

ALCUNE CARATTERISTICHE DEL FRONTE DEL VENTO DURANTE LE TEMPESTE DI SABBIA IN EGITTO

M. G. EL-FANDY

In questo lavoro si studiano le registrazioni di un anemometro di Dines relative alla direzione ed alla velocità del vento durante di « haboobs » ⁽¹⁾ che sorgono nella regione di Kbartoum e le tempeste di sabbia che colpiscono le regioni di Heliopoli e di Almaza (distretto del Cairo).

Da tale studio si ricava che l'intensità della tempesta, in particolare la mancanza di visibilità, dipende non solo dall'aumento della velocità orizzontale del vento ma anche dall'intervallo di tempo che

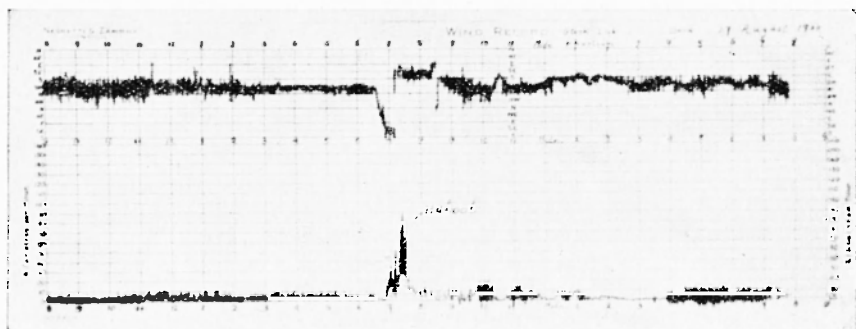


Fig. 1
Registrazione del vento a Kartoum (Stack Lab.) 17 agosto 1935

intercorre tra due massimi successivi: infatti in ogni località a più lungo periodo corrisponde tempesta più intensa.

Per un colpo di vento singolo la cui durata sia apprezzabile, circa 15 minuti (è il caso normale con haboobs non stabili) (fig. 1), la visibilità diminuisce rapidamente mentre si innalza una larga nube di polvere. Invece, quando sotto un gradiente di pressione crescente la velocità del vento aumenta gradatamente fino ad un valore critico, si sollevano contemporaneamente nubi di sabbia e di polvere. Ap-

(1) E' il nome arabo delle tempeste di sabbia del Sudan.

pena la velocità supera tale limite, mentre si sussegue una serie di piccoli colpi di vento di breve periodo la visibilità diminuisce notevolmente ma la tempesta che si è sviluppata in questo modo è generalmente meno intensa e non si estende verticalmente ad altezze tanto pronunciate quanto quelle raggiunte nel caso di tempeste a tipo instabile.

La fig. 1 è la riproduzione di una registrazione all'anemografo di Dines eseguita a Khartoum durante un haboobs ed è chiaramente visibile la registrazione e l'andamento del colpo di vento. La fig. 2 è la riproduzione di una registrazione durante una tempesta sul Cairo ed il graduale aumento della velocità media è altrettanto chiaramente visibile.

È naturale mettere in relazione l'intensità della componente verticale del vento con l'intensità della tempesta ossia con la densità e l'estensione verticale della polvere sospesa.

Supponiamo che la polvere sia trasportata nell'aria, dopo essere

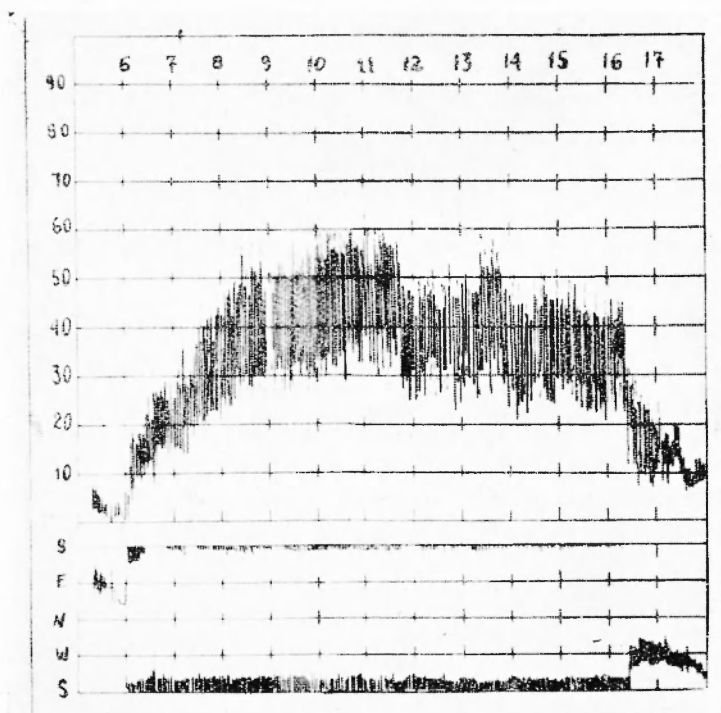


Fig. 2

Registrazione del vento al Cairo del 14 marzo 1941. Tempesta di sabbia dalle 0810 alle 1530 (G.M.T.).

stata soffiata dal suolo, con un processo simile a una corrente verticale. Indichiamo con n , espresso in secondi, il periodo di una singola onda della curva del vento e supponiamo, che questa possa rappresentarsi mediante una senoide (fig. 3). Si misuri il tempo a partire dal punto O così che il tempo nel punto O è uguale a zero; l'intervallo di tempo tra A e C sarà uguale ad n sec.

Il tempo relativo al punto A sarà allora $-n/4$ e quello relativo al punto B sarà $+n/4$ sec. Sia u la velocità media orizzontale, u' lo scarto da u al tempo t e \bar{u}' lo scarto massimo medio da u durante ogni intervallo di tempo, periodo, cosicché \bar{u}' rappresenta la media dei massimi relativi ai colpi di vento; w , w' , \bar{w}' rappresentano i corrispondenti valori per la componente verticale.

È noto che quando c'è un colpo di vento si ha un notevole aumento della velocità del vento sia in direzione orizzontale che in direzione verticale negli strati d'aria in prossimità del suolo.

Da A a B la velocità orizzontale del vento aumenta da $(u - \bar{u}')$ a $(u + \bar{u}')$ e la particella di sabbia che è trasportata per tutto questo tempo dall'aria si solleva a spese dell'energia cinetica totale. In altre parole l'aumento dell'energia cinetica di una particella di massa m dal tempo t al tempo $t + dt$, aumento che è uguale a

$$\frac{1}{2} m d \left\{ (u + u')^2 + (w + w')^2 \right\}$$

sarà speso per far salire la particella di una certa altezza $w' dt$

$$\text{cosicché} \quad m g w' dt = \frac{1}{2} m d \left\{ (u + u')^2 + (w + w')^2 \right\}$$

da cui

$$w' = \frac{1}{2g} \frac{d}{dt} \left\{ (u + u')^2 + (w + w')^2 \right\} \quad [1]$$

Il valore medio di w' nell'intervallo $-n/4$, $+n/4$ è

$$\frac{1}{n} \int_{-\frac{n}{4}}^{+\frac{n}{4}} w' dt = \frac{1}{n g} \int_{-\frac{n}{4}}^{+\frac{n}{4}} d \left\{ (u + u')^2 + (w + w')^2 \right\}$$

Nella regione in cui la sabbia si innalza di circa 7000 piedi (circa 2300 m) dovrà esistere un valore medio di w' ; questo valore medio sia rappresentato da Q nell'intervallo considerato, cosicché

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{gn} \left\{ u^2 + 2uu' + u'^2 + w^2 + 2ww' + w'^2 \right\}^{\frac{n}{4}} \\
 &= \frac{1}{gn} \left\{ 4uu' + 4ww' \right\} \\
 &= \frac{4}{gn} \left\{ uu' + ww' \right\} \quad [2]
 \end{aligned}$$

in cui si è trascurato l'attrito e la viscosità quando si è scritta l'equazione della conservazione dell'energia. Quando si presenta un solo colpo di vento la tempesta raggiunge un massimo nei primi $n/2$ secondi mentre avvengono notevoli spostamenti di masse d'aria in direzione verticale e la sua intensità dalla velocità dipende dalla velocità verticale w .

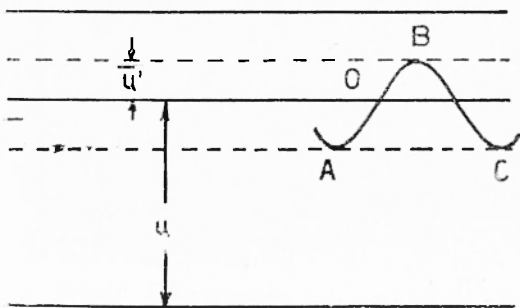


Fig. 3

Dall'equazione [2] si ottiene

$$w = Q \frac{gn}{4w'} - \frac{uu'}{w'} \quad [3]$$

la quale mostra che a pari valori di n , u' , ecc. si devono prevedere con grandi valori di u , grandi velocità verticali.

La seconda caratteristica è la effettiva fluttuazione nella media delle velocità e della visibilità durante le tempeste di sabbia. Tali fluttuazioni sono chiaramente visibili nelle registrazioni, una delle quali (Heliopolis 16 gennaio 1940) è riprodotta nella figura 4: questa mostra tre onde successive nell'intervallo di tempo tra le 0900 e le 2200 (tempo locale).

Un altro tipo di onda è mostrato in figura 5, ricavata dalla registrazione dell'anemometro di Dines di Almaza, distretto del Cairo, durante la tempesta di sabbia del 16 e 17 gennaio 1942. La linea KLMNW rappresenta la velocità media in chilometri all'ora e sono chiaramente visibili le due onde KLMNOP e PQRSTUV le quali hanno lo stesso andamento. Il diario giornaliero che si conserva

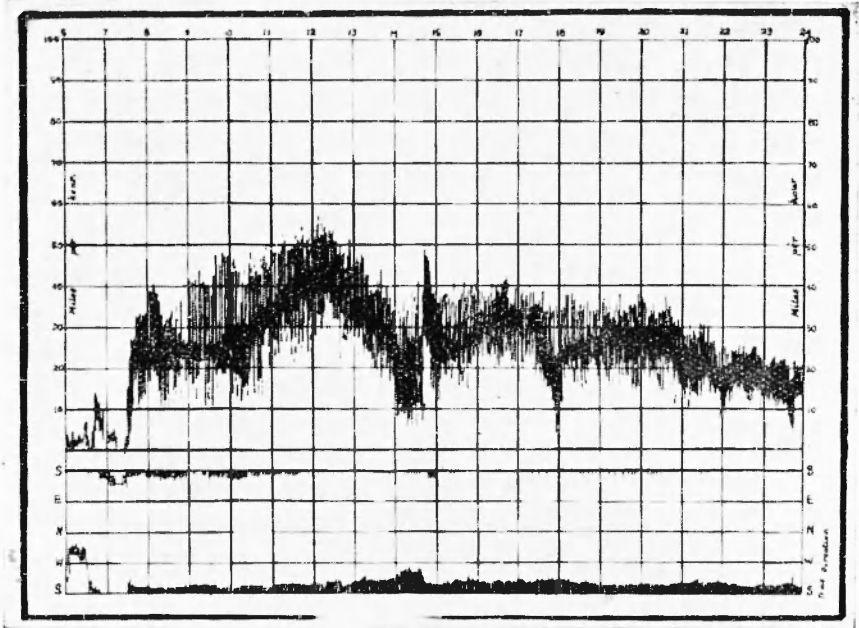


Fig. 4
Registrazione dell'anemometro di Dina (Heliopolis 16 gennaio 1910)

ad Almaza descrive le due tempeste di sabbia che si sono manifestate nell'intervallo di tempo in cui la velocità del vento aumenta.

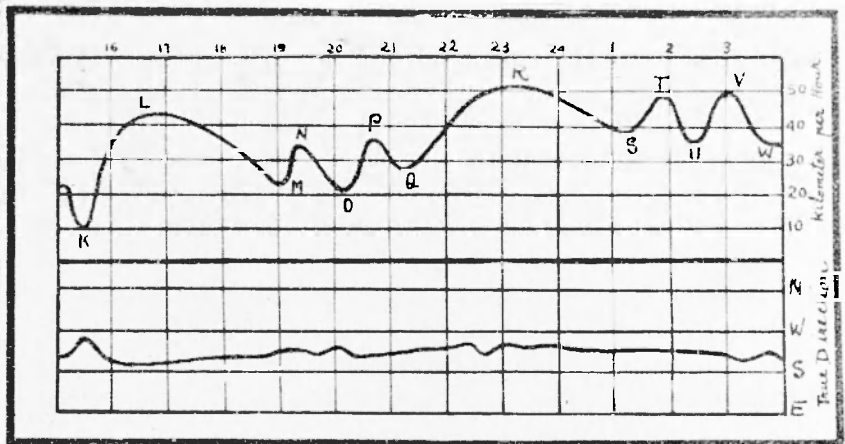


Fig. 5
Registrazione della velocità media e della direzione del vento ad Almaza nei giorni 16 e 17 gennaio 1912

Questa analisi ha un grande valore pratico nel deserto africano poiché è possibile prevedere con un certo anticipo l'andamento della curva della velocità media e quando un terzo, o poco più, della curva è stato registrato e raccordato è possibile determinare l'ora in cui la tempesta avrà fine seguendo il grafico della registrazione dell'intensità del vento. Tempeste di questo tipo sono frequenti in vicinanza della costa del Nord Africa in primavera ed in inverno e la previsione dell'ora in cui una tempesta ha fine è di particolare interesse sia per l'aviazione che per il pubblico.

*Alexandria, Physics Department, Faculty of Science,
Farouk I^o University, September 1948.*

RIASSUNTO

Nella presente nota vengono studiate ed analizzate due caratteristiche che presenta l'andamento della velocità del vento durante le tempeste di sabbia dell'Africa del Nord. La prima è che la scarsa visibilità dovuta alla notevole quantità di sabbia e di polvere sollevate si ha quando compare nella registrazione un caratteristico picco corrispondente al "colpo di vento", in cui ambedue le componenti, orizzontale e verticale della velocità del vento raggiungono un massimo per circa dieci minuti. I colpi di vento sono associati col fronte freddo o con dense nuvole tempestose. Le tempeste di sabbia non possono svilupparsi finché una velocità limite non sia raggiunta. Di tal fatto viene data una spiegazione teorica.

La seconda caratteristica osservata è la periodicità di tipo ondulatorio dell'andamento della velocità del vento raggiunta durante le tempeste di sabbia. I grafici ottenuti possono generalmente essere confrontati con un'onda di periodo misurabile ed in tal modo si può predire la fine della tempesta.