

CARTA CLIMATICA E ATLANTE CLIMATOLOGICO DELLA SICILIA

The Climatic Map and the Climatic Atlas of Sicily

Antonino Drago

Regione Siciliana – Assessorato Agricoltura e Foreste – Servizi allo Sviluppo - Unità Operativa di Agrometeorologia

Riassunto

L'Atlante climatologico su CD-ROM e la Carta Climatica della Sicilia sono frutto delle elaborazioni climatologiche territoriali svolte anche con ausilio di opportune tecniche di spazializzazione dei dati puntuali. I dati di base sono quelli del trentennio 1965-1994 relativi a 125 stazioni pluviometriche e 55 termopluviometriche del Servizio Idrografico Regionale. Le carte tematiche sono state realizzate alla scala 1:250000.

Il CD-ROM è anche un database consultabile in maniera interattiva, comprendente, oltre alle elaborazioni statistiche puntuali, tutti i dati mensili di partenza da cui esse derivano. Il programma, di semplice uso per l'utente è utilizzabile direttamente da CD-ROM e non richiede alcun software specifico.

Abstract

The Climatic Atlas and of the Climatic Map of Sicily are the product of the analysis of climatic data carried out also by means of geostatistical techniques. The basic data set is represented by the series of 125 pluviometric stations and 55 thermo - pluvometric ones, managed by the Servizio Idrografico Regionale. The scale of the resulting thematic charts is 1:250000.

The Climatic Atlas and the Climatic Map are now distributed on a specific CD-ROM. The software installed on the CD-ROM is highly interactive and gives the possibility of some different queries (e.g.: punctual statistical outputs, montly data sources). The program is friendly, directly bootable from CD ROM and doesn't need other specific software.

Premessa

Dopo la pubblicazione del dicembre 1999 - anch'essa curata dell'Unità Operativa di Agrometeorologia - dei volumi "Climatologia della Sicilia", che raccolgono l'analisi climatologica su 125 siti di rilevazione pluviometrica e 55 termopluviometrica, tutti

affidenti al Servizio Idrografico Regionale, il passo successivo per definire ulteriormente le caratteristiche climatiche del territorio regionale è ora quello di rappresentare cartograficamente le elaborazioni e arricchire così le possibilità conoscitive a disposizione dell'utenza.

La rappresentazione cartografica della distribuzione spaziale delle variabili climatiche è stata realizzata sia utilizzando il classico supporto cartaceo (Carta climatica della Sicilia), sia attraverso il più moderno e attuale supporto magnetico (Atlante climatologico della Sicilia su CD-ROM).

La Carta climatica della Sicilia consiste in diversi tematismi, alcuni dei quali alla scala 1:250000 (temperatura e precipitazioni medie annue) altri, in forma di carte ancillari (di accompagnamento alla principale), alla scala 1:1500000 (quinto, venticinquesimo, cinquantesimo, settantacinquesimo e novantacinquesimo percentile delle precipitazioni totali annue, temperatura media delle minime nel mese più freddo, media delle massime nel mese più caldo, evapotraspirazione potenziale media annua e alcuni indici climatici).

L'Atlante climatologico su CD-ROM, oltre a comprendere tutte le rappresentazioni cartografiche ora dette, contiene ulteriori particolari elaborazioni (altri indici climatici, distribuzione spaziale dei valori mensili di temperatura ed evapotraspirazione potenziale, ecc.).

Il CD-ROM è anche un database interrogabile e consultabile in maniera interattiva, comprendente tutti i dati mensili di base già analizzati, validati e in parte ricostruiti con appropriate procedure statistiche e sui quali sono state effettuate le elaborazioni climatologiche di sintesi. L'interrogazione può essere effettuata, attraverso delle apposite query già definite, sia a livello temporale che spaziale.

Scelta la stazione che interessa, tra quelle rappresentate cartograficamente sul territorio regionale e attraverso un percorso guidato, la consultazione "storica" consente di estrarre i dati su un intervallo temporale che può andare da un singolo mese all'intero trentennio.

L'analisi, o la consultazione, di tipo spaziale, consente invece l'interrogazione del database secondo un altro criterio. In tal caso,

scelta la provincia su cui effettuare l'interrogazione, può essere verificato un particolare "evento" meteorologico (anche in tal caso, comunque, il passo minimo è sempre quello mensile) su più stazioni meteorologiche: il che può risultare utile, ad esempio, per capire cosa è successo in uno stesso periodo di tempo (da un mese ad un anno), sui diversi siti di rilevamento di un'area territoriale circoscritta (per comodità, nel nostro caso, la provincia amministrativa).

Infine il CD-ROM contiene tutte le elaborazioni già pubblicate su supporto cartaceo presenti sui volumi "Climatologia della Sicilia", rappresentate dai numerosissimi dati di sintesi, sia in forma tabellare che grafica, per singola stazione di rilevamento.

Il programma informatico che sta alla base dell'Atlante su CD-ROM è totalmente interattivo e di semplice utilizzo per la consultazione dei dati e delle elaborazioni ottenute con l'applicazione di modelli di analisi geografica. Esso è utilizzabile direttamente da CD-ROM e non richiede alcun software specifico di base.

Metodologia

Prima di esporre la metodologia utilizzata per la spazializzazione dei dati puntuali e per la successiva rappresentazione cartografica, è opportuno illustrare il metodo seguito per l'elaborazione dei dati a livello di singola stazione meteorologica.

In accordo con l'Organizzazione Meteorologica Mondiale, secondo cui "il clima è costituito dall'insieme delle osservazioni meteorologiche relative ad un trentennio", è stato preso in considerazione il trentennio disponibile a noi più vicino, che va dal 1965 al 1994, sulla base dei dati già pubblicati dal Servizio Idrografico Regionale.

Delle numerose stazioni presenti in Sicilia, come già detto ne sono state scelte 55 termopluviometriche e 125 pluviometriche. Questa selezione è stata fatta preferendo quelle stazioni che consentissero la maggiore copertura possibile del territorio regionale, individuate possibilmente tra quelle che presentavano l'intero trentennio climatico.

Sull'archivio provvisorio è stata avviata una procedura automatizzata di controllo di qualità dei dati, per verificarne l'attendibilità. Sono

stati condotti due tipi di controllo di qualità dei dati meteorologici; il primo, consistente nel cosiddetto *controllo climatico*, si basa sul confronto tra il dato in esame e alcune soglie climatiche, considerate come i limiti al di là dei quali è rilevante la probabilità che esso sia errato; il secondo tipo di controllo (*controllo spaziale*) mette in relazione i dati rilevati nello stesso momento in diverse stazioni, ubicate su siti vicini e confrontabili e aventi quindi caratteristiche climatiche simili, determinandone il grado di correlazione.

Attraverso questi controlli è stato possibile scartare i dati non attendibili e passare così alla fase di *ricostruzione statistica dei dati*.

Per il procedimento di ricostruzione è stato preliminarmente effettuato il calcolo delle correlazioni tra tutte le possibili coppie di stazioni limitrofe, i cui valori fossero effettivamente disponibili e validi. Il valore del coefficiente di correlazione ha permesso di verificare se i dati dello stesso parametro meteorologico in stazioni limitrofe si muovevano nella stessa direzione, presentando quindi un andamento analogo.

Nei casi in cui si è riscontrato un elevato grado di correlazione tra una stazione e almeno altre due vicine, è stata calcolata la regressione lineare tra le coppie di valori, che ha permesso di ricostruire i pochi dati mancanti.

Una volta ricostruiti, questi sono stati inseriti, insieme agli altri già controllati, a formare l'archivio completo e definitivo, su cui sono state effettuate le elaborazioni climatologiche.

Malgrado questi procedimenti, per alcune stazioni che presentavano molte annate, soprattutto se consecutive, non è stato comunque possibile ricomporre l'intero trentennio di riferimento.

L'analisi statistica effettuata nel presente lavoro è stata eseguita ricavando dai dati mensili di temperatura e precipitazioni alcuni indici statistici più o meno sintetici (media aritmetica, mediana, quantili, coefficiente di variazione), in grado di rendere quanto più possibile ricca di informazioni e notizie l'analisi stessa.

Per l'analisi delle temperature, ad esempio, si può utilizzare la media aritmetica, mentre per le precipitazioni è preferibile utilizzare la mediana, più adatta a rappresentare una distribuzione caratterizzata da un elevato valore del campo di variazione; essa, infatti, non risulta

influenzata dagli eventi estremi (precipitazioni troppo abbondanti o troppo scarse), che verificandosi assai raramente, andrebbero a pesare troppo sul reale andamento del fenomeno, falsando il valore finale dell'indice.

Per ottenere maggiori informazioni sulla variabilità della distribuzione è stato utilizzato il *coefficiente di variazione*. Esso è il rapporto, espresso in percentuale, tra lo scarto quadratico medio e la media, e si utilizza quando si vogliono mettere a confronto le misure di variabilità di popolazioni di dati che hanno medie differenti.

Oltre agli indici sintetici e agli indici di dispersione o variabilità, per fornire ulteriori indicazioni che servissero a caratterizzare meglio il clima è stata utilizzata l'analisi probabilistica, attraverso l'uso dei *quantili*.

Tra i più usati vi sono i *quartili*, che dividono la distribuzione in quattro parti uguali, aventi ciascuna il 25% della popolazione totale. Nel presente lavoro sono stati utilizzati invece i *centili*, che suddividono la distribuzione in cento parti uguali, in particolare il 5°, il 25°, il 50° (che coincide con la mediana), il 75° e il 95° percentile. L'uso dei percentili nella statistica applicata alla climatologia serve ad individuare con quale probabilità si possa verificare un determinato evento. Ad esempio, con quale probabilità una determinata soglia termica possa essere superata, o che probabilità ci sia riguardo al verificarsi di determinati eventi piovosi.

Dire che il valore di temperatura del 5° percentile del mese di gennaio, in una particolare località, è 1,2°C, equivale a dire che vi è solo il 5% di probabilità di avere nel mese di gennaio una temperatura inferiore o uguale a 1,2°C, o, allo stesso modo, che vi è il 95% di probabilità che questo valore venga superato.

Per le precipitazioni, invece, dire che il 75° percentile del mese di gennaio, in un determinato sito di rilevamento, è di 90 mm, significa che nel 75% degli anni considerati, in quella particolare stazione, non si sono registrati valori totali mensili del mese di gennaio superiori a 90 mm; ovvero, in altre parole, che vi è solo il 25% di probabilità che tale valore venga superato.

Elaborazioni dei dati di temperatura

Per ciascuna stazione, le elaborazioni riguardano i valori medi mensili di temperatura massima, minima e media, i climogrammi di Peguy, che riassumono sinteticamente le condizioni termopluviometriche delle diverse località considerate, lo studio probabilistico.

Elaborazione dei dati di precipitazioni

Le elaborazioni riguardano lo studio probabilistico dei valori cumulati mensili e un'elaborazione climatologica sugli eventi di massima intensità, a 1 ora e a 24 ore.

Elaborazioni relative agli indici climatici

Gli indici climatici sono delle particolari elaborazioni con cui si riassumono, in uno o pochi numeri e/o simboli, le condizioni climatiche di una località, utilizzando soltanto alcuni principali parametri meteorologici (in genere, temperatura e precipitazioni). Tra le numerose possibili classificazioni climatiche mediante l'uso di indici climatici sintetici, proposte dagli studiosi nel corso degli anni, in questo studio ne sono state considerate quattro, caratterizzate da un crescente livello di complessità: pluviometro di Lang, indice di aridità di De Martonne, quoziente pluviometrico di Emberger, Indice globale di umidità di Thornthwaite.

Elaborazione del bilancio idrico dei suoli

La disponibilità di dati climatici, pedologici e colturali consente lo studio delle condizioni idriche dei suoli e rappresenta uno degli strumenti più validi per un corretto e razionale uso della risorsa acqua in campo agronomico e territoriale, indicando in particolare la presenza di zone più o meno deficitarie dal punto di vista della disponibilità idrica, e permettendo, nel contempo, di classificare i territori in base al livello di marginalità pedoclimatica.

Lo studio del bilancio idrico dei suoli di un ambito territoriale, specie se questo è vasto ed eterogeneo, comporta sempre delle inevitabili semplificazioni dei fenomeni fisici e i dei processi fisiologici che interagiscono nel sistema terreno – pianta - bassa atmosfera.

Tali considerazioni conducono alla scelta di una metodologia che utilizzi delle relazioni empiriche per il calcolo del bilancio idrico, in particolare per quanto riguarda l'evapotraspirazione potenziale (ETP).

Disponendo di serie storiche complete di dati solo per la temperatura dell'aria e le precipitazioni, almeno relativamente ad una rete di stazioni di densità accettabile, la scelta ricade su quelle equazioni che utilizzano soltanto questi due parametri, quale ad esempio quella di Thornthwaite (1957). Il bilancio idrico del suolo secondo Thornthwaite-Mather è stato tra l'altro indicato come metodo standard per il calcolo del regime idrico dei suoli a livello tassonomico, dalla Soil Taxonomy, del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America, (U.S.D.A.) (1975).

La distribuzione spaziale delle elaborazioni climatologiche

Per passare da una serie di dati puntuali a una distribuzione continua nello spazio, che consenta la rappresentazione cartografica dell'andamento delle diverse grandezze meteo-climatiche si possono impiegare diversi metodi. Tra i più diffusi si ricordano ad esempio la media aritmetica (il più semplice), la media mobile pesata, in cui il peso è in genere l'inverso della distanza elevato a potenza, le tecniche delle isoiete e dei topoieti. Negli ultimi anni, anche in climatologia si fa ricorso sempre più spesso ai metodi geostatistici, che oltre all'interpolazione dei dati puntuali, mediante l'impiego di appropriati algoritmi di calcolo, danno pure la possibilità di un'analisi statistica, sia a monte che a valle del processo di spazializzazione. In proposito, il metodo del Kriging sembra presentare le migliori possibilità applicative in climatologia; per tale ragione esso è stato qui utilizzato per l'interpolazione dei dati delle precipitazioni. I risultati ottenuti, confrontati con i dati puntuali sulle singole stazioni e con le conoscenze del territorio regionale sembrano confermare la validità dell'applicazione di tale metodologia per l'interpolazione spaziale dei totali annui di precipitazioni. In ogni caso esso si è ritenuto di privilegiare tale metodo rispetto ad altri che, provati nella fase iniziale delle elaborazioni (ad esempio media mobile pesata con l'inverso della

distanza al quadrato o alla quarta potenza) avevano portato a risultati comunque accettabili.

Per l'interpolazione dei dati di temperatura, considerata l'elevata correlazione con la quota di tale parametro, almeno per quanto riguarda i valori medi, che poi sono quelli da noi elaborati in questo lavoro, è stato invece utilizzato il metodo del gradiente termico verticale medio (0,5°C/100 m di quota, per le temperature medie annue) attraverso l'impiego del DEM (Digital Elevation Model) prodotto qualche anno fa dall'Assessorato Regionale dei Beni Culturali e Ambientali. Purtroppo non è stato possibile applicare in parte o in tutto tale metodologia alle precipitazioni, in quanto in tal caso la correlazione con la quota non è mai costante e definita su tutto il territorio, come invece succede, appunto, per le temperature.

Le elaborazioni anzidette sono state effettuate utilizzando alcune funzioni offerte dagli strumenti GIS (sistemi informativi geografici). Nel nostro caso è stato soprattutto utilizzato il software ARC-VIEW con l'estensione SPATIAL ANALYST, mentre solo per qualche applicazione sono state utilizzate anche alcune particolari funzioni di ARC-INFO.

Le carte di base ottenute attraverso tali metodologie sono: temperature medie annue e mensili, precipitazioni medie annue, precipitazioni annue a diversi livelli di probabilità: 5°, 25°, 50° (mediana), 75° e 95° percentile.

A partire da esse, attraverso ulteriori elaborazioni, sono poi state ottenute molte altre carte derivate: escursioni termiche medie annue, temperature massime nel mese più freddo, temperature minime nel mese più freddo, evapotraspirazione potenziale mensile e annua, indici climatici di Lang, De Martonne, Emberger, Thornthwaite, Rivas-Martinez.

Carta delle temperature medie annue.

Tale carta, ancorché di tipo generale, fornisce già una buona idea sulla diversificazione climatica della nostra regione. A parte la possibilità di un uso diretto dei dati in essa presenti, per gli scopi che richiedono solo un livello minimo di approfondimento, essa, attraverso un criterio di similitudine, può anche servire come base

per la scelta delle stazioni meteorologiche che meglio rappresentano l'area di nostro interesse. Per esse sono infatti disponibili, a livello puntuale, tutte le elaborazioni statistiche di approfondimento presentati in forma grafica e tabellare, sia nell'Atlante che nella pubblicazione "Climatologia della Sicilia".

Carte delle temperature medie mensili

Le carte mensili consentono un livello di analisi più dettagliato nel tempo rispetto a quelle annuali nonché il confronto, a scansione mensile, con l'andamento meteorologico corrente, che può risultare di grande utilità per conoscere l'entità dello scostamento dai valori climatici e le eventuali conseguenze sulle attività agricole e umane in genere.

Carte delle temperature medie delle massime nel mese più caldo e delle minime nel mese più freddo, carta delle escursioni termiche medie annue

In tal caso è già evidente un maggiore livello di approfondimento sulle differenze climatiche esistenti tra le diverse aree territoriali, in relazione agli effetti che alcune caratteristiche geografiche e topografiche esercitano sull'estrinsecazione dei valori termici giornalieri (temperature massime e minime diurne).

Anche in tal caso, oltre all'uso diretto delle informazioni presenti nella carta, un'utilità maggiore può derivare dalla possibilità di scegliere le stazioni meteorologiche più rappresentative per la zona di nostro interesse, sulle quali poi eventualmente approfondire ulteriormente lo studio.

Carta delle precipitazioni annue.

La carta riporta i valori mediani (50° percentile) dei totali annui delle precipitazioni del trentennio 1965-1994. Per quanto anche in questo caso si tratti di una carta di tipo generale, essa dà già la possibilità di una migliore conoscenza delle caratteristiche pluviometriche delle diverse aree, soprattutto se a essa si affiancano i grafici che schematizzano la distribuzione mensile dello stesso parametro. Anche in tal caso vale il criterio della similitudine già detto, per cui in aree con analoghe caratteristiche pluviometriche risulta più agevole la scelta delle stazioni rappresentative dell'area di interesse in modo da accedere successivamente alle analisi probabilistiche a livello puntuale (singolo sito di rilevazione). Ciò, appare peraltro ancora più valido e interessante, qualora si consideri che la distribuzione mensile delle precipitazioni annue risulta in Sicilia raggruppabile in tre tipologie che poco, tuttavia, differiscono tra loro, e tutte comunque riconducibili al tipico clima mediterraneo.

Carte di elaborazione probabilistica delle precipitazioni totali annue

Oltre alla carta ora detta, sono state anche effettuate delle elaborazioni cartografiche sulla base dello studio probabilistico delle precipitazioni totali annue. Si tratta di un arricchimento dell'informazione di tipo pluviometrico che ci consente di conoscere l'entità delle precipitazioni annue a diversi livelli di non superamento, secondo il significato già visto prima, nella parte metodologica.

Carte dell'evapotraspirazione potenziale (mensile e annua)

L'applicazione dei risultati di questa elaborazione risulta utile per conoscere le potenziali perdite evapotraspirative che caratterizzano le diverse aree territoriali della nostra regione, sia a livello annuo che di singolo mese. Nel primo caso l'utilità principale consiste, ad esempio, nella possibilità di valutare i diversi ambienti, in relazione ai fabbisogni annui di acqua irrigua e consente quindi di definire le caratteristiche progettuali delle strutture di raccolta e degli impianti di distribuzione della stessa.

Le carte mensili, invece, oltre a consentire un maggiore dettaglio per gli stessi scopi ora detti, permettono di definire più correttamente i parametri che caratterizzano la distribuzione dell'acqua nel corso della stagione irrigua, sia a livello aziendale che a livello consortile. In quest'ultimo caso i vantaggi sono però ben maggiori, se si pensi alle dimensioni del fenomeno, inquadrato secondo un approccio comprensoriale e cioè in termini di interi bacini di utenza irrigua.

E' bene sottolineare ancora una volta che trattandosi di informazioni climatiche, e quindi medie, le carte ci danno la possibilità di conoscere la situazione che *normalmente* si verifica in una zona, e quindi trovano possibilità applicative nelle fasi di stima, pertanto a priori, dei fenomeni studiati.

Riguardo agli aspetti gestionali lungo la stagione corrente, l'utente, pur potendo trarre delle buone informazioni di massima dalle carte dell'evapotraspirazione potenziale, dovrà comunque valutare la situazione del presente (dato meteorologico), con altri strumenti operativi (modelli di bilancio idrico), che consentono un affinamento della tecnica irrigua, anche attraverso eventuali confronti con il dato climatico presente nella carte stesse.

Infine, anche in questo caso va ricordato che i valori riportati sulle carte sono quelli medi (annui o mensili). Per gli ulteriori eventuali approfondimenti di tipo probabilistico, si potranno invece consultare le tabelle e i grafici realizzati per le singole stazioni di rilevazione, anch'essi presenti nell'Atlante, secondo il principio visto prima per le temperature e le precipitazioni.

Carte degli indici climatici

Le carte ottenute sono relative a cinque diverse classificazioni climatiche, proposte negli anni passati da diversi climatologi, geografi e botanici che si sono occupati dell'argomento: indice pluviometrico di Lang, indice di aridità di De Martonne, quoziente pluviometrico di Emberger, indice globale di umidità di Thornthwaite e indice bioclimatico di Rivas-Martinez. Di tali classificazioni, i dati relativi prime quattro erano già stati pubblicati a livello puntuale (singola stazione) nei volumi "Climatologia della Sicilia", mentre nell'ultimo caso si tratta di una nuova elaborazione

effettuata per questo nuovo lavoro, anche in considerazione delle sempre più frequenti segnalazioni e richieste da parte di molti studiosi e tecnici, che affrontano lo studio sulle conoscenze del territorio in chiave bioclimatica, guardando quindi principalmente alle interazioni fra clima e biosfera, vegetali in particolare.

L'utilità di queste carte, come peraltro dei dati puntuali, consiste nella definizione sintetica delle specificità climatiche delle distinte zone dell'Isola, secondo diversi approcci metodologici messi a punto dai vari Autori nel tempo, che nel caso specifico sono caratterizzati da livelli di complessità crescente, nell'ordine di elencazione visto sopra.

Come già indicato nel volume "Climatologia della Sicilia", gli indici di classificazione che sembrano interpretare meglio la situazione regionale, sono quelli proposti da De Martonne, da Thornthwaite e da Rivas-Martinez. La classificazione di Lang appare infatti poco adatta a distinguere le diverse aree dell'Isola, tendendo ad enfatizzare l'aridità mentre all'opposto quella di Emberger tende ad ampliare eccessivamente le classi di clima umido, raggruppando situazioni mesoclimatiche caratterizzate da evidenti diversità.

Bibliografia

- AA.VV. – Carta climatica del Piemonte – Regione Piemonte, Torino, 1998.
 Benincasa F., Maracchi G., Rossi P. - Agrometeorologia - Pàtron - Bologna, 1991.
 Bonini Baraldi A. - Caratterizzazione climatologica del territorio veneto - Regione Veneto - Centro Sperimentale per l'Idrologia e la Meteorologia - Teolo (PD), 1993
 Castrignanò A., Stelluti M. – Studio della variabilità spaziale mediante la geostatistica – Istituto Sperimentale agronomico - Bari,
 Ciavatta C., Vianello G. - Bilancio idrico dei suoli: applicazioni tassonomiche, climatiche e cartografiche - CLUEB - Bologna, 1989.
 Constantinidis C. - Bonifica ed irrigazione - Edagricole - Bologna, 1981
 Isaaks E.H., Srivastava R.M. – An introduction to applied geostatistics – Oxford University Press – New York, 1989.
 Leti G. - Statistica descrittiva - Il Mulino - Bologna, 1983
 Maracchi G., Pieri M. – Manuale di spazializzazione dei dati agrometeorologici - Manuale Tecnico n.11 - Ce.S.I.A.-Accademia dei Georgofili - Firenze 1994.

Mennella C. - Il clima d'Italia - F.lli Conte Editori - Napoli, 1973

Pignatti S. - Ecologia Vegetale - UTET - Torino, 1995.

Pinna M. - L'atmosfera e il clima - UTET Torino, 1978

Rosini E. - Introduzione all'agroclimatologia (Parte prima: Le basi della climatologia) - E.R.S.A. - Servizio Meteorologico Regionale - Bologna, 1988.

Rosini E. - Introduzione all'agroclimatologia (Parte seconda: Richiami di statistica) - E.R.S.A. - Servizio Meteorologico Regionale - Bologna, 1988.

Spiegel M.R. - Statistica (2^a edizione) - Collana SCHAUM - ETAS Libri - Milano, 1992