

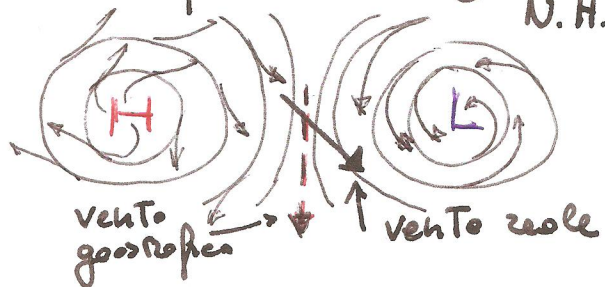
Limiti del modello geostrofico alla superficie - attriti

Il modello di circolazione geostrofica è un'ottima approssimazione della massima delle mosse d'aria nell'atmosfera, se si considerano altezze, o alternativamente l'altitudine isobara, lontane dalla superficie planetaria.

In particolare ci sono due aspetti che distinguono le velocità delle mosse d'aria, meteorologicamente si parla di vento, previsto dal modello geostrofico e misurato nei pressi della superficie (le misure solitamente sono condotte a 10m dalla superficie)

a) Il modulo delle velocità previste è sistematicamente maggiore di quello misurato

b) La direzionalità delle velocità non è ortogonale al gradiente di pressione, come previsto, bensì i vettori intersecano le isobare e puntano verso la regione di bassa pressione (regola di Buys Ballot)



$$\bar{V}_g = \frac{1}{f\rho} \times \nabla_H P$$

Nota meteorologica

La regola di Buys Ballot (XIX ^{secolo}) stabilisce che un osservatore che si ponga con il vento alle spalle abbia: un'area di bassa pressione davanti a se, ma spostata un po' a sinistra; un'area di alta pressione dietro a se un po' spostata a destra.

Osservazione

Il limite del modello geostrofico va ricercato nella assenza del termine, riguardante gli attriti dell'aria con la superficie planetaria, che sono sempre presenti, nell'equazione per la conservazione della quantità di moto.

Modifica del modello geostrofico per vento al moto

Un possibile miglioramento del modello geostrofico per la circolazione atmosferica superficiale, può essere ottenuto modificando l'equazione per la conservazione della quantità di moto, nelle componenti orizzontali, includendo un addendo che descriva le forze d'attrito. Il modello, semplificato, viene ora descritto. Vanno in un primo tempo definite delle ipotesi di base.

Ipotesi per la modifica del modello geostrofico alla superficie:

a) Il vettore (il campo dei vettori) dato dal modello geostrofico è già una buona descrizione della realtà. Errori comparati saranno piccole sia in modulo che in direzione.

b) Gli attriti dell'aria con la superficie planetaria sono proporzionali alla velocità dell'aria, in modulo, e di verso opposto a quello del moto dell'aria, ma con stessa direzione.

Considerando quindi l'equazione del bilancio geostrofico

$$0 = -k_f \times \bar{v} - \frac{1}{\rho} \bar{\nabla}_H p$$

che dà come soluzione il vento geostrofico

$$\bar{v}_g = \frac{k_f}{f\rho} \times \bar{\nabla}_H p$$

Si aggiunge il termine dovuto all'attrito, che sarà un'accelerazione:

$$0 = -k_f \times \bar{v} - \frac{1}{\rho} \bar{\nabla}_H p - \alpha \bar{v}$$

← rappresenta l'attrito

α è una costante che è positiva ($\alpha > 0$) e che rappresenta quanto sono importanti gli attriti

$\alpha = 0 \Rightarrow$ non ci sono attriti e ritroviamo l'equazione per il moto geostrofico

$\alpha > 0$ esistono attriti (α dipende dal tipo di superficie su cui scorre lo strato più basso dell'atmosfera)

Osserviamo che la soluzione del modello geostrofico ci permette di esprimere il gradiente di pressione in funzione di \bar{v}_g

$$f \bar{k} \times \bar{v}_g = f \bar{k} \times \left(\frac{\bar{k}}{f \rho} \times \bar{\nabla}_H p \right) = - \frac{1}{\rho} \bar{\nabla}_H p$$

che può essere usata nelle equazioni per la quantità di moto

$$0 = -\bar{k} f \times \bar{v} + f \bar{k} \times \bar{v}_g - \alpha \bar{v}$$

Dalla ipotesi a) possiamo considerare che $\alpha \bar{v} \approx \alpha \bar{v}_g$
 Pertanto sostituendo tale approssimazione nell'equazione

$$0 = -\bar{k} f \times \bar{v} + f \bar{k} \times \bar{v}_g - \alpha \bar{v}_g$$

e moltiplicando l'intera equazione per $\frac{\bar{k}}{f}$ si ha

$$\frac{\bar{k}}{f} \times [0 = -\bar{k} f \times \bar{v} + f \bar{k} \times \bar{v}_g - \alpha \bar{v}_g]$$

si ottiene l'espressione di \bar{v} in funzione di \bar{v}_g e α

$$0 = \bar{v} - \bar{v}_g - \frac{\alpha}{f} \bar{k} \times \bar{v}_g$$

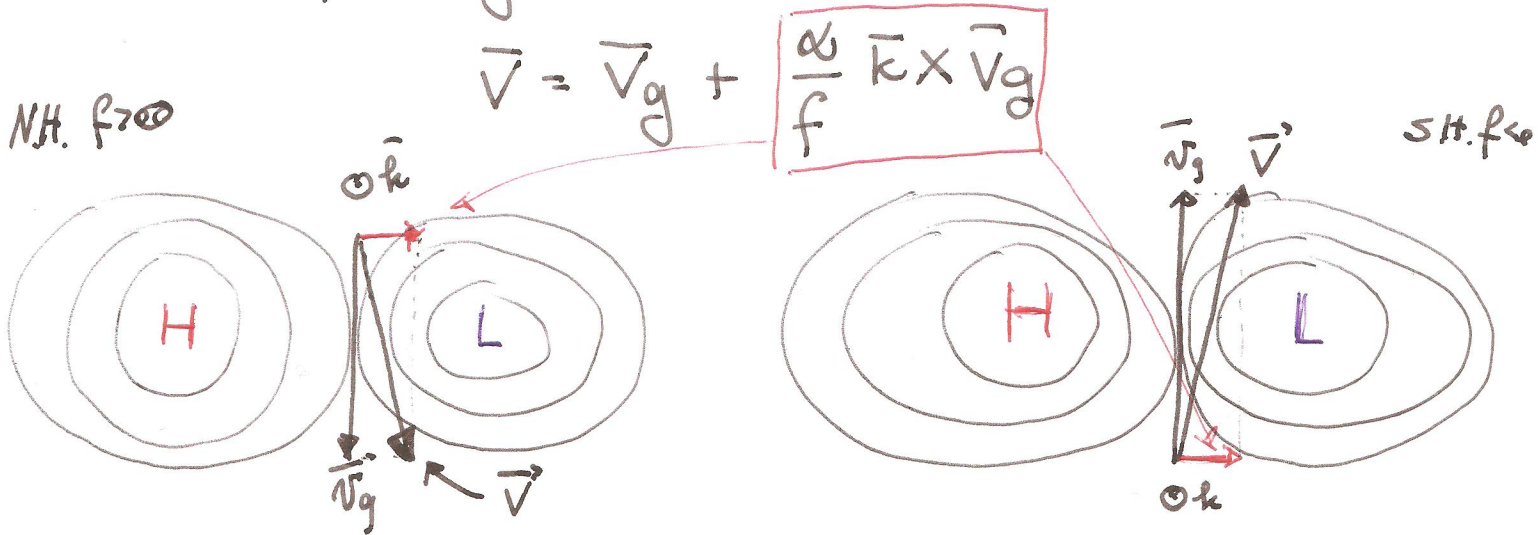
Da cui
$$\bar{v} = \bar{v}_g + \frac{\alpha}{f} \bar{k} \times \bar{v}_g$$

Si ricordi che per ipotesi a) α è un modulo un valore piccolo; dalla soluzione trovata deriva essere

$$|\alpha| \ll |f|$$

Inoltre la componente apparente di vento geostrofico è sempre ortogonale alle isobre.

Osserviamo come accade nei due emisferi, essendo la componente dipendente da f . Si ricordi che $\alpha > 0$



Il modello di vento al volo è aderente al comportamento osservato, con la direzione del vento, rispetto alla previsione del modello geostrofico, verso le aree di basse pressioni.

Esiste un'incognita con il modulo di \vec{V} , in quanto il modello dovrebbe indicare una diminuzione del vento soggetto agli attriti, mentre le somme vettoriali $\vec{V}_g + \frac{\alpha}{f} \bar{k} \times \vec{V}_g$ dare un altro del modulo, anche se ~~non~~ piccolo in virtù di $|\frac{\alpha}{f}| \ll 1$

Quindi la componente apparente soddisfa solo parzialmente la richiesta di rimozione delle discrepanze esistenti tra il modello geostrofico e la realtà del campo delle velocità misurate in superficie.