

Nelle zone continentali, in assenza di nubi, durante la notte l'aria è molto stabile, per l'irraggiamento notturno, ed è poco probabile la formazione dei cumuli. Sul mare, a causa dell'inerzia termica dell'acqua, la temperatura varia poco durante le ventiquattrore. L'aria fredda che scorre sul mare, nelle ore notturne, è comunque riscaldata a partire dagli strati più bassi e diventa instabile, formando cumuli e spesso cumulonembi, con associata attività temporalesca. E questa la ragione per la quale spesso si osservano, in inverno, temporali sul mare e molto raramente sulla terraferma e, in estate, il contrario.

7.3.2. Masse d'aria calda.

L'aria calda è in genere anche umida, soprattutto quando attraversa tratti di mare. Le masse d'aria calda si muovono verso latitudini settentrionali e, per questo, sono soggette al raffreddamento negli strati più bassi, che porta a una stabilizzazione dell'aria. Perciò i moti convettivi sono deboli e le nubi che si formano hanno poco spessore, sono stratiformi e scarse di precipitazioni. Tuttavia, se l'aria dovesse sollevarsi bruscamente, per esempio per impatto con una barriera montuosa, la rapida condensazione dell'umidità in essa presente porterebbe ad abbondanti precipitazioni sul lato sopravvento, come si è già accennato nel caso delle correnti sciroccali dell'aria tropicale continentale.

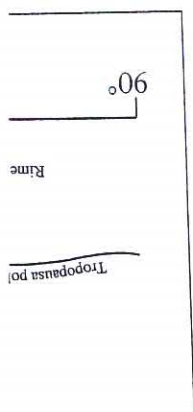
7.4. Fronti e cicloni.

La transizione fra una massa d'aria e l'altra tende a essere piuttosto brusca. Masse d'aria adiacenti con caratteristiche diverse hanno una zona di transizione che le separa, delle dimensioni orizzontali dell'ordine del centinaio di chilometri, detta zona frontale. Le masse d'aria più fredde e più dense stanno più in basso e fanno da base all'aria calda, meno densa, per cui le zone frontali sono sempre inclinate verso le masse d'aria fredde, con una pendenza caratteristica dell'1%.

L'estensione verticale è dell'ordine del chilometro e su di essa agiscono i moti turbolenti che rimescolano l'aria delle masse d'aria adiacenti per effetto dei moti relativi fra loro. Comunemente la zona frontale è trattata come una vera e propria superficie di separazione tra due masse d'aria; si parla infatti di superficie frontale. Il fronte è, così, la linea di intersezione di una superficie frontale con la superficie terrestre o con un qualunque altro piano appropriato.

Il fronte occidentale di ascendenza di ampiezza onde corte si espandono col moto denominati extratropica dando luogo a bordo settema di cui quelli avanzato di

Figura 28. Il fronte subtropicale.



Attorno al servizio proprio, appena descrivono la dinamica dei caratteri della formazione delle invasioni. Le invasioni verso nord, cc adiacenti fra loro caso, è il fronte superficie

Attorno al 1920, un gruppo di scienziati norvegesi a Bergen si servì proprio di questi concetti per introdurre i fronti, nella forma appena descritta, e proporre una nuova interpretazione nella dinamica dei sistemi atmosferici. In particolare, i fisici norvegesi hanno il merito di aver individuato, per primi, nella discontinuità delle caratteristiche di due masse d'aria adiacenti, la causa della formazione dei sistemi responsabili dell'apporto di instabilità e pioggia alle medie latitudini.

Le invasioni di aria fredda polare, verso sud, e di aria subtropicale, verso nord, consentono lo scorrimento di masse d'aria fredde e calde adiacenti fra loro, che sono, appunto, le superfici frontali e, in questo caso, è il fronte polare la linea ideale di intersezione col suolo della superficie frontale qui riferita (Fig. 28).

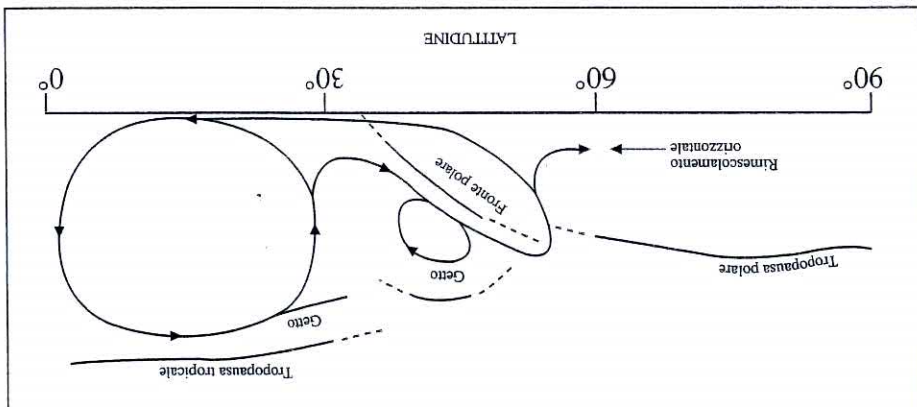


Figura 28. Il fronte polare, come separazione tra la massa d'aria polare e quella subtropicale.

Il fronte polare segue le ondulazioni trasversali delle correnti occidentali della circolazione generale, le onde di Rossby. Sul ramo ascendente di queste onde planetarie si generano ulteriori ondulazioni, di ampiezza minore di quelle planetarie, dette onde corte. Queste onde corte tendono a formare dei vortici depressionali che si espandono dal suolo verso gli strati superiori e il cui centro si muove col moto d'insieme delle correnti occidentali. Questi vortici sono denominati depressioni mobili, che altro non sono che i cicloni extratropicali. Le onde corte si formano in gruppo, di tre o quattro, dando luogo a un gruppo di cicloni mobili (Fig. 29) che scorrono sul bordo settentrionale degli anticicloni permanenti alle medie latitudini, di cui quelli più avanti, nel senso del moto, sono in uno stadio più avanzato di sviluppo.

a notte l'aria è
co probabile la
nerzia termica
uattro ore. L'aria
nque riscaldata
ando cumuli e
sa. E questa la
iporali sul mare
ario.

ando attraversa
verso latitudini
idamento negli
a. Perciò i moti
poco spessore,
e l'aria dovesse
n una barriera
essa presente
vento, come si
l'aria tropicale

essere piuttosto
erse hanno una
oni orizzontali
ntale. Le masse
fanno da base
i sono sempre
za caratteristica

o e su di essa
le masse d'aria
iamente la zona
di separazione
ale. Il fronte è,
on la superficie

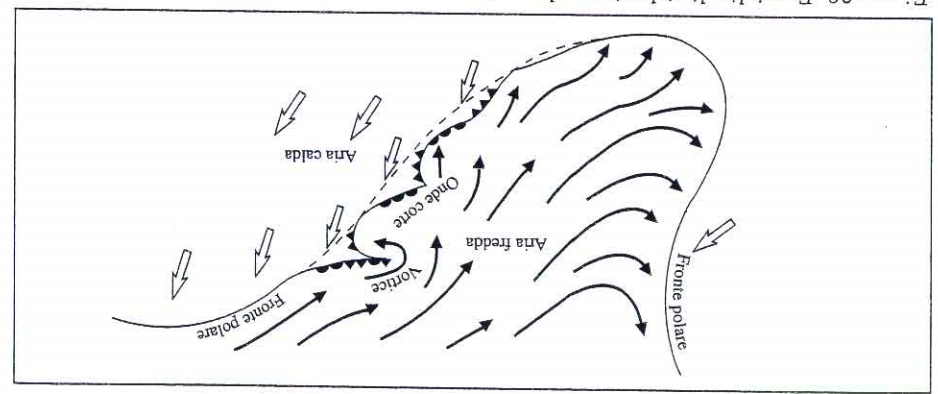


Figura 29. Famiglie di cicloni e onde corte.

Il centro di ogni ciclone si trova sulla cresta della corrispondente ondulazione corta e la sua azione permette alle masse d'aria calda di invadere la zona precedentemente occupata dall'aria fredda, dando origine al cosiddetto settore caldo (Fig. 30). L'aria calda è, però, costretta a salire sull'aria fredda, come si è visto. La linea che delimita, al suolo, la parte più avanzata dell'aria calda si dice fronte caldo. Sul lato opposto dell'onda (Fig. 31), l'aria fredda, seguendo il moto in senso antiorario del ciclone, incalza l'aria calda e si incunea al di sotto di essa. In questo caso, la linea che delimita al suolo la parte più avanzata dell'aria fredda prende il nome di fronte freddo.

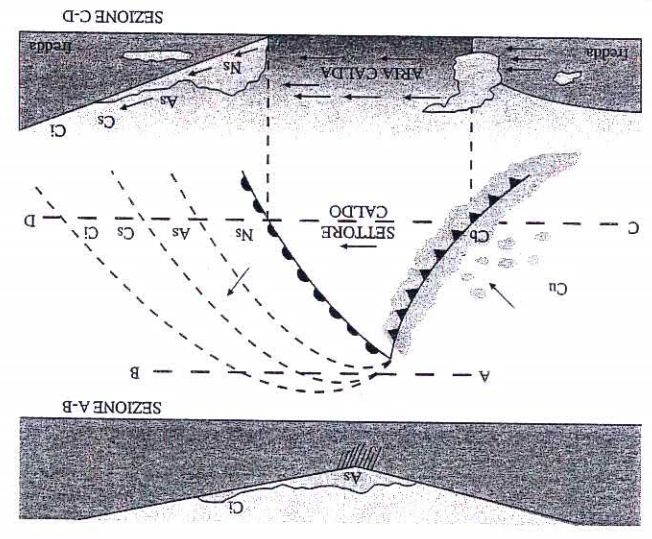


Figura 30. Schema di un sistema frontale, con i principali tipi di nubi. Davanti al fronte caldo vi sono, nell'ordine, cirri (Ci), cirrostrati (Cs), altostrati (As) e nembostrati (Ns). L'aria fredda, invece, è accompagnata dai cumulonembi (Cb) e, più indietro, dai cumuli (Cu).

LA PRESSIONE AUMENTA
FRE

Figura 31. Cicloni

Poiché l'aria restringe gradualmente il suo ciclo vita

STADIO INI
FR

A CARATT
DI FRONTE C
ARI
MENO FI

A CARATT
DI FRONTE FI
PIÙ F
A

Figura 32. Sche

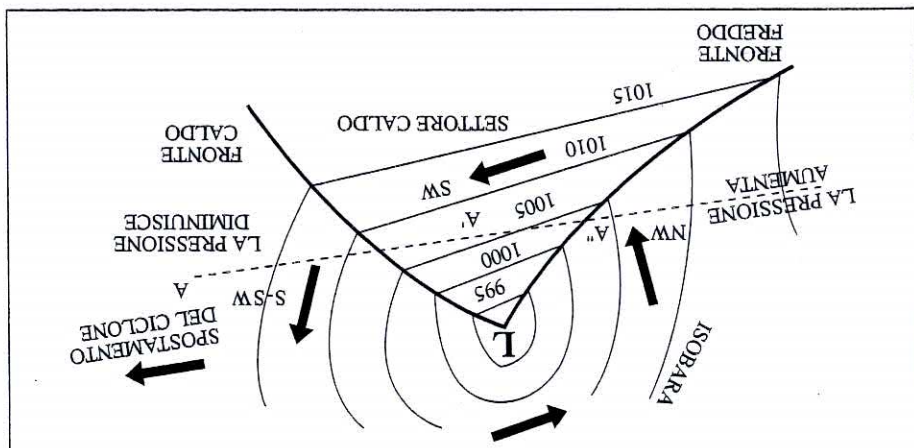


Figura 31. Ciclone extratropicale con i fronti.

Poiché l'aria fredda avanza più velocemente, il settore caldo si restringe gradualmente fino a chiudersi quando il fronte freddo ha raggiunto quello caldo, formando un sistema misto detto fronte occluso. All'inizio della fase di occlusione la circolazione ciclonica sono più intensi e le nubi hanno raggiunto il massimo sviluppo. Da questo punto in poi, però, il ciclone perde energia per attrito, venendo a mancare le ragioni dinamiche che lo hanno sostenuto, terminando il suo ciclo vitale (Fig. 32).

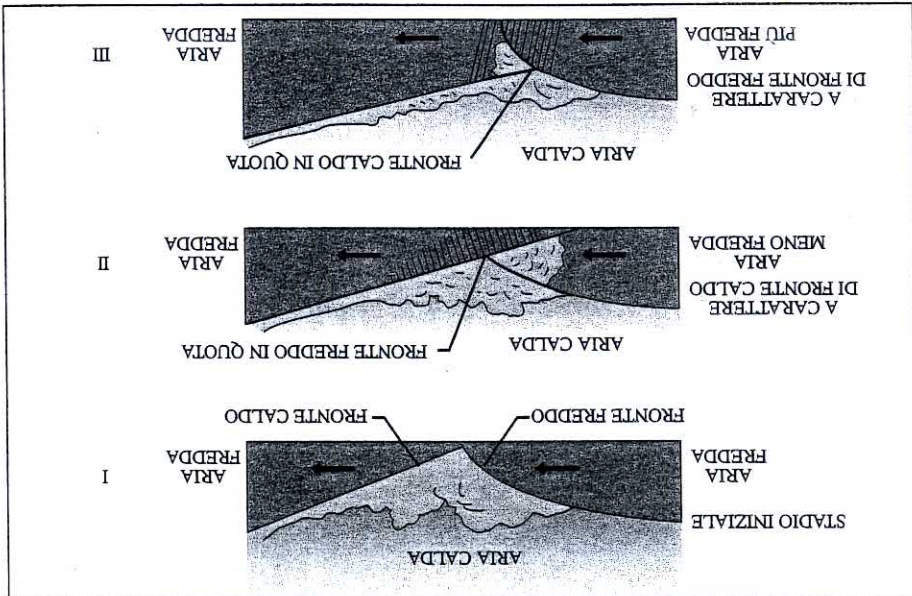


Figura 32. Schema dell'occlusione.

corrispondente
d'aria calda di
fredda, dando
calda è, però,
che delimita,
nte caldo. Sul
do il moto in
ne al di sotto
la parte più

avanti al fronte
mbostati (Ns).
etro, dai cumuli

7.5. Caratteristiche dei fronti.

La causa dell'esistenza delle onde corte è nella presenza di una corrente a getto sulla verticale della zona interessata. Le aree dove è più frequente la formazione dei cicloni extratropicali sono attorno ai 60 gradi di latitudine, in corrispondenza del massimo contrasto termico fra l'aria fredda polare e quella calda subtropicale. In particolare, per il Mediterraneo, è importante l'area in prossimità del ciclone islandese, da cui poi i sistemi frontali si spostano verso l'Europa. Nel semestre freddo il fronte polare scende a 50 gradi di latitudine, rendendo più probabile alle depressioni mobili il raggiungimento del Mediterraneo e dell'Italia. Se l'aria fredda polare raggiunge il Mediterraneo, entrando in contatto con masse d'aria calda, si formano sul mare delle depressioni mobili e dei fronti del tutto simili a quelli che si formano in prossimità del ciclone dell'Islanda. Queste condizioni sono più frequenti in primavera e in autunno, quando le acque superficiali del Mediterraneo sono più calde di 4 o 5 gradi, a parità di latitudini, di quelle dell'Atlantico vicino alle coste della penisola iberica. Ciò fa del Mediterraneo una delle zone con maggiore ciclologesi della Terra. Quando poi il fronte polare arriva fino alle coste del Nord Africa, il contrasto termico porta alla formazione di cicloni mobili intensi, detti depressioni mediterranee, che con l'associato sistema frontale, nel moto verso est, interessano l'Italia con forti precipitazioni.

7.5.1. Fronte caldo.

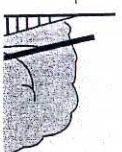
Come si è visto, il fronte caldo è la linea ideale che delimita, al suolo, l'invasione di aria calda verso aree in precedenza occupate da aria fredda. Oltre questa linea, nel verso del moto, l'aria calda si solleva forzatamente lungo la superficie di separazione con l'aria fredda (Fig. 33), detta superficie di discontinuità. Durante lo scorrimento e il sollevamento lungo la superficie di discontinuità, l'aria calda si espande, raffredda e condensa l'umidità sotto forma di nubi e precipitazioni. Le prime nubi che si osservano all'avvicinarsi di un fronte caldo sono i cirri e i cirrostrati, seguiti da altostrati e dalle prime piogge. Gli altostrati hanno, al loro interno, i nembostrati, che sono più sviluppati in verticale e sono le nubi responsabili delle piogge continue e dei rovesci, anche nevosi se la temperatura lo consente. Si tratta comuni que di nubi stratiformi che, a parte i nembostrati, non hanno grande sviluppo verticale, essendo anche piccole le velocità ascensionali che danno luogo alle precipitazioni.

Il fronte
un'invas
calda. L
solleva.
condens
altocum
rovesci
freddo.
temper

Figura 33.



b. ARIA C



a. ARIA CA

La press
distanza, c
raggiunge i
stazionaria
temperatur
passaggio c
quello fred
teso, ruota
fronte cald
precede il

La pressione inizia a calare quando il fronte è a circa 500-600 km di distanza, circa 12-24 ore prima del suo arrivo su una località, e raggiunge il minimo durante il transito del fronte, per poi rimanere stazionaria per alcune ore, prima della risalita successiva. La temperatura, inizialmente stazionaria, può aumentare leggermente al passaggio del fronte caldo, per poi calare bruscamente al passaggio del freddo (per cui vedi al paragrafo seguente). Il vento, in genere teso, ruota in senso orario, mantenendosi ancora teso al passaggio del fronte caldo. Le precipitazioni possono essere continue nella fase che precede il transito del fronte, ma si attenuano nel settore caldo.

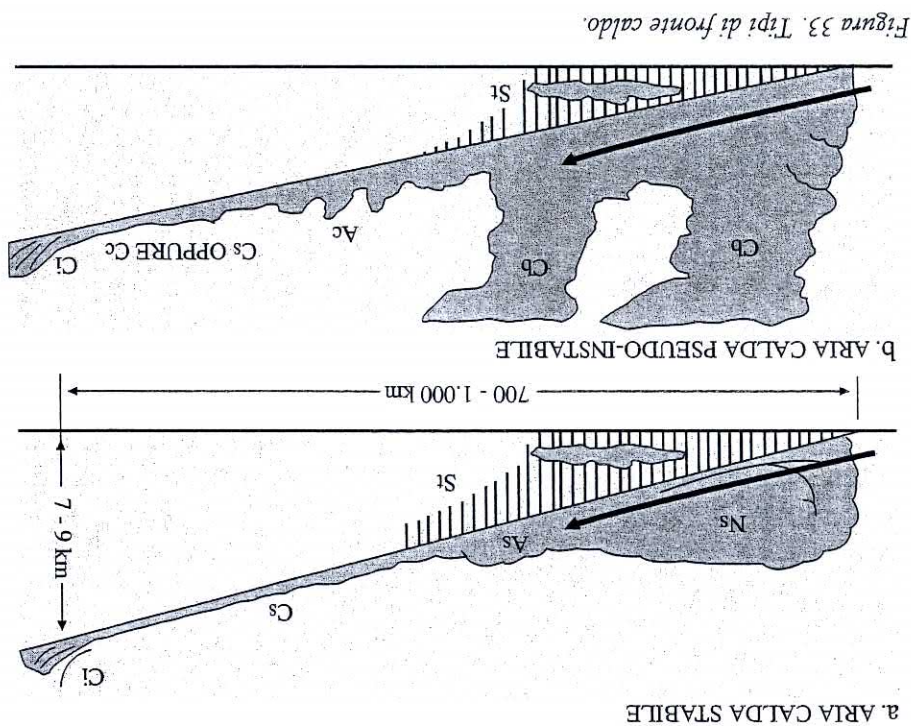


Figura 33. Tipi di fronte caldo.

7.5.2. Fronte freddo.

Il fronte freddo, come si è visto, è la linea che delimita al suolo un'invasione di aria fredda verso zone prima occupate da aria più calda. L'aria fredda penetra sotto l'aria calda come un cuneo e la solleva. Il raffreddamento conseguente al sollevamento adiabatico fa condensare il vapore acqueo sotto forma di nubi cumuliformi (cumuli, altocumuli e cumulonembi). I cumulonembi sono i responsabili del rovesci e dei temporali che accompagnano solitamente il fronte freddo. Dopo il passaggio del fronte, il cielo si schiarisce, la temperatura si abbassa bruscamente, la pressione atmosferica si rialza,

a presenza di una
ta. Le aree dove è
icali sono attorno
massimo contrasto
subtropicale. In
area in prossimità
si spostano verso
nde a 50 gradi di
essioni mobili il
Se l'aria fredda
contatto con masse
ioni mobili e dei
in prossimità del
requisiti in prima-
del Mediterraneo
ini, di quelle del-
rica. Ciò fa del
genesi della Terra.
nel Nord Africa, il
ni mobili intensi,
o sistema frontale,
precipitazioni.

delimita, al suolo,
occupate da aria
ria calda si solleva
l'aria fredda (Fig.
scostamento e il
ia calda si espande,
precipitazioni.
il un fronte caldo
prime piogge. Gli
ono più sviluppati
ge continue e dei
Si tratta comun-
non hanno grande
a ascensionali che

soprattutto nelle 6-12 ore successive. Le correnti di aria fredda in genere continuano il loro afflusso anche quando il fronte freddo si è allontanato di molte centinaia di chilometri. Tali correnti, se scorrono sulle aree continentali con un suolo riscaldato di giorno, tendono a divenire instabili nelle ore pomeridiane, con attività convettiva e formazione intermittente di nubi temporalesche isolate. Il vento, all'avvicinarsi del fronte freddo, ruota in verso antiorario (con venti meridionali) e, al passaggio del fronte e immediatamente dopo, ruota in senso orario (venti nord-occidentali), rinforzando e mostrando una certa rafficità.

7.6. Formazione dei temporali.

Un temporale ha per definizione, al suo interno, attività elettrica, sotto forma di lampi e fulmini che, a loro volta, producono tuoni. La nascita di un temporale è da legare all'aria umida e calda che si innalza in un ambiente instabile, per effetto del riscaldamento differenziale della superficie, del terreno o del sollevamento frontale.

La prima fase nella formazione di un temporale è quella in cui si crea il cumulo, per il sollevamento di aria umida che, raffreddandosi, porta a condensazione il vapore acqueo. Durante la condensazione per formare la nube viene rilasciata una gran quantità di calore latente, che mantiene l'aria all'interno della nuvola più calda di quella circostante. Durante questa fase le goccioline vengono mantenute in sospensione dai moti verticali all'interno della nube. Non si forma precipitazione, né attività elettrica.

Mentre la nuvola si sviluppa in verticale, dopo aver superato lo zero termico, le particelle che la compongono riescono a diventare più grandi e più pesanti. Le gocce più grandi tendono a cadere; l'aria circostante, più secca, penetra all'interno della nube stessa, che fa evaporare le gocce d'acqua, raffreddando l'aria e immescando dei moti verso il basso. Questa fase porta alla costruzione della cella temporalesca, con moti ascendenti e discendenti. Il temporale entra così nella sua fase matura. Nella realtà, esistono più celle, con un tempo medio di vita dell'ordine di un'ora.

Nella parte centrale della nube, i moti verticali raggiungono la massima intensità, provocando una grande turbolenza nell'aria. I moti verticali ascendenti possono anche eccedere la cima della nube, introducendosi nell'atmosfera stabile soprastante, e creando una specie di pennacchio che è poi trascinato e allungato dalle correnti superiori. Nella fase finale della dissipazione, i moti verticali ascendenti si indeboliscono e prevalgono quelli discendenti. Il cumulo si dissolve.

Se i moti discendenti di aria fredda muovono l'aria umida e calda vicino alla superficie costringendola a sollevarsi, questa può portare alla formazione di un'altra cella temporalesca. Questo fenomeno costituisce la formazione di un temporale multicella, che è poi la situazione più frequente nella realtà (Fig. 34).

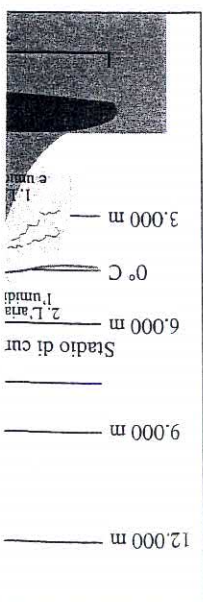


Figura 34. Le vari

Una nube ten per 18 km dalla s calda superficiale condizioni si pos; In altri casi si ascendenti (anch mantenere la stru è alla base della Quando si osser chilometri, si par

Nel mondo frequent nelle facile. Nei tem manifestano c singolo cumuli segue un fuli circostante fin stessa e genera Poiché la luce (300.000 km/ε il fulmine e il lontana la nu sentire il tuom

