



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

## Benvenuti

A cura di Ezio Sarti

Meteowind.com

Potete scaricare i file del corso seguenti link

<http://meteowind.com/meteo/rieti/corso-meteo-rieti.pdf>

<http://meteowind.com/meteo/rieti/sondaggi.pdf>

<http://meteowind.com/meteo/rieti/video.zip>

Buon vento a tutti: mi chiamo Ezio Sarti.

Fondatore di Meteo Wind.



Da 47 anni pilota di aliante.



30 anni di vela agonistica.



Pilota della squadra nazionale di volo a vela

Meteorologo della squadra nazionale italiana di Volo a Vela.





# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Buon vento a tutti: mi chiamo Ezio Sarti.

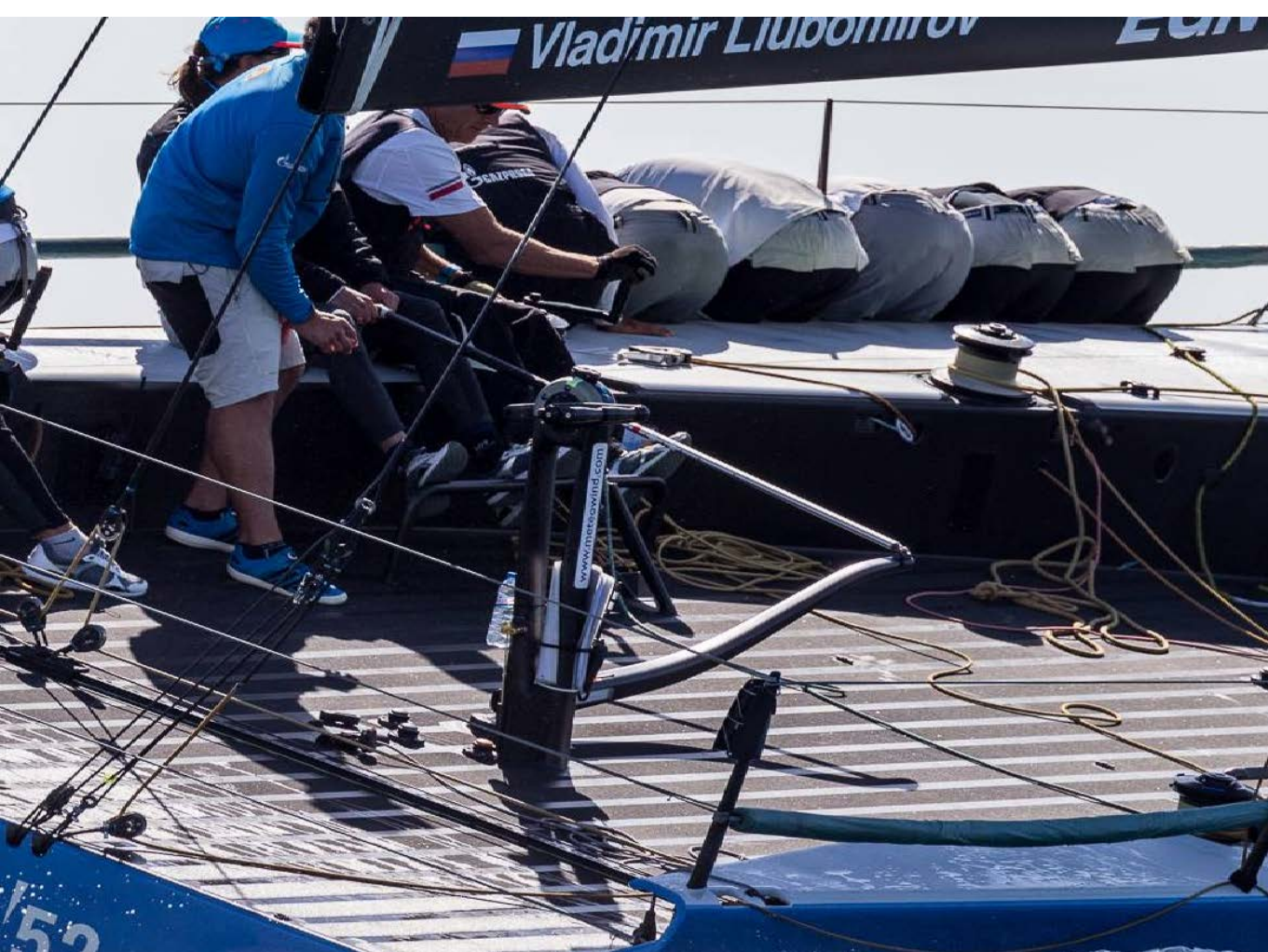


Meteorologo dell'imbarcazione Gazprom Bonenosec 2016  
Ex equipaggio di Luna Rossa : De Angelis, Ivaldi, Mongelli etc.



# Il TP 52 Bronenosec in bolina







# Meteorologo dell'imbarcazione Stig 2015- 2016

## Campione del mondo 2015

### classe Melges 32



[Home](#)

[About Us](#) ▾

[Forecast for Sailing](#) ▾

[Forecast for Glider](#) ▾

[Forecast KML file](#) ▾

[Contatti](#)

[Registrati](#) ▾



**Congratulations to Stig, Melges 32 World Champion 2015!**  
**Meteowind is proud to have offered its weather services to Stig.**

## Premessa

Mi preme segnalare che la passione per la materia e molte delle fondamentali conoscenze meteo sono dovute al mio incontro con il grande Maestro di meteorologia, colonnello Plinio Rovesti, durante il mio primo corso di pilota di aliante. Questo corso è dedicato alla sua memoria.

Di grande interesse scientifico furono e sono ancora i suoi studi sui fenomeni ondulatori dell'atmosfera sottostante alle catene montuose in America latina lungo tutta la cordigliera delle Ande.

**Bibliografia:**

**Meteorologia per i piloti di Volo a Vela** (Plinio Rovesti)

**La Meteorologia in Mare** Di Andrea Giuliacci, Raffaello Bellofiore, Paolo Corazzon

**La Meteorologia cap. 3 del Manuale del Volovelista** di Guido Bergomi

## Premessa

L'intento di questo corso è quello di trasferire ai partecipanti, per quanto possibile, le conoscenze meteorologiche acquisite da chi scrive in anni di studi e più di quaranta anni di meteorologia applicata al volo a vela e alla vela.

L'augurio è che questo corso possa rendere i partecipanti capaci di interpretare, prevedere e comprendere, i fenomeni legati al vento in tutte le sue forme.

Quale vento ?

Bibliografia:

**Meteorologia per i piloti di Volo a Vela** (Plinio Rovesti)

**La Meteorologia in Mare** Di Andrea Giuliacci, Raffaello Bellofiore, Paolo Corazzon

**La Meteorologia cap. 3 del Manuale del Volovelista** di Guido Bergomi

## Programma e argomenti trattati.

- Principi fondamentali della meteorologia
- L'atmosfera come enorme macchina termica.
- Diagrammi di stato reali.
- Diagrammi di stato previsti dai modelli con particolare attenzione a quelli di meteowind.
- Come lavorare sui diagrammi di stato: sia ricavati da palloni sonda che di Meteowind.
- Ottenere da essi tutte le informazioni necessarie all'interpretazione aerologica e volovelistica della giornata.
- Formazione delle inversioni termiche in giornate di atmosfera stabile.
- Termiche secche e con cumuli; formazione, velocità, andamento e loro sfruttamento.
- Formazione dei cumuli; umilis, fratti, congesti e nemi con particolare attenzione alla loro influenza ed interazione con le correnti ascensionali.
- Precipitazioni; loro sfruttamento nel volo a vela; dove si sale e dove si scende, dove c'è pericolo.

Segue programma e argomenti trattati.

- Aree di discontinuità atmosferica; è lì che c'è energia.
- Correnti dinamiche e termodinamiche: andamento, formazione e loro sfruttamento nel volo in costone.
- Volo in costone in dinamica e termodinamica, come sfruttarlo al meglio secondo la meteo del giorno e pericoli meteo associati in particolari condizioni meteo e di stabilità atmosferica.
- Effetti di canalizzazione e deformazione dei venti lungo valli ed ostacoli montuosi e spiegazioni su come vengono interpretati ed intercettati dal modello meteoWind.
- Pericoli associati a questi effetti nel volo in costone e sull'atterraggio fuoricampo.
- Atterraggio fuoricampo in rapporto alla situazione meteo; gli imprevisti sono sempre in agguato.
- Rotte energetiche: dalla grande intuizione di Attilio Pronzati al loro attuale sfruttamento.
- Differenze tra volo che sfrutta energia concentrata e volo in energia distribuita.



Segue programma e argomenti trattati.

- Convergenze e divergenze: significato, dove e come si formano e come si leggono sulle carte meteo di meteowind.
- Fronti di brezza: formazione e loro sfruttamento nel volo e come si leggono sulle carte meteo di meteowind.
- Italia come unico “gioiello” al mondo “incastonato” tra tre mari e che offre al volo a vela i tre fronti di brezza ad essi associati.
- Onde Orografiche stazionarie
- Sfruttamento ottimale delle onde nel volo a vela.
- Pericoli associati ad una cattiva interpretazione meteo di onda “instabile”.
- Rotori e vortici migratori.
- Termo-Onda: le due diverse interpretazioni: di Plinio Rovesti e di Guidantonio Ferrari.
- Sfruttamento del volo in termo-onda; quando e se conviene.
- Discussione finale e risposte a domande da parte dei partecipanti.

Durante il corso saranno presentati e discussi alcuni voli significativi inerenti agli argomenti trattati con particolare riferimento allo sfruttamento delle rotte energetiche.



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Chi siamo:

[www.meteowind.com](http://www.meteowind.com)

Meteowind nasce per lo studio e la ricerca meteorologia applicata.

Personalmente ho iniziato ad interessarmi di meteorologia sin da quando ancora il mai dimenticato Colonnello Bernacca presentava sull'unico canale TV le sue previsioni meteo.

Per la loro preparazione a volte usava anche un vecchio aereo biplano, con cui la mattina presto decollava dall'aeroporto dell'urbe per dare "un'occhiata" al cielo: allora le previsioni, in assenza di satelliti si facevano anche così.

Da allora tantissimo è cambiato, ma noi possiamo aggiungere alla modernità, alla tecnologia e ai software presenti nei nostri sistemi la nostra esperienza, proprio perché abbiamo vissuto sin dai suoi primi passi l'evoluzione di questa meravigliosa scienza.

Siamo costantemente in contatto con il N.O.A.A ( National Oceanic and Atmospheric Administration) in USA , da cui i nostri server raccolgono ogni 6 ore i dati atmosferici grezzi da elaborare. Lavoriamo in stretta collaborazione con l'associazione di studio e ricerca "Appennino Soaring Research ", e il nostro scopo è quello di migliorare sia la definizione, intesa come "maggior dettaglio" della previsione meteo, sia la sua affidabilità.

Per quanto detto , le nostre previsioni meteo tendono a realizzare carte a "Griglia di Risoluzione" sempre più piccola: oggi sino ad 1,5 km !

Altro scopo di questo corso, è quello di spiegare la meteorologia partendo da semplici basi elementari della termodinamica dell'atmosfera .

-Queste sono le fondamenta teoriche per capire l'inizio e l'evoluzione di tutti i fenomeni meteo ed in particolare per comprendere ed analizzare tutti quelli che interessano il volo.

-Inoltre si cercherà di insegnare ad interpretare lo scenario e l'evoluzione meteo del momento attraverso l'osservazione diretta dei fenomeni anche senza l'ausilio di ulteriori informazioni e strumenti. Un vecchio esperto volovelista e meteorologo mi disse una volta: "Guarda il cielo" e capirai tante cose sulla situazione meteo.

IL SOLE, LA TERRA E L'ATMOSFERA COME ENORME MACCHINA TERMICA.

Iniziamo con un'ipotesi impossibile e nel frattempo drammatica.

## Se il Sole si spegnesse ?

E' chiaro che ogni forma di vita sulla terra cesserebbe; ma prima di ciò, sicuramente in un lasso di tempo brevissimo, in meno di 60 giorni, ...

ogni alito di vento nell'atmosfera terrestre  
cesserebbe e l'aria diverrebbe totalmente  
immobile.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Prima di iniziare

Avete mai considerato che una buona conoscenza meteo, oltre a farvi volare con maggior sicurezza e con migliori performance vi può fa risparmiare anche qualche migliaia di euro ?



Non ci credete ?  
Ora vediamo come e perché

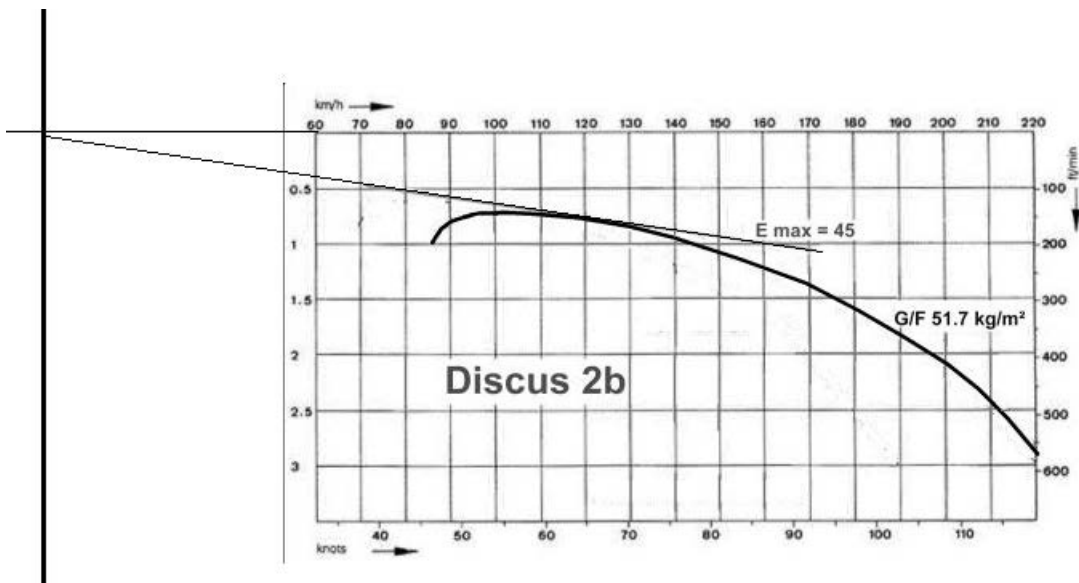
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Prima di iniziare

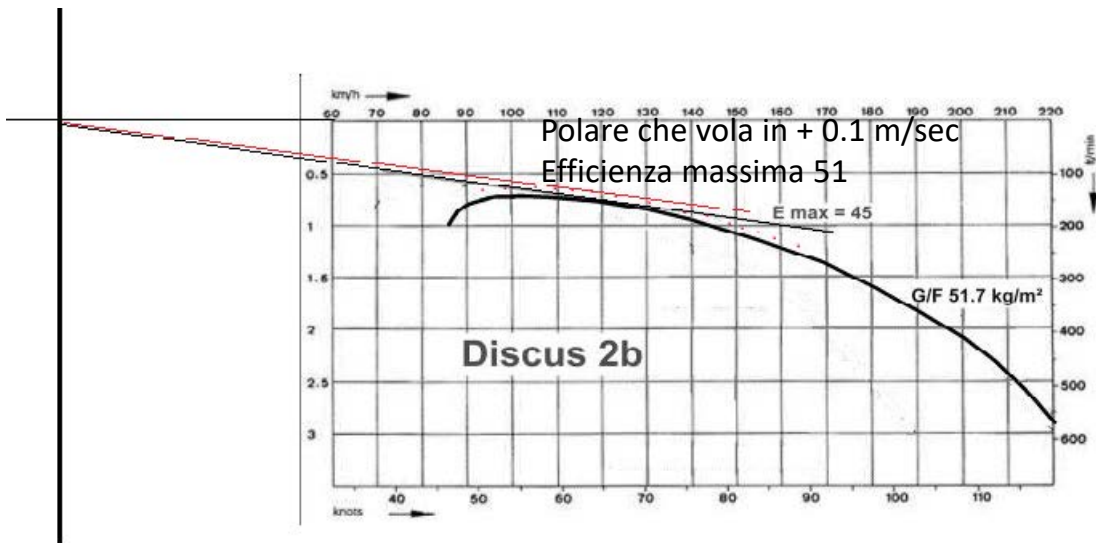
Un bravo pilota che ha ben studiato la meteorologia sta volando con un Discus 2b, eff. massima dichiarata 45.

Lui sa ben individuare le rotte energetiche e cerca di sfruttarle in planata: volo in costone, convergenze strade di cumuli, eventuali fronti di brezza:



Prima di iniziare

Torna da un volo e controlla le statistiche del tuo SeeYou: Netto in planata + 0,1



In un altro volo controlla le statistiche del suo SeeYou: Netto in planata + 0,2





Quanto costa in più un  
aliante con 61 di  
efficienza di uno con 45 ?

Prima di iniziare

Ed ora iniziamo proprio  
dall'inizio.

Chi già sa abbia pazienza,  
Altrimenti se tutti già  
sanno possiamo  
accelerare

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Perché gli alti strati dell'atmosfera più vicini al sole hanno temperatura molto più bassa di quelli vicino alla superficie terrestre?

-56° C ai limiti della tropopausa; circa 11.000 metri alle nostre latitudini.

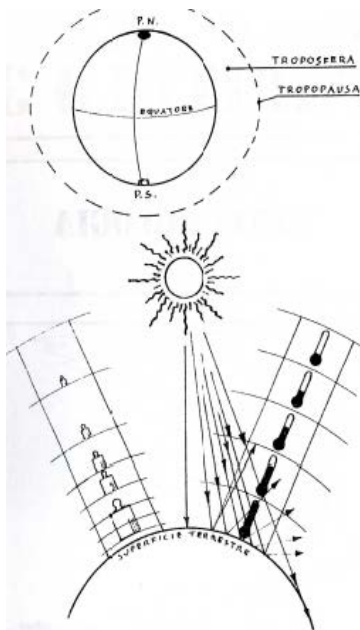
Questo fatto è proprio dovuto alla qualità dell'aria di essere "sufficientemente trasparente" a quasi tutta la radiazione luminosa proveniente dal sole, che la attraversa senza riscaldarla.

Quindi la radiazione luminosa, partendo dal Sole attraversa l'atmosfera, raggiunge la superficie terrestre che la assorbe in gran parte.

A causa di questo assorbimento la superficie terrestre si riscalda cedendo energia termica nella banda infrarossa, in modo particolare agli strati dell'atmosfera più vicini al suolo.

In prima approssimazione possiamo affermare che:

**Non è il sole che riscalda l'atmosfera ma è la superficie terrestre che ha ricevuto dalla natura questo compito.**



Approfondimento sulla trasparenza ed opacità dell'atmosfera alla radiazione luminosa.

Partiamo da lontano (Ma non troppo) : Esistono in natura oggetti opachi (legno, ferro ..etc.. e oggetti trasparenti (vetro , acqua .. ); ma l'atmosfera terrestre è trasparente?

La risposta è: sì! Però non a tutta la luce.

Qui è necessaria ora una piccola disquisizione teorica sulla radiazione luminosa.

La luce è un'onda elettromagnetica. Con essa viaggia tutta l'energia trasmessa dal sole.

Questa radiazione è costituita:

-**Da una piccola parte visibile** (In altre parole la luce che l'occhio umano è capace di percepire , ad iniziare dal colore rosso, poi il giallo .. verde...e così fino al violetto)

-**Da una parte invisibile** ma che in ogni modo esiste.

Approfondimento sulla trasparenza ed opacità dell'atmosfera alla radiazione luminosa.

La parte invisibile inizia da un lato con la luce infrarossa (o radiazione infrarossa che ha una lunghezza d'onda più lunga della luce rossa e che nella scala dei colori si trova prima del rosso) e dall'altro con la luce ultravioletta (o radiazione ultravioletta che ha una lunghezza d'onda più corta del violetto e che nella scala dei colori si trova subito dopo il violetto). In realtà il Sole emette energia anche sotto forma di altri tipi di radiazioni, ma queste esulano dal nostro corso.

Il sole irradia gli alti strati dell'atmosfera con circa 1367 Watt al metro quadro.

Di questi il 30% viene riflessa Nubi Oceani Ghiacci e neve

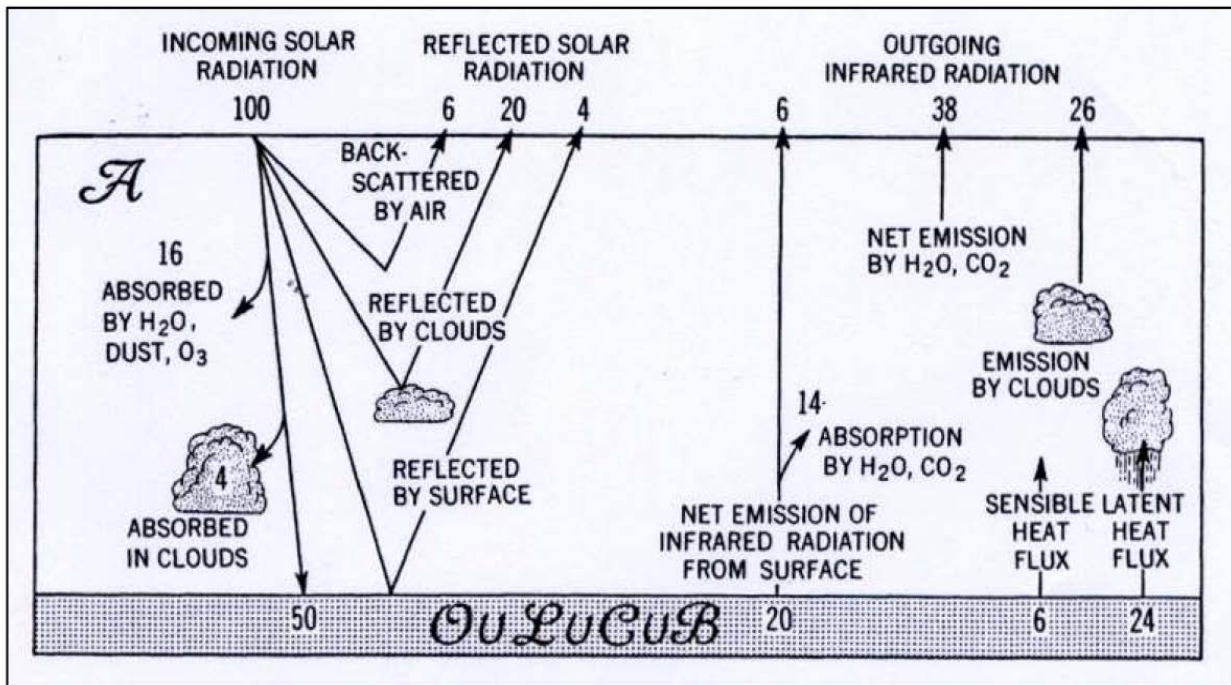
:

Il 70 % viene assorbito: Principalmente per il riscaldamento delle superficie terrestre

In piccola parte dalle nubi e dal vapor acqueo

Ma anche dalla fotosintesi clorofilliana

Approfondimento sulla trasparenza ed opacità dell'atmosfera alla radiazione luminosa.



Per chi volesse saperne di più: 100= radiazione totale incidente

Approfondimento sulla trasparenza ed opacità dell'atmosfera alla radiazione luminosa.

Torniamo ora al quesito sulla trasparenza dell'aria.

In prima approssimazione possiamo dire che la nostra atmosfera è “**poco opaca**” per tutta la luce che va dal rosso all'ultravioletto (l'ultravioletto viene filtrato dallo strato dell'ozono ad altissime quote, o almeno così era prima del “Buco dell'ozono”, un'altra minima parte viene assorbita dalle nubi mentre parte del blu è diffuso negli alti strati ). Per questo motivo il cielo assume il colore blu.

Sempre in prima approssimazione possiamo affermare **che circa la metà o poco più di tutta l'energia solare che entra nell'atmosfera va a riscaldare la superficie terrestre**. L'altra parte viene in parte riflessa dai vari strati dell'alta atmosfera ed in parte assorbita.

**Il suolo si riscalda per irraggiamento solare e cede poi il suo calore all'atmosfera, per radiazione, contatto, convezione e calore latente di condensazione**

Calore latente di condensazione.

Evaporazione e condensazione: Grande trasportatore di calore sul nostro pianeta.

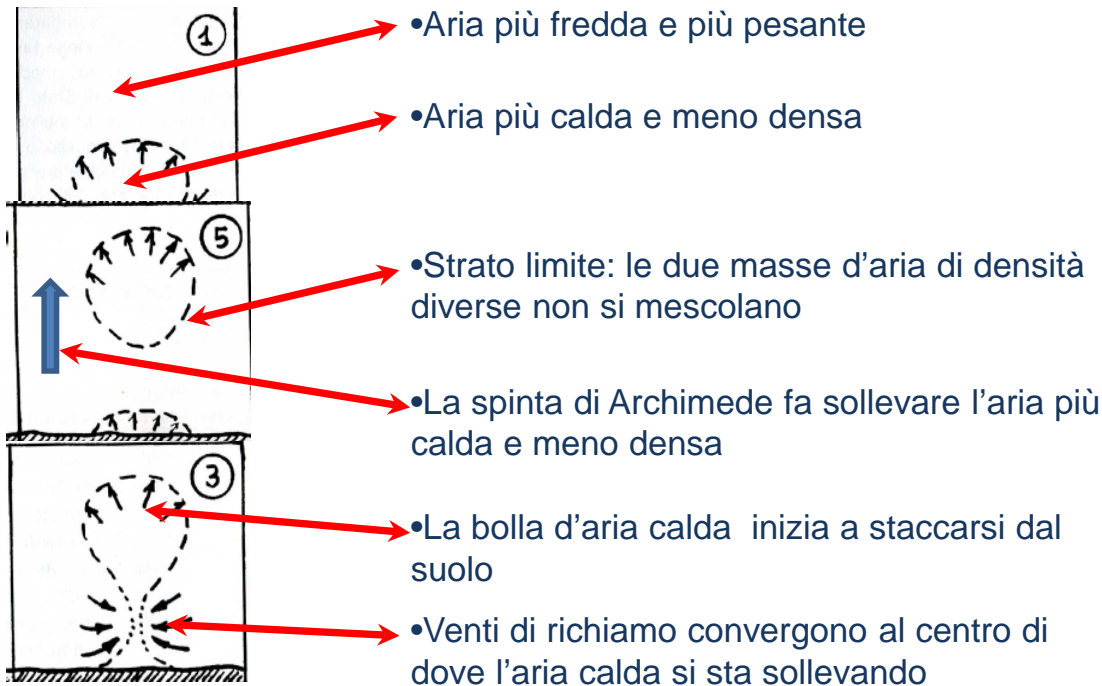
In particolare la cessione di calore all'atmosfera per condensazione del vapore acqueo, costituisce un processo fondamentale del clima terrestre. Senza questo processo le zone temperate sarebbero freddissime ed enormi ammassi di ghiaccio.

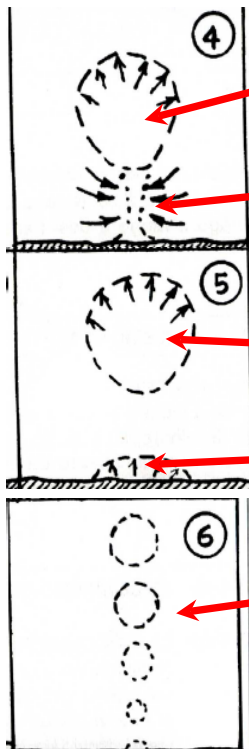
**Questo processo è in definitiva un enorme «trasportatore» di calore dalle aree più calde ( aree tropicali ed equatoriali), verso le aree meno calde.**

**Infatti la gran parte dei processi di evaporazione delle acque del nostro pianeta avvengono negli oceani tropicali ed equatoriali, le cui acque così si riscaldano di meno in quanto assorbono grandi quantità di calore per il processo di evaporazione.**

**Questo calore, che è contenuto in forma latente nel vapore acqueo, gas invisibile, viene ceduto all'atmosfera quando questo condensa. Esempio; nelle nubi delle perturbazioni delle aree temperate del Mediterraneo .**







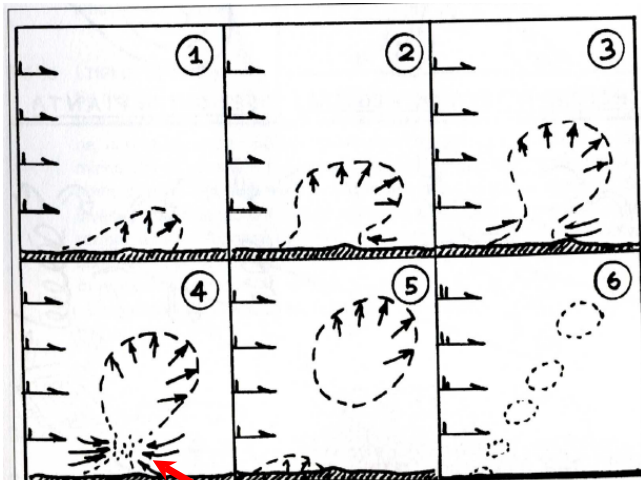
•La bolla di aria calda si stacca dal suolo e sale

•Il vento di richiamo aumenta con probabili vortici e turbolenze: “mulinelli” simili a piccole trombe d’aria

•La bolla d’aria si stacca definitivamente dal suolo ed inizia la sua salita

•Una nuova bolla d’aria più calda si sta riformando vicino al suolo

•Diverse bolle di aria più calda si susseguono sempre più frequenti mano a mano che aumenta la temperatura



- Il vento sotto-vento è più debole di quello sopra-vento, ma spesso è più turbolento

## Strato limite e distacco delle termiche

La bolla termica è coperta da uno strato limite, simile alla membrana superficiale che possiamo osservare intorno ad una goccia d'acqua o alla superficie dell'acqua in un bicchiere colmo fino al bordo.

Così come una goccia di liquido che cerca di cadere da un contagocce è trattenuta da questa membrana superficiale, e per farla cadere è necessaria una certa pressione sulla peretta, così le termiche restano ancorate al suolo per la stessa ragione fisica, e per avere il loro distacco è necessario l'intervento di una certa «energia» dall'eterno .

In mancanza di questa energia «esterna» il distacco delle termiche è molto difficoltoso e occorrono a volte anche differenze di temperature elevate. Ed è per questo motivo che in giornate senza vento le termiche sono più rare

## Strato limite e distacco delle termiche

Un leggero vento è quindi un buon fattore per favorire il distacco delle termiche.

L'assenza di vento è quindi un cattivo viatico per qualsiasi forma di veleggiamento. Inoltre vedremo ora che può divenire un fattore di rischi per i parapendio e deltaplano in fase di decollo e atterraggio

In una calda giornata con calma di vento, lungo i pendii assoluti la nostra bolla termica, prima che sia iniziata una vera attività termo-convettiva, prima del suo distacco si dovrà riscaldare moltissimo prima del suo distacco, e raggiungerà un forte strato «superadiabatico= molto più calda dell'aria sovrastante»

Quando alla fine il distacco avviene, la bolla subirà nei primi strati una fortissima accelerazione perché molto più calda dell'aria sovrastante. Questo distacco con moto accelerato sarà così caratterizzato da venti di richiamo localmente intensi ( 20-150 metri) ed improvvisi, associati a turbolenze e probabili ..

## Dust Devil

Parapendio e delta: fare attenzione



## Dust Devil

Premesso che in Italia non sono frequentissimi:

Come prevedere la formazione di un Dust Devil.

- Giornata calda assoluta senza vento (anche se in ombra perché sottovento)
- Terreno o pendio secco e arido
- Terreno o pendio uniforme
- In un pendio il fenomeno può presentarsi quando ancora le correnti termodinamiche di pendio non si sono formate.
- In assenza di vento sentiamo la temperatura aumentare e sul pendio vediamo l'atmosfera vicino al suolo tremolare, questo vuol dire che si sta formando la bolla in uno stato fortemente super-adiabatico; meglio rinviare il decollo di qualche minuto sin tanto che la bolla termica non sarà partita.

**A questo punto è lecito farsi la domanda:  
Fin quando ( fino a che quota) l'aria calda sale ?**

**Risposta: Continuerà a salire sin tanto che l'aria che la circonda è più fredda.  
Ricordiamo che l'aria più calda è più leggera e sale per spinta di Archimede**

**L'aria calda che sale proseguirà la sua salita sino a che incontrerà  
aria alla sua stessa densità, ovvero alla sua stessa temperatura.**

**Ma a quale quota l'aria che sale incontrerà aria alla sua stessa  
temperatura?**

**Per rispondere a questa domanda ci vengono incontro i  
sondaggi termodinamici dell'atmosfera.**



## Sondaggi termodinamici



Dalle principali stazioni meteo di tutto il mondo ad intervalli di 6-12-24 ore, vengono lanciati dei palloni sonda meteorologici che hanno il compito di ritrasmettere a terra tutti i dati meteo necessari alla comprensione delle caratteristiche della massa d'aria dal livello del mare sino ai 15.000 metri circa..

Gli intervalli con cui vengono lanciati questi palloni variano in funzione dell'importanza della stazione meteo.

Ad esempio da pratica di Mare e da Brindisi otteniamo 2 sondaggi al giorno (00.00 e 12.00 zulu) mentre da San Pietro Capofiume generalmente riceviamo un solo sondaggio (In genere quello delle 00.00 zulu).

## Sondaggi termodinamici

### Stazioni italiane di radiosondaggio

- Brindisi Casale
- Bologna S.Pietro Capofiume
- Cagliari Elmas
- Cuneo Levaldigi
- Milano Linate
- Roma Pratica di Mare
- Trapani Birgi
- Udine Campoformido

## Sondaggi termodinamici

I palloni sonda nella loro salita trasmettono a terra i seguenti parametri: Temperatura, Temperatura di rugiada (umidità), pressione atmosferica. Vento e quota vengono calcolati in seguito; dallo scarroccio e dall'effettiva altezza a cui era stata misurata quella pressione. Il calcolo diretto di questi parametri sulla sonda sarebbe troppo costoso. ( Molte sonde vanno perdute)

Oggi più che i sondaggi termodinamici reali, cioè quelli realizzati dai dati diretti dei palloni sonda, oggi sono di notevole interesse quelli **«Previsti»** elaborati dai modelli fisico matematici previsionali.

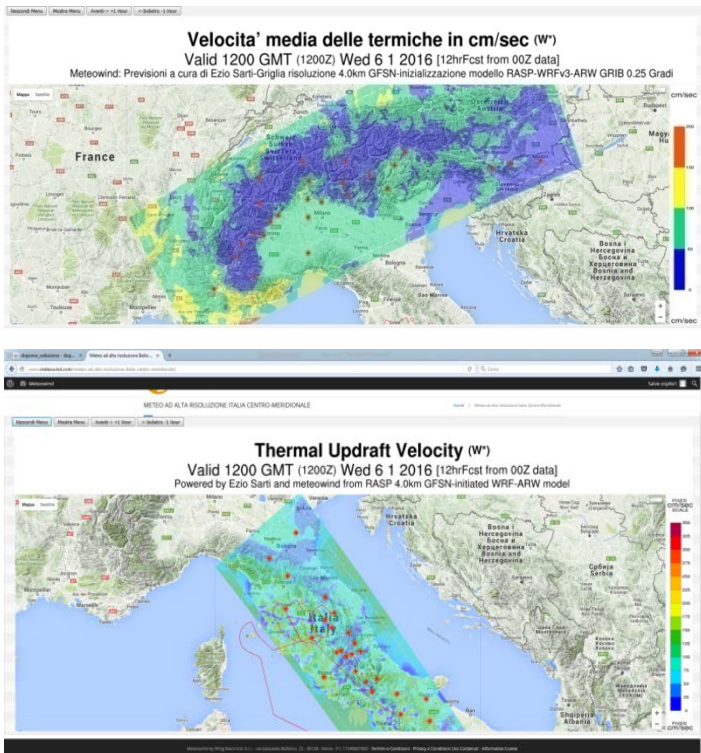
Questi hanno il vantaggio di poter presentare all'utilizzatore i sondaggi previsti a qualsiasi ora e in qualsiasi luogo, mentre quelli reali si riferiscono sempre ad uno stato ormai passato e solo in determinati punti. Vale a dire le verticali degli aeroporti di lancio

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Sondaggi termodinamici

Sul sito [meteowind.com](http://meteowind.com) sono disponibili per tutta l'Italia più di 55 località  
Di cui si possono avere i sondaggi previsti ad ogni ora





METEO AD ALTA RISOLUZIONE ALPI CENTRALI

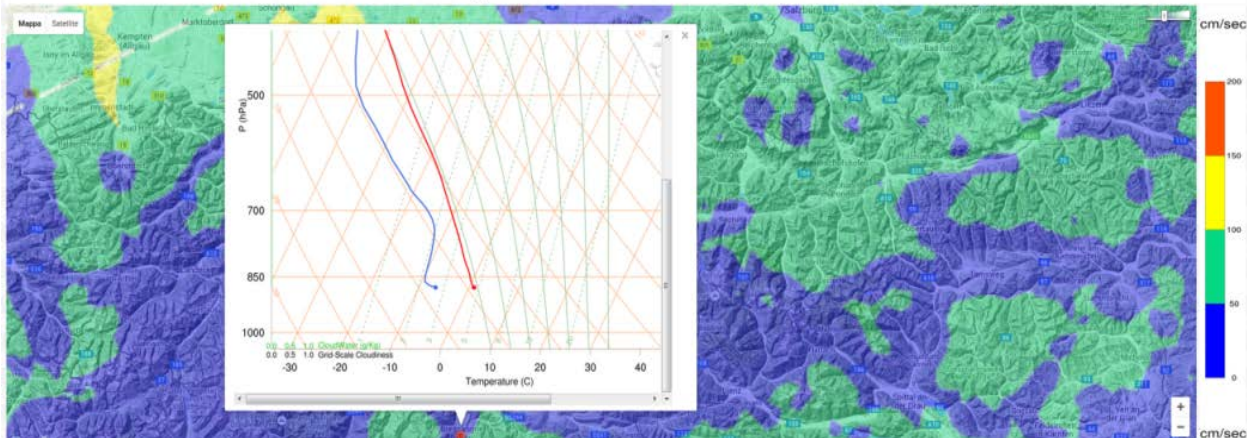
Home / Meteo ad alta risoluzione Alpi Centrali

Reincendi Menu Mostra Menu Avanti -> +1 Hour Indietro -< -1 Hour

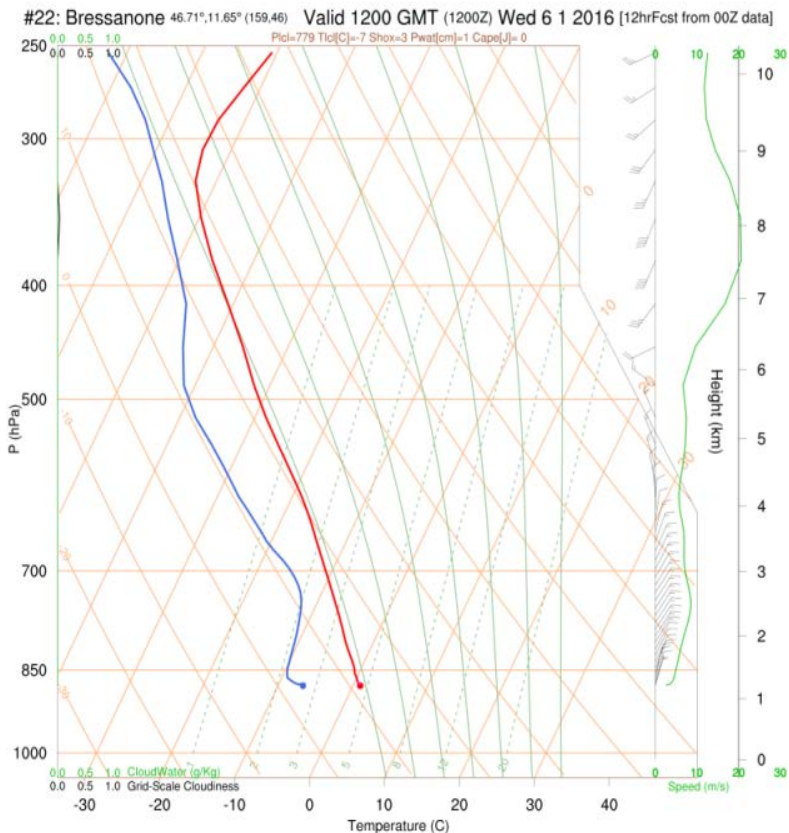
## Velocita' media delle termiche in cm/sec (w\*)

Valid 1200 GMT (1200Z) Wed 6 1 2016 [12hrFcst from 00Z data]

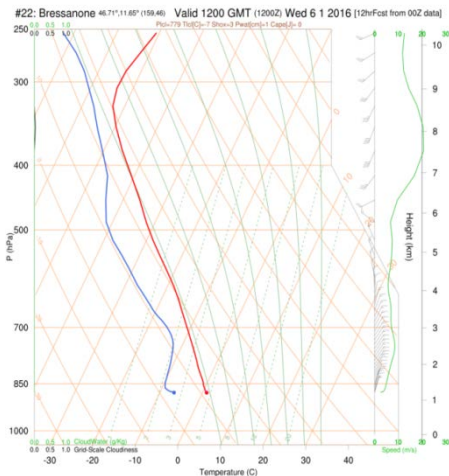
Meteowind: Previsioni a cura di Ezio Sarti-Griglia risoluzione 4.0km GFSN-inizializzazione modello RASP-WRFv3-ARW GRIB 0.25 Gradi



## Sondaggi termodinamici



## Sondaggi termodinamici



# Come leggere ed usare i Sondaggi di meteowind

## Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli

Dal sondaggio termodinamico ora siamo in grado di prevedere se le termiche saranno deboli o forti.

Se saranno più forti vicino alla base di condensazione o se tutto fa prevedere che le dovremo abbandonare ben prima della base del cumulo.

A tal proposito occorre ricordare che il modello meteowind nelle sue carte della base di condensazione dei cumuli offre sul menù due tipi di mappe della base di condensazione e dell'esistenza dei cumuli.


**Base Cumuli:** Dove si formeranno e che base di condensazione avranno tutti i cumuli = cumuli di qualsiasi tipo.

**Base Cumuli a forte sviluppo verticale:** Dove si formeranno e che base avranno solo i cumuli di una certa «consistenza»

Sotto questi ultimi, in mancanza di precipitazioni ci dobbiamo aspettare termiche più forti in vicinanza della base di condensazione per effetto succhiamento



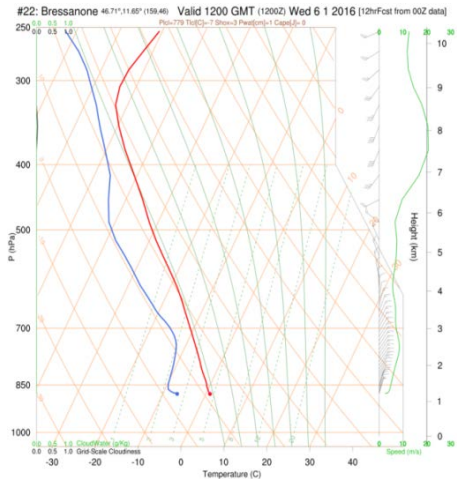
Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli

Nascondi Menu	Mostra Menu	Avanti-> +1 Hour	<-Indietro -1 Hour
<p>Venerdi 12 Feb-Grid 1.8 Km</p> <p>Venerdi 12 Feb-Grid ris.ne 4 Km</p> <p>Sabato 13 Feb-Grid ris.ne 4 Km</p> <p>Domenica 14 Feb-Grid ris.ne 4 Km</p> <p>Lunedì 15 Feb-Grid ris.ne 4 Km</p> <p>&gt;IERI:Giovedì 11 Feb-ris. 4 Km</p>		<p>0700</p> <p>0800</p> <p>0900</p> <p>1000</p> <p>1100</p> <p>1200</p> <p>1300</p> <p>1400</p>	<p>Mappa</p> <p>Satellite</p> 
<p>Premi per lista completa</p>			
<p><b>--- PARAMETRI NUBI ---</b></p> <p><b>Base Cumuli</b></p> <p><b>Base Cumuli forte sviluppo verticale</b></p> <p><b>Precipitazioni piovose in mm nell'ora precedente</b></p> <p><b>--- PARAMETRI VENTO ---</b></p> <p><b>Vento in Superficie (10m)</b></p> <p><b>Vento medio strato mescolamento</b></p>			

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Sondaggi termodinamici



## Temporali! Formazione ed Evoluzione

1). L'aria che sale si espande

2). L'aria che si espande si raffredda

3). Raffreddandosi raggiunge la sua temperatura di rugiada.

Questa temperatura è chiamata **temperatura di rugiada** o dew-point.



4). Alla quota della temperatura di rugiada in su l'aria condensa. Si forma un piccolo cumulo: "Cumulus Umilis"



Si forma il cumulo.

Quindi il cumulo non è altro che la condensazione dell'umidità contenuta nella massa d'aria che sale. La base di condensazione dei cumuli, quindi la parte più bassa della nube, può variare a seconda della temperatura e dell'umidità dell'aria e può andare dalle poche centinaia di metri 200 / 300 metri nelle stagioni fredde autunnali e invernali fino a 3000 e addirittura 5000 metri nelle calde giornate estive.

## 6). L'aria che condensa si riscalda per calore latente di condensazione.

Questo è un punto cruciale da cui dipende gran parte della comprensione della meteorologia. Quando il cumulo inizia a formarsi, l'umidità contenuta nell'atmosfera si trasforma passando dallo stato gassoso a quello liquido. In questo passaggio di stato, da gassoso a liquido viene sviluppato calore.

In altre parole, nel passaggio di stato viene ceduto all'ambiente tutto il calore (energia termodinamica) che la nostra aria aveva accumulato sotto forma di umidità quando l'acqua era evaporata passando dallo stato liquido allo stato gassoso. (Ad esempio quando l'acqua del mare o di un lago, era evaporata in vapor acqueo contenuto in forma invisibile nell'atmosfera). Bisogna notare che questa quantità di calore ceduta all'ambiente dall'aria che condensa è molto elevata.

Riscaldandosi ancora di più a causa di questo fenomeno, l'aria all'interno del cumulo sarà ancora più leggera dell'aria circostante (aria più calda ---> aria più leggera).

Essendo più leggera salirà ancora di più; salendo si espande; espandendosi si raffredda; raffreddandosi si condensa; condensandosi si riscalda; riscaldandosi si alleggerisce chiudendo così il ciclo che continua.

Temporali! Formazione ed Evoluzione

**7). Si forma il Cumulo Congesto! Il Congesto si identifica dagli enormi mammelloni a forma di cavolo fiore**



## Temporali! Formazione ed Evoluzione

### Dal Cumulo Congesto al Cumulo Nembo (Cb)

Nell'interno del congesto la velocità di salita aumenta in modo vorticoso, e l'aria continua a salire sempre più velocemente facendo crescere il cumulo sia in spessore che in larghezza. L'aria **continua a raffreddarsi di 0.5° C ogni 100 metri di salita, se non incontra inversioni termiche raggiunge lo zero termico.**

Da questo punto in poi il cumulo ben presto assume la caratteristica forma ad incudine e diventa un'altra cosa: IL Cumulus Congestus si chiama ora Cumulus Nimbus cioè la classica nube temporalesca

## Temporali! Formazione ed Evoluzione



fase 1=cumulus; fase 2=Cumulus Congestus; fase 3 , 4 , 5 , 6 Cumulus Nimbus  
Dopo che all'interno del cumulo congesto la temperatura ha raggiunto lo zero termico il cumulo prende il nome di cumulonembo. Il vapore acqueo condensato si trasforma in ghiaccio. In questo nuovo passaggio di stato, dallo stato liquido allo stato solido, abbiamo ancora una volta cessione di calore. Nel passaggio da acqua condensata a -> ghiaccio, l'aria cede all'ambiente sottoforma di calore la stessa quantità di energia termica che sarebbe necessaria per sciogliere la stessa quantità di ghiaccio.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione



Nella foto qui sotto a sinistra è visibile un cumulonembo formatosi a Porto Santo Stefano con annessa tromba d'aria qualche anno fa.

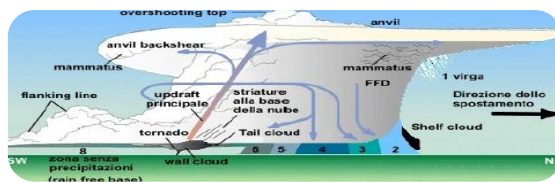
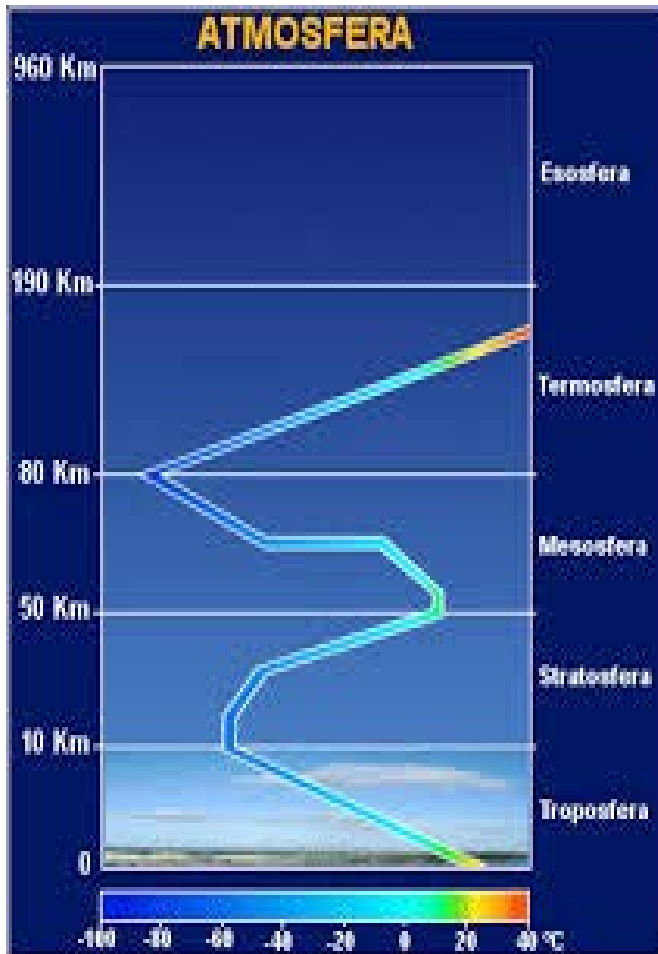


Super-cella Temporalesca poco prima che scateni un tornado = “ Tromba d’aria”



## Temporali! Formazione ed Evoluzione





# Corso di meteorologia applicata

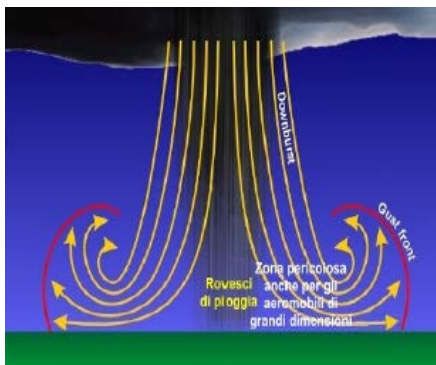
A cura di Ezio Sarti

Foto dell'Etna in eruzione di dicembre 2015. Neppure i fumi infuocati del vulcano riescono a superare l'inversione termica della Tropopausa



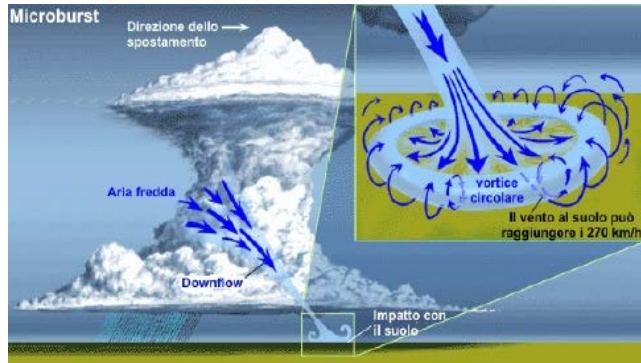
Temporali! Formazione ed Evoluzione

## VENTI NELLE VICINANZE DEL TEMPORALE



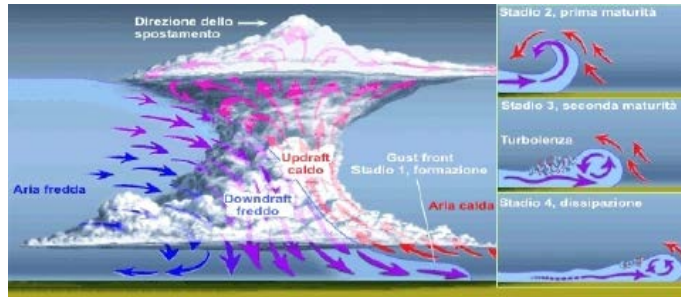
Subito davanti alle precipitazioni, di fronte a gli scrosci di pioggia o di grandine, molto spesso è associato il fenomeno detto “Downburst”. Questo è costituito da fortissime correnti d'aria discendente. L'aria che è a contatto con gli scrosci di grandine o di pioggia si raffredda bruscamente e si appesantisce; l'aria più fredda, più pesante, precipita al suolo con violenza impetuosa determinando delle fortissime ed improvvise raffiche di forte intensità, in genere sono intorno ai 45 nodi, ma spesso possono raggiungere anche i 60 / 70 nodi.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione



Come indicato in uno dei disegni riportati qui sopra, in alcuni casi questo fenomeno può determinare dei vortici al suolo che possono raggiungere anche i 270 chilometri orari, generando zone fortemente turbolente. (Microburst). Esaminiamo ora l'andamento dei venti intorno al cumulonembo ed in particolare nella sua parte anteriore perché è proprio quella che ci interessa nel caso in cui il cumulo nembo sia diretto proprio verso di noi.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione



All'inizio il vento tende a dirigersi verso il temporale ed aumentare di intensità mano a mano che il temporale si avvicina . Ad un certo punto, quando saremo ormai sotto il nero della nube arriva il momento temuto: l'aria diventa improvvisamente più fredda (la temperature si abbassa anche di diversi gradi, in estate anche 15 / 20 °C) il vento cambia improvvisamente di direzione ruotando di 180 gradi, da centripeto (verso la nube) diventa centrifugo ( dal temporale verso di nodi ), improvvise, fortissime e violente raffiche si susseguono per alcuni minuti. Subito dopo saremo colpiti da intense piogge e/ o grandinate.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione

### **Downburst e Micro Burst**

#### **Fenomeno che diventa pericolosissimo vicino al suolo.**

Prima che si scoprisse, quando lo incontravano, gli aerei di linea spesso cadevano al suolo soprattutto in fase di atterraggio, oggi lo evitano grazie ad appositi Radar installati negli aeroporti più importanti che riescono a segnalare il fenomeno ai piloti.

Inoltre, ora che il fenomeno è conosciuto, anche i piloti vengono addestrati ad eseguire manovre ragionate e non istintive e affrontare la situazione nei casi in cui l'aereo vi capitasse dentro nonostante tutti gli strumenti:

**FATTO STA CHE IN PRESENZA DI UN VIOLENTO DOWNBURST IN CORTO FINALE UN AEREO DI LINEA CERCA DI NON ATTERRARE PER QUELLA PISTA. QUESTO DEVE ESSERE CHIARO.**



## Temporal! Formazione ed Evoluzione

### **Downburst e Micro Burst**

Poiché il fenomeno del Down Burst si presenta LOCALMENTE di breve durata, spesso lo scenario era che alcuni aerei riuscivano regolarmente ad atterrare ( esempio 4 aerei in finale atterravano senza problemi, perché il downburst era in «preparazione» , ma non ancora presente), se appena atterrato il 4° , l'invisibile downburst poi si abbatteva sul 5°aereo in atterraggio, ecco che questo subiva il fenomeno con grave rischio di cadere al suolo.

Di questi incidenti ne è piena la storia ( decine di incidenti anche con molte vittime).

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Temporali! Formazione ed Evoluzione

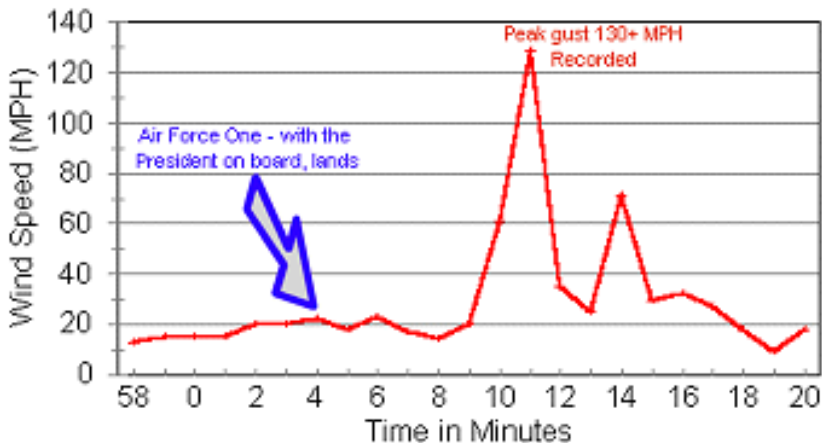
Downburst e Micro Burst

***Esempio del grafico della velocità del vento in un Micro burst in un caso pratico accaduto all'aereo presidenziale Air Force One il primo agosto del 1983***

Vento in pochi minuti passa da 12- 20 nodi a 130 nodi e dopo un minuto ritorna a 30 nodi

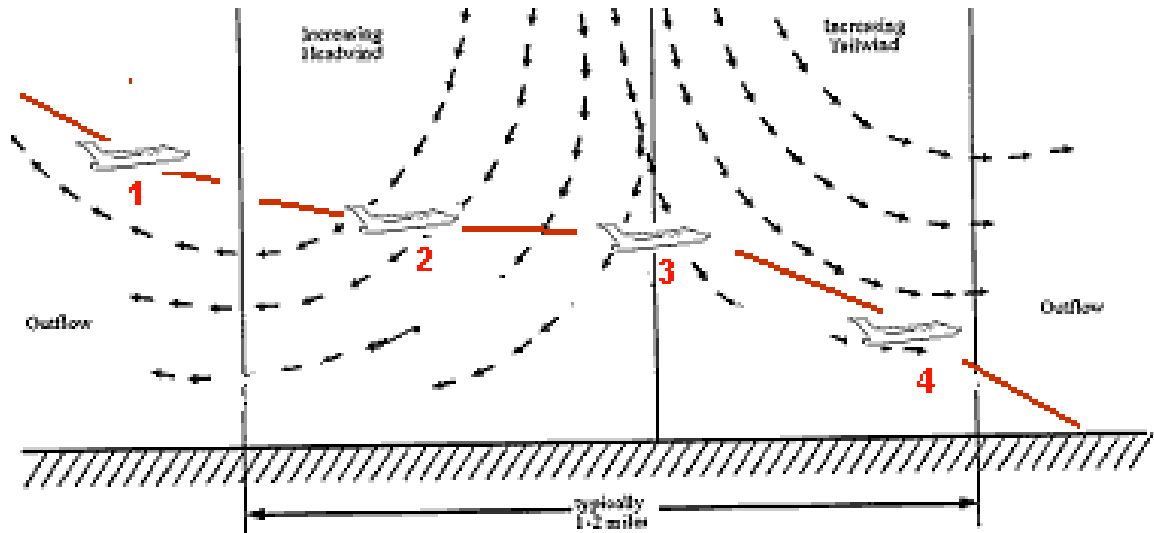
## Microburst Wind Speeds

Recorded in Washington DC Aug 1, 1983



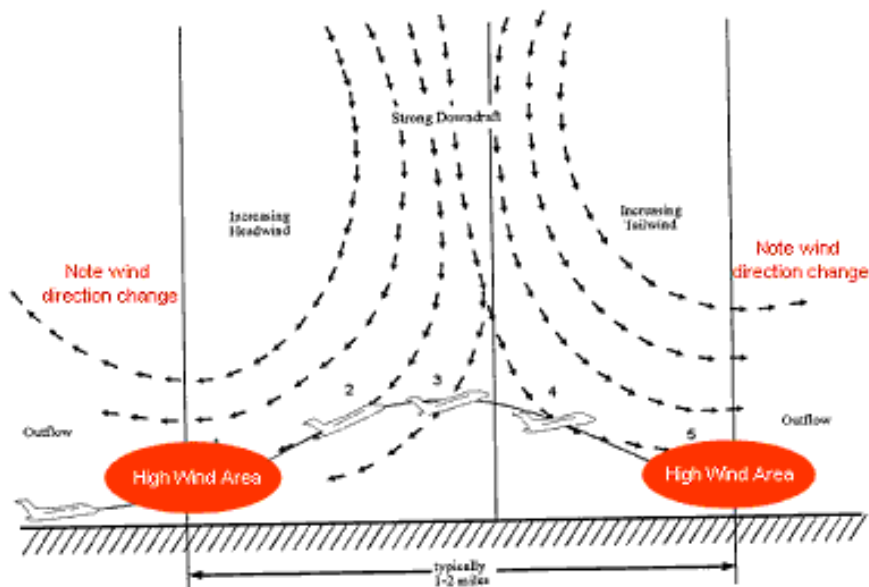
## Temporali! Formazione ed Evoluzione

### Downburst in atterraggio



Temporali! Formazione ed Evoluzione

## Downburst in decollo



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Temporali! Formazione ed Evoluzione

Filmato evoluzione di un temporale vicino Bari



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Temporali! Formazione ed Evoluzione

Salita davanti a precipitazioni nevose.



Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

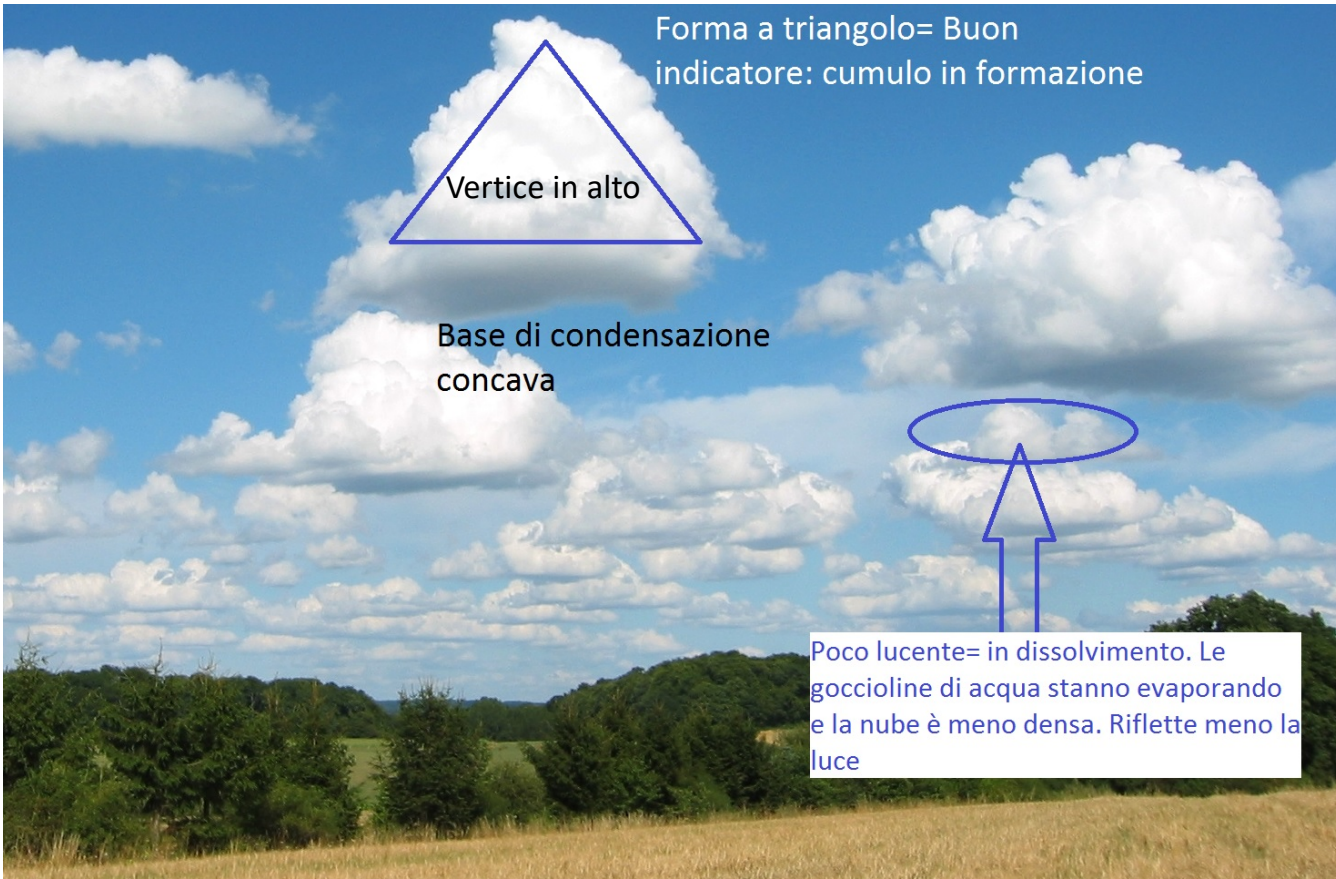
Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli

Forma a triangolo= Buon  
indicatore: cumulo in formazione

Vertice in alto

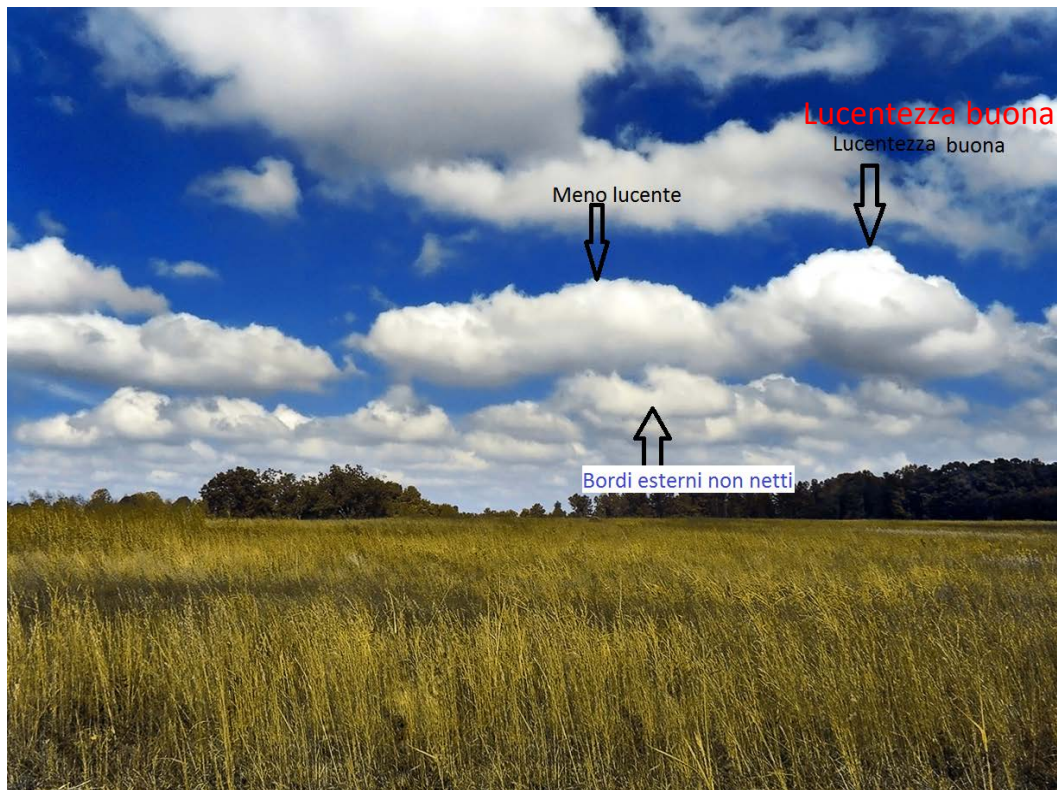
Base di condensazione  
concava

Poco lucente= in dissolvimento. Le  
goccioline di acqua stanno evaporando  
e la nube è meno densa. Riflette meno la  
luce





## Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli



Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli



Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli



Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli

Fratto-cumuli sotto base nube temporalesca  
Attenzione : Turbolenze . Probabili trombe d'aria,  
forte wind shear



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Termiche in funzione dell'aspetto dei cumuli



## Temporali! Formazione ed Evoluzione

Sino a questo punto abbiamo esaminato solo l'evoluzione del temporale, partendo dalla massa d'aria che inizia a salire fino alla formazione del cumulo nembo, ma abbiamo accennato solo ad una delle cause che portano alla formazione dei temporali. Queste possono essere:

- 1) Il surriscaldamento degli strati dell'atmosfera vicino al suolo nelle calde giornate estive.
- 2) Il sollevamento di masse d'aria lungo costoni montuosi in presenza di forte instabilità atmosferica e o di aria fredda in quota
- 3) Presenza di aria fredda sulla superficie marina. In questo caso se il mare è più caldo dell'aria fredda in arrivo sulla sua superficie (cosa che spesso si può verificare durante la stagione invernale) il mare stesso inizia a riscaldare gli strati atmosferici vicino ad esso, l'aria così riscaldata inizia a salire iniziando il ciclo del temporale.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione

..Segue cause che portano alla formazione dei temporali.

4)Avanzamento di linee di instabilità

5)Avanzamento di fronti freddi

6)Presenza di “Gocce fredde” in quota

## Temporali! Formazione ed Evoluzione

Il caso descritto e approfondito è quello di un temporale estivo; è il temporale classico a singola cella, quello delle calde giornate estive, umide e quasi sempre afose sin dal mattino. Puntualmente in queste giornate ad iniziare dalle zone interne montuose si scatenano forti temporali nel primo pomeriggio. A volte questi temporali possono raggiungere anche la costa ma raramente riescono a dare fenomeni significativi sul mare, raggiunto il quale generalmente si dissolvono.

Ciò avviene perché la superficie del mare in estate durante le ore calde del giorno è più fredda della superficie terrestre e quindi anche l'aria che sovrasta la superficie marina (fresca in basso e più calda in alto) è più fresca e stabile dell'aria che si trova sulla terra, e l'aria fredda come visto è più pesante e quindi non riesce a risalire quella più calda e leggera sovrastante.

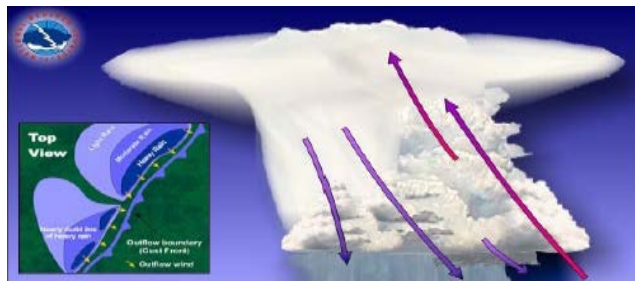
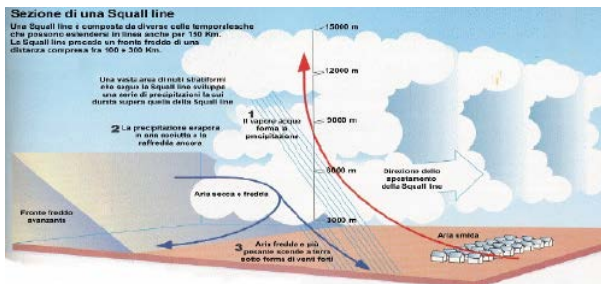
Sulla superficie del mare in questo caso si arrestano tutti i moti convettivi dell'aria verso l'alto. Questo significa che si arresta l'elemento fondamentale per la formazione dei cumuli; la corrente ascensionale termica dell'aria.



## Temporali! Formazione ed Evoluzione

Di maggiore interesse per le regioni marine sono i casi descritti ai punti 3, 4 e 5. Questi fenomeni (3,4,5) sono più frequenti durante le stagioni fredde. In inverno la superficie del mare è più calda (meno fredda) della superficie della terra ferma. In questo stato, qualsiasi piccolo impulso di aria fredda in arrivo ha meno effetto sulla terra ferma perché anche lì l'aria era fredda, lo ha invece sul mare dove l'aria è meno fredda e viene sollevata dall'aria più fredda in arrivo. Si inizia così sul mare il ciclo del temporale qualora sussistano anche le condizioni di instabilità ed umidità sufficienti alla formazione ed evoluzione dello stesso temporale. E' per questo motivo che nelle stagioni fredde i temporali in mare sono più frequenti mentre sulla terra ferma sono più frequenti in estate. Il fenomeno descritto. ( 4) è anche chiamato linea di Groppi.

## Temporali! Formazione ed Evoluzione



La linea di groppo, conosciuta anche come squall line, è l'originaria denominazione del fronte freddo e consiste in una ristretta fascia di temporali con un continuo e ben sviluppato fronte sul bordo principale della linea. Quest'aria densa e fredda, solleva l'aria calda umida nel suo percorso e può iniziare l'ampliamento (convezione complessa) in cui celle fra loro vicine si consolidano dentro una torreggiante Squall Line di larghi temporali allineati secondo la direzione dei venti prevalenti. La convezione complessa libera un'enorme quantità di calore latente di condensazione dando origine a fenomeni intensi con sviluppo di fortissime raffiche lungo tutta la linea dei groppi.

Come interpretare una giornata con l'osservazione del sondaggio.

I sondaggi ci danno tutte le informazioni essenziali per una buona pianificazione del nostro volo :

Ci dicono:

- 1) Quando possiamo decollare
- 2) Ora per ora che quota potremo fare con l'aliante
- 3) Se avremo termica secca o cumuli
- 4) Lo spessore dei cumuli
- 5) Se la giornata potrà degenerare
- 6) Se le termiche saranno forti o deboli
- 7) Se le termiche saranno turbolente
- 8) Se le termiche saranno più deboli o più forti avvicinandosi alla base del cumulo
- 9) Se ci potrà essere onda o termo-onda
- 10) Fino a che quota sarà sfruttabile l'onda
- 11) Quando (a che ora) finiscono le termiche

Come interpretare una giornata con l'osservazione del sondaggio.

I sondaggi ci danno tutte le informazioni essenziale per una buona pianificazione del nostro volo :

Dovremmo già essere in grado di capire come dal sondaggio si possono avere tutte queste informazioni, ma forse meritano un ulteriore approfondimento i punti 6-7-8

- 6) Se le termiche saranno forti o deboli
- 7) Se le termiche saranno turbolente
- 8) Se le termiche saranno più deboli o più forti avvicinandosi alla base del cumulo

Apriamo una discussione su questi punti

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Come interpretare una giornata con l'osservazione del sondaggio.

I sondaggi ci danno tutte le informazioni essenziali per una buona pianificazione del nostro volo :

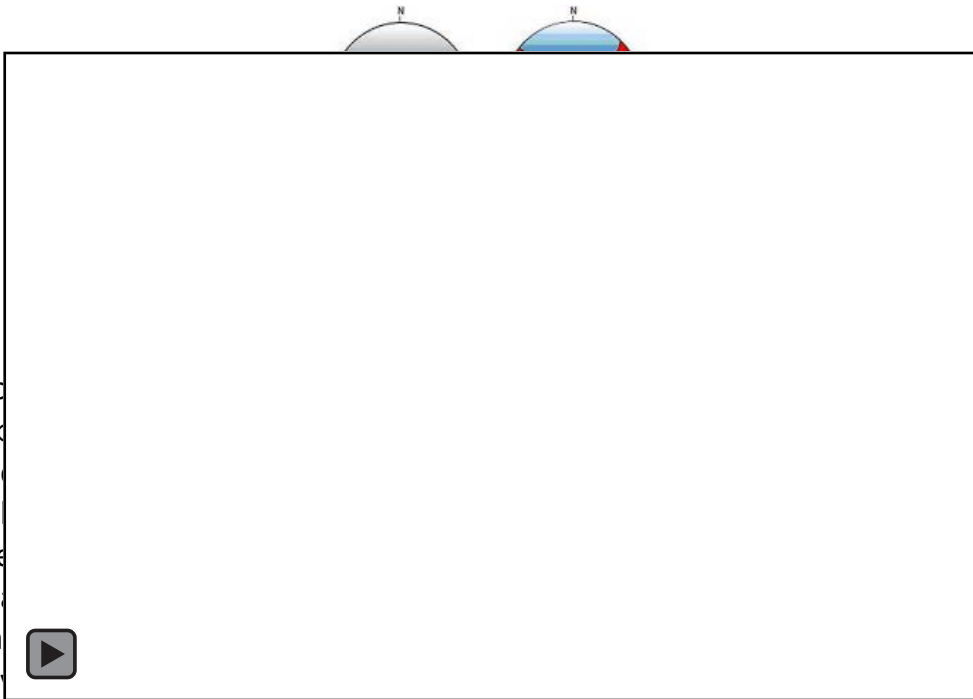


## Tipi di Nubi

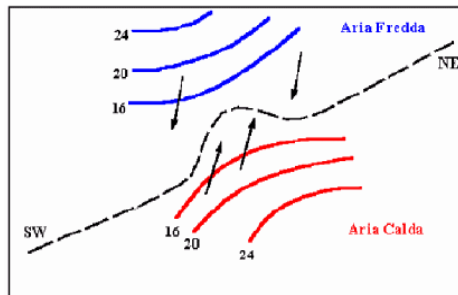
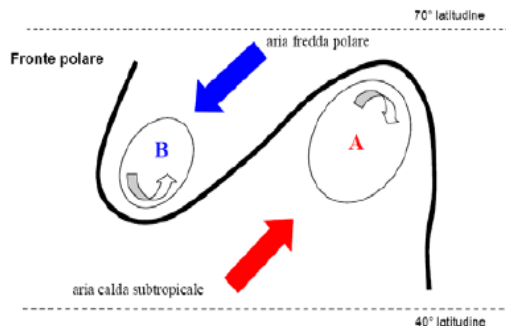


## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

A d  
sep  
du  
po  
live  
un  
tra  
do



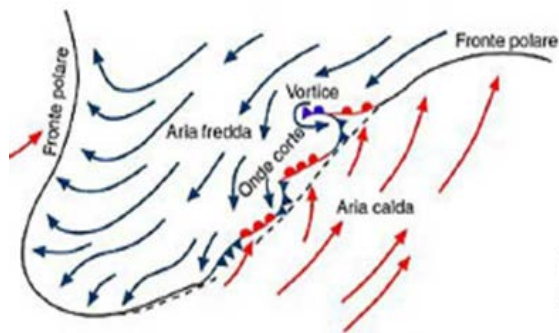
## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE



Dopo quello che abbiamo sin qui studiato, è comprensibile come le due masse d'aria: quella calda che tende a dirigersi verso nord, e quella fredda che tende a spingersi verso sud, creino dei noti convettivi nel momento in cui vengono a contatto lungo la superficie che le separa. L'aria più fredda, più pesante, tende ad incunarsi sotto l'aria calda che viene sospinta verso l'alto, così come l'aria calda, più leggera, diretta verso nord tenderà a scivolare sopra l'aria fredda.



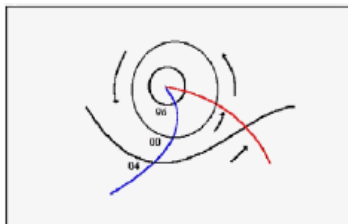
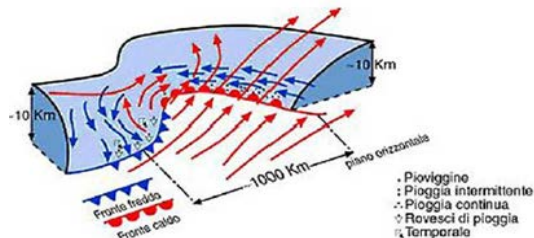
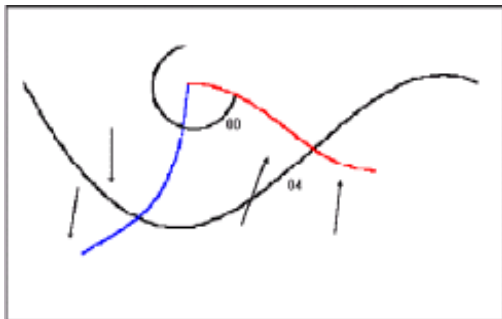
## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE



110

In figura è indicato quello che avviene nella parte ascendente dell'onda di Rossby di figura . Vediamo in dettaglio cosa avviene in questa zona.

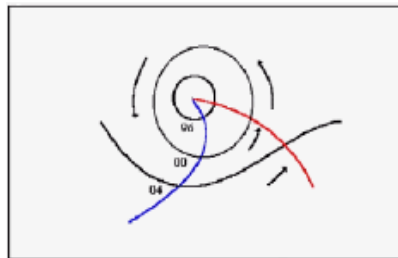
## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE



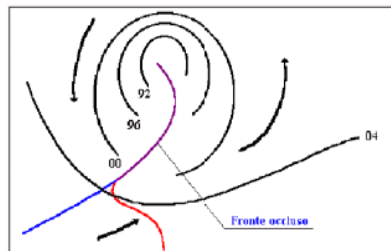
In questo incontro - scontro di masse d'aria diverse si generano dei noti convettivi, l'aria calda sale sia perché scivola sull'aria fredda, sia perché sospinta da quest'ultima verso l'alto. Appena iniziano i moti convettivi verso l'alto si genera subito una piccola depressione, ma abbiamo visto che in prossimità di una depressione i venti assumono nel nostro emisfero una rotazione antioraria, ed allora i due fronti si incurvano come indicato nelle immagini in alto, in pianta e in prospettiva.

## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

A questo punto i due fronti sono ancora ben distinti tra loro: a destra il fronte caldo (rosso) e primo nella direzione di avanzamento, a sinistra il fronte freddo, dietro al fronte caldo nella direzione di avanzamento (blu).



Per effetto degli attriti e del moto di rotazione in senso antiorario dei venti causati dalla depressione ceratasi, nel vertice dell'ideale triangolo formato dai due fronti, le due masse d'aria tendono ad unirsi, il fronte freddo tende a sovrapporsi al fronte caldo; in questo caso si dice che il fronte si è "occluso".

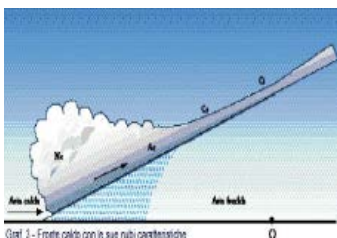


Nella parte inferiore i due fronti sono ancora distinti e separati: a destra il fronte caldo seguito a sinistra dal fronte freddo.

## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

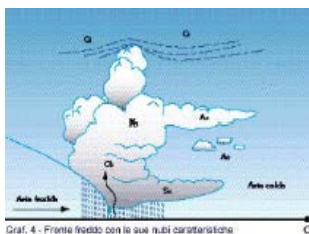
Cerchiamo ora di visualizzare i fronti con le nubi ad essi associate.

### Fronte Caldo



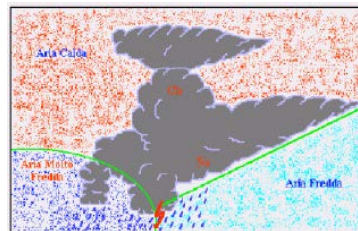
Fronte caldo: in genere precede sempre il fronte freddo. Ha le seguenti caratteristiche: scarsa visibilità, piogge insistenti non violente, aria afosa, annunciato da nubi stratificate

### Fronte Freddo



Il fronte freddo presenta grande visibilità, violenti acquazzoni e /o grandinate con temporali anche di forte intensità, è annunciato dal repentino abbassamento della temperatura, e generalmente arriva subito dopo il passaggio dal fronte caldo.

### Fronte occluso



Se il fronte è occluso le precedenti caratteristiche si sovrappongono e porta con sé sia la piovosità diffusa ed insistente del fronte caldo, sia i violenti rovesci e temporali del fronte freddo.



## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

Gran parte dei fenomeni studiati nel capitolo della formazione ed evoluzione dei temporali, sono praticamente identici a quelli che descrivono e spiegano una situazione meteorologica determinata dall'avanzamento dei fronti, in particolare del fronte freddo e del fronte occluso.

Osserviamo che una volta innescato il fenomeno del cumulo nembo, questo in qualche modo se non viene alimentato tende ad esaurire la propria energia dal momento in cui iniziano i fenomeni più violenti: acquazzoni, grandine, fulmini ed intensi venti.

Nel caso dei fronti invece, i cumulo-nembi traggono nuova e continua energia dallo scontro delle masse d'aria fredde provenienti dal polo con le masse d'aria calde della zona temperata.

Dobbiamo anche ricordare che associata all'avanzamento del fronte c'è sempre una zona di bassa pressione che avanza assieme al fronte.

## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

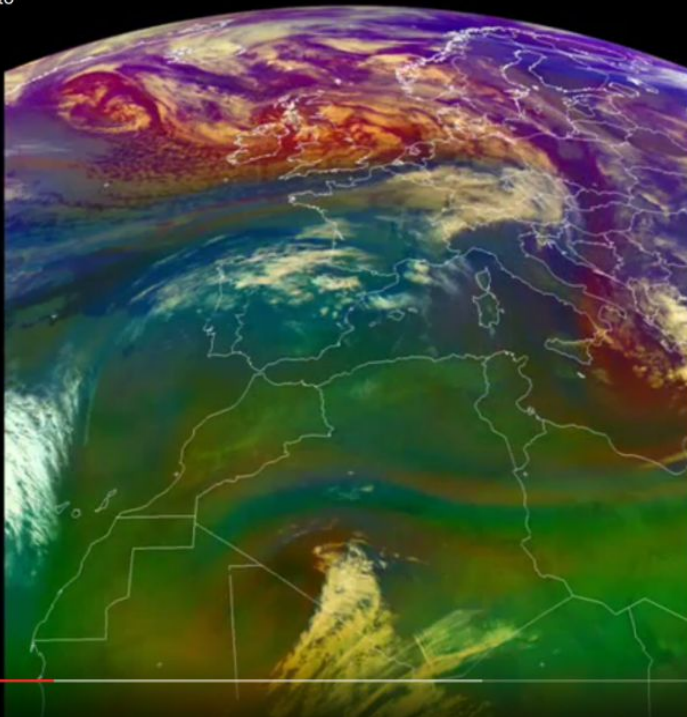
A livello globale osserviamo che la parte ascendente dell'onda di Rossby si trova generalmente subito ad ovest dell'Islanda. Questa zona è la fabbrica delle perturbazioni che generalmente in primavera e in autunno investono il mediterraneo.

Il “come” si formano l'abbiamo esaminato, vediamo ora come si spostano.

Subito dopo la loro formazione i fronti trasportati dalle correnti d'aria in quota dirigono verso sud-est seguendo la fase discendente dell'onda di Rossby investendo in pieno il Mare Mediterraneo. In estate il fenomeno è meno frequente perché l'anticiclone indicato con la lettera A nella figura 2 tende ad espandersi e ad orientarsi orizzontalmente, in questo caso i fronti e le perturbazioni provenienti dal nord Atlantico gli scivolano sopra impedendo loro di penetrare nel Mar Mediterraneo andando invece a colpire le regioni più settentrionali dell'Europa. Questo anticiclone è chiamato “ l'anticiclone delle isole Azzorre.”

## FRONTI PERTURBATI: FORMAZIONE ED EVOLUZIONE

La terra respira! 7 giorni in un minuto



0:12 / 0:44



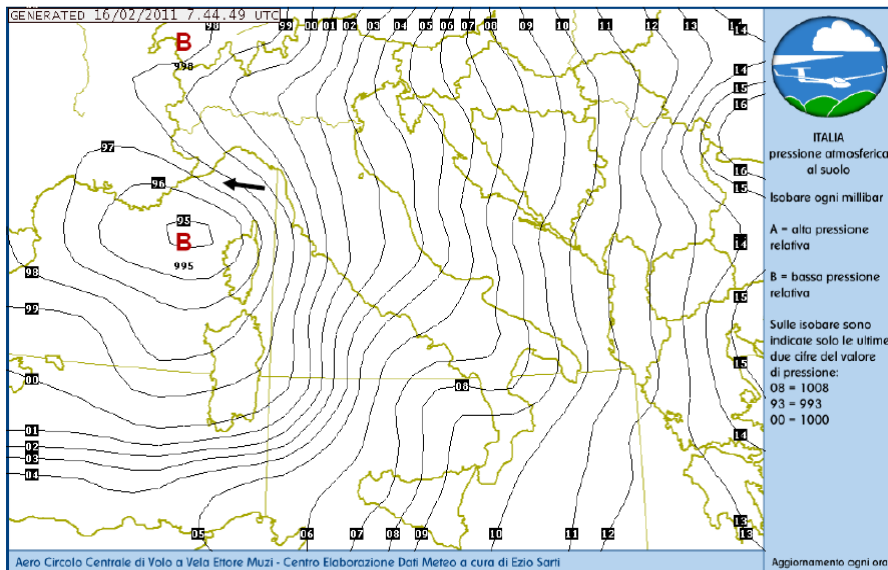


## VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO



## VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

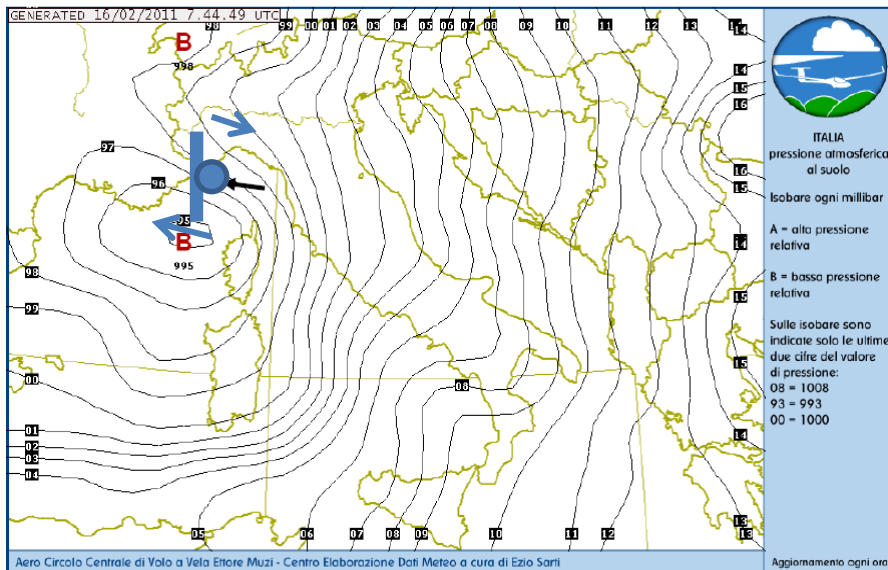
La lettura delle Isobare è fondamentale non solo per l'analisi della situazione meteo generale ma anche per la stima dei venti (direzione ed intensità). Infatti sulla cartina in esame, all'altezza del golfo ligure una freccia nera indica la direzione del VENTO GEOSTROFICO.



## VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

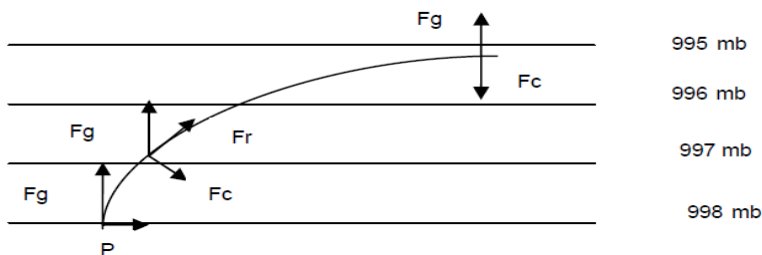
Come individuare il centro della bassa pressione.

Vi mettete fronte al vento reale, allargate le braccia e ruotate in senso orario di circa  $35^\circ$   $45^\circ$  sulla terraferma (o di  $20^\circ$  sul mare): il braccio destro vi indicherà la direzione del centro della bassa pressione



### Cenni sulla forza di Coriolis

Vediamo che cosa è il vento geostrofico e di spiegare la sua origine teorica: Sappiamo che una particella d'aria nel piano orizzontale (parallelamente alla superficie terrestre) tende sempre ad andare dai punti di maggior pressione atmosferica a quelli a minor pressione sospinta da una forza chiamata forza di gradiente, e se non intervenissero altri fattori il vento dovrebbe andare direttamente dalle isobare a pressione più alta a quelle a pressione più bassa con una direzione perpendicolare alle isobare stesse. L'osservazione pratica invece ci dice che i venti tendono ad avere direzioni parallele alle isobare. Questo fatto può avvenire solo se alla forza di gradiente si aggiungono altre forze. In particolare tra queste forze la più rilevante è la forza di Coriolis. (Trascuriamo qui la forza centrifuga) -La forza di gradiente, e la forza di Coriolis.



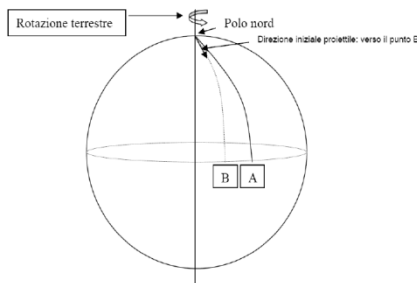
**Fg->Forza di gradiente:** è la forza a cui una particella d'aria è sottoposta quando questa si trova in zone dove la pressione non è costante, cioè dove esiste un gradiente barico, e che la spinge da zone a più alta pressione verso zone a pressione più bassa.

**Fc-> Forza di Coriolis :** è una forza, detta apparente, che si osserva in tutti i corpi che si muovono su sistemi in rotazione, e la nostra terra è appunto un sistema che ruota.

## VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

### Cenni sulla forza di Coriolis

Nel nostro esempio un proiettile viene sparato dal Polo Nord in direzione del punto B situato sull'equatore

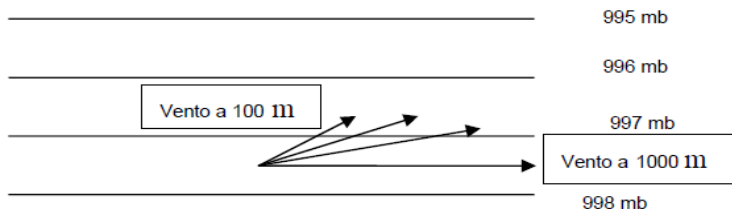


Nel tempo impiegato dal proiettile per raggiungere il punto B, questo si è spostato in A perché la terra ruota. Un osservatore esterno vedrà il proiettile percorrere una traiettoria rettilinea, mentre un osservatore sulla superficie terrestre che vede allontanarsi il proiettile lo vede deviare verso destra (ovest nel nostro caso).

Tornando alle nostre isobare, vediamo allora cosa avviene per effetto della combinazione della forza di Coriolis con la forza di gradiente ed introduciamo il concetto di vento geostrofico usando un metodo di calcolo più dettagliato della forza di Coriolis e non solo qualitativo come nell'esempio dei proiettili

## VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

### Andamento del vento con la quota



**A 1000 metri di quota il vento reale è quasi uguale al vento Geostrofico. Scendendo di quota diminuisce di intensità e tende a dirigersi non più parallelamente alle isobare, ma verso la bassa pressione.**

**Raggiunti i 100 metri di quota circa, l'angolo della direzione del vento con le isobare può variare da un minimo di 20° circa sul mare ai 45° circa sulla terraferma. Questo fenomeno è dovuto all'attrito dell'atmosfera con le asperità ed ostacoli presenti al suolo**

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

CALCOLO DELL'INTENSITA' DEL VENTO GEOSTROFICO

**Gradiente barico:** è il rapporto fra la differenza di pressione tra due punti e la distanza tra di essi. E' evidente che all'aumentare del gradiente barico aumenta anche la forza di gradiente che spinge la particella di atmosfera verso la zona a pressione minore. Trascurando le forze di attrito possiamo utilizzare una formula per il calcolo del vento geostrofico, che ricordiamo è un vento ideale , ma che tenendo conto della correzioni indicate sopra, con buona approssimazione identifica anche il vento reale. Qui sotto è riportata anche una tabella per il suo calcolo alle differenti latitudini:

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

## TABELLA DELLE VELOCITA' CALCOLATE DEL VENTO GEOSTROFICO in Kts

Distanza in miglia nautiche tra due isobare a 4 millibar

Latitudine	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100	150	200
10°											88	66
20°								96	31	67	45	34
30°						60	41	66	58	46	31	23
40°					80	72	60	51	45	36	26	<b>18</b>
50°			86	67	52	46	42	43	38	30	20	15
60°		89	76	67	51	47	42	40	33	27	18	13
70°		80	70	61	52	49	44	48	31	25	16	12
80°	94	78	67	58	52	47	39	33	29	23	16	12
90°	92	77	66	58	51	46	38	57	29	23	15	12

Velocità teorica del vento geostrofico calcolata con la formula:

$$V=[Dp*9,6/\sin(lat)*Dn]$$

Dove **Dp** è la differenza di pressione tra due isobare (in questo caso 4 mb).

**Dn** la distanza in Miglia nautiche e **lat**=latitudine è espressa in radianti.

**V**=Velocità del vento calcolata espressa in Nodi

Questa tabella è stata calcolata considerando isobare distanziate di 4 hPa, che è la differenza di pressione a cui le isobare normalmente vengono indicate sulle carte meteo.

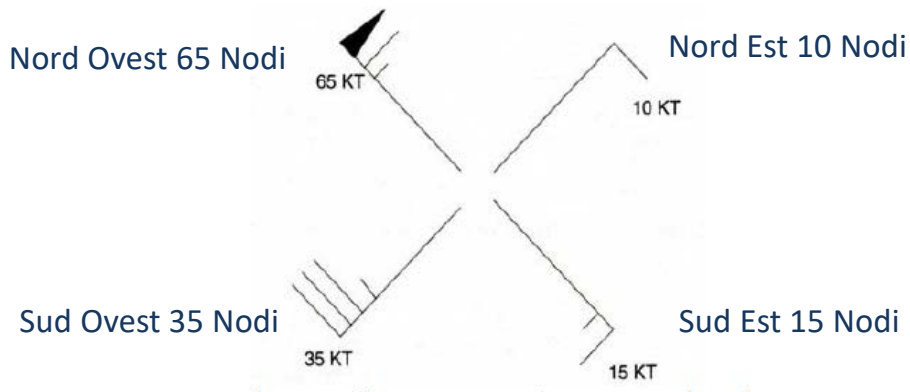


# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO























Alcuni simboli grafici utilizzati per l'indicazione grafica dell'intensità del vento sulle carte meteo : Simboli chiamati "Barb wind "



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

VENTI: COME NASCONO, COME SI EVOLVONO

	Calm		48-52 knots
	1-2 knots		53-57 knots
	3-7 knots		58-62 knots
	8-12 knots		63-67 knots
	13-17 knots		68-72 knots
	18-22 knots		73-77 knots
	23-27 knots		78-82 knots
	28-32 knots		83-87 knots
	33-37 knots		88-92 knots
	38-42 knots		93-97 knots
	43-47 knots		98-102 knots

## VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

-Sin qui abbiamo considerato il vento come se spirasse parallelamente al suolo, ma noi sappiamo che non è così.

-Chiunque voli sa benissimo che il vento assume anche componenti verticali: ascendenti o discendenti

-Esaminiamo ora quando il vento ha anche delle componenti sull'asse verticale

-In questo esame teniamo in considerazione solo le componenti dinamiche e non quelle termiche

-Notare che questa separazione tra effetti termici e dinamici è anche il modo in cui opera il modello RASP per il volo a vela.

## VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

Le cause principali che determinano componenti verticali del Vettore Vento nello strato di mescolamento sono:

- Incontro del vento con orografia non piana
- Divergenze e Convergenze
- Fenomeni ondulatori dell'atmosfera
- Rotori
- Vortici Migratori
- Turbolenze dinamiche

## VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

### Incontro del vento con orografia non piana

Quando il vento incontra un ostacolo orografico è obbligato a subirne gli effetti. Tralasciamo qui gli ostacoli montuosi isolati di piccolo diametro in cui il vento ha anche la possibilità di aggirarli e consideriamo solo quelli di lunga estensione.

-Prima regola: generalmente il vento aumenta con la quota, pertanto i maggiori effetti dinamici si avranno nella parte più alta del costone, poco al di sotto della cresta.

-A parità di pendenza e di conformazione superficiale del costone le maggiori ascendenze si avranno poco al di sotto della cresta

-La stabilità dell'atmosfera nella fascia di quota interessata dal costone influenza sia la velocità della dinamica sia la sua distanza dal costone

## VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

### Incontro del vento con orografia non piana

-Più l'aria è stabile, più le correnti dinamiche saranno deboli e vicino ai costoni

In genere le correnti ascendenti lungo i costoni, termiche e dinamiche si influenzano tra loro.

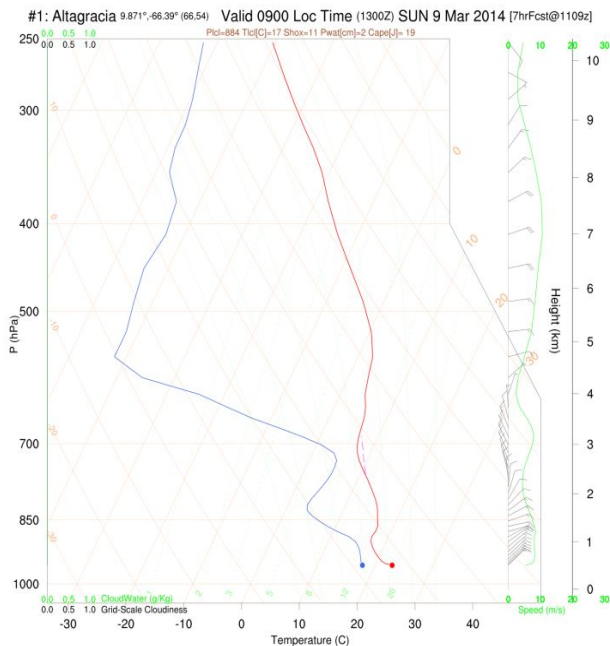
In giornate stabili anche le correnti ascensionali termiche tendono a disporsi nella parte più vicina al costone e sono molto "attaccate" al costone.

Nelle giornate meno stabili, nella parte sopra-vento del costone, le termiche tendono a partire ai primi contrafforti del costone appena la valle inizia a declinare verso l'alto. Questo comporta un "disturbo" al vento che sopraggiunge e in simili condizioni spesso vicino la costone troviamo turbolenze e discendenze, mentre le ascendenze si trovano lontano dal costone

## VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

Nota e avviso di sicurezza: Attenzione sul costone in giornate stabili

Prendiamo un esempio di giornata stabile al mattino







Nota e avviso di sicurezza: Attenzione sul costone in giornate stabili

La situazione di pericolo maggiore si verifica quando l'inversione termica è poco più alta o alla stessa quota della cresta del costone su cui stiamo volando.

Se per inerzia un colpo di vento più forte (energia cinetica) porta la massa d'aria per decine di metri dentro l'inversione, questa massa d'aria a cui non compete quella posizione, sarà spinta verso il basso (aria stabile).



Nota e avviso di sicurezza: Attenzione sul costone in giornate stabili

La situazione di pericolo maggiore si verifica quando l'inversione termica è poco più alta della quota della cresta del costone su cui stiamo volando.



Appena raggiunta la parte di aria instabile, la massa in discesa continuerà la sua corsa verso il basso con velocità amplificata. Infatti se una massa d'aria è instabile lo è sia per l'aria in salita, sia per quella che scende.

Nota e avviso di sicurezza: Attenzione sul costone in giornate stabili

Da ultimi studi sembra proprio questa una probabile causa di alcuni incidenti in costone sino ad oggi senza spiegazione.

Il fenomeno in casi estremi può presentarsi come una “violenta cascata d’aria discendente” che può colpire l’aliante senza alcun preavviso!

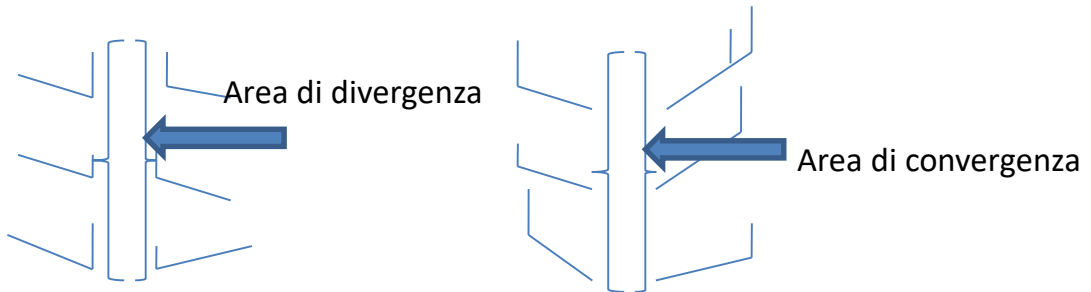
Un motivo in più per correre sempre veloci vicino ai costoni

VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

Cosa sono ?

-E' facile intuire in prima analisi che ad una "convergenza" corrisponde appunto una convergenza di venti e viceversa per la "Divergenza".

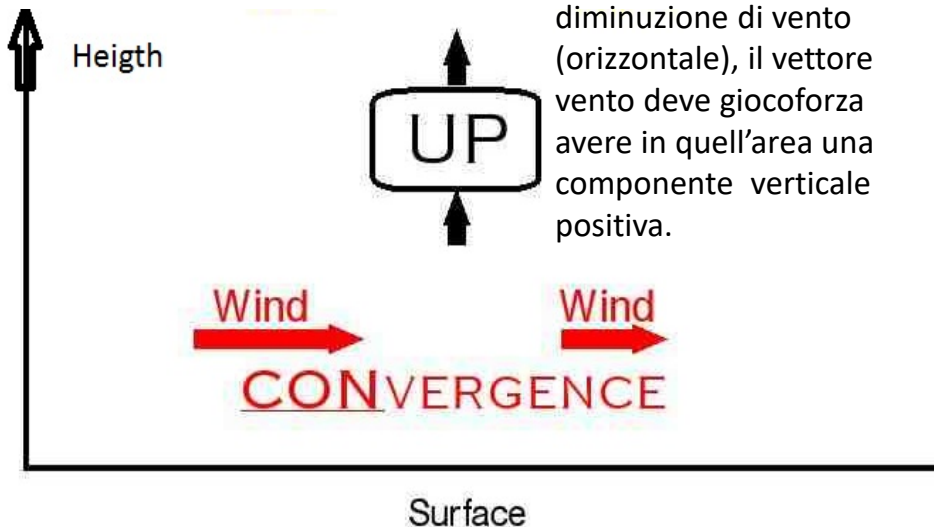


ma non è solo questa la realtà!

Innanzitutto occorre stabilire la quota a cui il fenomeno avviene! E per chi vola è fondamentale sapere se stiamo parlando di convergenze in quota o in superficie. Idem per le divergenze

## -Divergenze e Convergenze

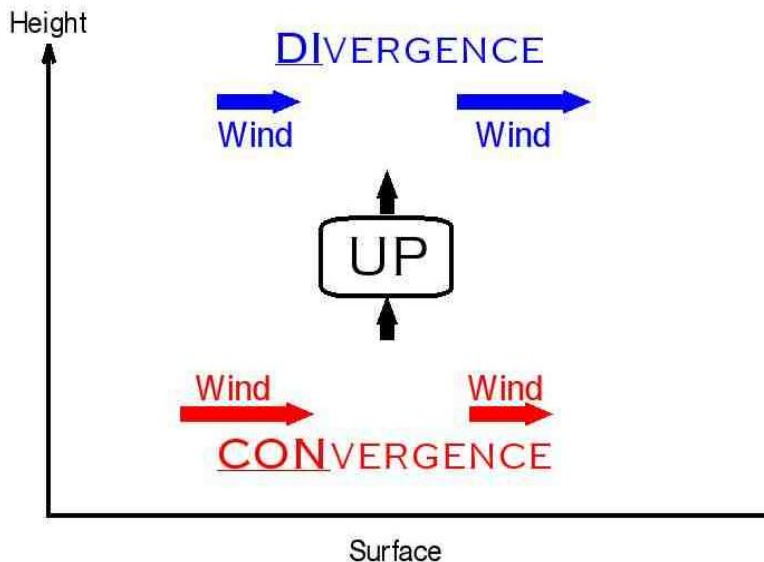
Innanzitutto abbiamo una convergenza in superficie anche per diminuzione di vento



VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

Ad una convergenza in superficie corrisponde una divergenza in quota e viceversa



VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

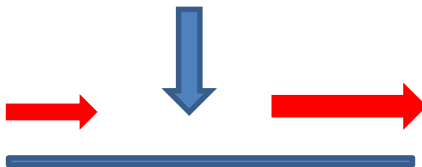
Da quanto visto, dalla semplice osservazione dei venti, in particolare al suolo, riusciamo a sapere dove avremo aria che sale o che scende.

Ricordo che i venti riportati sulle carte meteo classiche danno sempre e solo la componente orizzontale del vettore vento

Ad una diminuzione del vento al suolo avremo una salita in quella zona



Ad un aumento del vento al suolo avremo una discendenza in quella zona



VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

Convergenze e costoni montuosi

Tutte le immagini e i valori  
numerici delle seguenti situazioni  
sono riprese da previsioni del  
modello meteo di meteowind



VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

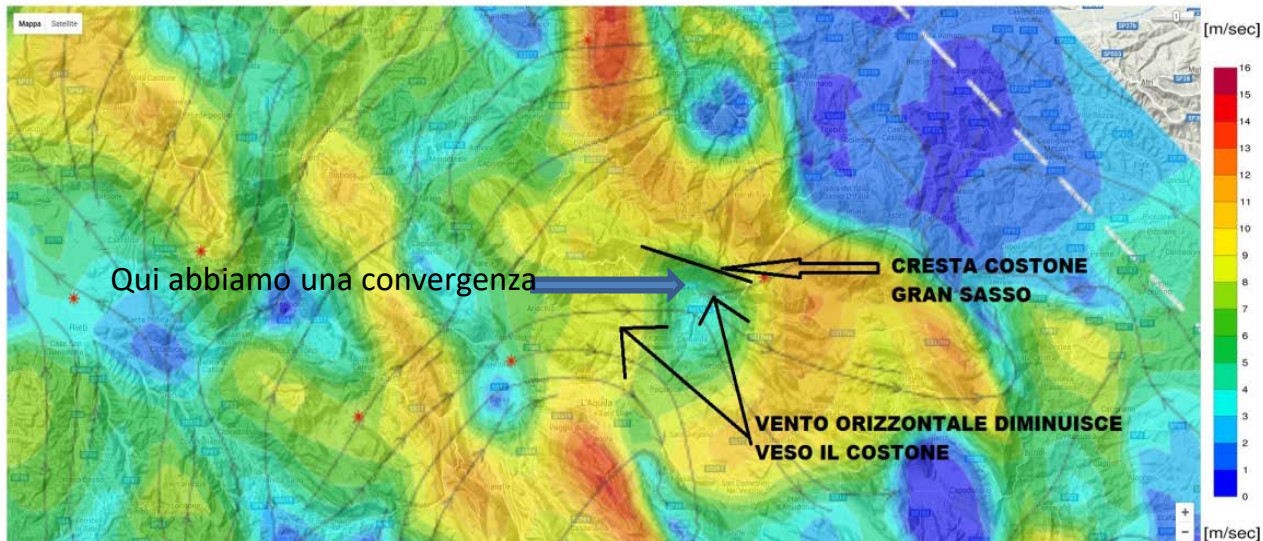
Convergenze e costoni montuosi

Carta del vento al suolo

Mostra Menu Reascondi Menu Avanti -> +1 Hour <- Indietro -1 Hour

### Wind at 10m

Valid 1200 GMT (1200Z) Fri 8 1 2016 [12hrFcst from 00Z data]  
Powered by Ezio Sarti and meteoWind from RASP 1.8km GFSN-initiated WRF-ARW model



VENTI: Componente Orizzontale e Verticale e interpretazione dei modelli

## -Divergenze e Convergenze

Convergenze e costoni montuosi

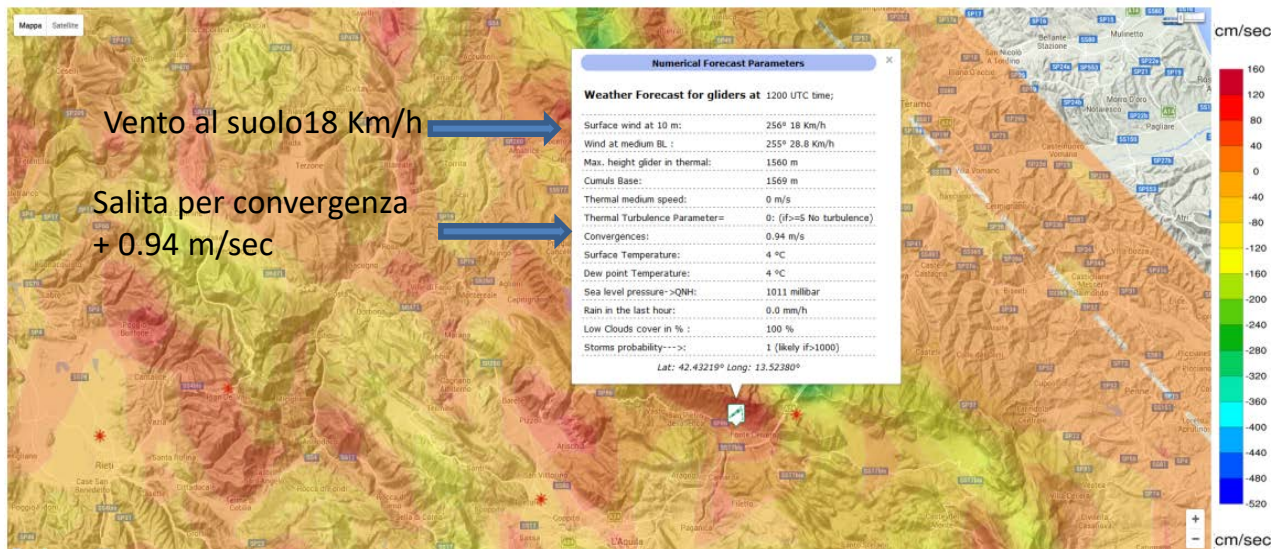
CARTA DELLE CONVERGENZE: Particolare del costone del Gran Sasso

Mostra Menu Nascondi Menu Avanti: +1 Hour Indietro: -1 Hour

### BL Max. Up/Down Motion: Convergence

Valid 1200 GMT (1200Z) Fri 8 1 2016 [12hrFcst from 00Z data]

Powered by Ezio Sarti and meteoWind from RASP 1.8km GFSN-initiated WRF-ARW model



## -Divergenze e Convergenze

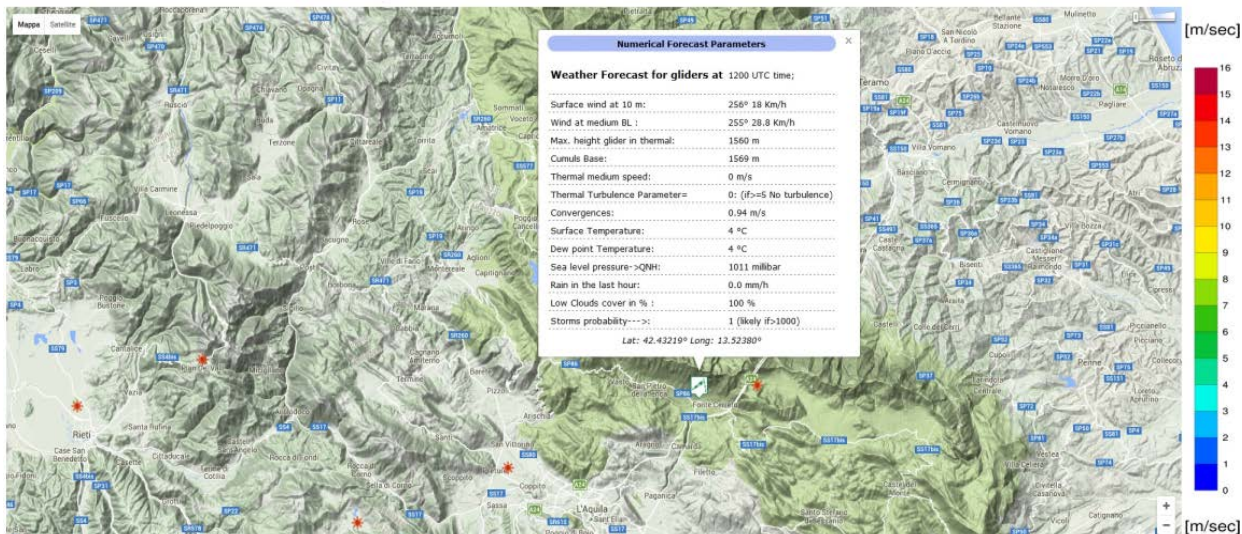
Convergenze e costoni montuosi

Stessa carta ma con mappa colorata resa totalmente trasparente

Mostra Menu Nascondi Menu Avanti -> +1 Hour <- Indietro -1 Hour

### Wind at 10m

Valid 1200 GMT (1200Z) Fri 8 1 2016 [12hrFcst from 00Z data]  
Powered by Ezio Sarti and meteoWind from RASP 1.8km GFSN-initiated WRF-ARW model





## -Divergenze e Convergenze

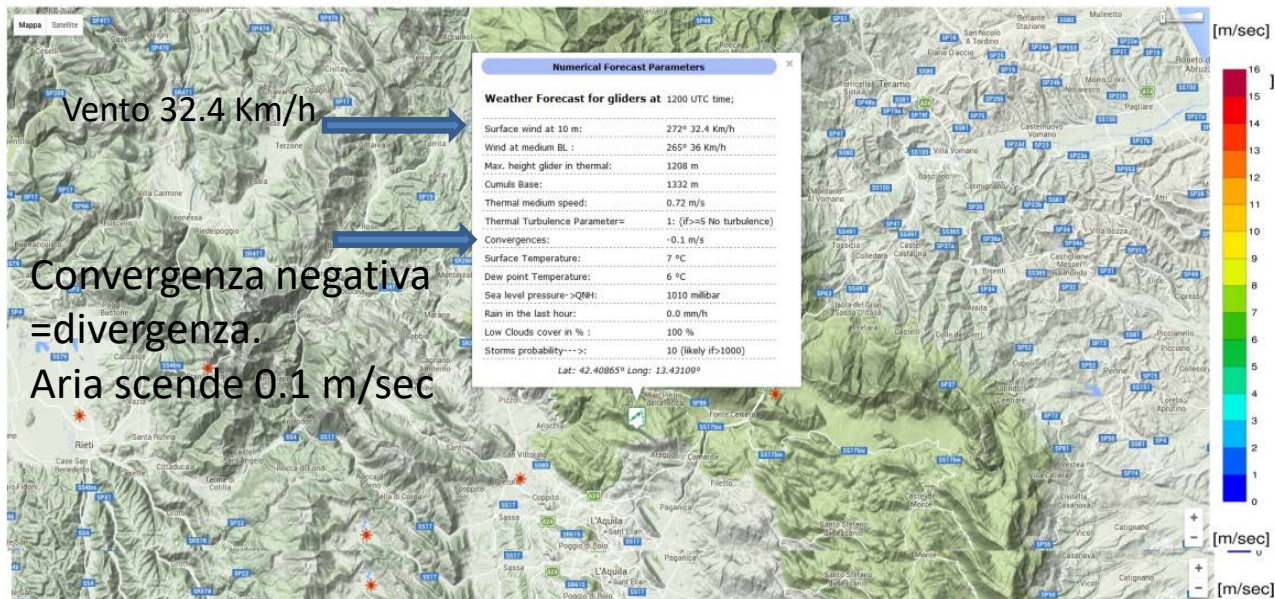
Convergenze e costoni montuosi

Come carta precedente ma con dati numerici di un punto più ad ovest con maggior vento

Mostra Menu Nascondi Menu Avanti -> +1 Hour <- Indietro -1 Hour

### Wind at 10m

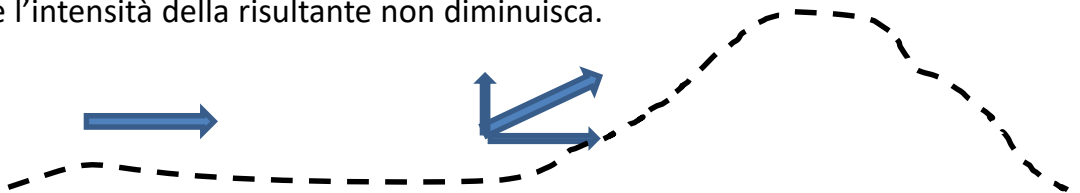
Valid 1200 GMT (1200Z) Fri 8 1 2016 [12hrFcst from 00Z data]  
Powered by Ezio Sarti and meteoWind from RASP 1.8km GFSN-initiated WRF-ARW model



## -Divergenze e Convergenze

Da quanto sin qui visto appare chiaro ed evidente che anche la dinamica di costone può essere vista come una particolare forma di convergenza.

Se consideriamo che in aree ristrette l'energia cinetica del vento non può cambiare bruscamente, appare allora evidente che quando il vento incontrando trasversalmente e sopra-vento un costone è costretto a inclinare verso l'alto il verso del suo vettore, se **l'intensità del vettore vento resta uguale** come in prima approssimazione accade, deve aumentare la componente verticale in modo che l'intensità della risultante non diminuisca.



Questa è una spiegazione grossolana, ma che ho usato per dare un'idea di come anche l'interazione tra rilievi montuosi e vento può dare dei fenomeni di convergenza e divergenza

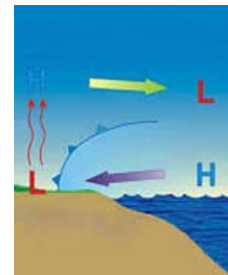
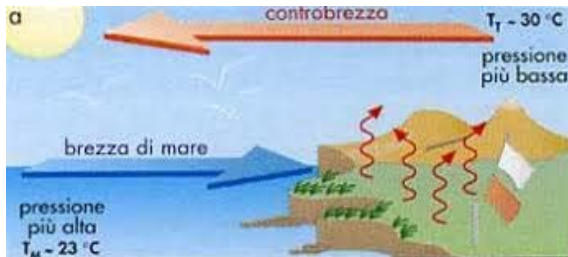
## -Divergenze e Convergenze

Un particolare caso di convergenza sono i fronti di brezza!

Anche se purtroppo la nostre meravigliose Alpi non conoscono questo fenomeno, le convergenze più spettacolari sono quelle dovute ai fronti di brezza.

L'Italia è in una posizione unica al mondo per questo fenomeno. Siamo l'unico paese al mondo la cui catena montuosa centrale è "incastonata" tra due mari. ( In nuova Zelanda sono oceani dove la circolazione dei venti è leggermente diversa).

Questo fatto comporta che si possono sfruttare i fronti di brezza dei mari; Tirreno, Ligure ed Adriatico.



## -Divergenze e Convergenze

Un particolare caso di convergenza sono i fronti di brezza!

1 ) La zona di maggior salita si ha nella parte anteriore del fronte. Dietro il fronte l'aria è più fresca e stabile ( fresca in basso e cada in alto).

2 ) I fronti di brezza si formano e possono essere sfruttati o in assenza di vento sinottico o molto meglio con leggero vento sinottico proveniente da terra.

3 ) Il fronte di brezza avanza sempre contro il vento sinottico. Dal mare verso l'entroterra.

4 ) Se il vento sinottico proveniente da terra è troppo forte il fronte non riesce ad avanzare contro il vento troppo teso.

5 ) Se c'è vento sinottico di mare, il fronte è difficile che si formi perché il vento trasporta a terra sin dal mattino aria di mare fresca e stabile, senza dare il tempo che si formi una discontinuità tra due masse d'aria diverse. ( Abbiamo anche a terra aria di mare trasportata dal vento)

## -Divergenze e Convergenze

Un particolare caso di convergenza sono i fronti di brezza!

- 6 ) Il fronte di brezza separa ben distintamente due venti che tendono ad essere opposti di direzione
- 7 ) L'area interessata dalle salite è al massimo di pochi chilometri ( 1 - 2 km) o addirittura di poche centinaia di metri.
- 8 ) L'area interessata dalle salite più forti si trova sulla verticale di un'area dove il vento è assente.
- 9) In giornate con cumuli, davanti al fronte di brezza le basi sono più alte, e le termiche più forti e regolari
- 10) In giornate con cumuli, dietro il fronte di brezza ( verso il mare) le basi sono più basse e si può salire sopravento a questi cumuli di base più bassa.



## -Divergenze e Convergenze

11) In giornate secche e senza cumuli, rare ma a volte possibili, i fronti di brezza si possono individuare ad occhio; la parte di atmosfera verso il mare è meno trasparente e con minor visibilità, la parte davanti al fronte è più trasparente.

12) In queste giornate la parte di maggior salita si ha vicinissimo alla zona che separa le due masse d'aria, nella parte con maggior visibilità.( verso terra)

NOTA: La regola del punto 12 è valida per il volo a vela in qualsiasi situazione.

Quando si incontrano due masse d'aria di caratteristiche fisiche diverse, nella zona che le separa, c'è sempre sviluppo di energia.

Esercitando l'occhio, in assenza di cumuli potete individuarle soprattutto dalla loro differente trasparenza.

## -Divergenze e Convergenze

Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Roma 04-09-2015

**Roberto Reginaldi** il 1° settembre ha effettuato un volo esemplare per capacità, caparbietà e spirito di ricerca e avventura.

Dopo aver riaccesso per essere finito bassissimo a Celano non senza problemi al motore, è caparbiamente ripartito pur sapendo di non poter contare più sul motore  
Tre cose meritano l'attenzione di tutto il mondo del volo a vela .

## -Divergenze e Convergenze

Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

- 1) Volo di 700 km con Una lunga planata di oltre i 600 km senza frenarsi a fare quota in termica.**
- 2) Il volo era stato pianificato con attenta lettura delle rotte energetiche descritte dal modello RASP e di cui avevo inviato a tutti avviso.**
- 3) Il nostro modello di previsioni meteo per il volo a vela si conferma capace di dare informazioni uniche ( vedi convergenze) e che i fatti dimostrano essere sempre più affidabili**

Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

## Flight details

		Distance	Triangle
Punti per il volo:	<b>727.51</b>	700,80	26,71
distanza conteggiata:		855,0 km	108,6 km
Velocità:		112,5 km/h	20,3 km/h
Duration:		07:36:06	05:20:58
Classe di appartenenza:	open		
Indice:	122,0		
club:	AeCCVV		
Data della dichiarazione:	17.07.2015 19:08:01		
stato:	IGC-dati:	volò: <span style="color: green;">●</span>	

## Flight path

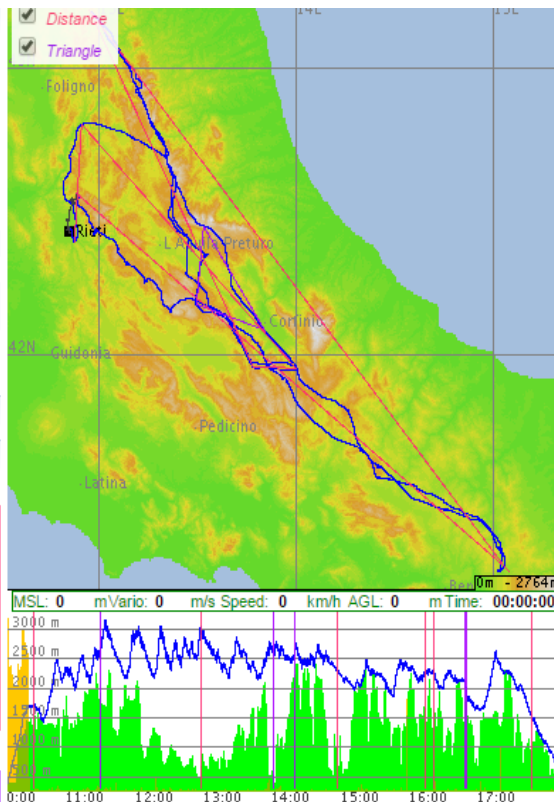
### Statistics

Distance (OLC-Classic):

	s [km]	%Kurbel	NAufwinde	R/C [m/s]	E	V <sub>d</sub> [km/h]
Leg1	230.76	35.16	14	1.94	49.81	95.01
Leg2	276.50	6.42	4	1.86	175.55	138.59
Leg3	153.80	8.00	2	1.48	254.22	120.37
Leg4	18.01	0.00	0	0.00	-486.83	133.43
Leg5	130.24	17.08	3	1.41	64.73	91.92
Leg6	45.66	0.00	0	0.00	59.60	131.17
<b>Total</b>	<b>854.97</b>	<b>17.53</b>	<b>23</b>	<b>1.80</b>	<b>89.13</b>	<b>112.47</b>

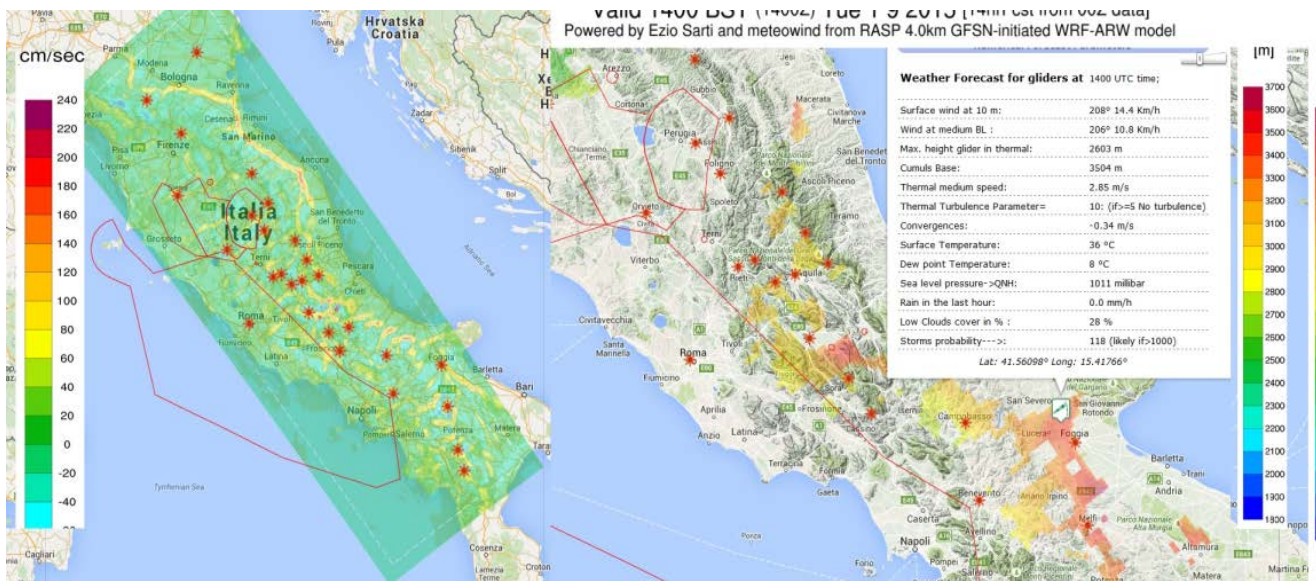
Triangle (FAI-OLC):

	s [km]	%Kurbel	NAufwinde	R/C [m/s]	E	V <sub>d</sub> [km/h]



Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Previsioni del modello meteoWind per quel giorno



Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Ecco la nostra previsione per quel giorno

Domani 1° settembre si preannuncia una buona giornata per voli di distanza verso sud in aliante.

Purtroppo i cumuli belli e alti ci saranno solo da Macerata in giù. Si formeranno anche convergenze molto attive, anche a nord vicino al mare Adriatico (San Benedetto, Ancona, San Marino, Bologna", ma li saranno probabilmente convergenze "Secche", quindi affrontabili solo da piloti esperti che sappiano distinguere l'area di separazione delle due masse d'aria anche senza cumuli. ( Aria proveniente dal mare, in questo caso Adriatica, è meno trasparente e spesso sembra che ci sia foschia).

Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Segue la nostra previsione per quel giorno

..mentre a sud le convergenze saranno accompagnate da cumuli alti e ben formati con base massima sulla Meta, Foggia e Potenza : 3.500 metri. L'immagine a sinistra da le convergenze, quella a destra da la base dei cumuli.

Attenzione , i cumuli si potranno formare anche a nord zona Appennino se le temperature raggiungeranno i seguenti valori

Gualdo 32 gradi

Pavullo 32 Gradi

Borgo S. Lorenzo 35 gradi

In questo caso i cumuli avranno circa 3.000 metri di base.

Allora occhio al termometro.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Volo Tema Selezione Fasi

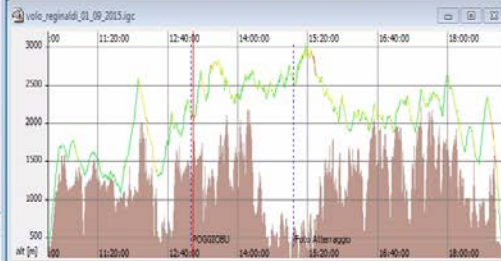
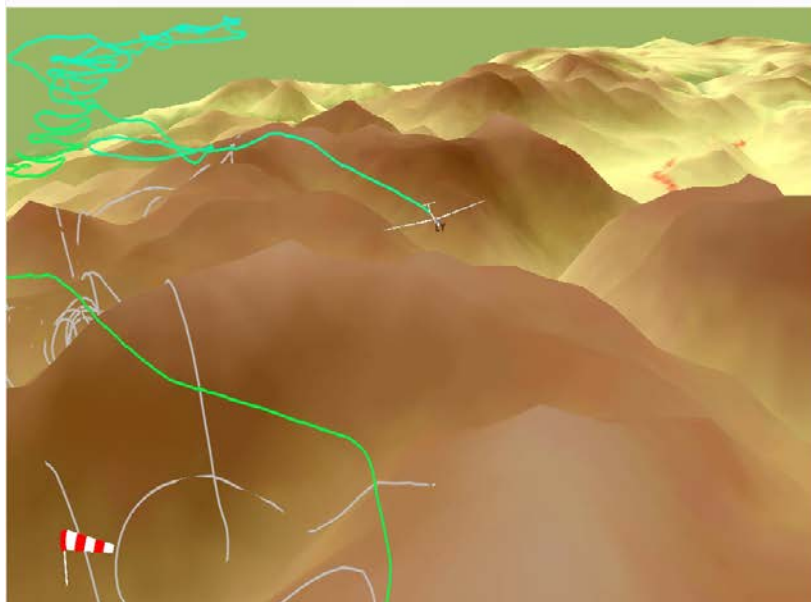
Fase	Inizio	Fine	Durata	Alt. di ...	Alt. di ...	dH	Mediom...	Netto	Vel.Me...	MediaIAS	Dis...	▼	Effic.
Volo planato	13:50:19	17:04:54	03:14:35	2058m	1177m	-881m	-0,1m/s	0,8m/s	160km/h	147km/h	520,2km		591
Volo planato	18:59:43	20:06:38	01:06:55	2096m	398m	-1698m	-0,4m/s	0,4m/s	146km/h	140km/h	162,5km		96
Volo planato	12:57:55	13:35:07	00:37:12	2448m	1804m	-644m	-0,3m/s	0,6m/s	160km/h	145km/h	99,1km		154
Volo planato	17:47:47	18:31:47	00:44:00	1840m	1307m	-533m	-0,2m/s	0,5m/s	155km/h	140km/h	87,0km		164



Un esempio pratico di volo in fronte di brezza: volo di Roberto Reginaldi del 01-09-2015

Volo	Tema	Selezione	Fasi
------	------	-----------	------

Fase	Inizio	Fine	Durata	Alt. di ...	Alt. di ...	dH	Mediom...	Netto	Vel.Me...	MediaIAS	Dis...	▼	Effic.
Volo planato	13:50:19	17:04:54	03:14:35	2058m	1177m	-881m	-0,1m/s	0,8m/s	160km/h	147km/h	520,2km		591
Volo planato	18:59:43	20:06:38	01:06:55	2096m	398m	-1698m	-0,4m/s	0,4m/s	146km/h	140km/h	162,5km		96
Volo planato	12:57:55	13:35:07	00:37:12	2448m	1804m	-644m	-0,3m/s	0,6m/s	160km/h	145km/h	99,1km		154



N.Gara	Oriente	Alt.	Variom...	Vel...	dt	dH	Medio...	Vel.Med...	Dis.V...	Efficienza	Det.Tema	V1	Vang.	LD.Finale	Vento	AGL	IAS	TAS	Tk
Y	120512	2058m	-0,0m/s	146km/h	00:08:53	-89m	-0,1m/s	140km/h	20,7m	104		123,9m/h	0,0m/h	133	231°/15m/15m	128,3m/h	142,3m/h	134°	

Un altro esempio pratico di volo in fronte di brezza e costone di Roberto Reginaldi del  
07-07-12

nel volo una planata di 520 a 148 km/h con 591 di efficienza



Il filmato è stato realizzato utilizzando SeeYou  
La planata inizia alle ore 11.50, l'aliante è diretto a Sud;  
pilone Melfi.

Una lunga planata in cui lo sfruttamento sapiente dei fronti di brezza, del volo in costone e più in genere delle “rotte energetiche” ha portato ad un risultato incredibile!

Vediamo ora in dettaglio qualche dato di questa lunga planata e progettiamo un ipotetico volo di 520 km a 148 km/h realizzato con il volo di tipo classico Termica-Planata.

Sono certo che rimarrete più che sorpresi

Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

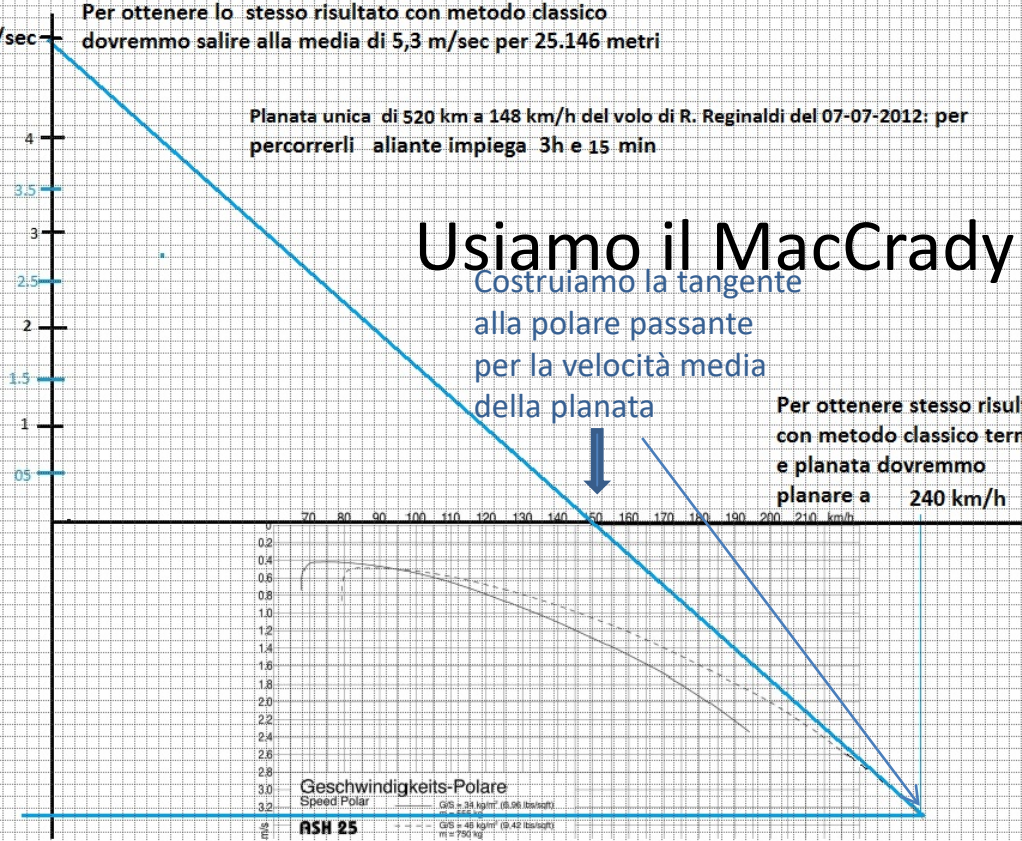
Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

## Usiamo il MacCrady

Costruiamo la tangente  
alla polare passante  
per la velocità media  
della planata

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec





# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

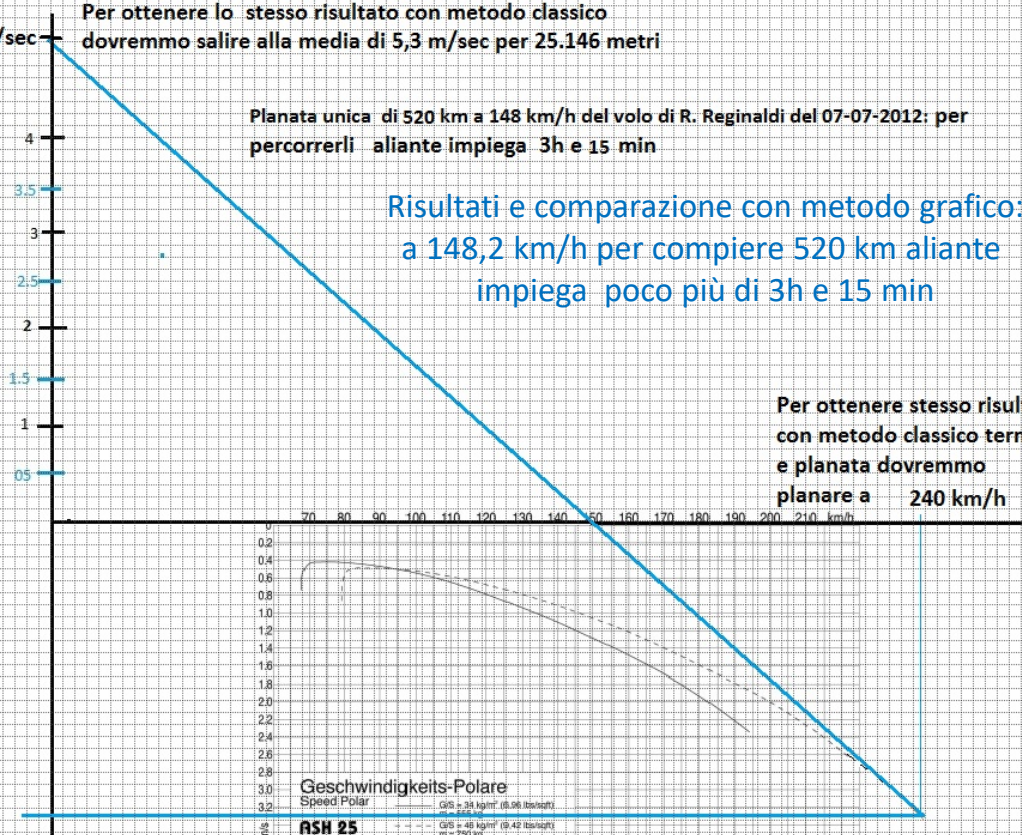
Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

Risultati e comparazione con metodo grafico:  
a 148,2 km/h per compiere 520 km aliante  
impiega poco più di 3h e 15 min

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

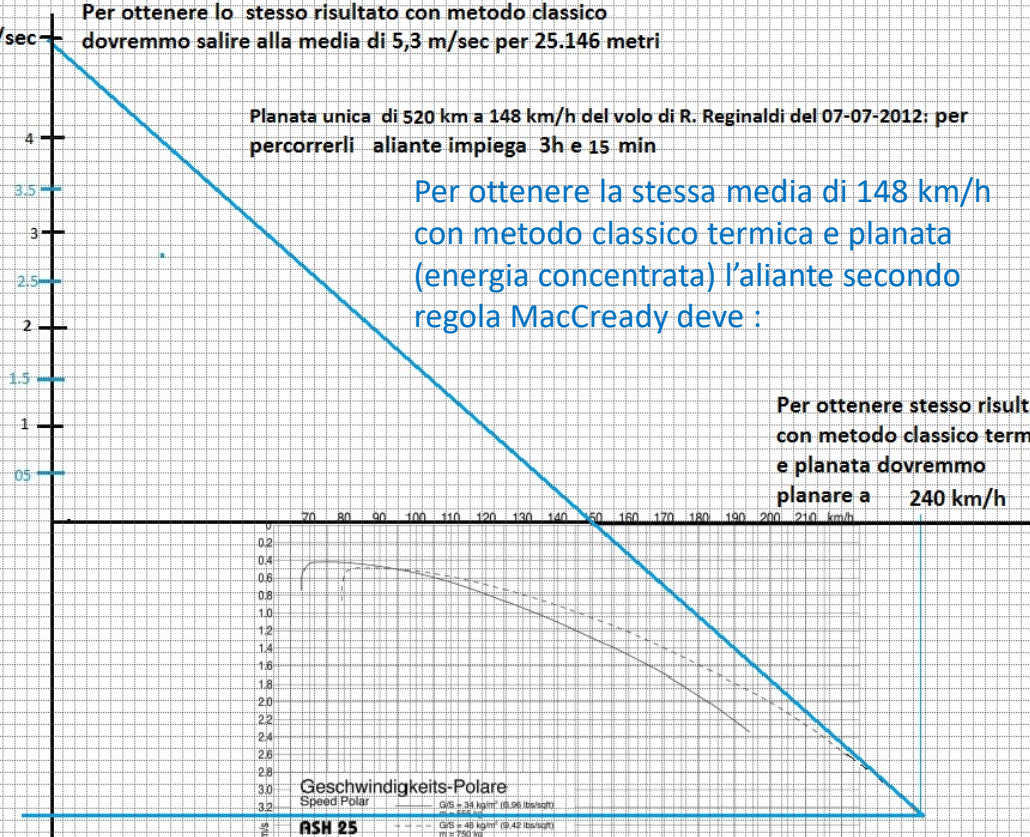
Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

Per ottenere la stessa media di 148 km/h  
con metodo classico termica e planata  
(energia concentrata) l'aliante secondo  
regola MacCready deve :

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec



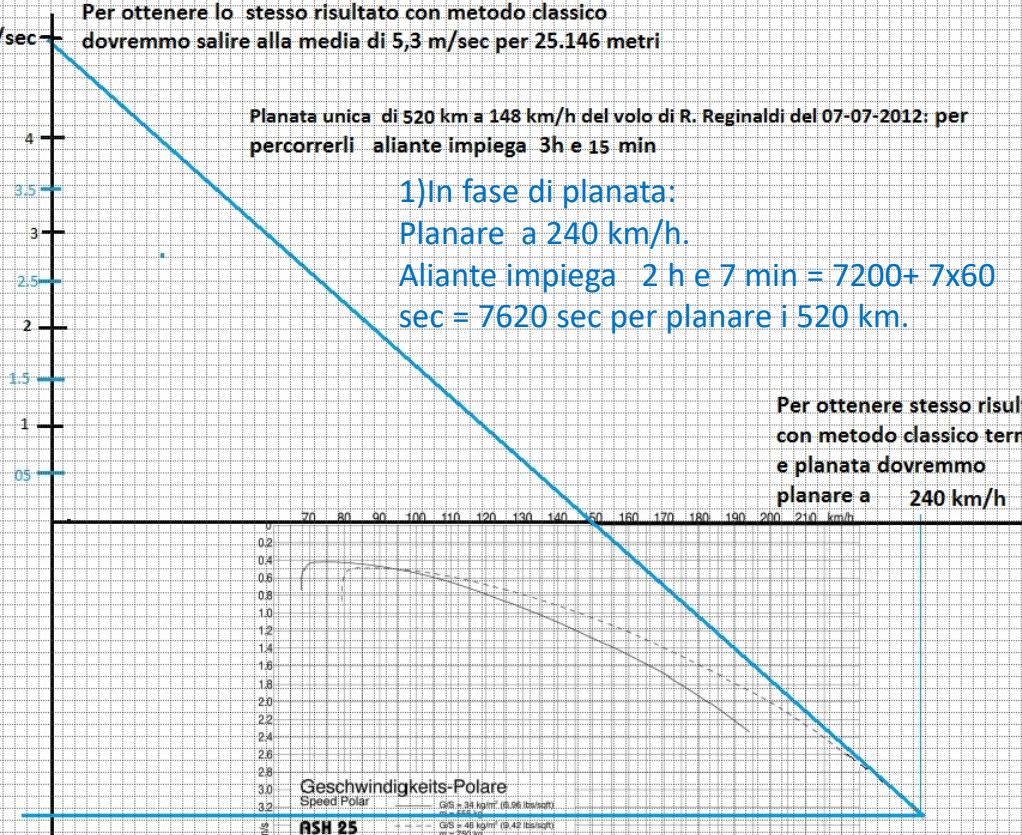


Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

1) In fase di planata:  
Planare a 240 km/h.  
Aliante impiega 2 h e 7 min = 7200 + 7x60  
sec = 7620 sec per planare i 520 km.

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h



a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

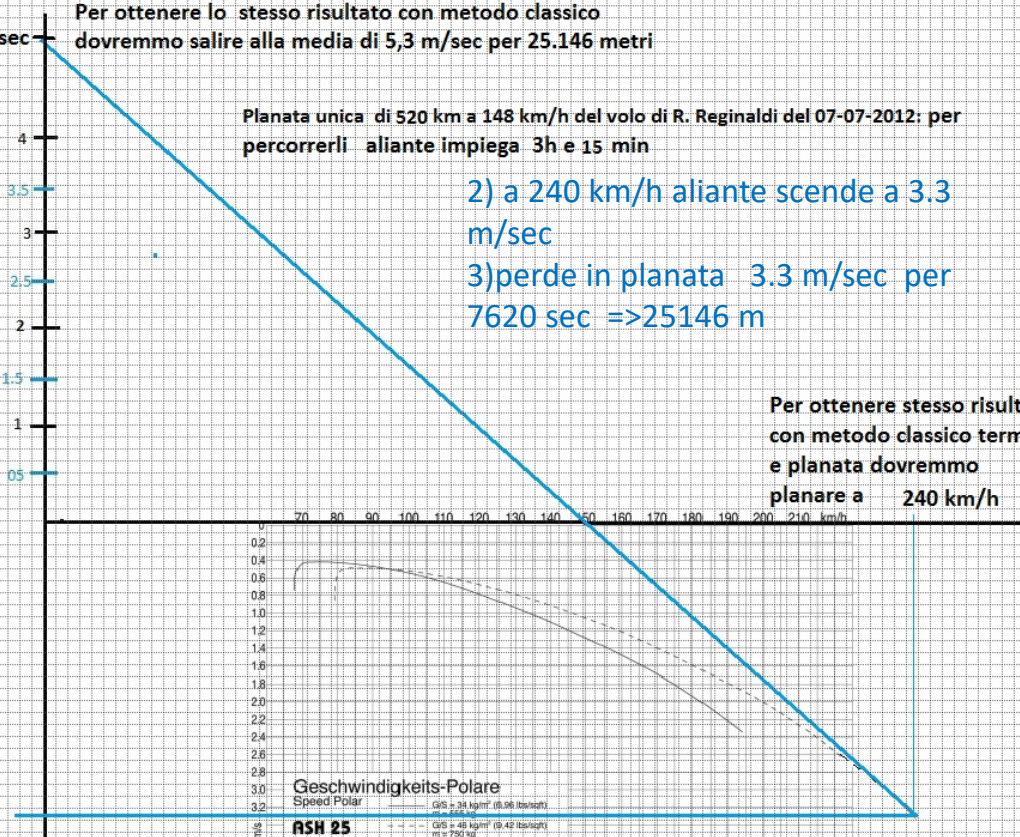
Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

2) a 240 km/h aliante scende a 3.3  
m/sec

3) perde in planata 3.3 m/sec per  
7620 sec =>25146 m

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

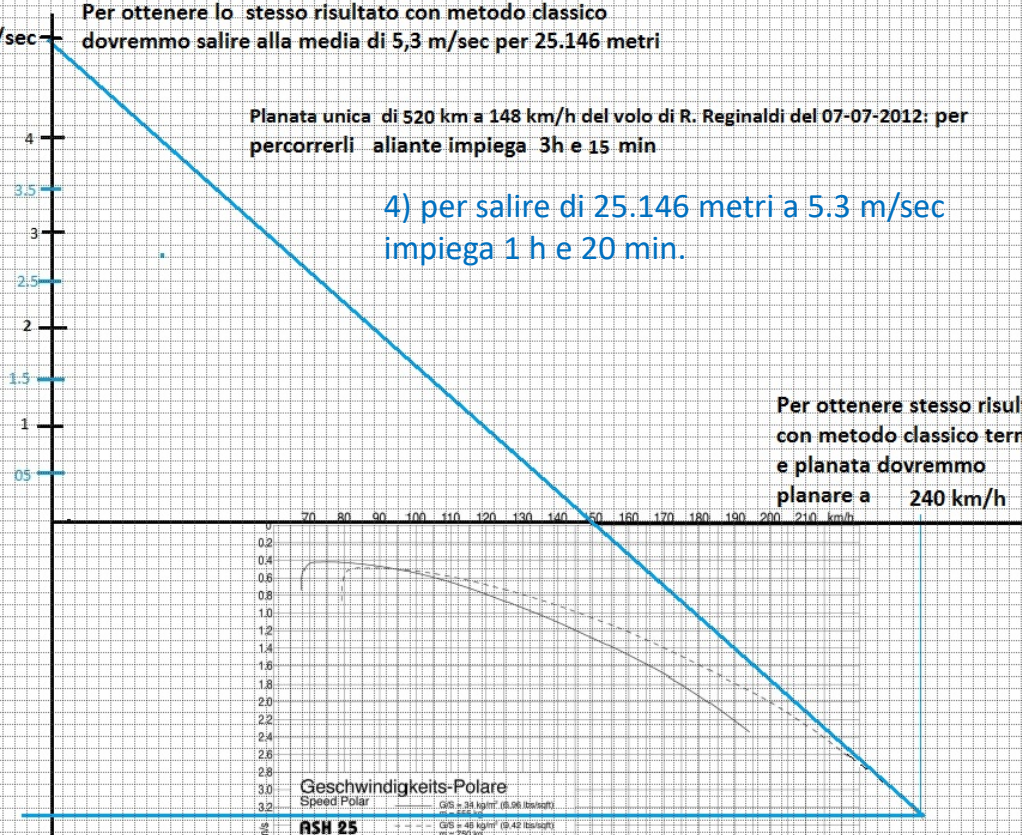
Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

4) per salire di 25.146 metri a 5.3 m/sec  
impiega 1 h e 20 min.

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec





# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

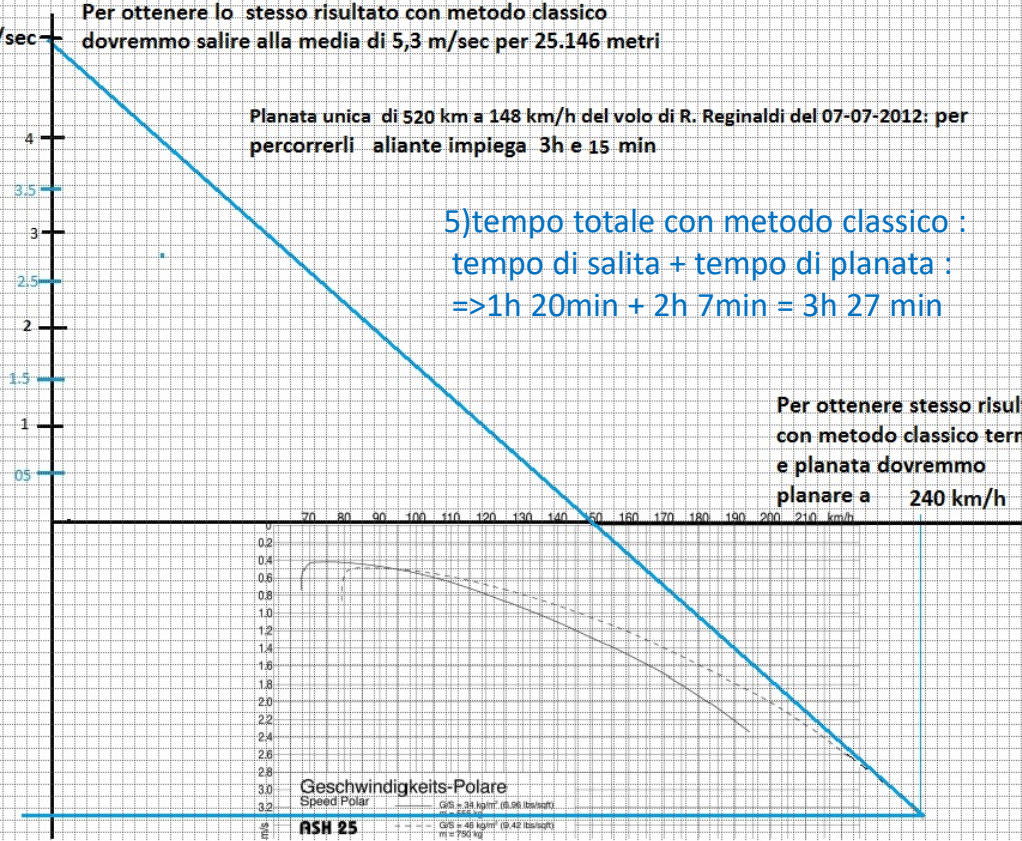
Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

5) tempo totale con metodo classico :  
tempo di salita + tempo di planata :  
=> 1h 20min + 2h 7min = 3h 27 min

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

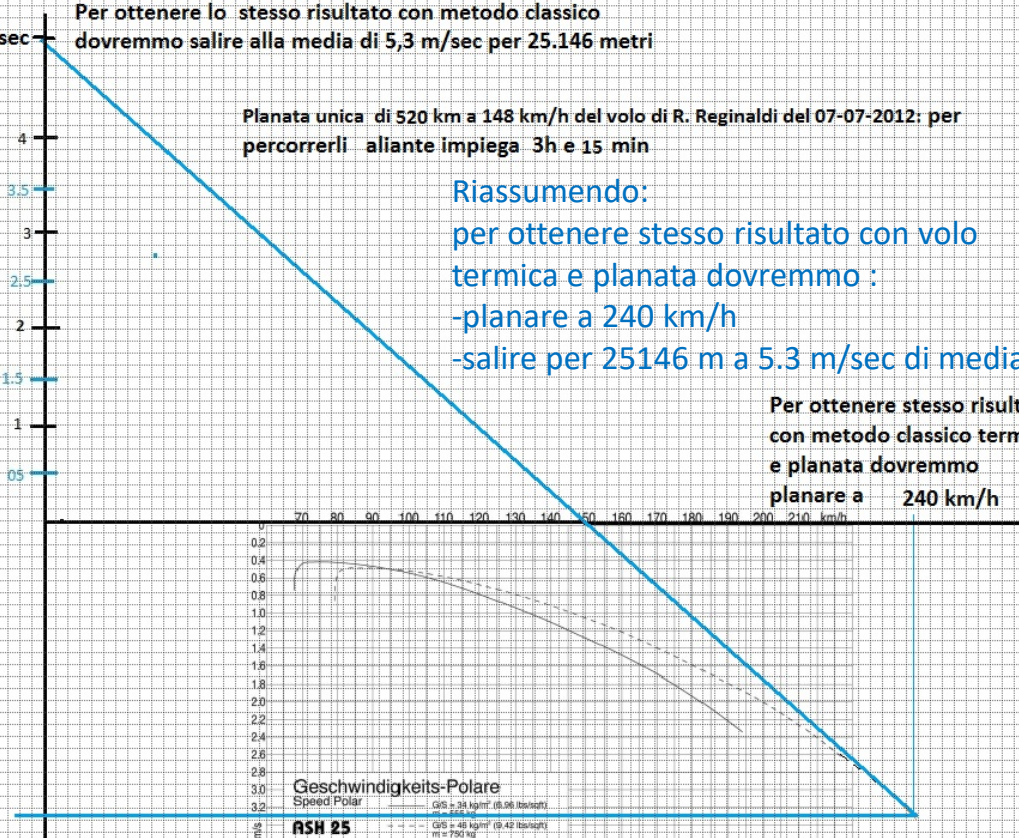
Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

Riassumendo:

per ottenere stesso risultato con volo termica e planata dovremmo :

- planare a 240 km/h
- salire per 25146 m a 5.3 m/sec di media

Per ottenere stesso risultato con metodo classico termica e planata dovremmo planare a 240 km/h



a 240 km/h aliante scende a 3.3 m/sec



Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

**Nota: Reginaldi ha ottenuto questo  
risultato solo sfruttando un netto di 0,8  
m/sec lungo la su planata.  
(energia distribuita)**

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a **240 km/h**

Volo Tema Selezione Fasi

Fase	Inizio	Fine	Durata	Alt. di ...	Alt. di ...	dH	Mediom...	Netto	Vel.Me...	MediaIAS	Dis...	Effic.
Volo planato	13:50:19	17:04:54	03:14:35	2058m	1177m	-881m	-0,1m/s	0,8m/s	160km/h	147km/h	520,2km	591
Volo planato	18:59:43	20:06:38	01:06:55	2096m	398m	-1698m	-0,4m/s	0,4m/s	146km/h	140km/h	162,5km	96
Volo planato	12:57:55	13:35:07	00:37:12	2448m	1804m	-644m	-0,3m/s	0,6m/s	160km/h	145km/h	99,1km	154
Volo planato	17:47:43	18:24:47	00:37:04	1840m	1303m	-537m	-0,2m/s	0,5m/s	155km/h	146km/h	93,9km	164

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec

Geschwindigkeits-Polare

Speed Polar

RSH 25

CRS = 34 kg/m<sup>3</sup> (0.06 lbs/cuft)

CRS = 48 kg/m<sup>3</sup> (0.42 lbs/cuft)

m = 750 kg

# Corso di meteorologia applicata

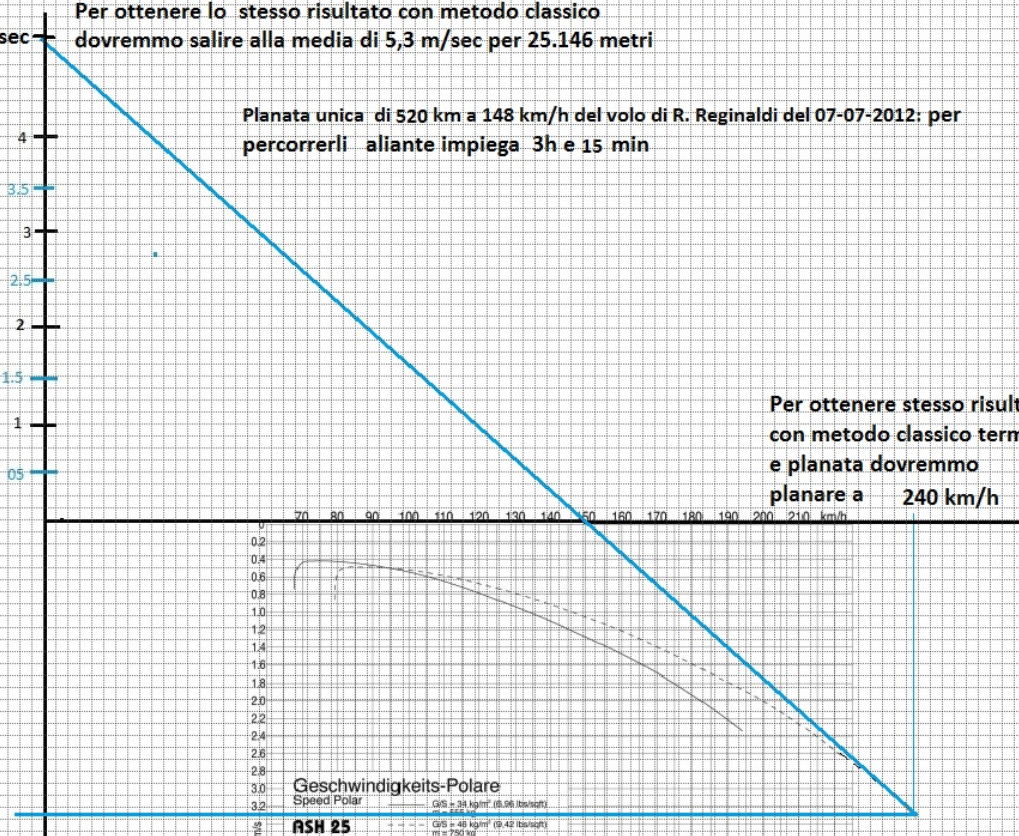
A cura di Ezio Sarti

Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a 240 km/h

a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec





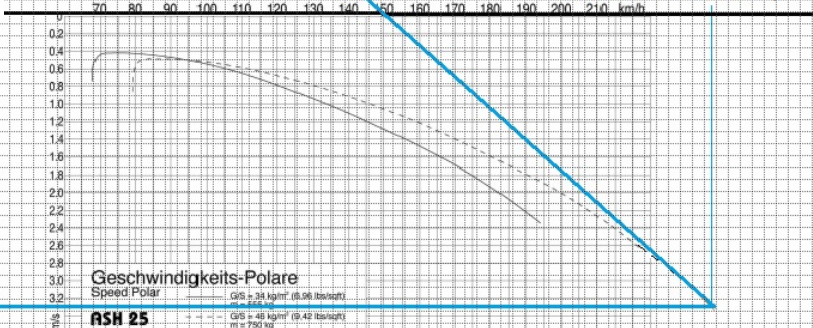
Per ottenere lo stesso risultato con metodo classico  
dovremmo salire alla media di 5,3 m/sec per 25.146 metri

Planata unica di 520 km a 148 km/h del volo di R. Reginaldi del 07-07-2012: per  
percorrerli aliante impiega 3h e 15 min



## Domande ?

Per ottenere stesso risultato  
con metodo classico termica  
e planata dovremmo  
planare a **240 km/h**



a 240 km/h aliante  
scende a 3.3 m/sec

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

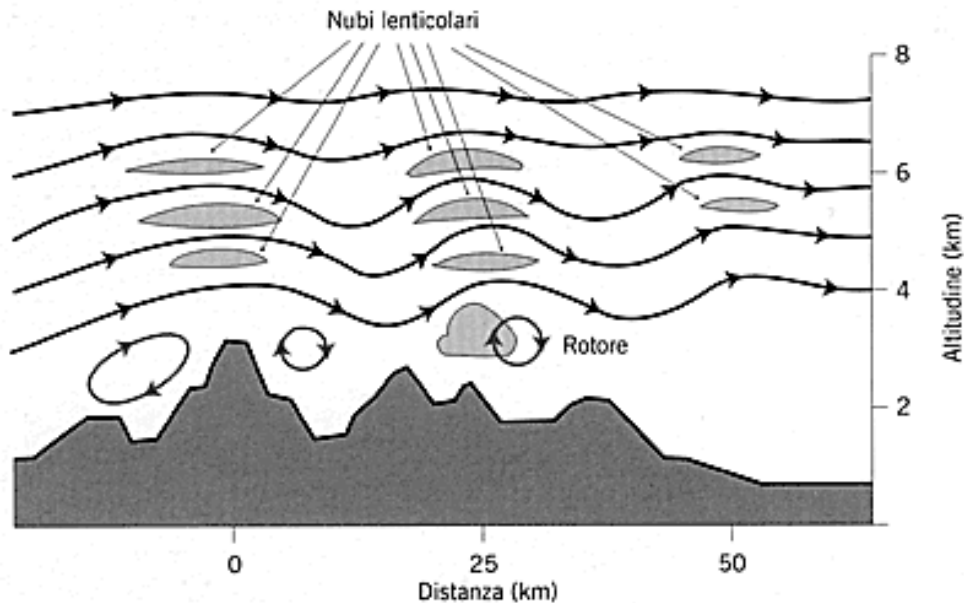




# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

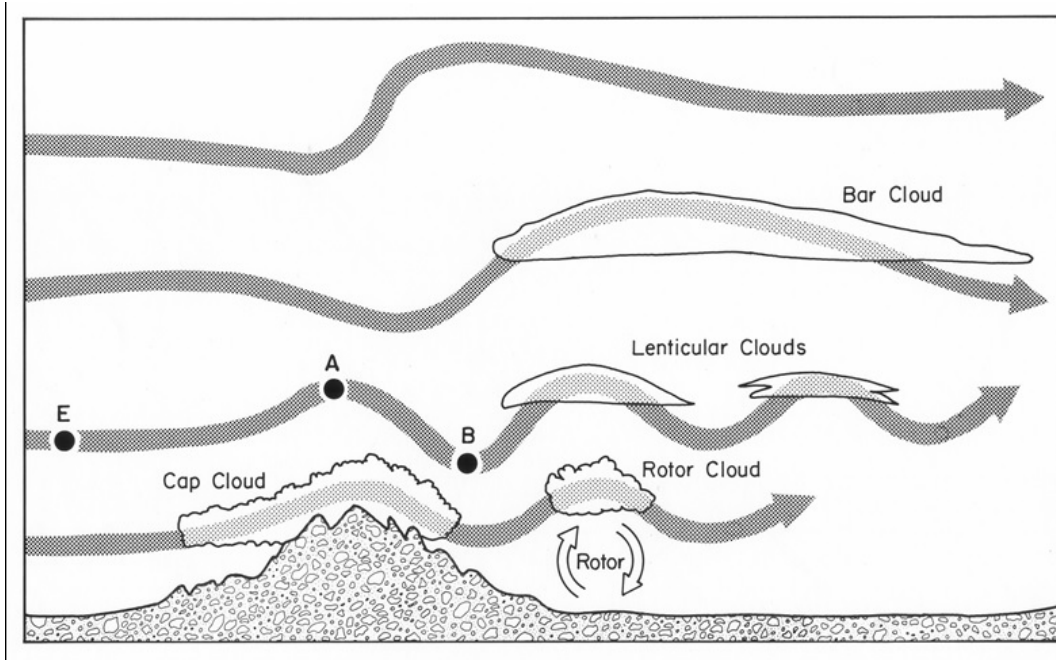
Fenomeni ondulatori dell'atmosfera



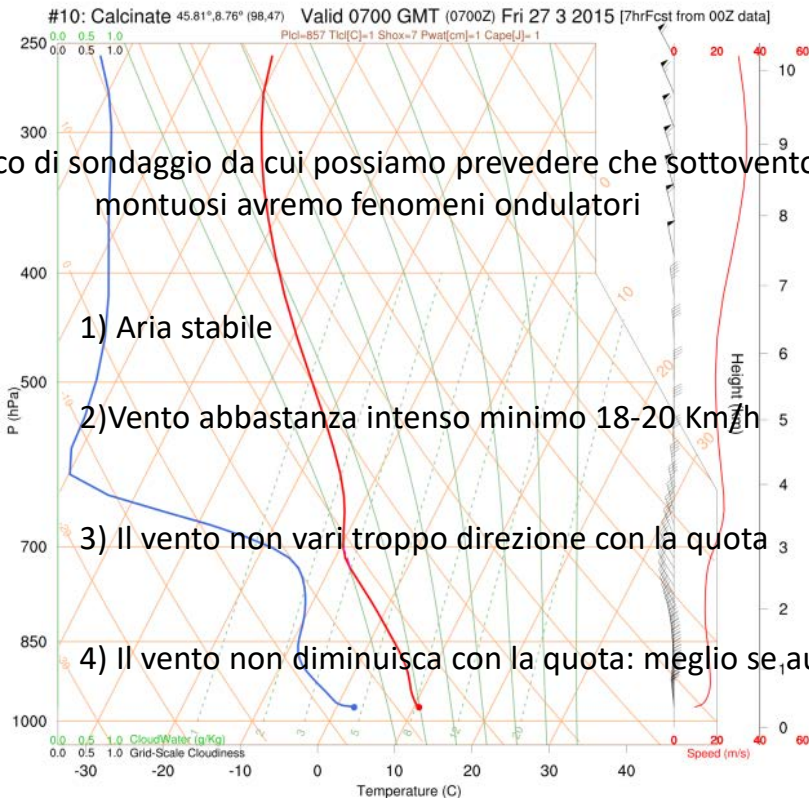
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera



Esempio pratico di sondaggio da cui possiamo prevedere che sottovento ai rilievi montuosi avremo fenomeni ondulatori



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Un po' di storia e un omaggio al maestro Plinio Rovesti



**I MOVIMENTI ONDULATORI DELL'ATMOSFERA  
ED IL VOLO VELEGGIATO IN ONDA**



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:

Di Plinio Rovesti, da un articolo della rivista L'Aquilone

in un movimento ondoso dell'atmosfera.

Il tempo che una particella d'aria impiega a compiere un'oscillazione verticale completa, si chiama 'periodo', e mentre una particella compie un periodo, ossia un'oscillazione completa, la particella stessa avanza esattamente una lunghezza d'onda.

Nelle onde d'ostacolo il periodo di oscillazione è dato dalla seguente formula:

$$P = 2\pi \frac{T}{g(t' - t)}$$

Dove P indica il valore del periodo in minuti secondi, T quello della temperatura assoluta (+ 273 gradi centigradi), g quello dell'accelerazione della gravità, t' quella del gradiente adiabatico secco, t quello del gradiente termico reale, e 2 pi greco il classico rapporto tra il diametro e la circonferenza, ossia 3,14.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:

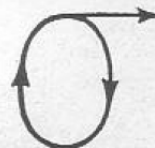
Di Plinio Rovesti, da un articolo della rivista L'Aquilone

La cosa  
evidente è che  
la lunghezza  
dell'onda  
aumenta con la  
velocità del  
vento  $V_v$

$$P = 2 \pi \sqrt{\frac{T}{g(t'-t)}}$$

$$L = V_v P$$

$$L = 2 \pi V_v \sqrt{\frac{T}{g(t'-t)}}$$



Periodo

$$T = 273^\circ K \text{ (temperatura media dello strato)}$$

$$g = 10 \text{ m/sec}^2 \text{ (accelerazione della gravità)}$$

$$t' = 0,01^\circ C \text{ (gradiente adiabatico secco per ogni metro)}$$

$$t = 0,007^\circ C \text{ (gradiente reale della temp. per ogni metro)}$$

$$V_v = 20 \text{ m/sec. (velocità del vento)}$$

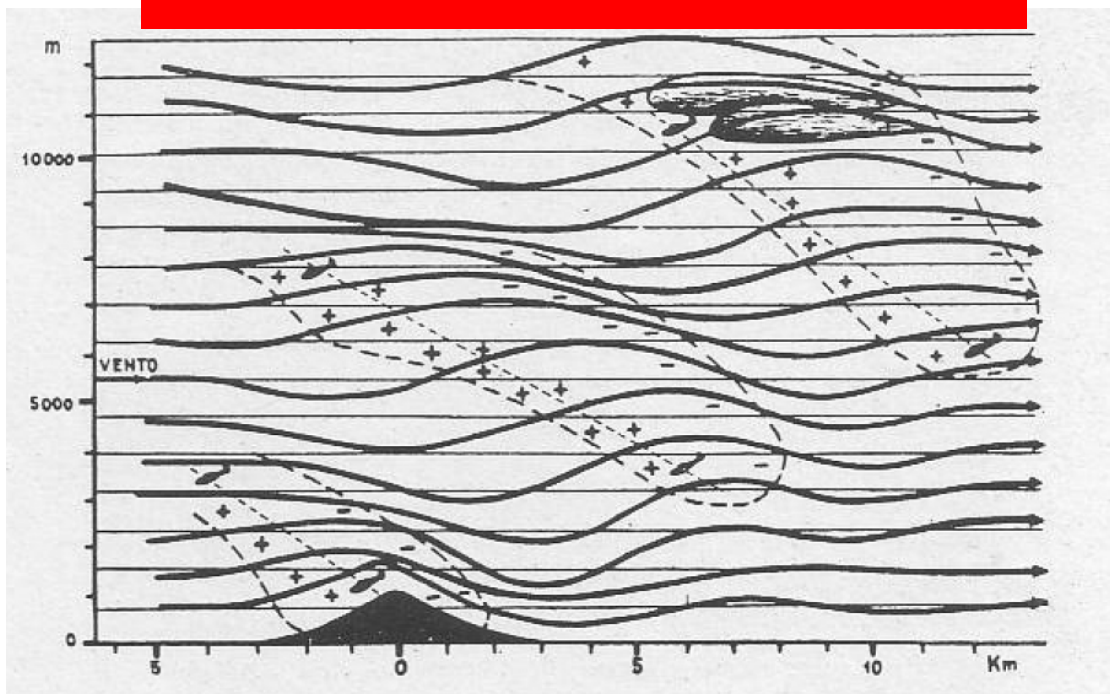
$$P = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{273}{10(0,01-0,007)}}$$

$$P = 6,28 \sqrt{9100}$$

$$P = 6,28 \cdot 95,4 = 600 \text{ sec}$$

$$L = 600 \cdot 20 = 12000 \text{ m} = 12 \text{ Km}$$

## Leggi intero artico di Plinio Rovesti







# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:

Alcuni esempi di come modello meteowind interpreta e prevede fenomeni ondulatori

Avviso meteo per Domenica 16 Marzo 2014 Onda Alpi Occidentali- Centrali-  
Orientali

Avviso che Domani sulle Alpi ci sarà un'ottima giornata di Onda. Dopo un primo assaggio di oggi, domani migliora sensibilmente. Valori di salita su Alpi centrali fino a 10 m/sec (attenzione salita dell'aria), ma anche su Alpi Orientali ed Occidentali non sarà male, anche se meno forte. Attenzione che sono previsioni, quindi invito i piloti meno esperti a non gettarsi senza criterio alle coordinate indicate dove è previsto il punto di massima salita.

Do queste coordinate solo per avere un riscontro dai voli che farete sull'attendibilità di questo dato, che come potete capire potrebbe anche risultare affetto da spostamenti a causa di fluttuazioni del vento.

Attendo qualche riscontro da parte sulla realtà trovata in volo.

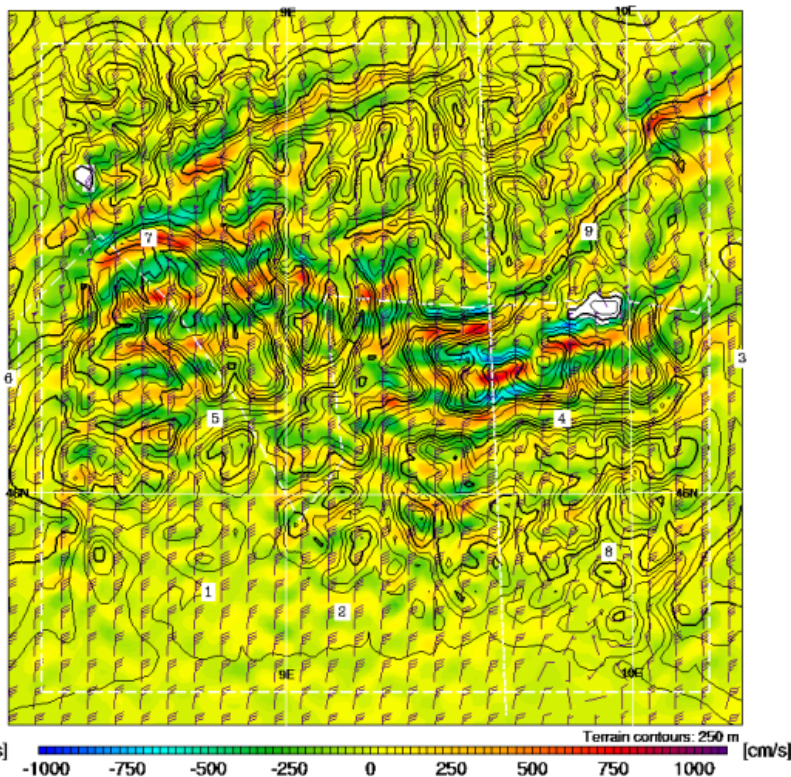


## Avviso meteo per Domenica 16 Marzo 2014 Onda Alpi Occidentali- Centrali- Orientali

### Vertical Velocity & Wind [kt] at 700mb

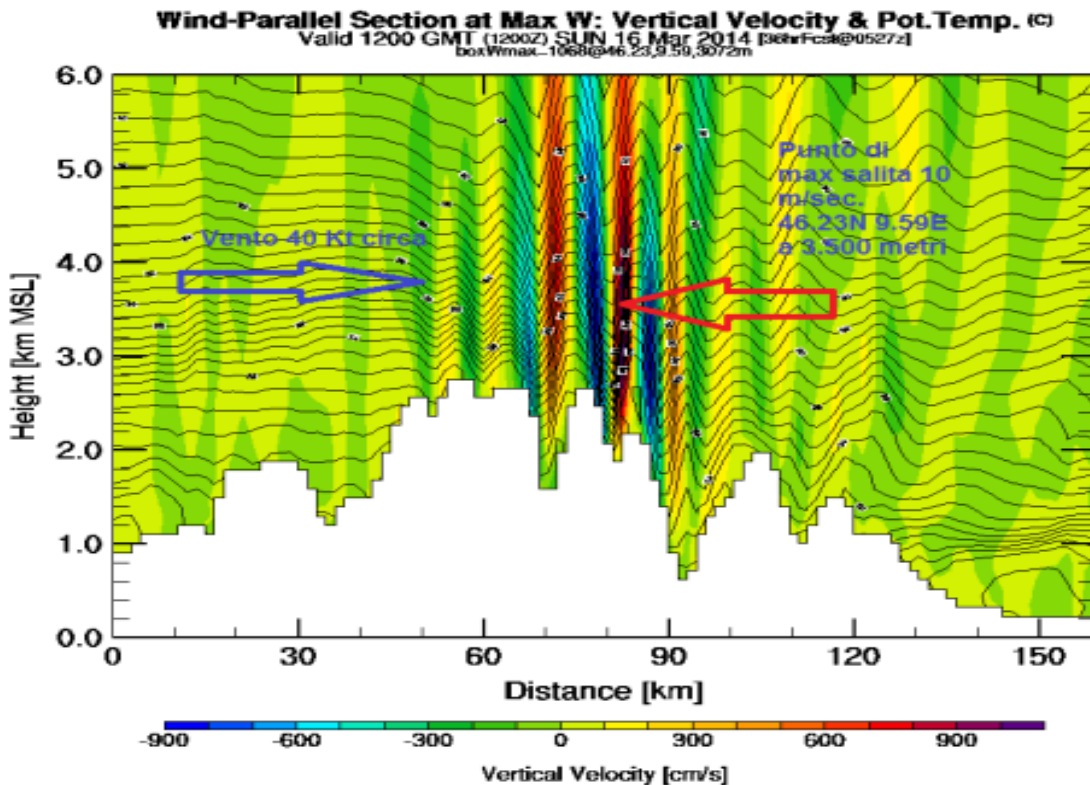
Valid 1200 GMT (1200Z) SUN 16 Mar 2014 [36hrFcst@0527z]

boxWmax=1068@46.23,9.59,3072m



<a href="#">1=Calciate</a>	45.81	8.76
<a href="#">2=Alzate</a>	45.76	9.16
<a href="#">3=Tonale</a>	46.26	10.58
<a href="#">4=Caiolo</a>	46.15	9.80
<a href="#">5=Locarno</a>	46.16	8.79
<a href="#">6=Sion</a>	46.21	7.32
<a href="#">7=Airolo</a>	46.52	8.60
<a href="#">8=Clusone</a>	45.88	9.94
<a href="#">9=Samedan</a>	46.53	9.88

Avviso meteo per Domenica 16 Marzo 2014 Onda Alpi Occidentali- Centrali-Orientali



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Avviso meteo per Domenica 16 Marzo 2014 Onda Alpi Occidentali- Centrali-Orientali





# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Avviso meteo per Domenica 1 Aprile 2015 Onda prevista su  
Calciate

Onda prevista su Calciate oggi ore 14 UTC . . .  
(sperando che con questo vento si riesca a decollare)

Massima salita 9 m/sec prevista alle coordinate 45.91  
N 8.44 E A CIRCA 2.000 METRI

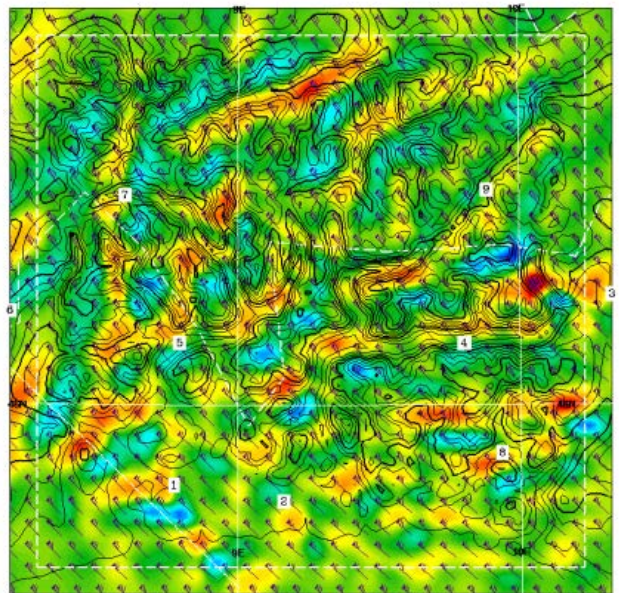
Dati elaborati dal server messo a disposizione da  
Roberto Villa.



**Componente verticale vento [cm/sec] e orizzontale [kt] al livello: 500mb**

Valid 1400 GMT (1400Z) WED 1 Apr 2015 (14hrFos@0529z)

Max. salita di 1028cm/sec @ 45.91,8.44 a 1832 metri: a cura di EZIO SARTI meteo@wind.com



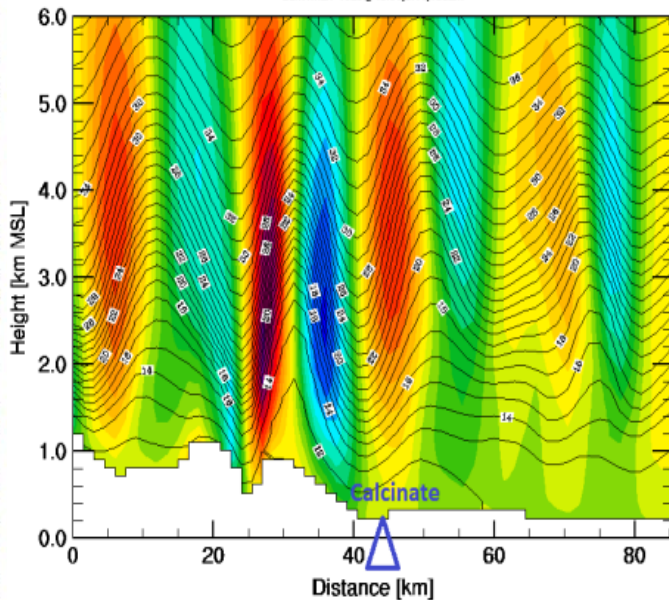
[cm/s] -700 -525 -350 -175 0 175 350 525 700 875 [c]

Terrain contours: 250 m

**Onda [cm/sec] su sezione verticale piano parallelo al vento & Temp. Pot. (C)**

Valid 1400 GMT (1400Z) WED 1 Apr 2015 (14hrFos@0529z)

benPmax-1028@45.91,8.44,1832m



-900 -600 -300 0 300 600 900

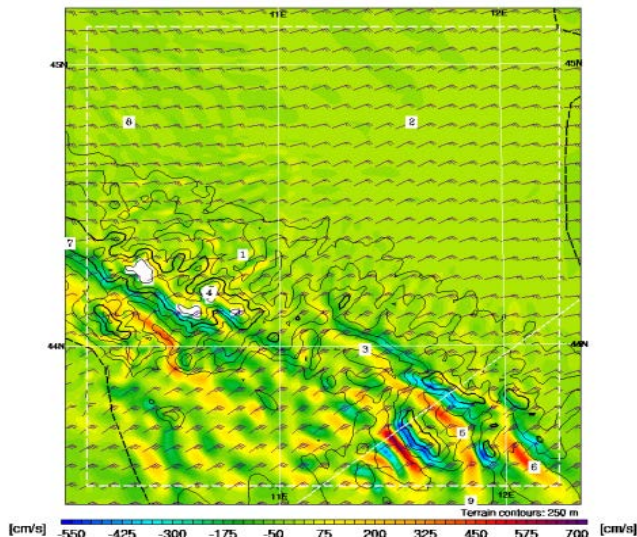
Vertical Velocity [cm/s]

Avviso per **Appennino Tosco Emiliano del 07-03-2014.**

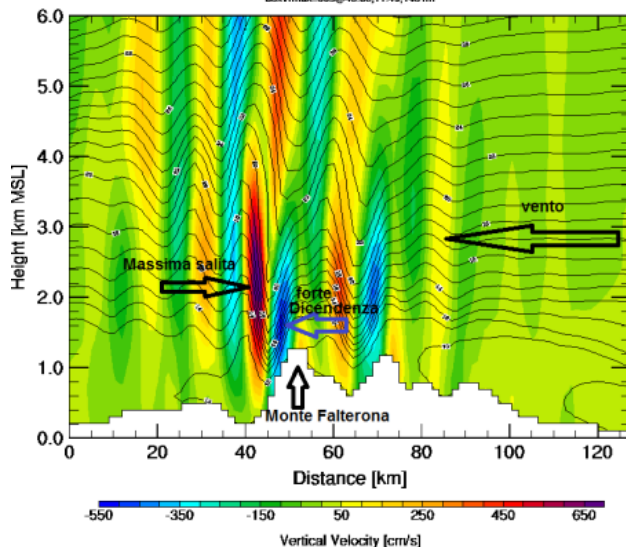
Sabato 8 sarà più coperto che a Rieti, e soprattutto dalle parti del Mugello ci sarà una copertura con nubi non troppo alte, ma si svilupperà anche un discreto movimento ondulatorio con picchi massimi nell'area di Bibbiena.

Se le aperture del cielo lo permetteranno questa è la carta delle salite in onda previste alle ore 12: Ricordo che Mugello è il 3 e Bibbiena è il 5.

**Vertical Velocity & Wind [kt] at 850mb**  
Valid 1200 GMT (1200Z) SAT 8 Mar 2014 [36hrFcst@0914z]  
bx:Wmax-665@43.68,11.49,1481m



**Wind-Parallel Section at Max W: Vertical Velocity & Pot. Temp. (C)**  
Valid 1200 GMT (1200Z) SAT 8 Mar 2014 [36hrFcst@0914z]  
bx:Wmax-665@43.68,11.49,1481m



## Effetto Fohn e Para-delta.

Fare attenzione in Pianura Padana, sottovento alle Alpi prima di trovarsi in crisi per troppa turbolenza e vento.

Effetto Fohn: Para-delta: quando fare attenzione in pianura padana

I venti di caduta da nord caldi iniziano ad erodere lo strato freddo presente al suolo.

Fintanto che resiste questo strato da buone condizioni di veleggiamento: aria calma leggermente instabile, fredda dove sono possibili formazioni di cumuli, con leggera foschia.



Il pericolo per i parapendio arriva quando il vento di caduta erode in profondità questo strato avvicinandosi al suolo.

Effetto Fohn: Para-delta: quando fare attenzione in pianura padana

I segni che ci devono far capire  
che il fohn sta arrivando ai  
bassi strati sono:

-Il cuscino d'aria fredda e con  
foschia si assottiglia

Effetto Fohn: Para-delta: quando fare attenzione in pianura padana

-Il cielo sopra questo strato appare di un blu sempre più intenso sopra la foschia.

Effetto Fohn: Para-delta: quando fare attenzione in pianura padana

-Eventuali cumuli iniziano ad essere frastagliati e appaiono scarrocciati dal vento ad iniziare dalla loro parte più alta, o vengono rigirati su se stessi.

-Le termiche iniziano ad essere improvvisamente più turbolente e incontriamo inaspettate raffiche di vento.

-----

Meglio atterrare prima che irrompa il Fohn

Innanzitutto un sentito ringraziamento all'amico Walter Giordani:

Walter è recentemente scomparso e mi preme qui indicare un risultato della sua grande collaborazione con me:

Walter si è impegnato a trovare un metodo per sovrapporre le immagini si Rasp su Goole Earth.  
Ecco un primo risultato.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

## Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Quando ho iniziato a volare in aliante i fenomeni ondulatori dell'atmosfera erano stati scoperti dai volovelisti da poco più di 15 anni e il miglior modo di interpretare e sfruttare questo fenomeno atmosferico era oggetto di animate discussioni e controversie tra i big di allora: In particolare ho avuto la fortuna di essere testimone di alcune di queste tra:

-Colonnello Plinio Rovesti

-Ing. Guidantonio Ferrari

-Ettore Muzzi ( Il Capo)

-In particolare tra Plinio Rovesti e l'Ing. Guidantonio Ferrari le divergenze erano più che semplici opinioni diverse. Queste divergenze tra i due divennero poi incompatibili quando si iniziò a parlare di Termo-Onda

-A quei tempi l'onda era vista soprattutto come strumento per fare quota, (vedi insegna fai per guadagno di quota che ora per me non avrebbe più senso). Mentre i voli di distanza erano in Italia centrale non erano ancora considerati possibili

## Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Solo l'ing. Guido Ferrarini cercò immediatamente di sfruttare l'onda non solo per fare quota, ma soprattutto per fare distanza.

Consiglio vivamente di andare a leggere su questo grande pioniere tutta la bibliografia presente non solo in internet.

Lui aveva una convinzione assoluta sull'onda di Nord Est sui cieli di Rieti:

1) L'onda di Rieti si generava sui Balcani e da lì si propagava sino al Monte Terminillo, da cui in particolari condizioni veniva amplificata per effetto risonanza

2) Premesso ciò, lui era convintissimo che risalendo l'onda controvento si sarebbe potuta raggiungere l'allora Jugoslavia, e proprio per questo era considerato un folle visionario e deriso da molti. In pratica da tutti gli altri volovelisti dell'epoca.

Invece probabilmente aveva ragione lui! Segue un mio avviso meteo del 10-02-2015



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:  
dal mio avviso meteo del 10-02-2015

...Facciamo un salto indietro nel tempo di 45 anni.

Ricordo che da giovane pilota appena brevettato ascoltavo quasi incredulo i racconti di Guidantonio Ferrari e dei suoi voli in onda con venti da Nord EST.

In una di queste occasioni, dopo essere decollato da Guidonia, lui affermò di aver risalito contro vento svariate onde e di aver scoperto che quelle primarie provenivano dai Balcani e non dai monti dell'Appennino e che lui era riuscito a risalirle fino sul mare Adriatico.

Allora le conoscenze su questo fenomeno erano ancora a livello pionieristico, e ricordo quindi gli sguardi scettici ed increduli di Plinio Rovesti e di Ettore Muzi, suoi acerrimi Nemici, avversari ma anche amici inseparabili.

Guidantonio affermava che in particolari condizioni, si sarebbe potuto traversate il mare Adriatico e volare poi sopra la "Jugoslavia".

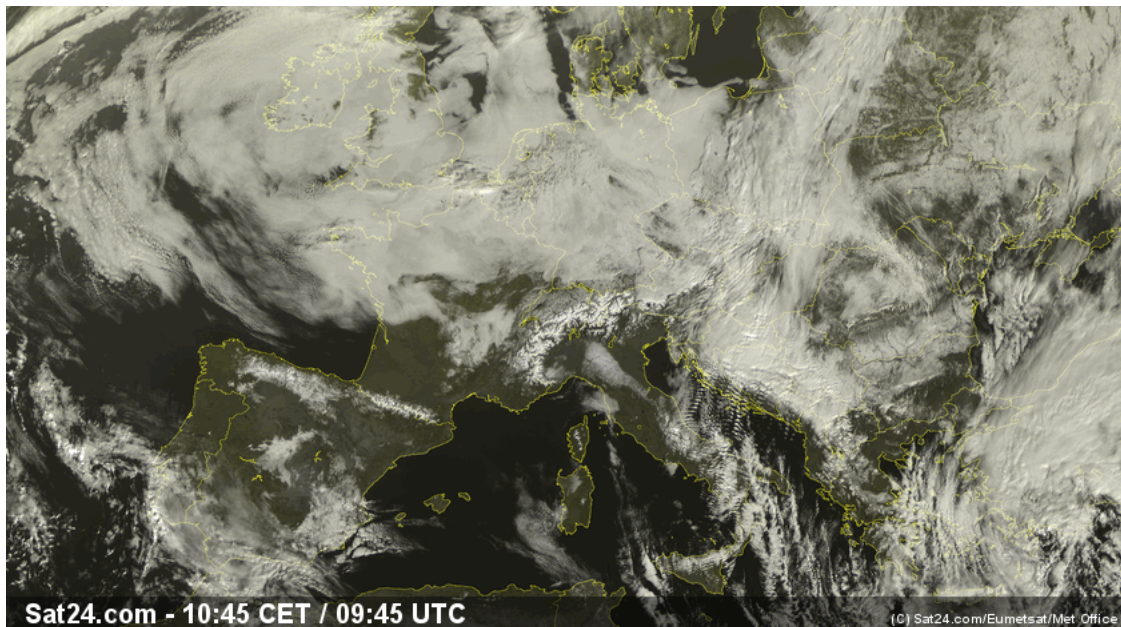
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:

dal mio avviso meteo del 10-02-2015: L'ing Ferrari aveva ragione:

SE QUALCUNO OGGI AVESSE VOLUTO PROVARE, IL SUO SOGNO SI SAREBBE FORSE POTUTO REALIZZARE. QUESTA È L'IMMAGINE DEL SATELLITE DI OGGI ALLE 9.45 UTC OSSERVATE LE NUBI D'ONDA SUL MARE ADRIATICO E PROVATE AD IMMAGINARE E PENSARE COSA AVREBBE POTUTO FARE LUI OGGI.



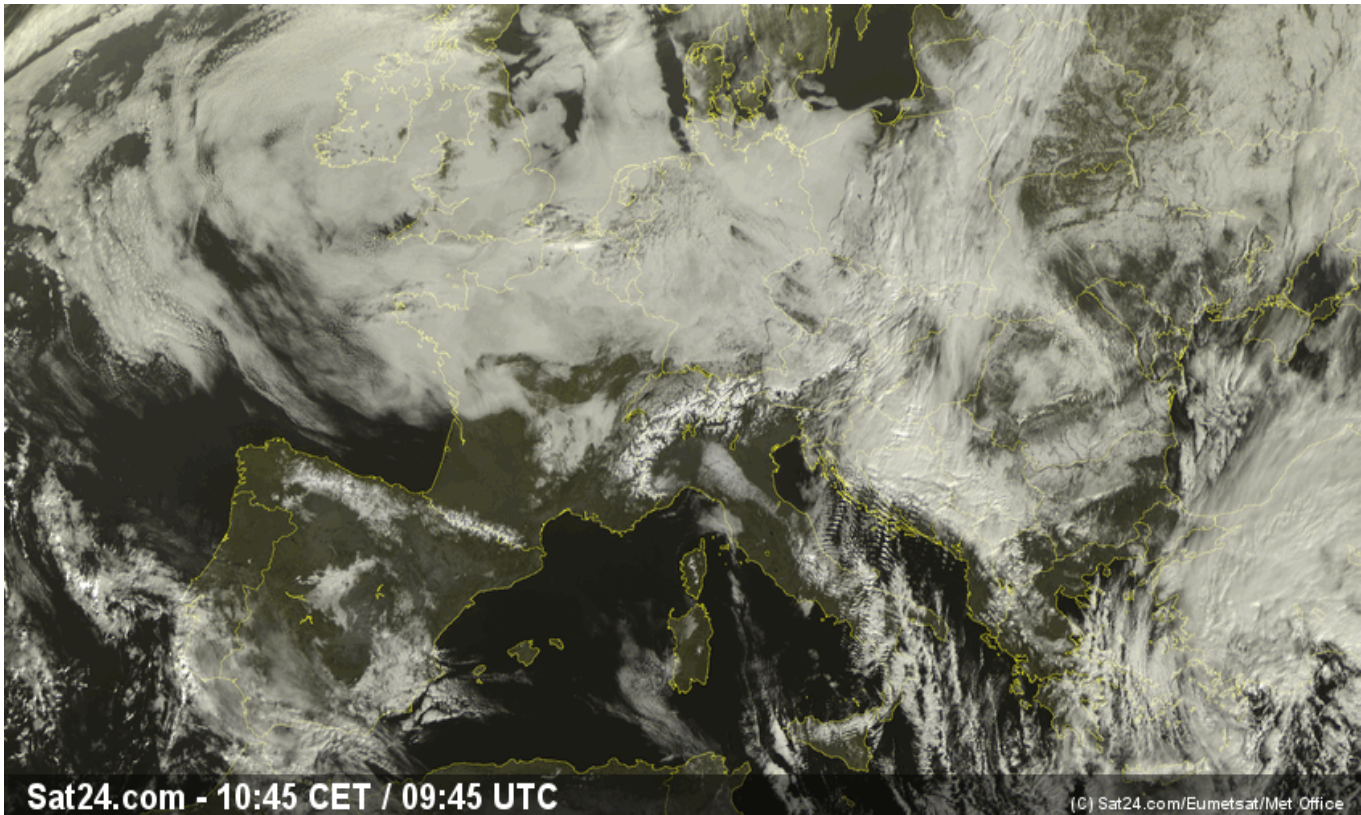
Sat24.com - 10:45 CET / 09:45 UTC

(C) Sat24.com/Eumetsat/Met Office

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera





10:50 CET / 09:50 UTC

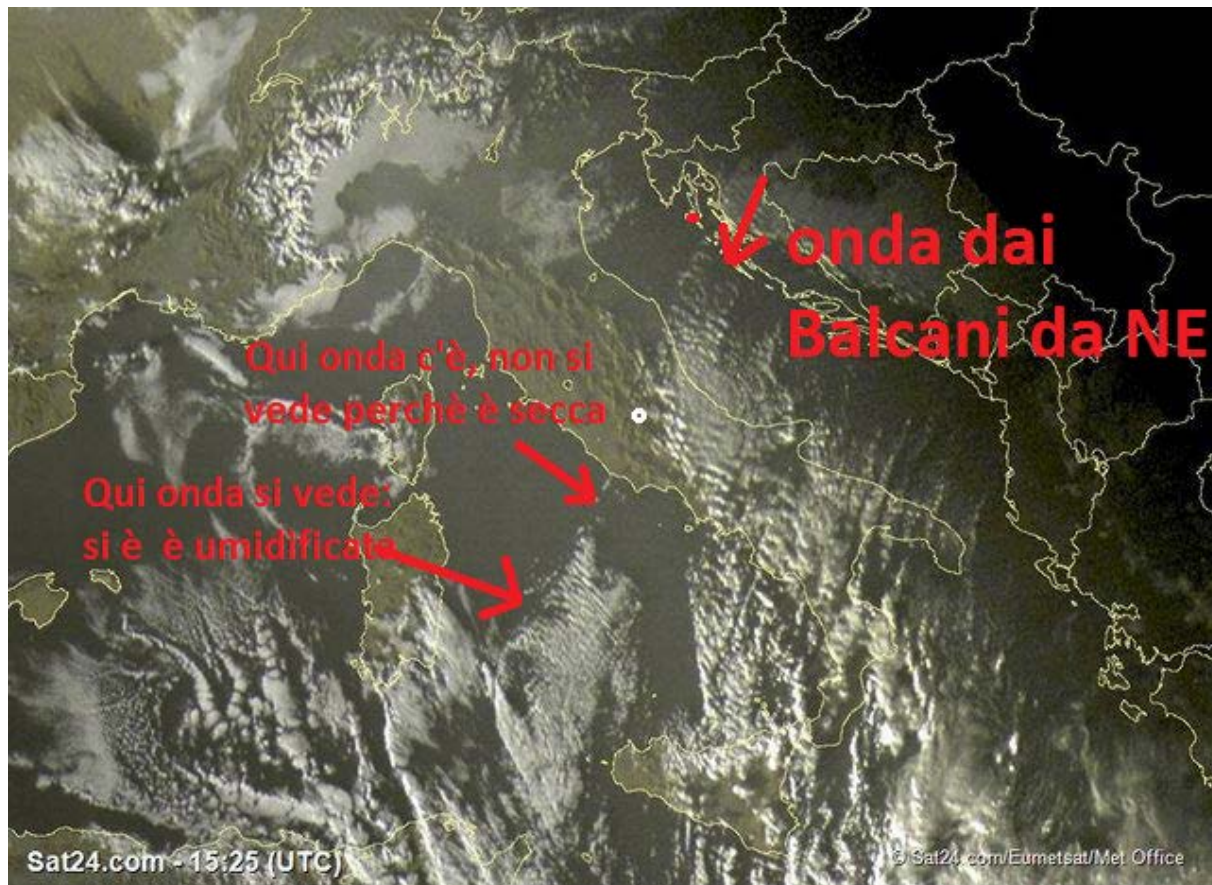
**onda innesca su Vesuvio e su  
monti di Sorrento Costiera  
Amalfitana**



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera: 26\_12-2016



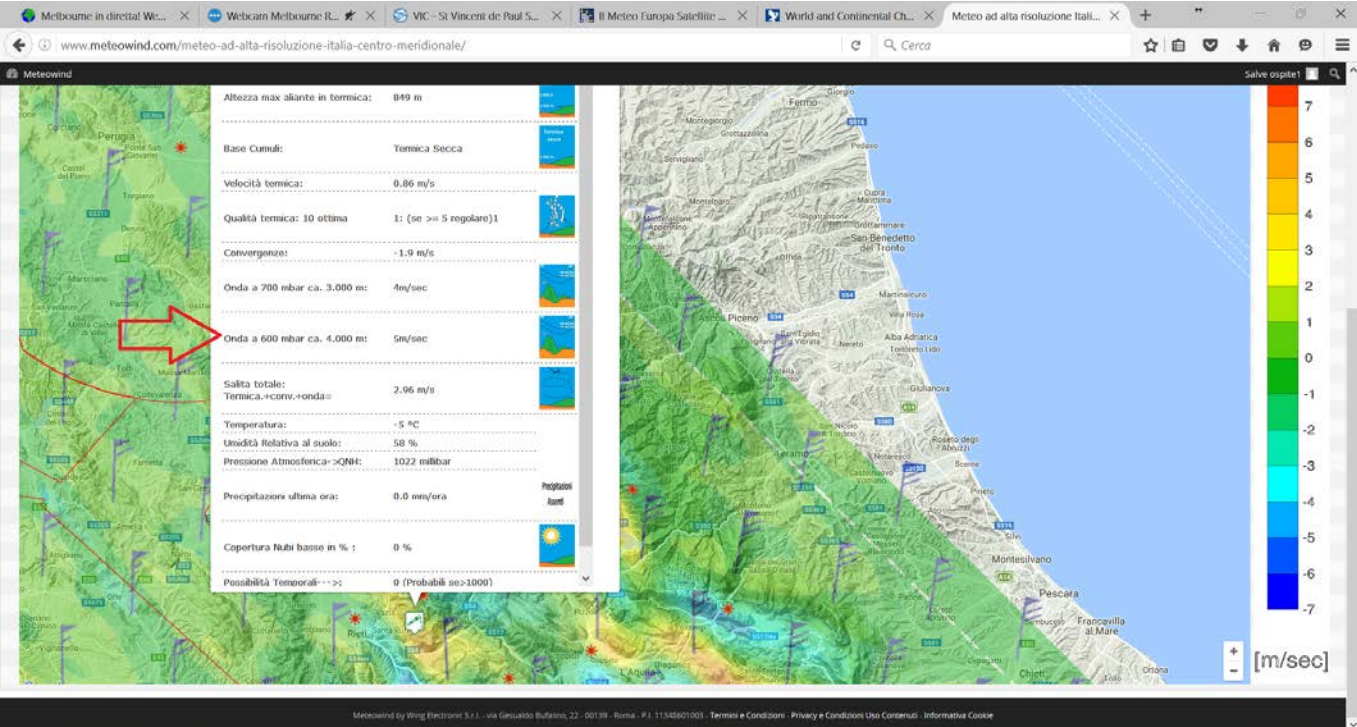


# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera:  
Etna: la Contessa dei venti





Velocità termica: 0.65 m/s

Qualità termica: 10 ottima 1: (se  $\geq 5$  regolare)1

Convergenze: 1.94 m/s

Onda a 700 mbar ca. 3.000 m: 6m/sec

Onda a 600 mbar ca. 4.000 m: 5m/sec

Salita totale:  
Termica.+conv.+onda= 8.59 m/s

Temperatura: -5 °C

Umidità Relativa al suolo: 63 %

Pressione Atmosferica->QNH: 1024 millibar

Precipitazioni ultima ora: 0.0 mm/ora

Precipitazioni  
Assenti





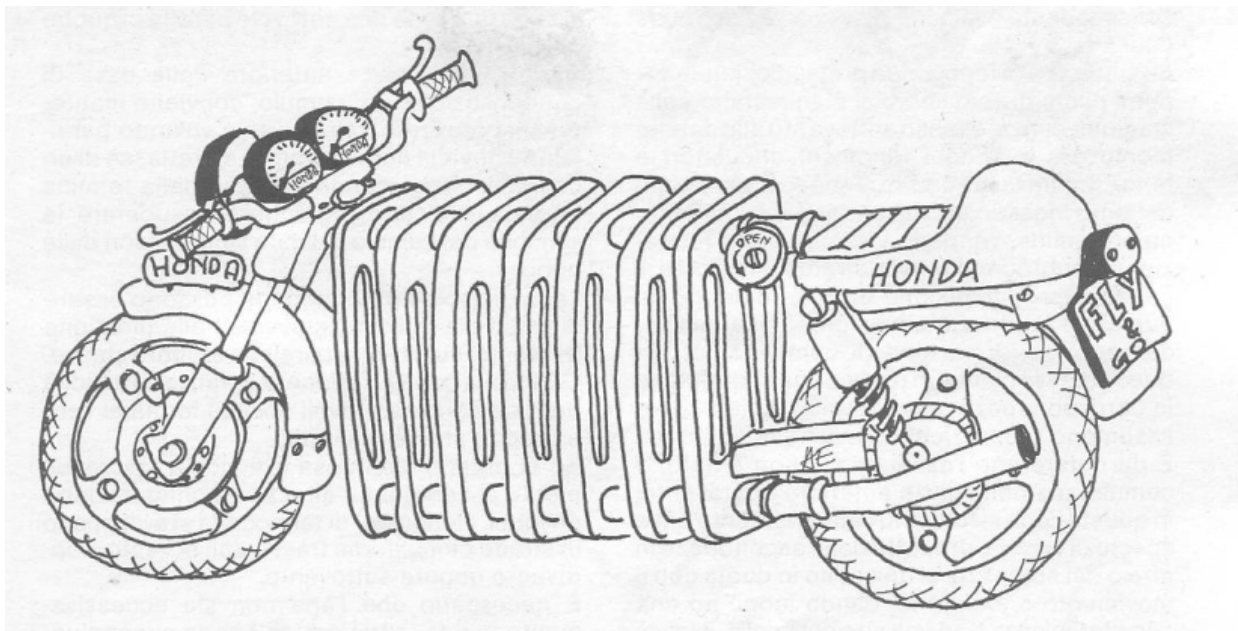
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

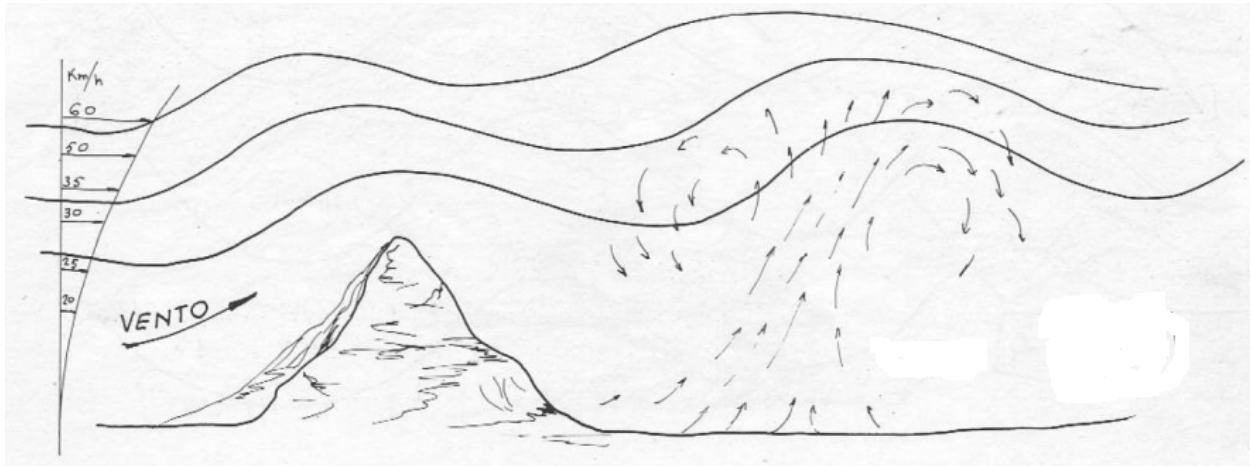
Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda:

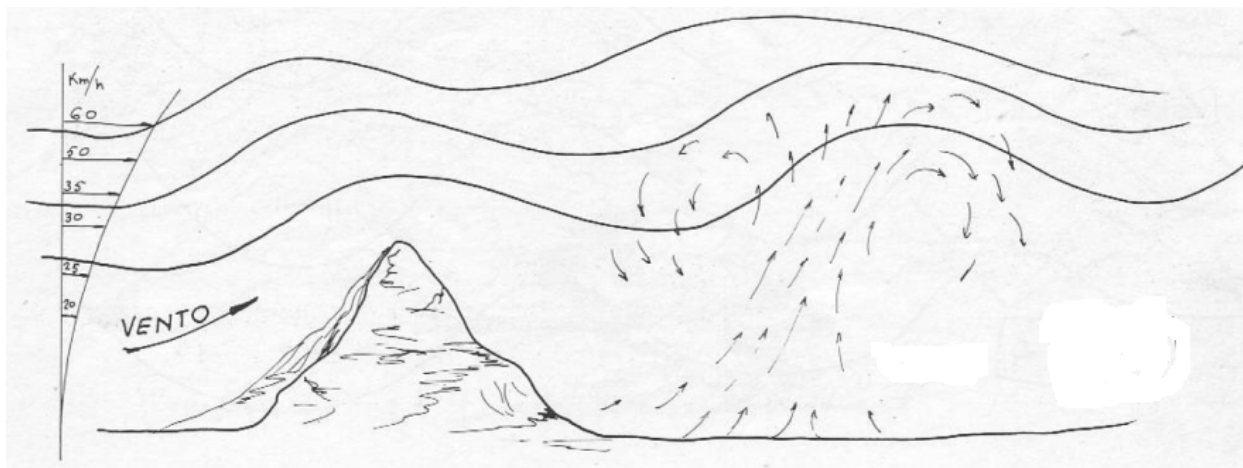
Agli inizi questo termine misterioso era oggetto di interpretazioni diverse



## Così andiamo meglio!



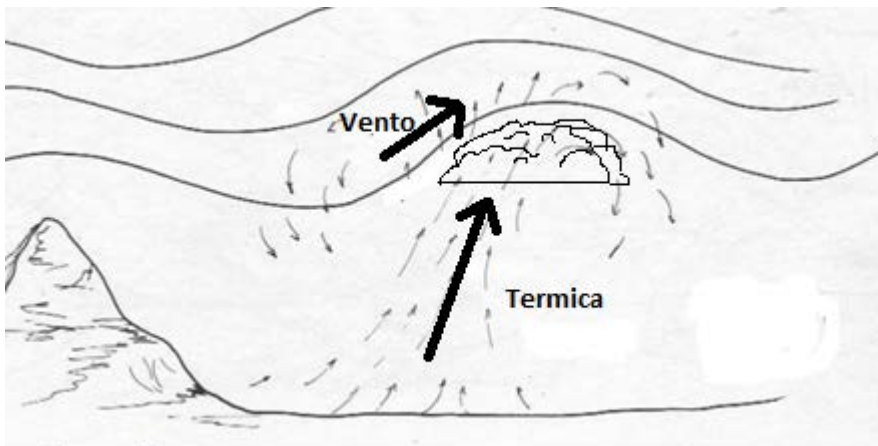
Il termine Termo-Onda trova d'accordo i meteorologi solo sul fatto che in questo fenomeno coesistono entrambi i fenomeni: Quello ondulatorio e la presenza di correnti termiche con formazione di cumuli, come mostrato in figura.



Per tutto il resto ci sono ancora due teorie:

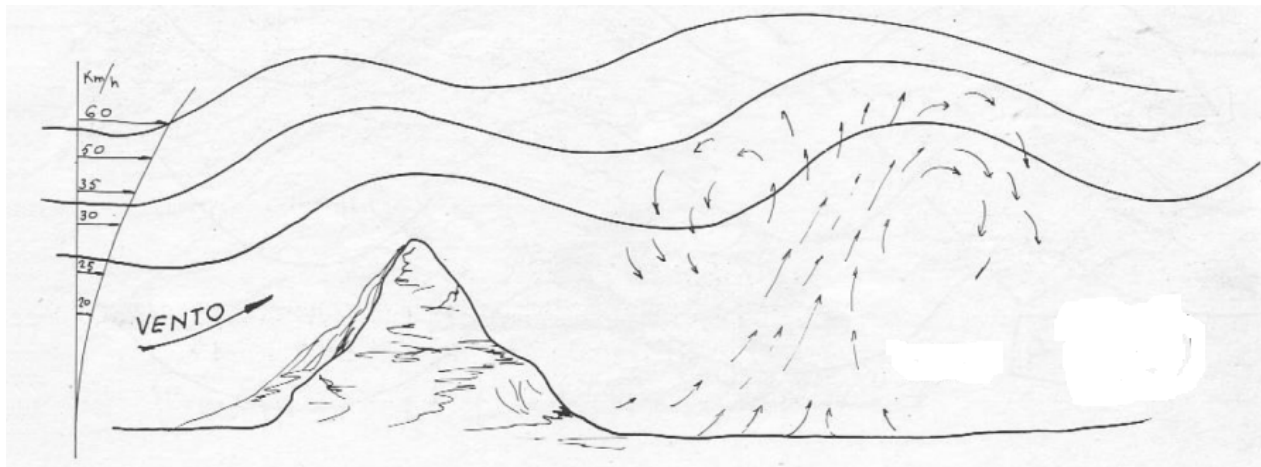
1) La prima: La spiegazione dei meteorologi classici a cui appartengono anche le convinzioni del compianto Plinio Rovesti.

Questa teoria dice che sono le nubi cumuliformi con la loro enorme massa a costringere in vento incidente a seguire il profilo sopra vento della nube. In questo modo si crea una corrente dinamica simile a quella generata da un costone montuoso nel versante sopravvento del cumulo



Termo-Onda: La seconda interpretazione, quella dell'ing G. Ferrari

2) La seconda ipotesi: quella dell'ing Guidantonio Ferrari, molto più elegante, affascinante ed "unificatrice" nella comprensione dell'aerologia.



## Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: La seconda interpretazione, quella dell'ing G. Ferrari

Questa visione dei moti dell'atmosfera così spiega il fenomeno della Termo-Onda

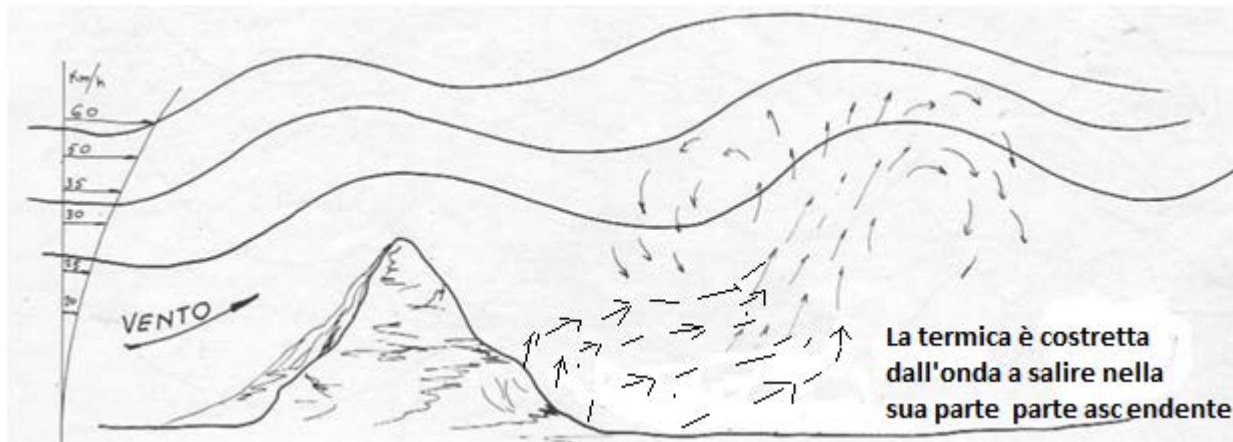
- 1) I fenomeni puramente ondulatori sono presenti nell'atmosfera quasi sempre in presenza di vento, anche modesto.
- 2) Noi non ci accorgiamo di ciò perché molto spesso questi fenomeni sono di debole intensità; ma comunque esistono.
- 3) Anche se deboli questi fenomeni ondulatori influenzano gran parte dei movimenti dell'atmosfera, anche quelli all'interno dello strato di mescolamento.
- 4) In particolare queste onde interagiscono nei bassi strati con l'attività termica, "obbligando" le ascendenze a salire dentro la parte ascendente dell'onda.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: La seconda interpretazione, quella dell'ing G. Ferrari

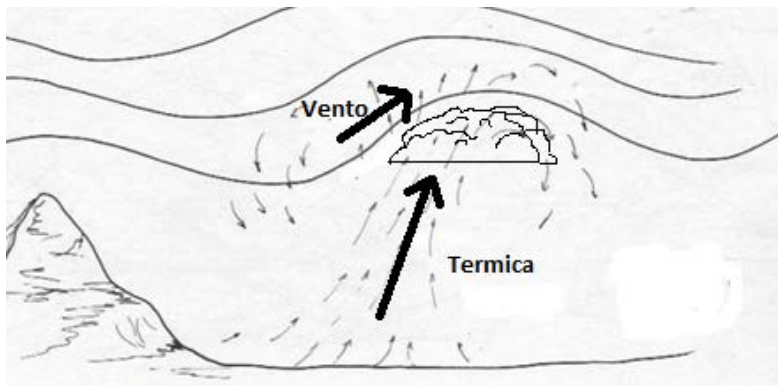


# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera. Termo-Onda:

Prima ipotesi:



Seconda interpretazione





Se due ipotesi sono assolutamente e diametralmente opposte anche se praticamente portano allo stesso risultato pratico.

Con la Termo-Onda si sale davanti al cumulo nella sua parte sopravvento.



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Sino a qualche tempo fa quasi tutti i grandi maestri di volo a vela escludevano lo sfruttamento della termo-onda in voli di gara

Oggi questo fenomeno è sicuramente sfruttabile per i voli di distanza. Voli in cui occorre saper sfruttare ogni possibilità energetica offerta dalla nostra atmosfera, ma anche in gara qualche volta viene sfruttato.

Ho un chiaro ricordo quando ai campionati europei di classe open del 2011 in Lituania, i primi classificati furono i piloti che sfruttarono un fenomeno di Termo-onda per quasi tutto il tema, mentre quelli che volarono come me sotto le nubi, finirono tragicamente agli ultimi posti.

Notare che il suolo della Lituania è pianeggiante con piccole colline e senza rilievi montuosi degni di questo nome.

Quando siamo nella parte laminare della termo-onda e sopra i cumuli, fare attenzione perché questi vengono spostati dal vento per essere sostituiti sopra-vento da cumuli nuovi che si possono vedere sotto di noi mentre si stanno formando.(in genere sopra-vento alla nostra posizione)

In questa situazione la salita non è più davanti al cumulo grande che si è spostato sottovento ( e noi con lui che lo avevamo come riferimento), ma si trova sulla verticale del piccolo cumulo in formazione sopra-vento

Durante questa fase di condensazione del nuovo cumulo in formazione, sulla sua verticale si hanno dei notevoli rinforzi di salita.

Questo incremento dell'ascendenza è dovuto all'apporto del calore latente di condensazione del piccolo cumulo sotto di noi che si sta formando, e sappiamo che il calore latente di condensazione è molto elevato.

Poiché spesso in situazioni di termo-onda con scarsa visibilità del suolo, gli unici riferimenti visivi sono i cumuli, spesso ci lasciamo ingannare e scivoliamo anche noi sottovento.

La tecnica per non farsi ingannare è quella di provare immediatamente ad accostare sopravvento non appena vediamo una diminuzione della salita e controllare in basso se sopravvento alla nostra posizione si stanno formando dei nuovi cumuli.

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Fare attenzione che in presenza di termo-onda l'aggancio ed il centraggio delle termiche sotto il cumulo risulta in genere difficile e spesso si perde tempo per capire dov'è la salita.

Questo fatto è in linea con la teoria teoria dell'ing. Ferrari. infatti abbiamo visto che secondo la sua interpretazione del fenomeno, la corrente ascensionale non parte proprio al di sotto del ventre dell'onda, viene deviata e spostata, fintanto che questa salga dove l'onda gli consente ed è concorde con il suo moto di salita. Questo fa sì che la salita delle termiche sotto il cumulo, sovente risulta anomala

# Corso di meteorologia applicata

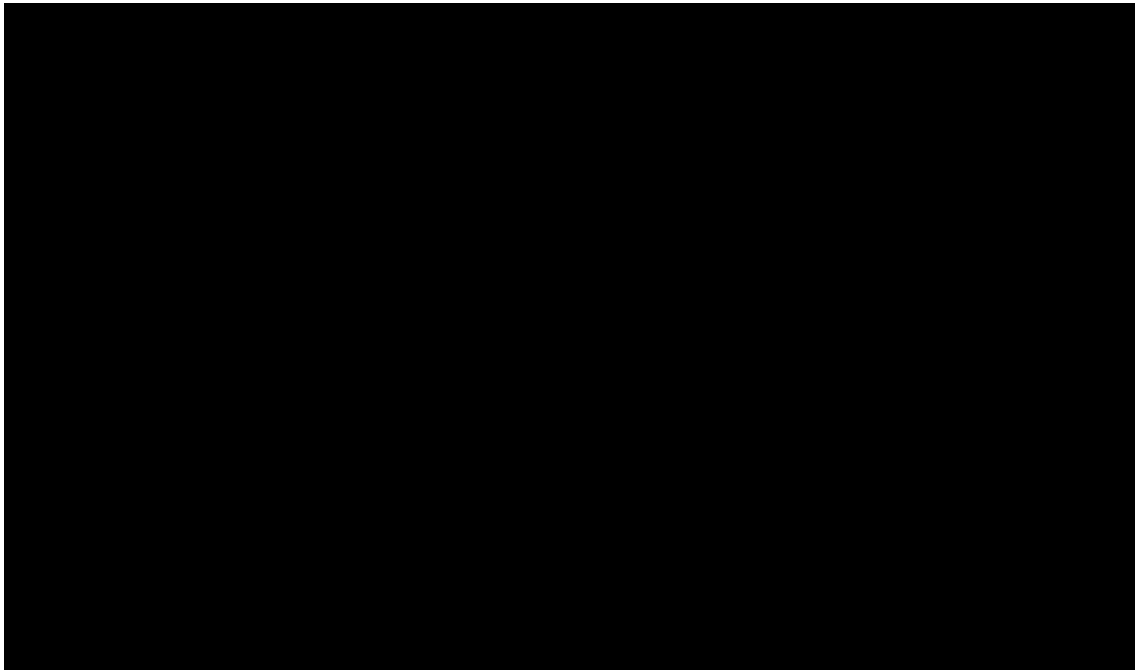
A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda:

Filmato di un volo in Onda / Termo-onda di Reginaldi.

Direzione Aliante Sud Sud-Est con vento da Est Nord-Est. Quota circa 4.000 m



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Qualcuno conosce il fenomeno  
chiamato  
Morning Glory ?

*Sto parlando del fenomeno meteo, non di quello fisiologico, naturalmente*



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



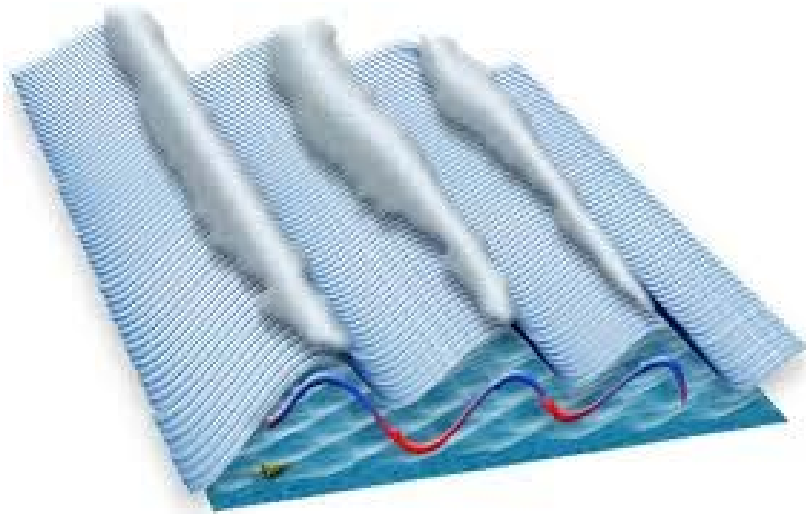
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



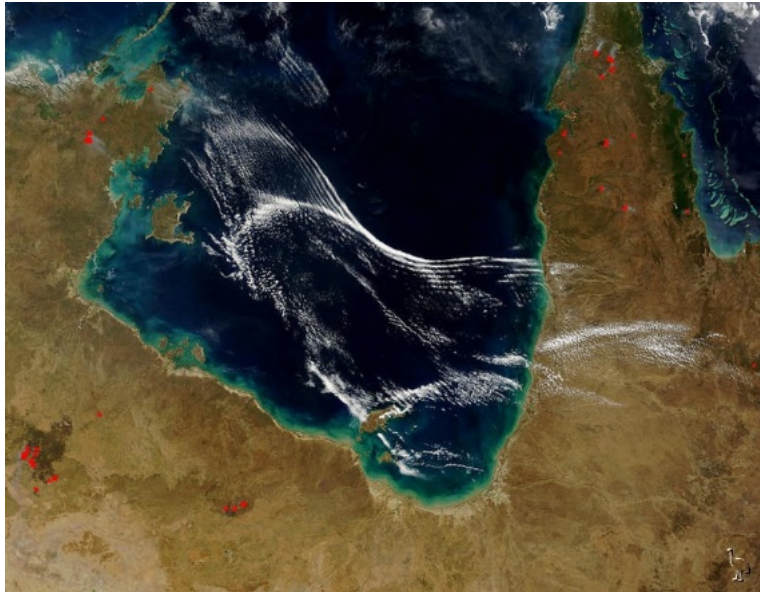
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



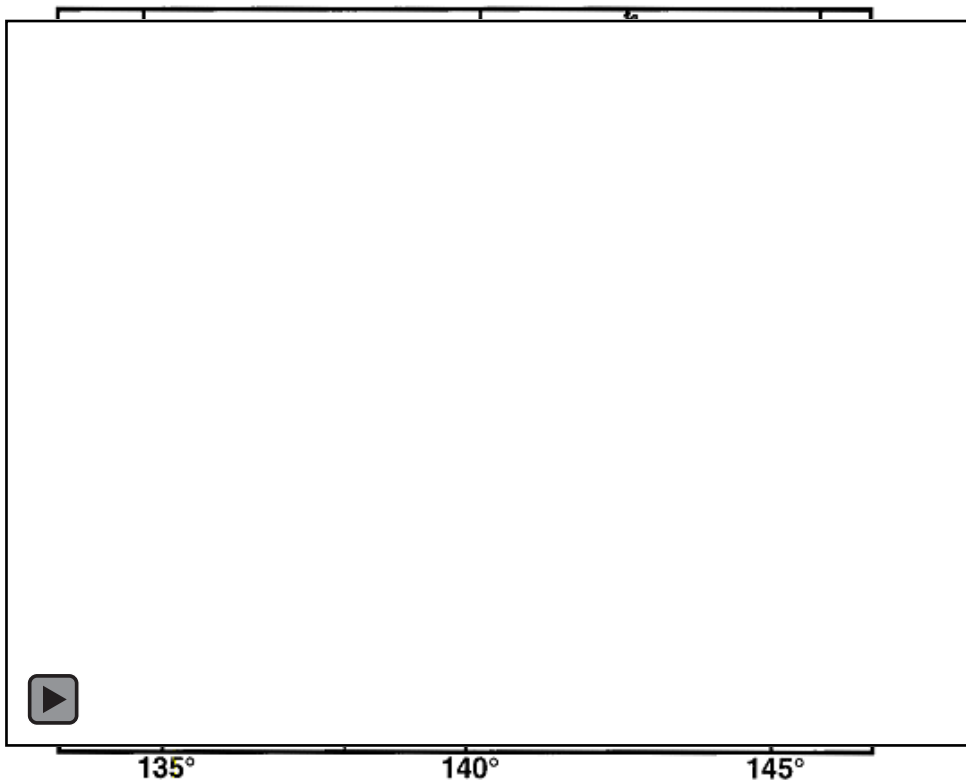
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



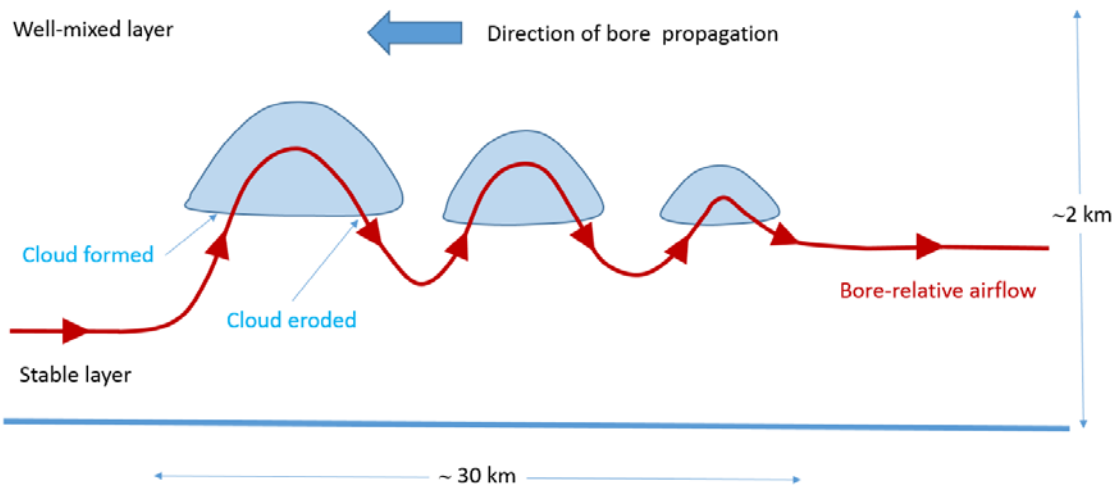
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia

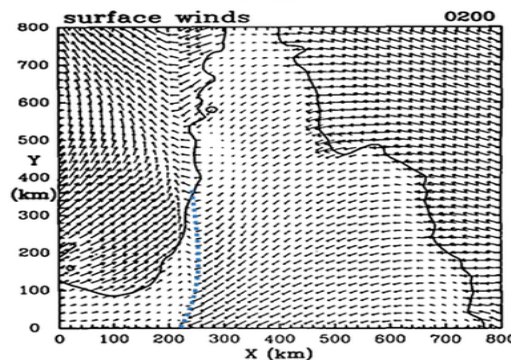
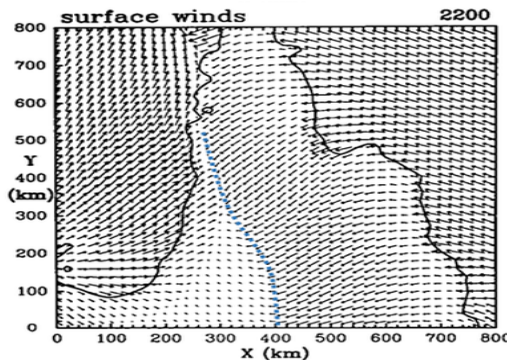
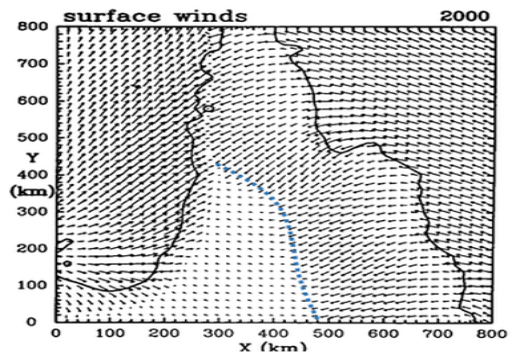
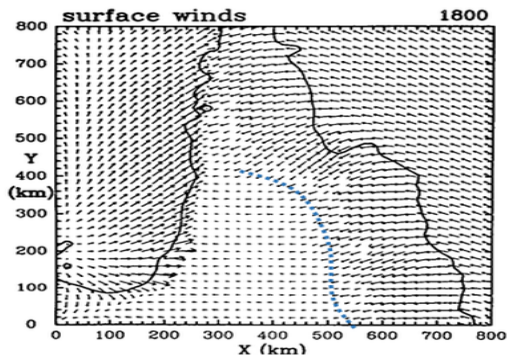


A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia





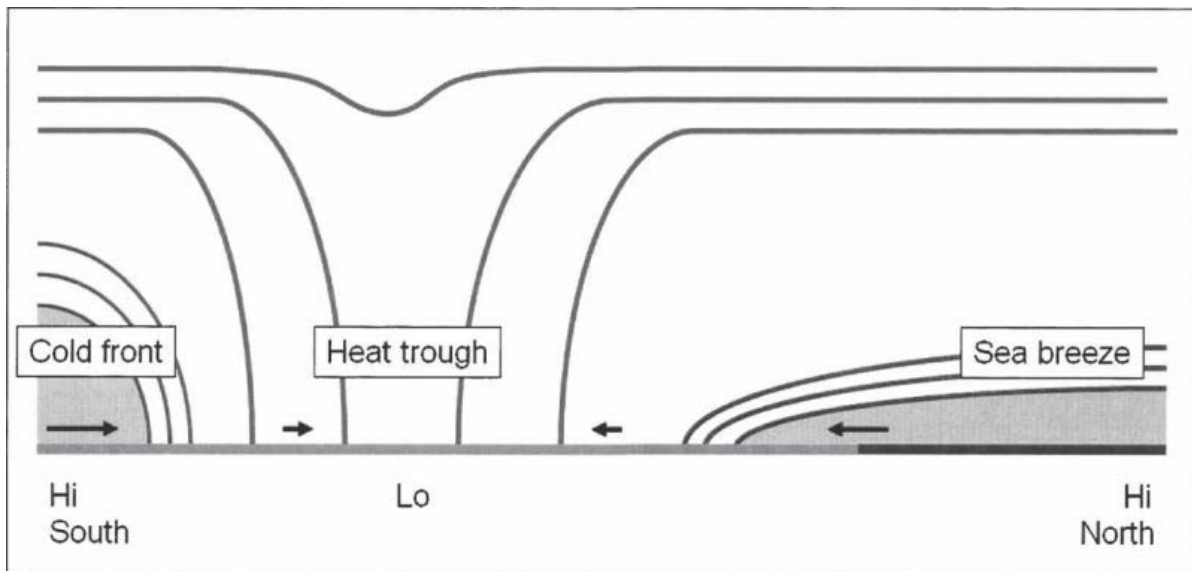
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

Morning Glory N.E. Australia



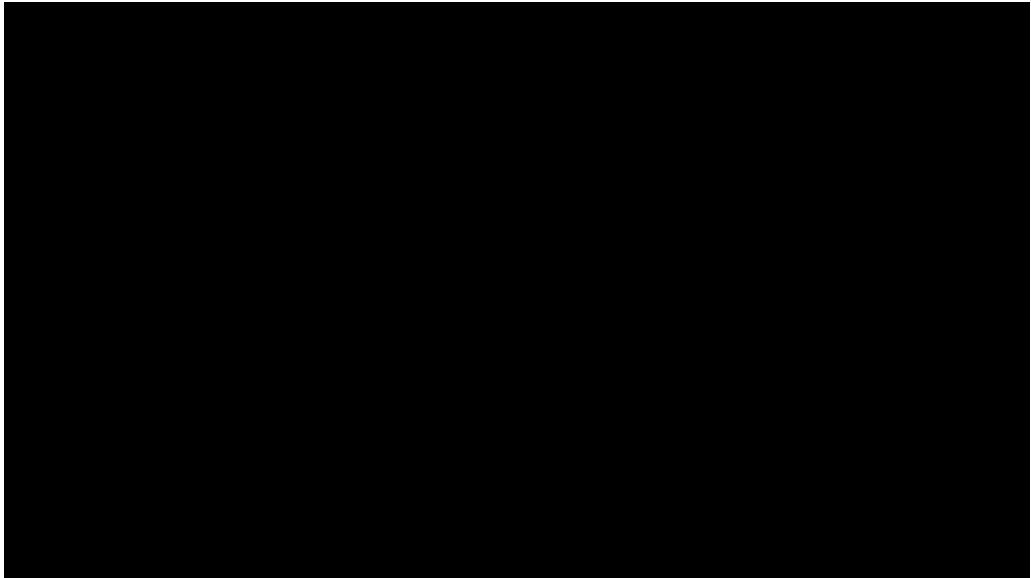
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Fenomeni ondulatori dell'atmosfera

Termo-Onda: Sfruttamento:

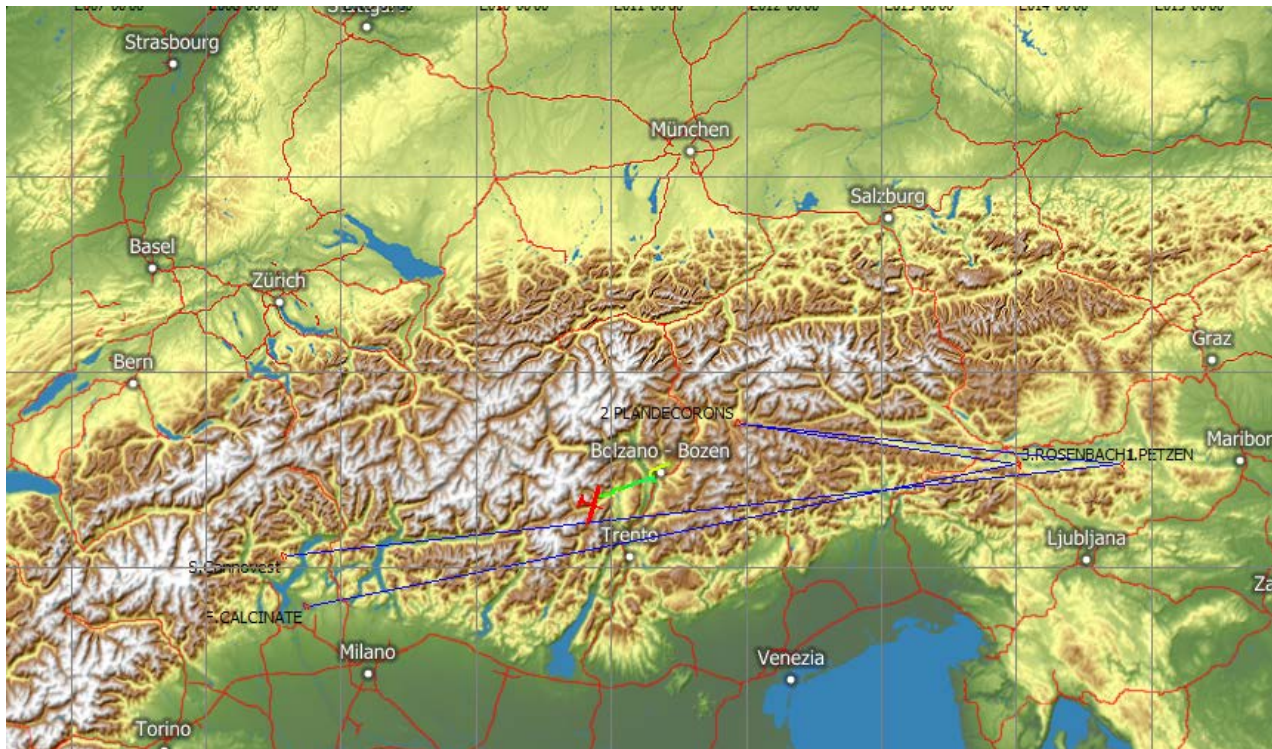
Morning Glory N.E. Australia



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Volo Record di Alberto Sironi. Qui Alberto ci mostra come usare tutti le situazioni meteo sin qui descritte: Volo in Costone , in termica e in onda

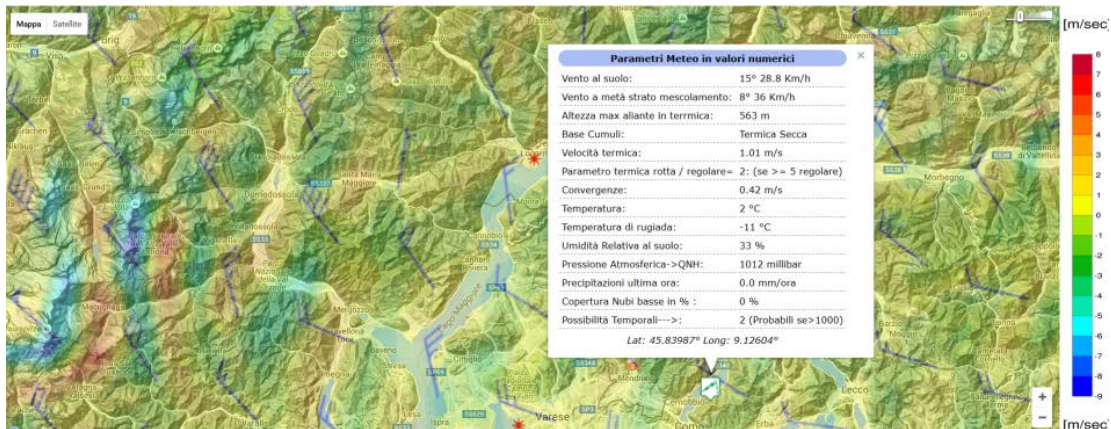


## Termo-Onda:

### Componente verticale del vento in m/sec(onda) e orizzontale in kt a 600mb

Valid 1100 GMT (1100Z) Fri 15 1 2016 [11hrFcst from 00Z data]

Meteowind; Previsioni a cura di Ezio Sarti-Griglia risoluzione 1.5km GFSN-inizializzazione modello RASP-WRFv3-ARW GRIB 0.25 Gradi





# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Video didattici di volo in costone.

CIM 2012

1° giorno di gara Tema: Rieti-Settefrati-Nocera-Rieti

Ezio Sarti 362 km a 146 km/h senza fare una termica

1° Lato Rieti-Settefrati

2° Lato Settefrati-Nocera

3° Lato: Nocera Rieti Con planata finale in val Nerina

Per l'amico volovelista Walter Giordani

Un ringraziamento particolare va all'amico Walter Giordani scomparso recentemente.

Alla sua collaborazione con me si deve una chicca che ora vi mostrerò:

Si tratta del metodo di sovrapporre le mappe meteo a colori di meteowind su Google Earth in 3D. Walter ha lasciato in noi in vuoto incolmabile, e presto cercheremo di mettere a disposizione di tutti i nostri abbonati un sistema facilitato con pagina web a lui dedicata.



# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Per l'amico volovelista Walter Giordani

**Buon vento:**

***A questi link puoi trovare tre file kml per demo implementazione meteowind per visualizzare le sue carte meteo su Google Earth con vista in 3D e link per video demo***

**[www.meteowind.com/meteo/rieti\\_onda\\_04-02\\_2016\\_onda-600mbar.curr.kml](http://www.meteowind.com/meteo/rieti_onda_04-02_2016_onda-600mbar.curr.kml)**

**[www.meteowind.com/meteo/ONDA\\_ALPI\\_31\\_01\\_16\\_ORE\\_14.kml](http://www.meteowind.com/meteo/ONDA_ALPI_31_01_16_ORE_14.kml)**

**[www.meteowind.com/meteo/rieti\\_convergenza\\_04-02\\_2016\\_ore-10\\_utc.kml](http://www.meteowind.com/meteo/rieti_convergenza_04-02_2016_ore-10_utc.kml)**

***Link video demo per visualizzare esempio carte meteo su Google Earth***

**<https://www.youtube.com/watch?v=jDcinEuyfZk>**

# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti





Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

Sul volo in costone e in atterraggio fuori campo attenzione alle “Barriere porose”:

Alberi con fogliame , prati con erbe o vegetazioni alte: grano, granturco, girasoli etc.

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

Aliante ASH25 G-CHLX imbarda in decollo mentre sorvola a un metro dal suolo erba non tagliata sotto ala sinistra.  
Articolo ad pubblicato sulla rivista Sicurezza di Volo dell'Aeronautica Militare.  
Pilota Ezio Sarti.



Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

ASH25 G-CHLX imbarca in decollo mentre sorvola a 2 metri dal suolo  
erba non tagliata sotto ala sinistra.

Pilota Ezio Sarti.

**.. L'aliante si stacca da terra ed inizia a volare a circa mezzo metro dal suolo quando, improvvisamente e senza alcun preavviso, proprio appena superata la soglia, sento mancarmi l'ala sinistra che cade sull'erba alta ancora presente ai bordi e fuori la pista sotto l'ala sinistra del mio aliante ASH 25...**

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

ASH25 G-CHLX imbarca in decollo mentre sorvola a 2 metri dal suolo erba non tagliata sotto ala sinistra



Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

ASH25 G-CHLX imbarca in decollo mentre sorvola a 2 metri dal suolo erba non tagliata sotto ala sinistra

Anche se tutto fa pensare che l'ala sinistra abbia sfiorato l'erba alta, dentro di me sento che non è così. Avevo staccato il ruotino ed ero in volo da 50 metri a circa 1.50 metri dal suolo, e in queste condizioni oltretutto l'aliante ASH 25 flette considerevolmente le ali verso l'alto.

Inoltre dopo decenni di pilotaggio di alianti con migliaia di decolli ed atterraggi, sento di essere stato testimone e di aver “subito” un fenomeno “nuovo” mai incontrato prima.

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

ASH25 G-CHLX imbarda in decollo mentre sorvola a 2 metri dal  
suolo erba non tagliata sotto ala sinistra

Mi rivolgo così al mio amico Prof. Renato Ricci a cui  
spiego l'accaduto.

Nota:

Prof Renato Ricci. Direttore del dipartimento di  
Termo-Fluidodinamica della facoltà di ingegneria  
del politecnico delle Marche di Ancona.

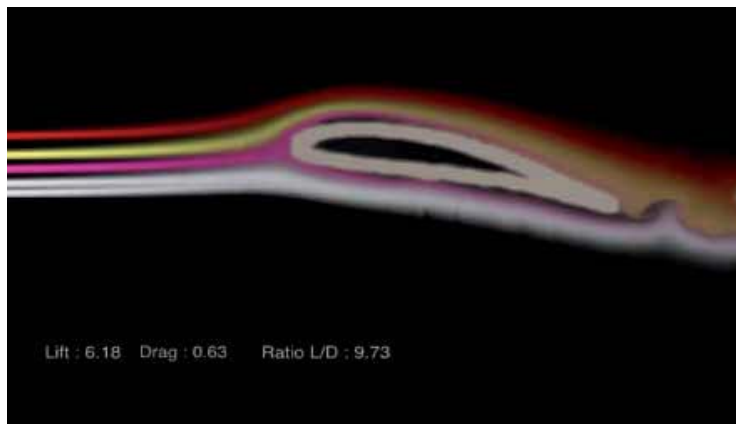
Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

*..Era prevedibile che tutto ciò che ti è successo accadesse. Devi considerare che in fase di decollo la parte dell'ala che contribuisce maggiormente alla portanza è quella centrale; quando l'ala sinistra si è avvicinata all'erba alta mentre eri a pochi decimetri dal suolo, ha fatto sì che questa (l'erba) si comportasse come una barriera porosa davanti e sotto la tua ala sinistra. Questa barriera ha impedito ai filetti fluidi di scorrere in modo regolare nella parte inferiore della tua ala"*

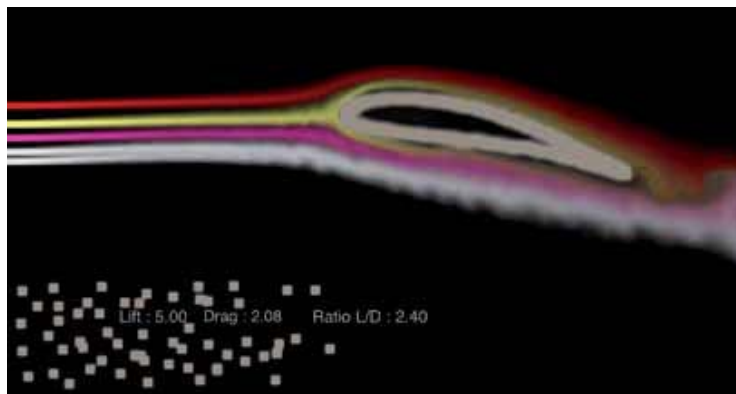
# Corso di meteorologia applicata

A cura di Ezio Sarti

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose: Simulazione software



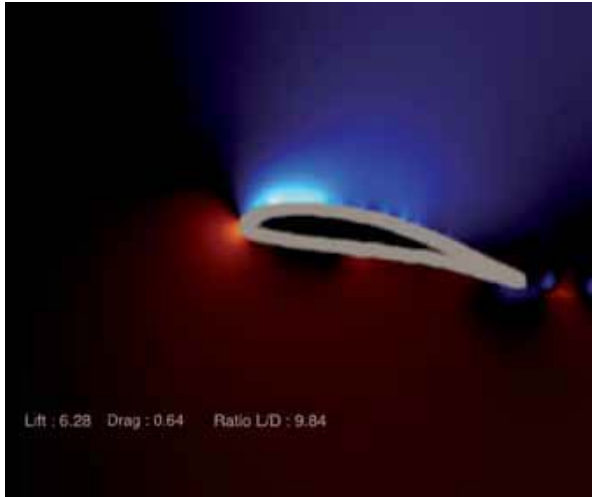
In assenza di  
barriere porose il  
filetto fluido viola  
si divide e passa  
sopra e sotto al  
profilo



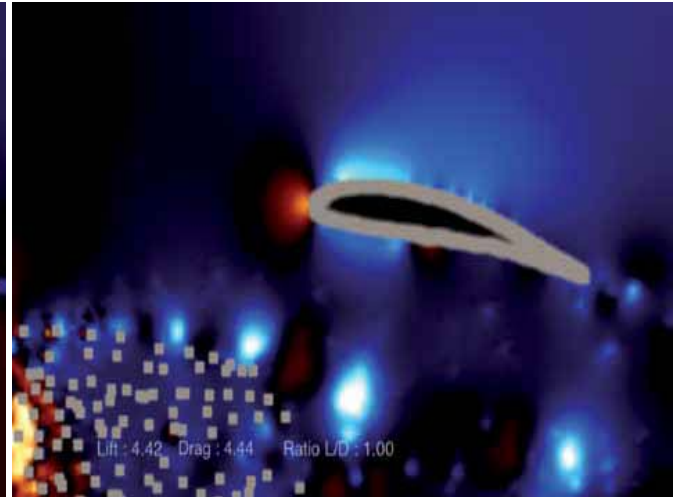
In presenza di barriere  
porose il filetto fluido  
viola passa tutto sotto  
il profilo e quello giallo  
scende parzialmente  
sotto dividendosi in due



Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose: Simulazione software



In assenza di barriere porose abbiamo Sovra pressione sulla parte inferiore del profilo ( colore rosso) e depressione nella parte superiore ( colore celeste- blu) ,=> maggior delta di pressione



In presenza di barriere porose anche la pressione sul lato inferiore diventa una leggera depressione ed il naso del profilo si sposta verso l'alto => Minor portanza: Stiamo volando con un profilo diverso , meno portante e d efficiente

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose: Simulazione software

E conclude il Prof Renato Ricci..

*“...Vedi, sono anche sicuro che mentre decollavi il disturbo dovuto alla presenza dell'erba alta ha iniziato a manifestarsi ben prima che tu arrivassi con il tuo aliante all'altezza dell'erba, probabilmente diversi metri prima”.*

*“..devi sapere che un'ala mentre è in volo influenza una discreta area intorno a se modificando tra l'altro anche i valori della pressione circostante, ma non solo questi.*

*La sovra-pressione presente sul naso del profilo viene trasmessa in direzione del moto a velocità sonica, ossia ben superiore a quella del tuo aliante, così tutte le particelle di aria che sono davanti alla tua ala vengono informate del tuo arrivo molto prima che ciò accada.*

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose: Simulazione software

E conclude il Prof Renato Ricci..

*L'estensione di quest'area, sia frontalmente sia al di sotto, può essere di diversi metri in funzione dell'estensione e della forma del corpo che la genera. La superficie di quest'area, oltre che dipendere dalle dimensioni, forma e velocità dell'ala, è anche proporzionale al suo angolo di incidenza: maggiore è l'angolo e maggiore sarà l'area influenzata".*

## **NOTA.**

**Da ulteriori studi l'area interessata al fenomeno risulta essere anche di oltre 30 metri**

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose

E conclude il Prof Renato Ricci..

Infine conclude con la frase per cui ho deciso che era indispensabile informare di tutto questo il nostro mondo del volo a vela e del volo in genere:

*“Se in quest’area influenzata dalla presenza dinamica sono presenti barriere porose (esempio erba alta, ma anche alberi con foglie), l’efficienza può diminuire improvvisamente e anche di molto, la resistenza può aumentare e la portanza diminuire più o meno nello stesso modo in cui è successo a te”.*

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose.

Considerazioni finali sui voli in costone e atterraggio fuoricampo

Immagino che tutti o in molti abbiate avvertito quel senso di sprofondamento quando si vola su un costone ricoperto da alberi con fogliame.

Ora sappiamo a cosa è dovuta questa **sensazione di sprofondamento**; non è solo la turbolenza causata dalle foglie o dagli alberi.

Questa “sgradevole” sensazione è dovuta a questo fenomeno. Sul costone ricoperto da fogliame, quando ci avviciniamo a qualche decina di metri ( 20-40 metri), è come se improvvisamente cambiassimo le ali al nostro aliante e volassimo con un profilo meno efficiente e più resistente.

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose.

Considerazioni finali sui voli in costone e atterraggio fuoricampo

..

Stesse considerazioni vanno fatte per un atterraggio fuori campo su superfici ricoperte di vegetazione alta. Grano , Orzo, Granoturco, Girasole, etc.

Attenzione perché mentre state effettuando l'ultima parte della planata finale del fuori campo, quando siete a pochi metri dal suolo potreste improvvisamente “sprofondare” e toccare così molti metri prima di quando avevate impostato.

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose:

Questo articolo è stato ancor prima pubblicato sulla rivista volo a vela e poi sull'ultimo libro per il volo a vela di Jean Marie Clement

[Dancing with the wind](#)

L'articolo è pubblicato al capitolo 4 che prende il titolo molto significativo:

# Slope flying, real Danger

Nota e avviso di sicurezza: Barriere porose:

Domande

