

ALFREDO CAROLLO

ASPETTI METODOLOGICI DELLA CARTOGRAFIA CLIMATICA

La superficie del nostro pianeta è soggetta ad una serie di processi fisici e biologici nello sviluppo dei quali una funzione fondamentale è svolta dall'aria, per cui lo studio degli ambienti terrestri ed acquatici presuppone un complesso di conoscenze sulle caratteristiche atmosferiche, sintetizzabile attraverso le indagini delle condizioni climatiche.

E' stato osservato come la climatologia sia stata interessata ad aree molto estese, di cui si è cercato di rappresentare a grandi linee le caratteristiche dell'atmosfera (1). A tale proposito uno sforzo particolare è stato compiuto per la messa a punto delle classificazioni e delle distribuzioni dei climi.

Per converso, sovente sono state condotte ricerche su climi locali, intendendo come tali le caratteristiche di un piccolo intorno spaziale di una stazione, le cui rilevazioni sono state elaborate ed i risultati tabulati e graficizzati (2). Le conoscenze del clima locale, che fa riferimento ad aree di pochi chilometri quadrati, sono appoggiate, come si è detto, ad una stazione che, confrontata con quelle vicine, pur nelle differenze con queste ultime, pone in evidenza un parallelismo di comportamento. Se poi in un piccolo intorno spaziale le condizioni sono sostanzial-

(1) E. ROSINI, M. MENENTI e V. TREVISAN, *Concetti e metodi di mesoclimatologia per un contributo alla scienza ambientale*, in « Informatore Bot. Ital. », Firenze, 1974, pp. 163-170.

(2) E. ROSINI, M. MENENTI e V. TREVISAN, op. cit.

mente differenti dall'ambiente circostante o da quelle che si dovrebbero avere con determinate situazioni meteorologiche, si ha a che fare con i microclimi.

La presa di coscienza in tempi recenti dell'esistenza di determinati interessi collettivi, sociali ed economici, o più ampiamente ambientali, nel senso più generale del termine, ha portato enti quali le comunità montane, i comprensori, le province, le regioni e le agenzie di bacino (per ora operanti soltanto all'estero) a prendere in considerazione una gestione adeguata del territorio, la cui programmazione esige una serie di conoscenze riguardanti anche gli aspetti fisici. Nell'ambito di queste aree, estese, in genere, da centinaia a migliaia di chilometri quadrati, la climatologia deve trovare una collocazione adeguata sia per lo studio dei fenomeni atmosferici in se stessi, sia, in un momento successivo, per le finalizzazioni consistenti nel portare contributi di conoscenze alla risoluzione di molteplici problemi concreti, legati ad esempio alle risorse idriche, alla protezione del suolo, al turismo, al miglioramento della produzione agricola, alla viabilità, all'energetica, ecc.

Le distribuzioni areali delle caratteristiche atmosferiche sono maggiormente evidenziabili e motivabili se gli aspetti degli elementi climatici sono collocati nello spazio geografico e quindi oggetto di rappresentazioni in mappe. La cartografia, infatti, costituisce un eccellente mezzo per sintetizzare e rendere rapidamente percepibile una molteplicità di dati, legandoli indissolubilmente al territorio, rappresentato nei suoi principali aspetti fisici. Inoltre, esprimendo le risultanze delle ricerche in forma cartografica, viene facilitato il confronto con elementi emergenti da indagini afferenti ad altre discipline che, operando sul territorio, fanno largo uso della mappazione.

Il precursore della cartografia climatica è stato Alexander von Humboldt che nel 1817 disegnò una carta con isoterme dell'emisfero settentrionale, costruita sulla base dei dati di 58 stazioni (3).

(3) G. A. MCKAY e M. G. THOMAS, *Mapping of climatological elements*, in «Canadian Cartographer», Toronto, 1971, n. 1, pp. 27-40.

Questo filone di ricerca è andato man mano sviluppandosi con l'ampliarsi delle conoscenze dei fenomeni atmosferici. Il prodotto finale delle indagini era costituito in genere da mappe a piccola scala, riferite ad aree di grande estensione, dall'intero pianeta agli emisferi, ai continenti, ai territori nazionali. Queste carte rientravano sovente in atlanti, più spesso politematici, ma talora specifici sul clima. L'obiettivo di queste pubblicazioni è quello di fornire un quadro generale dei fenomeni atmosferici; hanno quindi tali opere uno scopo eminentemente orientativo, di cultura generale e spesso didattico.

Solo in tempi recenti si è avuto uno sviluppo di questa cartografia tematica su scale più grandi, in modo da poter contemplare un più approfondito e dettagliato studio degli aspetti atmosferici ed al tempo stesso creare la possibilità di usare le mappe come un vero e proprio strumento di lavoro da cui estrarre, con un buon livello di precisione, dati quantitativi e su cui poter effettuare valutazioni areali attendibili di molteplici caratteristiche degli elementi climatici.

Prima di procedere ad un'analisi e discussione dei vari aspetti di questa cartografia è necessario prendere in esame il complesso e lungo lavoro che sta a monte dell'esecuzione delle mappe.

Reperimento, controllo ed elaborazione dei dati. — Le rilevazioni dei parametri fisici dell'atmosfera costituiscono in genere il compito di enti nazionali che in Italia sono rappresentati dal Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, dal Servizio Meteorologico del Ministero della Difesa-Aeronautica e dall'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria del Ministero dell'Agricoltura e Foreste.

Occorre segnalare che altre fonti possono essere costituite da osservatori locali e da modeste reti di strumenti di misura, queste ultime però operanti in genere per periodi abbastanza brevi perché installate non per la costituzione di un servizio vero e proprio, ma per indagini teoriche e pratiche al compimento delle quali sono cessate le osservazioni.

Eseguito l'inventario delle stazioni operanti o che hanno

operato sul territorio in studio, si procede alla raccolta dei dati originali e all'immissione degli stessi nel calcolatore.

Un primo problema che si pone è costituito dall'affidabilità e dall'omogeneità dei dati. Occorre segnalare che molteplici possono essere le fonti di errore: inesattezza del curatore della stazione, staratura e cambiamento di posizione dello strumento, mutamento di apparecchiature con altre di diversa prestazione, erroneo spoglio delle registrazioni. Poiché un'esauriente ricerca climatica, data la cospicua variabilità temporale dei fenomeni atmosferici, richiede lunghi periodi di osservazione, difficile risulta ricostruire la « storia » di una stazione e quindi il controllo degli avvenimenti che hanno influito sugli inconvenienti manifestatisi nelle rilevazioni.

Per tali ragioni i sistemi di verifica dei dati pregressi avvengono, in genere, con metodi indiretti, che sono basati essenzialmente sul confronto tra stazioni vicine. Questa operazione, che in parte è legata alla sensibilità e all'esperienza dell'operatore scientifico, si avvale dell'impiego di *tests* statistici, quali i coefficienti di correlazione tra stazioni prossime (4), il metodo della doppia cumulata dei valori effettivi dell'elemento climatico (5) o degli scostamenti degli stessi dalla media (6), ecc.

Effettuato il controllo, le correzioni e le interpolazioni dei dati mancanti (quando questi ultimi siano però in numero esiguo), è opportuno procedere alla rappresentazione di un quadro globale della consistenza delle osservazioni, costruendo un diagramma dove, accanto al nome delle stazioni, siano riportate la collocazione temporale e le lunghezze dei periodi di rilevazione.

La scelta dell'intervallo di tempo di riferimento comune alle differenti località di misura deve contemperare due esigenze, quella di avere una lunghezza adeguata in relazione alla variabilità temporale dell'elemento climatico e quella di contemplare

(4) M. ROCHE, *Hydrologie de surface*, Parigi, 1963.

(5) R. K. LINSLEY, M. A. KOHLER e J. L. H. PAULHUS, *Hydrology for Engineers*, Londra, 1975.

(6) S. TOMASINO, *Il metodo degli scarti cumulati per la verifica dell'omogeneità di dati idrometeorologici*, Roma, 1972.

un congruo numero di stazioni, rappresentativo dell'area in studio, in connessione con la fluttuazione spaziale del fenomeno atmosferico.

Differenti segnalazioni sono state fornite sulla lunghezza dei periodi di osservazioni, anche se per alcuni elementi climatici, come ad esempio per le precipitazioni, vi è una certa convergenza verso le indicazioni fornite dalla World Meteorological Organization (7). Vi è però da osservare che in una nota pubblicata da questo stesso organismo internazionale viene segnalato il problema della relazione tra l'entità dell'intervallo di tempo e gli obiettivi della ricerca (8). Infine alcuni studiosi, come ad esempio il Landsberg (9), distinguono i periodi di osservazione in funzione della situazione geografica e climatica dell'area in studio.

Forse una soluzione potrebbe essere costituita dal sottoporre le serie di dati più lunghe e significative della regione in esame ad un'elaborazione consistente nel mettere in rapporto alcuni parametri statistici (riferiti alla media ed alla variabilità) dell'intero periodo con quelli di intervalli di tempo crescenti, ed analizzare quale sia il numero minimo di anni oltre il quale tali indici assumono un'oscillazione trascurabile (10).

Anche per la densità della rete di misura vengono fornite indicazioni di massima, differenziate a seconda della morfologia del territorio (11).

Dopo aver proceduto alla selezione delle stazioni di base, con periodi pari o superiori a quello scelto, si pone il problema dell'utilizzazione o meno delle rimanenti località di misura. L'esclusione di queste ultime comporta la perdita di una quantità di informazioni non indifferente. La soluzione migliore è di

(7) W. M. O., *Guide to hydrometeorological practices*, Ginevra, 1965.

(8) P. JAGANNATHAN e altri, *A note on climatological normals*, Ginevra, 1967.

(9) Cfr. G. A. MCKAY e M. K. THOMAS, op. cit.

(10) A. CAROLLO, *Redazione di carte idroclimatiche per la gestione del territorio*, in « Atti Conv. Naz. A.Ge.I. "Cartografia tematica regionale" », Catania, 1979 », pp. 131-151.

(11) W. M. O., op. cit.

utilizzare i loro dati, avendo come appoggio quelli delle stazioni base, per la stima di valori medi riferiti al periodo scelto per la costruzione delle mappe. Nella considerazione di valori singoli, legati a situazioni particolari, può accadere che la data di questi eventi interessi anche alcune stazioni a breve periodo, così che i dati di queste ultime possono essere utilizzati.

La varietà di elaborazioni è ampia poiché molteplici possono essere gli obiettivi delle ricerche. Si ritiene comunque opportuno sottolineare che le informazioni delle serie temporali di dati climatologici debbono essere sintetizzate in modo esauriente, non prendendo in considerazione quindi soltanto le medie, ma evidenziando per lo meno le variabilità usuali ed eccezionali.

Carta base. — Terminate le elaborazioni ed ottenuti i risultati, si tratta ora di passare alla cartografia. Essa contempla due momenti: il primo riguarda la scelta della mappa di base, il secondo la sovrapposizione a quest'ultima della raffigurazione della componente tematica.

Gli esemplari dell'Istituto Geografico Militare o di altri enti contengono molti elementi; per non appesantire il prodotto finale è opportuno alleggerire queste mappe di tutti quei dati che non sono strettamente necessari ai fini della rappresentazione tematica.

Occorre in altri termini prendere in considerazione quelle caratteristiche che possono condizionare e motivare la distribuzione spaziale degli elementi climatici. In particolare, qualora l'elaborato finale non abbia scopi del tutto peculiari, ci si dovrebbe limitare nella carta di base alla raffigurazione dell'orografia e dell'idrografia, magari semplificando ulteriormente la prima, in modo da concedere ulteriore « spazio » alla componente tematica.

La grafia del rilievo e dei corpi idrici deve avere un'intensità di tinta poco accentuata; la nomenclatura e la simbologia devono essere nettamente distinguibili, sia per la tipologia del carattere che per le dimensioni, da quelle riferentisi alla parte tematica. In altri termini, quanto rappresenta la componente di base deve essere raffigurato in maniera attenuata, ma che risulti pur sempre chiara e rapidamente percepibile al lettore.

Componente tematica della cartografia. — In prima istanza è opportuno rappresentare tutte le località di misura prese in considerazione nelle elaborazioni con il loro nome, a carattere di tipo e dimensione adeguati. Accanto al nome può essere utile usare una simbologgiatura che possa indicare, almeno in linea generale, la lunghezza del periodo di osservazione.

Ad esempio, in recenti esperienze di cartografia idroclimatica (12) si è inteso distinguere le stazioni di precipitazione in tre grandi categorie; la prima riferita alle stazioni cinquantennali, la seconda a periodi compresi tra quest'ultimo e quello trentennale, indicato dalla W.M.O. (13) come minimo per ottenere informazioni adeguate sulle precipitazioni, e la terza ad un arco di tempo inferiore a trent'anni. In tal modo la mappa può offrire all'eventuale fruitore l'indicazione della consistenza della rete ed al contempo orientarlo sull'entità dei dati a disposizione.

Ciascuna stazione di base è fornita di un numero che serve come riferimento nell'eventualità di costruzione di schizzi e diagrammi *a latere* della mappa. Può completare la conoscenza di base sul sistema di informazioni del territorio la rappresentazione in un diagramma di « servizio » della consistenza di anno in anno della rete, per ragguagliare il lettore sul grado di omogeneità nel tempo della stessa e raffigurare con una cumulata il numero di stazioni pari o superiore ad un determinato periodo di osservazioni.

Introducendo il problema della rappresentazione tematica vera e propria, possiamo distinguere nella cartografia tre momenti: espositivo, interpretativo e finalizzato.

Nel primo momento l'obiettivo è costituito dalla presentazione della massima quantità di informazioni in modo esauriente, ed al contempo sintetico e chiaro, di tutti quegli elementi che non saranno ripresi negli stadi successivi della cartografia.

Per i motivi suddetti non si ritiene opportuno ricorrere ad

(12) A. CAROLLO e altri, *Bacino idrografico del Lago Maggiore. Carta delle precipitazioni: potenzialità pluviometriche di dodici mesi*, Verbania Pallanza, 1981.

(13) W. M. O., op. cit.

una rappresentazione « continua » nello spazio geografico per non appesantire la carta, ma piuttosto ricorrere all'uso di diagrammi inseriti in prossimità delle località di rilevazione.

Nell'affrontare la caratterizzazione di un elemento climatico il problema di studio viene considerato su scale di tempi progressivamente decrescenti, dagli anni ai mesi, ai giorni o, in taluni casi, anche alle ore. Con tale successione si moltiplicano le informazioni, per cui in questa prima fase sarebbe più opportuno riprodurre sinteticamente in grafici quegli aspetti che si riferiscono a tempi brevi, scegliendo quegli elementi che sono ritenuti più caratterizzanti per il fenomeno in studio.

Ad esempio, la fase espositiva per la temperatura dell'aria potrebbe trovare una soluzione nella presentazione di un diagramma riportante, per i vari mesi, le medie generali, le medie delle massime e minime diurne e mensili ed i valori estremi del periodo di osservazione (14), così da ottenere il duplice risultato della segnalazione del dato nella situazione usuale ed eccezionale e inoltre l'individuazione immediata dell'escursione. In un diagramma accanto al precedente, quale segnalazione della variabilità interdiurna (15), potrebbero essere raffigurati il dato estremo e mediano della distribuzione dei valori assoluti della differenza di temperatura tra giorni successivi; questo, naturalmente, riferito sia alle massime che alle minime giornaliere, i dati di base più usualmente ottenibili dalle reti degli strumenti di misura della temperatura.

In questo momento cartografico, dato che la rappresentazione si riferisce a situazioni puntuali e in accordo all'obiettivo di fornire la massima quantità di informazione, è forse opportuno che i dati di ciascuna stazione siano considerati nella loro globalità, a prescindere dal periodo comune di osservazioni. L'accettazione di questa soluzione comporta però una maggiore difficoltà nei confronti spaziali tra stazioni, ma d'altra parte fornisce l'oc-

(14) C. BERTULETTI e A. CAROLLO, *Cartografia geologico ambientale del Bacino del F. Mera. Carta idroclimatica: potenzialità pluviometriche di dodici mesi*, Roma, 1979.

(15) Ch.-P. PÉGUY, *Précis de climatologie*, Parigi, II ediz., 1970.

casione di presentare dati che in parte non saranno poi presi in considerazione.

Il secondo momento cartografico è quello interpretativo, che vede il climatologo impegnato nella ricerca delle motivazioni della distribuzione spaziale degli elementi climatici. In questa fase delle indagini viene contemplata l'estrapolazione dei risultati delle località di misura all'intero territorio, attraverso la costruzione di isaritmie, il che presuppone la conoscenza dell'influenza di molteplici fattori: l'altitudine, l'esposizione, le differenti situazioni di fondovalle e di versante, la presenza di corpi idrici, ecc. In questa operazione di tracciamento delle isoplete si manifestano frequentemente alcune difficoltà legate alla configurazione della rete nel territorio, per una distribuzione non uniforme dei suoi strumenti e per la scarsità degli stessi a quote più elevate.

Occorre segnalare che recentemente sono stati messi a punto nuovi metodi matematici per l'interpolazione spaziale dei dati puntuali, quali la Trend surface analysis e la Krigeage analysis (16), ma queste tecniche sembrano che abbiano ancora necessità di verifiche prima di un loro impiego diffuso (17).

Nell'eventualità di dover rappresentare in modo continuo sul territorio i molteplici aspetti di uno stesso fenomeno vi è la ragionevole tendenza, anche per ragioni economiche, a radunarli in una stessa mappa. Si ricorre allora alla sovrapposizione di più elementi, sviluppando sistemi di isolinee e ricorrendo alle fasce colorate. Queste ultime, perché meglio evidenti, sono riservate alla rappresentazione dell'elemento più importante. Le isolinee, per essere chiaramente percepibili, devono possedere un colore intenso ed essere caratterizzate da un'equidistanza adeguata, legata all'ampiezza del *range* di valori trattati e alla necessità di una rappresentazione sufficientemente precisa, ed al contempo non devono essere in numero eccessivo per non appesantire il quadro d'insieme della mappa. Ad esempio, in recenti esperienze

(16) M. F. CICERI, B. MARCHAND e S. RIMBERT, *Introduction à l'analyse de l'espace*, Parigi, 1977.

(17) ÉQUIPE DE RECHERCHE N. 30 DU C.N.R.S., *Dix ans de carte climatologique de la France au 1:250.000*, nel vol. *Eaux et climats*, Grenoble, 1981, pp. 40-84.

di cartografia idroclimatica (18) gli elementi essenziali delle precipitazioni — media, variabilità usuale e valori estremi — sono stati rappresentati rispettivamente con fasce colorate, isolinee nere e isoplete blu (per i massimi) e rosse (per i minimi).

La scelta delle tinte per le fasce colorate è compresa tra il rosso, per i valori più modesti, ed il blu viola, per quelli più elevati. La situazione invece è usualmente invertita per la temperatura dell'aria. Occorre infine ricordare che la tinta deve essere particolarmente marcata per i valori più o meno cospicui, essendo questi ultimi interessati ad aree circoscritte e quindi dovendo risultare più evidenti.

Ulteriori elementi, ma d'interesse secondario, possono essere rappresentati con mappe a piccola scala e diagrammi *a latere* della carta principale.

In linea generale, per agevolare la chiarezza di lettura della mappa, può essere opportuno riservare il colore ai valori effettivi dell'elemento climatico e limitare al nero le rappresentazioni di frequenza e gli indici numerici riferiti agli stessi. Ad esempio, in una carta delle precipitazioni relativa a regimi ed eventi eccezionali del bacino del Lago Maggiore (19), in nero sono state rappresentate le isolinee del coefficiente di variazione tra i 12 valori medi mensili; lo stesso colore è stato considerato per la raffigurazione in diagramma tridimensionale della distribuzione nell'anno del mese iniziale dei casi critici (sia massimi che minimi da uno a dodici mesi consecutivi; in nero è pure il diagramma che segnala per alcune stazioni, e con riferimento al periodo di osservazioni 1921-1970, la distribuzione frequenziale (%) di ricorrenza di ciascun mese come massimo e minimo annuale.

Occorre sottolineare che in questa cartografia tematica si può procedere in due direzioni, l'una riguardante la rappresentazione di un solo e l'altra di molteplici elementi climatici, di cui un esempio recente è costituito da alcuni fogli della carta climatica della Francia, messi a punto dall'Équipe N. 30 del C.N.R.S.

(18) A. CAROLLO e altri, *Bacino idrografico del Lago Maggiore. Carta delle precipitazioni: potenzialità pluviometriche di dodici mesi*, cit.

(19) A. CAROLLO e altri, *Bacino idrografico del Lago Maggiore. Carta delle precipitazioni: regimi ed eventi eccezionali*, Verbania Pallanza, 1980.

Risulta evidente che la scelta tra queste due soluzioni dipende dagli obiettivi che si vogliono raggiungere: nel primo caso l'approfondimento delle caratteristiche di un solo elemento climatico, nel secondo la sintesi del complesso delle condizioni atmosferiche di un determinato areale. Lo sforzo di riunire in una sola mappa i vari elementi climatici non è indifferente, perché anzitutto occorre operare una scelta equilibrata delle principali caratteristiche dei fenomeni da rappresentare e in secondo luogo, essendo pur sempre numerosi gli elementi da raffigurare, sono necessari un uso accurato del colore e la scelta di molteplici simboli grafici a loro volta distinti attraverso i colori, la retinatura e le dimensioni.

Quale esempio della complessità di realizzazione di una mappa, che intende fornire un quadro globale delle condizioni atmosferiche, è opportuno ricordare la già menzionata carta climatica della Francia che, per il suo completamento, prevede la redazione di 45 fogli. Ciascuno di questi presenta una ricchezza di informazioni veramente notevole, che, almeno nell'esemplare del foglio *Gap*, può essere così sintetizzata: la temperatura media annua è rappresentata sotto forma di colore di fondo; le precipitazioni sono raffigurate con diagrammi stagionali interessanti i dati mensili; i « fattori limitanti » del clima, l'aridità e il freddo sono presentati con due reticolati di diverso colore.

Molteplici carte a piccola scala e diagrammi accompagnano la mappa fondamentale; essi riguardano l'ipsometria del territorio, il vento, il numero di giorni piovosi e l'intensità delle precipitazioni, la durata dell'insolazione, il coefficiente nivometrico, i totali pluviometrici annui superati una e nove volte su dieci, i caratteri termici medi dei mesi di luglio e gennaio, il manto nevoso, le calamità di origine atmosferica, il bilancio idrico e le termoisoplete alle stazioni sinottiche.

Solo dopo aver affrontato e approfondito le conoscenze sui fenomeni atmosferici, si può procedere alla finalizzazione delle indagini climatologiche sotto un duplice aspetto, teorico e pratico. Nel primo caso questa disciplina è implicata nel fornire conoscenze per l'interpretazione di fenomeni afferenti ad altri campi

di ricerca, nel secondo caso è interessata a contribuire alla soluzione di problemi concreti (20). A tale proposito si ritiene opportuno sottolineare la comparsa in tempi recenti di atlanti regionali in cui viene dato ampio spazio agli aspetti climatologici; quali esempi di questo tipo di opere si possono ricordare, tra gli altri, gli atlanti della Sardegna, del bacino della Senna e dei corsi d'acqua normanni, del bacino del Reno, tutte opere accompagnate da esaurienti testi esplicativi.

Risulta evidente che, essendo innumerevoli le finalizzazioni, le possibilità di sviluppo, in questo senso, della cartografia sono molto ampie. Il climatologo, però, dovrà rispondere esattamente ed esaurientemente alle richieste del committente ed inoltre porre particolare cura nel presentare come elaborato finale una mappa le cui caratteristiche principali dovranno consistere nella chiarezza e nell'immediatezza di lettura.

Si può prevedere che le prospettive future di questa cartografia tematica siano legate agli sviluppi delle ricerche sull'atmosfera, con un'apparecchiatura sempre più raffinata, basata su un largo impiego di stazioni automatizzate e di satelliti; le informazioni acquisite dovrebbero essere qualitativamente e quantitativamente superiori ed al contempo più diffuse arealmente; infine si dovrebbero ottenere risultati più esaurienti mediante l'impiego di metodi matematici e statistici più sofisticati. Un contributo ulteriore sortirà dallo sviluppo di una sempre più raffinata tecnica di rappresentazione grafica e di stampa; in particolare le ricerche dovrebbero essere agevolate dall'evoluzione e dal miglioramento dei metodi di cartografia automatica, in modo da poter accelerare i processi di mappazione ed anche estendere le indagini alle frequenze delle tipologie di distribuzione areale degli elementi climatici.

(20) Ricordiamo in particolare due volumi che dedicano ampio spazio a tali problemi: R. ARLERY, H. GRISOLLET e B. GUILMET, *Climatologie*, Parigi, II ediz., 1973; M. PINNA, *L'atmosfera e il clima*, Torino, 1978.

BIBLIOGRAFIA

- ARLÉRY R., GRISOLLET H. e GUILMET B., *Climatologie. Méthodes et pratiques*, Parigi, Gauthier-Villars, II ediz., 1973, pp. 434.
- Atlante della Sardegna*, a cura di R. PRACCHI e A. TERROSU ASOLE, con la direz. cartogr. di M. RICCARDI, vol. I, Cagliari, La Zattera, 1971.
- BERTULETTI C. e CAROLLO A., *Cartografia geologico ambientale del Bacino del F. Mera (Alpi Centrali). Carta idroclimatica: potenzialità pluviometriche di dodici mesi*, Roma, 1979, scala 1 : 100.000 (Pubbl. AQ/I/13 del Progetto finalizzato « Promozione della qualità dell'ambiente »).
- CAROLLO A., *Redazione di carte idroclimatiche per la gestione del territorio*, in « Atti Conv. Naz. A.Ge.I. "Cartografia tematica regionale", Catania, 1979 », pp. 131-151.
- CAROLLO A., CONTARDI F., LIBERA V. e ROLLA A., *Bacino idrografico del Lago Maggiore. Carta delle precipitazioni: regimi ed eventi eccezionali*, Verbania Pallanza, Ist. Ital. di Idrobiol., 1980, scala 1 : 100.000.
- CAROLLO A., CONTARDI F., LIBERA V. e ROLLA A., *Bacino idrografico del Lago Maggiore. Carta delle precipitazioni: potenzialità pluviometriche di dodici mesi*, Verbania Pallanza, Ist. Ital. di Idrobiol., 1981, scala 1 : 100.000.
- CICERI M. F., MARCHAND B. e RIMBERT S., *Introduction à l'analyse de l'espace*, Parigi, Masson, 1977, pp. 173.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'HYDROLOGIE DU BASSIN DU RHIN, *Le bassin du Rhin. Monographie hydrologique*, Bonn, 1977 (atlante).
- ÉQUIPE DE RECHERCHE N. 30 DU C.N.R.S., *Carte climatique détaillée de la France. Feuille Gap*, Parigi, 1970, scala 1 : 250.000.
- ÉQUIPE DE RECHERCHE N. 30 DU C.N.R.S., *Dix ans de carte climatique de la France au 1 : 250.000*, nel vol. *Eaux et climats. Mélanges géographiques offerts en hommage à Ch.-P. Péguy*, Grenoble, 1981, pp. 40-84.
- JAGANNATHAN P., ARLÉRY R., TEN KATE H. e ZAVARINA M. V., *A note on climatological normals*, Ginevra, W.M.O., 1967, pp. 17 (Technical Note 84).
- LINSLEY R. K., KOHLER M. A. e PAULHUS J. L. H., *Hydrology for Engineers*, Londra, McGraw Hill., 1975, pp. 482.
- MCKAY G. A. e THOMAS M. K., *Mapping of climatological elements*, in « Canadian Cartographer », Toronto, 1971, n. 1, pp. 27-40.

- MISSION DÉLÉGUÉE ET AGENCE FINANCIÈRE DE BASSIN SEINE-NORMANDIE, *Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands*, Parigi, 1973 (atlante).
- PÉGUY Ch.-P., *Précis de climatologie*, Parigi, Masson, II ediz., 1970, pp. 468.
- PINNA M., *L'atmosfera e il clima*, Torino, U.T.E.T., 1978, pp. 478.
- ROCHE M., *Hydrologie de surface*, Parigi, Gauthier-Villars, 1963, pp. 428.
- ROSINI E., MENENTI M. e TREVISAN V., *Concetti e metodi di mesoclimatologia per un contributo alla scienza ambientale*, in « *Informatore Bot. Ital.* », Firenze, 1974, pp. 163-170.
- TOMASINO M., *Il metodo degli scarti cumulati per la verifica dell'omogeneità di dati idrometeorologici*, Roma, ENEL, 1972, pp. 7 (Relaz. di studio e di ricerca 30).
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, *Guide to hydrometeorological practices*, Ginevra, 1964, pp. 286.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE CLIMATIC CARTOGRAPHY. — The Author outlines the problems concerning the collecting and the processing of climatological data. He also deals with the characteristics of basic maps which are to be simplified so as to show only orographic and hydrographic elements. They present the background for thematic maps of climatological subject intended for the study of theoretical and practical problems.

Verbania Pallanza, C.N.R., Istituto Italiano di Idrobiologia.