

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

- **Analisi della Circolazione Generale Atmosferica**
- **Forza deviante di Coriolis**
- **Conseguenze della Circolazione Generale Atmosferica**
- **Circolazione termiche**
- **Circolazione delle medie latitudini**

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

La causa fondamentale della Circolazione Generale dell'Atmosfera è il differente riscaldamento nelle diverse regioni del globo.

Un riscaldamento maggiore nelle zone tropicali e minore nelle zone polari, crea la necessità di trasferire calore dall'equatore verso i poli.

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

Consideriamo due casi ipotetici

*1° caso ipotetico*

Terra non in rotazione e assenza di orografia:

unica circolazione convettiva meridiana a scala emisferica chiamata **Cella di Hadley**, e quindi

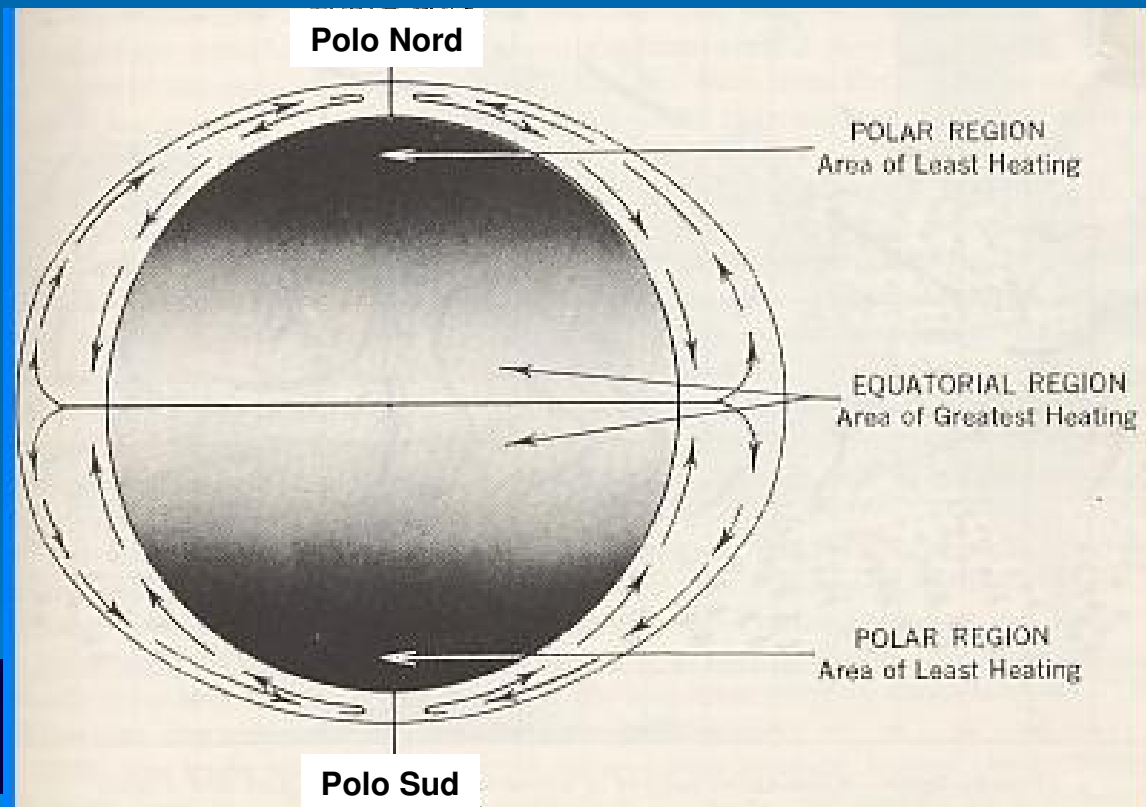
- ❖ salita di aria in quota all'equatore
- ❖ flusso in quota verso i poli
- ❖ discesa di aria al suolo ai poli
- ❖ flusso in superficie verso equatore

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### La Cella di Hadley

**La Terra non  
in rotazione**





# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### Caso reale

#### Terra in rotazione con periodo 24 h

Il modello a singola Cella di Hadley non è più ammissibile, e, quindi, viene sostituito da un modello complesso di circolazione atmosferica. Si passa da unica circolazione meridiana a sistema di tre circolazioni:

meridiana interropicale o <u>cella di Hadley</u>	0° - 30°N
extratropicale o <u>cella di Ferrel</u>	30°N – 60°N
<u>cella polare</u>	60°N – 90°N

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### scala moti atmosferici

#### moti verticali

massima estensione: intero spessore troposfera

#### moti orizzontali meridiani

forte componente in direzione meridiana

massima estensione: fascia latitudinale di  $\sim 30^\circ$

#### moti orizzontali zonali

forte componente in direzione paralleli

massima estensione: intera circonferenza terrestre

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### conseguenze

#### venti permanenti (superficie)

nordorientali intertropicali (alisei)

venti occidentali medie latitudini

venti orientali polari

#### sistemi barici dinamici

basse equatoriali

alte subtropicali

basse polari

alte artiche



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### VENTI PERMANENTI

alisei

velocità e direzione costanti lungo tutto l'anno  
tra latitudini Nord e Sud comprese tra  $5^\circ$  e  $30^\circ$   
quote inferiori a 1 - 2 km (venti al suolo)

caratteristiche:

velocità media circa 13 nodi (molto regolari sul mare)  
secchi e freschi

causati da:

spostamento aria da fascia High subtropicale a Low equatoriale

Coriolis  $\Rightarrow$  provenienza nord-orientale

convergenza all'equatore in fascia di  $3^\circ$  -  $5^\circ$  latitudine

$\Rightarrow$  calme equatoriali o convergenza intertropicale ITCZ

circolazione invertita in quota  $\Rightarrow$  **controalisei**

inversione periodica (scala diversi anni) alisei  $\Rightarrow$  **El Niño**

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### VENTI PERMANENTI

#### venti occidentali

zone temperate oceaniche entrambi emisferi

tra latitudini  $40^\circ$  e  $60^\circ$

regolarità disturbate da depressioni mobili

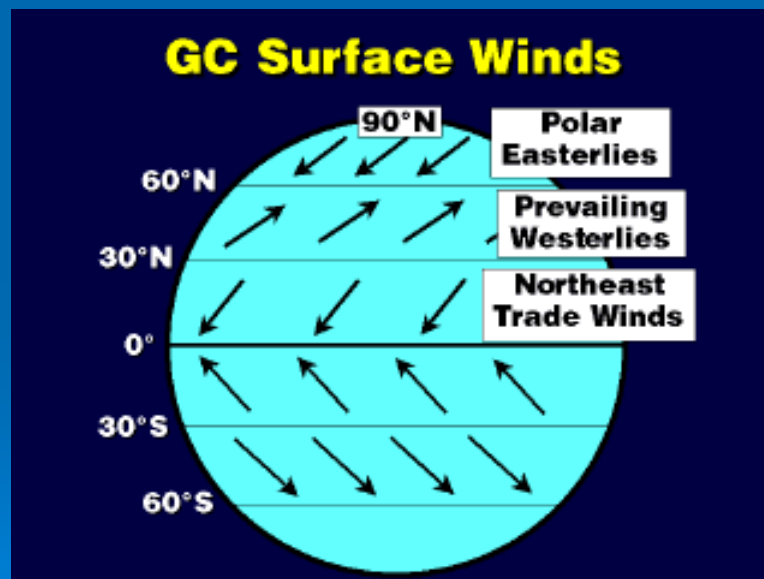
→ perturbazioni



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### VENTI PERMANENTI



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### SISTEMI BARICI DINAMICI

originati dai moti verticali aria:

Anticicloni:

subsidenza

divergenza al suolo, convergenza in quota

Cicloni:

salita aria in quota

convergenza al suolo, divergenza in quota

fasce circumpolari di:

bassa pressione equatoriale

alta pressione tropicale

bassa pressione polare

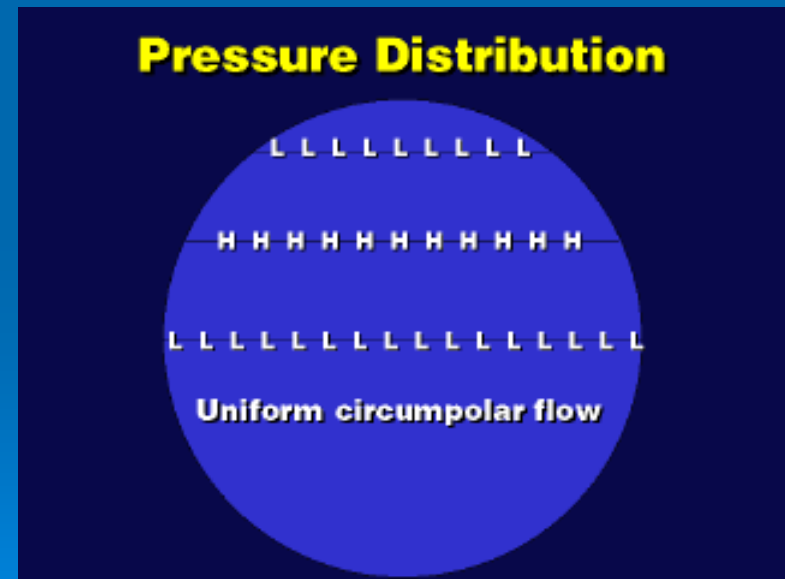
alta pressione artica

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### SISTEMI BARICI DINAMICI

Distribuzione circumpolare  
delle fasce bariche dinamiche



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### SISTEMI BARICI DINAMICI

nuclei barici dinamici:

punti di massimo e minimo barico relativo interni alle fasce  
in corrispondenza degli oceani

temperatura e flusso del vento più uniformi lungo tutto anno  
attrito sui continenti effetti più marcati sul flusso geostrofico

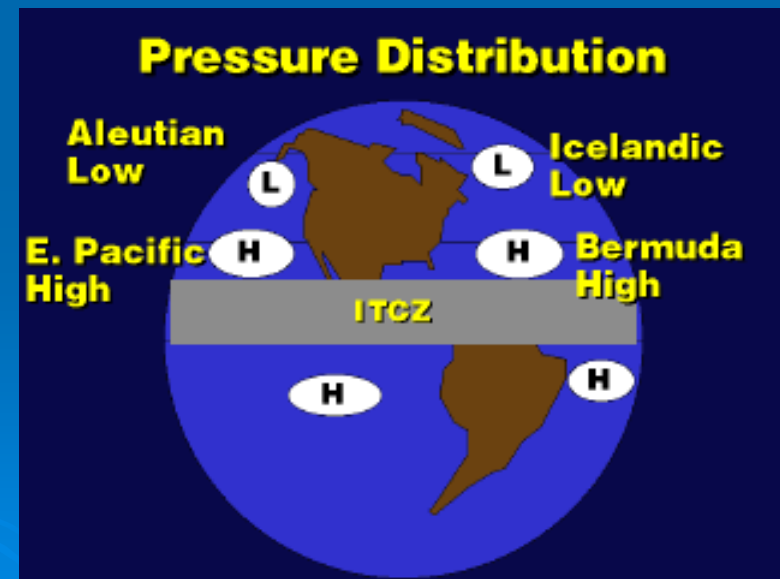
anticicloni rinforzati su Azzorre, Bermuda, Pacifico orientale  
cicloni accentuati su Aleutine e Islanda

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### SISTEMI BARICI DINAMICI

Distribuzione dei centri barici dinamici di alta e bassa pressione



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE INTERTROPICALE

cella di Hadley confinata tra equatore e tropico

**salita in quota di aria calda all'equatore**

fascia di bassa pressione al suolo

**in quota correnti meridiane verso il polo**

intervento della forza deviante

correnti divengono sudoccidentali (controalisei)

tra 25°N e 40°N circolazione diviene zonale

**discesa di aria al suolo a latitudini subtropicale**

fascia di alta pressione subtropicale

per divergenza, parte aria verso il polo, parte verso equatore

**al suolo correnti meridiane verso equatore**

intervento della forza deviante

correnti divengono nordorientali (alisei)

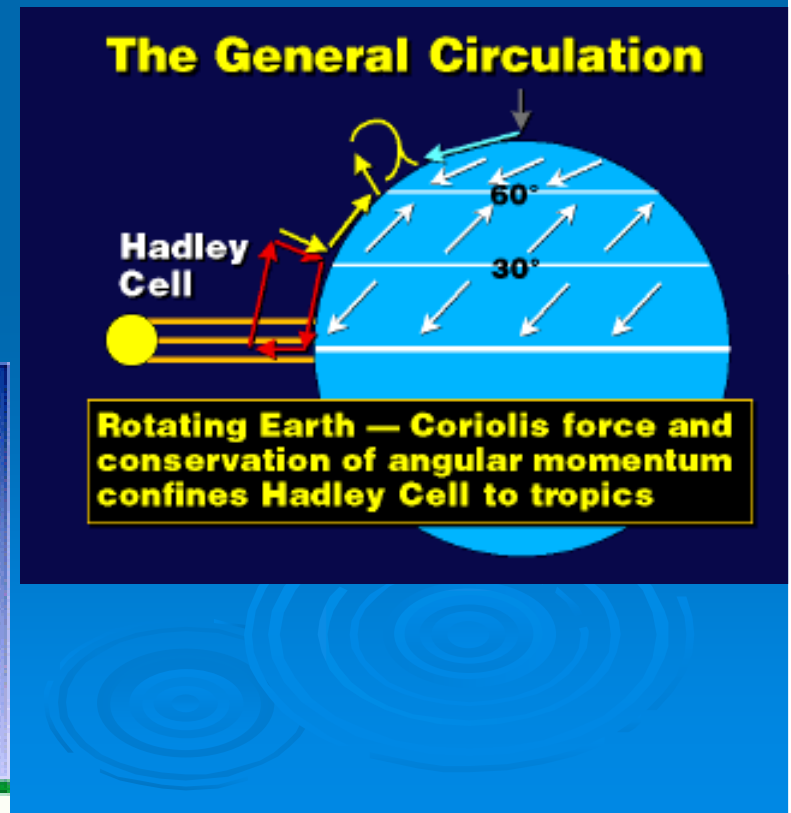
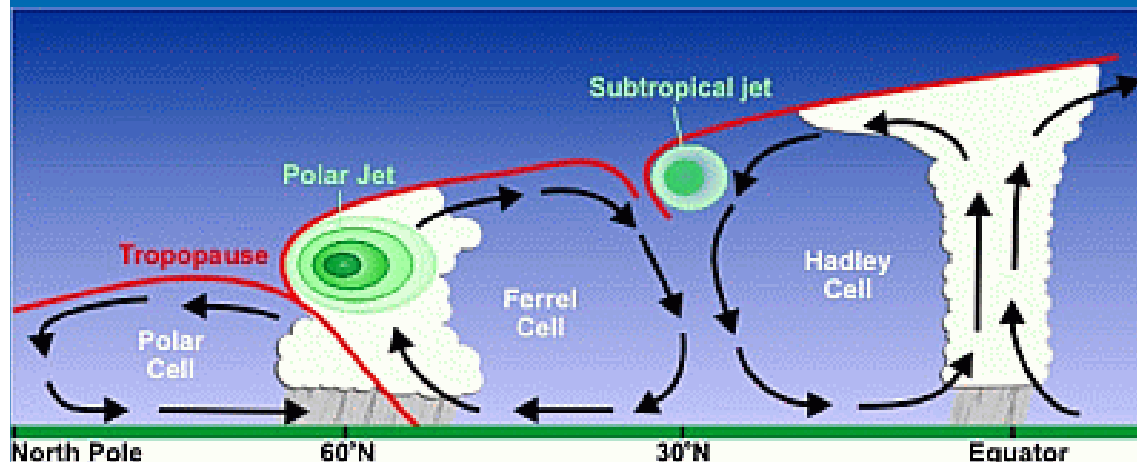


# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE INTERTROPICALE

#### Cella di Hadley



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE POLARE

**divergenza al suolo al polo**

calotta di alta pressione polare

**convergenza al suolo su linea circolo polare**

fascia di bassa pressione polare



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE EXTRATROPICALE

**insieme di circolazioni frazionate**

variabilità in intensità ed estensione

**incontro tra aria fredda polare e calda tropicale**

**formazione di vortici (cicloni extratropicali)**

serie vortici ciclonici separati da cellule anticicloniche

**scambio termico internamente a ciascun vortice**

afflusso di aria calda anteriormente al vortice

afflusso di aria fredda posteriormente al vortice

**contributo al fine ultimo della circolazione generale**

ridistribuzione del calore solare

riduzione del divario termico tra equatore e polo

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE EXTRATROPICALE

**cicloni caratterizzati da:**

scala spaziale ordine centinaia di miglia

scala temporale ordine alcuni giorni

depressioni interne al campo barico (perturbazioni)

energia da discontinuità termica del fronte polare

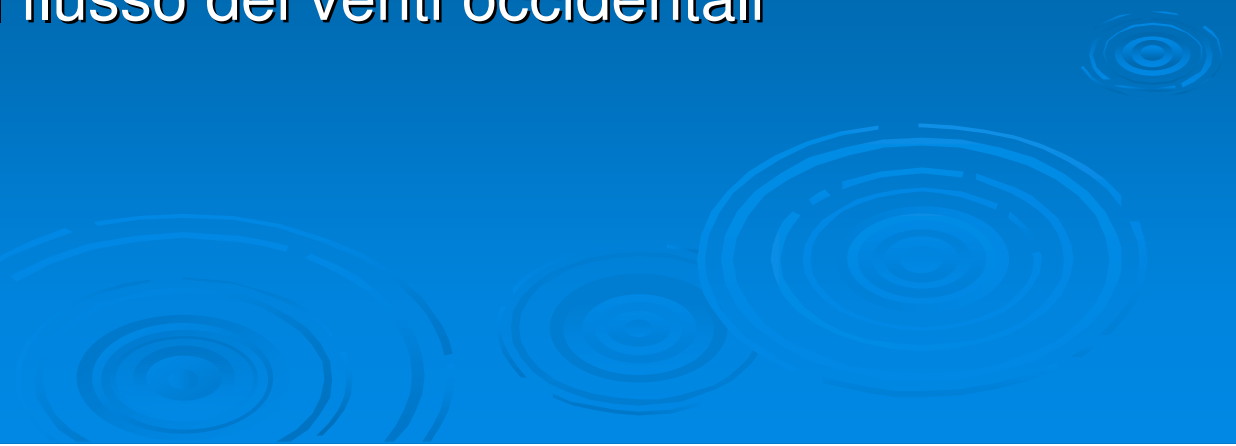
muovono da ovest verso est

vortici inseriti nel flusso dei venti occidentali

detti anche

minimi frontali

cicloni frontali



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

Si origina da gradiente orizzontali di temperatura, inizialmente le superfici isobariche sono parallele suolo

in assenza di gradiente barico

Il diverso riscaldamento del suolo, a pressione costante,

l'aria scaldata si espande e diminuisce la densità

l'aria raffreddata si contrae e diminuisce la densità

Superfici isobariche inclinate all'aumentare della quota

si origina gradiente barico in quota

alta pressione su zona calda

bassa pressione su zona fredda

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

aria fluisce in quota da zona calda verso zona fredda

perdita di massa in colonna d'aria su zona calda

diminuisce pressione al suolo su zona calda

guadagno di massa in colonna d'aria su zona fredda

aumenta pressione al suolo su zona fredda

gradiente barico al suolo opposto a quello in quota

aria fluisce al suolo da zona fredda verso zona calda

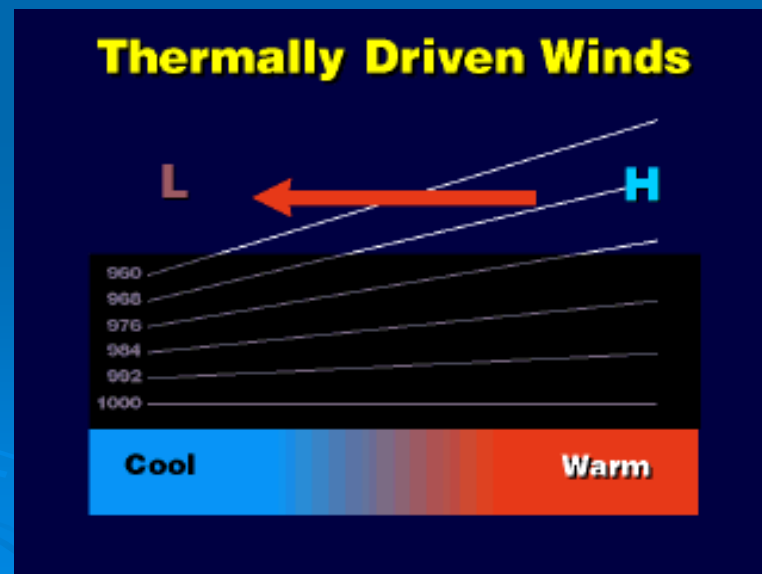
circolazione al suolo come flusso di ritorno di quelle in quota

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

EFFETTO DI DIVERSO RISCALDAMENTO AL SUOLO SU UN CAMPO BARICO UNIFORME: AVVIO DI CIRCOLAZIONE TERMICA IN QUOTA

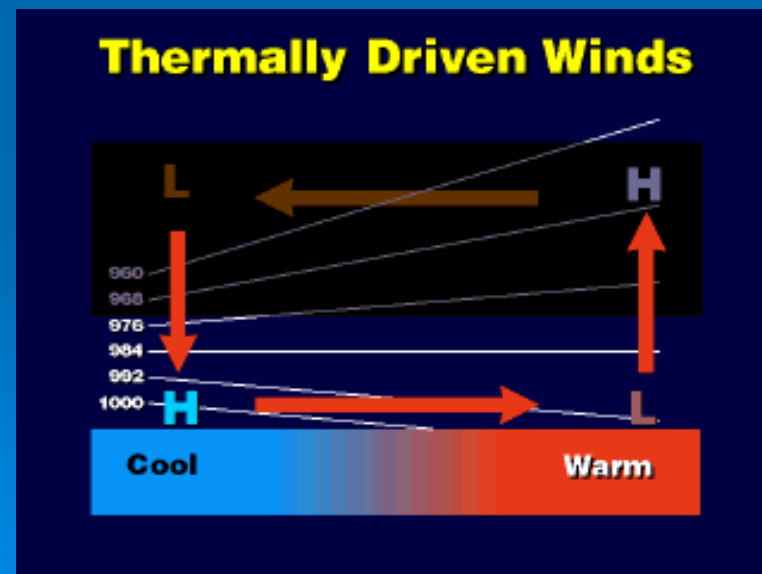


# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

EFFETTO DI DIVERSO RISCALDAMENTO AL  
SUOLO SU UN CAMPO BARICO UNIFORME:  
CIRCOLAZIONE TERMICA COMPLETA





# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

**stesso origine per fenomeni a scale molto diverse:**

mesoscala (centinaio di km): brezze

sinottica (decine di migliaia di km): monsoni

**caratteristiche delle circolazioni termiche:**

i venti scorrono al suolo da zone fredde verso zone calde

i venti invertono periodicamente la circolazione

**esempi di circolazioni termiche sono:**

brezze: periodo di dodici ore

monsoni: periodo di sei mesi

**circolazione monsonica:**

ovunque ci sia vasto continente circondato da oceani

dipende da forma e morfologia del continente

dipende anche dalle variazioni in latitudine della ITCZ

è più forte ed incisiva nel sud est asiatico

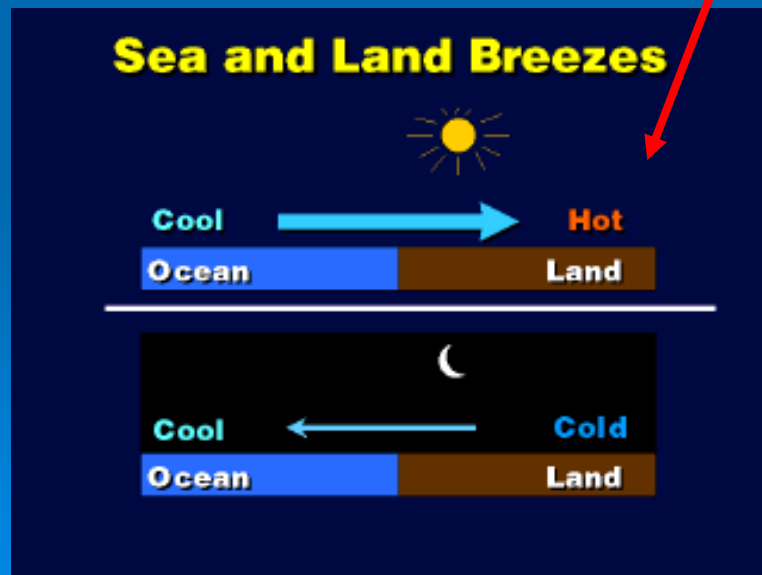
# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

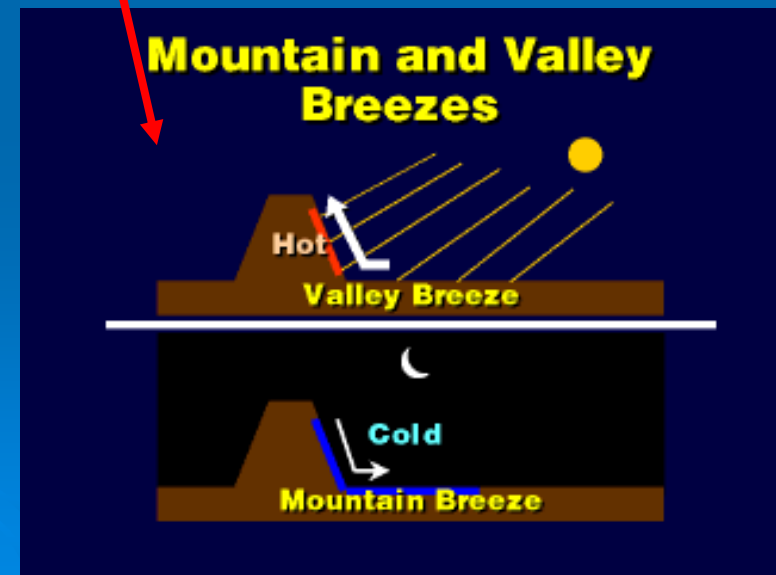
### CIRCOLAZIONI TERMICHE

ESEMPI DI CIRCOLAZIONI A MESOSCALA

#### BREZZE DI MARE E TERRA



#### BREZZE DI VALLE



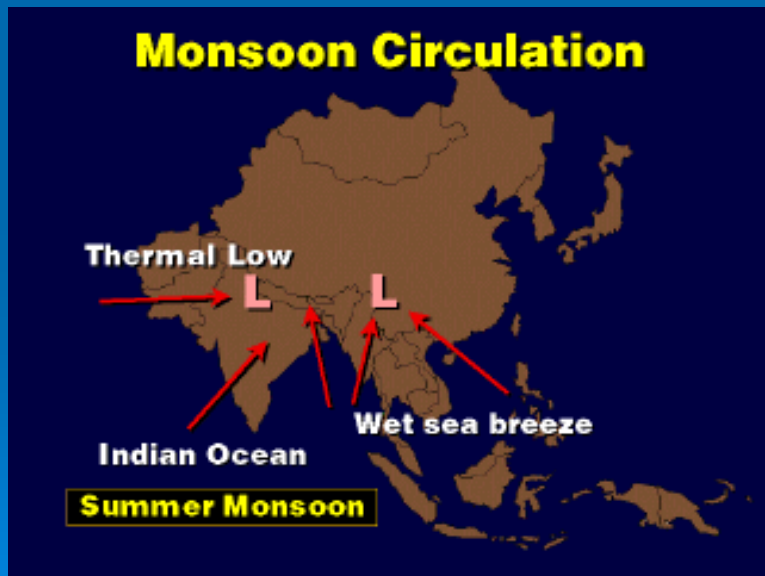
# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONI TERMICHE

CIRCOLAZIONE A SCALA SINOTTICA

### I MONSONI



# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE GLOBALE AL SUOLO

**media stagionale globale del regime dei venti**

la media elimina le piccole circolazioni a scala locale

**combinazione di circolazione generale e termica**

circolazione termica è tipicamente quella monsonica

**la circolazione globale ha forti variazioni stagionali:**

posizione dei nuclei dinamici di alta e bassa pressione

Islanda: più intenso e meridionale in inverno

Azzorre: più debole e meridionale in inverno

al suolo ITCZ più a sud in inverno, a nord in estate

in estate a nord dell'Himalaya

alisei emisfero meridionale passano equatore

subiscono deviazione Coriolis dell'emisfero nord

ruotano da SE a SW e rinforzano il monzone estivo

# METEOROLOGIA SINOTTICA

## CIRCOLAZIONE GENERALE ATMOSFERICA

### CIRCOLAZIONE GLOBALE IN QUOTA

**sempre visibili i nuclei di alta e bassa dinamica**

**westerlies più forti in inverno che in estate**

struttura ad onda del flusso delle westerlies

onde lunghe (long waves): tre gole, di cui una su Europa

necessarie per lo scambio termico tra aria tropicale e polare

**presenza di correnti a getto (jet stream)**

strette bande di vento forte

massima intensità tra 60 e 240 kt

massima intensità a quota prossima a tropopausa

nei punti di massima intensità delle westerlies

in media due getti nelle westerlies:

getto principale o del fronte polare (polar front jet stream)

getto subtropicale (subtropical jet stream)