

Meteorologia 10

Massa d'aria e Fronti

Masse d'aria e Fronti

- **Massa d'aria**
- **Quando una massa d'aria staziona per lungo tempo su una certa zona, finisce con l'assumerne le caratteristiche.**
- **Data la lentezza con cui l'aria tende a modificare i propri parametri, tali caratteristiche finiscono con il determinare, in modo persistente, il comportamento della massa d'aria anche quando questa risulta soggetta a spostamenti, che la inducono a passare da un punto all'altro della Terra.**

Massa d'aria e Fronti

- Le regioni dove si formano masse ingenti di aria sensibilmente omogenea sono dette **regioni sorgente**.
- Esempi tipici di regione sorgente sono:
- *l'anticiclone delle Azzorre*, legato all'aria che - d'estate - porta caldo e siccità nelle nostre regioni,
- *la depressione dell'Islanda*, che invece ci invia dell'aria piuttosto fredda (anche se temperata dalla Corrente del Golfo) ed umida,
- *l'anticiclone siberiano*, tipicamente invernale (si tratta, infatti, di un anticiclone di origine termica), capace di convogliare sulle nostre regioni aria molto fredda e secca.

Masse d'aria e Fronti

- *Ripetendo la metodologia seguita in tutte le Scienze Naturali, anche nel caso dello studio delle masse d'aria si inizia con l'elaborazione di una classificazione, ed anche in questo caso appare necessario tener conto di vari parametri, essendo molteplici i punti di vista sotto cui una stessa massa d'aria può essere osservata.*

Masse d'aria e Fronti

- In primo luogo, è la **latitudine della regione sorgente** (e, con essa, il primo parametro che ne risulta influenzato: la **temperatura**) a proporsi all'attenzione degli osservatori.
- Si parlerà allora, in ordine crescente della latitudine, di:
 - **aria equatoriale (E)**
 - **aria tropicale (T)**
 - **aria polare (P)**
 - **aria artica (o antartica) (A)**

Massa d'aria e Fronti

- Mentre i caratteri **dell'aria tropicale** sono nettamente distinguibili da quelli **dell'aria polare**,
- è spesso **difficile** da osservare una linea di separazione netta tra **l'aria equatoriale** e **l'aria tropicale**.
- Essendo queste due masse d'aria “**poco differenti**” fra loro, il passaggio da un tipo di aria all'altro avviene **in modo graduale**, senza una linea netta di confine.

Masse d'aria e Fronti

- All'opposto, l'*aria polare* e l'*aria artica/antartica* sono di solito molto ben distinguibili, soprattutto per quanto attiene al loro contenuto di **umidità**.
- L'*aria artica* è infatti molto fredda e molto secca, mentre l'*aria polare* può essere quasi altrettanto fredda, ma contiene molta umidità.

Masse d'aria e Fronti

- Ecco imporsi, allora, un altro parametro, che differenzia le masse d'aria a seconda del loro contenuto di vapore: ***la qualità della superficie su cui la massa si forma.***
- Si parlerà quindi di:
 - ***masse d'aria marittime*** e di
 - ***masse d'aria continentali.***

Masse d'aria e Fronti

- Un ultimo fattore rilevante per determinare il comportamento di una massa d'aria, non sempre “**evidente**” all’osservazione del neofita, è *il confronto/la differenza* fra
 - ***la temperatura della massa d'aria che arriva e***
 - ***la temperatura del terreno che la riceve.***

Masse d'aria e Fronti

- Si parlerà quindi di:
- **aria calda (Warm)**, se una massa d'aria, di una certa temperatura, si porta su un terreno più freddo, o di
- **aria fredda (Kalt o Cold)**, se una massa d'aria, di una certa temperatura, si porta su un terreno più caldo.
- Questo significa che:
- aria a -20°C , che si porti su terreno a -30°C , è classificata come “aria calda”, mentre
- aria a $+40^{\circ}\text{C}$, che si porti su terreno a $+45^{\circ}\text{C}$, è classificata come “aria fredda”.

Massa d'aria e Fronti

- *Per quanto attiene al comportamento di queste masse d'aria, è possibile dire* che:
- *L'aria fredda che si porta su terreno caldo* tende a scaldarsi dal basso, instabilizzandosi.
- Nascono, di conseguenza, dei moti convettivi, il cui effetto è quello di diluire gli inquinanti del suolo, per cui è possibile osservare un orizzonte più pulito, e respirare un'aria migliore.
- Contemporaneamente, però, i moti verticali dell'aria portano umidità in quota.

Masse d'aria e Fronti

Poiché i moti verticali verso l'alto sono associati a raffreddamento per espansione adiabatica dell'aria, è legittimo prevedere la possibilità che *l'aria raggiunga la saturazione*, e che, per conseguenza, dia luogo *alla formazione di nubi, di tipo cumuliforme.*

Il contenuto di umidità e la differenza di temperatura della bolla che sale rispetto all'ambiente che la circonda, decidono, a questo punto, il grado di sviluppo del fenomeno .

Masse d'aria e Fronti

- *Se il contenuto di umidità non è eccessivo*, e/o la differenza di temperatura è piccola, abbiamo i **cumuli di bel tempo**, cioè quei batuffoli bianchi che si possono vedere d'estate, guardando dal mare verso la pianura/collina; ci troveremo di fronte a fenomeni limitati sia nel tempo che in intensità
- **Se invece l'umidità è forte ed altrettanto sensibile è la differenza di temperatura con l'ambiente**, si innesca una specie di “**effetto camino**”.
- Le correnti ascensionali si rinforzano, arrivano alla tropopausa, e le nubi prodotte assumono l'aspetto tipico del **cumulo-nembo**, la nube portatrice di grandine e temporali.
- I fenomeni saranno allora intensi, alternati a schiarite.

Masse d'aria e Fronti

L'aria calda che si porta su terreno freddo si raffredda dal basso, stabilizzandosi. I moti convettivi si smorzano, per cui è possibile prevedere:

- la formazione dello smog,
- la formazione della nebbia,
- l'orizzonte, che progressivamente “*si sporca*”,
- se ci sono delle nubi, che queste siano di tipo stratiforme, trasportate sul posto, dopo essersi formate “*altrove*”.
- se piove, che si tratti di pioggia debole, anche se persistente.

Masse d'aria e Fronti

- L'**intensità** dei fenomeni descritti dipende dall'**umidità specifica** (gr/Kg) dell'aria.
- Con le sue calorie latenti di condensazione, il vapore acqueo agisce infatti come il “**combustibile**” del fenomeno meteorologico, per cui più l'aria è umida, più intensi possono essere i fenomeni.
- La descrizione fatta finora descrive ciò che è lecito aspettarsi che avvenga **in seno ad una massa d'aria**.

Massa d'aria e Fronti

- **Superficie frontale e fronti**
- Accade però che masse d'aria di caratteristiche diverse vengano a contatto.
- Si assiste allora ad un fenomeno molto importante:
- ***se una massa di aria fredda viene in contatto con una massa di aria calda, queste due masse, anziché mescolarsi, dando così luogo ad una massa unica di "aria tiepida", evento questo che non può essere del tutto escluso a priori, tendono a rimanere separate e distinte, mantenendo inalterata la loro identità.***

Massa d'aria e Fronti

- Esiste, è vero, una ristretta **zona di transizione**, dove un certo rimescolamento esiste.
- Si potrà tuttavia continuare a parlare di aria calda e di aria fredda in quanto *la zona di transizione è tanto limitata da poter essere assimilata, nel modello che si viene a costruire, ad una superficie matematica di separazione, detta **superficie frontale**.*
- Per ovvia estensione, la linea secondo cui la superficie frontale incontra il suolo prende il nome di **fronte**.

Massa d'aria e Fronti

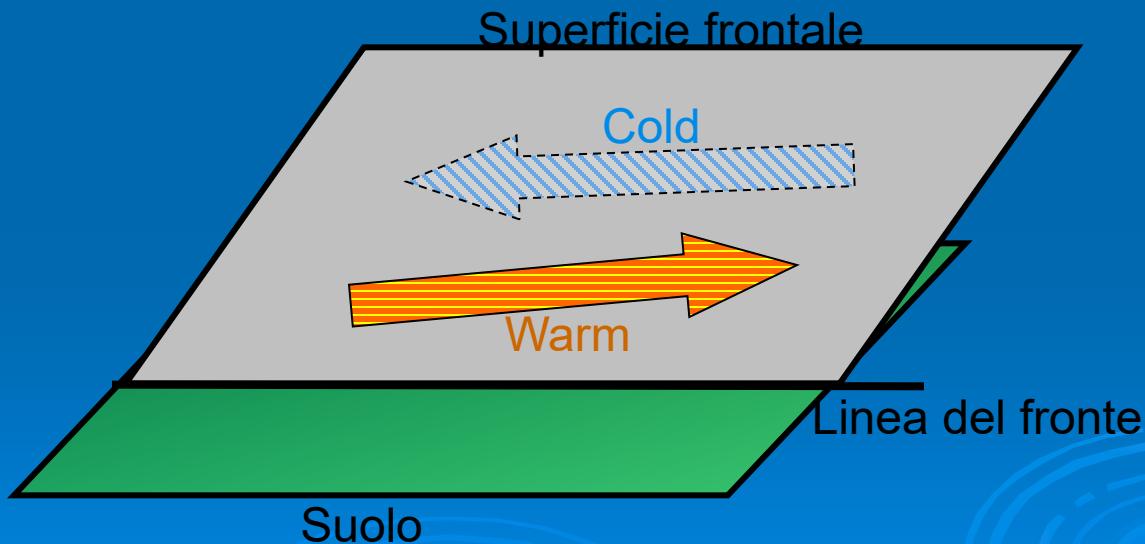
- I problemi che i meteorologi sono stati chiamati a risolvere sono allora i seguenti:
- ***quale è l' evoluzione di una superficie frontale?***
- ***come possono essere classificati i fronti?***
- ***quale tempo è associato ai fronti?***

Masse d'aria e Fronti

- Innanzi a tutto, quando aria fredda di origine polare scende in latitudine, ed incontra aria di origine tropicale che sale, ***la prima tende ad infilarsi sotto la seconda***, in quanto - essendo più fredda - è anche più densa.
- Nel loro moto, però, ***ambedue le masse d'aria sono deviate verso destra*** dalla forza di Coriolis (Em. Nord), ***per cui spesso accade che si raggiunge un equilibrio, con le correnti calde e fredde che scorrono parallele e sovrapposte, sia pure in direzione opposta.***

Masse d'aria e Fronti

- La situazione si presenta allora come segue:



Masse d'aria e Fronti

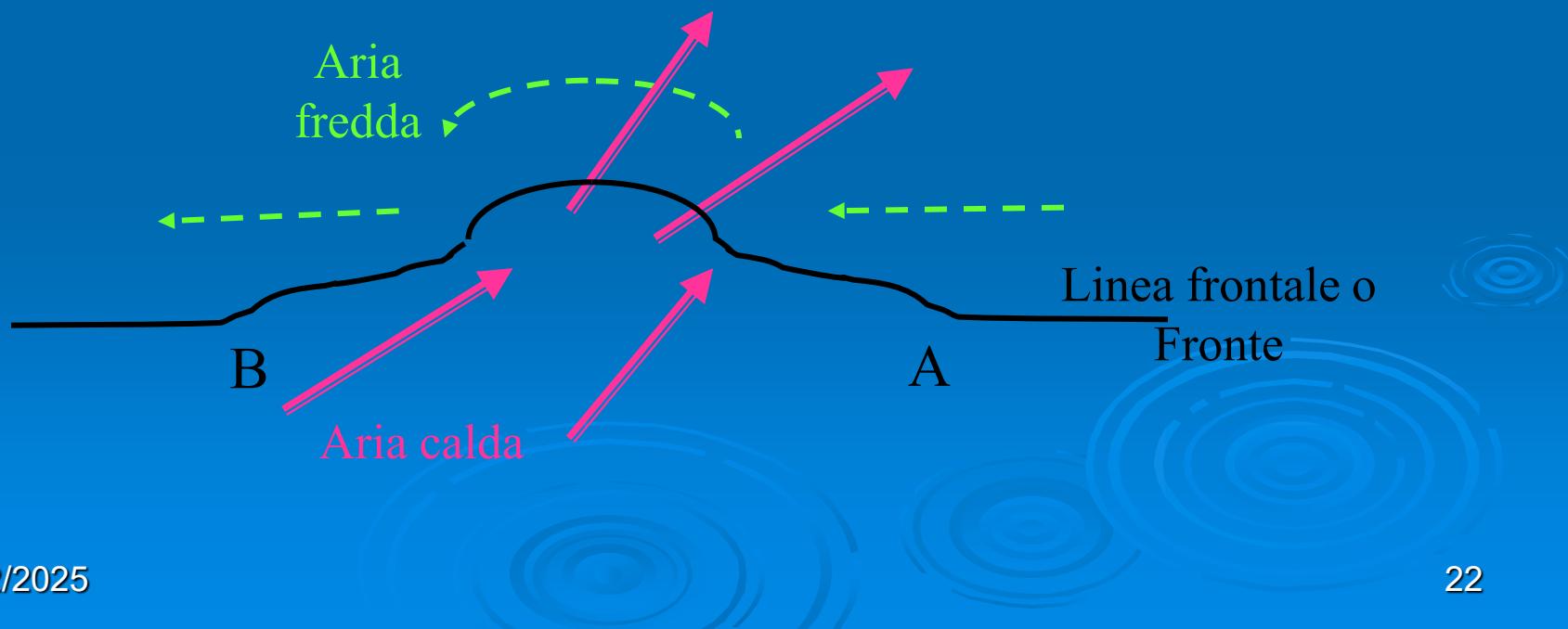
Ma questo equilibrio non può durare per sempre.

Le cause di disturbo sulla superficie terrestre sono infinite, per cui prima o dopo la ***linea del fronte*** inizia a curvarsi.

Masse d'aria e Fronti

Succede allora quanto mostrato nella figura che segue:

(Piano orizzontale visto dall'alto)



Massa d'aria e Fronti

- Non appena si rompe l'equilibrio, si forma una zona (punto A) dove l'aria calda comincia a “*invadere*”, galleggiando, l'area occupata dall'aria fredda, ed una zona (punto B) dove l'aria fredda inizia a “*premere*” sull'aria calda.
- Si parla allora di **fronte caldo** nella zona di A, e di **fronte freddo** nella zona di B.

Masse d'aria e Fronti

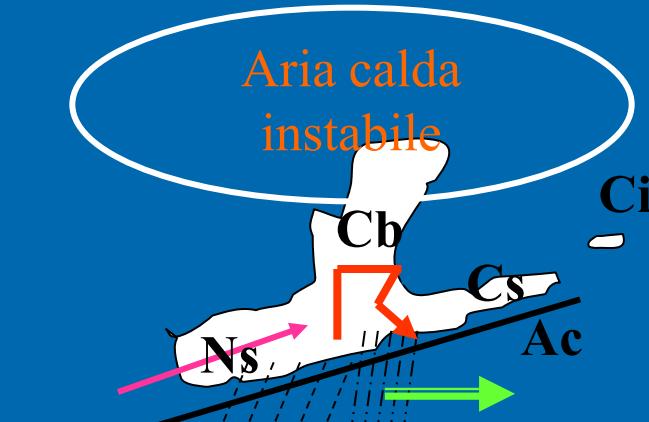
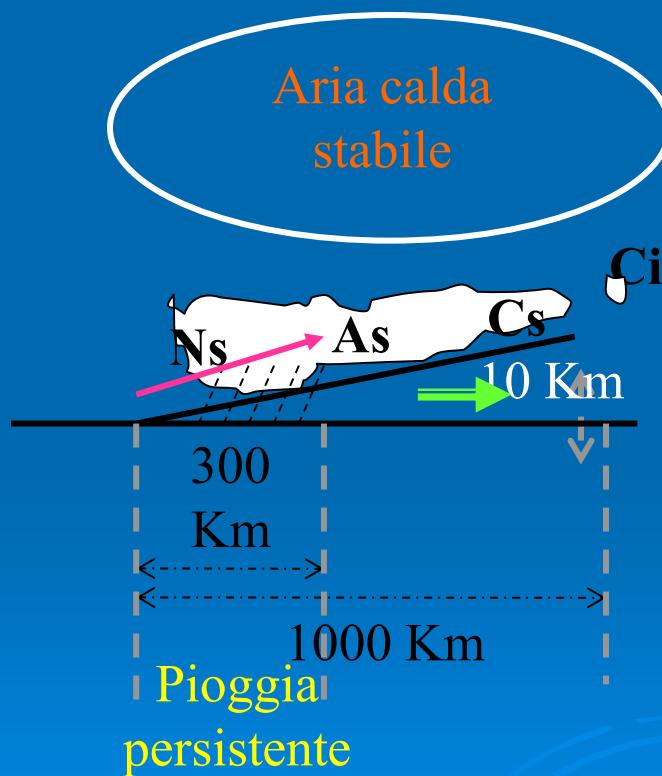
- **Fronte caldo**
- Per come nasce, la superficie frontale dalla parte del fronte caldo si presenta come una superficie inclinata, ***la cui pendenza è dell' ordine dell'1%.***
- In tal modo, l'aria che inizia a salire dal suolo raggiunge i circa ***10 km*** della tropopausa dopo aver percorso una strada orizzontale di circa ***1000 km.***

Masse d'aria e Fronti

- La situazione in una sezione verticale del fronte caldo risente del grado di stabilità dell'aria calda che sale, e può essere descritta dalla figura che segue:

Massa d'aria e Fronti

- La velocità di spostamento del fronte caldo è dell'ordine del 70% della componente del vento \perp ad esso.



Possibilità di temporali sovrapposti alla pioggia persistente



Simbolo
del Fronte
Caldo

Masse d'aria e Fronti

- *L'aria calda sale attivamente, in quanto più leggera dell'aria fredda, raggiungendo la tropopausa.*
- Nella sua salita graduale, riesce a generare tutti i tipi di **nubi stratificate**, o quasi, e, *se si instabilizza a causa del calore di condensazione*, sovrappone alle nubi stratificate anche dei **cumuli**: *è il caso dei tuoni che si sentono qualche volta anche con pioggia fine e persistente, a temperature relativamente basse.*

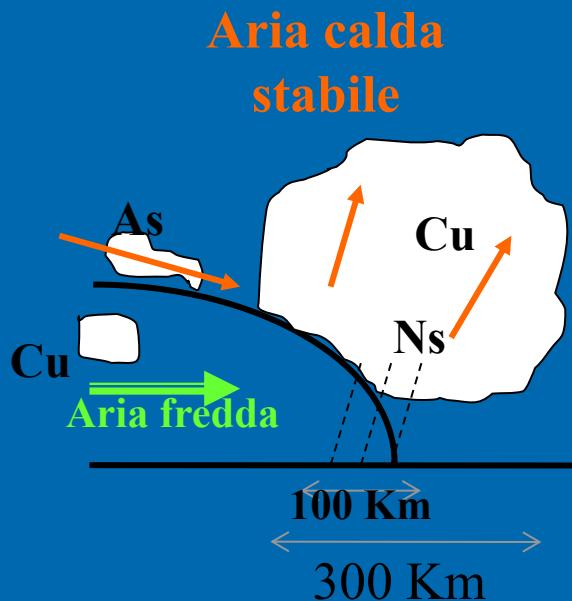
Masse d'aria e Fronti

- Le nubi più alte, che costituiscono la avanguardia dei corpi nuvolosi per lo osservatore che “**riceve**” il fronte nel suo movimento da W verso E, **appartengono alla famiglia dei cirri**, e generano quel **cielo a pecorelle**, che l’ adagio popolare associa sempre a “**pioggia a catinelle**”.

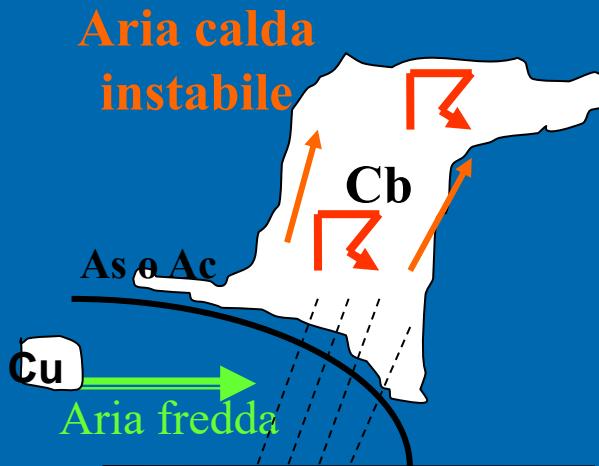
Masse d'aria e Fronti

- **Fronte freddo**
- “**Dall'altra parte**”, cioè a **W** del fronte caldo, si sviluppa il fronte freddo, il cui aspetto risente ancora una volta dal grado di stabilità dell'aria calda che viene costretta a salire.
- La situazione può essere rappresentata come nella figura che segue:

Masse d'aria e Fronti



La velocità di spostamento del fronte freddo tende ad essere uguale a quella della componente del vento \perp ad esso.



In questo caso, il fronte è molto veloce ed è accompagnato da temporali e forti turbolenze in volo. Le precipitazioni tendono a distribuirsi su aree tanto più ristrette quanto più sono violente.



**Simbolo
del
fronte
freddo**

Masse d'aria e Fronti

- La prima caratteristica del fronte freddo che colpisce l'attenzione è la sua forma; ricorda in qualche modo ***lo spinnaker*** di una imbarcazione da regata.
- Si può quindi pensare che - come “***vela***” - sia più efficiente del fronte caldo.
- E’ quanto si osserva effettivamente, per cui ***accade sempre che sia il fronte freddo a raggiungere il fronte caldo.***

Masse d'aria e Fronti

- Quando un fronte freddo raggiunge un fronte caldo succede un “*qualche cosa*”, che esamineremo fra poco.
- Il tempo che accompagna il fronte freddo è caratterizzato da cumuli o cumulonembi, da rovesci temporaleschi, tuoni, fulmini, grandine e groppi di vento.

Masse d'aria e Fronti

- Una volta passato il fronte, possono verificarsi due casi:
- *l'aria calda si rasserenà subito dopo il passaggio della pioggia*: questo significa che l'aria calda che scorre sulla superficie frontale ha velocità maggiore della superficie stessa, per cui “scende”, si comprime, si scalda e si allontana dalla saturazione
 - *esiste una coda di nubi stratificate che seguono i cumuli* (caso rappresentato in figura). In tal caso la superficie frontale ha velocità maggiore dell'aria calda, che è costretta a salire, per cui si raffredda e si avvicina alla saturazione.

Massa d'aria e Fronti

- Nel corpo di aria fredda, che nel frattempo si è portata su terreno caldo, nascono dei cumuli, normalmente del tipo “*cumuli di bel tempo*”, ma sono sempre i testimoni di una certa instabilizzazione dal basso dell’ aria.

- Rimane ora da vedere cosa succede quando **il fronte freddo raggiunge il fronte caldo**.

Masse d'aria e Fronti

- **Fronti occlusi**
- Si possono avere due casi:
- l'aria fredda che spinge il fronte freddo è *più fredda* dell'aria fredda che “fugge” davanti al fronte caldo, oppure
- l'aria fredda che spinge il fronte freddo è *meno fredda* dell'aria fredda che “fugge” davanti al fronte caldo

Massa d'aria e Fronti

- *In ogni caso, l'aria calda, leggera, stretta fra due arie fredde, pesanti, è staccata dal suolo e portata in quota, dove fa le funzioni di “**riserva d'acqua**”, che si rovescia gradualmente sul terreno sottostante.*
- *Si parlerà allora di **fronte occluso**; siamo alla fine della vita del sistema.*

Masse d'aria e Fronti

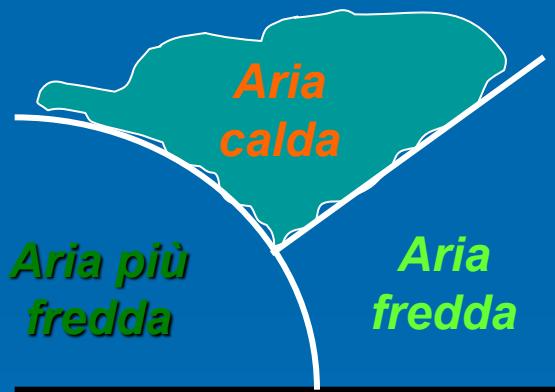
- Il centro della perturbazione diventa **stazionario**, e questo tanto di più quanto più importante risulta essere l'occlusione.
- Le riserve di vapore finiscono con l'esaurirsi e la depressione associata al fenomeno si colma.
- *Il processo sta per morire.*

Masse d'aria e Fronti

- Come effetto finale, troviamo dell'energia termica che è passata dalle basse latitudini verso le alte, per cui tutto il processo viene oggi interpretato come *uno dei mezzi usati dalla Natura per scambiare energia fra le aree della Terra che ricevono energia solare in eccesso, e le aree che ne ricevono in difetto.*

Massa d'aria e Fronti

- La struttura dei due tipi di fronte occluso può essere rappresentata come segue:



*Occlusione con
carattere di
fronte freddo*



*Occlusione con
carattere di
fronte caldo*



*Simbolo di
Fronte Occluso*

Massa d'aria e Fronti

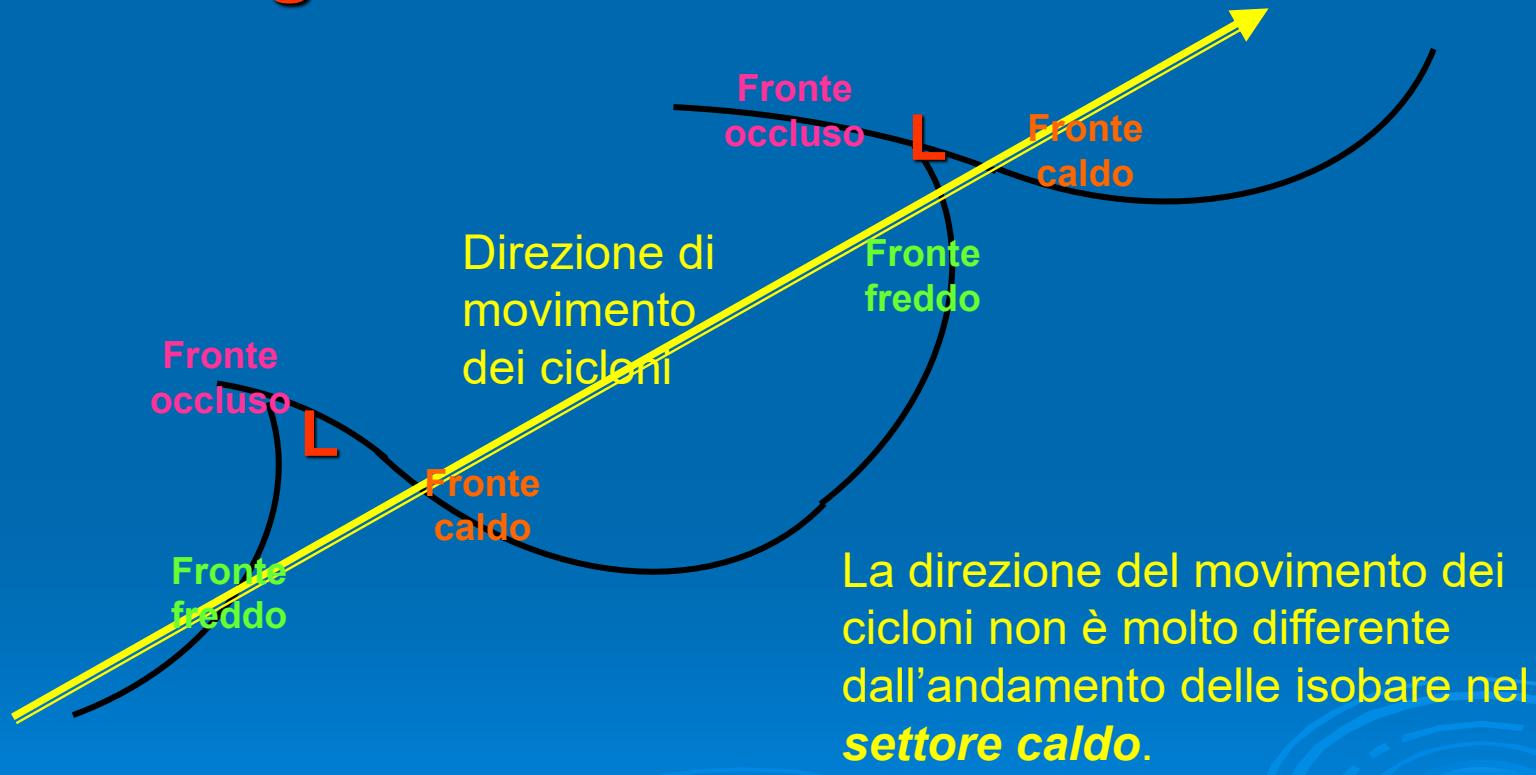
- L'aria calda in quota è certamente responsabile delle precipitazioni più intense, che sono comuni a tutti e due i tipi di fronte occluso, ma
- le masse di aria fredda che si scontrano sovrappongono ai fenomeni comuni quei fenomeni che sono tipici del loro *carattere di fronte freddo* o *di fronte caldo*.

Masse d'aria e Fronti

- *L'origine di un sistema frontale è di tipo ondulatorio: la superficie frontale comincia a muoversi e, come fa la superficie del mare quando si tira una pietra, genera non una sola oscillazione, ma un treno d'onde.*
- *Si parla allora di famiglia di cicloni.*

Massa d'aria e Fronti

➤ Famiglia di cicloni



La direzione del movimento dei cicloni non è molto differente dall'andamento delle isobare nel **settore caldo**.

Masse d'aria e Fronti

- *Ogni vertice corrisponde ad una bassa pressione (**L**), mentre la zona intermedia di separazione corrisponde ad una **alta pressione interciclonica**, di separazione fra le due basse pressioni.*
- *E' in questo modo che si giustificano le cosiddette “**ondate di freddo” invernali**, il freddo cioè che arriva, dura un paio di giorni, poi si osserva un intervallo di tempo discreto, per poi subire un altro peggioramento del tempo, e così via.*

Masse d'aria e Fronti

- Carattere distintivo di queste famiglie è quello di **far nascere ogni nuovo centro di bassa pressione ad una latitudine più bassa della precedente**, fino a coinvolgere le zone più stabili e calde del pianeta, **in corrispondenza delle quali il processo si spegne estinguendo**.
- Con questo, l'argomento può ritenersi concluso.