

Vittorio Villasmunta

Istituto Tecnico Aeronautico Statale “Euclide”
Seminari di Meteorologia

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell’atmosfera Parte III

A cura di Vittorio Villasmunta
Previsore del Servizio Meteorologico dell’Aeronautica Militare

The screenshot shows a web browser window with a yellow background. At the top, the URL 'www.villasmunta.it' is displayed in a blue banner. Below the URL, the page title 'Corso basico di meteorologia' is written in red, followed by 'a cura di Vittorio Villasmunta' in a smaller red font. A navigation bar contains links: [Home], [Su], [Esercitazione sul sondaggio termodinamico], and [Lecture consigliate]. The main heading is 'CORSO AVANZATO SUL SONDAGGIO TERMODINAMICO' in green. A list of lessons follows, each preceded by a green bullet point. The first lesson is highlighted with a small blue icon of a document. The text of the first lesson reads: 'Prima lezione, in cui si parla della radiosonda e della decodifica del messaggio TEMP (Presentazione PowerPoint, 921,5 Kb)'. Other lessons include: 'Seconda lezione, in cui si insegna alla mente come vedere il nomogramma di Herlofson.', 'Terza lezione, in cui si impara a tracciare il sondaggio.', 'Quarta lezione, in cui si analizzano i dati e si formulano previsioni.', 'Quinta lezione, in cui software come RAOB rendono felice il previsore.', 'Esercizi relativi alla prima lezione (PDF, 49 kb).', and 'Lecture consigliate.'. At the bottom of the page, a line of asterisks is followed by the text 'Questa pagina è stata realizzata da Vittorio Villasmunta'.

Vittorio Villasmunta

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Prerequisiti

- **Conoscenza approfondita del messaggio TEMP e relativa decodifica**

Vittorio Villasmunta

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Materiali necessari

- **Diagramma termodinamico (nomogramma di Herlofson)**
- **carta**
- **penna**
- **matita**
- **matite colorate (rosso, giallo, verde, blu)**
- **gomma**
- **righello**

Vittorio Villasmunta

Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

Parte III: il diagramma aerologico

Il messaggio TEMP, contiene dati di pressione, temperatura, temperatura del punto di rugiada, direzione ed intensità del vento, rilevati alle diverse quote.

Per poter compiere uno studio adeguato dello stato termodinamico dell'atmosfera, abbiamo bisogno di vedere come queste grandezze variano con la quota.



Nomogramma di Herlofson

A prima vista ...

**il diagramma
termodinamico appare come
un *guazzabuglio di linee*
che corrono in tutte le
*direzioni.***

**Tuttavia, dopo un studio
attento e approfondito,
scoprirete con piacere che
esso è veramente ...**

*... un guazzabuglio di
linee che corrono in
tutte le direzioni.*

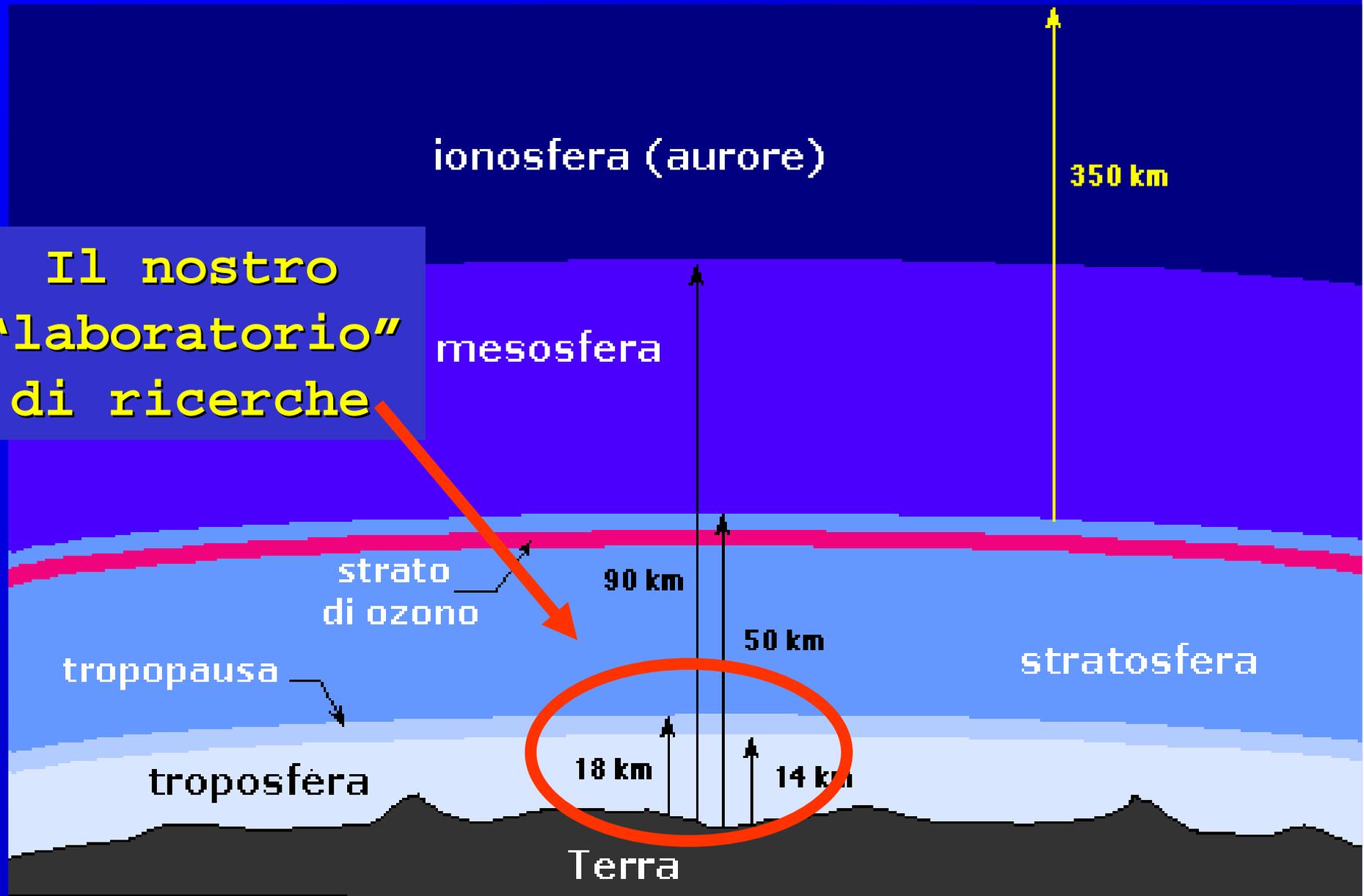
**Scherzi a parte, una volta che la
mente ha imparato a distinguere
le diverse linee, tutto comincia
ad avere un senso.**

Vittorio Villasmunta

Il nostro "scudo protettivo"



Il nostro
"laboratorio"
di ricerche



thermodynamic diagram = diagramma termodinamico

temperature = temperatura

dew point temperature = temperatura del punto di rugiada

moisture = umidità

air pressure = pressione atmosferica

wind = vento

atmosphere = atmosfera

sounding = sondaggio

weather balloon = pallone aerologico

radiosonde = radiosonda

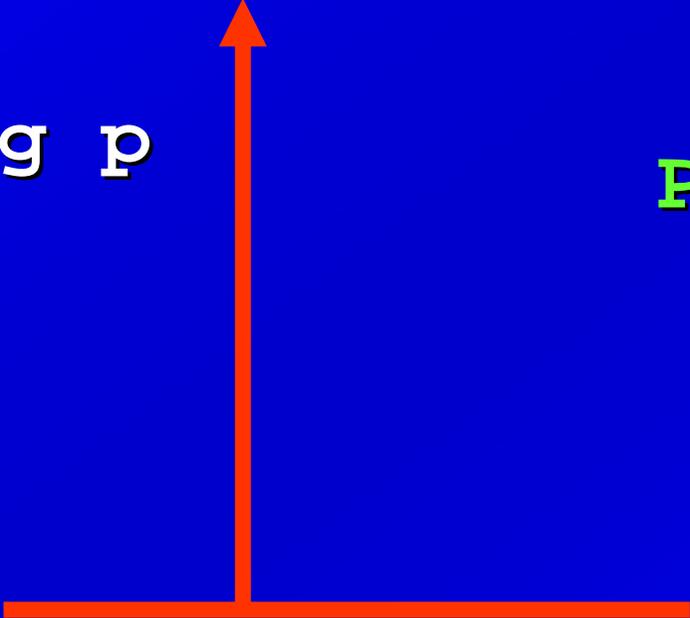
radiosonde observations (raob) = osservazioni
mediante radiosonda

adiabatic processes = processi adiabatici

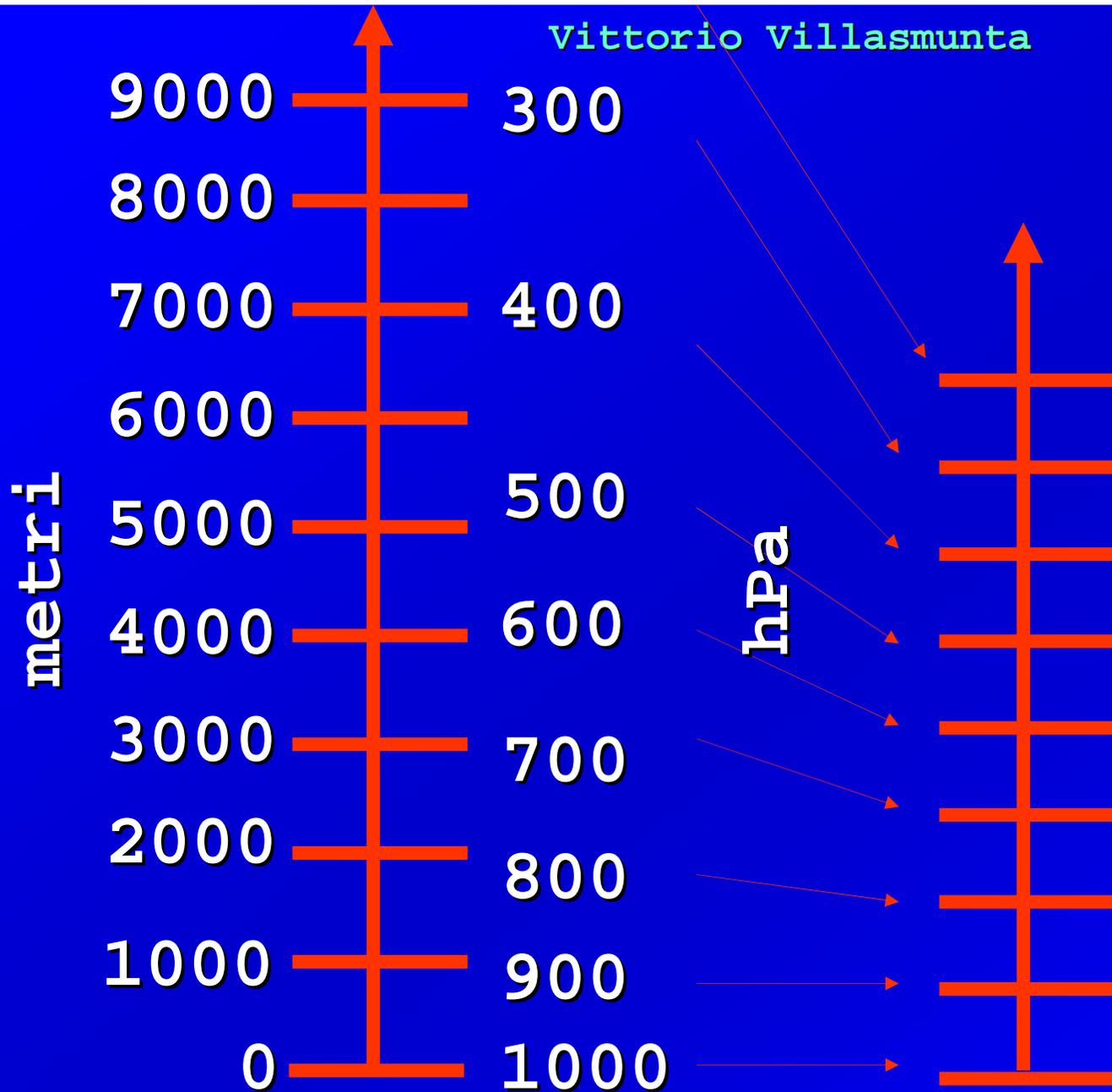
Le isobare

Il diagramma ha come **coordinata verticale** la pressione p in scala logaritmica

$\log p$



Perché in scala logaritmica ?

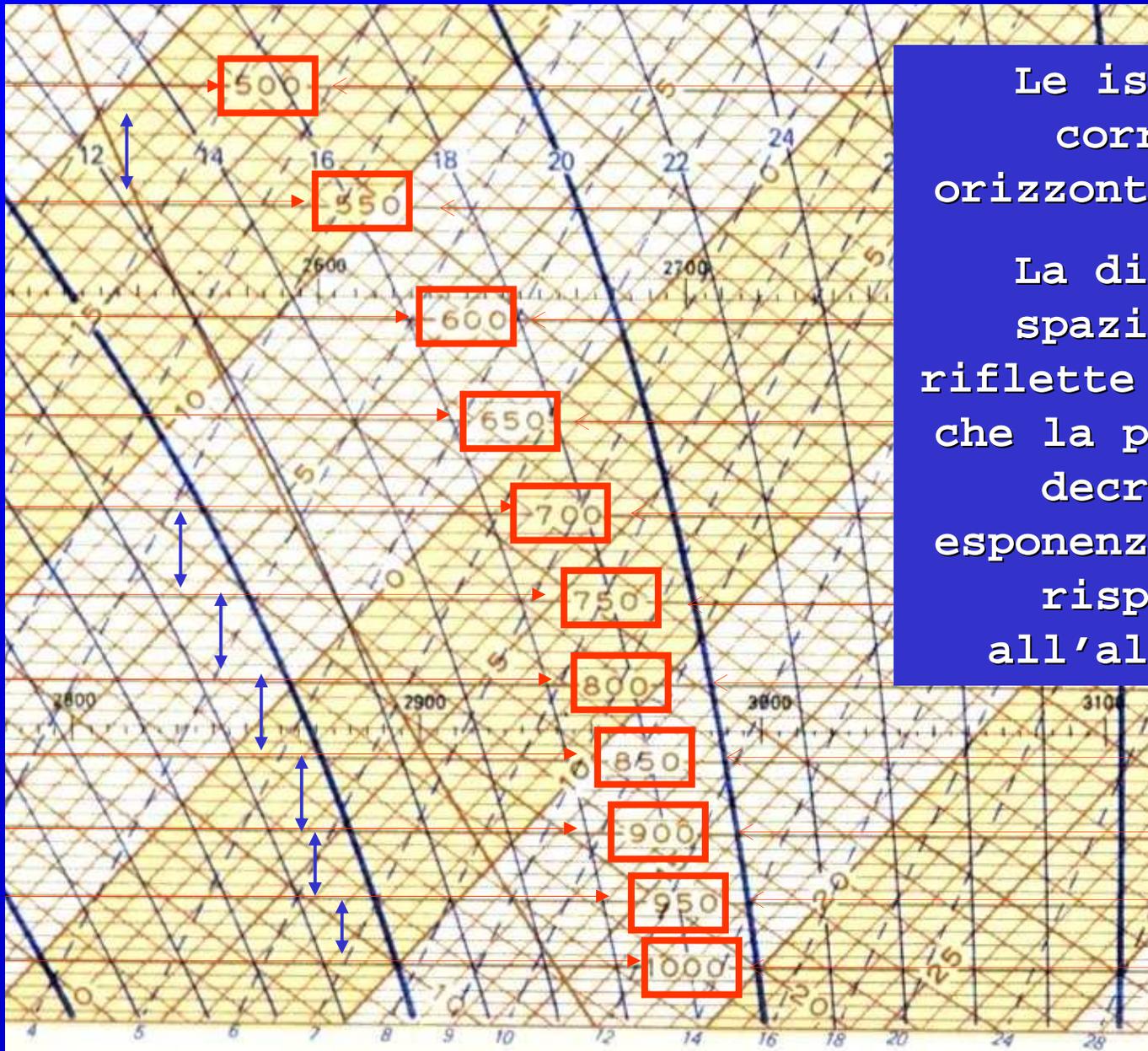


scala lineare

scala logaritmica



Le isobare sono linee rette, equiscalate di 10 hPa e parallele all'asse delle ascisse.

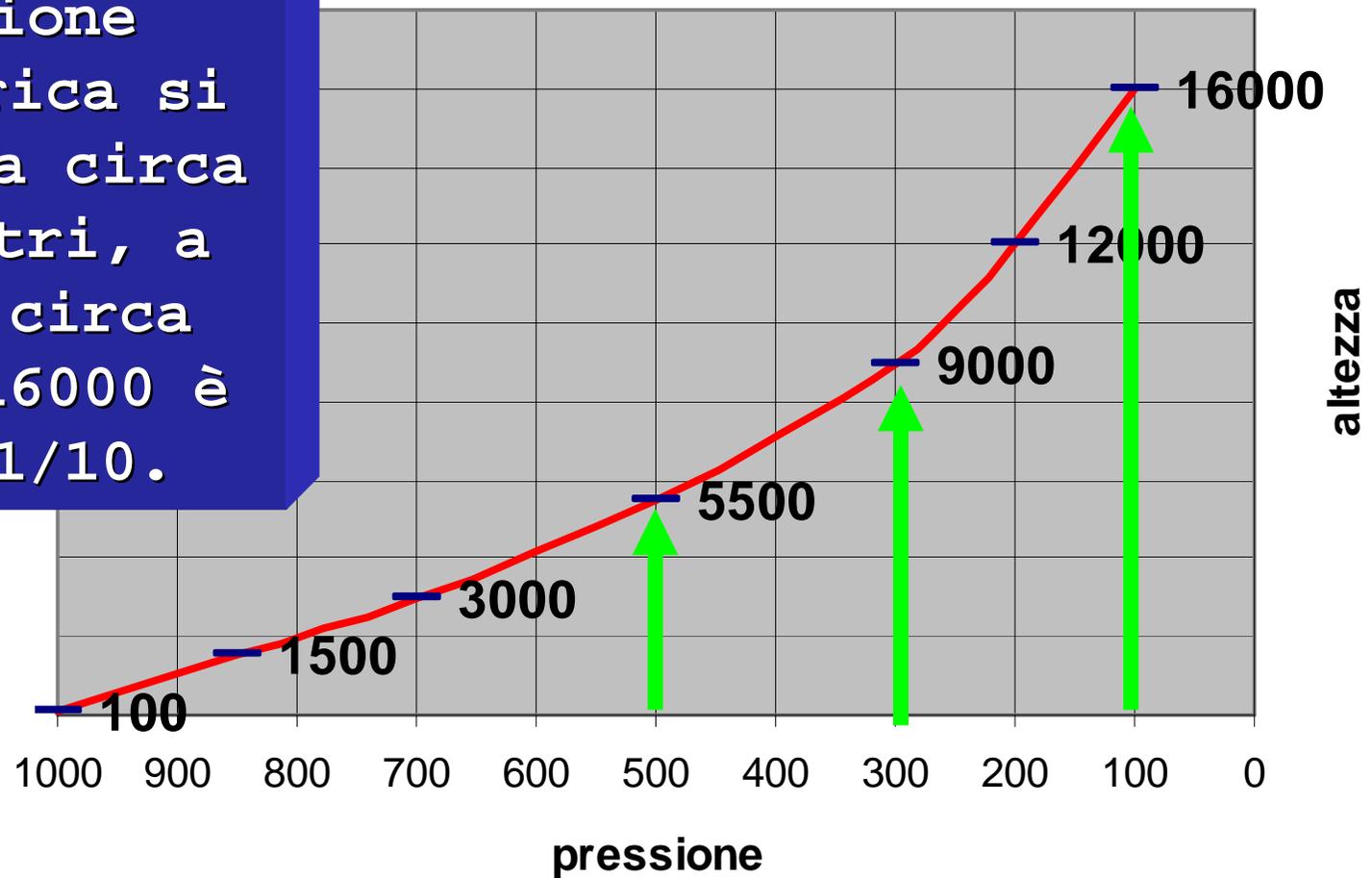


Le isobare
corrono
orizzontalmente.

La diversa
spaziatura
riflette il fatto
che la pressione
decrece
esponenzialmente
rispetto
all'altezza.

Variazione della pressione con l'altezza

Infatti, la pressione atmosferica si dimezza a circa 5500 metri, a 9000 è circa 1/3, a 16000 è ormai 1/10.



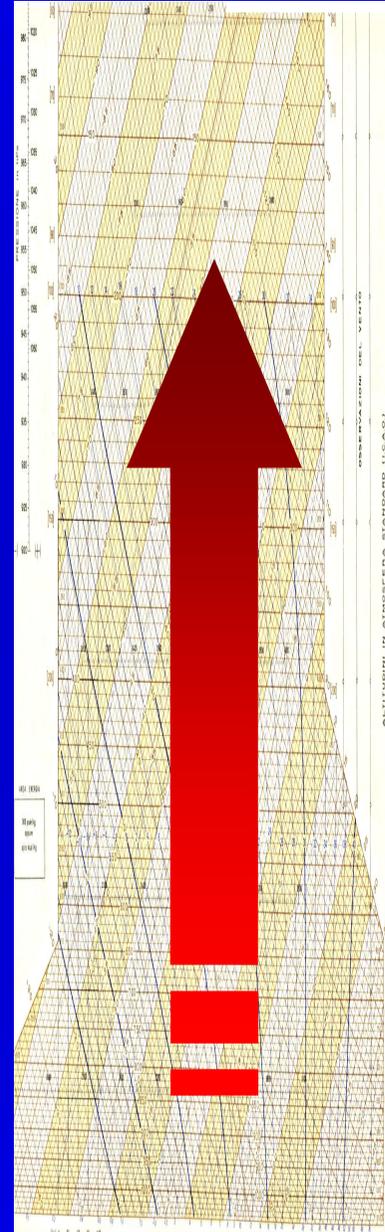
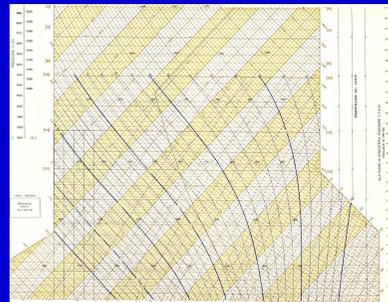
il 50%
dell'atmosfera
terrestre è
compreso tra
superficie e
5500 metri.

il restante 50%
tra 5500 metri
ed i confini
estremi
dell'atmosfera

5500 m

Monte Bianco

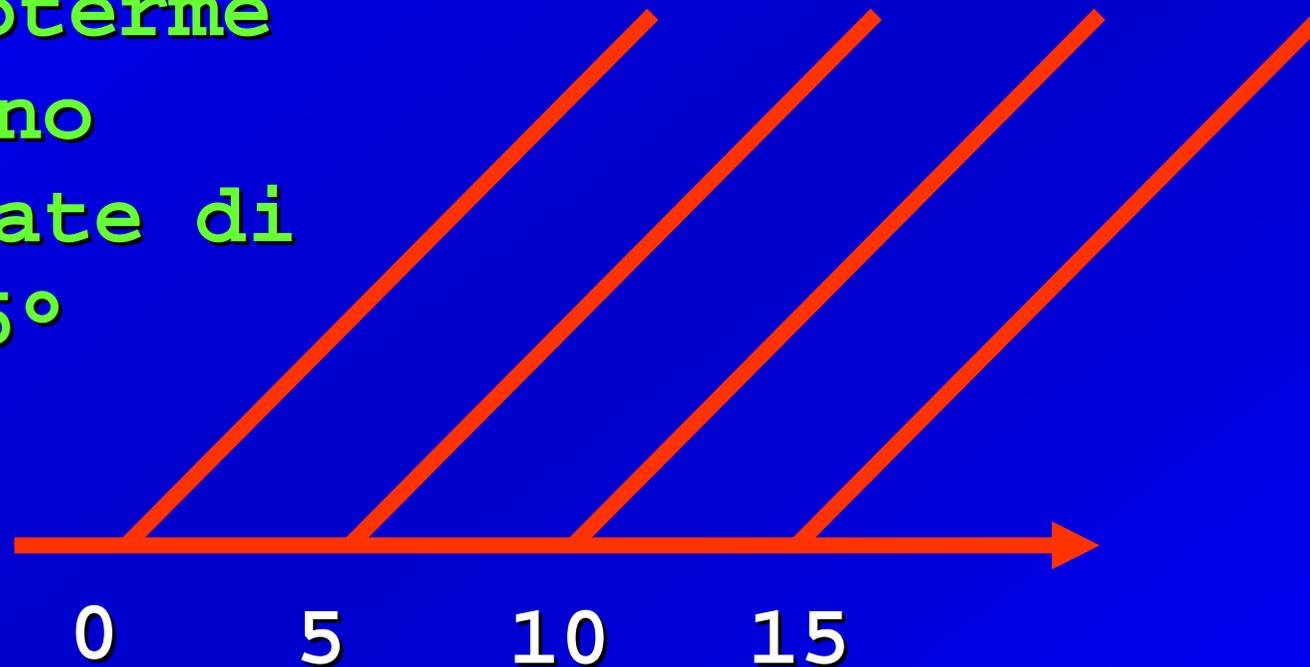
Se non usassimo
una scala
logaritmica per
le pressioni ...



Le isoterme

Sulle ascisse si leggono i
valori della temperatura

Le isoterme
sono
inclinate di
 45°

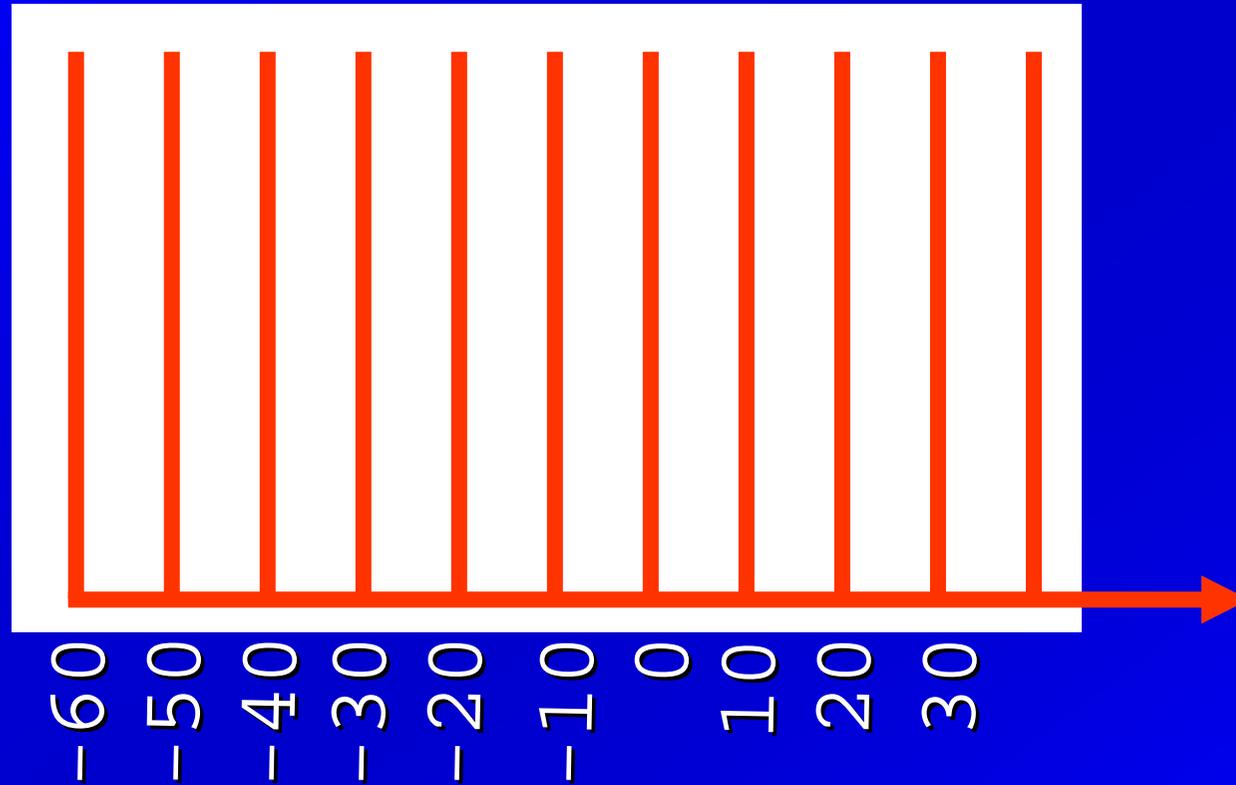




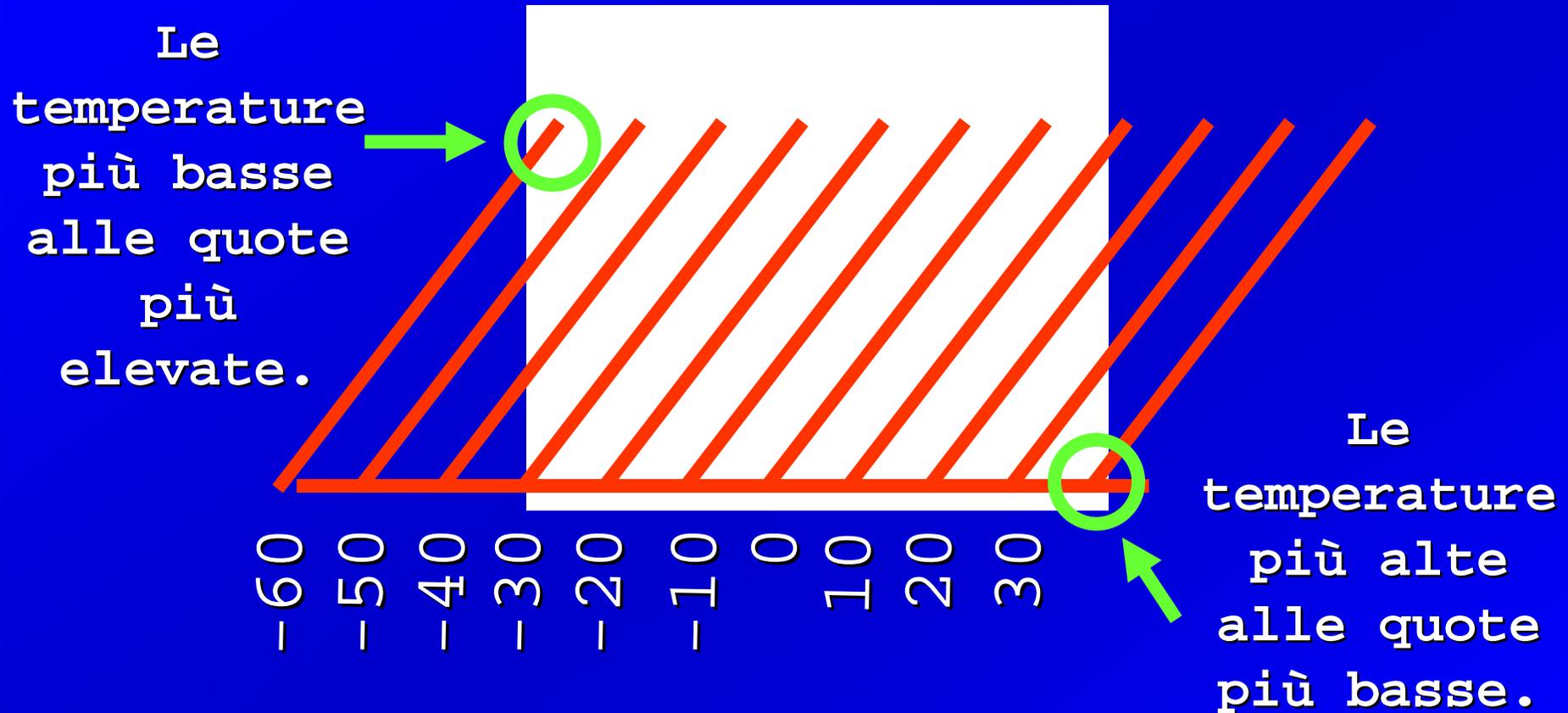
Le isoterme sono linee rette, graduate in °C, equidistanti e inclinate dal basso a sinistra, verso l'alto a destra. Esse sono poste in evidenza da fasce verdi e bianche alternate di 10° in 10°.

Perché le
isoterme sono
inclinate ?



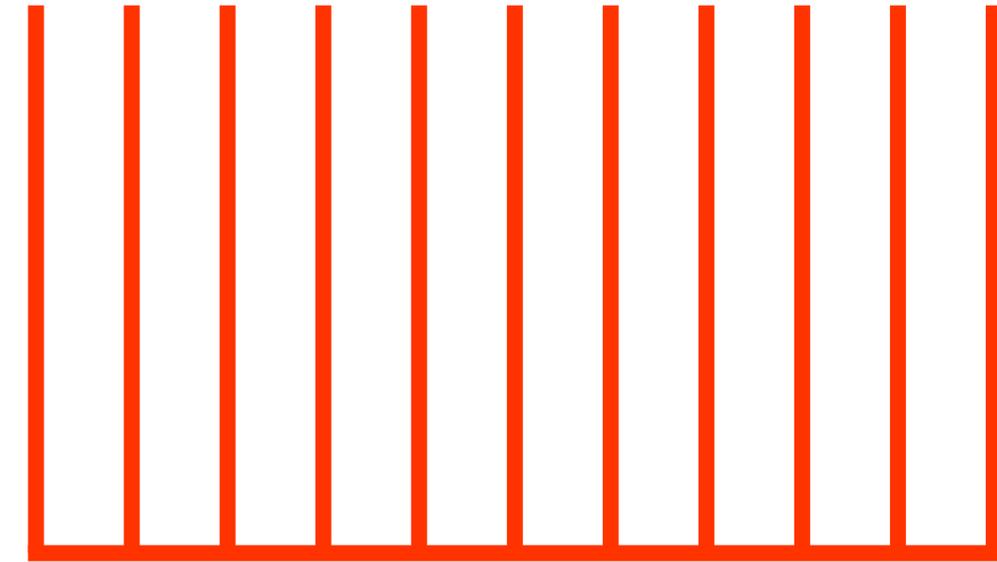


La temperatura, nella troposfera, in genere diminuisce con la quota ...



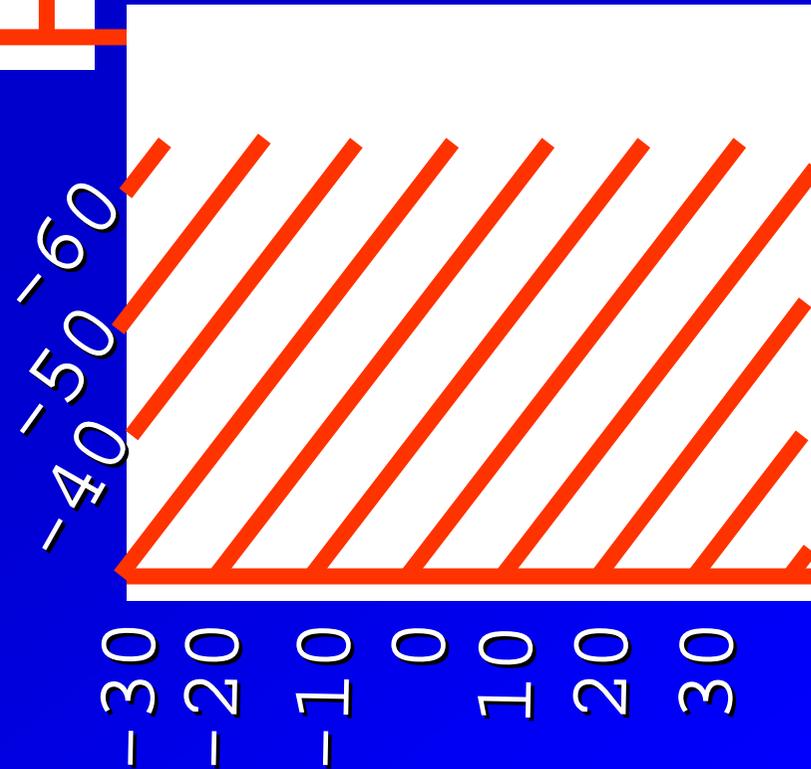
smunta

Come
rappresentare
tutte le isoterme
in uno spazio
limitato ?



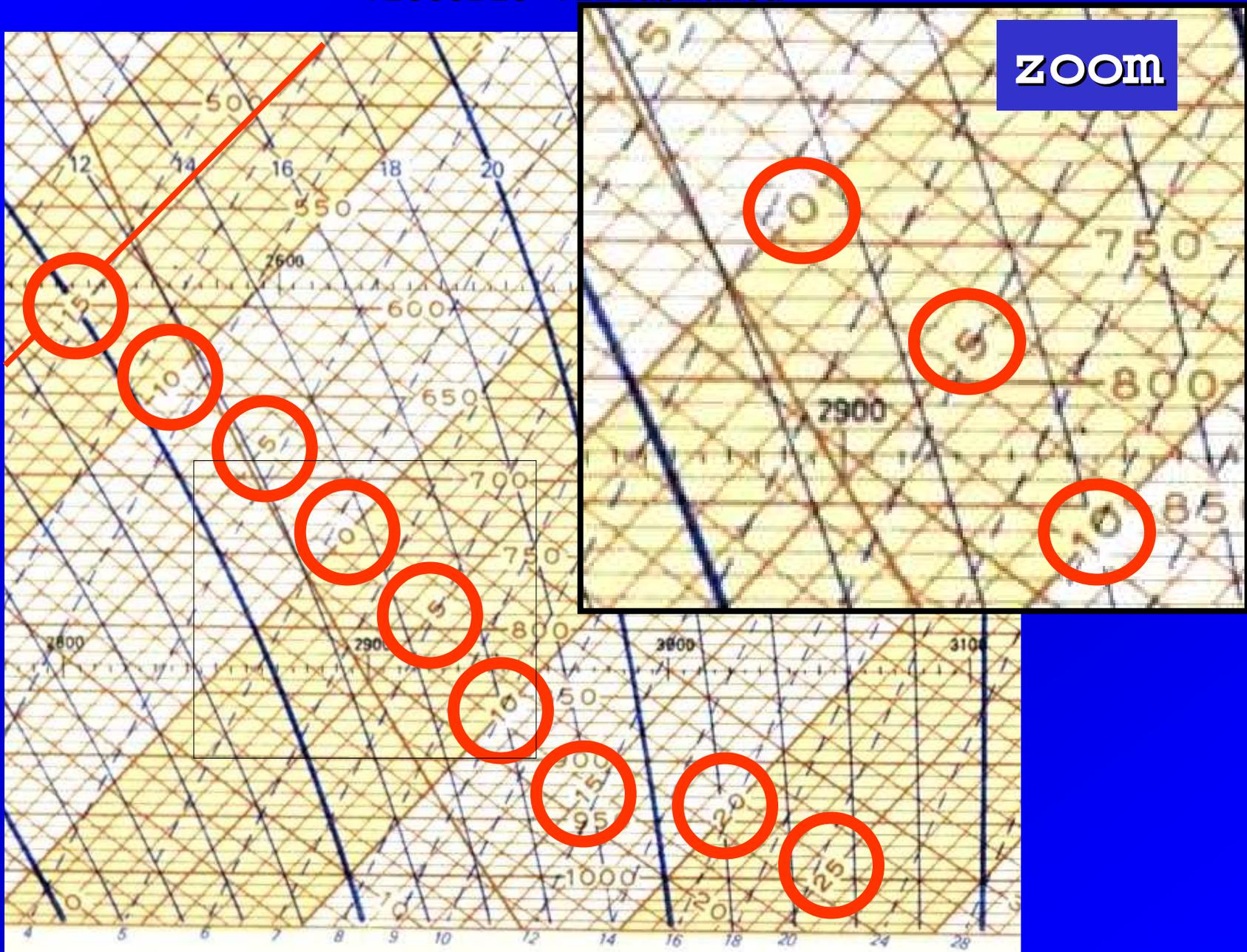
-60
-50
-40
-30
-20
-10
0
10
20
30

ruotale di
45°... e il
gioco n'
fatto !

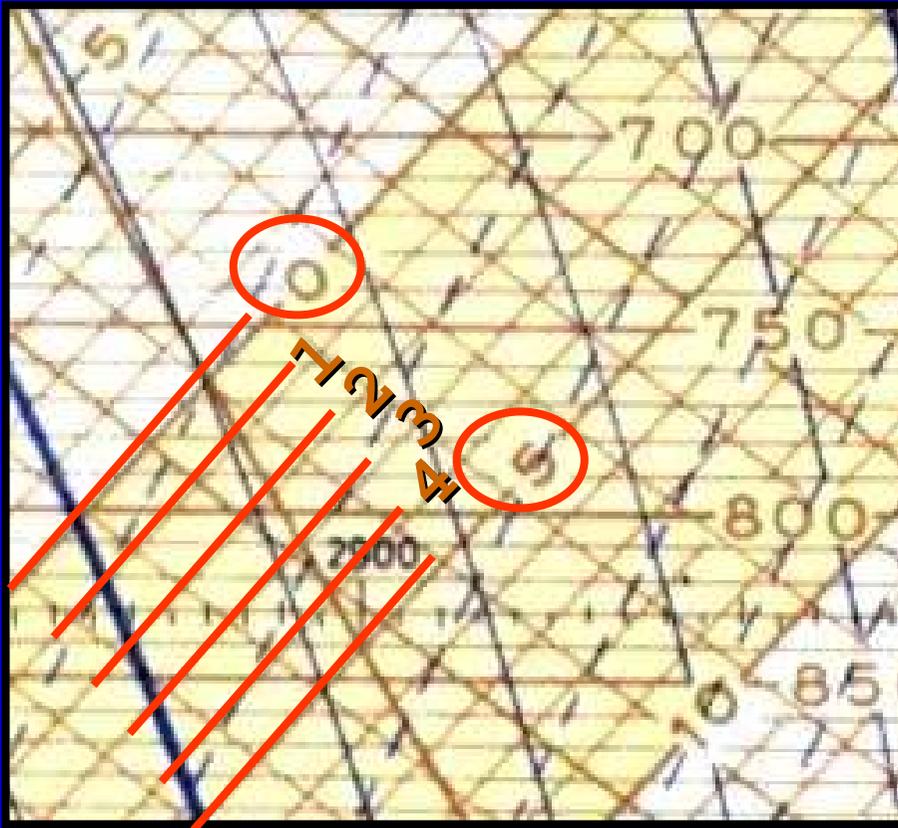


I valori delle
isoterme si
riconoscono
facilmente
perché sono
ruotati in
senso
antiorario.





Le isoterme sono tracciate per ogni unità. Però il valore è trascritto solo ogni 5°C.

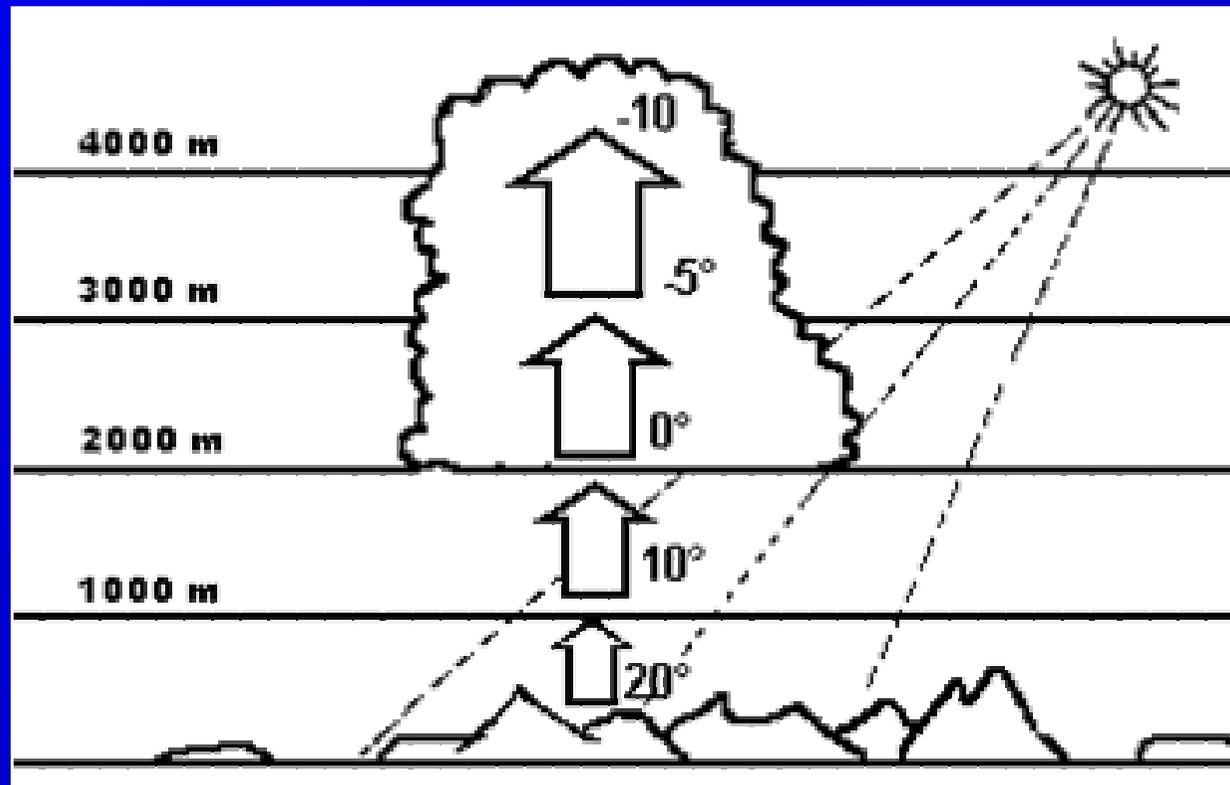


Le isoterme corrispondenti ai valori stampati hanno uno spessore maggiore.

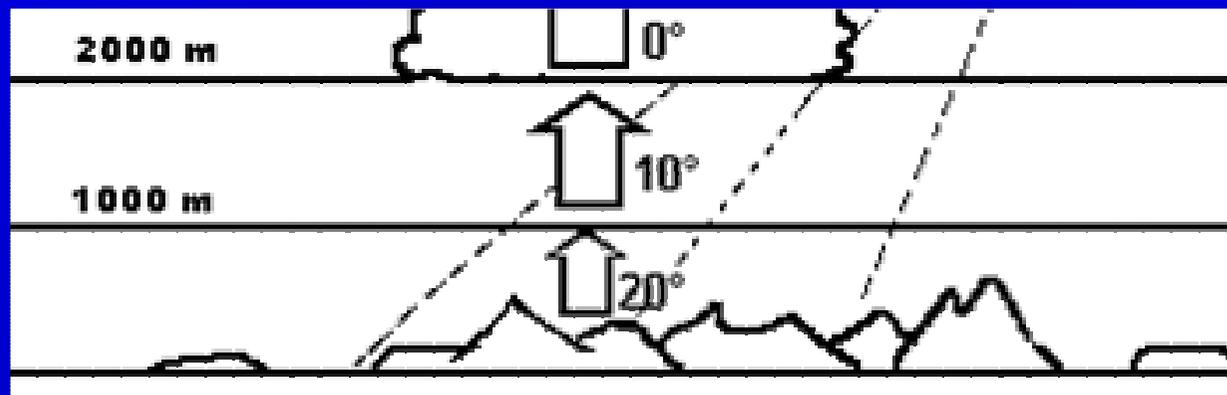
Le adiabatiche per aria secca

PROCESSI ADIABATICI

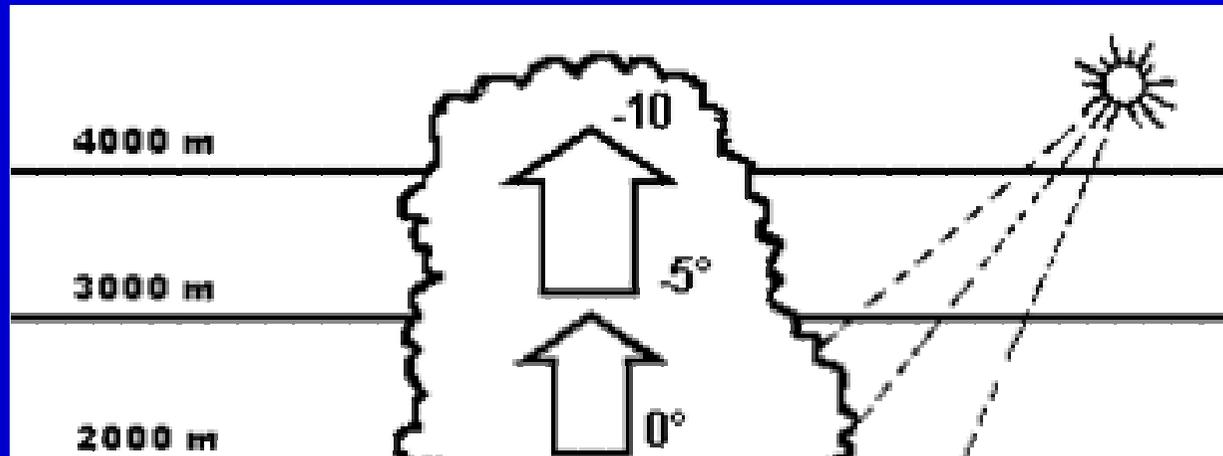
Processi che avvengono senza
scambio di calore con
l'esterno



Se una particella d'aria si solleva dal suolo, essa, in condizioni adiabatiche, si raffredda per espansione di circa 1° ogni 100 metri.



Quanto detto, però, è
vero finché non
interviene la
condensazione del
vapore acqueo.



Adiabatiche per aria secca

Linee che mostrano le variazioni di temperatura subite da una massa d'aria secca o umida non satura che si muova verticalmente senza condensare.

**FORMULA
DI
POISSON**

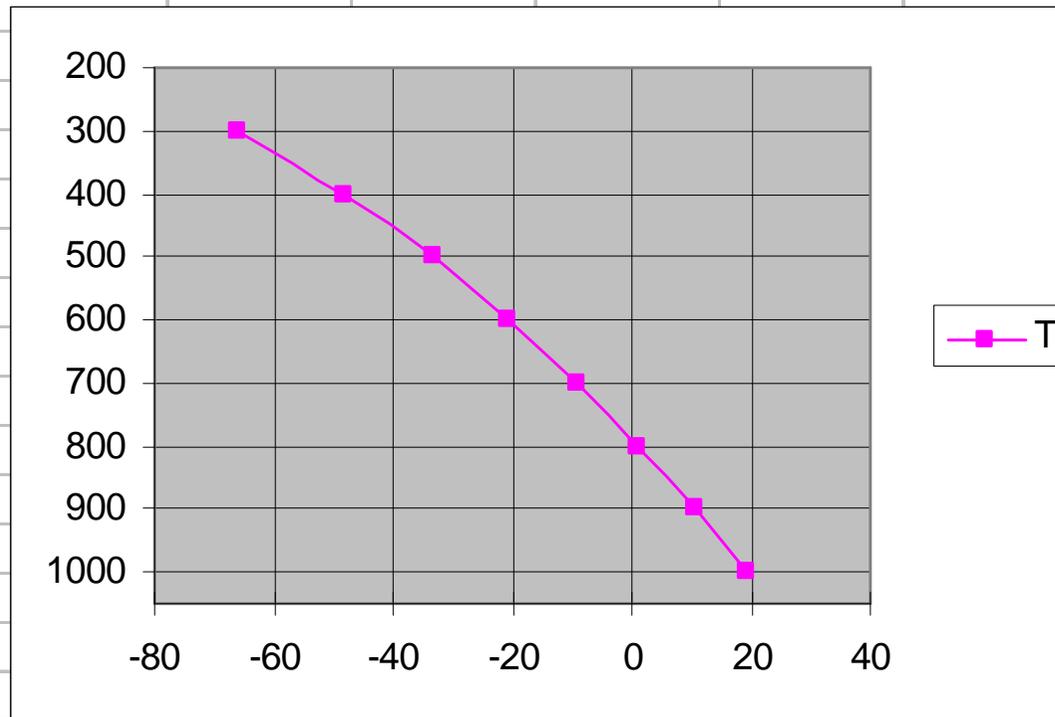
$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{p}{p_0} \right)^{0,286}$$

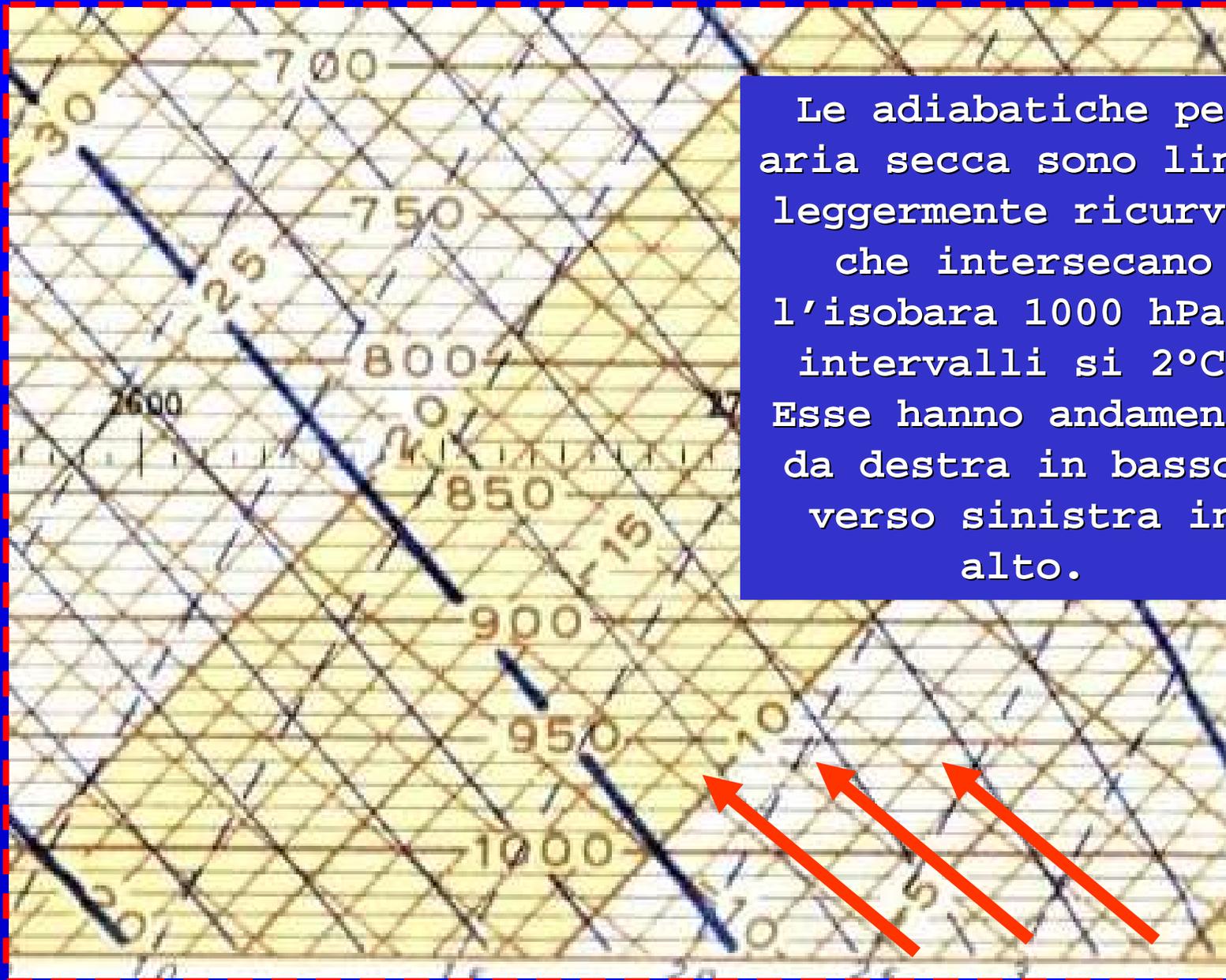
$$= (B\$4+273) * ((A8/B\$5)^{0,286}) - 273$$

$$T=T0*(P/P0)^{0,286}$$

TO = 20
 P0 = 1010

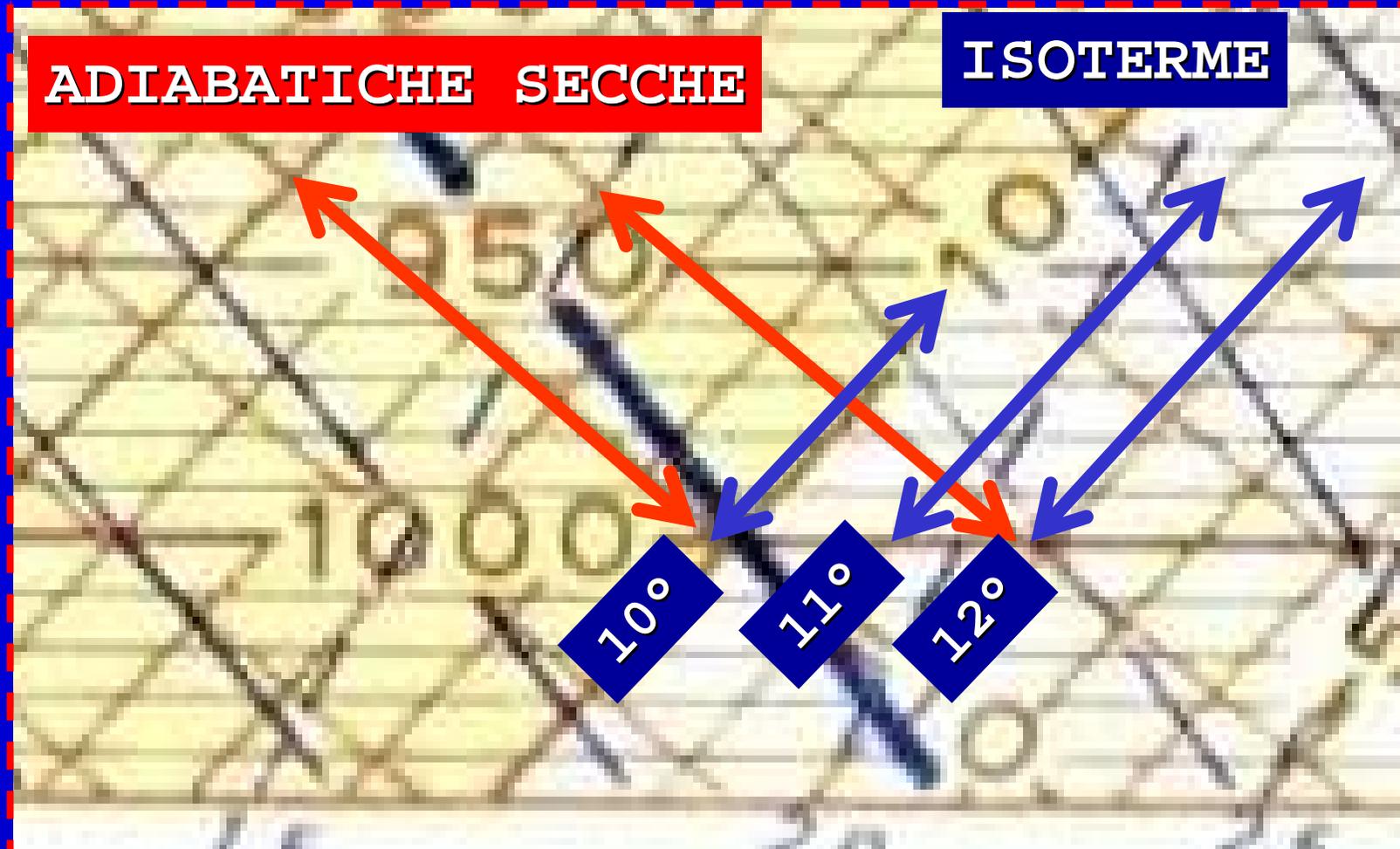
P	T
300	-65,94372994
400	-48,18728786
500	-33,37223965
600	-20,54558797
700	-9,166616598
800	1,104044487
900	10,49477904
1000	19,16736749





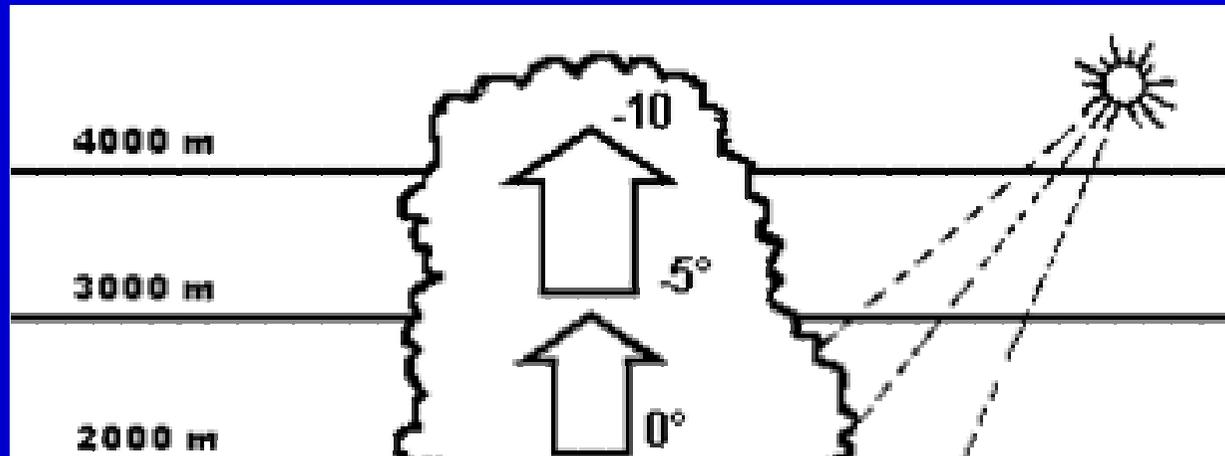
Le adiabatiche per aria secca sono linee leggermente ricurve, che intersecano l'isobara 1000 hPa a intervalli si 2°C. Esse hanno andamento da destra in basso, verso sinistra in alto.

... intervalli di 2°C



Le adiabatiche per aria satura

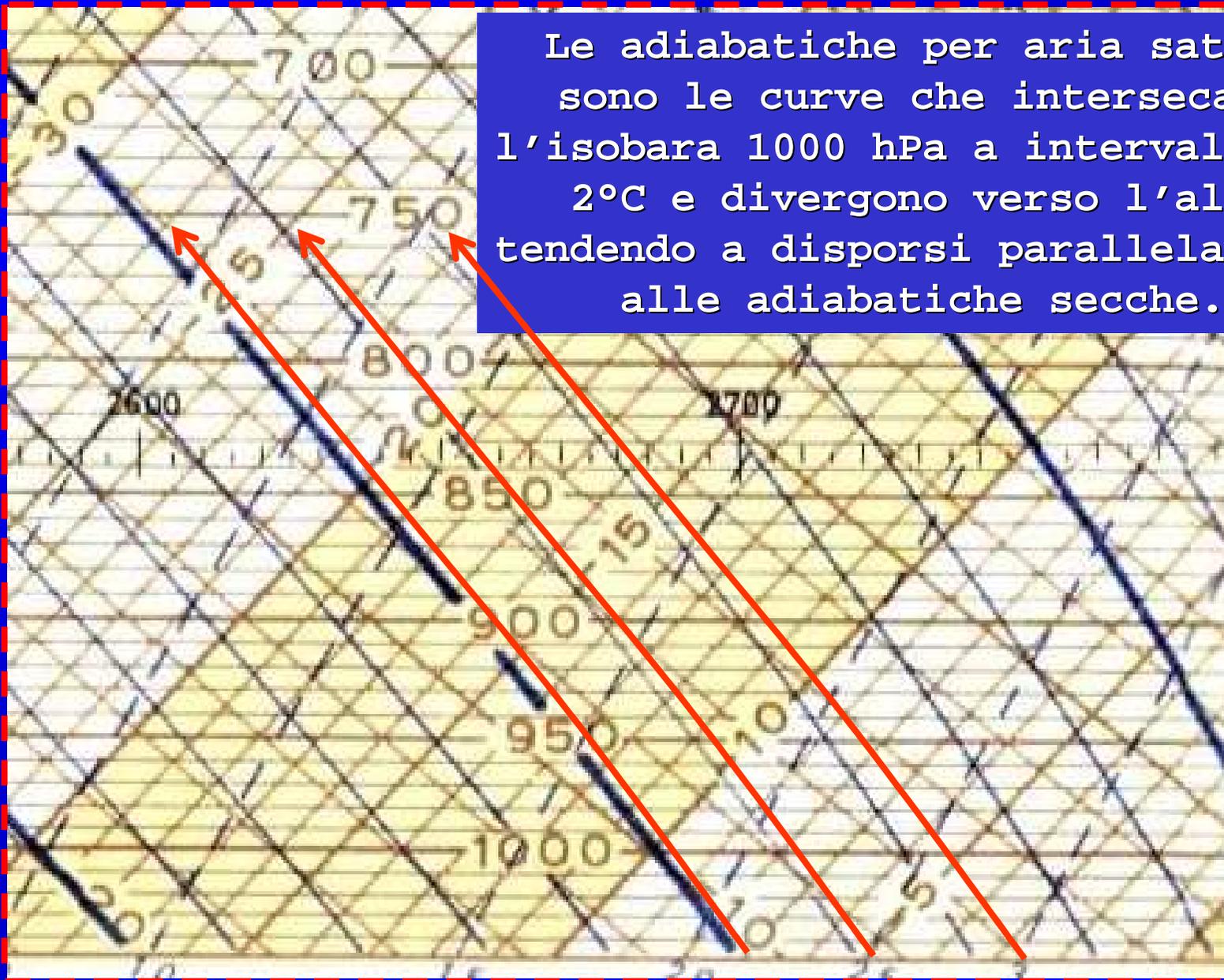
Quando il vapore acqueo comincia a condensare, rilascia circa 600 calorie per grammo, e quindi la particella d'aria, ricevendo questo "contributo" si raffredda in misura minore.



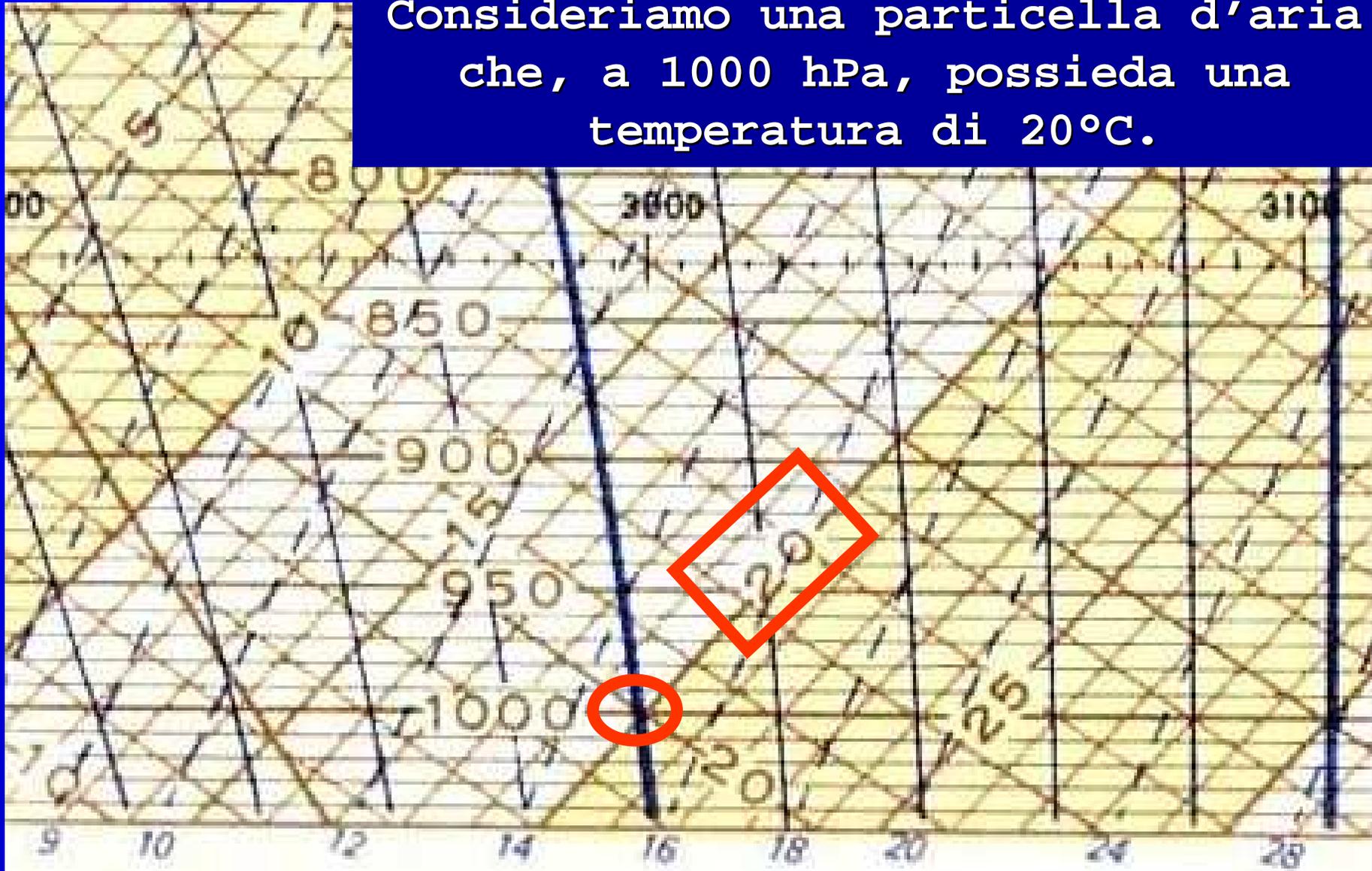
Adiabatiche per aria satura

linee che evidenziano la
variazione di temperatura per
una particella d'aria satura
in movimento verticale

Le adiabatiche per aria satura sono le curve che intersecano l'isobara 1000 hPa a intervalli di 2°C e divergono verso l'alto tendendo a disporsi parallelamente alle adiabatiche secche.

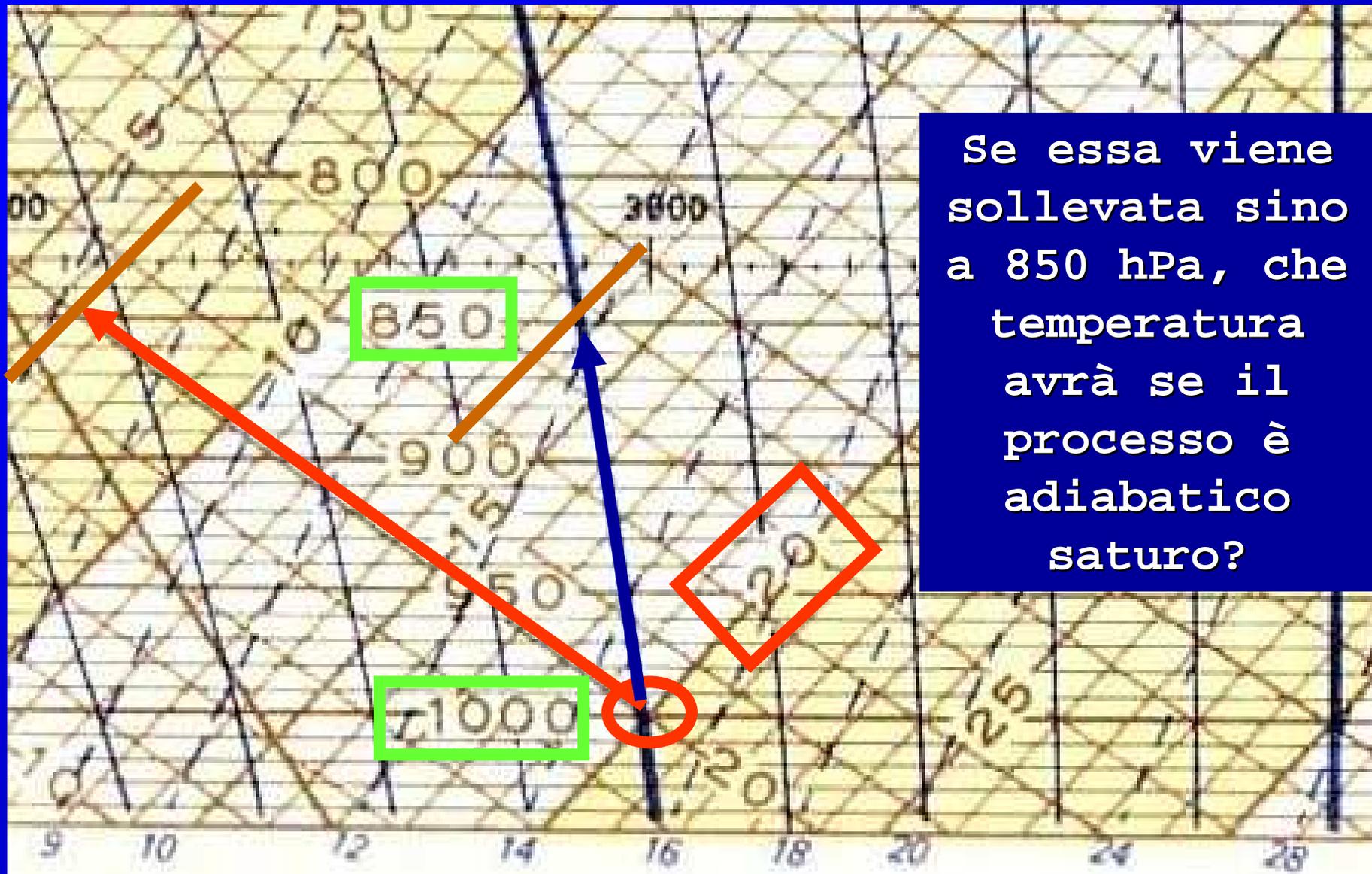


Consideriamo una particella d'aria che, a 1000 hPa, possieda una temperatura di 20°C.



Se essa viene sollevata sino a 850 hPa, che temperatura avrà se il processo è adiabatico secco?





Se essa viene sollevata sino a 850 hPa, che temperatura avrà se il processo è adiabatico saturo?

Qual è il massimo valore di
vapor saturo ad una data
temperatura e ad una data
pressione ?

Le isoigrometriche

Rapporto di mescolanza

Quantità di vapore
acqueo in grammi
contenuta in 1 kg di
aria secca.

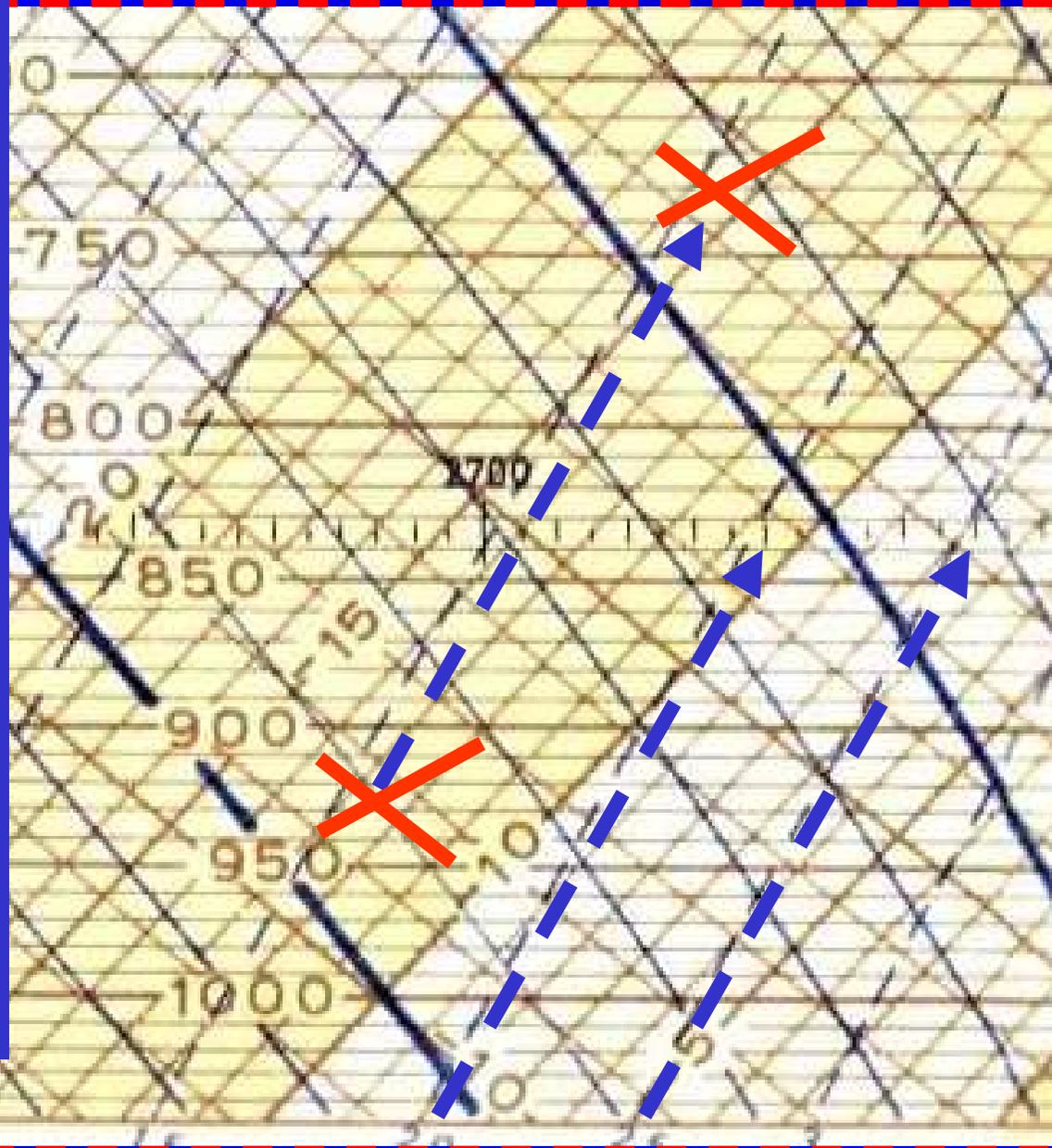
g/kg

Rapporto di mescolanza alla saturazione

Indica il numero di grammi di vapore acqueo necessario per saturare 1 chilogrammo d'aria secca a temperatura e pressione fissate.

g/kg

Le isoigrometriche esprimono il rapporto di mescolanza, e sono rappresentate da curve tratteggiate, inclinate dal basso a sinistra, verso l'alto a destra e graduate (in g per kg di aria secca) lungo il bordo inferiore del nomogramma.

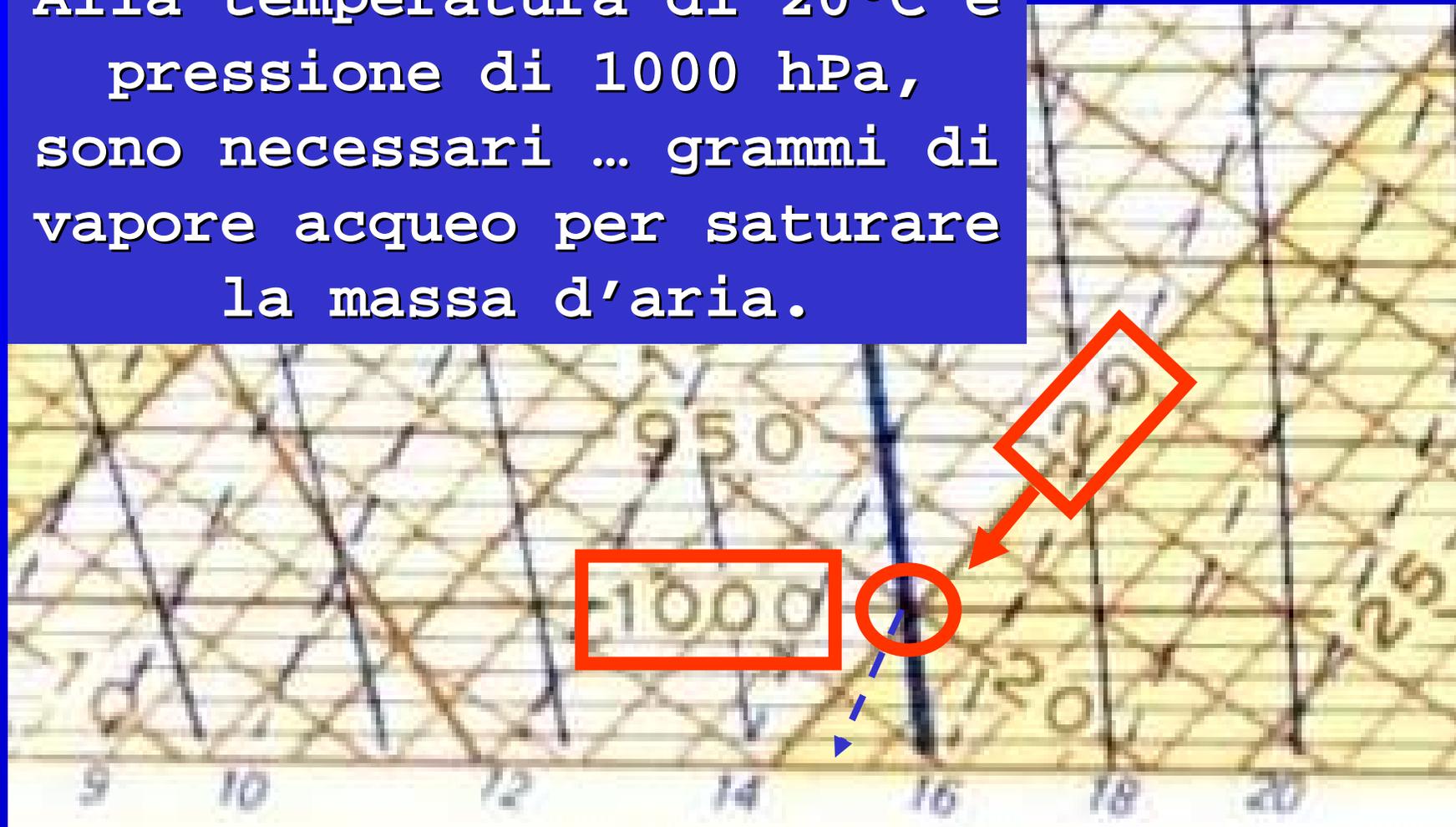


Isoigrometriche

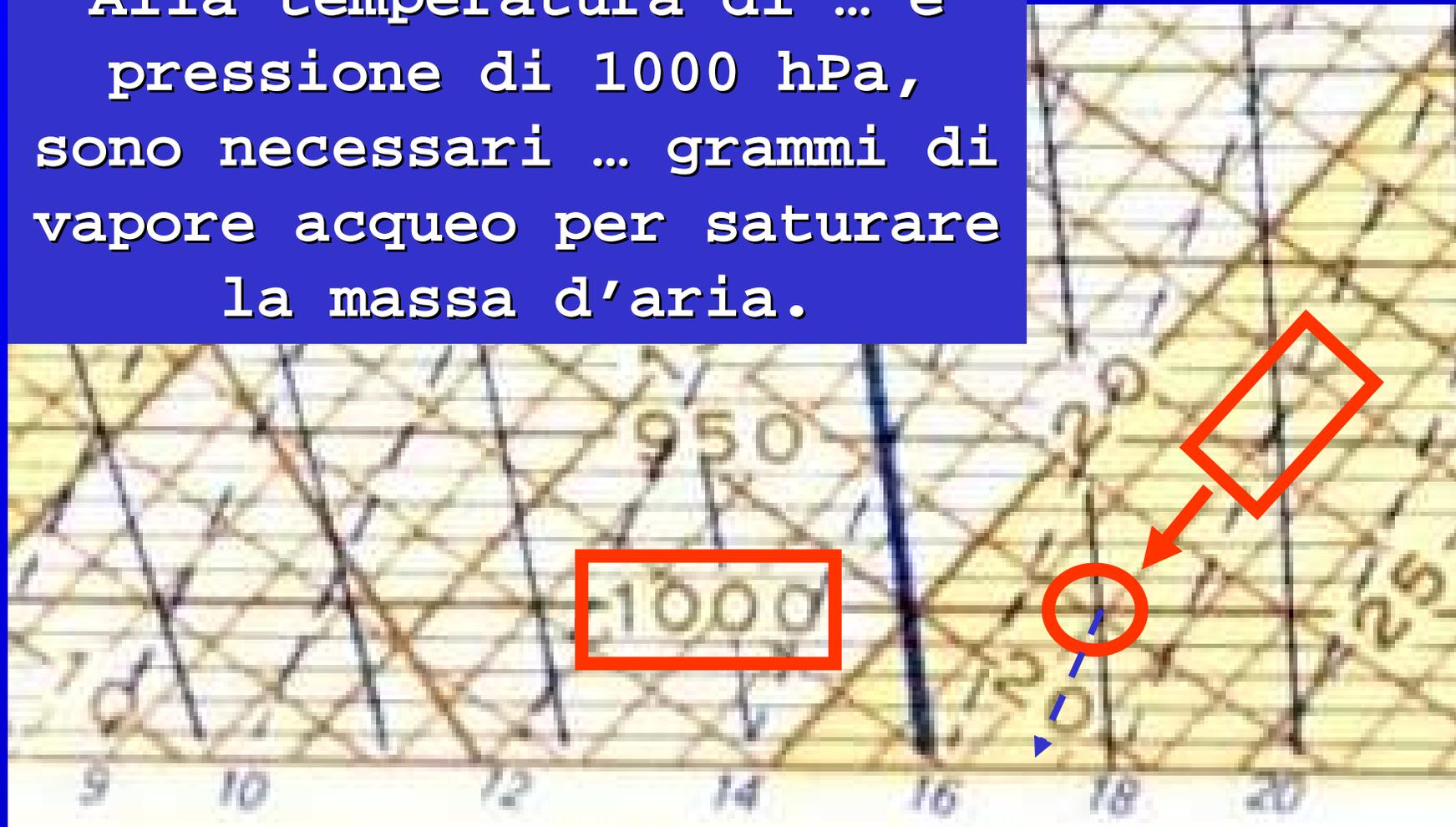
linee curve che uniscono, per ogni valore di temperatura e pressione, tutti i punti nei quali la massa d'aria satura ha lo stesso rapporto di mescolanza.

$$r_s(T, p) = 622 \frac{e_s(T)}{p - e_s(T)}$$

Alla temperatura di 20°C e pressione di 1000 hPa , sono necessari ... grammi di vapore acqueo per saturare la massa d'aria.



Alla temperatura di ... e
pressione di 1000 hPa,
sono necessari ... grammi di
vapore acqueo per saturare
la massa d'aria.



Facciamo una prova. Se mantengo la pressione a 1000 hPa, e aumento la temperatura dell'aria, saranno necessari più grammi di acqua o meno, per saturare la massa d'aria?

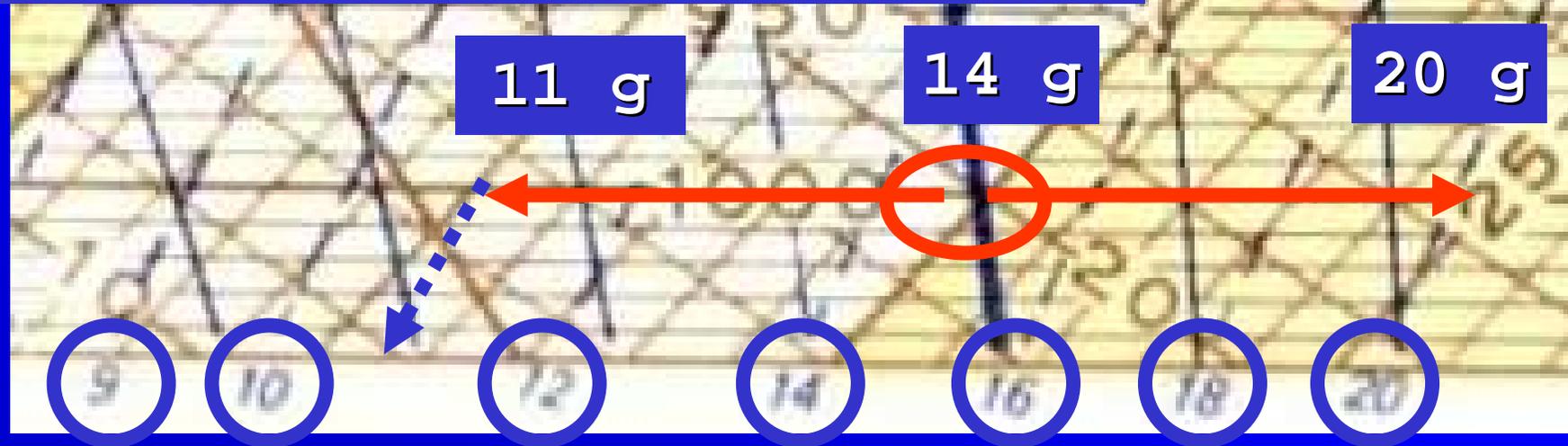


Esercizio:

Pressione: 1000 hPa

**Ricava il rapporto di
mescolanza alla saturazione
per le temperature di 10°C,
12°C, 15°C e 18°C.**

Si vede anche che una stessa massa d'aria secca diventa satura molto rapidamente a basse temperature mentre, quando la temperatura è elevata, può "contenere" una quantità d'acqua maggiore.

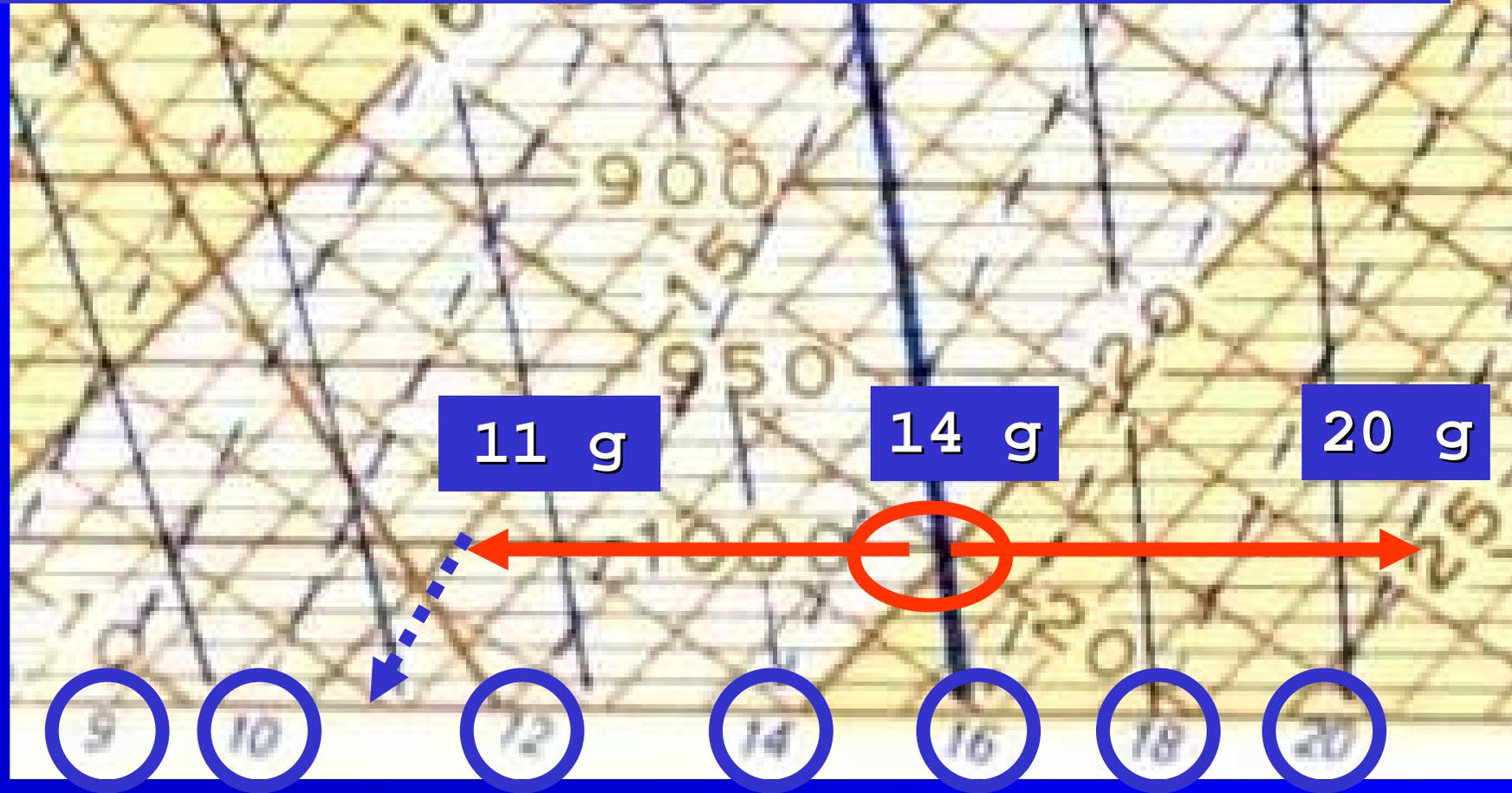


In una massa d'aria, quindi, può esservi una quantità variabile d'acqua.

Per esprimere sinteticamente quanta acqua realmente è realmente presente rispetto al valore massimo, usiamo l'umidità relativa.

Quando diciamo che l'umidità relativa è del 50%, intendiamo dire che vi è la metà dell'acqua che potrebbe esserci al massimo.

Esempio: A 20°C , 1000 hPa, l'Ur è 50%

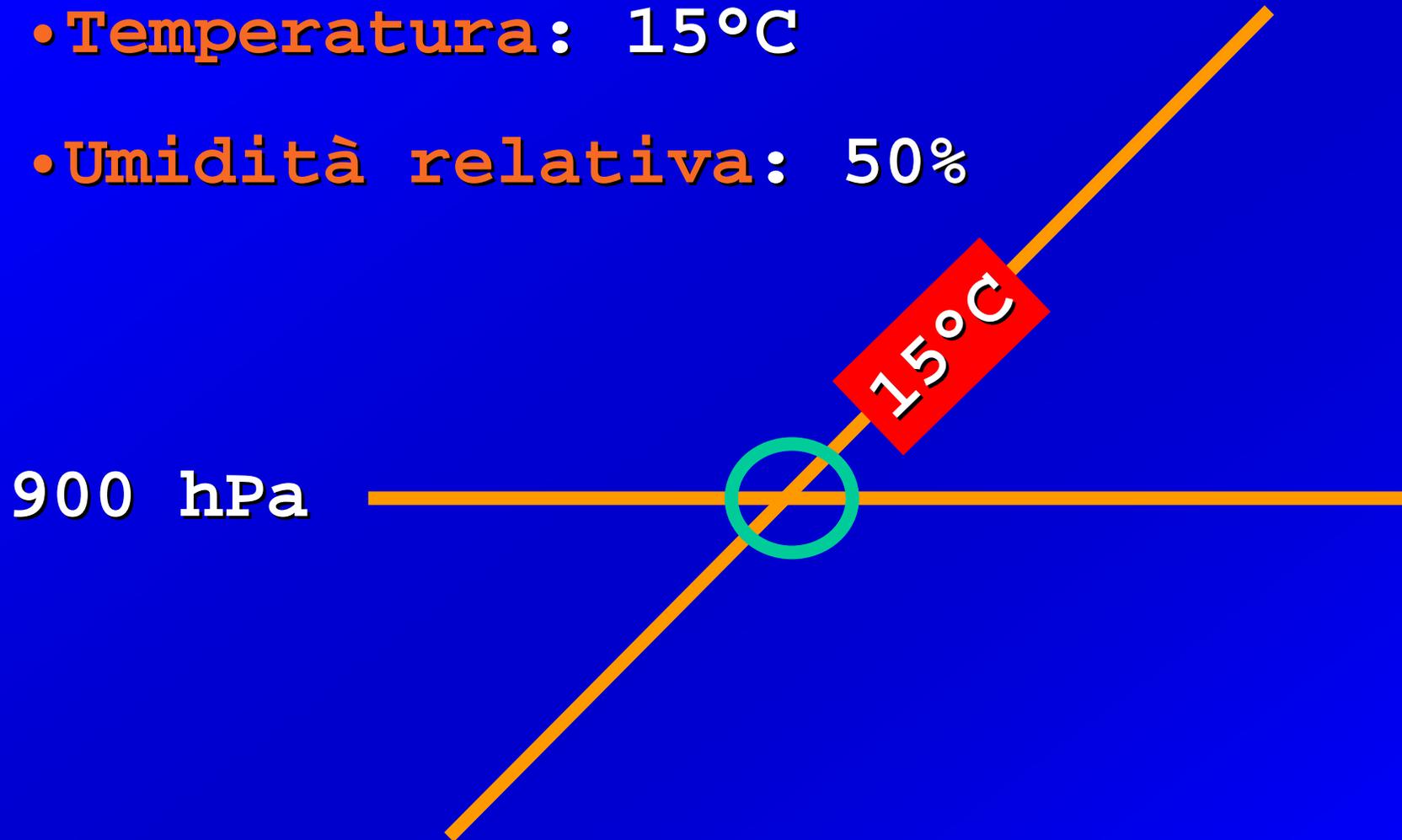


Applicazione pratica

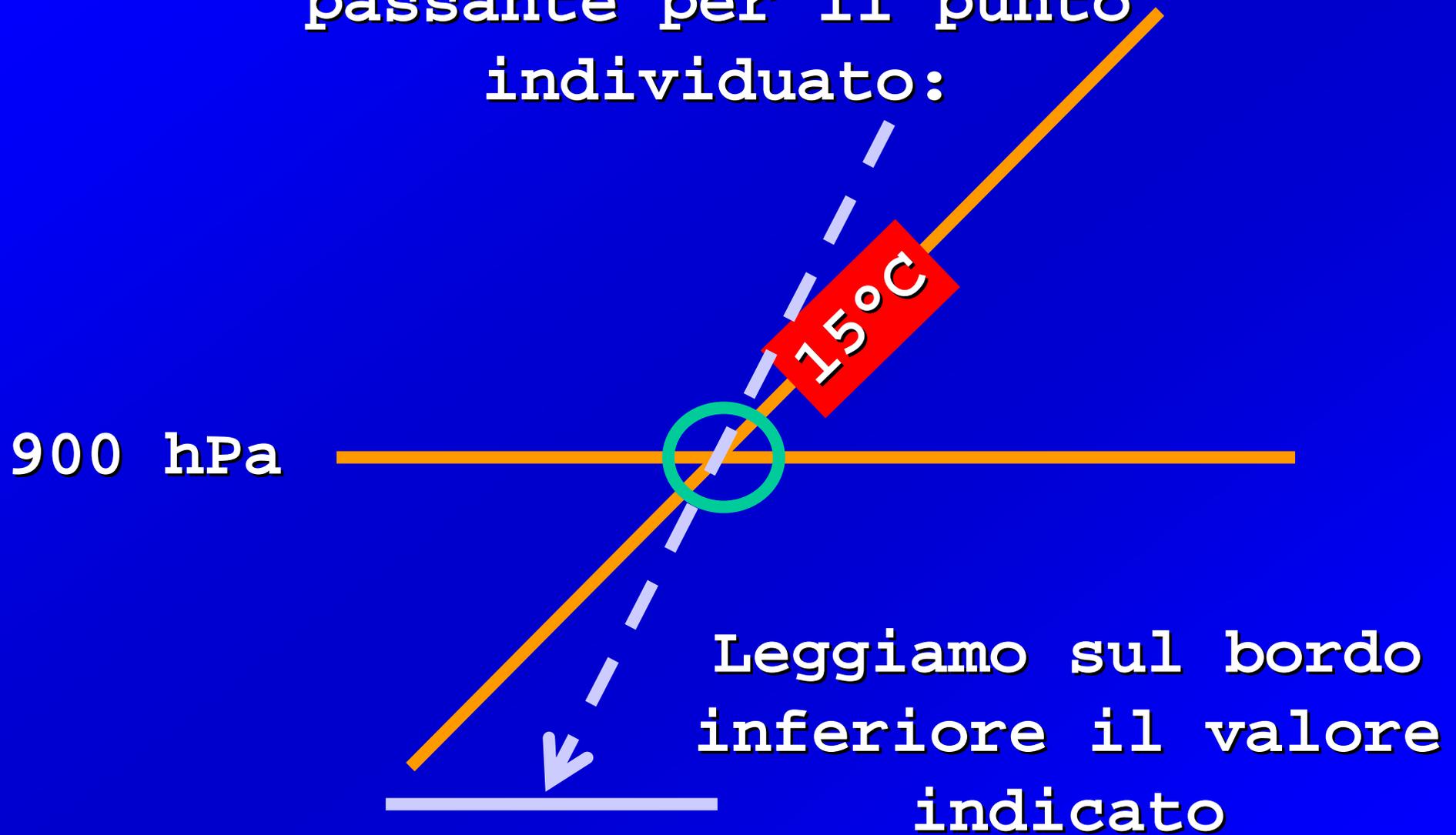
Conoscendo **temperatura, pressione e umidità relativa**, determinare l'umidità assoluta dell'aria al momento della misura.

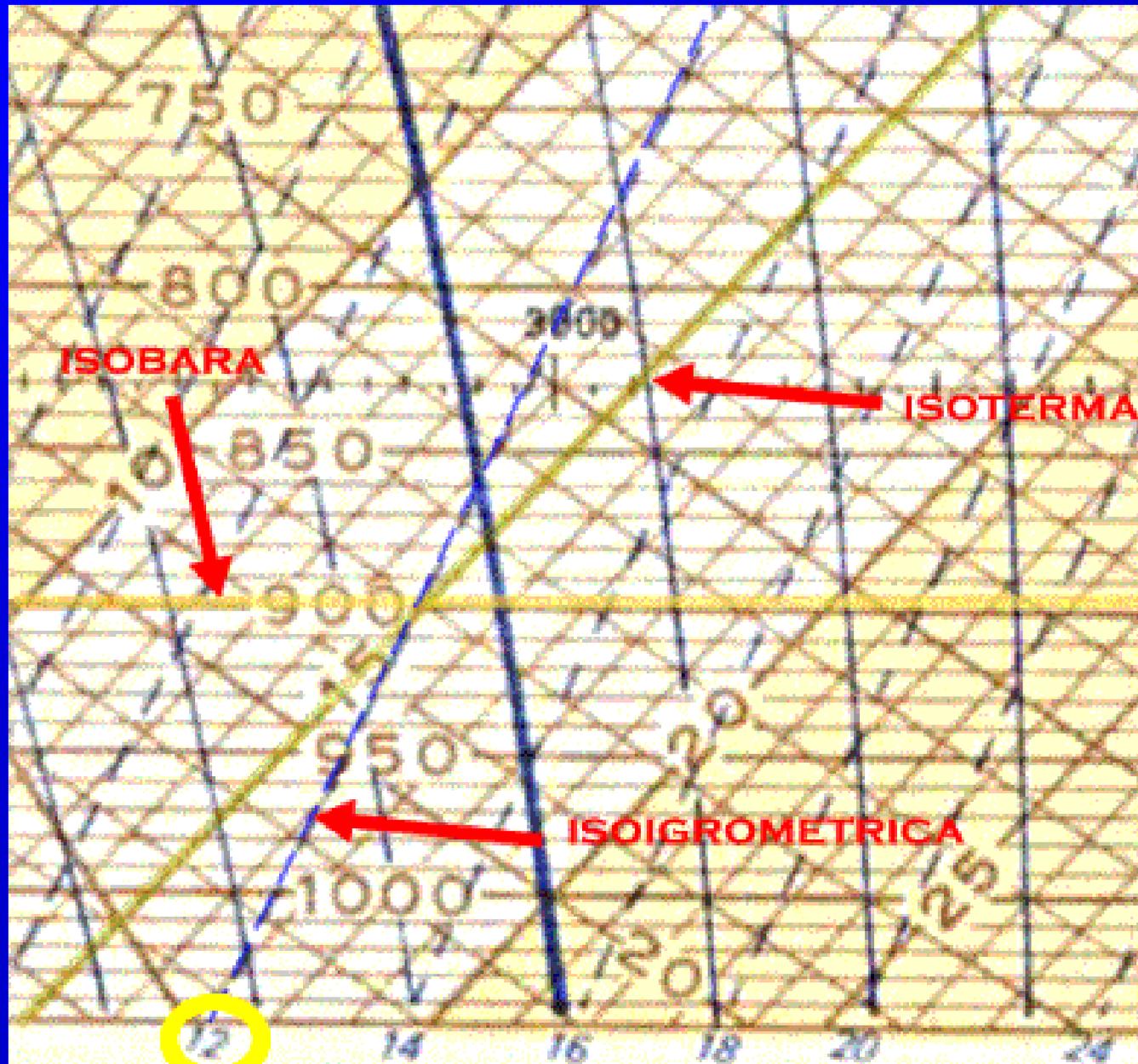
In altre parole, vogliamo conoscere quanta acqua realmente è presente nell'atmosfera alla quota considerata.

- **Pressione:** 900 hPa
- **Temperatura:** 15°C
- **Umidità relativa:** 50%



Cerchiamo l'isoigrometrica
passante per il punto
individuato:





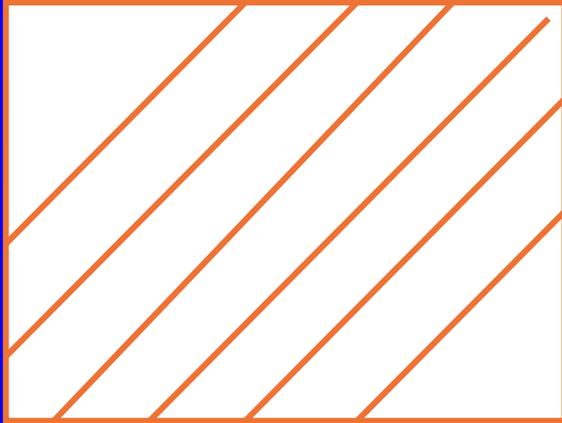
Poiché l'umidità relativa è
del 50%, il suo contenuto
reale d'acqua sarà:

$$12 \times 50/100 = 6 \text{ g}$$

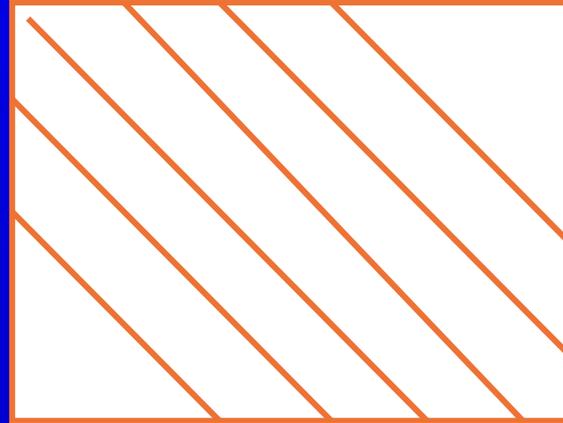
Esercizio

isobare

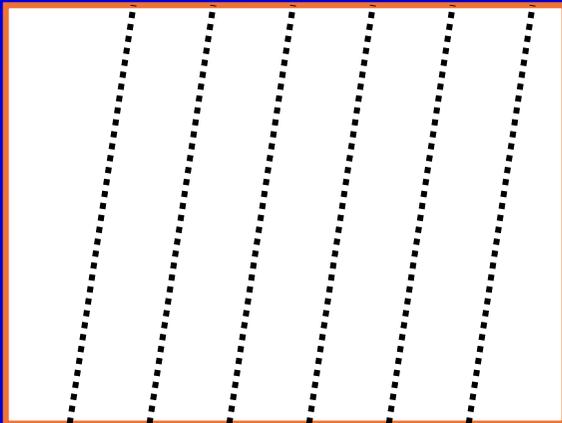
Scrivi i nomi delle linee rappresentate



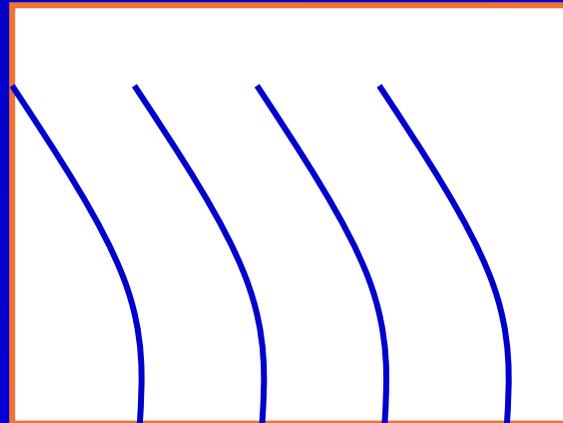
...



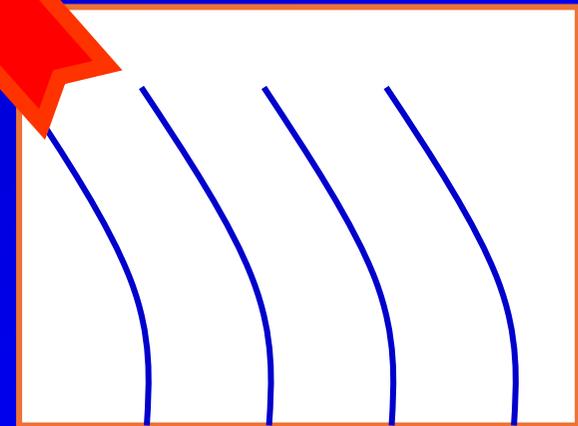
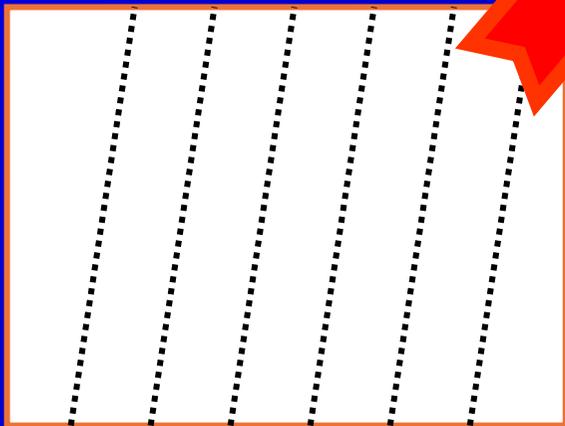
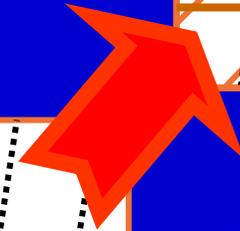
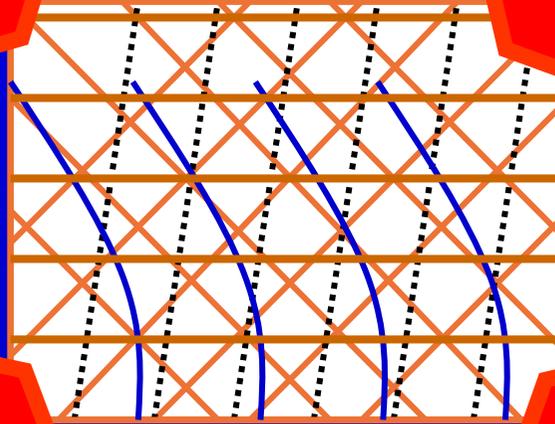
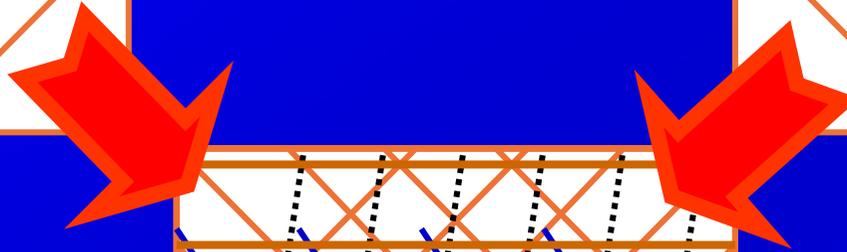
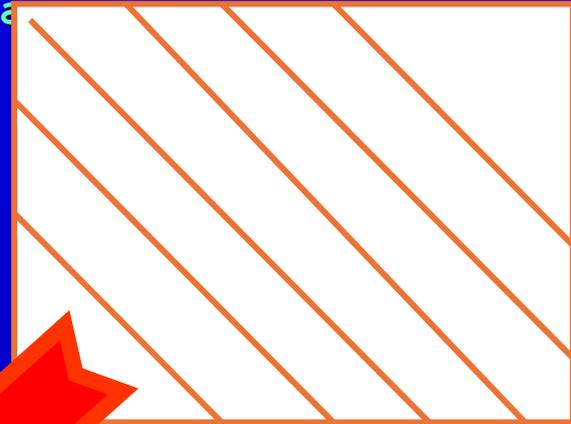
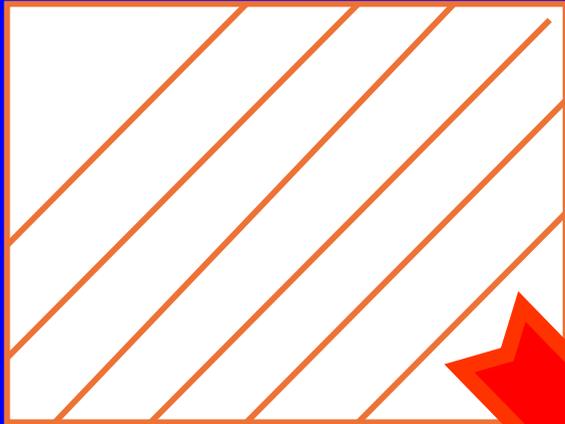
...



...

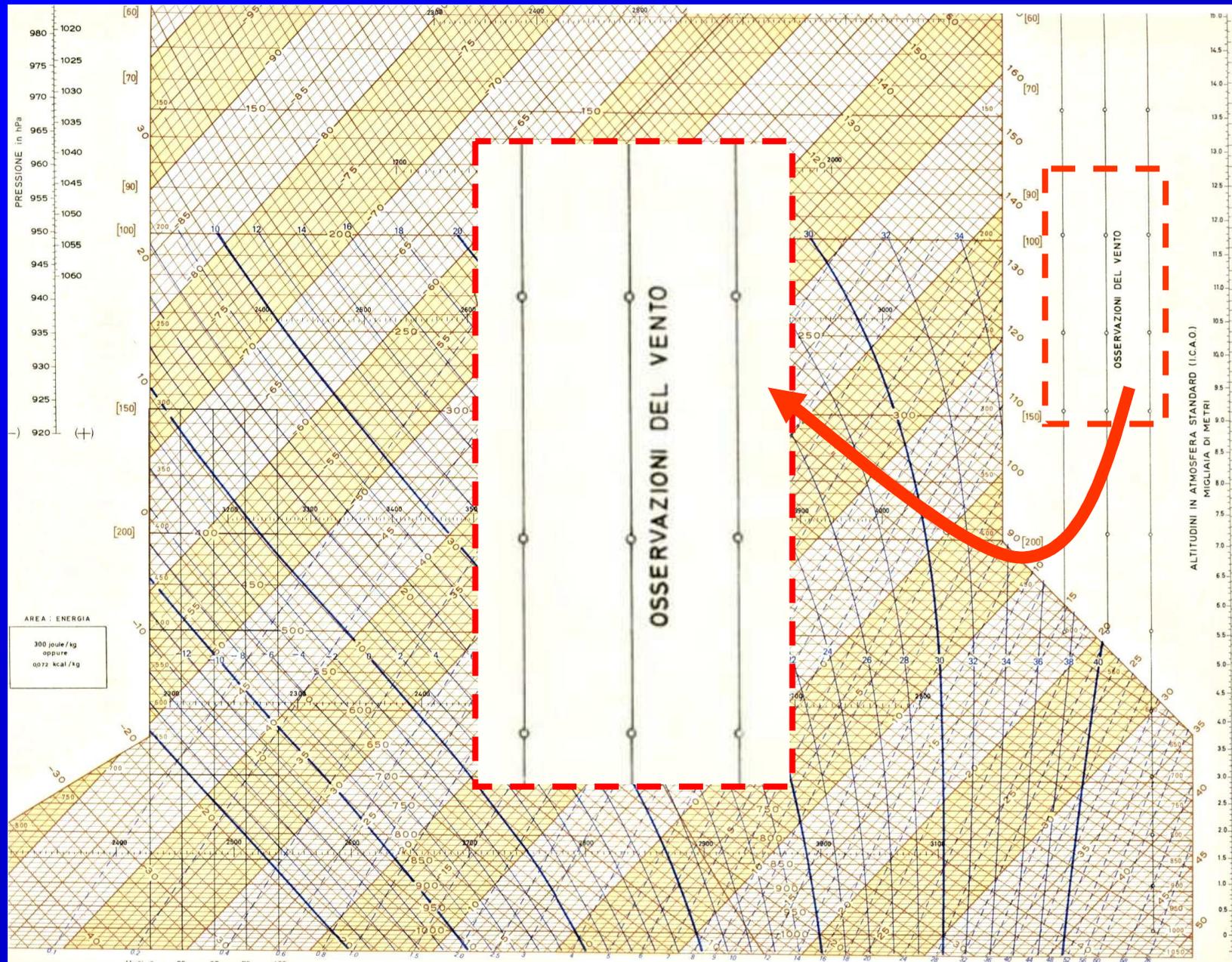


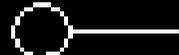
...



Riporto del vento

Vittorio Villasmunta



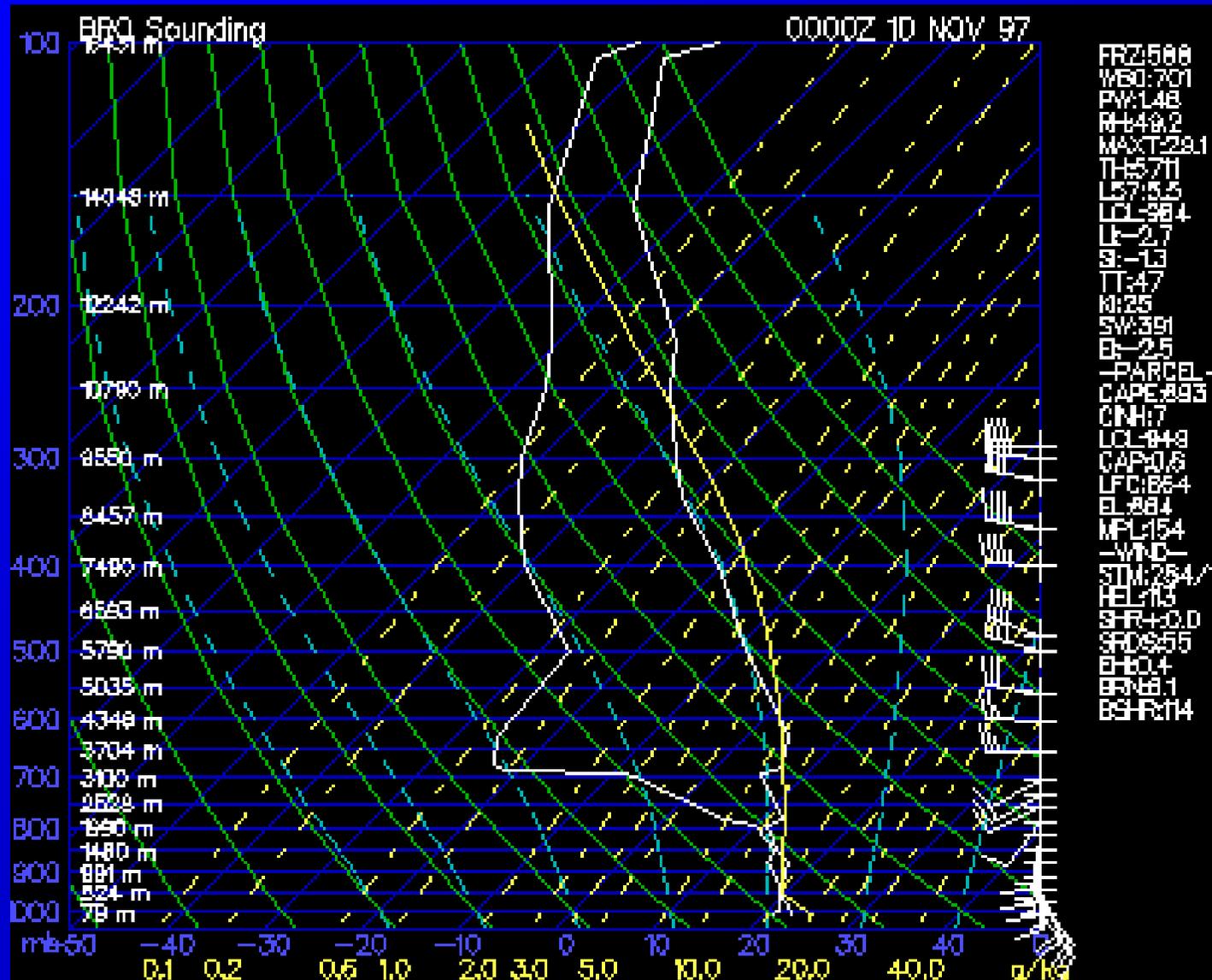
Winds	
	Calm
	< 3 knots
	3-7 knots
	8-12 knots
	13-17 knots
	18-22 knots
	28-32 knots
	48-52 knots
	58-62 knots
	98-102 knots

Barb points in direction
wind is coming from

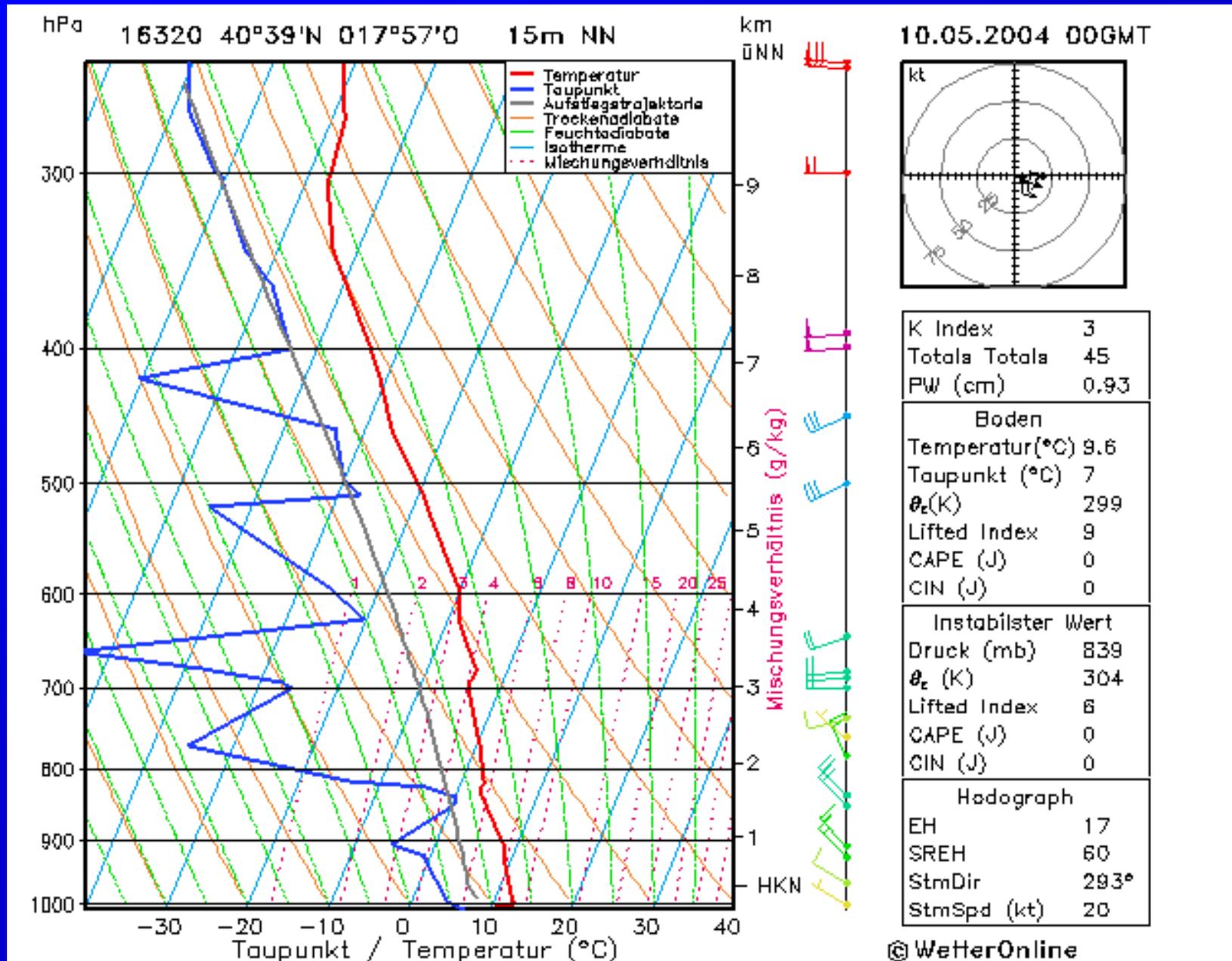


Esempi di diagrammi termodinamici

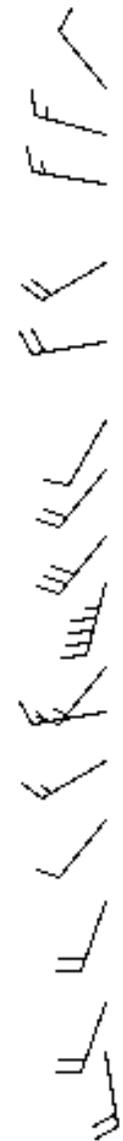
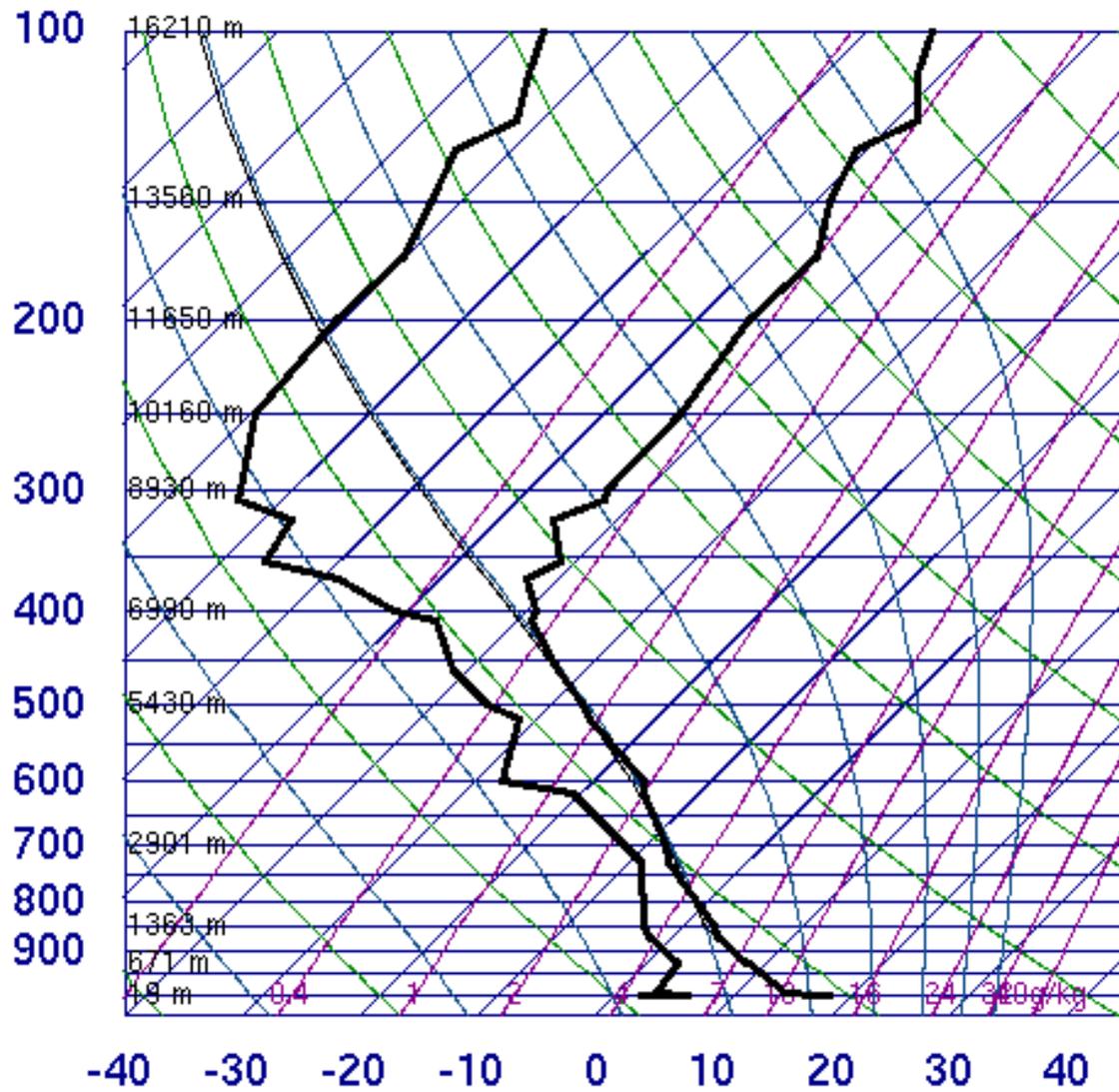
Vittorio Villasmunta



Vittorio Villasmunta



16320 LIBR Brindisi



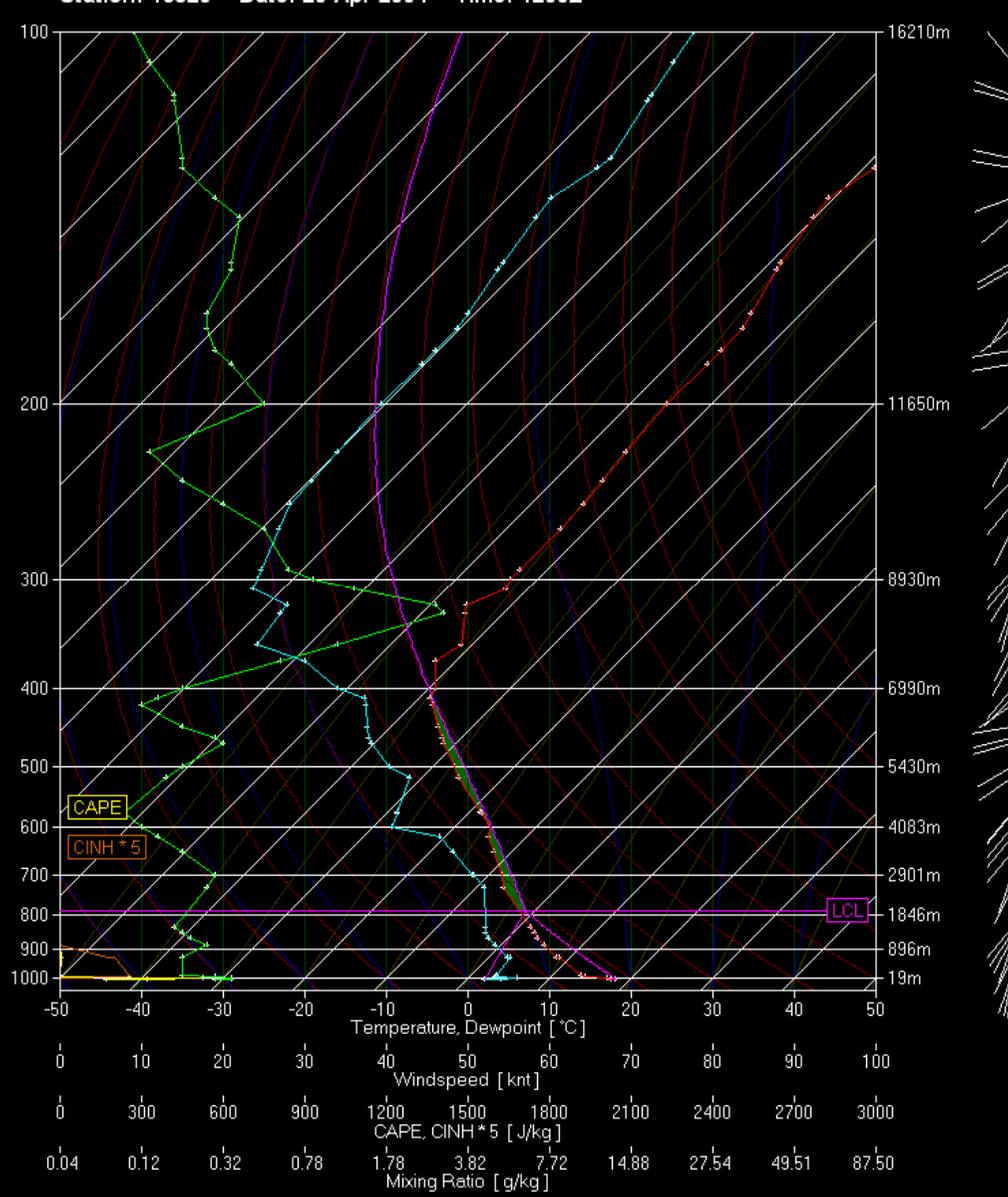
SLAT	40.65
SLON	17.95
SELV	10.00
SHOW	2.21
LIFT	0.11
LFTV	0.04
SWET	140.8
KINX	22.90
CTOT	23.90
VTOT	29.90
TOTL	53.80
CAPE	9.50
CAPV	14.87
CINS	-21.0
CINV	-12.6
EQLV	687.5
EQTV	510.9
LFCT	772.6
LFCV	781.2
BRCH	3.91
BRCV	6.11
LCLT	274.2
LCLP	843.6
MLTH	287.9
MLMR	4.96
THCK	5411.
PWAT	14.06

12Z 20 Apr 2004

University of Wyoming

Vittorio Villasmunta

Station: 16320 Date: 20 Apr 2004 Time: 1200Z



Parameter	Value	Unit	Comment
850 Wet Bulb Theta-E:	7.74	[°C]	
Sfc - 700 Mean Rel Hum:	68.61	[%]	
Convective Temperature:	16.95	[°C]	
Snowfall Height:	1256.14	[m]	
<u>Parcel: Using Surface Values</u>			
Lifted Index:	-1.18	[°C]	Scattered Thunderstorms expected
CAPE:	169.95	[J/kg]	No Thunderstorms expected
CINH:	0.00	[J/kg]	
Normalized CAPE * 100:	3.46	[m/s ²]	
850-600 Lapse Rate:	18.24	[°C]	
Wet-Bulb Zero:	1374.04	[m]	
Fawbush-Miller Hail Size:	<= 0.6	[cm]	
Exp. Hail Size:	0.5	[cm]	
LCL:	788.27	[mB]	
LFC:	788.27	[mB]	
EL:	407.07	[mB]	
<u>Misc Indices</u>			
Showalter Index:	2.34	[°C]	Scattered Thunderstorms expected
Modified Thompson Index:	34.41	[°C]	Scattered Thunderstorms expected
Total Totals Index:	53.80	[°C]	Widespread Thunderstorms expected
KO Index:	-2.56	[1]	No Thunderstorms expected
Craven SigSvr / 1000:	2.27	[m ³ /s ³]	No Severe Thunderstorms expected
Supercell Composite Param:	0.01	[1]	Supercells not likely
Significant Tornado Param:	0.00	[1]	Tornadoes not likely
CS Index:	427.81	[J/kg * m ² /s ²]	No Thunderstorms expected
SWISS 12 Index:	-2.81	[1]	Thunderstorms expected (78%)
<u>Wind Parameters</u>			
Storm Direction:	246.99	[°]	
Storm Motion:	11.11	[knots]	
Wind Shear Dir Sfc - 3000:	280.68	[°]	
Wind Shear Sfc - 3000:	10.52	[knots]	
Wind Shear Dir 3000 - 6000:	316.37	[°]	
Wind Shear 3000 - 6000:	16.70	[knots]	
Wind Shear Dir Sfc - 6000:	302.70	[°]	
Wind Shear Sfc - 6000:	25.98	[knots]	
Bulk Richardson Number:	53.65	[1]	Multicells expected
Storm Relative Helicity:	35.67	[m ² /s ²]	Supercells not likely
Effective SRH:	35.67	[m ² /s ²]	Supercells not likely
Energy Helicity Index:	0.04	[1]	Supercells not likely

■ Temperature Profile
■ Dewpoint Profile
■ Windspeed Profile

Dove e come ?

- Partendo dal TEMP, riportando manualmente punto per punto i dati sul diagramma.
- Su internet, già plottati.
- Utilizzando un *software* specifico come, ad esempio **RAOB**, oppure **Digital Atmosphere**.

Domande