig. 161. — Termometro a mercurio colla scala centigrada.

Il mercurio, perciò, si pone come candidato ottimale per le misurazioni di temperatura, soprattutto perchè noi per effettuare misurazione di temperatura adoperiamo metodi indiretti, ovvero trasformiamo letture lineari in letture di temperatura.

Perchè letture lineari ? Perchè, assunto un sistema di riferimento con tacche poste a distanze regolari l'una dall'altra, posso confrontare la dilatazione subita dal mercurio rispetto alle tacche di riferimento, e quindi ottenere in maniera indiretta, la determinazione della temperatura del corpo misurato. Perchè parliamo di metodi indiretti ? Perchè in realtà non misuriamo il calore di un corpo, ma gli effetti che questo produce in termini di dilatazione sul mercurio.

Un altro punto a favore del mercurio consiste nella sua proprietà di non "bagnare" il vetro in cui esso è contenuto.

Il mercurio è fuori gioco, però, quando si tratta di misurare temperature molto basse. In questi casi si usa un altro liquido, ovvero l'alcool.

Sulla base di questi liquidi vengono costruiti i termometri, che si chiameranno a mercurio o ad alcool a seconda del liquido adoperato.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Data:	
Nome:	
Cognome:	

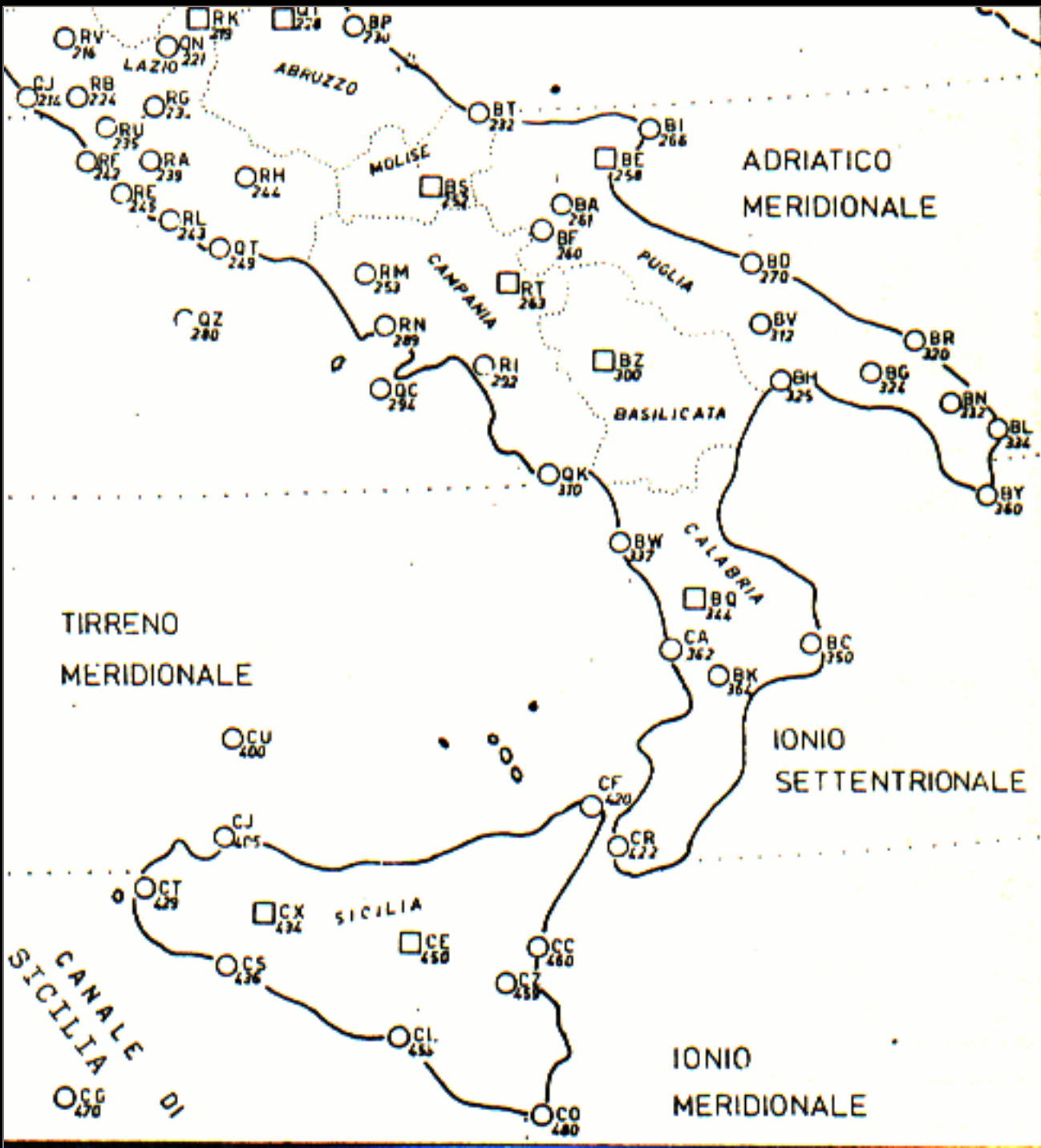
Premessa.

L'esercitazione consiste nell'interpretare i messaggi METAR sotto riprodotti, limitatamente alla temperatura effettiva, e nel riporto del dato ottenuto sulla mappa dell'Italia meridionale in corrispondenza della località ove la misurazione è stata effettuata. Infine, lo Studente dovrà tracciare le opportune isoterme. (Isoterme: linee congiungenti punti aventi la medesima temperatura).

Esempio:

LIBD 160950Z 29005KT 4000 RA BKN015 BKN070 15/15 Q1016= (160950)

Messaggio METAR della stazione meteorologica di Bari Palese (LIBD). Temperatura osservata: 15°C.



ITALIA SUD/ADRIATICO E SICILIA

-- METAR --

LIBD 160950Z 29005KT 4000 RA BKN015 BKN070 15/15 Q1016= (160950)

LIBV 161000Z 35005KT 6000 SCT040 BKN070 14/13 Q1014 RMK OVC WHT=(161000)

LIBR 161000Z 34005KT 6000 FEW020CB SCT040 BKN100 20/11 Q1014 RERA NOSIG RMK OVC WIND THR14 33005KT WIND THR32 31009KT WHT=(161000)

LIBH 161000Z 32008KT 9999 BKN025 OVC090 16/15 Q1014 RMK OVC QUK 1 QUL 0 VIS MAR 12 KM= (161000)

LIBG 160934Z 01010KT 8000 FEW015 SCT030 BKN070 OVC090 17/13 Q1015=(161000)

LIBN 161000Z 00000KT 9999 SCT030 SCT070 16/16 Q1014 RMK BKN AMB=(161000)

LIBY 161000Z 04008KT 6000 FEW020 BKN090 16/15 Q1013 RMK OVC QUK / QUL / VIS MAR 6 KM= (161000)

LIBQ 161000Z 00000KT 9999 BKN010 09/09 Q1017 RMK BKN MON LIB VAL NIL= (161000)

LIQK 160900Z 34002KT CAVOK 19/15 Q1013 RMK SCT200 QUK1 QUL0 VIS MAR 20KM= (160900)

LICA 160950Z VRB02KT 9999 FEW020 SCT090 20/17 Q1014= (161000)

LIBC 161000Z 36008KT 9999 SCT018 SCT080 14/12 Q1015= (161000)

LICR 160945Z 05012KT 9000 FEW015 SCT025 BKN070 23/17 Q1013 RMK SCTQUK2 QUL1 NE WT15 02008KT WT33 05006KT=
(161000)

**Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali,
con la sola condizione di citarne la fonte.**

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

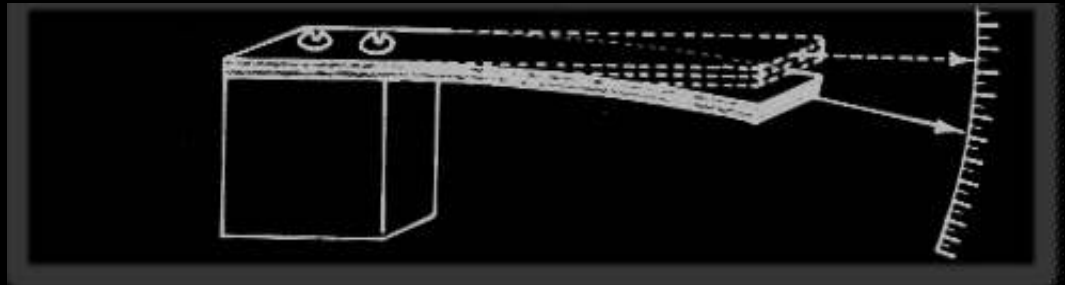
[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.4b - (termografo, capannina meteorologica)

Termografo a lamina bimetalliche.

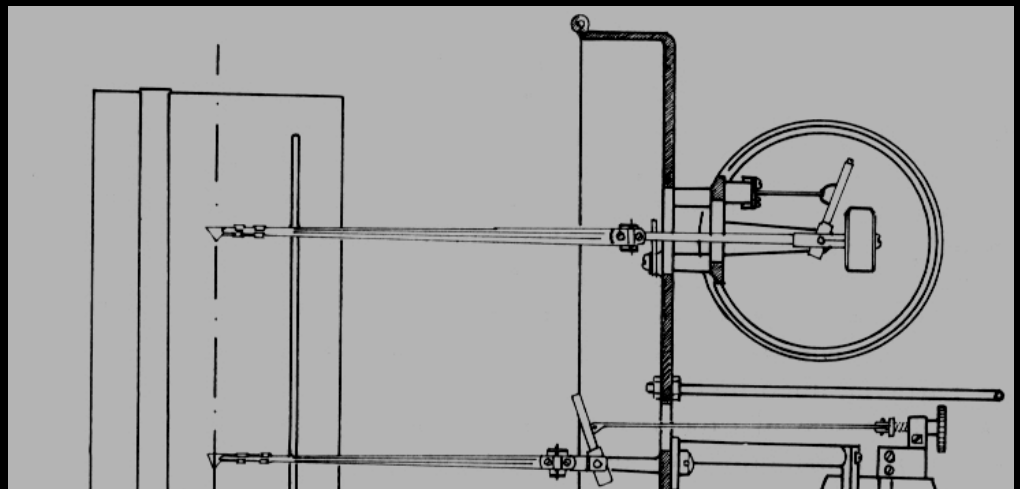
Nella prima parte, abbiamo visto l'utilizzo di liquidi come il mercurio o l'alcool per la costruzione di termometri. Vi sono però altri tipi di termometri, basati sempre

sulla dilatazione, ma questa volta sulla diversa dilatazione subita da materiali differenti saldamente vincolati l'uno accanto all'altro. Si chiamano lamine bimetalliche. Sono molto diffuse sia in ambito industriale che domestico. A parità di calore fornito, una lamina si dilaterà maggiormente dell'altra, a cui peraltro è vincolata, determinando l'incurvatura della lamina stessa. Questo movimento incurvante impresso dalla diversa dilatazione può essere sfruttato per valutare la temperatura dell'aria, ed inoltre, collegato un pennino scrivente alle lamine, si può far tracciare una linea su un diagramma avvolto intorno ad un tamburo rotante. Tale tamburo, munito di dispositivo ad orologeria, ruoterà intorno a se stesso, consentendo al pennino di tracciare una linea continua che rappresenterà l'andamento della temperatura in un determinato periodo di tempo.



Tale apparecchiatura prenderà il nome di termografo a lamina bimetallica.

Importanza della misurazione della temperatura dell'aria.



La temperatura ha importanti implicazioni su tutti i fenomeni vitali, e, per quanto ci riguarda aeronauticamente parlando, sul rendimento e sull'efficienza di un velivolo.

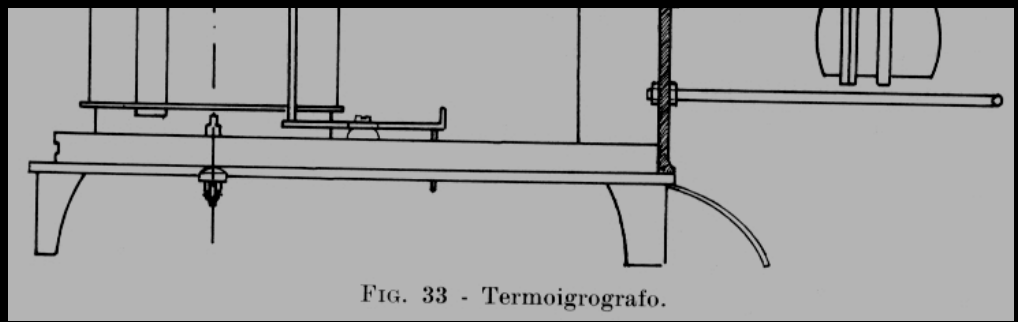


FIG. 33 - Termoigrografo.




La scorsa volta abbiamo visto come la lunghezza del decollo sia in relazione con la temperatura.

Se la temperatura è elevata, l'aereo non riuscirà più a sviluppare la medesima potenza dei motori rispetto a quando la temperatura era più bassa. In alcune situazioni, dove l'escursione termica è molto elevata (si dice escursione termica la differenza tra massima e minima), come ad esempio, in aeroporti posti all'interno di aree continentali, un aereo con un determinato carico potrebbe riuscire a decollare durante le ore notturne e non riuscirvi, col medesimo carico, a decollare durante le ore più calde del giorno. E questo accade perchè la potenza dei motori è diminuita a causa della elevata temperatura (che ha fatto diminuire la densità dell'aria).

Un altro importante uso delle temperature è quello ai fini previsionistici.

L'andamento della temperatura al suolo può essere d'aiuto per capire il movimento delle masse d'aria.

Riassumendo, abbiamo visto i seguenti strumenti:

-  termometro a mercurio
-  termometro ad alcool
-  termografo a lamine bimetalliche

Esiste un altro sistema per misurare la temperatura: esso sfrutta la variazione di resistenza di un corpo. Con l'aumentare della temperatura, aumenta la resistenza opposta da un corpo all'attraversamento della corrente elettrica. Ovviamente, anche in questo caso, si tratta di una misura indiretta del calore posseduto da un corpo, in quanto, legata la variazione ad un sistema di riferimento, leggeremo su una scala il valore indicato da un indice mobile opportunamente tarato.

Cenni sulla formazione dei termini scientifici.

Quasi tutte i termini specifici usati nelle Scienze derivano da parole greche e latine.

Si suole far terminare una parola con il suffisso -metro, quando ci si riferisce ad una misurazione osservata a vista. Quando ad una parola si aggiunge il suffisso -grafo, si vuole dire che la misurazione viene scritta su carta (dal greco grapho = scrivo).

Riassumendo, tutte le parole che finiscono con -metro, stanno ad indicare una

misurazione, quelle che finiscono con -grafo, oltre alla misurazione implicano la scrittura del dato osservato su carta. Esempi: Termometro e termografo: col primo osserviamo la temperatura al momento dell'osservazione, con il secondo la temperatura viene tracciata su carta. Barometro = strumento per la misurazione della pressione atmosferica. Barografo = come sopra, con riporto su carta diagrammabile della pressione atmosferica. Igrometro e igrografo = strumenti per la misura dell'umidità relativa dell'aria, di cui il secondo con tracciatura su carta. Un termoigrografo riunirà in un unico apparato, le misurazioni scritte della temperatura e dell'umidità relativa.

La necessità di regole comuni per tutti.

Quanto abbiamo esaminato intorno alla rilevazione della temperatura non è tuttavia sufficiente a valutazioni utili su scala più ampia se non si adottano opportuni accorgimenti.

La meteorologia, scienza giovane, ha avuto un impulso notevole nel momento in cui è stato possibile, da parte delle stazioni meteorologiche disseminate nel mondo, far convergere in tempo reale le osservazioni presso un centro comune di raccolta.

Quanto abbiamo detto, lega indissolubilmente il progresso della meteorologia alle telecomunicazioni (tlc). Migliori sono le telecomunicazioni, più efficace risulta la distribuzione e la raccolta delle osservazioni meteorologiche.

Ma allora, se c'è questa necessità di scambio, e quindi di capirsi, che ha portato a creare un unico sistema di riferimento per le misurazioni, come si sviluppa in questo campo tale esigenza ?

Innanzitutto fissando per tutto il mondo un riferimento orario inequivocabile, chiamato ora UTC o, in termini aeronautici, ora Z (zulu time). L'ora Z fa riferimento all'ora del meridiano fondamentale di Greenwich. L'adozione di un'ora valida per tutto il mondo, svincolata, quindi, dall'ora del proprio fuso, fa sì che le osservazioni effettuate nel mondo possano essere confrontate tra loro in quanto rilevate tutte nel medesimo momento. Non importa che ora locale sia in Italia o in Nuova Zelanda (notoriamente agli antipodi della nostra penisola): un'osservazione fatta alle 12/z sarà effettuata nello stesso momento sia qui che in Nuova Zelanda, che in qualsiasi altra parte del globo.

Questa contemporaneità di misurazioni mi darà, quindi, la possibilità di tracciare su un carta riportante una rappresentazione grafica di un'area (ad esempio, l'Europa), le temperature di una data ora, e di effettuare delle valutazioni su come quei valori misurati sono distribuiti in quella determinata area.

La capannina meteorologica.

Le temperature per poter essere confrontate devono essere rilevate con un certo

criterio. Innanzitutto, per voi è la stessa cosa se il termometro lo espongo al sole, o lo metto in tasca oppure in un contenitore per nascondere ai raggi solari diretti ? Avrò in tutti i casi la medesima misurazione?

Certamente no. Perché ?

Perché esponendolo ai raggi del Sole, lo strumento assorbirà le radiazioni solari e finirà per misurare soltanto la propria temperatura. A questo proposito, ovvero in merito a fallaci misurazioni di temperatura, si può citare il caso di quei pannelli giganti che mostrano con cifre luminose l'ora alternandola con la misura di temperatura. Si trovano spesso sulla sommità di palazzi in città. Se il sensore che rileva la temperatura non è stato ben isolato dai raggi del sole, e posto lontano dalle murature, la temperatura rilevata sarà falsata dall'irraggiamento della costruzione stessa, per cui il valore di temperatura mostrato potrà risultare superiore a quello effettivo dell'aria.

Chi il termometro se l'è infilato in tasca, otterrà una misurazione della temperatura corporea, e perciò non ancora la temperatura dell'aria, che è ciò che noi vogliamo.

Se invece avremo cura di non esporre il termometro ai raggi del sole, ponendolo in una posizione ben ventilata, il dato che andremo a leggere sul termometro approssimerà abbastanza fedelmente la reale temperatura dell'aria.

Adottando tutta una serie di accorgimenti, potremo avvicinarci ancora di più alla realtà.

Proprio per questo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM), ha stilato delle norme per la corretta rilevazione dei dati di temperatura dell'aria. Innanzitutto, tutti gli strumenti destinati a questo tipo di misurazioni devono essere ospitati nella cosiddetta capannina meteorologica. E' un contenitore di legno, dotato di un tetto spiovente. La scelta del legno, invece che, ad esempio, di un metallo, è dovuta alle caratteristiche isolanti di questo materiale naturale. Il legno, infatti, è un cattivo conduttore di calore. Sapete come ci si accorge molto naturalmente di questa caratteristica, ovvero se un materiale è isolante o meno ?

Semplicemente toccandolo. Se al tatto il materiale appare caldo, significa che è un cattivo conduttore di calore, se invece ci trasmette la sensazione di freddo, allora ci troviamo al cospetto di un materiale buon conduttore di calore. Provate a toccare il marmo. Il marmo, come le rocce in genere, è un buon conduttore di calore, ovvero possiede una elevata capacità termica. Toccandolo, il calore corporeo passa rapidamente dal dito al marmo, per cui la sensazione che ne consegue è di un raffreddamento del dito stesso. Provate, invece, a toccare un pezzo di polistirolo. Sembrerà caldo, poiché è un materiale isolante, ma quel calore avvertito sarà solo e soltanto quello proprio del polpastrello. La contiguità col materiale isolante impedirà all'aria di disperdere il calore corporeo, e questo comporterà un lieve innalzamento della temperatura del polpastrello.

Un contenitore in legno, pertanto, esposto ai raggi del sole, si riscaldierà comunque ma solo esternamente, mentre all'interno quel calore assorbito verrà trasmesso con

difficoltà.

Per favorire la circolazione dell'aria all'interno del contenitore, le pareti dello stesso dovranno essere costituite da persiane.

Inoltre, tutta la capannina dovrà essere verniciata di bianco, ma non per motivi estetici. Perché il bianco è preferibile agli altri colori?

Perché il bianco assorbe meno le radiazioni solari, e ci appare bianco proprio perché evidenzia un'alta riflettività. Per questo motivo d'estate sono prevalenti nell'abbigliamento i colori chiari, mentre d'inverno prevalgono i colori scuri. Nel sud dell'Italia, molti paesi assumono un abbagliante aspetto bianco proprio perché le pareti esterne delle abitazioni vengono accuratamente biancheggiate per meglio difendersi dall'elevata insolazione estiva. Pensate ad Ostuni.

In montagna, per il motivo esattamente opposto, prevalgono invece i colori scuri.

Riassumendo, la nostra capannina deve:

- essere di un materiale isolante**
- consentire la libera circolazione dell'aria al suo interno mediante fenditure sulle pareti**
- essere tinteggiata di bianco.**

Ma non basta.

Deve essere posta ad un'altezza di circa 2 metri rispetto al suolo, costituito da un prato con erba bassa e non da cemento o asfalto, che per il loro elevato assorbimento di calore potrebbero influenzare dal basso gli strumenti contenuti in capannina.

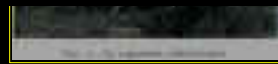
Un accorgimento fondamentale è rappresentato dall'orientamento della capannina rispetto ai punti cardinali. L'apertura della capannina deve essere orientata verso il nord: così facendo eviteremo che al momento della lettura, il sole possa direttamente colpire gli strumenti, considerato che il suo moto apparente nel cielo si compie da est verso ovest, ove tramonta.

Al fine di evitare che gli strumenti possano essere influenzate da fonti di calore, l'osservatore dovrà compiere l'operazione di lettura il più rapidamente possibile, essendo egli stesso un generatore di calore.

Come vedete, si adotta un insieme di accorgimenti con il preciso scopo di avere una misurazione della temperatura dell'aria più fedele possibile. Detto in una parola, una misurazione che sia rappresentativa della massa d'aria giacente sul luogo di osservazione.

Talvolta, ascoltando in televisione le temperature registrate, ci sembra





che siano discordanti dalle nostre sensazioni. Una calda giornata estiva ci è sembrata insopportabilmente afosa, mentre le temperature riportate in tivù non erano poi così mostruosamente elevate. Questo accade proprio perchè in città la presenza dell'asfalto e del cemento contribuisce ad elevare la temperatura dell'aria, anche a causa di una scarsa ventilazione dovuta alla presenza di costruzioni. Le temperature che invece sono state diffuse dal mezzo televisivo sono quelle registrate in capannina, lontana da ogni influenza esterna, e quindi scientificamente valide ed effettivamente rappresentative della massa d'aria insistente su quell'area.

In inverno, accade invece che le temperature rilevate in città risultino più elevate di quelle registrate in capannina, proprio perchè le nostre città sono abbondantemente riscaldate, ed è giocoforza che l'aria ne risulti in qualche modo influenzata.

E' ovvio che una temperatura corretta non potrò mai ricavarla dal termometro appeso in casa, in quanto quel termometro riporterà solo e soltanto la temperatura dell'aria in casa.

Se voglio ottenere una lettura approssimata dell'aria, dovrò posizionare il termometro all'esterno della casa, rivolto preferibilmente verso il nord per evitarne l'esposizione diretta ai raggi solari. Solo così facendo potrò ottenere una temperatura che si avvicina a quella reale dell'aria.

*Nella **prossima lezione** cominceremo a parlare delle caratteristiche che gli strumenti di misurazione della temperatura devono possedere per essere affidabili.*

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]







[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.5

Nella scorsa lezione abbiamo visto quali caratteristiche deve possedere una capannina meteorologica.

Abbiamo detto che:

-  deve essere di legno
-  con le pareti scandite da fessure per garantire la libera
-  circolazione dell'aria
-  verniciata di bianco per riflettere i raggi solari
-  orientata con l'apertura verso nord
-  posta a circa due metri dal suolo al di sopra di una superficie erbosa.

Tutte questi accorgimenti vengono adottati al solo scopo di ottenere una misurazione della temperatura dell'aria obiettiva e attendibile.

Adesso faremo un breve cenno ad un messaggio meteorologico di tipo aeronautico, detto anche impropriamente bollettino meteo. Il suo nome è **METAR**. Il METAR (METeorological Report) è un messaggio di osservazione meteorologica.

Cenni sull'organizzazione dei servizi meteorologici.

Tutte le organizzazioni meteorologiche sono organizzate in due grosse branche: la parte osservazioni e la parte previsioni. Le osservazioni vengono effettuate presso le stazioni meteorologiche. Nell'Aeronautica Militare Italiana, il compito di osservatore viene affidato a personale specializzato del ruolo dei sottufficiali. Le previsioni vengono invece affidate agli ufficiali geofisici che hanno il loro posto di lavoro negli uffici meteorologici.

Il METAR viene emesso ogni 30 minuti oppure ogni ora. Questo dipende dal tipo di servizio effettuato dalla stazione meteorologica. Ad esempio, le stazioni meteorologiche ubicate negli aeroporti civili, ovvero in quelli militari aperti al traffico civile, le osservazioni regolari vengono effettuate ogni 30 minuti, con conseguente emissione del messaggio METAR.

In Puglia, LIBD (l'aeroporto di Bari-Palese) emette un METAR ogni 30 minuti, come LIBR (Brindisi-Casale).

LIBV (Gioia del Colle,BA), LIBH (Marina di Ginosa, TA), LIBG (Grottaglie,TA), LIBY (Santa Maria di Leuca,LE), LIBA (Amendola,FG), LIBE (Monte Sant'Angelo, sul Gargano) emettono un messaggio METAR ogni ora.

Adesso esamineremo un METAR, per individuare la parte relativa alle temperature. Di volta in volta, man mano che andremo avanti con gli studi, completeremo la decodifica degli altri elementi riportati sul METAR, in modo che alla fine questo messaggio aeronautico non avrà più misteri per noi. Per il momento ci accontenteremo di farvi solo un cenno fugace.

Il METAR si apre con il nominativo OACI della località che lo ha emesso:

LIBD ... (stazione meteorologica di Bari-Palese)

L'**OACI** ha suddiviso il mondo in regioni, attribuendo ad ogni regione (che quindi comprende più nazioni) una lettera dell'alfabeto: L di LIBD indica che la stazione si trova in Europa, I ci dice che è in Italia, B che è ubicata nel meridione della penisola (l'area della FIR di Brindisi), D che si tratta proprio di Bari-Palese.

Ritornando al messaggio, dopo l'indicativo OACI, troveremo il giorno di emissione in due cifre, seguito dall'orario in cui l'osservazione meteo è stata effettuata:

LIBD 051145 (emesso il giorno 5, relativamente all'osservazione delle 1145Z).

Il gruppo che contiene giorno e ora viene chiamato gruppo data-orario.

Il gruppo successivo esprime direzione ed intensità del vento:

LIBD 01145Z 30015KT ...

le prime tre cifre (300), indicano la direzione di provenienza del vento, le seconde due cifre esprimono l'intensità media del vento (15). Chiude il gruppo l'indicazione dell'unità di misura adottata, ovvero i nodi (KT, abbreviazione di knots=nodi).

Dopo il gruppo del vento, troviamo la visibilità orizzontale, espresso in metri:

LIBD 051145 30015KT 9999 ...

I quattro 9 si utilizzano quando la visibilità è superiore ai 10 km.

Segue l'indicazione dei fenomeni, qualora ve ne siano stati al momento dell'osservazione. Si utilizza un codice formato da due lettere. Se ad esempio si è verificata una debole precipitazione, l'osservatore cifrerà il fenomeno con RA (rain=pioggia), preceduto dal segno meno per indicare che si tratta di una precipitazione

a carattere debole:

LIBD 051145 30015KT 9999 -RA ...

Seguono il fenomeno i gruppi delle nubi, che esprimono quantità ed altezza della base delle nubi in centinaia di piedi:

*LIBD 051145 30015KT 9999 -RA **SCT020** ...*

Le lettere SCT indicano la quantità, in ottavi, di nubi che coprono il cielo e che hanno la base a 2000 piedi (020=20 centinaia = 2000). In questo messaggio non si fa menzione al tipo di nubi.

Il codice utilizzato per la quantità fa riferimento ad abbreviazioni di tipo aeronautico, e precisamente:

SKC = sky clear = cielo sereno = 0 ottavi

FEW = poco nuvoloso = 1 o 2 ottavi

SCT = scattered = da poco nuvoloso a nuvoloso = 3 o 4 ottavi

BKN = broken = molto nuvoloso = 5,6 o 7 ottavi

OVC = overcast = coperto = 8 ottavi.

Esprese le nubi presenti sul cielo osservabile dalla stazione, si arriva finalmente al gruppo delle temperature:

*LIBD 051145 30015KT 9999 -RA SCT020 **19/18** ...*

Le temperature sono indicate in gradi centigradi. Le prime due cifre del gruppo 19/18 indicano la temperatura dell'aria: 19 gradi. La seconda temperatura riportata, 18 gradi, esprime la temperatura di rugiada (*dew point*).

Il METAR viene completato con il QNH e altri gruppi di minore importanza.

Come avete notato, la lettura delle temperature si ottiene agevolmente: basta aggiungerci i gradi.

Abbiamo fatto cenno alla temperatura di rugiada. Cosa significa ?

La temperatura del punto di rugiada esprime il valore di temperatura a cui la massa d'aria esaminata deve scendere affinché tutta l'acqua contenuta allo stato gassoso (il vapore acqueo) raggiunga la saturazione (ovvero il 100% di umidità relativa).

Al di là della definizione, cerchiamo di capire in cosa consiste la temperatura di rugiada.

Assumiamo che l'aria che stiamo esaminando faccia parte di una ben distinta porzione di aria nello spazio. All'interno di questa porzione, che volendo possiamo raffigurare come un cubo, poniamo la nostra capannina meteorologica.

Procedendo ad una misurazione di umidità relativa, ricaviamo, per esempio, un valore pari all'80 %, mentre la temperatura effettiva dell'aria ammonta a 19 gradi.

Rinfreschiamo il concetto di umidità relativa: esprime il rapporto in percentuale tra la quantità reale di vapor acqueo contenuto nell'aria e la quantità massima di vapor acqueo che l'aria potrebbe contenere, ad una data temperatura.

Quindi l'umidità relativa ci dice quanto vapor acqueo contiene l'aria rispetto alla sua capacità massima di contenerne.

Un valore pari all'80%, quindi, significa che l'aria in quel momento possiede l'80% del vapor acqueo che sarebbe in grado di contenere. Si dice che l'aria non è satura di vapor acqueo.

Cosa si intende per saturatione?

Sta a indicare un'umidità relativa del 100%, ovvero che l'aria contiene tutta l'acqua che, con la temperatura che in quel momento possiede, le è consentito avere allo stato gassoso.

Esempio:

la temperatura dell'aria è di **20** gradi. La quantità massima di vapor acqueo che a questa temperatura essa potrebbe contenere, è di circa 17,3 grammi per metro cubo. In realtà in questo momento nell'aria vi sono soltanto 10 grammi d'acqua gassosa per metro cubo. La prima considerazione è che vi è meno acqua di quella che potrebbe contenere (10 g rispetto a 17,3 g), e che perciò l'aria è insatura. Volendo esprimere il tutto con un valore percentuale, dobbiamo moltiplicare 10 per 100, e dividere il prodotto ottenuto per 17,3. Otteniamo in tal modo un valore di circa 60%, che esprime per l'appunto il concetto di umidità relativa.

Quando l'umidità relativa è elevata, noi diciamo che l'aria è umida, mentre quando è bassa, diciamo che l'aria è secca.

Un concetto fondamentale da tenere bene in mente è il seguente:

la capacità dell'aria a contenere acqua allo stato gassoso dipende dalla sua temperatura.

Più una massa d'aria è calda, più sarà il vapor acqueo che essa potrà contenere.

Facciamo un esempio:

d'estate perchè si parla di afa? Perchè l'umidità relativa raggiunge valori elevati. Non

solo. Con le temperature elevate, l'acqua contenuta nell'aria è notevole. Da cosa deriva la sensazione di afa? Dall'incapacità di smaltire il calore corporeo in eccesso, poichè il sudore non evapora.

Un'altra domanda per voi: perchè il sudore non evapora?

Perchè l'aria è satura di acqua, cioè ha raggiunto la sua capacità massima di contenere acqua allo stato gassoso e quindi non permette al sudore di passare dallo stato liquido a quello aeriforme.

Qual è l'importanza della sudorazione?

Ricordate sempre che i passaggi di stato richiedono sempre variazioni di energia. La sudorazione è un meccanismo di difesa del corpo umano contro l'eccessivo rialzo della temperatura corporea: si chiama meccanismo di termoregolazione. Il passaggio dallo stato liquido a quello gassoso avviene con una spesa di energia. Il sudore, evaporando, sottrae calore all'epidermide, determinandone perciò il raffreddamento e l'abbassamento della temperatura corporea.

Ma, come abbiamo visto, se l'aria è satura, il sudore non potrà evaporare, e si genererà quella sensazione di caldo opprimente e umido che noi definiamo afa.

Ritornando alla nostra massa d'aria a 20 gradi. Essa può contenere al massimo 17,3 grammi d'acqua. Abbiamo visto che in realtà, al momento della misurazione, ne contiene soltanto 10.

Quindi è insatura, e la sua umidità relativa è circa del 60%. Se la temperatura dell'aria comincia a calare, il contenuto d'acqua resta sostanzialmente lo stesso. Pertanto, l'umidità relativa tenderà ad aumentare. A 10 gradi, l'aria può contenere al massimo 9,4 grammi d'acqua. Cosa accadrà?

Che più la temperatura si avvicinerà a 10 gradi, più la sua umidità relativa aumenterà, fino a raggiungere il 100%. Raggiunta la saturazione, l'acqua in eccesso comincerà a condensare, ovvero passerà da gassosa a liquida.

Con gli strumenti concettuali che ci siamo dotati, possiamo ora comprendere meglio il significato di temperatura del punto di rugiada: essa rappresenta la temperatura a cui devo portare una determinata massa d'aria con un dato contenuto di acqua affinché si raggiunga la saturazione, ovvero il 100% di umidità relativa.

Riprendendo il nostro esempio, la temperatura di rugiada della massa d'aria che a 20 gradi contiene 10 grammi d'acqua, sarà all'incirca 11 gradi.

Se la stessa aria avesse contenuto 4,8 grammi d'acqua, la sua temperatura da 20 gradi doveva scendere fino a 0 gradi per raggiungere la saturazione. Su un METAR, avremmo quindi trovato questa cifratura: 20/00 (20=temperatura effettiva dell'aria, 00=temperatura di rugiada).

Possiamo pertanto dire che: minore è il contenuto in grammi di vapor acqueo, più bassa sarà la temperatura di rugiada.

Se sul METAR viene riportato 19/19, cosa potremmo dedurne?

Che l'umidità relativa è pari al 100%, poichè la temperatura che l'aria possiede al momento dell'osservazione corrisponde esattamente alla temperatura di rugiada, ovvero l'aria contiene già tutta l'acqua possibile.

Può la temperatura di rugiada essere superiore a quella effettiva?

Mai. Al massimo le due temperature possono corrispondere. Non troveremo mai sul METAR indicazioni del tipo 18/19. Qualora così fosse, ci troveremo di fronte ad un errore evidente.

Facciamo qualche altro esempio.

Se le due temperature sono 19 con 01 (19/01), l'aria potrà considerarla umida o secca?

L'ampia differenza tra le due temperature ci dice che l'aria, per portare a condensazione il suo vapor acqueo, dovrà scendere fino ad 1 grado. Pertanto l'aria in esame potrà definirsi molto secca.

La temperatura del punto di rugiada, oltre a fornirci il valore di una importante caratteristica dell'aria, possiede un elevato valore prognostico, in quanto mi fornisce utili indicazioni sulla possibilità che si formino foschie più o meno dense e banchi di nebbia.

La nebbia è una nube formatasi al suolo a seguito della condensazione del vapor acqueo. Con la saturazione, il vapor acqueo in eccesso si è condensato, dando luogo alla formazione di micro goccioline d'acqua.

Vedete bene che l'esame delle due temperature mi suggerirà se le condizioni sono favorevoli alla condensazione o meno. Un'aria molto secca si presenterà sfavorevole alla formazione di nebbia, mentre un'aria con elevata umidità relativa potrà facilmente dar luogo, con il raffreddamento, a riduzioni della visibilità e formazione di nebbia.

Facciamo un esempio pratico:

alle 14 le due temperature sono 19/18 (usiamo la simbologia del METAR).

Prima considerazione: l'umidità relativa è molto elevata.

Seconda considerazione: se alle 14, orario in cui la temperatura sta per raggiungere il suo massimo, l'umidità relativa è molto elevata, alle 6, quando si raggiungono i minimi di temperatura, la possibilità che la temperatura sia ben al di sotto di 18 gradi è altissima. Perciò posso formulare la previsione che prima dell'alba si potranno formare dei banchi

di nebbia, conseguenti alla condensazione di tutta l'acqua aeriforme in eccesso.

Per misurare esattamente la temperatura a cui l'aria deve calare per raggiungere la saturazione, si usano dei termometri specifici.

Nelle precedenti lezioni abbiamo già avuto modo di familiarizzare con i termometri a mercurio, ad alcool o lamina bimetallica. E' giunto il momento di parlare di un altro fondamentale strumento della meteorologia, che occupa un posto di rilievo all'interno della capannina meteorologica.

Gli strumenti in capannina.

Facciamo ora un breve cenno a quali strumenti sono solitamente ospitati in capannina.

Normalmente in capannina trovano riparo tutti gli strumenti che devono misurare valori caratteristici dell'aria. Vi troveremo pertanto:

- 🟢 un termometro a mercurio (per misurare la temperatura effettiva dell'aria)
- 🟢 uno psicrometro (per misurare la temperatura di rugiada)
- 🟢 un termometro detto a massima e a minima (per evidenziare i valori estremi raggiunti dalla temperatura).



Lo psicrometro.

E' lo strumento con cui misuriamo la temperatura di rugiada. E' composto di due termometri, uno detto a bulbo asciutto e l'altro detto a bulbo bagnato (il bulbo è il rigonfiamento posto nella parte inferiore del termometro, in cui è contenuto la maggior parte del mercurio).

Il termometro a bulbo asciutto è un normale termometro. Quello a bulbo bagnato, invece, è così definito perchè il bulbo è avvolto da una garzina. L'operazione di lettura della temperatura di rugiada si chiama operazione psicrometrica e consiste nelle seguenti azioni: l'osservatore inumidisce la garzina con dell'acqua distillata (priva di impurità). Attraverso una ventolina, azionata o da una molla o da un motorino elettrico, viene forzata la ventilazione attorno al bulbo bagnato. Lo scopo della ventilazione forzata consiste nel sollecitare l'evaporazione dell'acqua di cui è imbevuta la garzina.

L'acqua comincia ad evaporare fino a che l'evaporazione si blocca. Rammentate quanto abbiamo detto sul meccanismo di termoregolazione corporea? Bene. L'evaporazione comporta un consumo di energia che in questo caso si compie a spese del termometro, che pertanto si raffredderà: la colonnina di mercurio comincia a scendere.

La temperatura calerà fintantoché vi sarà evaporazione.

A questo punto l'osservatore potrà leggere due valori di temperatura: uno sul termometro "asciutto", e l'altro sul termometro "bagnato". La temperatura di quest'ultimo ci fornirà il valore del punto di rugiada.

Attraverso opportune tabelle, che vedremo nel corso delle esercitazioni, chiunque può ricavarsi il valore dell'umidità relativa partendo dalle due temperature.

Un metodo molto pratico quanto impreciso consiste nel sottrarre tanti 5 da 100 per ogni grado di differenza tra le due temperature.

Esempio: 19/18, corrisponde all'incirca al 95% di umidità relativa. Come ho fatto?

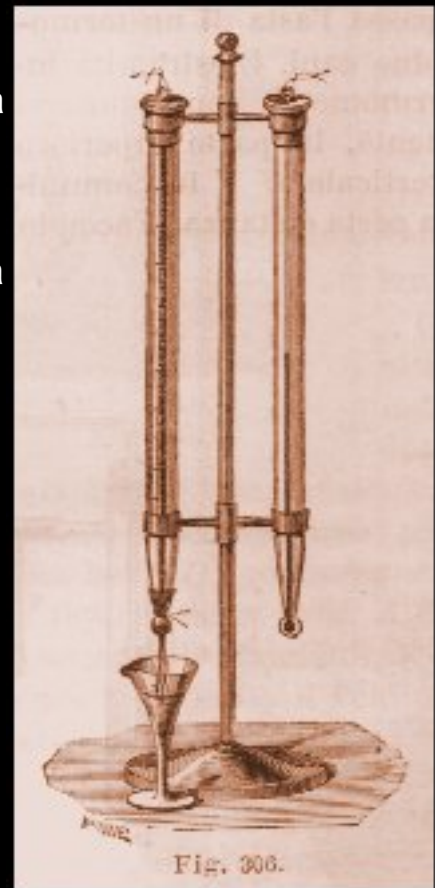
$$19 - 18 = 1$$

$$1 \times 5 = 5$$

$$100 - 5 = 95.$$

E' ovvio che l'uso di tale calcolo è da limitarsi a valutazioni di massima, in quanto i calcoli precisi si ottengono solo con l'operazione psicrometrica e l'uso delle tabelle.

Le figure "antiche" sono tratte da GANOT, - **Trattato di fisica**, pubblicato nel 1868.



**Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali,
con la sola condizione di citarne la fonte.**

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.6

In questa dispensa studieremo il significato delle inversioni termiche e le correlazioni intercorrenti tra temperatura e movimento orizzontale delle masse d'aria. Per gli approfondimenti bisognerà fare riferimento al corso avanzato di meteorologia (in preparazione).

Gradiente termico verticale.

Nelle precedenti lezioni abbiamo visto che in un diagramma cartesiano, in cui in ascissa abbiamo posto la temperatura e in ordinata l'altezza rispetto al livello del mare, l'andamento della temperatura stessa nella troposfera è decrescente.

Questa diminuzione cessa in un punto che abbiamo definito **tropopausa**. Questa diminuzione con la quota rappresenta l'andamento normale della temperatura.

Abbiamo anche visto che la temperatura al suolo è condizionata da diversi fattori, tra cui l'inclinazione della superficie rispetto ai raggi del Sole. Vi sono punti della Terra che ricevono un maggior contributo di calore dai raggi solari, e altri che ne ricevono in minor misura, in relazione alla loro latitudine.

Infatti i raggi solari giungono maggiormente inclinati in prossimità dei poli terrestri, mentre all'equatore i raggi solari giungono diretti.

Per avere un'idea concreta, immaginate un fascio di raggi solari.

Su una superficie perpendicolare essi risultano concentrati. Se lo stesso fascio colpisce una superficie inclinata, i raggi risulteranno dispersi su una superficie più ampia, per cui il contributo di calore su ogni singolo punto colpito sarà minore.

Un altro fattore importante è rappresentato dalla capacità termica dei diversi corpi: terra, roccia, acqua, terreno erboso, sabbia, ecc. ognuno di questi materiali si comporta diversamente rispetto all'energia ricevuta dal Sole.

Sostanzialmente terra e acqua possiedono una diversa capacità termica. Se immaginiamo una superficie, per metà costituita da terra e per metà costituita da acqua, noteremo che benchè colpiti dalla medesima quantità di energia solare, il calore viene incamerato con modalità differenti. La terra si riscalda molto rapidamente. Dal sorgere del Sole, la

temperatura delle superfici rocciose subisce un'impennata. Analogamente avviene con il tramonto. La roccia si raffredda con la stessa rapidità con cui era avvenuto il riscaldamento. Invece il mare ha un andamento molto meno brusco, poichè la sua capacità termica è differente. Esso, infatti, si riscalda molto lentamente sotto l'incalzare dei raggi solari, e conseguentemente cede molto lentamente il calore incamerato.

Da questo diverso comportamento rispetto al calore, deriva un diverso riscaldamento delle masse d'aria che giacciono su ciascuna di quelle superfici, poichè, come abbiamo già detto, il riscaldamento dell'atmosfera avviene soprattutto dal basso.

La variazione di temperatura con la quota prende il nome di **gradiente termico verticale**. Il valore (medio) è stato fissato in 0,65 gradi per ogni 100 metri di elevazione (oppure 2 gradi ogni 1000 piedi).

Un aereo in decollo troverà man mano che si alza, temperature più alte o più basse?

Normalmente, per quanto visto, incontrerà via via temperature più basse.

Un altro fattore che entra in gioco nel riscaldamento delle superfici terrestri è costituito dalla copertura nuvolosa del cielo. Quale relazione intercorre tra condizioni del cielo e temperatura?

Se durante le ore di sole, la terra ha incamerato energia, innalzando quindi la propria temperatura, con l'avvento del tramonto perderà la sua fonte di riscaldamento e comincerà a raffreddarsi, poichè irraggerà verso l'alto più energia di quanto ne stia ricevendo (il bilancio termico diventa negativo, perde più energia di quanto ne riceva). Se il cielo è sereno, tutta l'energia irradiata dal suolo si disperde, determinando un forte raffreddamento del suolo stesso. Se invece il cielo è molto nuvoloso o coperto, una parte dell'energia irradiata verso l'alto sarà riflessa verso il suolo, che pertanto si raffredderà molto meno.



Fissati questi aspetti fondamentali, possiamo considerare il concetto di inversione termica.

Le inversioni termiche.

L'inversione termica rappresenta un andamento anomalo della temperatura con la quota. Normalmente la temperatura dovrebbe decrescere. Si verifica talvolta, che invece di diminuire, la temperatura aumenta. Siamo di fronte ad una inversione termica.

Quali tipi di inversione possiamo avere?

Possiamo distinguere due tipi di inversione:

-  in quota
-  al suolo.

L'inversione termica al suolo.

L'inversione al suolo si verifica quando, partendo dalla superficie terrestre, la temperatura

anzichè diminuire, aumenta.

Fino ad una certa quota, in cui tale fenomeno cessa e la temperatura riprende a comportarsi normalmente. Questa quota prende il nome di **margine superiore dell'inversione**.

Quali sono le cause che generano l'inversione?

Una delle cause va ricercata nel rapido raffreddamento notturno degli strati atmosferici più vicini al suolo, che perde calore con la stessa velocità con cui lo ha acquistato durante il giorno (**irraggiamento notturno**). Per questo motivo, l'aria vicina al suolo, risentendo del raffreddamento del suolo, finisce per essere più fredda di quella posta negli strati superiori. Con cielo sereno ed assenza di vento, la possibilità che si verifichi, di notte, una inversione diventa molto elevata, poichè l'assenza di nubi contribuisce alla dispersione del calore verso lo spazio. Sapete come si può osservare una inversione? Innanzitutto, è più facile osservarla sul mare o sulla terraferma?

Se abbiamo legato il fenomeno dell'inversione al rapido raffreddamento della superficie su cui sosta l'aria, il luogo deputato a rapide variazioni di temperatura non può essere il mare, dove le variazioni di temperatura esistono ma sono molto lente e graduali. Quindi, l'inversione, il più delle volte, si verifica sulla terraferma. Tornati con i piedi per terra, tutte le volte che osservando fumi emessi dai fumaioli di fabbriche, vediamo che questo fumo anzichè fluire verso l'alto, ha un andamento molto inclinato e sembra quasi bloccarsi ad una determinata quota.

Siamo in presenza di una inversione, e la quota a cui il fumo sembra fermarsi rappresenta il margine superiore dell'inversione.

In condizioni normali, il fumo fluirebbe quasi verticalmente in assenza di vento, o, comunque, tenderebbe a disperdersi verso l'alto.

Inversione in quota.

L'inversione in quota è caratterizzata da una variazione del normale andamento della temperatura che si verifica ad una quota intermedia della troposfera.

Partendo dal suolo, la temperatura comincia a decrescere con il suo solito andamento. Giunti ad una determinata altezza, si verifica l'anomalia: la temperatura, improvvisamente, comincia ad aumentare, dando inizio all'inversione termica in quota. Questa quota dove inizia il fenomeno, si chiama **margine inferiore dell'inversione**.

La causa dell'inversione, in questo caso, è da ricercarsi nel riscaldamento specifico di quello strato d'aria (dovuta, ad esempio, alla subsidenza, ovvero alla discesa di aria da quote superiori che si riscalda per compressione).

Primi cenni ai fronti atmosferici.

In questo paragrafo accenneremo brevemente ai fronti atmosferici, che invece costituiranno

argomento del prossimo anno di studi (vedi corso avanzato di meteorologia).

Sulle carte del tempo, i fronti si identificano con linee colorate di blu o di rosso o di viola, e stanno ad indicare il contatto al suolo tra masse d'aria con caratteristiche termiche differenti.

Sulle linee blu vi sono dei triangolini con la punta rivolta nel verso del movimento della massa d'aria, e rappresentano il fronte più avanzato di una massa d'aria fredda (fronte freddo).

Sulle linee rosse appaiono dei semicerchi, anch'essi rivolti nella direzione di movimento della massa d'aria, e rappresentano il fronte più avanzato di una massa d'aria calda (fronte caldo).

Le linee viola stanno ad indicare i cosiddetti fronti occlusi, che possiedono caratteristiche sia del fronte freddo che del fronte caldo (dalla cui fusione si può dire esse nascono). Tale caratteristica è ben rappresentata graficamente, in quanto su queste linee si alternano semicerchi e triangolini.

Riassumendo:

Linee rosse = semicerchi = fronte caldo

Linee blu = triangolini = fronte freddo

Linee viola = semicerchi + triangolini = fronte occluso.

L'afflusso di aria fredda, indicato col fronte freddo, scalza l'aria calda che le sta davanti e invade la regione su cui si sta spostando.

Le temperature registrate al suolo possono darci indicazioni utili sul sopraggiungere dell'aria fredda, in quanto subiranno una flessione più o meno marcata.

Ovviamente non si possono fare previsioni soltanto osservando l'andamento delle temperature. Tuttavia si possono fare delle considerazioni fondamentali.

Abbiamo più volte ricordate che l'aria calda è meno densa dell'aria fredda. Questo significa sostanzialmente che l'aria più è calda più è leggera. L'aria fredda è più densa e perciò è più pesante dell'aria calda.

Abbiamo anche visto che, se non vi fosse uno scambio termico fra i Poli e l'Equatore, i Poli si raffredderebbero sempre più e l'Equatore si surriscalderebbe. Il meccanismo che innesta lo scambio di calore è il diverso riscaldamento delle masse d'aria che giacciono su quelle regioni della Terra.

Sulle fasce equatoriali, l'aria si riscalda molto, quindi diventa più leggera e tende a sollevarsi verso l'alto.

Sui Poli l'aria diventa molto fredda e densa. Quindi, diventando più pesante, tende ad addensarsi verso il basso.

Questo diverso comportamento verticale dell'aria pone le basi per la creazione di ampie

zone di alta e bassa pressione. Sui Poli, a causa della spinta dell'aria verso il basso, si creeranno aree di alta pressione, sull'Equatore, per il motivo opposto, cioè per la spinta dell'aria verso l'alto, si formeranno delle aree di bassa pressione.

Sulle carte del tempo, le aree di bassa pressione si indicano con una lettera L (low) di colore rosso, disegnata in corrispondenza del minimo di pressione. L'alta pressione si indica con la lettera H (high) di colore blu.

Se sull'Equatore si creano zone caratterizzate da pressione più bassa, e sui Poli si formano aree di alta pressione, che meccanismo potrebbe ingenerarsi? Cosa accade in natura, generalmente, quando vi è un dislivello?

Se avvicino un corpo caldo ad un corpo freddo, i due corpi tenderanno ad assumere la stessa temperatura, poichè il calore posseduto in più da uno viene ceduto all'altro, finchè non si raggiunge un equilibrio termico fra i due corpi.

Se prendiamo due contenitori comunicanti tra loro per mezzo di un tubicino posto alla base, e riempio uno di essi d'acqua, immediatamente anche nell'altro contenitore affluirà l'acqua attraverso il tubicino, e il movimento dell'acqua cesserà quando i due contenitori avranno raggiunto esattamente lo stesso livello d'acqua.

Lo stesso si verifica nell'atmosfera quando si crea una differenza di pressione tra due aree. L'aria si metterà in movimento per colmare il dislivello, e precisamente il movimento si compirà dalle aree di alta pressione (dove c'è "più" aria), verso quelle di bassa pressione (dove c'è, in quel momento, "meno" aria).

Come potete osservare, differenze di temperatura si sono tradotte in differenze di pressione, tali da generare un meccanismo globale di compensazione.

In piccolo, questo meccanismo prende il nome di **brezza**, ovvero la brezza identifica il vento che si forma localmente per differenze termiche generate dal diverso riscaldamento di superfici vicine tra loro.

D'estate sulle coste, tutti possiamo osservare l'insorgere (a volte quasi cronometrico) di un vento leggero proveniente dal mare: è la cosiddetta **brezza di mare**.

Ancora una volta siamo di fronte ad un meccanismo di compensazione generato da un dislivello termico. Dal momento in cui sorge il Sole, la terra prende a riscaldarsi sempre più rapidamente, mentre il mare lo fa molto gradualmente.

L'aria a contatto con il suolo, pertanto, si riscalda anch'essa molto rapidamente per contatto, diventando quindi più leggera.

Sollevandosi, innesca il meccanismo della brezza, poichè al suolo viene richiamata l'aria più fresca giacente sul mare. Questo movimento dell'aria dal mare verso la terra prende il nome di **brezza di mare**.

In quota, invece, accade esattamente il contrario. L'aria che abbandona il mare verso la terra richiama aria dagli strati superiori, ove si crea pertanto una depressione che finisce per richiamare a sua volta aria dalle zone circostanti e soprattutto dalla zona dove l'aria

calda, sollevandosi, sta affluendo in maggior quantità. Si innesca un meccanismo detto convezione, ovvero una cellula in cui l'aria segue un movimento circolare.

Riassumendo, in questa lezione abbiamo visto:

-  le inversioni al suolo ed in quota;
-  l'importanza delle differenze termiche nell'innescare dei movimenti dell'aria.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso *basico* di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.7 - la pressione atmosferica

In questa lezione cominceremo a parlare della pressione atmosferica.

Abbiamo già visto, nel corso delle precedenti lezioni, una serie di riferimenti alla pressione atmosferica.

Ricordate quando abbiamo detto che la pressione diminuisce con la quota, oppure delle differenze di pressione che si innescano a causa del diverso riscaldamento delle superfici terrestri?

In questa lezione entreremo nel dettaglio, giacché la pressione atmosferica rappresenta il parametro più importante ai fini della previsione del tempo.

La misura della pressione esercitata dall'aria è una conquista degli ultimi secoli. Gli antichi non possedevano questo concetto: i Greci non l'avevano, i Romani non l'avevano, e nemmeno i Cinesi, che pure si sa conoscessero molte cose.

Fu un italiano a farne la scoperta, Torricelli.

Egli valutò la pressione che l'aria esercitava, attraverso un elemento che trovò essere sensibile a tale peso. Acquisì pertanto il concetto che l'aria che respiriamo esercitava altresì un peso come tutti gli altri corpi soggetti all'attrazione gravitazionale della Terra.

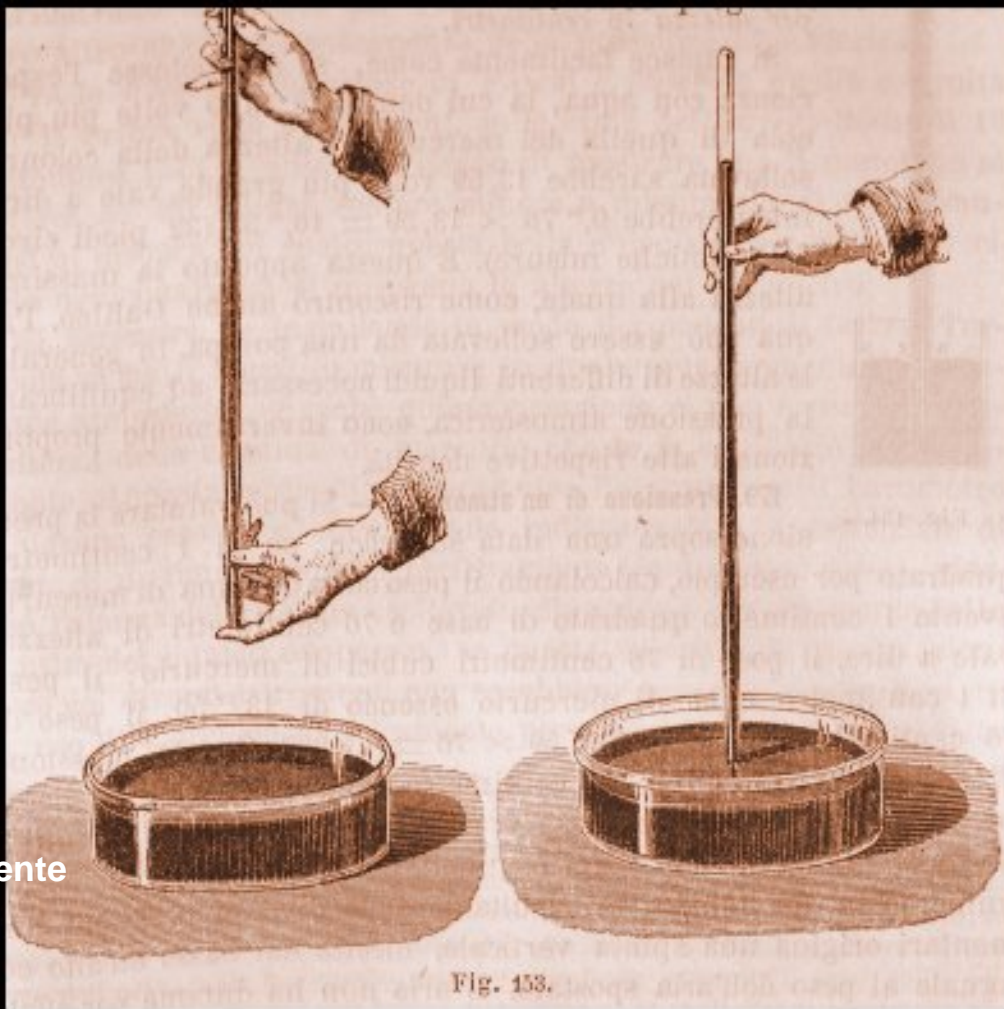
Come fu fatto questo esperimento?

Torricelli riempì di mercurio (Hg) una bacinella, prese poi un tubicino di

Tratta da GANOT,
1868

vetro e lo riempì anch'esso di mercurio. Quindi capovolve il tubicino nella bacinella avendo cura di non farvi entrare dell'aria.

Cosa poté osservare?
Che il tubo non si svuotò completamente del mercurio contenuto,



ma anzi in gran parte il mercurio continuava a permanere nel tubo stesso nonostante lo avesse capovolto. Nella parte superiore del tubo, lasciata libera da quella parte di mercurio che si era riversata nella bacinella, non essendoci aria (era stato attento a non farla entrare, quando aveva capovolto il tubo nella bacinella), Torricelli immaginò che vi fosse il vuoto, in seguito definito vuoto torricelliano. In realtà, non si era creato un vuoto assoluto, poiché in quello spazio vi erano i vapori di mercurio che, anche se in piccola parte, pure si formano.

Per ottenere il vuoto assoluto, bisognerebbe poter aspirare da un contenitore tutti gli atomi contenuti, cosa che neanche i più potenti apparati, oggi, riescono a realizzare. Comunque faccia, vi sarà sempre qualche atomo che vaga in quel vuoto. L'unico vuoto presente in natura è quello che troviamo nell'universo, e precisamente in quelle regioni in cui la quantità di atomi presenti è così bassa, che tra un atomo e l'altro intercorre una certa distanza (in questi luoghi dell'universo, infatti, la possibilità che due atomi siano in rotta di collisione è praticamente pari a zero).

Questo esperimento cosa dimostrò?

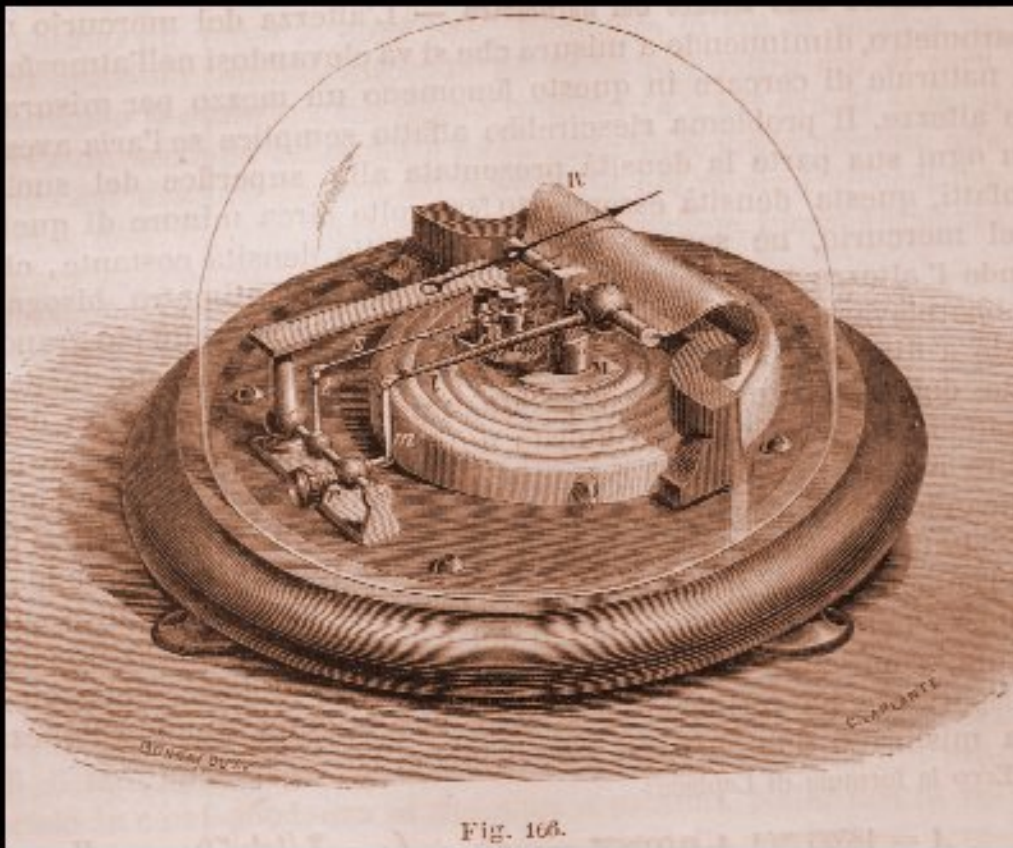
Dimostrò che l'aria esercitava una pressione sulla superficie libera del mercurio contenuto nella bacinella tale da compensare il peso del mercurio nella colonnina. Era il peso dell'aria ad impedire alla colonnina di svuotarsi completamente.

In definitiva, Torricelli non aveva fatto altro che inventare una bilancia per pesare l'aria:

su un piatto c'era l'aria col suo peso, sull'altro piatto c'era il mercurio nella colonnina.

Pertanto, la pressione atmosferica era pari al peso esercitato da 760 mm di mercurio.

A questo punto possiamo aggiungere che 760 mm di mercurio rappresentano un valore medio, poiché altri fattori contribuiscono a variare questo valore. Innanzitutto bisogna dire che tale misurazione è riferita al livello del mare, poiché come oramai ben sappiamo, la pressione diminuisce rapidamente con la quota. Anche la temperatura contribuisce a modificare il valore reale, dato che il mercurio può dilatarsi o restringersi a seconda della temperatura dell'aria. Inoltre, la pressione, al livello del mare, può subire delle variazioni da luogo a luogo, (variazioni locali), fondamentali per le previsioni del tempo, in quanto connesse alle aree di alta e bassa pressione.



Quindi, quando parliamo di pressione pari a 760 mm di mercurio, intendiamo sempre riferirci a condizioni medie, al livello del mare, con una temperatura di 0 gradi centigradi.

760 mm di mercurio corrispondono a 1013,25 ettopascal (hPa) o mb (millibar), oppure ad 1 atmosfera (atm).

*Nella **prossima dispensa**, sulla base di questi concetti, tenteremo una prima applicazione di quanto appreso, nel campo delle previsioni meteorologiche.*

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.8

La pressione atmosferica. Le isobare. La carta dell'analisi al suolo.

L'osservatore del tempo, una volta esaminati gli strumenti meteorologici, compila un messaggio (ad esempio, il METAR), e invia il messaggio ad un centro di raccolta dei dati. Qui finisce il suo compito.

Il centro di raccolta a sua volta può trasmettere i dati ad un centro superiore, che riceve dati anche da altri centri di pari livello.

Alla fine di questo accentramento c'è un luogo in cui i dati vengono analizzati, e qui comincia il compito del previsore.

L'analisi migliore posso farla quando dispongo non tanto della sequenza del tempo su una singola località (cioè come si evolve il tempo con il passare delle ore).

Se poniamo in ordinata la temperatura, e in ascissa il tempo, quello che ottengo è un grafico che rappresenta l'andamento della temperatura con il tempo, ovvero le variazioni che la temperatura ha subito su di una singola località (sede della capannina meteorologica), con il trascorrere delle ore.

Se affronto l'esame del tempo osservando come si comporta un parametro (nel nostro esempio, la temperatura) al di sopra di un singolo luogo, non riuscirò a comprendere le cause del comportamento di quel parametro. Osservando sul diagramma tracciato dalla temperatura una brusca variazione, potrò solo prenderne atto, senza capire cosa l'ha generata.

La migliore analisi potrò farla solo e soltanto se avrò una visione globale del tempo su una determinata area, e più ampia sarà l'area che osservo, più potrò risalire alle cause generatrici.

Per chiarire le idee su questo concetto fondamentale, immaginate di vedere una partita di calcio in televisione. Se la telecamera inquadra un singolo giocatore, potrò apprezzare

i virtuosismi di quel giocatore, ma difficilmente riuscirò a capire perchè effettua un movimento al posto di un altro, cioè quali sono le sue reali intenzioni. Se la telecamera indugiasse per tutta la durata della partita su uno stesso giocatore, probabilmente non riusciremmo a comprendere neanche chi al fischio finale, ha vinto o ha perso!

Per riuscire a capire il comportamento del giocatore, dovrò avere una visione più ampia, che inquadri una porzione sufficientemente estesa del campo di gioco. Solo così, ovvero inserendo il giocatore nel suo contesto, avrò la comprensione di quello che sta accadendo.

Ovviamente, a patto che conosca le regole del gioco del calcio!

Tutti gli appassionati di calcio sanno bene quale differenza sostanziale vi sia tra vedere una partita in televisione, e godersela dagli spalti di uno stadio. Ancora una volta entra in gioco la visione globale.

Il previsore deve quindi assumere una mentalità cosiddetta "sinottica", che significa per l'appunto visione d'insieme.

Come vedete, abbiamo di fronte due modi sostanzialmente opposti di esame del tempo. Il primo tiene fisso lo spazio (il luogo di osservazione) e fa variare le ore, l'altro mantiene fissa l'ora e fa variare lo spazio (più luoghi d'osservazione visti insieme).

Se fisso lo spazio, è come se guardassi, nell'esempio precedente, sempre lo stesso giocatore. Se invece fisso il tempo, è come se guardassi l'intero campo di gioco.

Il previsore, se vuol comprendere l'evoluzione del tempo, deve quindi porre la sua attenzione almeno su una porzione significativa del "campo di calcio", in altre parole, dovrà disporre di una visione del tempo su un'area geograficamente determinata.

Questa visione sinottica può essere limitata ad un solo parametro. Ad esempio, possiamo analizzare il cosiddetto campo delle temperature. Si dice campo l'insieme distribuito geograficamente di un determinato parametro.

In una delle nostre esercitazioni, abbiamo tracciato le isoterme al suolo, potendo osservare una certa distribuzione delle temperature tutt'altro che casuale. Ad esempio, abbiamo potuto osservare come le temperature più elevate fossero distribuite all'estrema punta della penisola e in Sicilia, oltrechè sulle zone pianeggianti e sulle coste più che in montagna.

Lo sforzo che il previsore deve compiere consiste proprio nel cercare delle implicazioni logiche in quello che sulla carta vede.

Come per le temperature, si possono tracciare campi relativi alla quantità di precipitazioni, all'umidità relativa, alla temperatura di rugiada, ecc., oppure alla pressione barometrica, su cui ci soffermeremo perchè costituisce l'oggetto della presente lezione.

La pressione atmosferica.

Nella scorsa lezione abbiamo visto che l'esperimento di Torricelli servì a valutare il peso di una colonna d'aria. Quindi l'esperimento di Torricelli in definitiva consisteva in una bacinella riempita con mercurio, in cui andavo a rovesciare un tubo di vetro pieno anch'esso di mercurio, avendo cura che non penetrasse aria all'interno del tubo stesso. Quella bacinella non era nient'altro che una bilancia, perchè sulla superficie libera del mercurio, quella cioè a diretto contatto con l'aria soprastante, insisteva il peso stesso dell'aria. In una bilancia vi sono due piatti: su uno di questi piatti c'è il peso dell'aria, nell'altro c'è il peso del mercurio contenuto nella colonnina di vetro.

Abbiamo visto che Torricelli trovò che il peso dell'aria corrispondeva all'incirca ad una colonnina di mercurio alta 760 mm. Domanda: *possiamo usare l'acqua per misurare la pressione atmosferica?*

In effetti possiamo utilizzare qualsiasi liquido per misurare la pressione atmosferica, a patto che disponiamo di colonnine sufficientemente lunghe. Per l'acqua, ad esempio, avremmo bisogno di una colonna alta almeno 10 metri.

La scelta del mercurio, visto il suo elevato peso specifico, rende più comoda e maneggevole la misurazione della pressione, in quanto armeggiare con tubi di 10 metri non è affatto facile!

Non dimenticate mai che il mercurio è un metallo, che si presenta liquido alle temperature ordinarie.

Il barometro a mercurio.

Fatta questa scoperta, l'invenzione del barometro a mercurio fu presto fatta. Questo strumento si basa su una colonnina che comunica alla base, con un pozzetto

contenente mercurio, la cui superficie è a contatto con l'aria (risentendo perciò del suo peso).

La colonnina presenta delle tacche regolari graduate, riportanti valori espressi o in mm di mercurio, oppure in millibar (mb) o ettopascal (hpa), (nei paesi anglosassoni, si usano anche i pollici di mercurio).

Non poté sfuggire ai primi sperimentatori, che il mercurio della colonnina non manteneva sempre la medesima altezza, ma variava. La prima considerazione che se ne dedusse fu che la pressione atmosferica non solo poteva essere diversa da luogo a luogo, ma anche da momento a momento in un singolo luogo.

Ponendo in ascissa il tempo, e in ordinata l'altezza della colonnina, risultava evidente che l'andamento della pressione presentava delle oscillazioni. Vi erano momenti in cui saliva, fasi di relativa stazionarietà e poi momenti di discesa.

Con l'avvento dei sistemi di telecomunicazioni, i valori di pressione osservati in località diverse poterono essere confrontati tra loro, e ciò che ne risultò fu che la pressione assumeva al suolo una distribuzione significativa.

Furono, infatti, le telecomunicazioni che consentirono studi efficaci del tempo, spianando la strada al metodo sinottico. Al tempo di Torricelli le informazioni viaggiavano a cavallo, con i tempi che questo mezzo comportava. Una rete di osservazione meteorologica tale da rendere comprensibile i fenomeni, era praticamente impossibile, in quanto i dati di osservazione di una stazione posta, ad esempio, a 100 km, arrivavano con un ritardo tale da non consentirne più alcun utilizzo operativo.

Un errore che potreste compiere è pensare che l'interesse per la meteorologia sia un fatto recente. Se il tempo condiziona oggi gli eventi umani, nelle epoche passate esso era tragicamente condizionante. Anzi, il percorso della storia è stato sicuramente deviato dalle conseguenze di disastrosa condizioni meteorologiche, che hanno determinato l'esito di importanti battaglie, soprattutto navali. Imponenti flotte sono colate a picco per aver incontrato sul proprio percorso violentissime tempeste. E il mare burrascoso ha affondato centinaia e centinaia di navi mercantili. I fondali del Mediterraneo costituiscono un vero e proprio museo dell'antichità, per l'enorme quantità di materiali archeologici derivanti dall'affondamento di navi.

Sulla terraferma, le avverse condizioni meteorologiche hanno una valenza differente rispetto alle superfici fluide, o, peggio ancora, rispetto al fluido stesso (l'aria) sede della



Fig. 155.

perturbazione. Eppure alluvioni, trombe d'aria, tempeste tropicali hanno procurato, e, purtroppo, procurano danni ingentissimi alle popolazioni che le subiscono.

Solo per ricordarvi un avvenimento recente, precipitazioni abbondanti provocarono lutti nella cittadina di Sarno, investita dal terreno melmoso staccatosi dalla collina soprastante diventata instabile a causa della pioggia.

Se sulla terraferma, le conseguenze delle avversità atmosferiche sono importanti, e su una superficie fluida come il mare, possono cambiare la storia, provate ad immaginare quale importanza può avere la meteorologia per coloro che non solo non hanno i piedi saldamente per terra, ma devono muoversi nel fluido in cui le avversità meteorologiche si manifestano! Per questo motivo, l'impulso fondamentale alla meteorologia è venuto dall'avvento degli aeromobili, ed è per questo stesso motivo che molti servizi meteorologici nazionali sono inseriti nelle strutture dell'Aeronautica.

Come vedete, le implicazioni della meteorologia sono importantissime in termini economici e soprattutto di vite umane!

Se per assurdo, il barometro l'avesse inventato Archimede, che pure è un genio assoluto dell'umanità, l'esito della storia poteva essere completamente differente per la civiltà greca, magari sfruttando il vantaggio per vincere qualche battaglia navale. E con conseguenze così drastiche sul corso della storia, da annullare le nostre stesse esistenze. Pensate, in questa aula avremmo forse parlato greco!

Abbandoniamo le fantasie impossibili e ritorniamo al nostro Torricelli.

Dal momento in cui ha misurato la pressione atmosferica, il progresso della meteorologia è andato sviluppandosi più o meno rapidamente.

Vedete, accade nella storia dell'uomo che particolari scoperte producano una specie di fattore moltiplicativo del progresso della civiltà umana.

Se immaginate il progresso dell'umanità come una sequenza di cifre, ad esempio, 10, 11, 12, 13, ecc., una importante scoperta la moltiplicherebbe improvvisamente per 10, e da quel momento in poi la successione diverrebbe 130, 140, 150, ecc. Un'ulteriore importante scoperta potrebbe introdurre un nuovo fattore, e rendere la successione ancora più spedita: 1500, 1600, 1700.




In effetti, se osservate la storia, non potrà sfuggirvi che le scoperte dell'ultimo secolo superano di gran lunga tutte quelle effettuate nei 30 secoli o più che l'hanno preceduto!

Bene. In meteorologia, uno dei fattori di moltiplicazione è rappresentato dal progresso delle telecomunicazioni.

L'invenzione del telegrafo, infatti, rese possibile lo scambio delle informazioni in tempo reale.

L'introduzione dei supercomputer costituì, poi, un secondo importante fattore di progresso nella scienza della meteorologia, consentendo l'elaborazione automatica dei dati e la soluzione in tempi ragionevoli delle equazioni di base dei modelli dell'atmosfera (modelli matematici che simulano il comportamento dell'atmosfera, e che richiedono un'enorme mole di calcoli per ottenerne il risultato finale).

Con la raccolta dei dati in tempo reale, fu possibile, per i meteorologi, tracciare le prime "carte del tempo". In linea di massima, con il termine carta del tempo intendiamo una carta geografica (limitata ai contorni dei continenti) su cui sono riportate:

-  le isobare (linee congiungenti punti con la medesima pressione)
-  i fronti
-  i fenomeni principali (se ve ne sono stati).

I primi studiosi del barometro si accorsero che la colonnina di mercurio non solo subiva dell'oscillazioni, ma che tali oscillazioni erano in qualche modo legate allo stato del tempo.

Legando le osservazioni del tempo all'andamento della pressione atmosferica, ci si accorse che la colonnina di mercurio si abbassava in corrispondenza dell'arrivo di una perturbazione. Per cui se ne dedusse che un abbassamento della pressione atmosferica preannunciava in qualche modo l'arrivo di cattivo tempo. E questa intuizione risultò tanto più vera quanto più forte era la caduta della pressione.

Ovviamente, risultò evidente che le situazioni atmosferiche stabili, con tempo buono e soleggiato, venti tranquilli, si verificavano in corrispondenza di un aumento della pressione.

Ancora oggi, l'andamento della pressione atmosferica rappresenta uno degli elementi fondamentali per la previsione del tempo.



Molto spesso, ma non sempre, all'alta pressione corrisponde tempo buono, mentre, con le basse pressioni, il tempo risulta nuvoloso e accompagnato da precipitazioni. Già con l'ausilio di questo semplice concetto, potete cominciare a formulare le prime previsioni, aiutandovi col barometro di casa, se ne avete uno.

Questi barometri domestici spesso sono associati con altri strumenti, come il termometro e l'igrometro, e talvolta con un orologio. Non si tratta, naturalmente, di un barometro a mercurio, ma di un barometro di tipo aneroide, basato su di una capsula al cui interno è stato praticato il vuoto, e che risente delle variazioni della pressione atmosferica.

Questo barometro, di forma circolare, riporta una scala graduata, spesso in mm di mercurio, e delle diciture del tipo "tempo bello", "tempo secco", "tempesta", ecc.

Completano il quadrante una lancetta e un indice mobile. La lancetta indica il valore di pressione, che può essere più o meno corrispondente al valore reale. Tuttavia l'elemento prognostico è costituito non tanto dal sapere quant'è la pressione in un dato istante, ma soprattutto dal sapere se e di quanto la pressione sta variando.

Per saperlo, dobbiamo far riferimento all'indice mobile, che andremo a posizionare in corrispondenza della lancetta. Registrando le variazioni della lancetta rispetto all'indice mobile, ad esempio ogni tre ore, saremo in grado di fare qualche valutazione di massima sull'andamento del tempo. Infatti, le informazioni utili sono:

-  l'entità della variazione
-  la rapidità della variazione.

Spesso una rapida diminuzione di pressione indica l'arrivo imminente di una perturbazione, con un peggioramento generalizzato delle condizioni meteorologiche.

Anche il vento, in intensità, è legato all'alta e alla bassa pressione: in genere, in situazioni di alta pressione il vento si presenta debole o tutt'al più moderato. Per contro, in prossimità delle aree depressionarie, il vento spesso soffia impetuoso e a raffiche.

Quando lo scambio di informazioni fra stazioni fu reso possibile dal progresso delle

telecomunicazioni, e i dati cominciarono ad affluire presso un centro di raccolta ed elaborazione, furono tracciate le prime carte riportanti valori di pressioni osservati ad una determinata ora.

Congiungendo con delle linee i valori di ugual pressione, il meteorologo poté ravvisare delle figure più o meno concentriche dall'aspetto ben definito: in alcune aree la pressione andava crescendo fino ad un massimo, che ne costituiva il centro, mentre in altre, la pressione diminuiva fino ad un minimo, detto poi minimo depressionario. Erano nate le aree di alta e bassa pressione al suolo.

Il centro dell'alta pressione fu contraddistinto con la lettera H (High=alta), mentre il centro di bassa pressione (il minimo), fu contrassegnato con la lettera L (Low=bassa).

Il meteorologo, tracciata la sua carta, osservò che il minimo era ancora lontano, verso nordovest. Lanciato lo sguardo al barometro, si avvide che la pressione continuava a calare.

La tracciatura delle isobare dell'ora successiva gli rivelò che il minimo si era spostato verso la sua direzione. Fu così che il barometro rivelò la sua attitudine a fornire indicazioni di tipo prognostico. Nelle ore successive, il barometro continuò a registrare un calo della pressione, finchè una perturbazione, col suo carico di nubi e precipitazioni, non investì il luogo sede del centro di raccolta ed elaborazione dei dati.

Passato il minimo, e la perturbazione associata, la pressione, dapprima lentamente, poi in misura sempre più decisa, cominciò ad aumentare.

Quando al nostro bravo meteorologo, gli si ripresentò una situazione analoga, egli fu in grado di esprimere una previsione a brevissimo termine. Osservata la distanza coperta dal minimo in un'ora, provò ad immaginare uno spostamento dello stesso nell'ora successiva, facendo percorrere al minimo una distanza pari a quella che aveva potuto osservare.

E le cose andarono esattamente così.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.9 - tendenza barometrica e isoallobare

Nella [precedente dispensa](#) abbiamo visto come la tendenza del barometro può darci utili indicazioni circa l'evoluzione del tempo.

Il valore prognostico, ovvero di previsione, del barometro, è dovuto generalmente al fatto che alle aree di bassa pressione è legato il maltempo, alle aree di alta, tempo stabile e buono.

Questa non è tuttavia, come potete benissimo immaginare, una regola valida sempre, in quanto altri fattori possono intervenire a modificare queste condizioni di base.

Lo studioso del tempo, osservando il barometro, si rese conto che una diminuzione più o meno netta di pressione, spesso precedeva di poco il sopraggiungere del cattivo tempo.

In definitiva, quale fu la conseguenza di tutto ciò?

Riportando la pressione di vari luoghi su una carta geografica, e tracciando le isobare (le linee che congiungono i luoghi che presentano ad una stessa ora la stessa pressione riportata al livello del mare), fu possibile, pertanto, individuare dei centri di alta e bassa pressione.

La valenza prognostica del barometro in cosa può essere identificata?

In quella che viene chiamata tendenza barometrica.

La tendenza barometrica.

È la quantità di variazione della pressione in un determinato arco di tempo.

Se sulla cartina dove sono riportate le stazioni meteorologiche, anziché trascrivere,

come abbiamo già fatto, i valori di pressione ridotti al livello del mare, tracciando poi le isobare, riportiamo l'entità delle variazioni registrate durante un periodo di tre ore, otteniamo una cartina delle tendenze barometriche. Le variazioni possono essere positive o negative, a seconda che la pressione stia aumentando o diminuendo.

Studiando la carta, la prima considerazione che possiamo fare consiste nell'osservare che vi sono posti dove la pressione è calata di più, e altri dove la caduta di pressione è stata meno sensibile.

Guardando il disegno riportato accanto, potremo senz'altro dire che nella località A, la pressione è calata di più rispetto alla località B.

Senza null'altro a disposizione, possiamo inoltre affermare che il tempo su alcune località è in procinto di cambiare, poiché se la pressione è in calo, vuol dire che un'area di bassa pressione si sta spostando verso le località che stanno registrando una diminuzione della loro pressione.

Ma posso trarre da ciò che vedo sulla carta delle tendenze qualche seppur approssimativa indicazione della direttrice di spostamento del minimo?

Se il minimo punta verso di noi, il nostro barometro registrerà una diminuzione più marcata o meno marcata rispetto a località interessate marginalmente dal passaggio del minimo?

La risposta non può che essere una: la caduta di pressione sarà maggiormente marcata nella località interessata direttamente dal passaggio del minimo depressionario.

Guardando il disegno precedente, se il minimo punta su di noi, osserverò una diminuzione simile a quella vista nel punto A oppure come quella del punto B?

Come vedete, le risposte vengono da sole, e noi abbiamo forse imparato un'altra cosa, ovvero a capire che le tendenze barometriche possono darci utili indicazioni circa la direzione di spostamento di una depressione (e dei fronti ad essa associati).

In caso di pressione invariata, ovvero con tendenza pari a zero, potremo altresì dedurre che probabilmente il minimo passerà "al largo", senza interessarci, oppure che la depressione tende ad esaurirsi (in termini tecnici, diremo che tende a "colmarsi").

Comunque sia, in entrambi i casi, i fenomeni legati alla bassa pressione ci investiranno con minore intensità.

Da quanto detto, possiamo trarre un ulteriore insegnamento, ovvero che tendenze barometriche di grande entità fanno presagire un repentino cambio del tempo, con cattive condizioni meteorologiche particolarmente pronunciate, mentre tendenze più lievi o pari a zero, lasciano pensare che il tempo potrà peggiorare, ma senza grossi sconvolgimenti.

Riassumendo, dalla carta delle tendenze barometriche potrò trarre utili indicazioni circa:

-  il movimento del minimo depressionario
-  l'entità del peggioramento.

Con questi elementi, già si può esprimere una previsione a breve e brevissimo termine: se la pressione tende a diminuire, e lo fa in un certo arco di tempo, vuol dire che sta cambiando qualcosa nello stato dell'atmosfera, e in linea di massima potrò dire che il tempo sta peggiorando. Se poi andrò a valutare di quanto varia, potrò fare un'altra considerazione, ovvero se il minimo si sta spostando verso di me, oppure di quanto questo minimo si sta approfondendo e quindi di quanto il tempo potrebbe peggiorare sulla nostra località.

Le isoallobare.

Come per le pressioni posso tracciare delle linee che congiungono i punti riportanti il medesimo valore (isobare), anche per le tendenze potrò tracciare delle linee, che congiungeranno i luoghi che hanno rilevato la medesima tendenza barometrica: otterrò in tal caso delle linee dette isoallobare.

Nella prossima dispensa accenneremo al vento in relazione alle principali figure bariche.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.10 - Figure bariche principali.

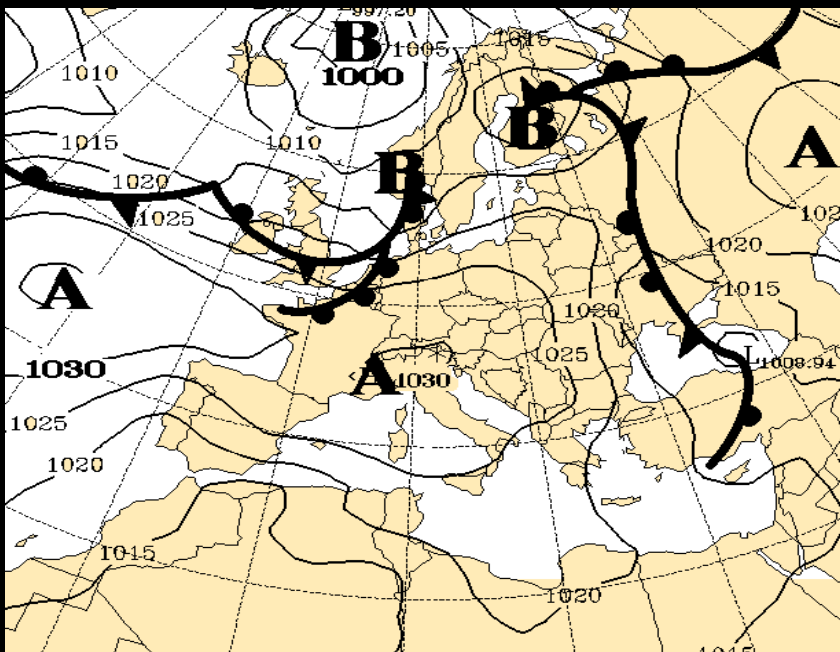
Facciamo un rapido riepilogo dell'[ultima lezione](#). Abbiamo definito la tendenza barometrica come la variazione della pressione in un determinato arco di tempo. Il periodo solitamente considerato è di tre ore.

Abbiamo visto anche che si possono tracciare delle linee dette isoallobare che uniscono i punti che hanno registrato la stessa variazione nello stesso periodo di tempo.

Isobare, isoterme, isoallobare, ecc. Tutte queste linee sono accomunate dal prefisso iso-, che significa uguale, e tutte quante appartengono perciò alla famiglia delle isolinee.

Nella presente dispensa, cercheremo di dare un nome alle cosiddette figure bariche principali.

Figure bariche.

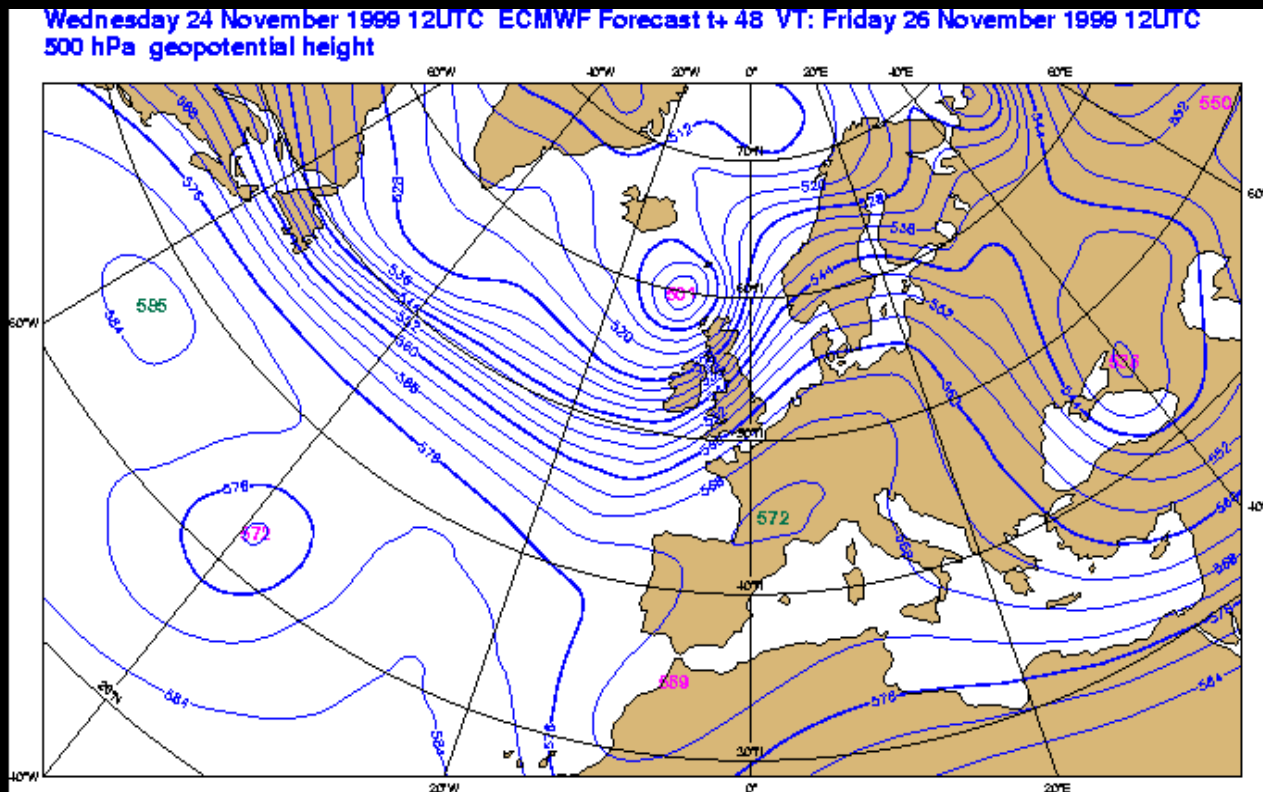


Le figure bariche principali prendono il nome di area di alta e bassa pressione.

Le alte e le basse pressioni possono assumere un nome leggermente diverso a seconda del tipo di configurazione. I nomi utilizzati sono 6.

Le aree di bassa pressione vengono anche definite cicloni. Altri termini utilizzati, del tutto equivalenti a quelli visti, sono area depressionaria o depressione.

L'ultimo termine riportato, depressione, è di uso molto comune durante la descrizione delle cartine del tempo. Esempio: *"una depressione di origine africana tende a spostarsi verso nord, interessando le estreme regioni meridionali ecc.ecc."*



Le aree di alta pressione vengono chiamate anticicloni, specialmente quando le aree di alta vengono associate ai luoghi in cui preferibilmente si formano o stazionano: anticiclone delle Azzorre, anticiclone siberiano,

anticiclone euroasiatico, ecc.

Oltre a queste configurazioni, sulle carte si possono osservare delle figure particolari.

Nell'ambito dell'alta pressione, si usa chiamare promontorio quella zona di alta le cui isobare non si chiudono intorno al massimo e che si protendono come a formare un promontorio geografico.

Questa disposizione delle isobare si individua molto bene solitamente non tanto nelle carte di analisi al suolo, ma in quelle che rappresentano una situazione in quota.

L'esame di una carta a pressione costante, come la 500 mb (corrispondente a FL 180), ci aiuterà ad individuare questo tipo di disposizione delle linee.

La figura esattamente opposta, che riguarda la bassa pressione, si chiama saccatura. Anche questo è un termine molto adoperato, soprattutto nella descrizione delle situazioni in quota.

La saccatura, rispetto al promontorio, ha una caratteristica grafica di solito ben marcata: mentre il promontorio ha una curvatura generalmente dolce, le curve descritte dalla saccatura presentano invece delle cuspidi, per cui viene detta a V, vista la somiglianza delle linee con la lettera V.

Se congiungiamo i punti di massima curvatura, otteniamo una linea più o meno retta,

detta "asse della saccatura".

Quando affronteremo il discorso delle previsioni basate sulle carte di analisi, questi concetti non rimarranno soltanto dei termini, poichè potremo apprezzarne la concretezza. Tanto per darvi un "assaggio", possiamo dire che l'asse della saccatura rappresenta solitamente il luogo in cui i fenomeni connessi alla perturbazione associata, si verificano con maggior insistenza.

Inoltre, il passaggio dell'asse segna il cambiamento della direzione di provenienza del vento.

Al passaggio dell'asse, nel nostro emisfero, il vento ruota da SW a NW (in senso orario).

Un altro termine adoperato è sella, e indica un'area posta tra due alte e due basse.

Infine si adopera il termine "pendio", quando le isobare assumono un andamento parallelo e digradano regolarmente in una data area dall'alta alla bassa pressione.

Riassumendo, i termini utilizzati sono 6, e precisamente:

- area di alta pressione=anticiclone
- area di bassa pressione=ciclone=area depressionaria=depressione
- promontorio
- saccatura
- sella
- pendio.

Gradiente barico orizzontale.

Riprendiamo ora brevemente il concetto di gradiente barico orizzontale. Il gradiente barico rappresenta la quantità con cui la pressione varia orizzontalmente rispetto ad una determinata distanza. Si calcola sempre su una distanza presa perpendicolarmente alle isobare.

Un gradiente barico elevato significa che la pressione varia molto rapidamente lungo un determinato percorso. Se le isobare sono molto ravvicinate, avremo un forte gradiente barico, se invece sono distanti fra loro, avremo un gradiente barico debole.

Nelle aree di bassa pressione, spesso, le isobare sono molto ravvicinate tra loro, mentre nelle alte sono abbastanza distanziate.

Quando il gradiente è forte, la velocità del vento è elevata, perchè la differenza tra alta e bassa pressione è notevole.

Proprio per questo motivo, i venti che accompagnano le basse pressioni sono di

massima più intensi di quelli che si instaurano in un'area di alta pressione.

Concetto di relatività delle alte e basse pressioni.

A questo punto sarà bene chiarire il concetto di relativo.

Quando parliamo di alta e bassa pressione, non intendiamo quasi mai esprimere dei concetti assoluti. Quando sulla carta individuiamo un centro di alta pressione, non vogliamo certamente dire che quel centro rappresenta la pressione più alta in assoluto: tutto ciò che vogliamo dire è che quel centro rappresenta un massimo di pressione rispetto alle aree immediatamente circostanti. Il campo di variazione delle pressioni al suolo va generalmente da 960 a 1040. Pressioni più basse o più alte di quelle indicate sono state osservate molto raramente.

Applicando il concetto di relatività, una pressione di 1010 mb può rappresentare, a seconda della situazione, il centro di un'alta o di una bassa pressione. Se la pressione intorno è minore (1008, 1006, 1004, ecc.), essa rappresenterà un centro di alta. Ma se intorno le pressioni sono più alte (1012, 1014, 1016, ecc.), essa rappresenterà il centro di una depressione.

Il vento

Nelle nostre precedenti lezioni abbiamo già avuto modo di parlare dei fattori che rappresentano la causa principale dell'innescò del vento (vedi [dispensa n.6](#), pagg.27-28). Si è detto che differenze termiche si traducono in differenze di pressione. La differenza di pressione genera un moto orizzontale delle particelle d'aria che noi identifichiamo con la parola vento.

A livello globale, il vento trasporta aria fredda dai poli verso l'Equatore e aria calda dall'Equatore verso i poli, dando luogo ad un meccanismo di termoregolazione della Terra che impedisce gli eccessi di riscaldamento sulle fasce equatoriali e di raffreddamento sui poli. Quanto detto costituisce il cosiddetto modello di circolazione generale dell'atmosfera ad una cellula (rappresentata dal moto convettivo che vede aria calda che si solleva sull'Equatore e si dirige verso i poli, e aria fredda che discende sui poli e si dirige verso l'Equatore).

**Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali,
con la sola condizione di citarne la fonte.**

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

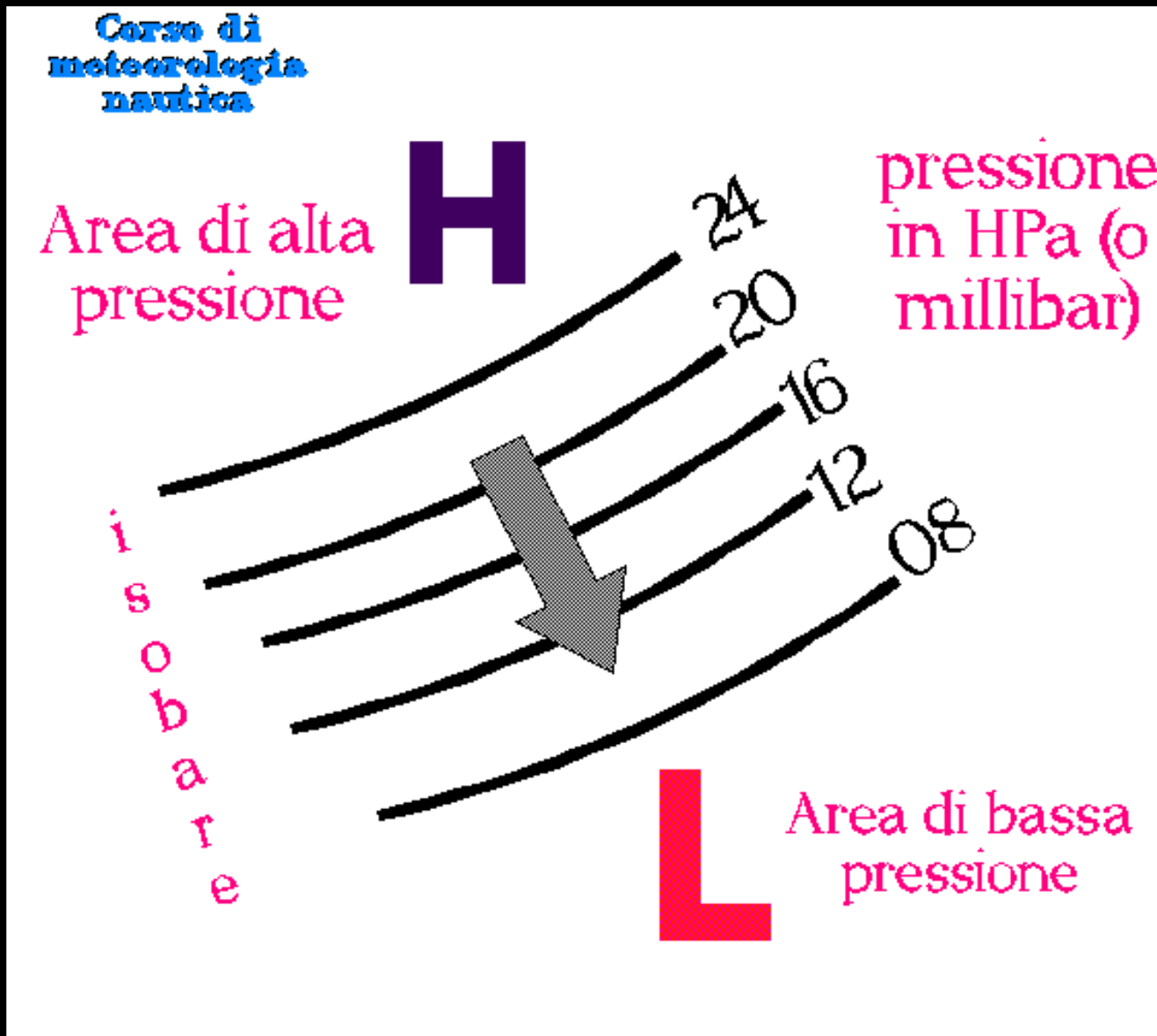
[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.11 - Vento e pressione - Determinazione pratica dell'intensità del vento.

Con le nozioni apprese nelle precedenti dispense, noi ora siamo in grado di determinare direzione e verso del vento.

Il vento esce dall'alta e va verso la bassa. Ma non lo fa in linea retta. Perché?



L'aria si sposta dalla zona di alta pressione (H) verso la zona di bassa pressione (L).

Villas

1

Noi sappiamo che in natura, se esiste un dislivello da colmare, questo avviene seguendo la via più breve. Se non ci sono ostacoli, però. Un fiume, nel trasportare acqua dai monti al mare, segue un percorso più o meno tortuoso in relazione alla natura del suolo attraversato. Se sul suo cammino incontra uno sperone roccioso, lo aggira, allontanandosi, quindi dal suo percorso in linea retta.

Se la Terra non ruotasse intorno al proprio asse, il vento, sotto l'impulso della sola differenza di pressione, fluirebbe direttamente dall'alta verso la bassa (fig.1-11). Se non ruotasse. E invece gira, descrivendo un giro completo in 24 ore. Tutti i punti sulla Terra, pertanto, sono soggetti a questo movimento, che in termini angolari, è uguale per tutti. Sia che mi trovi sulla massima circonferenza, l'Equatore, sia che mi trovi al Polo Nord, compirò un giro di 360 gradi in 24 ore. Questa velocità, abbiamo detto, è uguale per tutti e prende il nome di velocità angolare.

C'è invece una velocità, detta lineare, che non è uguale per tutti, ma dipende dalla posizione occupata dal punto sulla superficie terrestre, ovvero dalla latitudine.

Se considero le circonferenze della Terra perpendicolarmente all'asse di rotazione, avrò partendo dall'Equatore, cerchi via via più piccoli, fino ai Poli, dove il cerchio si sarà ridotto ad un semplice punto.

Diversa, quindi, sarà la velocità del punto posto sull'Equatore, che dovrà compiere un giro di 40mila km in 24 ore, rispetto al Polo Nord, dove il punto coprirà nel medesimo periodo una distanza pari a zero, limitandosi a girare su stesso.

Le persone non si accorgono di questo movimento perché sono "solidali" alla Terra, cioè partecipano del suo moto saldamente vincolati ad essa.

Poniamo il caso di un punto che si voglia muovere dall'Equatore verso i poli secondo un movimento meridiano. Esso, all'atto del suo spostamento, possiederà una velocità lineare di 40000km/24 ore, e man mano che prosegue verso i poli, incontrerà cerchi dove la velocità lineare diviene sempre più piccola: in breve, si troverà sempre un po' più avanti rispetto al suolo.

Un osservatore posto all'esterno sapete cosa vedrebbe?

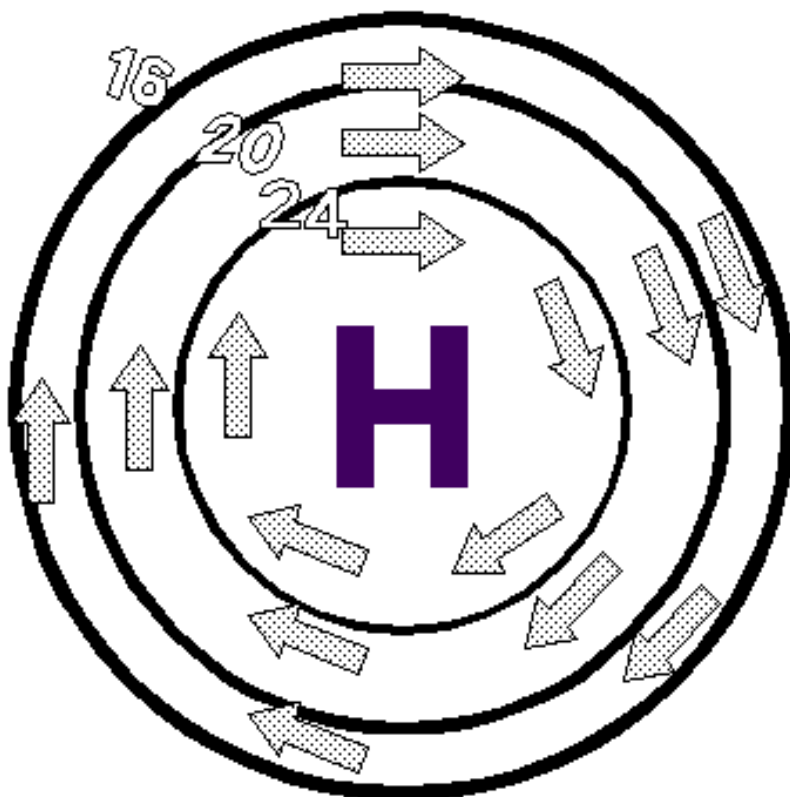
Che quel punto che cerca di andare dall'Equatore al polo in linea retta, in realtà si sposta verso destra.

Si tratta della cosiddetta forza deviante (accelerazione di Coriolis). Pertanto il vento in movimento anziché fluire in linea retta dall'alta verso la bassa, subendo questa deviazione, ruoterà, nell'emisfero nord, verso destra.

Un esempio semplice potrebbe essere quello di una pista di automobiline a più corsie, dove l'auto che occupa la corsia più a destra possiede una velocità maggiore rispetto a

Corso di meteorologia nautica

Nelle aree
di alta
pressione.
la
circolazione
dell'aria
avviene in
senso
orario.



...cioe' nel verso
in cui girano le
lancette
dell'orologio.

V.Villas

2

quella soprastante. Se l'auto più veloce ad un certo punto scavalca la corsia, portandosi su quella alla sua sinistra, si troverà davanti all'auto che corre in quella corsia, e ancor più avanti rispetto a quella che percorre la successiva corsia a sinistra.

Il moto risultante è un evidente spostamento a destra rispetto alle altre automobiline.

Non è un concetto facilissimo da spiegare, per cui ogni esempio corre il rischio di essere riduttivo.

Ritorniamo alle nostre aree di alta e bassa pressione: il vento che esce dall'alta non sarà perpendicolare alle isobare, ma subendo la deviazione tenderà a ruotare verso destra assumendo un verso di rotazione oraria rispetto al centro dell'alta.

Fissiamo dunque questo concetto: il verso di rotazione del vento intorno alle aree di alta

pressione è orario (fig.2-11).

Badate bene che nell'emisfero sud, o australe, è esattamente il contrario, in modo speculare: il movimento intorno all'alta è antiorario, proprio perché la deviazione di Coriolis agisce nel verso opposto rispetto all'emisfero nord.

Nel nostro emisfero, nelle aree di bassa pressione il movimento dell'aria assume una rotazione antioraria (fig.3-11).

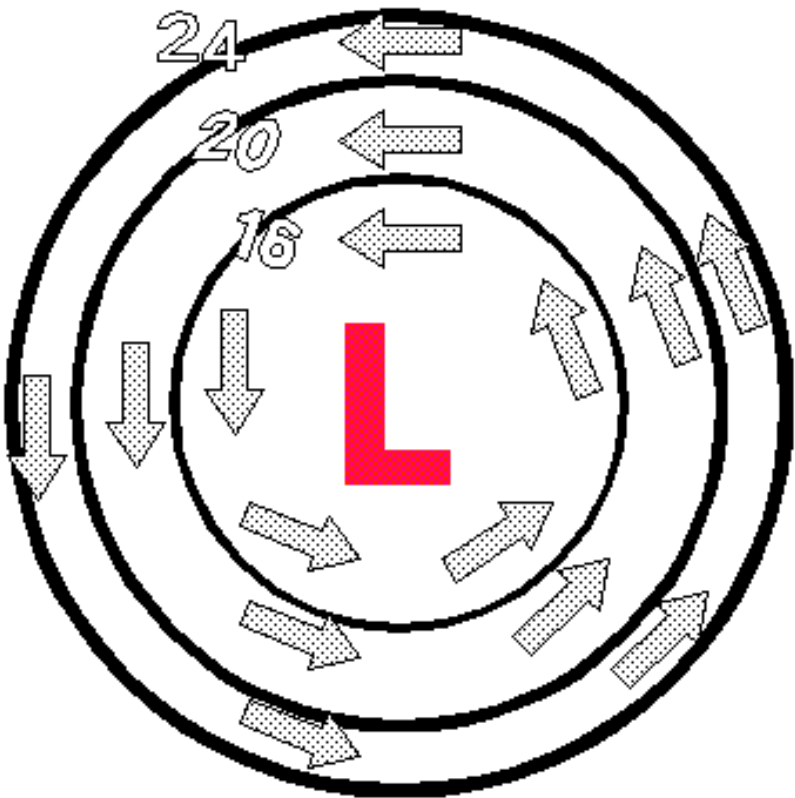
Imparato questo concetto, ovvero:

alta pressione=circolazione oraria


bassa pressione=circolazione antioraria,

Corso di meteorologia nautica

Nelle aree di bassa pressione, la circolazione dell'aria avviene in senso antiorario.



...cioè nel senso contrario al movimento delle lancette.



V.Villas



possiamo subito approfittarne per enunciare una regola pratica, che va sotto il nome di regola di Buys-Ballot. Poiché alle basse pressioni è associato il maltempo (e ne scopriremo il perché nella prossima lezione), è interessante sapere in che direzione conviene dirigersi in modo da allontanarsi dall'area di maltempo. In questo caso ci viene in soccorso la suddetta regola, che dice:

ponendomi con il vento alle spalle, avrò la bassa pressione davanti a sinistra, e l'alta pressione in basso a destra.

Quindi, in vista del maltempo, conviene andare verso destra per allontanarsi dall'area di bassa pressione. Uno sguardo alle figure ci chiarirà ogni dubbio (fig.4-11).

A questo punto possiamo introdurre un altro concetto: se vi fosse soltanto la deviazione di Coriolis, il vento spirerebbe pressoché parallelo alle isobare. In realtà esso finisce per intersecarle, perché interviene una ulteriore deviazione, questa volta verso sinistra, dovuta all'attrito causato dal contatto dell'aria con le asperità della superficie terrestre.

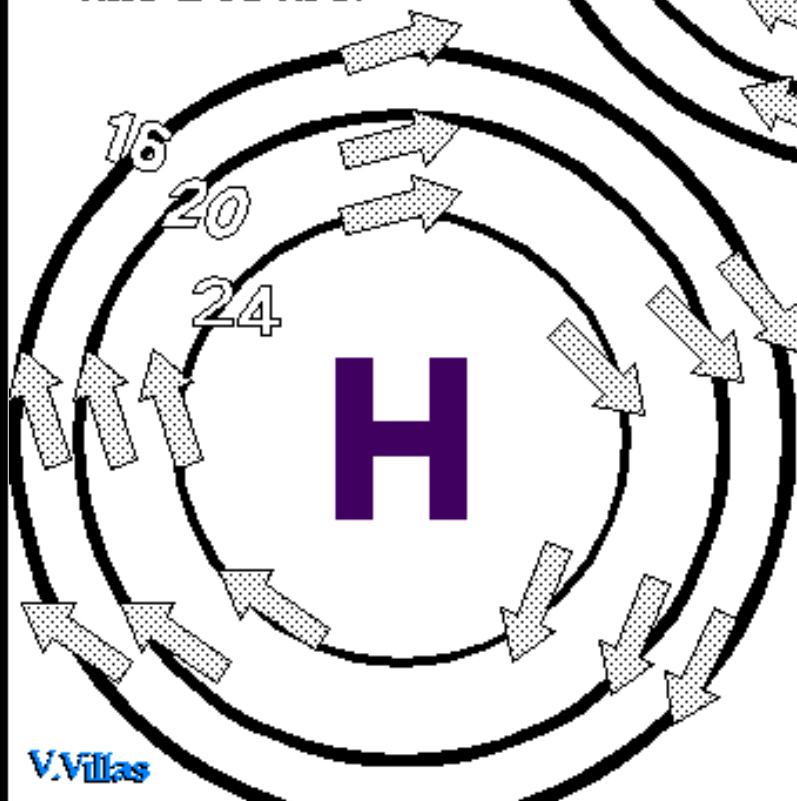
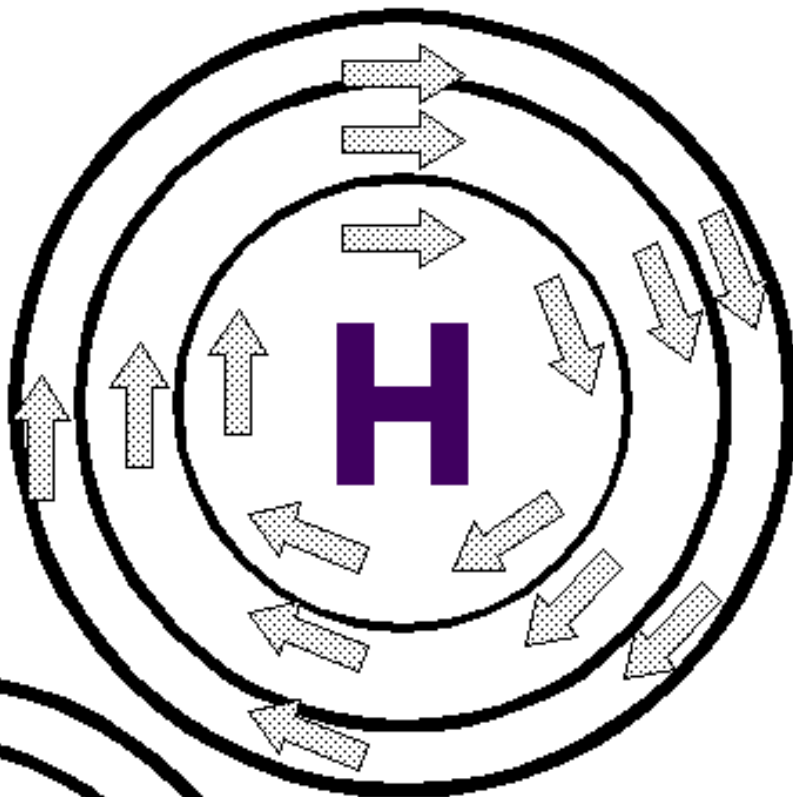
Un altro piccolo passo nell'interpretazione della cartina

Guardiamo ora la nostra cartina. Adesso siamo in grado di capire il significato delle zone di alta e bassa pressione. Possiamo facilmente renderci conto che in corrispondenza della lettera L troviamo il minimo di pressione, e quindi le pressioni crescono dal centro verso l'esterno: 1000, 1004, 1008, ecc.

In corrispondenza della lettera H troviamo invece il massimo della pressione, con pressioni via via decrescenti dall'interno verso l'esterno: 1024, 1020, 1016, ecc.ecc.

Corso di meteorologia nautica

A causa della deviazione dovuta alla rotazione della Terra, in quota i venti scorrono parallelamente alle isobare.



...mentre presso il suolo, i venti intersecano le isobare, poiché, oltre alla deviazione dovuta alla rotazione della Terra, essi subiscono un'ulteriore deviazione causata dall'attrito con la superficie terrestre.

4

Con ciò che abbiamo imparato, siamo in grado addirittura di individuare il flusso seguito dalla massa d'aria, ovvero la direzione di provenienza dei venti nei vari luoghi.

Consideriamo di trovarci ai margini della depressione, in basso a destra: il vento spirerà da sud, sud-ovest. Facciamo adesso il discorso contrario: ci troviamo in quella medesima zona, con un vento alle spalle che giunge da sud: dove si troverà l'area di bassa pressione? Applicando la regola di Buys-Ballot, essa si troverà davanti a sinistra, esattamente come possiamo osservare sulla cartina. Avete notato? Senza aver alcun dato, posso rapidamente fare delle considerazioni sulla distribuzione in grande della pressione basandomi soltanto sulla direzione di provenienza del vento.

Vedete, il meteorologo non deve far altro che raccogliere indizi: il professionista ha a sua disposizione una infinità di fonti, ovvero le osservazioni strumentali, le immagini da

satellite, i modelli numerici, ecc. ecc. quindi viene messo in grado di potersi fare un'idea più o meno precisa, collezionando parecchi indizi.

Ma anche il dilettante può fare la stessa cosa: non deve far altro che imparare a riconoscere gli indizi, i segni del tempo.

Risulta evidente che un singolo indizio di per sé non potrà mai darmi un'idea precisa: se possiedo solo il dato del vento, o della pressione, mi farò sempre e comunque una idea molto approssimativa del tempo, tale da indurmi a conclusioni errate.

**Corso di
meteorologia
nautica**

REGOLA DI BUYS-BALLOT



Riassumendo:

**PONENDOMI RISPETTO ALLA
DIREZIONE DEL VENTO IN MODO
DA AVERLO ALLE SPALLE.**

**AVRO' DAVANTI A ME
A SINISTRA UN'AREA
DI BASSA PRESSIONE
CON TEMPO
PREVALENTEMENTE
CATTIVO.**

**DIETRO DI ME A DESTRA
UN'AREA A PRESSIONE
MAGGIORE E CONDIZIONI
METEOROLOGICHE MIGLIORI.**



V.Vilas

BUYS

-abbiamo imparato cosa origina il vento

-abbiamo imparato anche qualcosa circa la direzione di provenienza del vento.

Adesso ci tocca capire cosa determina l'intensità del vento.

A volte il vento può essere piacevolmente intenso, talvolta non tanto piacevolmente, specie se associato a raffiche o temporali.

Perché il vento può essere più o meno forte? Ovvero, cos'è che induce una maggiore o minore velocità del vento?

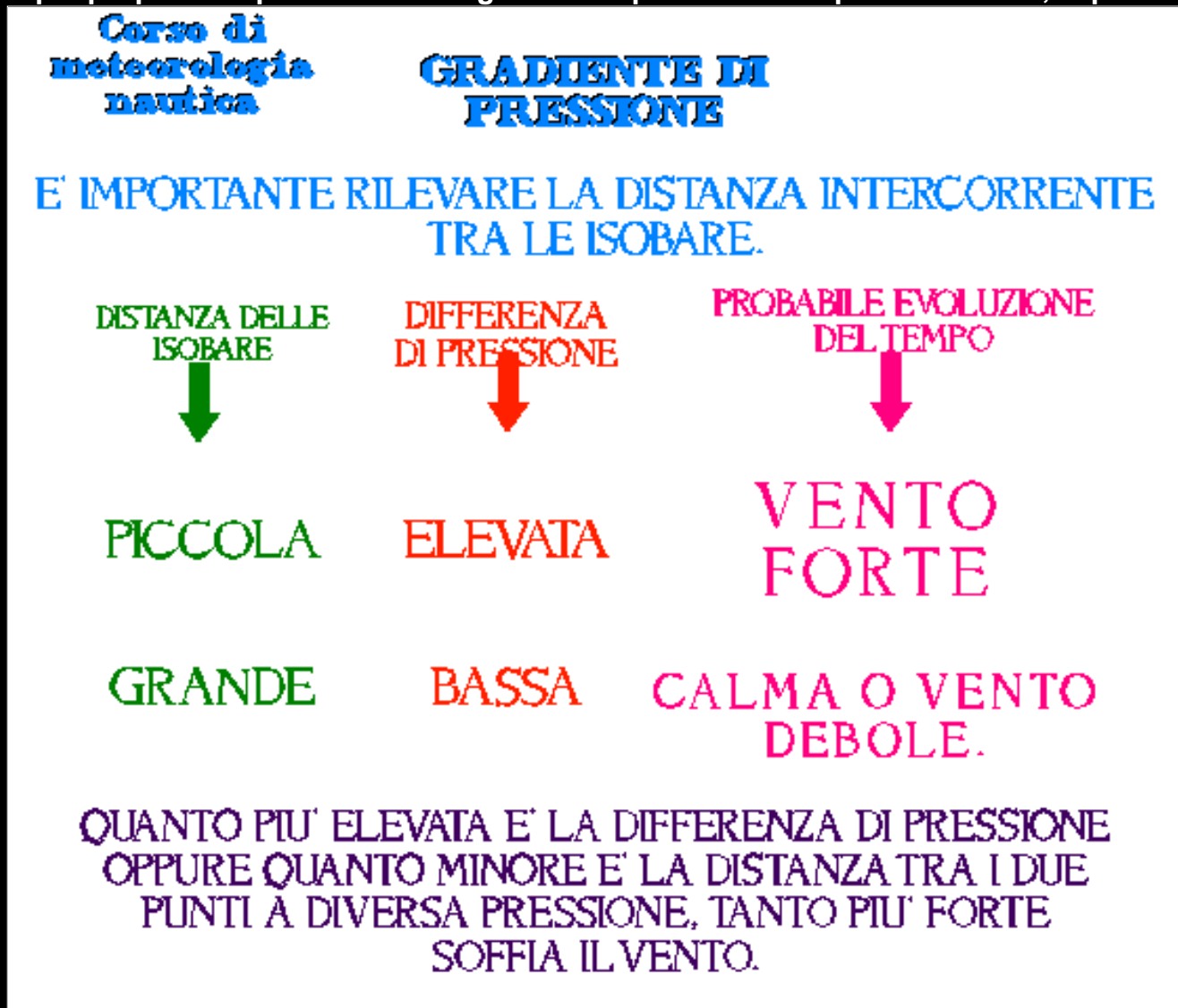
La differenza di pressione.

Se ricordate, noi abbiamo parlato di dislivello tra alta e bassa.

Disegniamo una montagna e una collina: come definireste la montagna rispetto alla collina? Direste che la montagna è più ripida, ovvero che la variazione di quota avviene in uno spazio più breve rispetto alla collina.

Un fiume che porta acqua dalla cima della montagna al mare scorrerà più velocemente rispetto ad un fiume che scende sui tranquilli declivi di una collina.

L'intensità del vento pertanto sarà data dalla grandezza della variazione di pressione rispetto ad una distanza. Le isobare molto fitte corrispondono ai fianchi molto ripidi di una montagna, per cui la forza che induce il vento a muoversi sarà molto intensa. Un esempio proponibile può essere il seguente: se prendiamo un piano inclinato, la pallina



V.Villas

GR

posta sul lato più alto scenderà con una velocità maggiore a seconda dell'inclinazione del piano. Più il percorso sarà ripido, più velocemente scenderà la pallina.

La variazione di pressione in uno spazio definito prende il nome di gradiente barico: più le isobare sono vicine, più alto sarà il gradiente barico e più intensa sarà la velocità del vento.

Guardando la nostra analisi al suolo, possiamo già individuare, almeno qualitativamente, le aree in cui il vento si presenterà più veloce: laddove le isobare si presentano più ravvicinate.

Un'altra considerazione che possiamo fare è la seguente:

generalmente le isobare si presentano più ravvicinate presso le basse pressioni, mentre nelle zone di alta sono più distanti l'una dall'altra. E questo ci dà ragione del fatto che, quando ci troviamo in un regime di alte pressioni, i venti sono deboli e talvolta, addirittura assenti (calma di vento).

Esiste una regoletta pratica per calcolare l'intensità del vento partendo dalla distanza tra le isobare, valida per il Mediterraneo. Se conosco la scala di una cartina, prendo una riga millimetrata e misuro la distanza tra due isobare presa perpendicolarmente. Se invece la scala non è nota, basta sapere che la distanza tra Trieste e Capo Passero (all'estremità sud-orientale della Sicilia) è all'incirca 1000 km. A questo punto è sufficiente ricavarsi la distanza in cm tra le isobare e impiantare una semplice proporzione.

Esempio:

se la distanza in cm tra Capo Passero e Trieste è di 25 cm, significa che 1000 km si riducono sulla carta a 25 cm. Se la distanza in cm tra le isobare è di 5 cm, D (il dato incognito) sarà dato da:

$$1000 : 25 = D : 5 \text{ (1000 sta a 25 come D sta a 5)}$$

$$D = 1000 \times 5 / 25$$

$$D = 200 \text{ km.}$$

Le due isobare, dunque, distano perpendicolarmente tra loro 200 km. Se indichiamo d la differenza di valore tra le isobare (solitamente $d=4$ hPa), ricavarsi l'intensità del vento sarà un gioco da ragazzi:

infatti

v (in nodi) = $1000 \times d / D$ (n.b. 1000 è un valore costante approssimativamente valido per

IL VENTO



Unita' di misura.

Unita' di misura

metri al secondo (m/s);
chilometri all'ora (km/h);
nodi - miglia marine all'ora (kts);

1 nodo -

0,514 m/s

Direzione e velocita'
sono costanti nel
tempo?

Si possono considerare costanti
solo per brevi intervalli di tempo,
poiche' il vento possiede sempre
una certa turbolenza (impulsi,
raffiche).

vento medio

durante un periodo di
tempo di 10 minuti

V.Villas

4

1000 x 4 / 200

v = 20 kts.

Unita' di misura del vento

Le unita' di misura del vento maggiormente utilizzate sono:

i metri al secondo (m/s)

i nodi (miglia marine per ora, kt)

i chilometri orari (km/h).

Una regola molto pratica per passare da una unità di misura all'altra consiste nel ricordare la sequenza di numeri



ovvero $1 \text{ m/s} = 2 \text{ kt} = 3,6 \text{ km/h}$.

Esempio:

un vento che spira a 10 m/s corrisponderà ad una intensità di circa 20 kts, ovvero a 36 km/h.

Un vento di 36 nodi corrisponderà a circa 18 m/s, ovvero a $18 \times 3,6 \text{ km/h}$, cioè circa 65 km all'ora.

E' appena il caso di dire che i valori ricavati dovranno essere considerati puramente indicativi, in quanto altri fattori possono determinare una variazione locale dell'intensità del vento.

*Nella **prossima dispensa**, esamineremo l'equazione fondamentale della statica dell'atmosfera e accenneremo alle cause che portano ad associare il maltempo alle aree depressionarie.*

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.12 - Equazione fondamentale della statica dell'atmosfera.

Sommario: in questa dispensa osserveremo da vicino come si giunge ad impiantare l'equazione fondamentale della statica dell'atmosfera.

Vi ricordate di cosa si occupa, in fisica, la statica ? E' quella parte della cinematica che si occupa del comportamento dei corpi in quiete.

In meteorologia si considera, per semplificarne lo studio, un'atmosfera teorica in quiete rispetto alla Terra, ovvero priva di moti, e le cui superfici isobariche sono tutte parallele alla superficie terrestre considerata priva di rugosità (il che equivale a dire che, ad un'altezza z dalla superficie terrestre, la pressione sarà sempre la medesima rispetto a qualsiasi punto della superficie terrestre).

Tale atmosfera viene definita barotropica (figura 1a). Se le superfici isobariche vengono invece considerate *inclinate*, come avviene normalmente in natura a causa delle differenze di temperatura e di densità tra strato e strato, si parla di atmosfera baroclina (figura 1b).

L'equazione che cerchiamo parte proprio dall'atmosfera barotropica.

Piccolo cenno (senza pretese) alla simbologia matematica.

Nelle matematiche, per indicare variazioni piccolissime di una grandezza, ossia variazioni "infinitesimali", così piccole da non poter essere espresse da alcun numero, per quanto piccolo, si usa la lettera d seguita dal simbolo del parametro che subisce le variazioni.

Esempio:

con p si indica solitamente la pressione; una piccolissima, impalpabile variazione di



pressione si indicherà dp ;

se con z indichiamo una lunghezza, dz indicherà una sua variazione infinitesimale.

Se da valori infinitamente piccoli si vuole passare a differenze finite ovvero rappresentabili con numeri, useremo la lettera greca maiuscola Δ (delta). Perciò Δp rappresenterà una definita variazione di pressione.

Ed ora, avanti tutta con l'equazione...

Cominciamo col considerare una superficie isobarica posta ad una quota z rispetto alla superficie terrestre (figura 2).

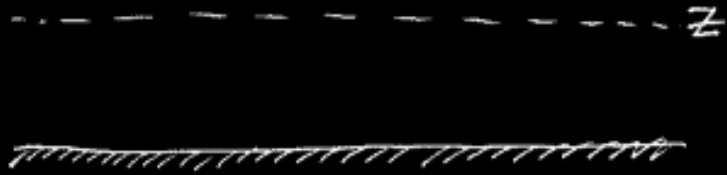
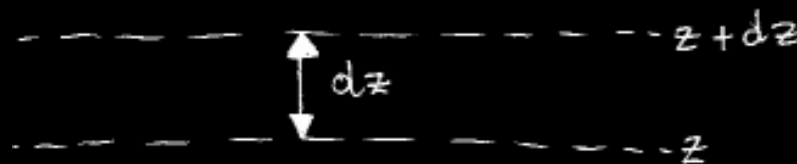


figura 2

Un piccolo incremento di quota, dz , ci farà innalzare alla superficie isobarica posta a $z + dz$ (figura 3). Dai nostri

precedenti studi sappiamo che la pressione diminuisce man mano che ci si allontana dalla Terra. Per cui, se alla quota $z + dz$ essa è p , alla quota z (più vicina alla Terra) la pressione sarà leggermente più alta, ovvero sarà $p + dp$ (figura 4).



Riassumendo, avremo:

- alla quota z , la pressione $p + dp$
- alla quota $z + dz$, la pressione p .

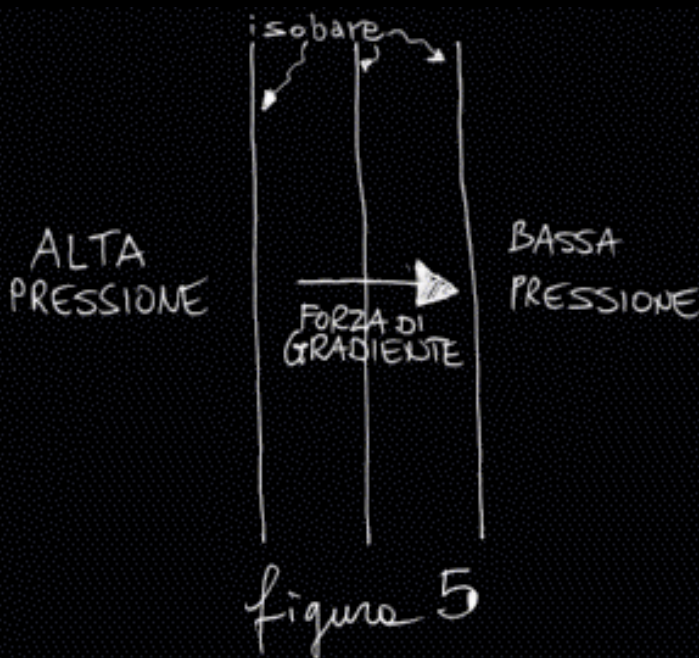
figura 3

distribuzione della pressione al suolo, abbiamo visto che, se esiste una differenza di pressione, esiste anche una forza, chiamata di gradiente, che è orientata dalle alte verso le basse pressioni (figura 5).

Esaminiamo ora un cilindretto d'aria con base unitaria, faccia inferiore posta alla quota z , e quella



figura 4



superiore alla quota $z + dz$ (figura 6).

Trovandosi le due facce a quote differenti, la pressione sarà differente su ciascuna delle due facce, e precisamente sarà più elevata sulla faccia

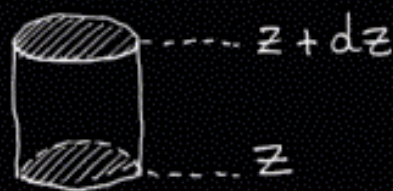


figura 6

inferiore ($p + dp$) e minore sulla faccia superiore (p) (figura 7).

Poichè tra le due facce del cilindretto esiste una

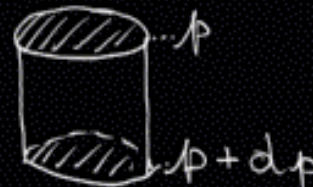


figura 7

differenza di pressione, vi sarà pure una forza di gradiente G , diretta verticalmente da z verso $z + dz$, ovvero dalla pressione $p + dp$ verso la pressione p (figura 8).



figura 8

E qui arriviamo al bello. Se è vero che il cilindretto è in quiete, ed è vero perchè siamo partiti proprio da questo presupposto, se esiste questa forza G , vi dovrà essere una forza di uguale intensità che si contrappone ad essa. Questa forza esiste, ed è la forza peso P , diretta verticalmente verso il basso (figura 9).



figura 9

Possiamo esprimere questa contrapposizione scrivendo:

$$G = -P$$

(c'è il segno meno, poichè abbiamo detto che sono uguali in intensità, ma di verso opposto)

La grandezza di G è espressa proprio dalla differenza di pressione, ovvero dp .

Parlando di forze, l'equazione fondamentale della dinamica ci può senz'altro aiutare. Essa dice che una forza F è pari alla massa m per l'accelerazione a :

$$F = m * a$$

Il peso di un corpo, essendo una forza, può essere espressa con

$$P = m * g$$

dove g è l'accelerazione di gravità.

Ci piacerebbe esaminare la forza peso di un corpo in relazione alla sua densità: come possiamo fare ?

Basta ricordare che la densità esprime il rapporto tra massa e volume in cui tale massa è contenuta:

$$d = m / V.$$

Con un piccolo artificio matematico a tutti noi noto, possiamo ricavarci dalla formula precedente la massa, e cioè:

$$m = d * V$$

Perciò possiamo scrivere:

$$P = m * g$$

e sostituire m con la relazione trovata:

$$P = d * V * g.$$

Così facendo siamo riusciti ad esprimere la forza peso P in funzione della densità del corpo anziché della sua massa. Dalla espressione ricavata si vede chiaramente che se aumenta la densità aumenterà la forza peso (proporzionalità diretta).

Torniamo al nostro cilindretto.

Se la base è unitaria (cioè uguale a 1), il suo volume V sarà dato dal prodotto

area della base * altezza

ovvero

$$V = 1 * dz = dz$$

Pertanto

$$P = d * V * g$$

sostituendo V con dz, diventerà

$$P = d * dz * g.$$

Ora abbiamo tutto ciò che ci serve per creare la nostra equazione:

$$G = dp$$

$$P = d * g * dz$$

per cui, se $G = -P$

$$dp = -d * g * dz$$

che rappresenta l'equazione fondamentale della statica dell'atmosfera, ovvero la legge che governa il cilindretto d'aria in quiete.

Il gradiente barico verticale sarà dato da:

$$dp / dz = -d * g$$

che rappresenta la legge di diminuzione della pressione al crescere dell'altezza. In termini di differenze finite possiamo scrivere

$$\Delta p = -d * g * \Delta z.$$

Considerazioni

Dall'esame dell'equazione che esprime il gradiente barico verticale

$$dp / dz = -d * g$$

possiamo trarre alcune considerazioni.

dp / dz lega la variazione di pressione alla variazione di altezza. Questa variazione dipende dalla densità e dall'accelerazione di gravità, che può essere assunta come costante. Per cui si può concludere dicendo che la pressione varia lungo la verticale in funzione della densità e, in definitiva, in relazione alla temperatura dell'aria.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.13 - Grandezze igrometriche

Il contenuto di **acqua** allo stato aeriforme in una determinata quantità di **aria** è, come sappiamo, in relazione alla temperatura dell'aria stessa: in parole semplici, più è alta la temperatura dell'aria, maggior vapor acqueo essa potrà contenere.

Per sintetizzare questo concetto, utilizziamo il termine "**umidità**".

Esistono diversi modi di valutare l'umidità di una massa d'aria. Sostanzialmente, ciò che andiamo a misurare è sempre un rapporto tra due **quantità**.

E' bene rammentare che parlando di quantità, dovremo generalmente specificare l'**unità di misura** che utilizzeremo per dette quantità. Ad esempio, se parliamo di **massa**, diremo che si tratta di g o Kg, ecc. Se si tratta di un **volume**, parleremo di metri cubi, ecc.

Avendo chiari questi semplici concetti, possiamo ricavarci tutte le grandezze igrometriche che fanno riferimento all'umidità, ovvero l'umidità assoluta, specifica e relativa e il rapporto di mescolamento.

Tutte queste grandezze si ottengono confrontando tra loro acqua ed aria, coinvolgendo le masse e i volumi.

(Massa su volume)

Se esprimo l'acqua in g (massa) contenuta in un un metro cubo di aria (volume), otterrò l'**umidità assoluta**.

(Massa su massa)

Se esprimo l'acqua in g rispetto all'aria + acqua stessa in kg, otterrò l'**umidità specifica**.



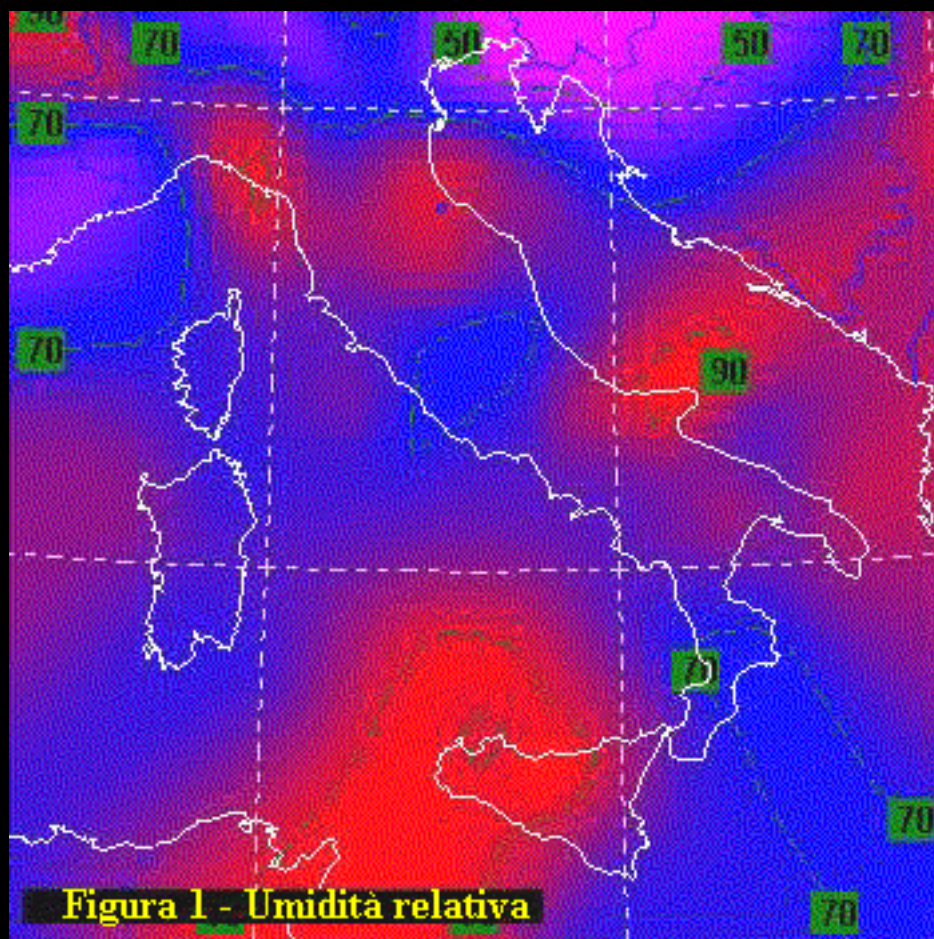
Confrontando la massa dell'acqua rispetto alla massa dell'aria, senza considerare questa volta la stessa acqua contenuta nell'aria, otterrò il **rapporto di mescolanza**.

Il confronto diretto tra acqua effettivamente contenuta nell'aria, e quantità massima di acqua che ad una determinata temperatura quell'aria può contenere, produce il concetto di **umidità relativa**.

Riassumiamo in una tabella quanto detto:

ACQUA	ARIA	DEFINIZIONE DELLA GRANDEZZA
massa (g)	volume (m ³)	umidità assoluta
massa (g)	massa (kg)	rapporto di mescolanza
massa (g) / massa (g)		umidità relativa
massa (g)	massa (kg) + massa acqua (g)	umidità specifica

In meteorologia, assumono particolare interesse l'umidità relativa ed il rapporto di mescolanza, i cui valori, inoltre, definiscono una delle rette tracciate sui diagrammi termodinamici dell'aria.



I valori di umidità relativa permettono di valutare se una determinata porzione di aria è più o meno lontana dalla saturazione (umidità relativa = 100%). E' utile ricordare che quando una porzione d'aria è satura di vapore acqueo, un'ulteriore diminuzione della temperatura causa la condensazione del vapore acqueo in eccesso, con formazione, al suolo di nebbie o foschie, ed in quota, di nubi.

Riportando i valori rilevati dalle stazioni meteorologiche su una carta geografica, possiamo ottenere figure del tipo di quella illustrata nella figura 1, che, con alcune limitazioni, ci può aiutare a fare considerazioni sulla possibilità di riduzioni della visibilità per foschie

o **nebbie**, con conseguenze di tipo pratico. Le riduzioni di visibilità, ad esempio, possono costituire un impedimento al volo VFR.

Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali, con la sola condizione di citarne la fonte.

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.

Corso basilico di meteorologia

a cura di Vittorio Villasmunta

[[Home](#)] [[Su](#)] [[Meteorologia aeronautica](#)] [[Meteorologia per la vela](#)]

[[Guida all'interpretazione del messaggio TEMP](#)] [[Indizi](#)] [[Curiosità e calcoli dilettevoli](#)]

[[Laboratorio di Meteorologia](#)] [[Meteorologia ed inquinamento atmosferico](#)] [[Parlare meteorologico](#)]

[[Tabelle riassuntive](#)] [[Biografie](#)] [[Bibliografia](#)] [[Motore di ricerca](#)] [[Commenti](#)] [[Novità](#)]

Dispensa n.15

Moto di una particella d'aria secca in una colonna d'aria secca.

In questa dispensa cercheremo di capire, da un punto di vista fisico, perchè una particella d'aria anzichè restarsene immobile, tende a muoversi verso l'alto o verso il basso. In meteorologia questi movimenti verticali costituiscono la causa principale della formazione delle nubi e del loro dissolvimento. E' facile ricordare che le nubi si formano soprattutto nelle aree di bassa pressione poichè in queste l'aria che affluisce orizzontalmente dall'esterno, acquista nella depressione un movimento verticale verso l'alto, che porta la massa d'aria a raffreddarsi e a raggiungere la saturazione (100% di umidità relativa), dando origine ai corpi nuvolosi.

Per contro, nelle aree di alta pressione, spesso il cielo è sereno poichè il movimento verticale dell'aria verso il basso porta l'aria stessa a comprimersi e a riscaldarsi, allontanandosi dalla saturazione (umidità relativa < 100%).

Il nostro esperimento consisterà nello scoprire il comportamento di una particella d'aria immersa in una colonna d'aria. Per incominciare, consideriamo una particella d'aria secca, ovvero lontano dalla saturazione.

Innanzitutto, ci aiuterà a seguire il discorso, sapere che ciò che induce la particella d'aria a muoversi è una forza, o, più descrittivamente, quella di due forze contrapposte che avrà la meglio. A questo proposito ci servirà ricordare che

Forza = massa per accelerazione

ovvero, utilizzando delle singole lettere (utilissime per abbreviare il discorso!), diremo che

$$F = m * a.$$

Per sapere tutto di questa particella, sarà sufficiente conoscere di lei:



densità ρ_p





temperatura T_p



Abbiamo aggiunto la lettera p minuscola, per distinguere le proprietà riferite alla particella d'aria da quelle della colonna d'aria secca in cui immergeremo la particella. Le proprietà della colonna d'aria le identificheremo aggiungendo una piccola lettera a alle lettere maiuscole (ad esempio, per la Temperatura dell'aria scriveremo T_a).

Ed ora procediamo con il nostro esperimento, immergendo la particella d'aria secca in una colonna d'aria secca ad una quota z , e scopriamo cosa succede.

Appena immersa, la nostra particella p sarà sottoposta a due forze contrapposte:

-  una che tende a portarla verso il basso, ovvero la forza peso (P_p)
-  l'altra che tende a spingerla verso l'alto, cioè la spinta di Archimede (S)

Non lasciamoci ingannare dai nomi o dai simboli differenti, poichè si tratta sempre di forze in gioco, e quindi, come promesso all'inizio, conformi alla formulazione $F = m * a$!

Nella forza peso, l'accelerazione considerata corrisponde a quella di gravità, per cui useremo g al posto di a .

Pertanto per esprimere la forza peso, rivolta verso il basso, scriveremo

$$P_p = m_p * g$$

Se vi domandate che necessità c'è di cambiare i simboli, sappiate che non si tratta di una crudeltà verso gli studenti, ma una comodità per riconoscere quali sono le forze in gioco.

La spinta di Archimede, esercitata dalla colonna d'aria e rivolta verso l'alto, è data da:

$$S = m_a * g$$

Spesso, quando si utilizzano delle formule, può essere utile evidenziare una grandezza piuttosto che un'altra. Ad esempio, nel nostro caso, anzichè parlare di masse, potrebbe farci comodo parlare di densità. Capiremmo, in tal caso, come si comporta una particella d'aria avente una densità diversa da quella della colonna d'aria.

Tutto ciò che dobbiamo fare, è eliminare la massa e sostituirla con una espressione equivalente che contenga la densità:

Se ci ricordiamo che la densità (simbolo: ρ , ovvero la lettera greca rho) equivale al rapporto che intercorre tra la massa e il suo volume, $\rho = m / V$, con un piccolo gioco di prestigio otterremo che

$$m = \rho * V.$$

Se parliamo della massa della particella, scriveremo $m_p = \rho_p * V_p$.

Se parliamo della massa della colonna d'aria, scriveremo $m_a = \rho_a * V_a$.

$P_p = m_p * g$ diventa dunque $P_p = \rho_p * V_p * g$, ovvero abbiamo trovato il modo di esprimere la forza peso in funzione della densità della particella d'aria.

Operazione che faremo anche per la spinta di Archimede $S = m_a * g$, che diventerà $S = \rho_a * V_a * g$.

Il movimento verticale assunto dalla particella dipenderà da quale delle due forze suddette avrà la meglio, ovvero dalla forza risultante dalla differenza tra spinta archimedeica e forza peso.

Forza risultante $F = S - P_p$.

Se S prevale su P , $F > 0$ e p acquisterà un moto ascendente (vince la spinta di Archimede);

Se P prevale su S , $F < 0$ e p acquisterà un moto discendente (vince la forza peso);

Se P ed S si controbilanciano, $F=0$ e la particella sarà in equilibrio e non subirà alcun moto.

Ricordando che

$$P_p = \rho_p * V_p * g$$

$$S = \rho_a * V_a * g$$

$F = S - P_p$ può diventare

$$F = \rho_a * V_a * g - \rho_p * V_p * g$$

mettendo in evidenza l'accelerazione di gravità:

$$F = g * (V_a * \rho_a - V_p * \rho_p)$$

Ricordando che V_p e V_a equivalgono, possiamo scrivere:

$$F = g * V_p (\rho_a - \rho_p).$$

Questa formula già ci dice qualcosa, e cioè che se la densità della colonna d'aria (ρ_a) è maggiore della densità della particella (ρ_p), quest'ultima riceverà una spinta verso l'alto. Viceversa, se sarà ρ_p maggiore di ρ_a , allora la particella, essendo più densa dell'aria e quindi più pesante, riceverà una spinta verso il basso. Se le due densità coincidono, la particella resterà indifferente.

Riassumendo in una tabella le tre condizioni viste, avremo:

$\rho_a > \rho_p$	$F > 0$	Spinta verso l'alto
$\rho_a < \rho_p$	$F < 0$	Spinta verso il basso
$\rho_a = \rho_p$	$F = 0$	Nessun movimento della particella

Quale accelerazione a riceverà la particella? A questo punto i giochi possono apparirci un po' più complicati, ma se cerchiamo di ritornare all'equazione fondamentale $F=m \cdot a$, forse le cose cambiano.

Se analizziamo l'espressione $F = g \cdot V_p (\rho_a - \rho_p)$, ci rendiamo conto che F e g già compaiono, per cui dobbiamo far ricomparire la massa della particella. Se massa = densità * Volume (V_p), dobbiamo tirar fuori dalle parentesi la densità ρ_p .

Se moltiplico e divido ($\rho_a - \rho_p$) per ρ_p otterrò $\rho_p(\rho_a / \rho_p - 1)$, raggiungendo l'obiettivo di tirar fuori dalla parentesi la densità ρ_p .

$F = g \cdot V_p (\rho_a - \rho_p)$ diventerà

$F = g \cdot V_p \rho_p (\rho_a / \rho_p - 1)$, e poichè $m_p = V_p \rho_p$,

$F = g \cdot m_p (\rho_a / \rho_p - 1)$,

pertanto l'accelerazione a acquistata dalla particella sarà:

$a = g \cdot (\rho_a / \rho_p - 1)$.

Anche per l'accelerazione valgono le stesse considerazioni fatte per la forza:

$\rho_a > \rho_p$	$a > 0$	accelerazione diretta verso l'alto
$\rho_a < \rho_p$	$a < 0$	accelerazione diretta verso il basso
$\rho_a = \rho_p$	$a = 0$	Nessuna accelerazione

**Tutti i materiali presentati possono essere liberamente utilizzati per fini non commerciali,
con la sola condizione di citarne la fonte.**

Questa pagina è stata predisposta da Vittorio Villasmunta

v_villas@libero.it

Copyright ©1999,2000 - SoloBari Corp.

ALL RIGHTS RESERVED.