

Vittorio Villasmunta

Istituto Tecnico Aeronautico Statale “Euclide”  
Seminari di Meteorologia

# Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell’atmosfera Parte IV

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 bar. Below the browser's address bar, 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 menu contains links: '[ Home ]', '[ Su ]', '[ Esercitazione sul sondaggio termodinamico ]', and '[ Lecture consigliate ]'. The main heading 'CORSO AVANZATO SUL SONDAGGIO TERMODINAMICO' is 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 PowerPoint slide. The footer of the page, separated by a line of asterisks, reads 'Questa pagina è stata realizzata da Vittorio Villasmunta'.

**Corso basico di meteorologia**  
a cura di Vittorio Villasmunta

[ [Home](#) ] [ [Su](#) ] [ [Esercitazione sul sondaggio termodinamico](#) ] [ [Lecture consigliate](#) ]

**CORSO AVANZATO SUL SONDAGGIO TERMODINAMICO**

-  **Prima lezione, in cui si parla della radiosonda e della decodifica del messaggio TEMP (Presentazione PowerPoint, 921,5 Kb).**
- **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).**
- **Lecture consigliate.**

\*\*\*\*\*  
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**
- **Significato grafico e concettuale delle linee del nomogramma di Herlofson.**

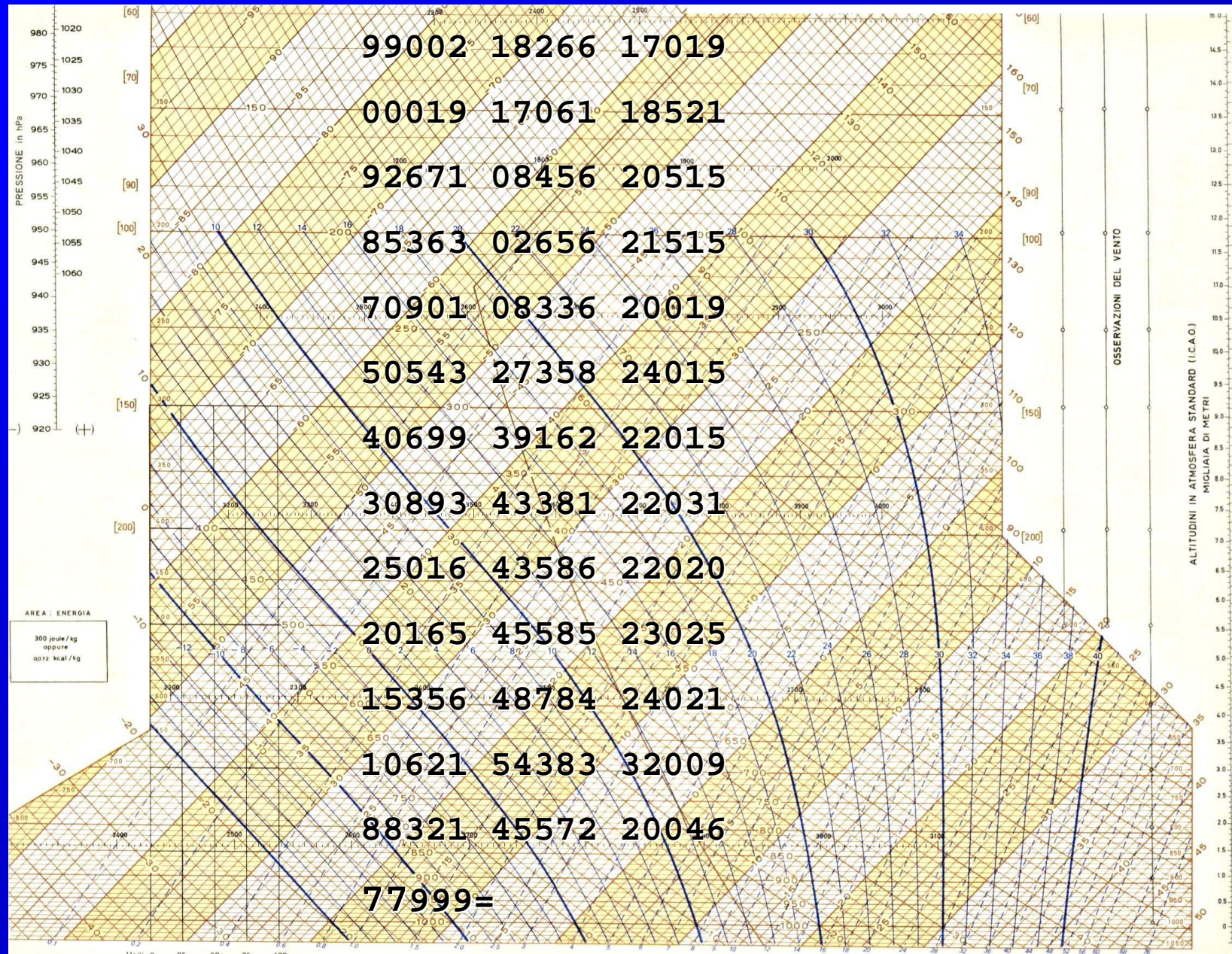
Vittorio Villasmunta

# 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



Vittorio Villasmunta

# Corso Avanzato sul sondaggio termodinamico dell'atmosfera

## Parte IV:

# compilazione del nomogramma di Herlofson



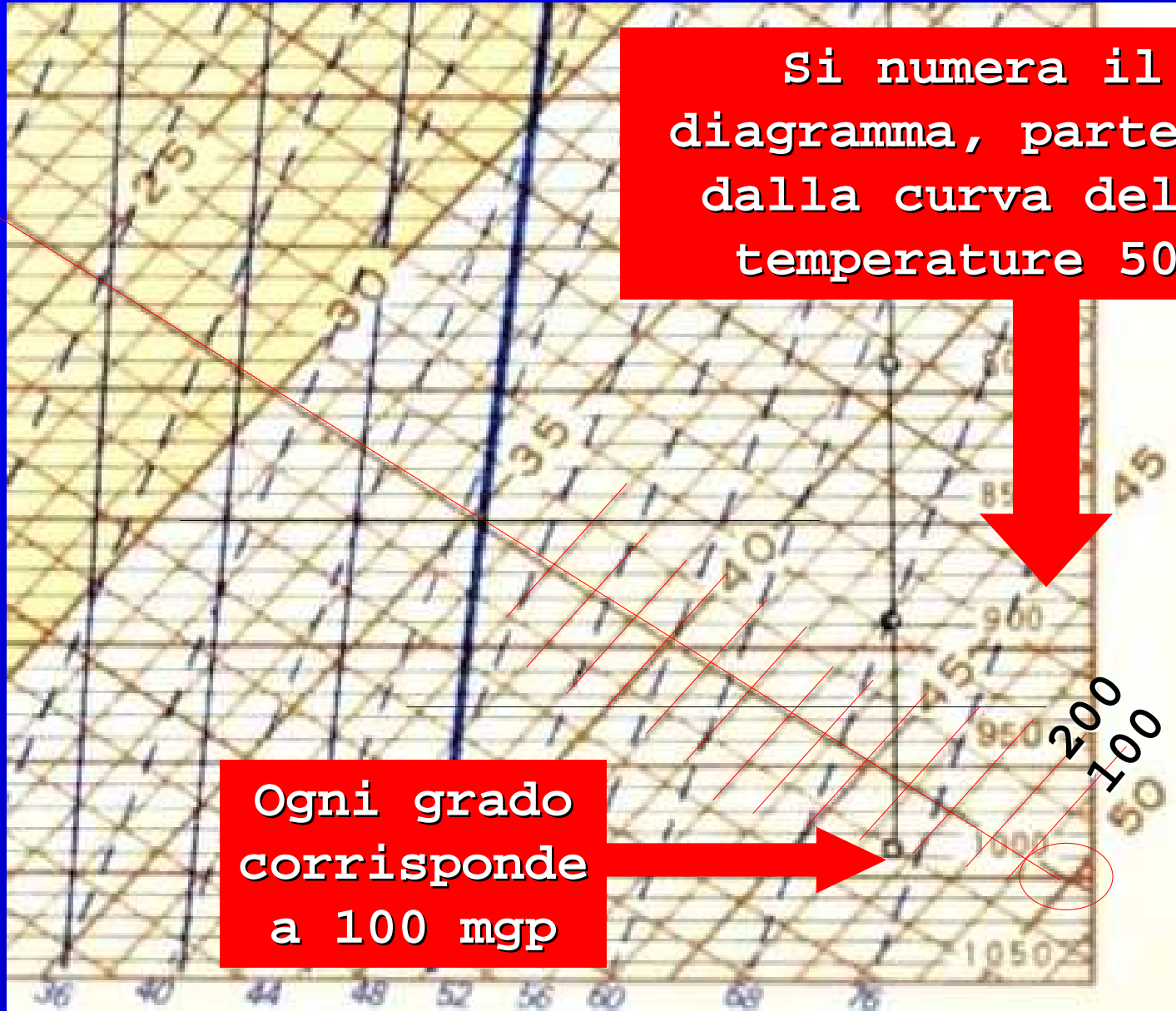
In questa sezione del seminario impareremo a riportare sul diagramma termodinamico, i dati della temperatura, della rugiada, dell'umidità relativa e del vento.

# CALCOLO DELLA CURVA DELLE ALTEZZE

La distribuzione effettiva delle temperature lungo la verticale determina lievi scostamenti, in più o in meno, rispetto alla curva delle altezze in aria tipo.

La curva delle altezze è utile per ottenere la quota di un punto qualsiasi delle curve caratteristiche.

E' sufficiente determinare l'intersezione fra la pressione del punto caratteristico e la curva delle altezze.

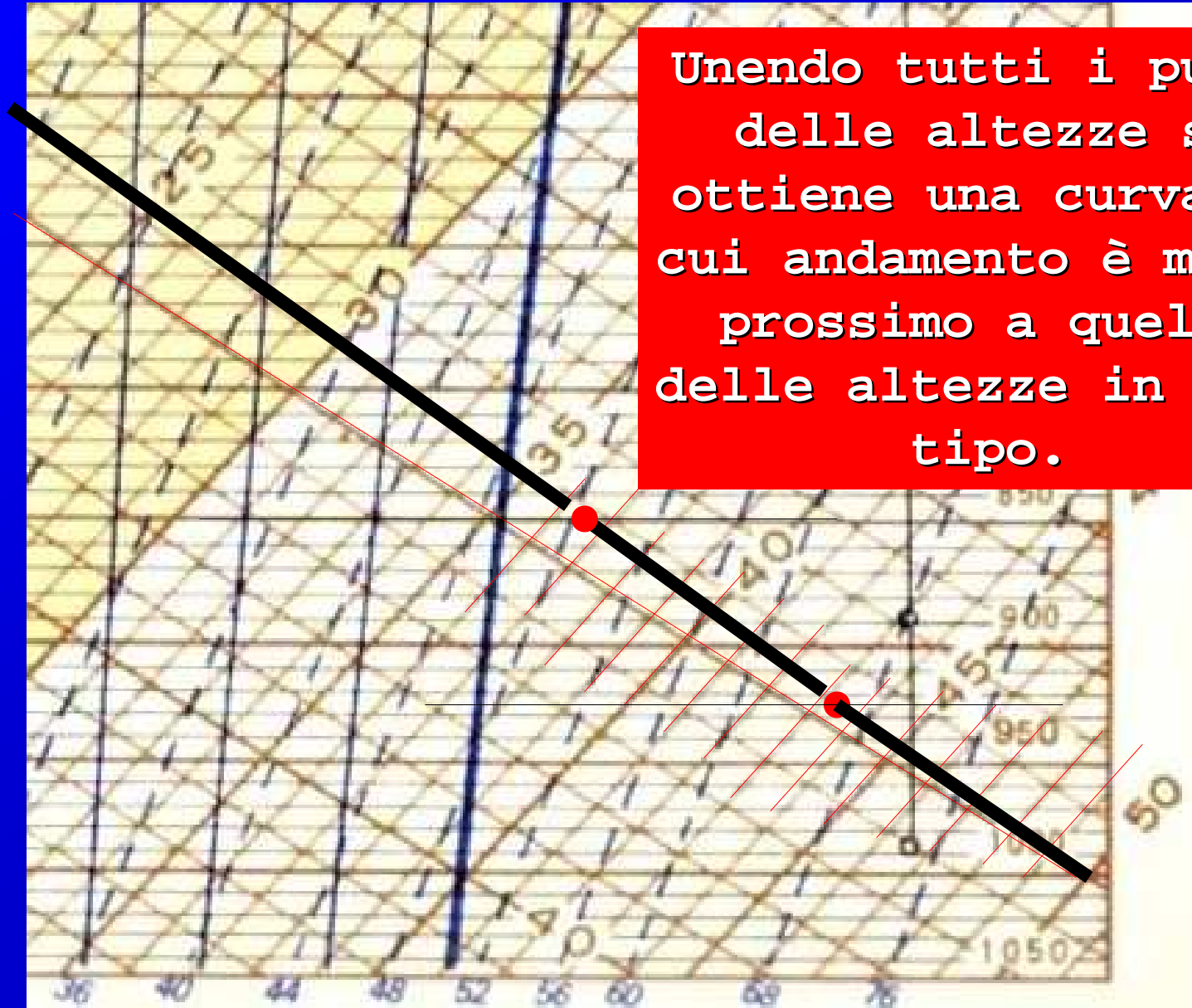


Si numera il diagramma, partendo dalla curva delle temperature 50.

Ogni grado corrisponde a 100 mgp

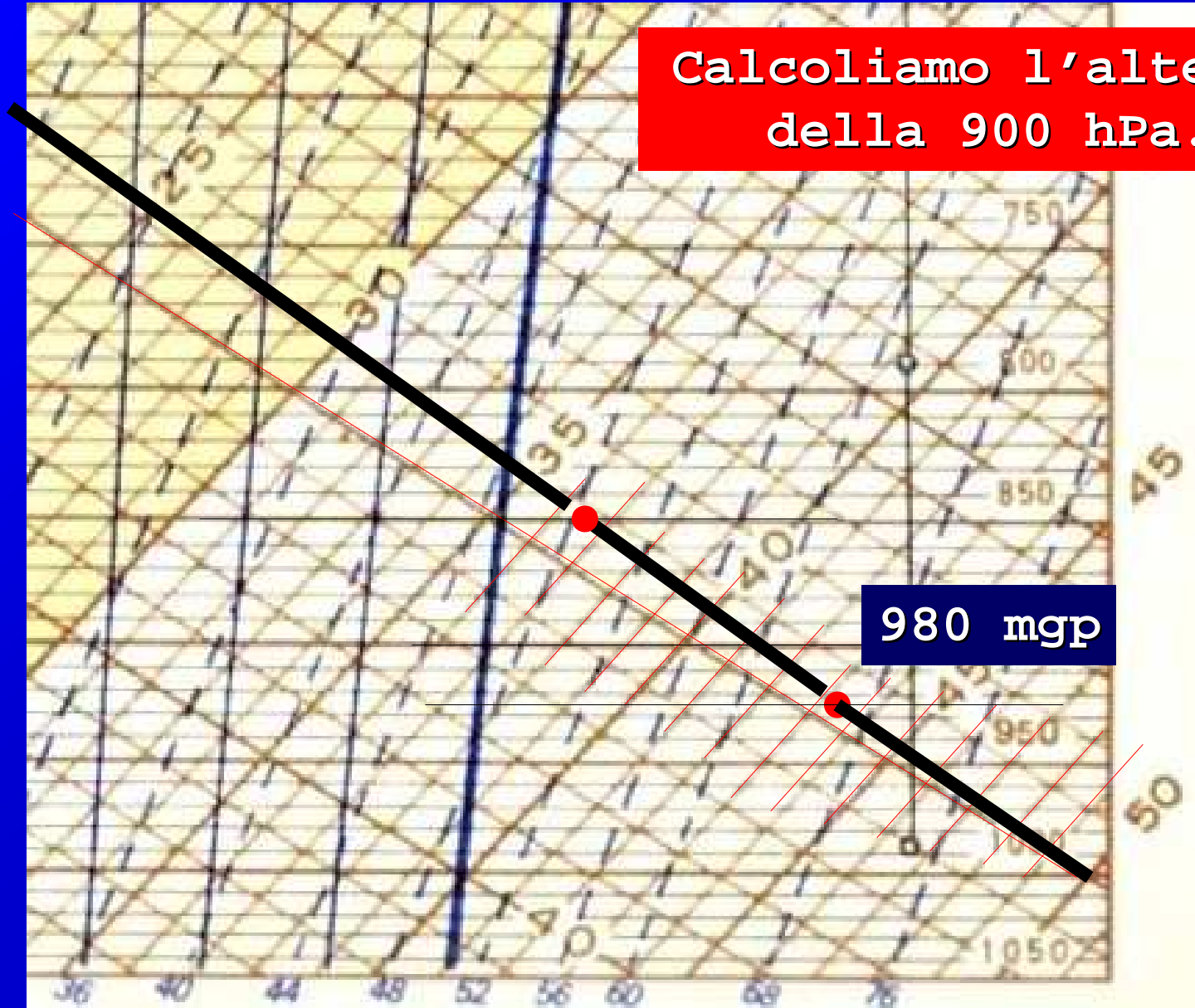


Il valore letto sul messaggio si riporta mettendo un punto all'incrocio tra la superficie isobarica di riferimento e la quota letta.



Unendo tutti i punti delle altezze si ottiene una curva il cui andamento è molto prossimo a quelle delle altezze in aria tipo.

Calcoliamo l'altezza della 900 hPa.





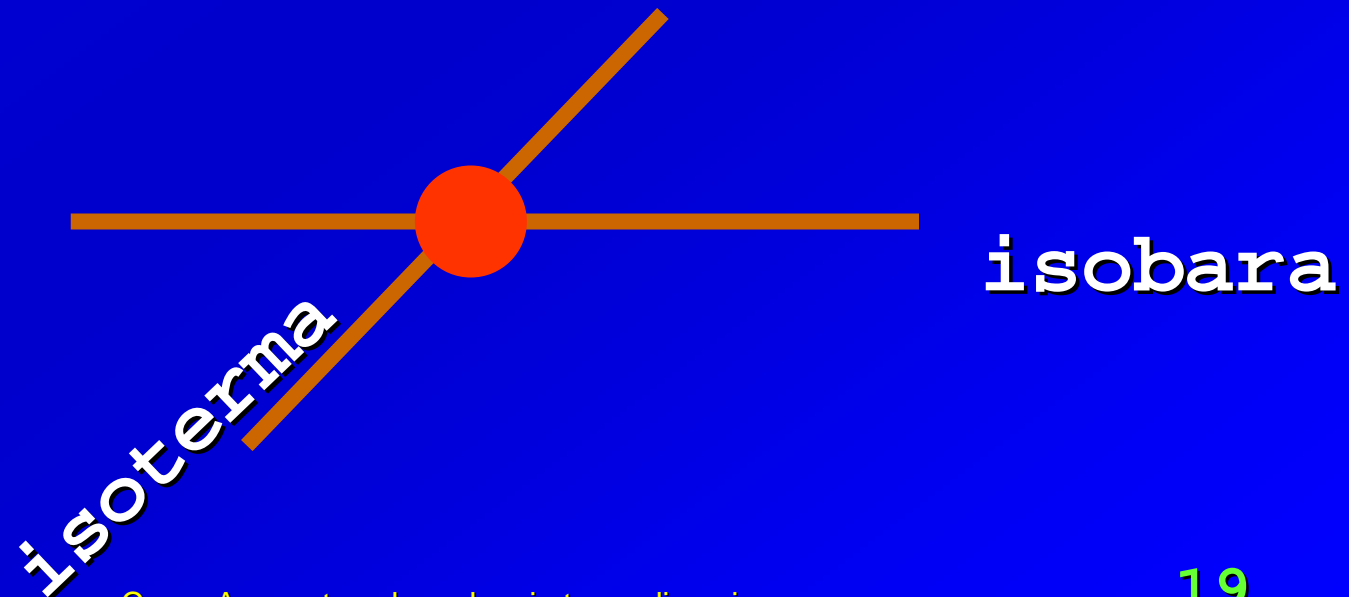
# Calcolo della curva di stato

**CALCOLO DELLA  
CURVA DI STATO**

Vittorio Villasmunta

99	1002 hPa	18266	18,2	16
00	1000 hPa	17061	17,0	11
92	925 hPa	08456	8,4	6
85	850 hPa	02656	2,6	6
70	700 hPa	08336	- 8,2	3,6
50	500 hPa	27358	- 27,3	18
40	400 hPa	39162	-39,1	12
30	300 hPa	43381	-43,3	31
25	250 hPa	43586	-43,5	36
20	200 hPa	45585	-45,5	35
15	150 hPa	48784	- 48,7	34
10	100 hPa	54383	-54,3	33

Le temperature così ricavate devono essere riportate sul diagramma, mettendo un punto all'incrocio tra l'isoterma letta e la superficie isobarica alla quale è riferita.



CALCOLO DELLA  
CURVA DI STATO

Vittorio Villasmunta

99002 18266 17019

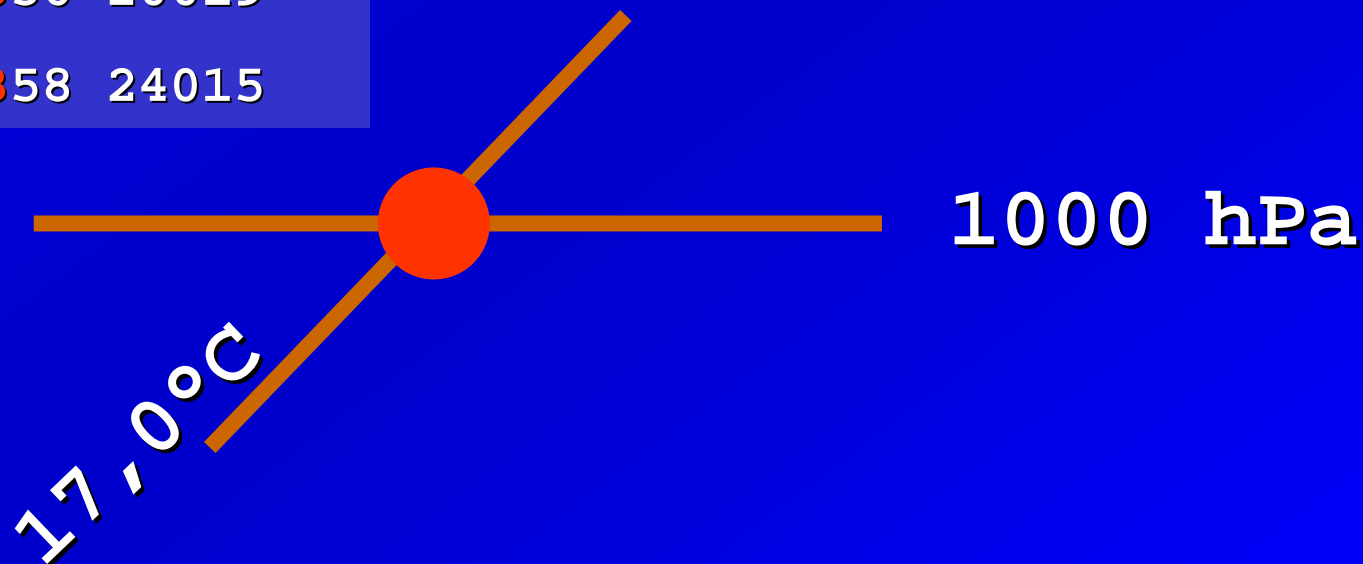
00019 17061 18521

92671 08456 20515

85363 02656 21515

70901 08336 20019

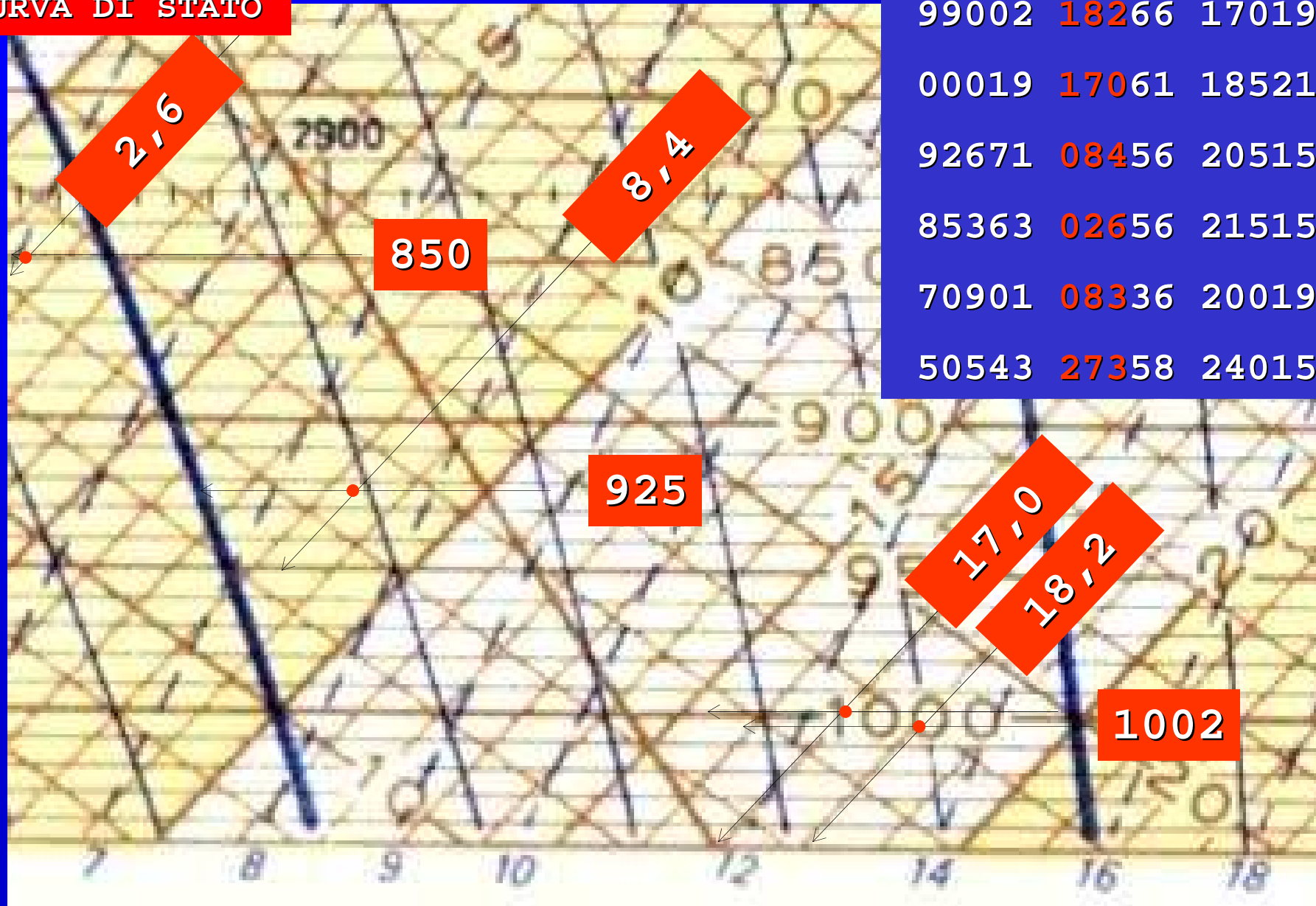
50543 27358 24015



Ed ora, proviamo a  
tracciare tutti i  
punti della parte A  
del TEMP relativi alla  
temperatura.

CALCOLO DELLA CURVA DI STATO

Vittorio Villasmunta

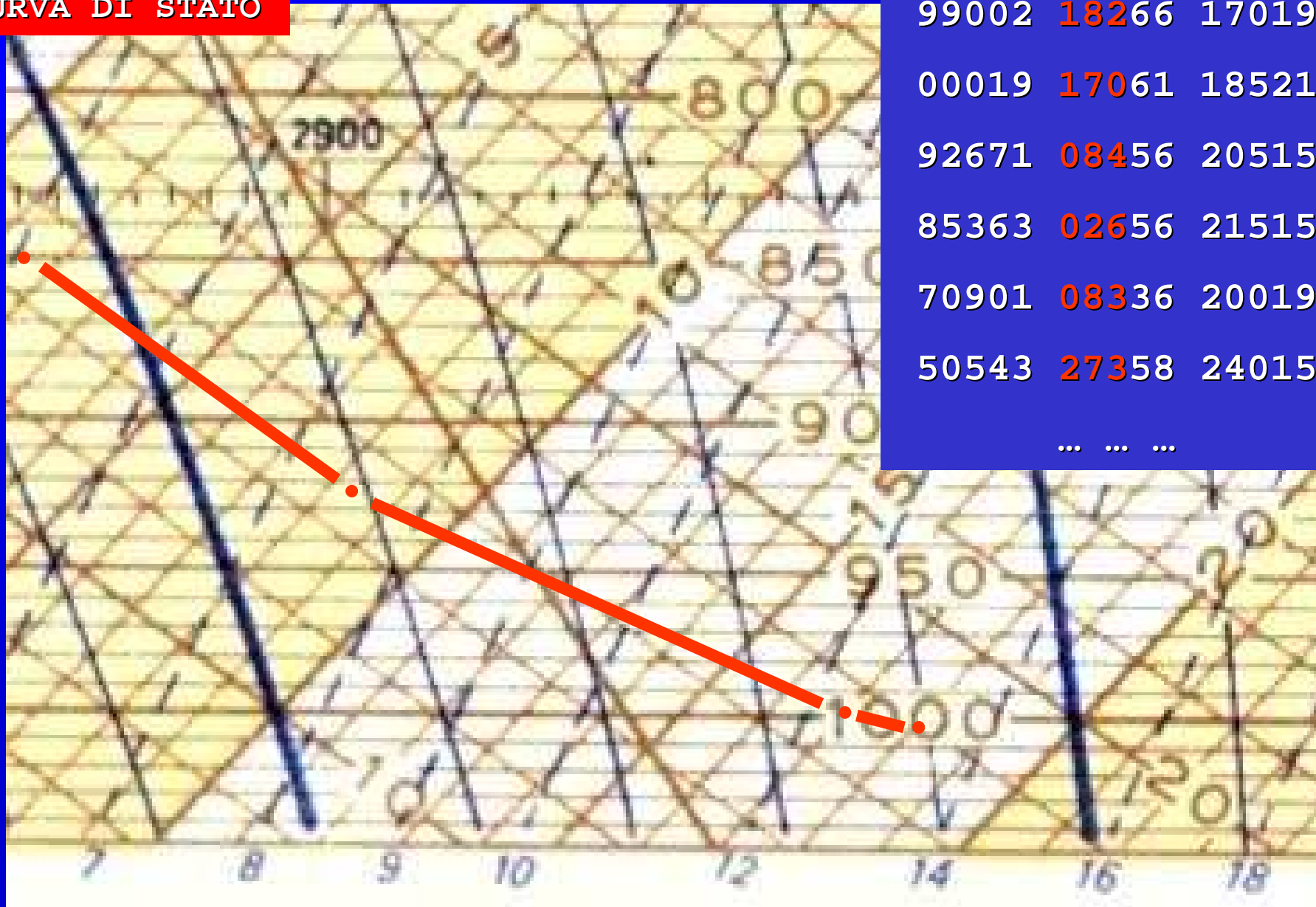


99002	18266	17019
00019	17061	18521
92671	08456	20515
85363	02656	21515
70901	08336	20019
50543	27358	24015

Una volta tracciati tutti i punti relativi alla temperatura, si procede ad unirli con una linea spezzata continua in modo da ottenere la cosiddetta **curva di stato**.

**CALCOLO DELLA  
CURVA DI STATO**

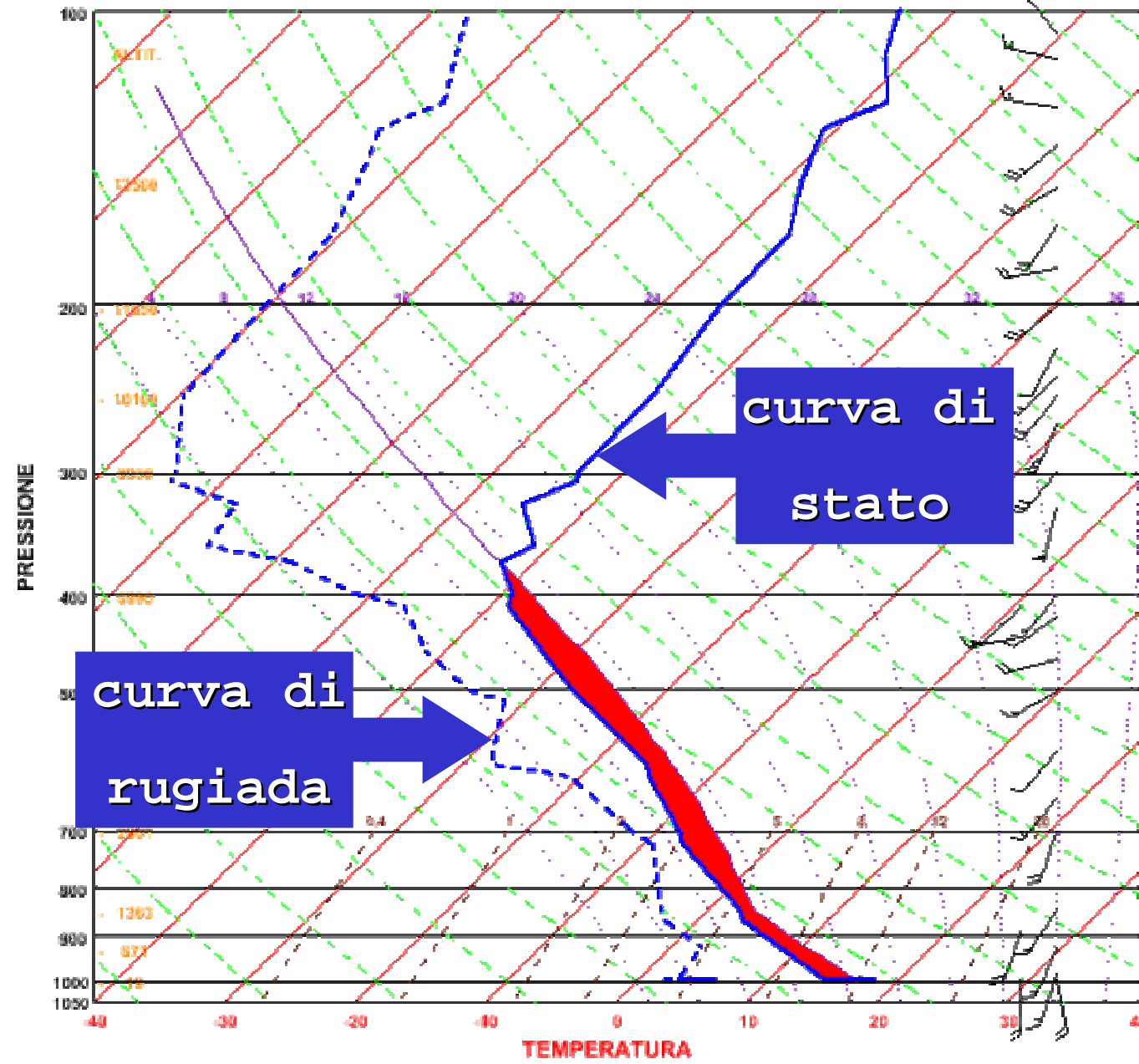
Vittorio Villasmunta





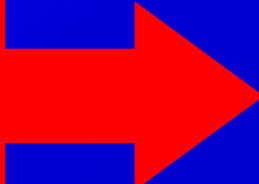
La curva appena tracciata  
rappresenta l'andamento  
della temperatura con la  
quota.

# DIAGRAMMA DI HERLOFFSON



# Calcolo della curva di rugiada

Temperatura  
del punto  
di rugiada



E' la temperatura più bassa che una massa d'aria, a pressione e contenuto di vapore costanti, può raggiungere, senza che alla saturazione inizi la condensazione del vapore in essa contenuto.

**CALCOLO DELLA  
CURVA DI RUGIADA**

Vittorio Villasmunta

99	1002 hPa	18266	18,2	16
00	1000 hPa	17061	17,0	11
92	925 hPa	08456	8,4	6
85	850 hPa	02656	2,6	6
70	700 hPa	08336	-8,2	3,6
50	500 hPa	27358	-27,3	18
40	400 hPa	39162	-39,1	12
30	300 hPa	43381	-43,3	31
25	250 hPa	43586	-43,5	36
20	200 hPa	45585	-45,5	35
15	150 hPa	48784	-48,7	34
10	100 hPa	54383	-54,3	33

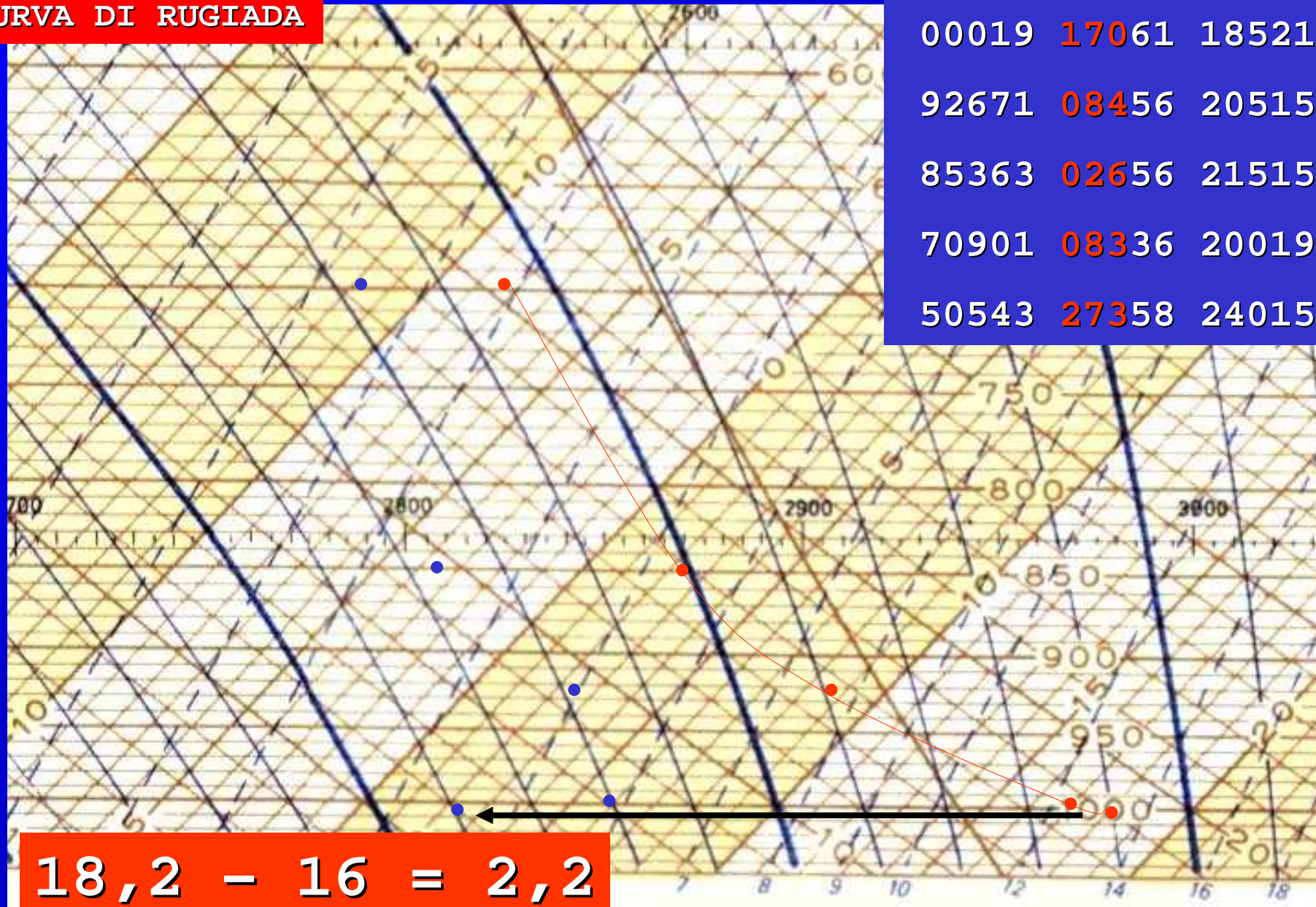
Osservando le differenze tra le due temperature, possiamo già trarre alcune deduzioni generali:

- risulta evidente che vi è un'alternanza di strati più secchi e strati più umidi
- la differenza alle quote più elevate aumenta sempre più (e quindi gli strati più alti della troposfera risultano poco umidi)

**CALCOLO DELLA  
CURVA DI RUGIADA**

Vittorio Villasmunta

99002	18266	17019
00019	17061	18521
92671	08456	20515
85363	02656	21515
70901	08336	20019
50543	27358	24015



**18,2 - 16 = 2,2**

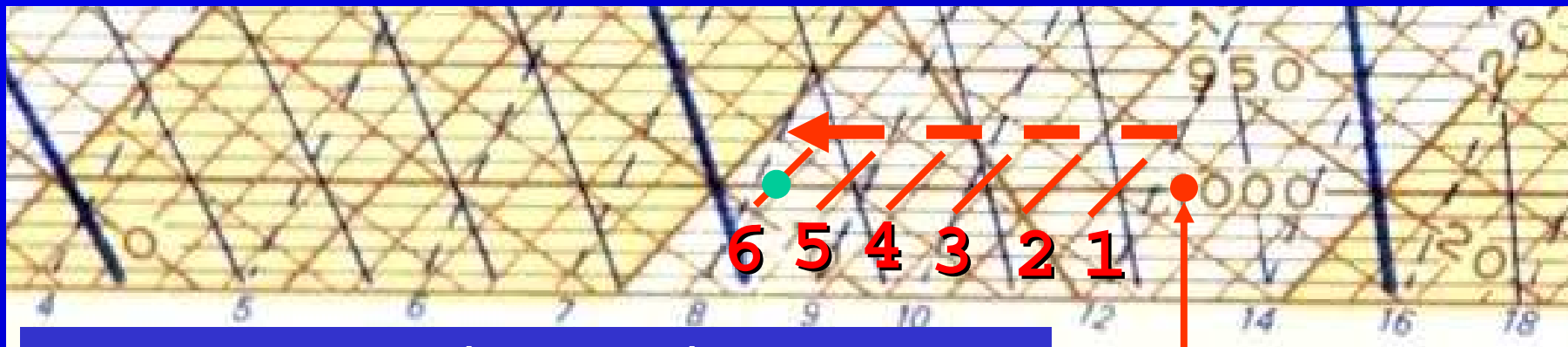
CALCOLO DELLA  
CURVA DI RUGIADA

Vittorio Villasmunta

99002	18266	17019
00019	17061	18521
92671	08456	20515
85363	02656	21515
70901	08336	20019
50543	27358	24015

$$17,0 - 11 = 6,0$$

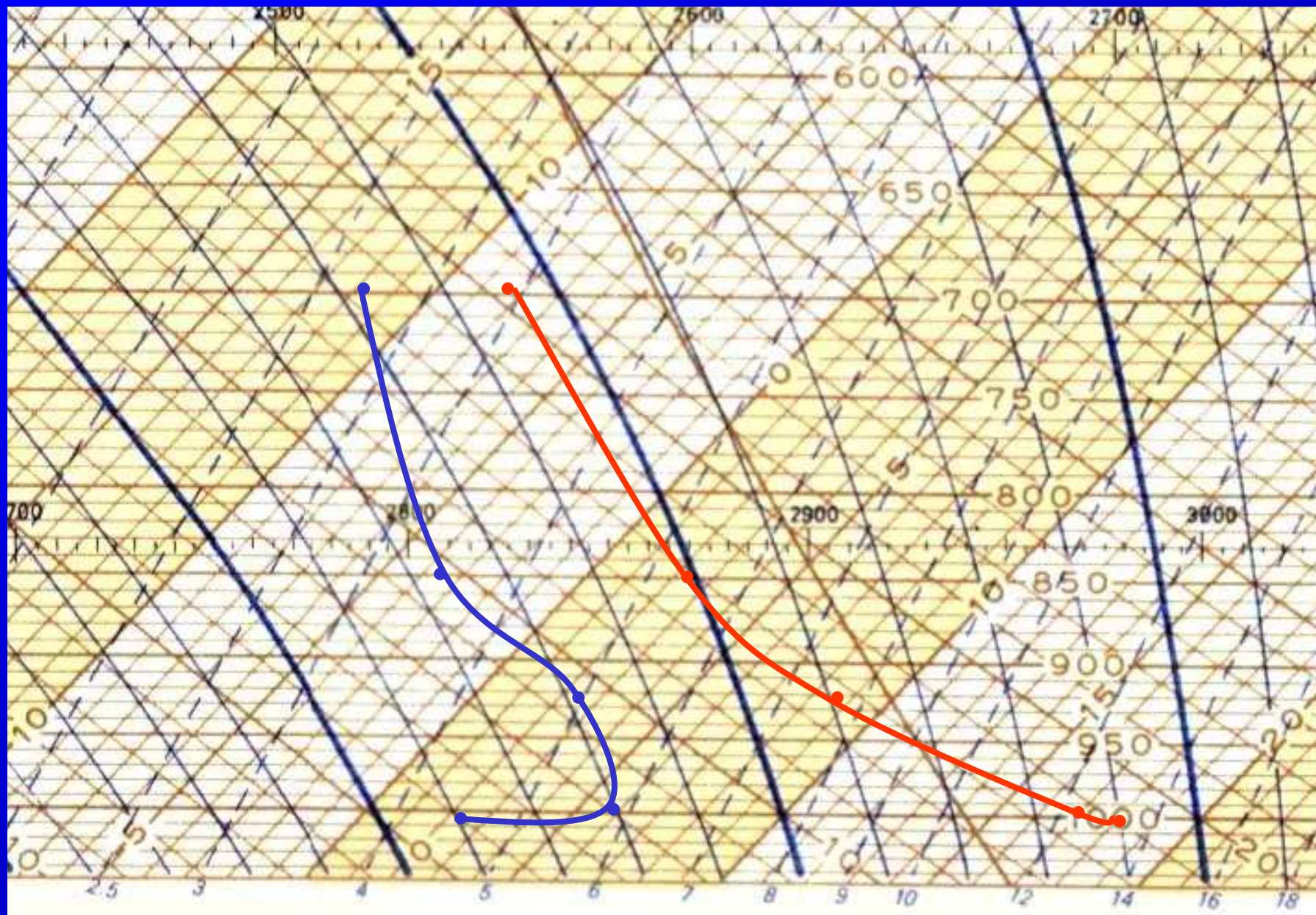
Un metodo più veloce consiste  
nello spostarsi verso  
sinistra di  $x$  isoterme pari  
alla differenza.

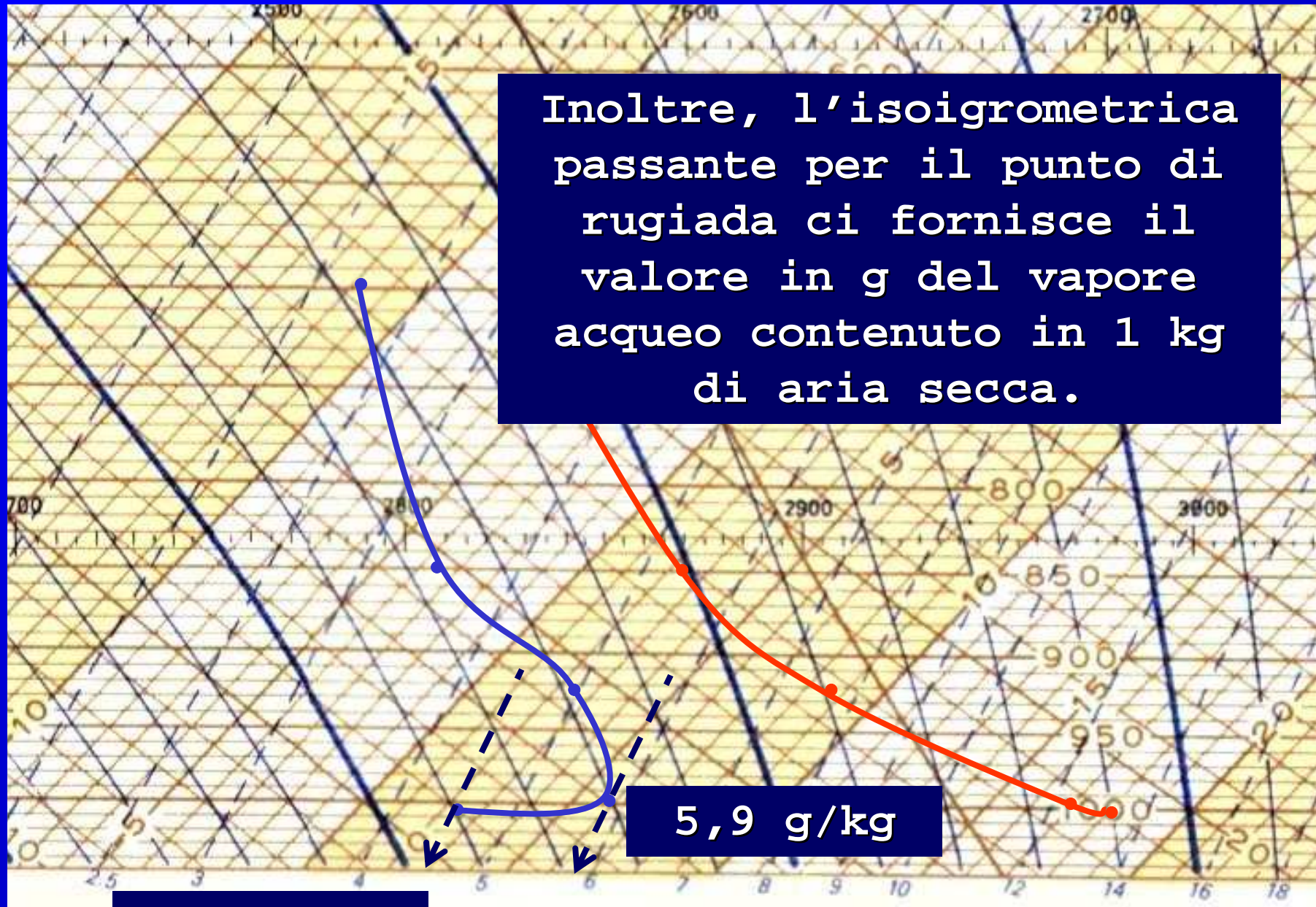


In questo esempio, partiamo da 17°C  
e ci spostiamo di 6 gradi verso  
sinistra. Raggiunta l'ultima  
isoterma, segneremo il punto  
relativo alla rugiada.

17°C







Inoltre, l'isoigrometrica passante per il punto di rugiada ci fornisce il valore in g del vapore acqueo contenuto in 1 kg di aria secca.

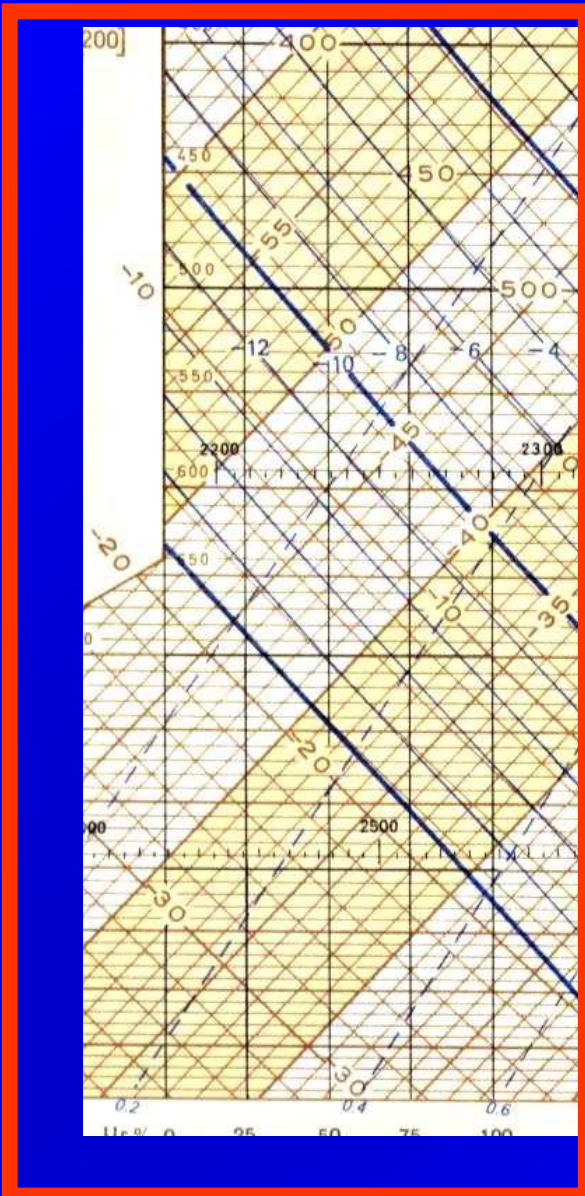
4,5 g/kg

5,9 g/kg

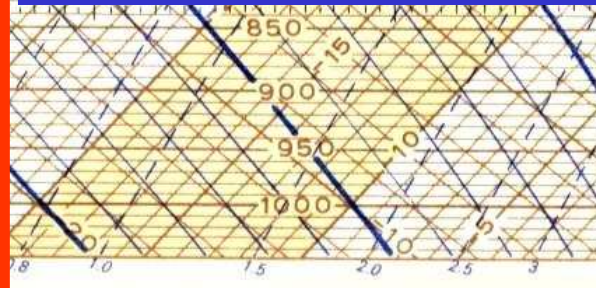
# Calcolo della curva igrometrica

**CALCOLO DELLA  
CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta



Si traccia  
riportando nel  
riquadro a  
sinistra  
opportunamente già  
diagrammato, il  
valore di umidità  
alle varie quote.



Ur	da+45° a +25°	da+25° a + 5°	da+5° a -15°	da -15° a -35°
95	1	0.9	0.7	0.6
90	2	1,7	1,5	1,3
85	3-	2.3	2,2	2 -
80	4-	3.4	3 -	2,6
75	5,1	4,5	4 -	3,3
70	6.3	5,5	5 -	4 -
65	7,6	6,6	6	4,6
60	9 -	7,8	7 -	5,6
55	10,5	9 -	8 -	6,5
50	12 -	10 -	9 -	7,4
45	14 -	12 -	10 -	8,6
40	16 -	14 -	12 -	9,7
35	18 -	16 -	13 -	11 -
30	20 -	18 -	15 -	13 -
25	23 -	20 -	17 -	14,4
20	27 -	23 -	20 -	18 -
15	31 -	27 -	23 -	19 -
10	36 -	32 -	27 -	23 -
Ur	da+45° a +25°	da+25° a + 5°	da+5° a -15°	da -15° a -35°

Il valore dell'umidità alle varie quote si ottiene con l'ausilio della tabella sul retro del nomogramma (in basso a sinistra).

**CALCOLO DELLA  
CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta

Tale valore si legge  
nella prima colonna  
in corrispondenza  
della differenza tra  
le due temperature,  
partendo dalla  
temperatura  
dell'aria.

U <sub>r</sub>	da +45° a +25°	da +25° a +5°	da +5° a -15°	da -15° a -35°
95	1	0,9	0,7	0,6
90	2	1,7	1,5	1,3
85	3-	2,3	2,2	2-
80	4-	3,4	3-	2,6
75	5,1	4,5	4-	3,3
70	6,3	5,5	5-	4-
65	7,6	6,6	6	4,6
60	9-	7,8	7-	5,6
55	10,5	9-	8-	6,5
50	12-	10-	9-	7,4
45	14-	12-	10-	8,6
40	16-	14-	12-	9,7
35		16-	13-	11-
30	20-	18-	15-	13-
25	23-	20-	17-	14,4
20	27-	23-	20-	18-
15	31-	27-	23-	19-
10	36-	32-	27-	23-
U <sub>r</sub>	da +45° a +25°	da +25° a +5°	da +5° a -15°	da -15° a -35°

**CALCOLO DELLA CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta

**Esempio:**

99002 18266 17019

$t = 18,2$

$\Delta = 16$

$da + 45^\circ$	$da + 25^\circ$	$da + 5^\circ$	$da - 15^\circ$
$a + 25^\circ$	$a + 5^\circ$	$a - 15^\circ$	$a - 35^\circ$

$U_r$	$da + 45^\circ$ $a + 25^\circ$	$da + 25^\circ$ $a + 5^\circ$	$da + 5^\circ$ $a - 15^\circ$	$da - 15^\circ$ $a - 35^\circ$
95	1	0,9	0,7	0,6
90	2	1,7	1,5	1,3
85	3-	2,3	2,2	2-
80	4-	3,4	3-	2,6
75	5,1	4,5	4-	3,3
70	6,3	5,5	5-	4-
65	7,6	6,6	6	4,6
60	9-	7,8	7-	5,6
55	10,5	9-	8-	6,5
50	12-	10-	9-	7,4
45	14-	12-	10-	8,6
40	16-	14-	12-	9,7
35		16-	13-	11-
30	20-	18-	15-	13-
25	23-	20-	17-	14,4
20	27-	23-	20-	18-
15	31-	27-	23-	19-
10	36-	32-	27-	23-
$U_r$	$da + 45^\circ$ $a + 25^\circ$	$da + 25^\circ$ $a + 5^\circ$	$da + 5^\circ$ $a - 15^\circ$	$da - 15^\circ$ $a - 35^\circ$

**CALCOLO DELLA CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta

**Esercizio:**

92671 08456 20515

$t = 8,4$

$\Delta = 6$

da + 45°	da + 25°	da + 5°	da - 15°
a + 25°	a + 5°	a - 15°	a - 35°

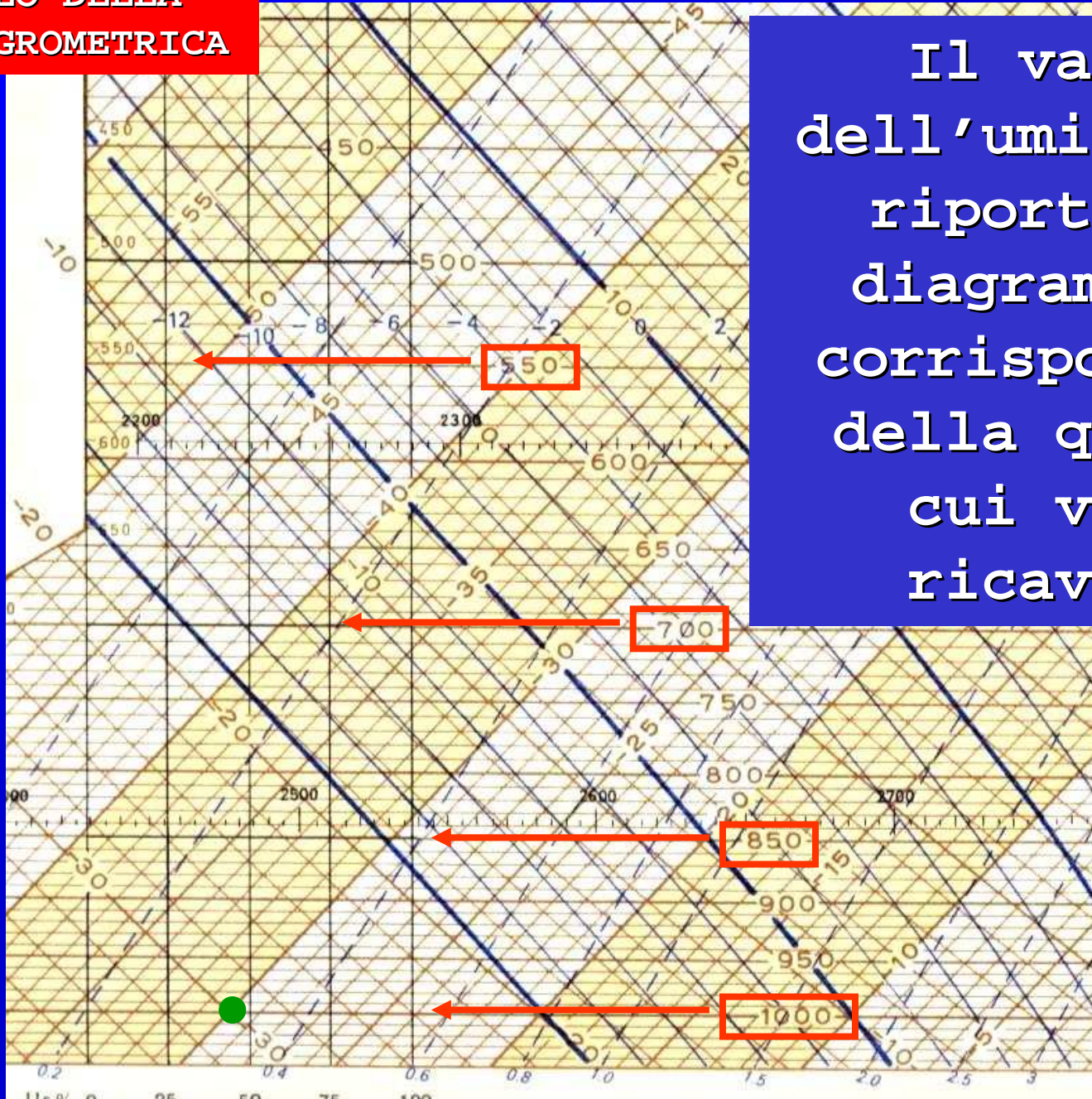
Ur	da + 45° a + 25°	da + 25° a + 5°	da + 5° a - 15°	da - 15° a - 35°
95	1	0,9	0,7	0,6
90	2	1,7	1,5	1,3
85	3-	2,3	2,2	2-
80	4-	3,4	3-	2,6
75	5,1	4,5	4-	3,3
70	6,3	5,5	5-	4-
65	7,6	6,6	6	4,6
60	9-	7,8	7-	5,6
55	10,5	9-	8-	6,5
50	12-	10-	9-	7,4
45	14-	12-	10-	8,6
40	16-	14-	12-	9,7
35	18-	16-	13-	11-
30	20-	18-	15-	13-
25	23-	20-	17-	14,4
20	27-	23-	20-	18-
15	31-	27-	23-	19-
10	36-	32-	27-	23-
Ur	da + 45° a + 25°	da + 25° a + 5°	da + 5° a - 15°	da - 15° a - 35°



**CALCOLO DELLA  
CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta

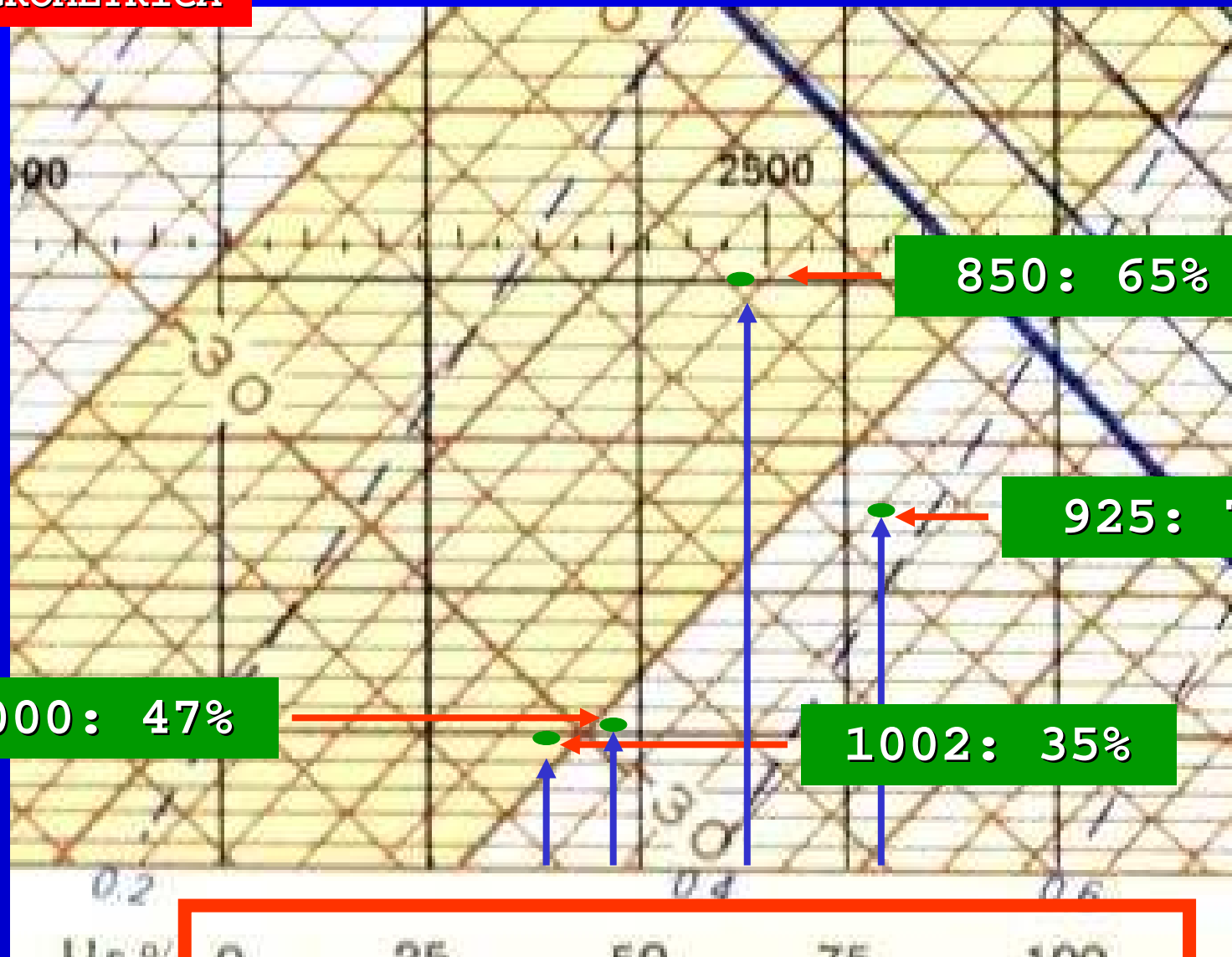
Il valore dell'umidità si riporta nel diagramma in corrispondenza della quota a cui viene ricavata.



dell'atmosfera

**CALCOLO DELLA  
CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta



1000: 47%

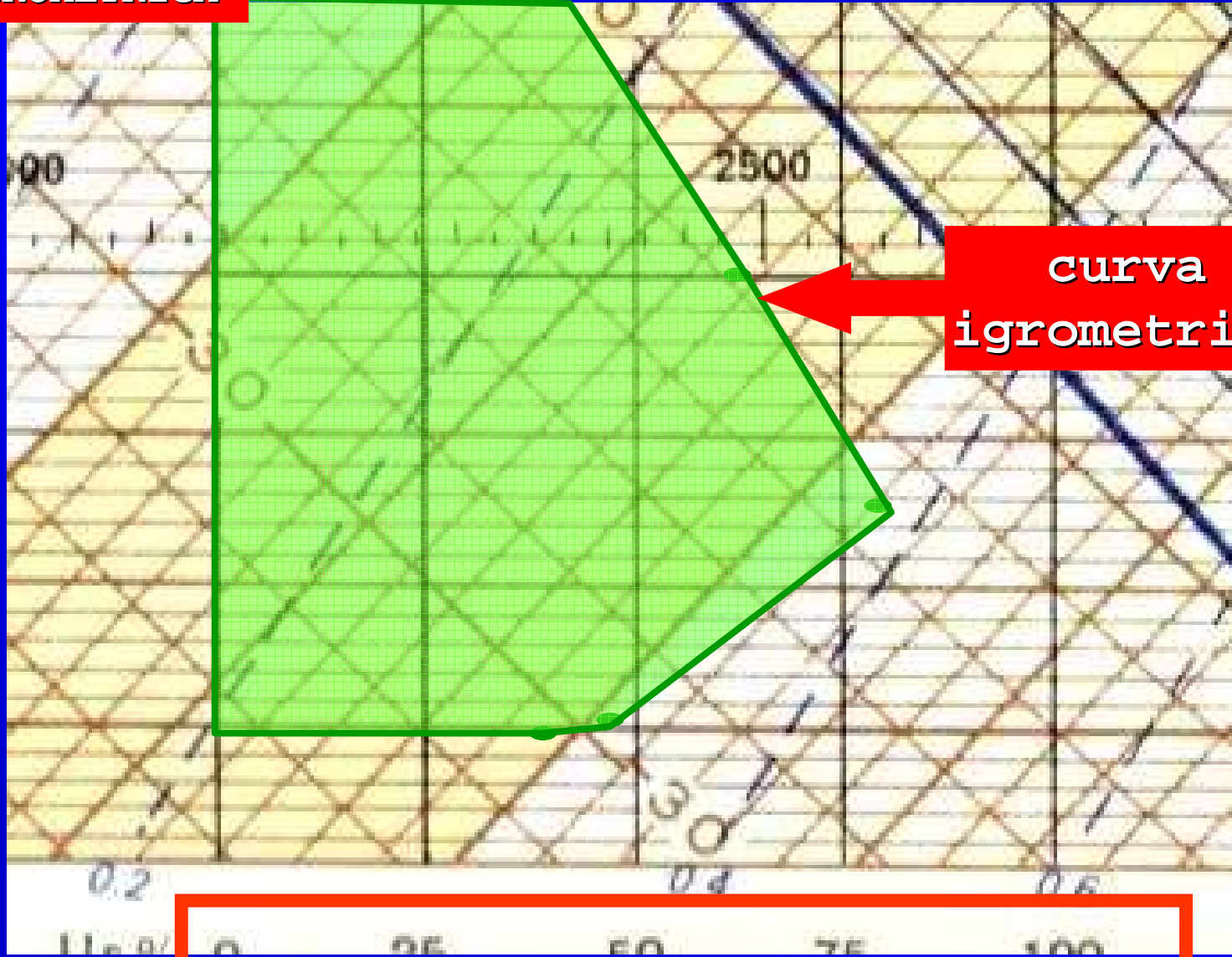
850: 65%

925: 77%

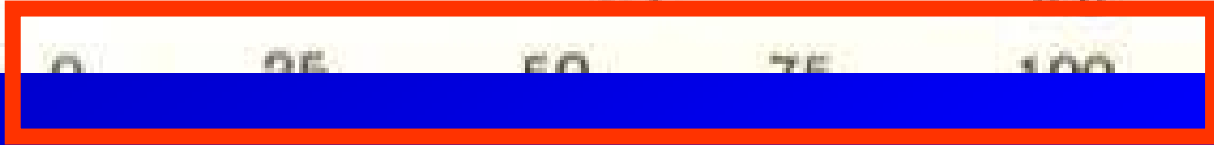
1002: 35%

**CALCOLO DELLA  
CURVA IGROMETRICA**

Vittorio Villasmunta



**curva  
igrometrica**

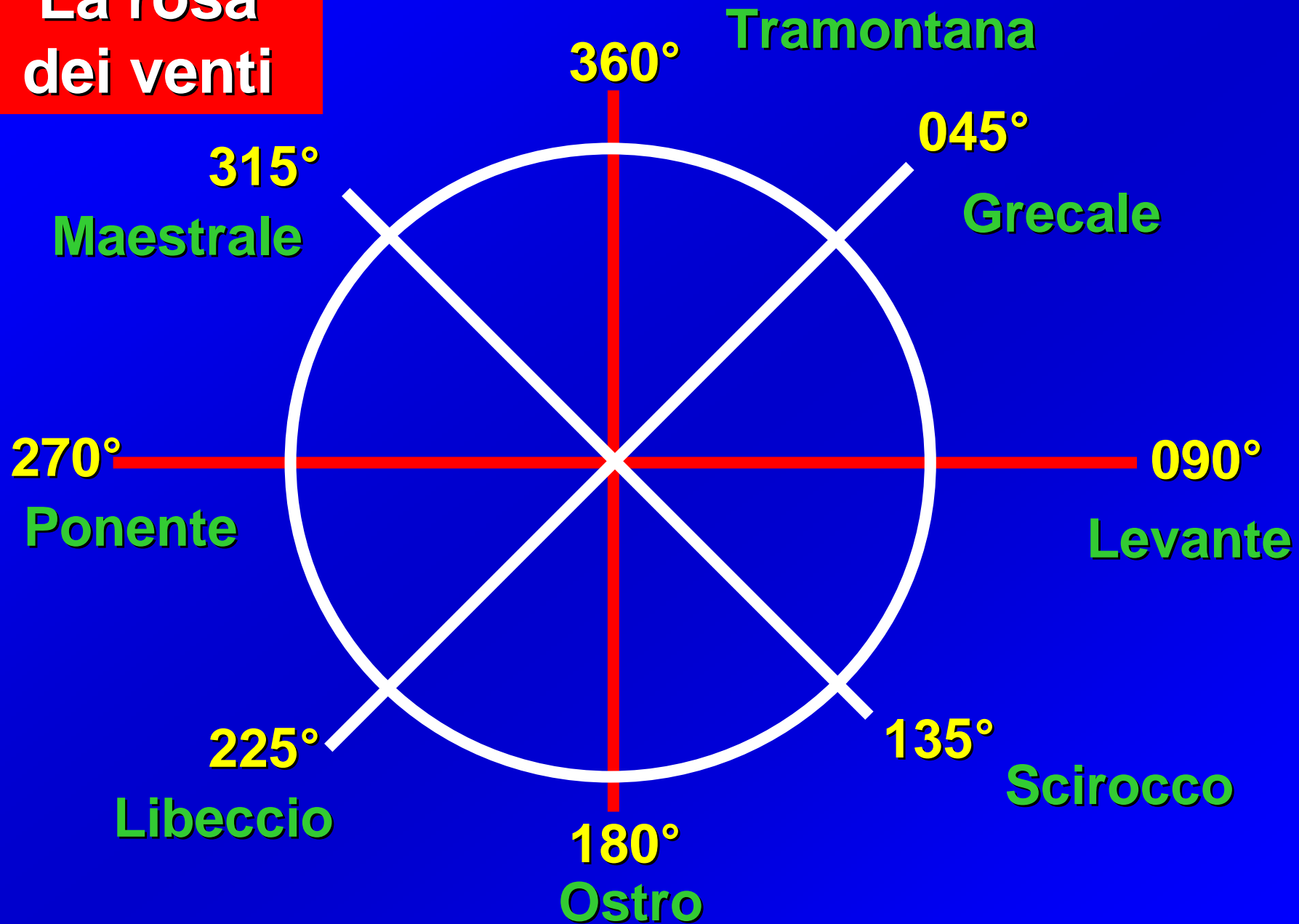


# Riporto del vento

I dati del vento (espressi in nodi) vanno riportati sul bordo destro del foglio, mediante opportuni simboli, in corrispondenza degli appositi **punti-vento** già predisposti livello per livello.

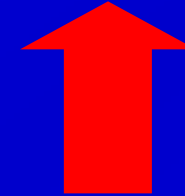
# La rosa dei venti

Vittorio Villasmunta



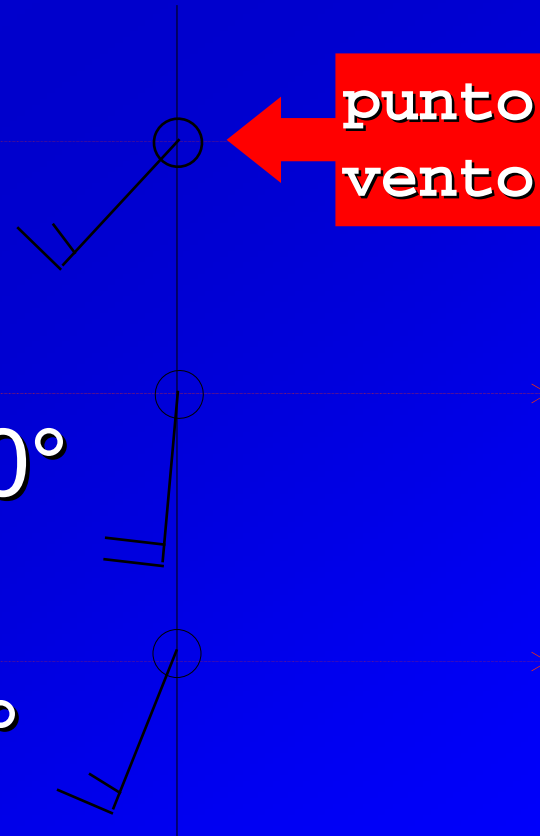
- **direzione di provenienza:** la rappresentiamo con un vettore orientato.

NORD



50543 27358 24015

240°



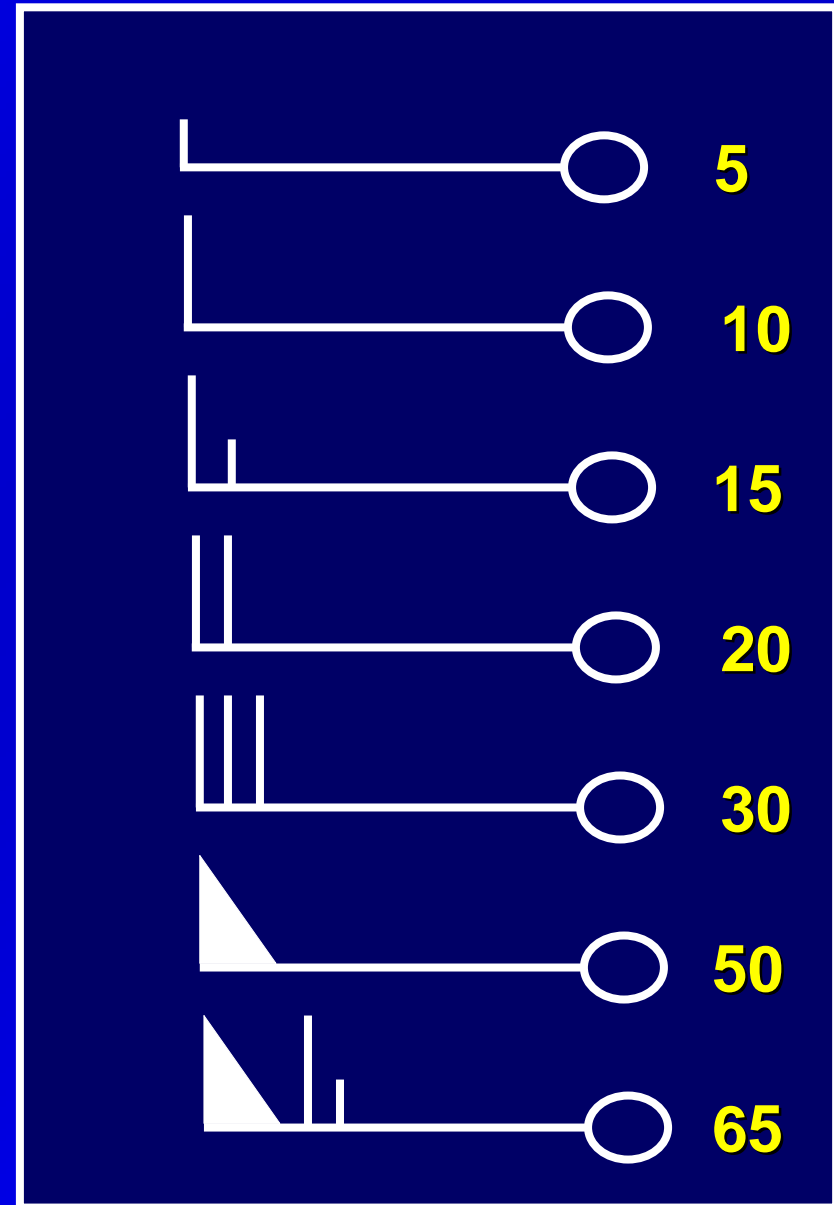
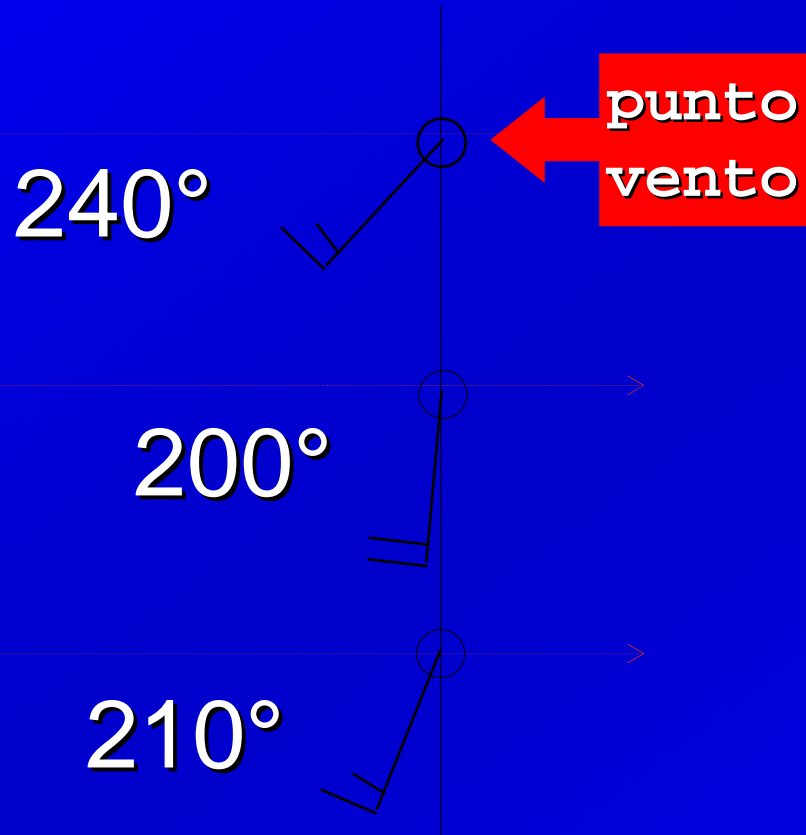
70901 08336 20019

200°

85363 02656 21515

210°

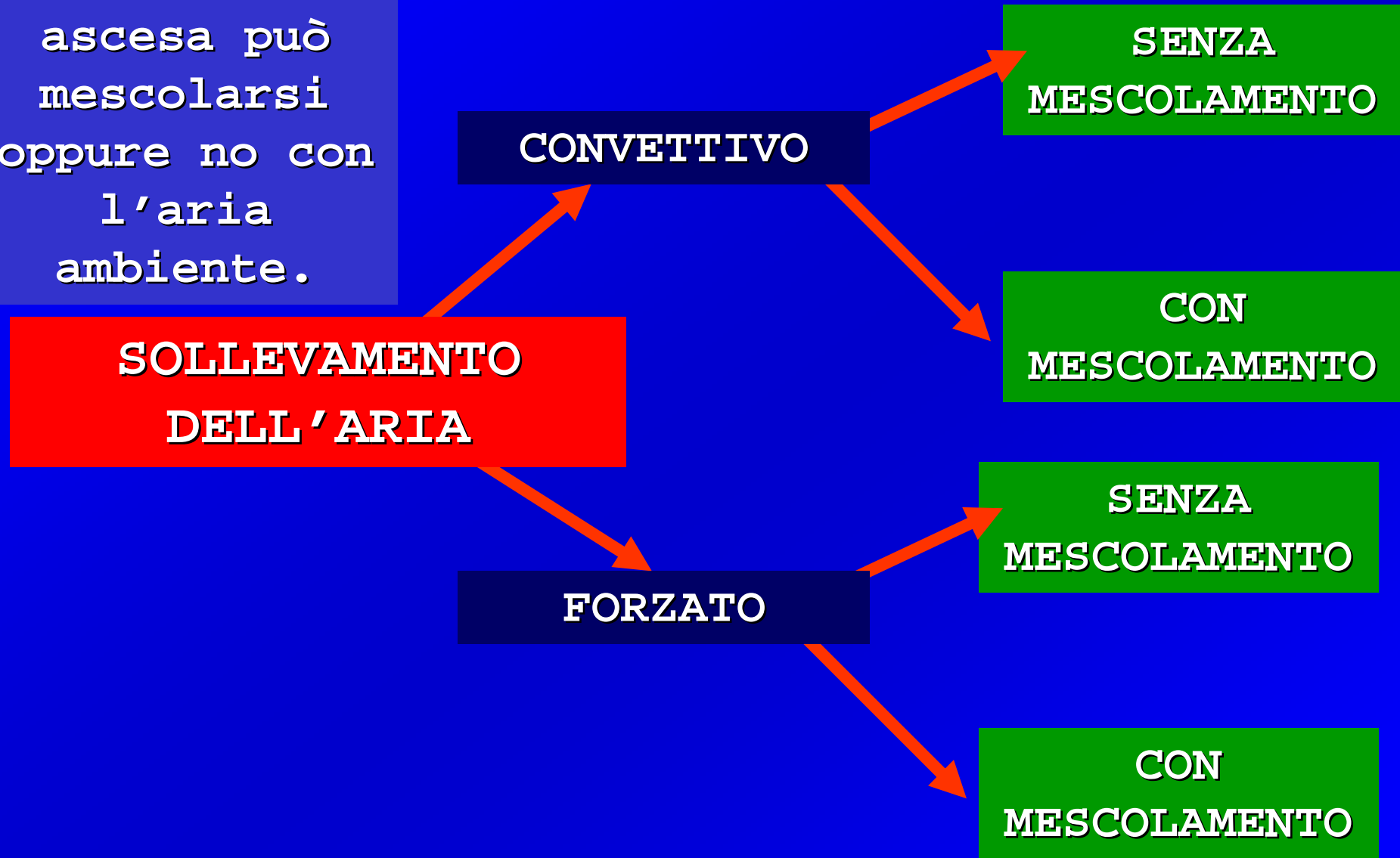
- **velocità:** la rappresenteremo mediante simboli apposti trasversalmente al vettore-direzione.

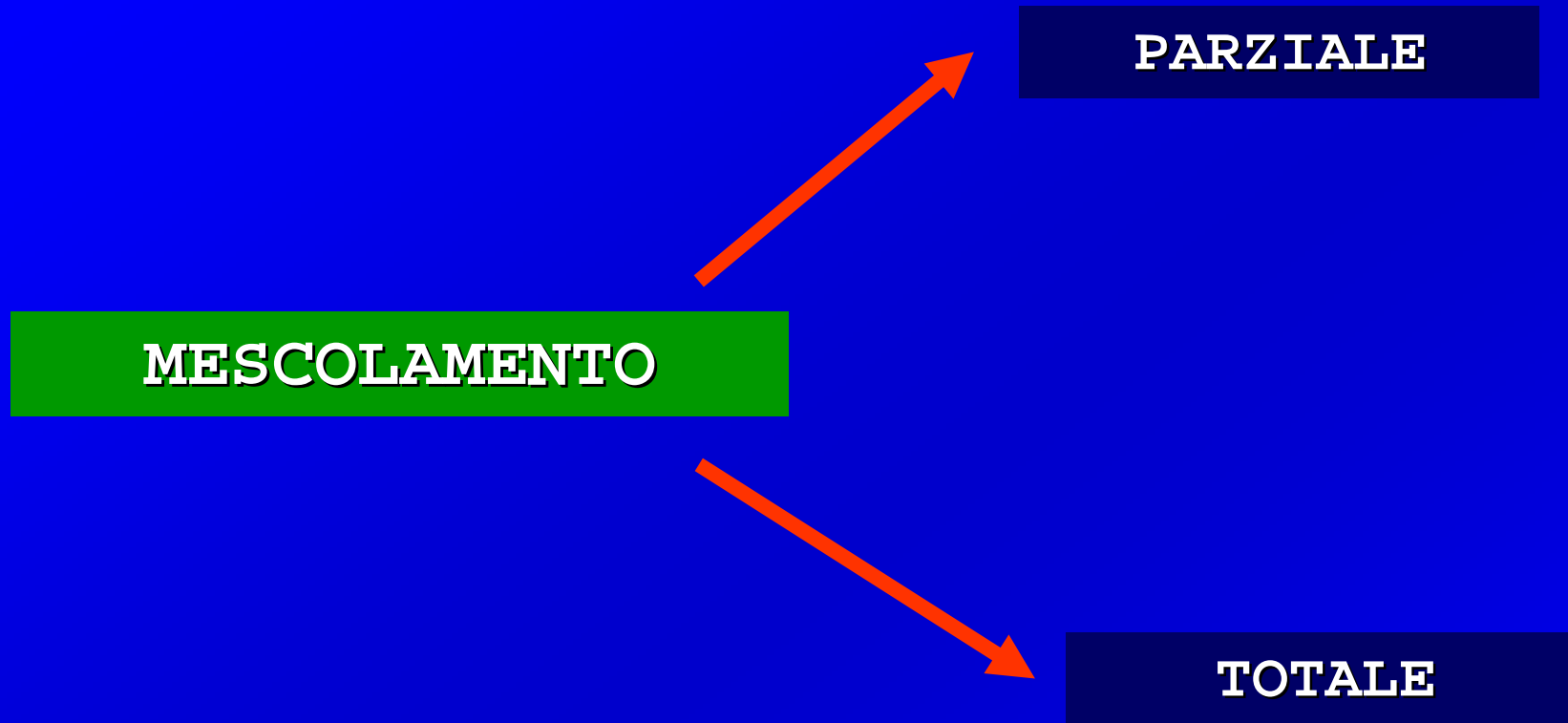




# Determinazione del livello di condensazione (base delle nubi)

L'aria in  
ascesa può  
mescolarsi  
oppure no con  
l'aria  
ambiente.





## MESCOLAMENTO PARZIALE

Si considera il rimescolamento dell'aria limitato solo ad uno strato di 50 hPa (circa 400 metri) adiacente al suolo.

# Calcolo del livello di condensazione per sollevamento convettivo con mescolamento parziale

Il livello di condensazione  
per sollevamento convettivo  
rappresenta la quota alla  
quale l'aria diventa satura  
a causa di un sollevamento  
termico.

Per semplificare il calcolo,  
trascuriamo i valori relativi  
alla isobara 1002 hPa, anche  
perché molto prossima alla  
1000 hPa.

**SOLLEVAMENTO  
CONVETTIVO CON  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

1. Tracciamo col righello due  
parallele alle superfici  
isobariche, una relativa al  
suolo e l'altra 50 hPa più in  
alto.

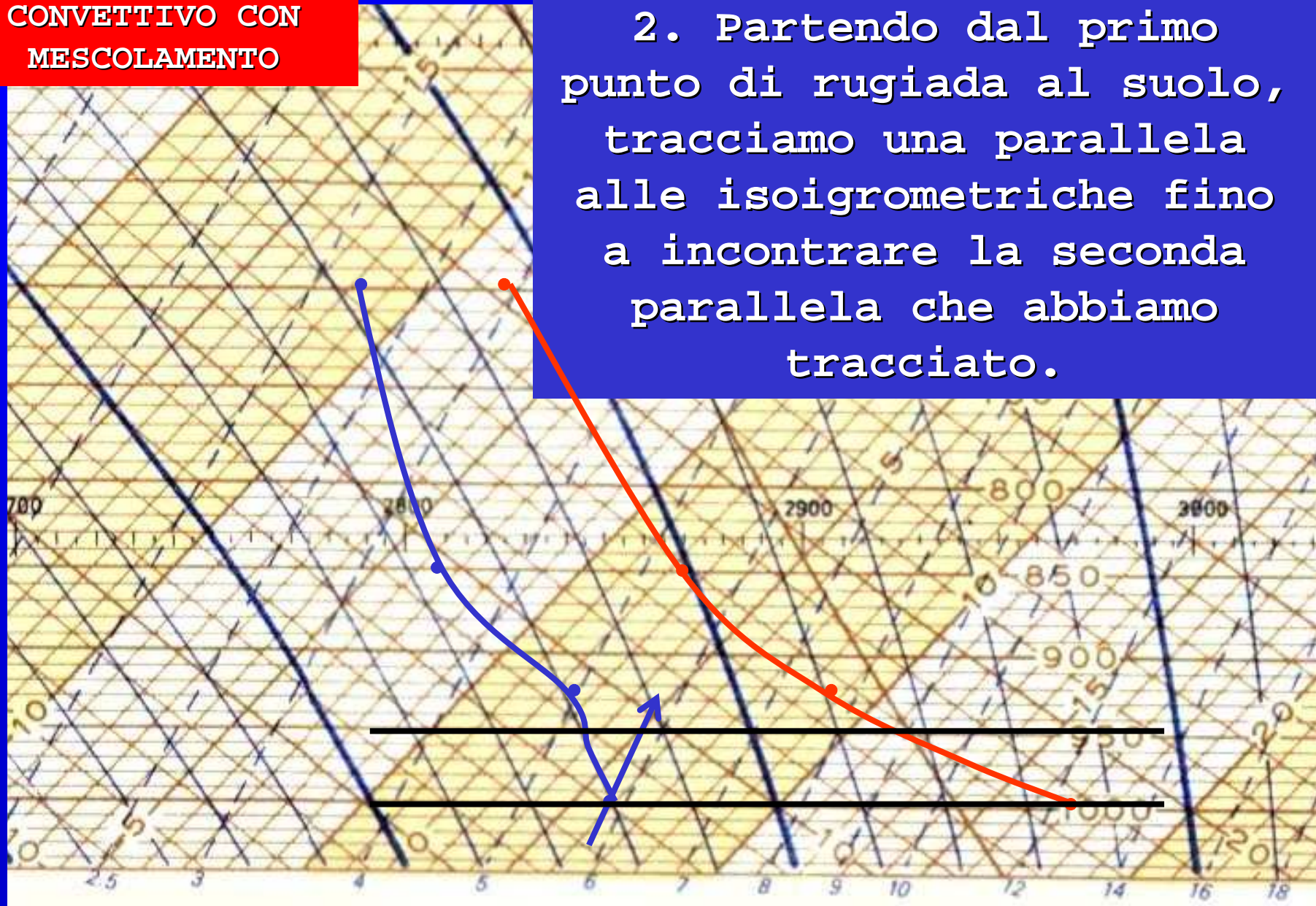




**SOLLEVAMENTO  
CONVETTIVO CON  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

2. Partendo dal primo punto di rugiada al suolo, tracciamo una parallela alle isoigrometriche fino a incontrare la seconda parallela che abbiamo tracciato.



**SOLLEVAMENTO  
CONVETTIVO CON  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

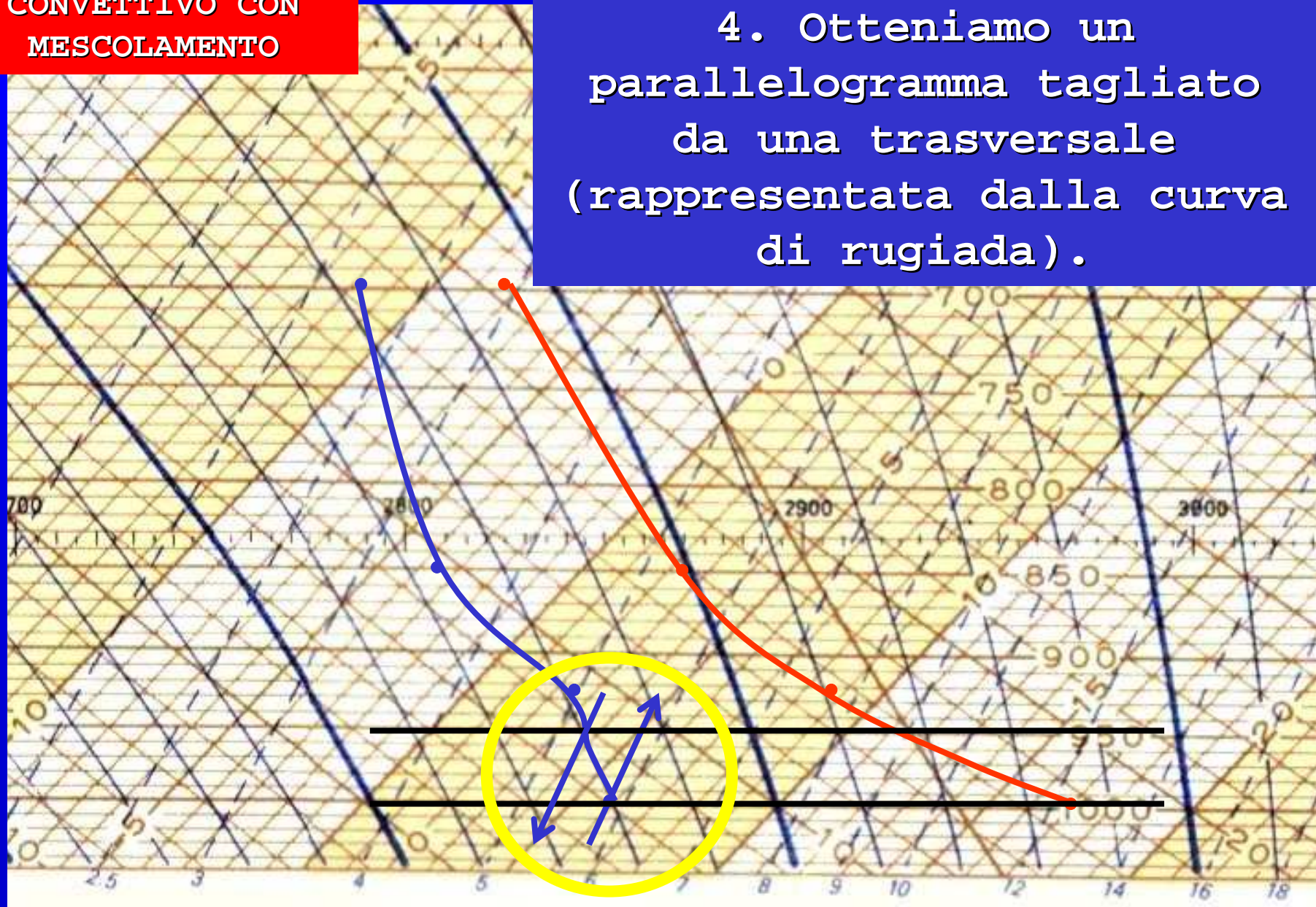
3. Tracciamo un'altra  
parallela alle  
isoigrometriche che parte  
dal primo punto in cui la  
parallela dei 50 hPa  
incontra la curva di  
rugiada fino a raggiungere  
il suolo.



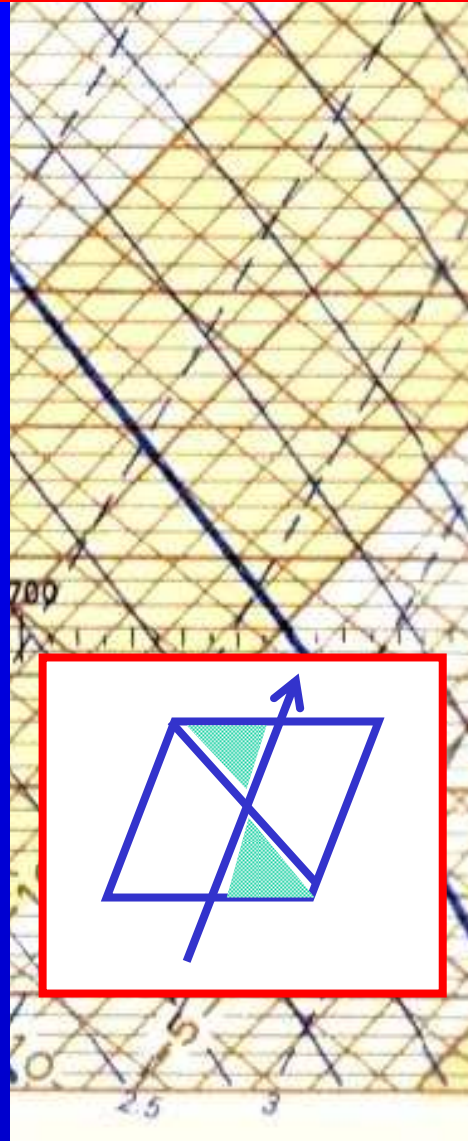
**SOLLEVAMENTO  
CONVETTIVO CON  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

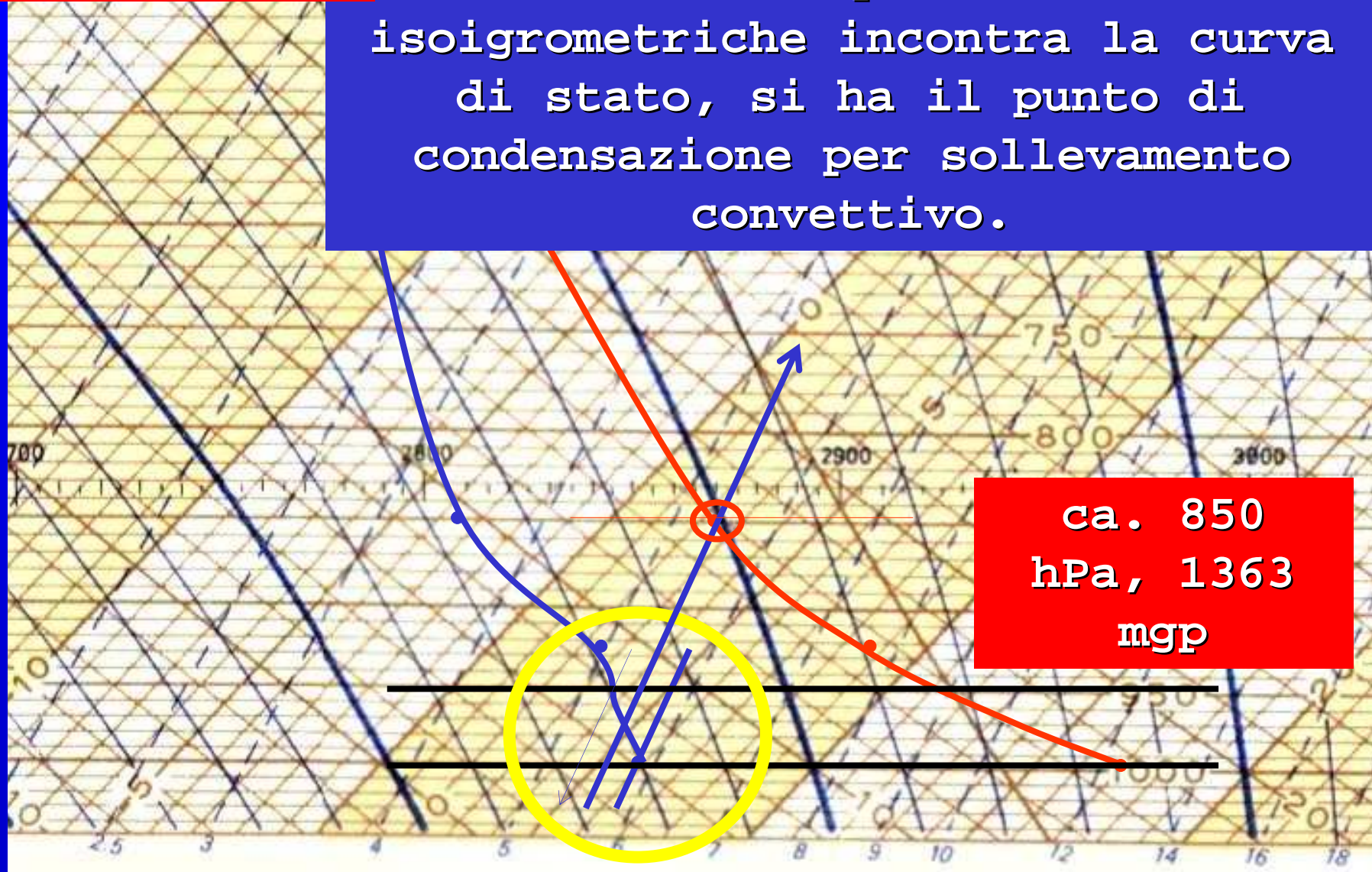
4. Otteniamo un  
parallelogramma tagliato  
da una trasversale  
(rappresentata dalla curva  
di rugiada).



5. Dobbiamo tracciare una linea parallela alle isoigrometriche che partendo dal suolo divide due aree equivalenti all'interno del parallelogramma, una in basso a destra della curva di rugiada, l'altra in alto a sinistra della curva di rugiada.



6. Laddove la parallela alle isoigrometriche incontra la curva di stato, si ha il punto di condensazione per sollevamento convettivo.

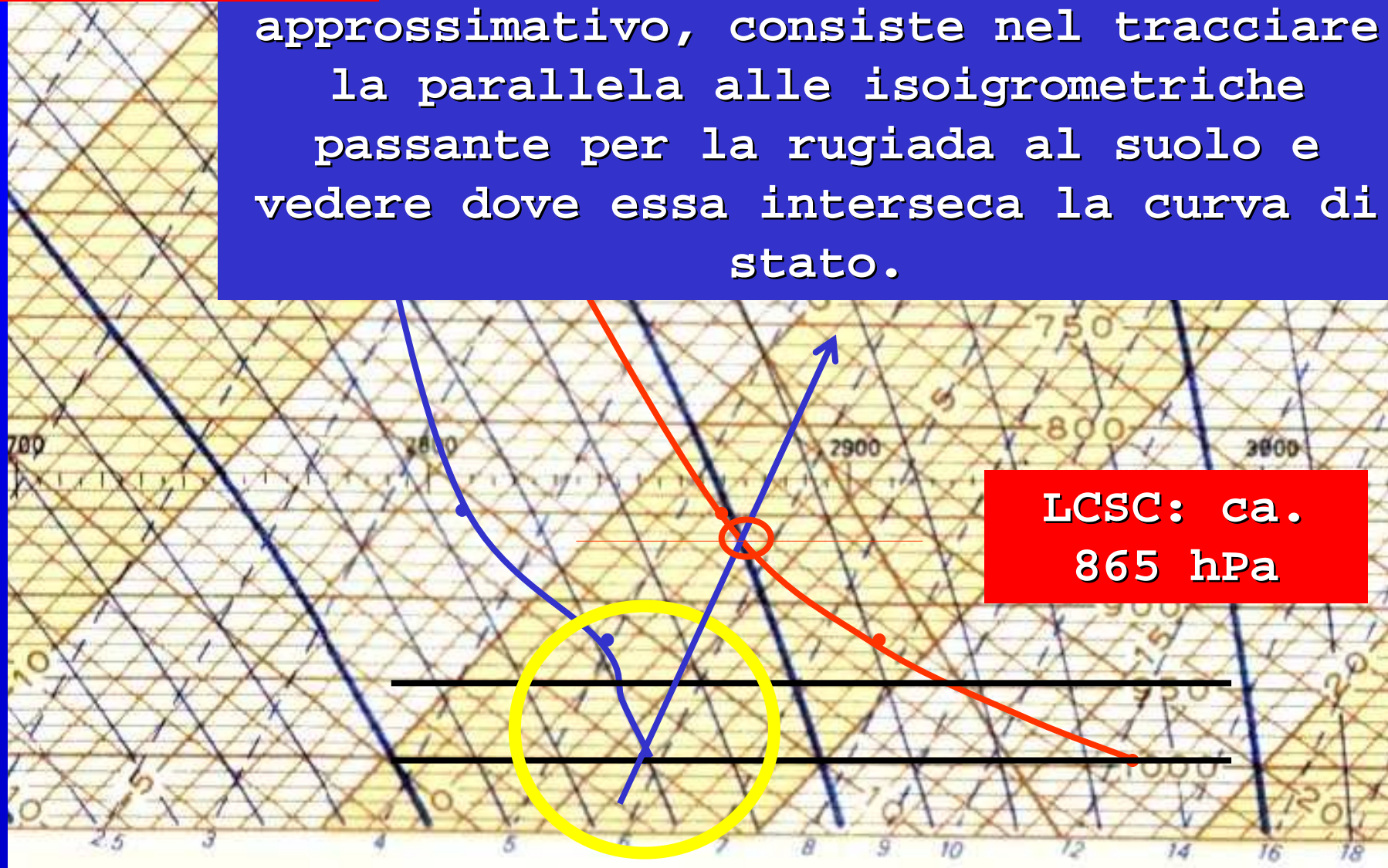


ca. 850  
hPa, 1363  
mgp

# Calcolo del livello di condensazione convettiva senza mescolamento

SOLLEVAMENTO  
CONVETTIVO SENZA  
MESCOLAMENTO

Un metodo più sbrigativo, ma approssimativo, consiste nel tracciare la parallela alle isoigrometriche passante per la rugiada al suolo e vedere dove essa interseca la curva di stato.



LCSC: ca.  
865 hPa

In maniera ancora più pratica, è possibile ricavarsi il livello di condensazione per sollevamento convettivo moltiplicando la differenza tra le due temperature al suolo per 125:

$$t = 17^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta = 11$$

$$11 \times 120 = 1320 \text{ metri}$$

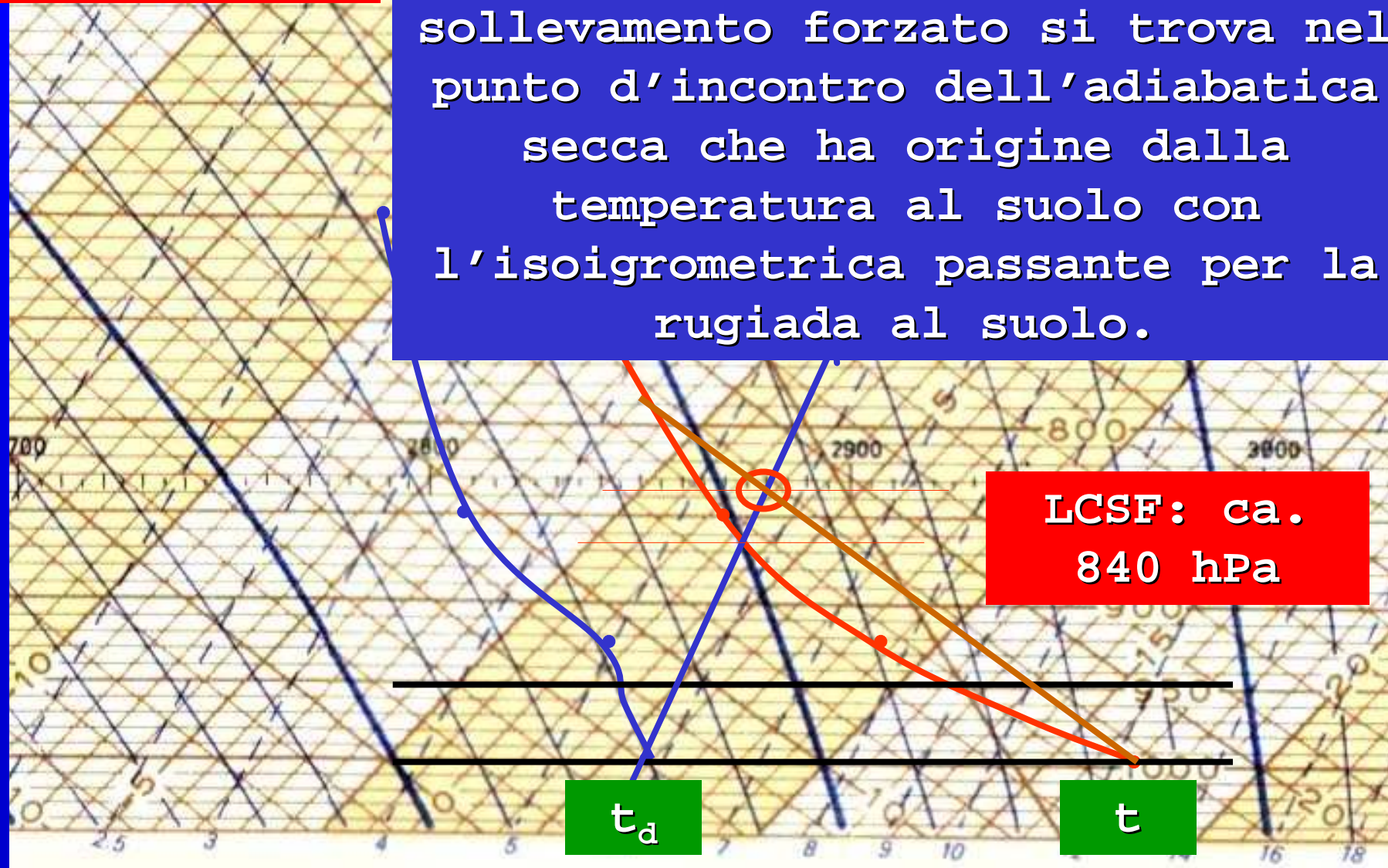


# Calcolo del livello di condensazione per sollevamento forzato senza mescolamento

**SOLLEVAMENTO  
FORZATO SENZA  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

Il livello di condensazione per sollevamento forzato si trova nel punto d'incontro dell'adiabatica secca che ha origine dalla temperatura al suolo con l'isoigrometrica passante per la rugiada al suolo.



Un altro modo per calcolare l'altezza  $h$   
a cui si avrà condensazione è  
sintetizzato dalla formuletta:

$$h = 100 (t_0 - t_s)$$

$t_0$  = temperatura della  
particella al suolo



$$t_0 = 17^\circ\text{C}$$

$t_s$  = temperatura  
raggiunta dalla  
particella al livello  
di saturazione



$$t_s = 3,5^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} h &= 100 * (17 - 3,5) = \\ &= 100 * 13,5 = \\ &= 1350 \text{ metri} \end{aligned}$$

# Calcolo del livello di condensazione per sollevamento forzato con mescolamento

**SOLLEVAMENTO  
FORZATO CON  
MESCOLAMENTO**

Vittorio Villasmunta

Al posto dell'isoigrometrica  
passante per la temperatura di  
rugiada al suolo, si adopera  
l'isoigrometrica media.



**LCSF: ca.  
830 hPa**