

Misure radiometriche da aereo della temperatura superficiale del mare

da

M. COLACINO e F.M. VIVONA

Istituto di Fisica dell'Atmosfera, C.N.R., Roma (Italia)

1. Introduzione

Nei mesi di febbraio e settembre 1969 sono state eseguite alcune misure della temperatura superficiale del mare, mediante un radiometro all'infrarosso (Barnes PRT-5) installato a bordo di un aereo DC-3.

Lo strumento, le caratteristiche di funzionamento e le possibilità di impiego per questo tipo di misure sono descritte altrove [1]; questa nota si limita a presentare il metodo adottato per l'esecuzione dei rilievi, i dati raccolti e i risultati ottenuti.

2. Descrizione dei rilievi

Le misure radiometriche sono state effettuate nel Mar Ligure nell'ambito di una più vasta campagna di ricerca, tendente a studiare il fenomeno della formazione delle acque di fondo nel mare anzidetto.

Le misure radiometriche avevano, quindi, lo scopo di raccogliere, con singoli voli, dati a scala sinottica per costruire le mappe termiche superficiali in modo da seguire la evoluzione del campo termico di superficie nella zona esaminata, individuare le eventuali aree « fredde » o « calde » e orientare, in conseguenza, il lavoro delle navi impegnate nelle ricerche.

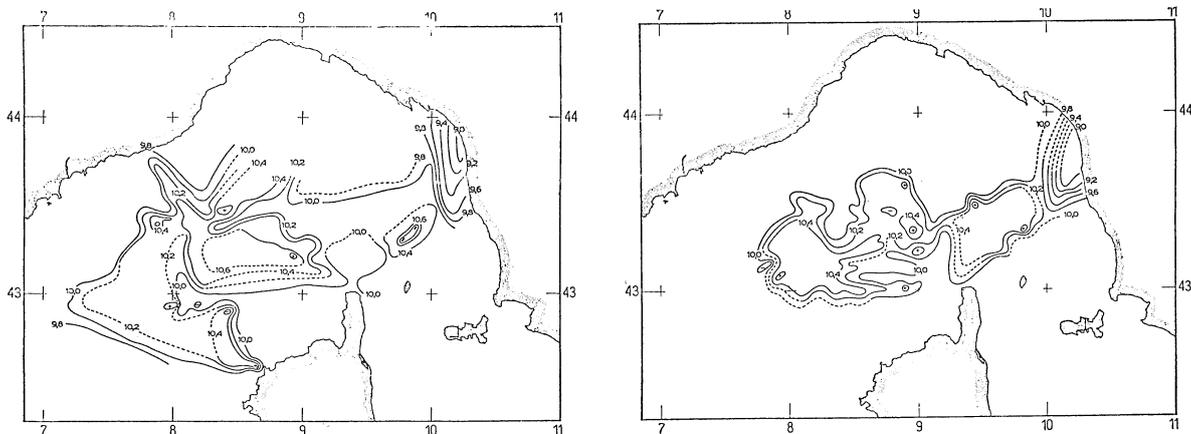


FIG. 1. — Isotherme superficiali nel Mar Ligure dedotte dai dati radiometrici rilevati nel volo del 25.2.69.

FIG. 2. — Isotherme superficiali nel Mar Ligure dedotte dai dati radiometrici rilevati nel volo del 27.2.69.

La costruzione di carte termiche superficiali, con dati raccolti da aereo, richiede la conoscenza più esatta possibile della posizione dell'aereo durante il volo, in modo da poter associare con precisione al dato radiometrico la posizione geografica della corrispondente sorgente emittente.

Per questo scopo, mancando sul mare i riferimenti per il volo a vista, l'aereo era stato attrezzato, (da parte del Laboratorio Oceanoboe del C.N.R. che collaborava alle ricerche), con un apparato di navigazione Omega (Tracor).

Questo sistema funziona eseguendo le misure delle differenze di fase tra segnali di uguale frequenza emessi da tre stazioni diverse. Le stazioni utilizzate per le misure nella zona del Mar Ligure sono a Trinidad, in Norvegia e a New-York. I segnali raccolti da una antenna h.f. (10,2 kc/s) dell'aereo, vengono elaborati in modo da dare, in uscita, tre serie di valori. Questi vanno riportati sulle carte di navigazione « Omega », sulle quali, oltre al reticolo geografico, è riportato un reticolo costituito da tre famiglie di curve iperboliche di ugual differenza di fase. In questo modo è possibile ricostruire la rotta con estrema semplicità e l'errore commesso nella determinazione della posizione è $\pm 0,5$ m.n.

La installazione di questo apparato a bordo dell'aereo non ha richiesto particolari accordimenti: più complessa è risultata invece la installazione del radiometro, che è stato montato in modo da eseguire le misure lungo la verticale.

Le misure sono state effettuate seguendo con l'aereo percorsi lungo la linea Omega in modo da semplificare l'elaborazione dei dati di rotta. La quota di volo è stata sempre a 300 m (1000 ft).

Le misure sono state eseguite ogni 60" sincronizzando quelle Omega con quelle radiometriche, e si è pertanto ottenuto un numero sufficientemente elevato di dati, atto a realizzare le mappe termiche di cui si è detto allo inizio.

3. Analisi e discussione dei risultati

Nelle Figg. 1, 2 sono riportate le mappe termiche relative alle misure eseguite in febbraio, mentre nelle figg. 3, 4 sono riportate quelle relative al mese di settembre.

Da tali figure appare chiaramente l'andamento della temperatura di superficie: sono, inoltre, ben visibili le diverse zone « calde » e « fredde ». Questa dizione non deve, però, far pensare a forti sbalzi di temperatura: la escursione registrata nei due voli eseguiti in febbraio è 1,6° C, con temperatura minima 9,4° C e massima 11,0° C.

In settembre si è avuta una escursione analoga, con i valori della temperatura compresi tra 20,8° C e 22,4° C.

Se qualitativamente gli andamenti di temperatura sono molto nitidi, quantitativamente sussistono delle differenze tra i valori delle temperature ottenuti col radiometro e quelli misurati « in loco » dalle navi.

Nelle misure radiometriche da aereo, oltre all'errore (di cui si parla altrove [1,2,3]) dovuto al fatto che l'emissività dell'acqua è minore di 1, un altro errore deriva dalla presenza dello strato atmosferico interposto tra sorgente e sensore.

Lo strumento, infatti, lavora nell'intervallo spettrale 8-13 μ che corrisponde ad una finestra atmosferica, tuttavia l'atmosfera emette nella finestra sia per la sovrapposizione delle bande di vapor d'acqua e anidride carbonica, sia per la presenza di aerosols e di inquinanti di vario genere, sia, infine, per la presenza di foschie, nebbie e particelle di vapore condensato. Detta emissione, che risulta trascurabile per piccoli spessori atmosferici, diviene invece sensibile allorché la distanza tra sorgente e rivelatore supera i 150 metri.

La correzione per questo tipo di errore si può eseguire secondo un metodo proposto da SAUNDERS. [3] che consiste nell'effettuare le misure col radiometro lungo la verticale e con un angolo di inclinazione di 60°, o utilizzando un nomogramma di correzione dovuto a LORENZ [2], in base alla considerazione che, per alcune quote, la emissione atmosferica dipende solo dalla temperatura dell'aria ed è, invece, indipendente dall'umidità.

I dati di ingresso nel nomogramma realizzato con riferimento ad una « atmosfera tipo » avente un contenuto di umidità relativa del 60 % e un gradiente termico verticale di 0,6° C/100 m, sono la temperatura dell'aria e la temperatura radiometrica.

Mentre nelle misure eseguite nel mese di febbraio non è stato possibile, per deficienza strumentale, eseguire la correzione predetta, durante i voli eseguiti nel mese di settembre è stata anche registrata la temperatura dell'aria. I dati sono stati corretti mediante il predetto nomogramma di Lorenz e si è trovato un buon accordo tra i valori radiometrici ottenuti da aereo e quelli registrati a bordo delle navi, che, contemporaneamente, eseguivano misure di temperatura superficiale del mare nella stessa zona.

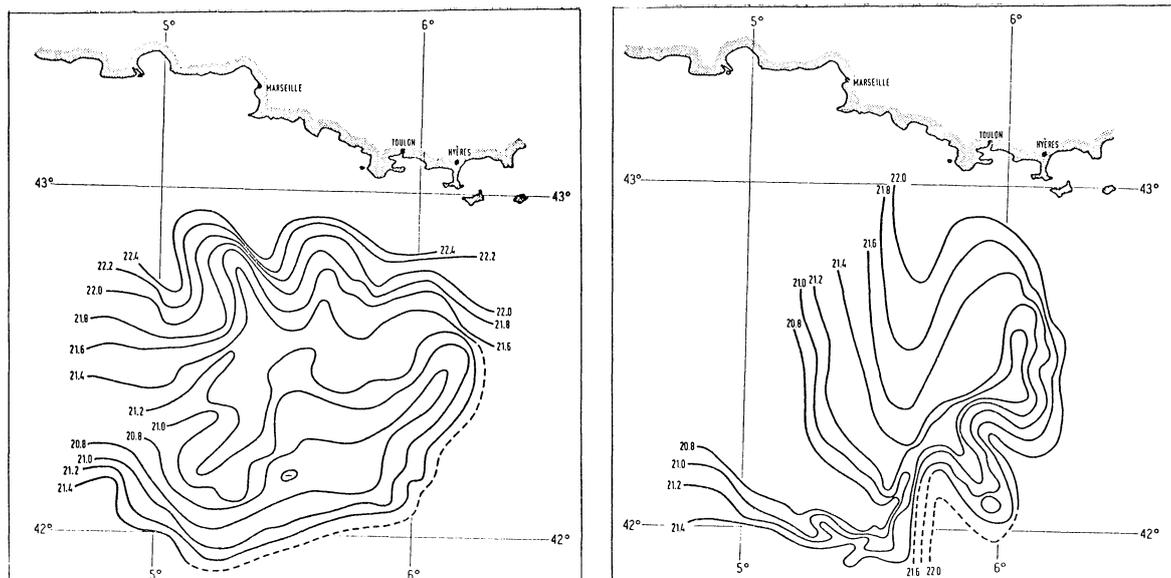


FIG. 3. — Isotherme superficiali del Mar Provenzale dedotte da misure radiometriche eseguite da aereo (24 settembre 1969).
 FIG. 4. — Isotherme superficiali del Mar Provenzale dedotte da misure radiometriche eseguite da aereo (26 settembre 1969).

4. Conclusioni

Da questa breve nota e dai risultati delle misure eseguite emerge in modo chiaro che il metodo di raccolta dei dati di temperatura superficiale a scala sinottica, a mezzo di un radiometro installato su un aereo, risulta molto utile in quanto, consente di avere una rappresentazione dell'andamento del campo termico superficiale valida, non solo qualitativamente, ma anche quantitativamente.

Tali apparati, data la loro estrema sensibilità — essi sono, infatti, in grado di rilevare variazioni di temperatura dell'ordine di $0,1^{\circ}\text{C}$ — risultano idonei per numerosi altri studi e ricerche concernenti la oceanografia, con particolare riguardo sia ai fenomeni che si manifestano nello strato di separazione tra oceano e atmosfera (scambio termico, flussi di calore emessi, evaporazione), sia a quelli nei quali la temperatura superficiale del mare può essere opportunamente usata come tracciante.

I radiometri risultano, pertanto, idonei anche per studi relativi alle correnti e alla circolazione marina, alla diffusione e all'inquinamento termico delle acque.

Bibliografia

- [1] COLACINO (M.), 1969. — Misura della temperatura superficiale del Mar Ligure mediante radiometro infrarosso. *Pubbl. IFA-SR*, **25**.
- [2] LORENZ (D.), 1969. — Der Einfluss einer Luftzwischen-schicht auf meteorologische Oberflächen-temperaturemessungen mit Radiometern, *Tellus*, **21**, 1, pp. 76-88.
- [3] SAUNDERS (P.M.), 1967. — Aerial Measurement of Sea Surface Temperature in the Infrared. *J. geophys. Res.* **72**, 16, pp. 4109.

