

**Gerardo Massimi**

**Appunti per gli studenti e i laureandi del corso di  
Geografia Economica e Geografia Economico-politica**

**Parte II**

Laboratorio di Geografia - Dipartimento di Studi Filosofici, Storici e Sociali  
*Facoltà di Lingue e Letterature Straniere*  
Ud'A di Chieti – sede di Pescara  
Febbraio 2006

## Indice

<b>CENNI SULLE PIÙ DIFFUSE RAPPRESENTAZIONI GRAFICHE</b>	<b>4</b>
<b>Classificazione dei tipi di grafici</b>	<b>4</b>
<b>Grafici con procedure automatiche</b>	<b>5</b>
<b>Altre rappresentazioni grafiche</b>	<b>15</b>
Il diagramma triangolare	15
Il diagramma a differenze	16
La curva di concentrazione di Lorenz-Gini	17
I cartogrammi	19
Considerazioni sulle illusioni ottiche	23
<b>Il climogramma</b>	<b>25</b>
Figura 1 Grafici ad area.	5
Figura 2 Esempi di istogrammi.	6
Figura 3 Esempi di grafici a barre.	7
Figura 4 Esempio di grafico a barre del tipo piramide delle età.	7
Figura 5 Esempi di grafici a linee.	9
Figura 6 Esempi di grafici a torta.	9
Figura 7 Esempio di grafico ad anello.	10
Figura 8 Esempio di grafico del tipo quotazioni azionarie.	11
Figura 9 Esempio di grafico a dispersione XY.	11
Figura 10 Esempio di grafico a bolle.	12
Figura 11 Esempio di grafico con coordinate polari o del tipo <i>radar</i> .	12
Figura 12 Esempio di grafico a superficie.	13
Figura 13 Esempio di diagramma triangolare nella rappresentazione della struttura di una popolazione per grandi gruppi di età: l'Italia al censimento 1991.	15
Figura 14 Esempio di grafico a differenza.	16
Figura 15 Esempio di curve di concentrazione.	18
Figura 16 Costruzione delle aree parziali per il calcolo dell'area di concentrazione.	19
Figura 17 Esempio di cartogramma a mosaico.	20
Figura 18 Esempio di cartogramma per punti.	21
Figura 19 Esempi di cartogrammi,	22

Figura 20 Le illusioni ottiche: importanza dell'orientamento.	24
Figura 21 Importanza del contorno.	24
Figura 22 A sinistra, grafico per sottolineare l'influenza mitigatrice del mare; a destra, grafico ombrotermico.	25
Figura 23 Esempi di climogrammi con relazioni lineari.	27
Figura 24 Esempio di climogramma con relazioni non lineari.	28
Figura 25 Il caldo afoso secondo lo Scharlau.	29
Figura 26 Esempio numerico-grafico di termoisoplete	29
Prospetto 1 Tipi elementari di carte.	22

## **Cenni sulle più diffuse rappresentazioni grafiche**

### ***Classificazione dei tipi di grafici***

Generalmente, osserva Napoletano (1989) si distinguono quattro differenti tipi di rappresentazioni grafiche sul piano: diagrammi, cartogrammi, grafi e ideogrammi.

“Da un punto di vista meramente formale, si possono considerare degli ideogrammi gli stessi modelli geometrici utilizzati nello studio, nella progettazione e nel disegno di macchine, utensili e strutture spaziali le più diverse; nella sostanza essi richiedono un approccio completamente diverso e caratterizzato nel senso della modellistica matematica.

Per quanto riguarda i grafi, essi rappresentano relazioni fra gli elementi di una sola componente. Nella pratica sono sovente utilizzati per la rappresentazione di organigrammi e/o dei flussi procedurali.

Il diagramma si può caratterizzare come quel tipo di grafico che mette in relazione due componenti distinte ed è certamente lo strumento più utilizzato in statistica come anche nei settori più diversi (scientifici, dell'organizzazione aziendale, gestionale, ecc.).

In campo statistico il problema più comune ... è rappresentare la relazione fra una componente costituita dalle modalità di un carattere ed una componente quantitativa data da frequenze, ammontari o quantità derivate.

Per rappresentare graficamente delle quantità sul piano si possono utilizzare metodi diversi: a) posizione dei punti lungo una scala fissa; b) variazioni della lunghezza di segmenti; c) variazioni di aree o di volumi. [...]

Nel caso dei diagrammi appare ragionevole privilegiare come variabili visive l'uso della posizione dei punti lungo una scala ed il confronto di lunghezze, che danno, comunque, ampie possibilità di rappresentazioni grafiche..

Le variazioni tridimensionali delle rappresentazioni dei diagrammi a barre non aggiungono nulla all'informazione trasmessa, ed anzi talvolta ne complicano la lettura; la loro utilizzazione è giustificabile se si vuole rendere più attraente esteticamente il grafico in volumi destinati a non specialisti.

L'uso ottimale di tale modalità di presentazione e confronto richiede che le due componenti da rappresentare siano attribuite alle due direzioni ortogonali del piano, l'asse orizzontale delle ascisse e quello verticale delle ordinate.

In questo tipo di rappresentazioni sono compresi i diagrammi cartesiani, che hanno grande rilevanza in statistica, nelle diverse varianti in cui sono utilizzati, come i semilogaritmici e doppiologaritmici.

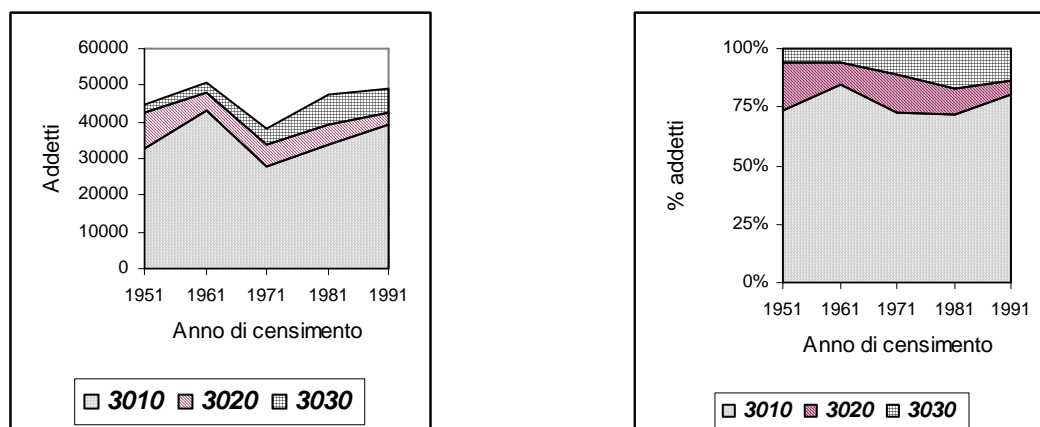
Per le serie storiche e le altre distribuzioni di tipo lineare appare piuttosto naturale utilizzare l'asse delle ascisse per rappresentare il carattere “tempo” nel suo sviluppo

lineare e che l'asse delle ordinate venga utilizzato, con una scala opportunamente scelta, per rappresentare le frequenze od altre intensità.

Nel caso di distribuzioni di frequenze connesse ad un carattere qualitativo, in particolare di tipo sconnesso, può convenire generalmente di rappresentare le differenti modalità lungo l'asse delle ordinate; ciò sembra consentire una descrizione verbale più facile da leggere ed associare alle corrispondenti barre che rappresentano l'intensità del fenomeno".

### **Grafici con procedure automatiche**

In questo paragrafo si passano rapidamente in rassegna le rappresentazioni che si possono facilmente realizzare con procedure automatiche grazie al programma Microsoft Excel. Ed è proprio l'estrema configurazione amichevole di tale programma, nei riguardi dei fruitori, all'origine di visualizzazioni ora pregevoli ed ora del tutto aberranti.



**Figura 1** Grafici ad area.

I grafici ad area visualizzano la somma dei valori tracciati e le quantità proprie dei singoli addendi, sia in termini assoluti (esempio a sinistra) sia percentuali (esempio a destra). Trovano frequente impiego nello studio dei fenomeni apprezzati secondo la dimensione temporale.

Gli esempi riguardano gli addetti nella regione Campania ai censimenti 1951-1991 nelle Ateco (attività economiche) 3010 Alimentari e bevande; 3020 Tabacco; 3030 Pelli e cuoio.

Ateco	Censimenti				
	1951	1961	1971	1981	1991
3010	32745	43113	27686	33757	39430
3020	9559	4624	6179	5540	3012
3030	2489	2965	4132	7932	6507

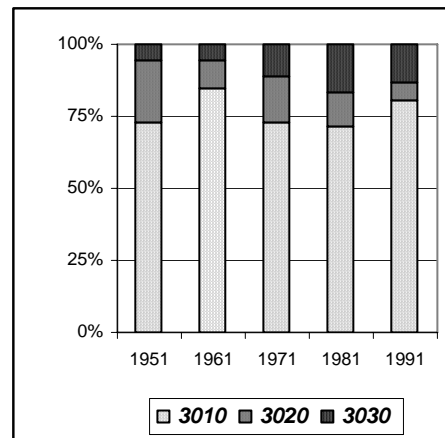
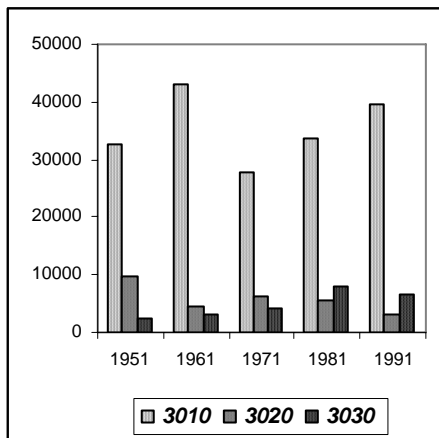


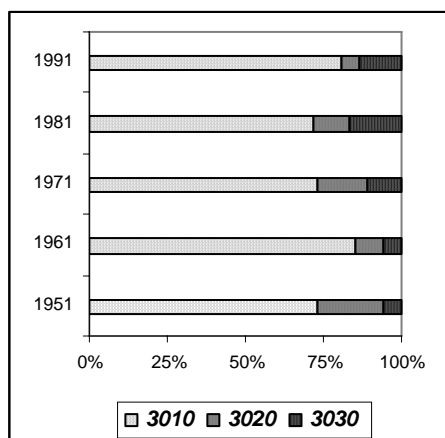
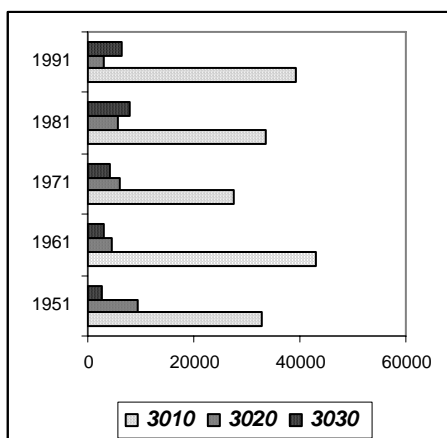
Figura 2 Esempi di istogrammi.

Gli istogrammi sono grafici costituiti dalla successione di rettangoli, generalmente con base di uguale ampiezza; le categorie costituiscono le basi degli istogrammi mentre le intensità sono visualizzate dalle altezze.

Queste rappresentazioni sono efficaci per i confronti tra categorie e per la visualizzazione delle variazioni nel tempo sia in termini assoluti (esempio a sinistra) sia percentuali (esempio a destra; questa variante è denominata *istogrammi in pila*).

Sempre più frequenti sono gli istogrammi a tre dimensioni per rappresentare fenomeni bidimensionali e tridimensionali. I risultati sono di grande effetto per il lettore sprovvisto, deludenti per chi preferisce semplicità e proprietà nel linguaggio grafico.

Gli esempi riguardano gli addetti nella regione Campania ai censimenti 1951-1991 nelle Ateco (attività economiche) 3010 Alimentari e bevande; 3020 Tabacco; 3030 Pelli e cuoio (dati analitici nella didascalia dei grafici ad area).

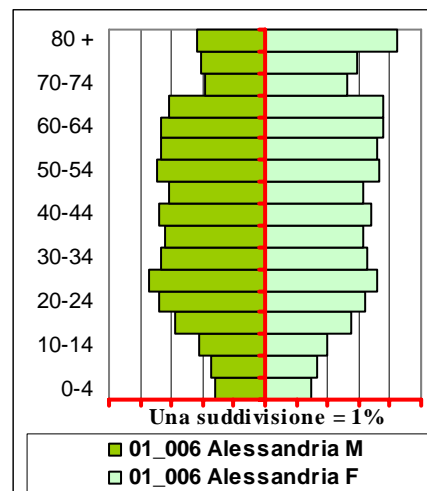


**Figura 3 Esempi di grafici a barre.**

I grafici a barre, in buona sostanza, non sono altro che istogrammi a sviluppo verticale, diffusissimi in geografia nella variante delle *piramidi delle età*.

Queste ultime si possono facilmente disegnare con Microsoft Excel disponendo in maniera opportuna i dati da rappresentare (in particolare: attribuire valore *negativo* alla componente maschile). Si veda un caso d'esempio (provincia di Alessandria al 1991) nella figura successiva.

ClassiMaschi in % d'età del totale MF	Femmine in % del totale MF	
0-4	-1.59	1.50
5-9	-1.71	1.64
10-14	-2.09	1.98
15-19	-2.88	2.75
20-24	-3.39	3.21
25-29	-3.71	3.56
30-34	-3.36	3.24
35-39	-3.21	3.12
40-44	-3.39	3.43
45-49	-3.07	3.15
50-54	-3.49	3.65
55-59	-3.33	3.57
60-64	-3.35	3.79
65-69	-3.05	3.79
60-74	-1.95	2.64
75-79	-2.05	2.98
80 +	-2.16	4.21



**Figura 4 Esempio di grafico a barre del tipo piramide delle età.**

*Puntualizzazioni sulla piramide delle età.* Si tratta di un istogramma che si costruisce ponendo sull'asse delle ordinate le classi di età, graduate secondo il grado di precisione desiderato o la qualità dei dati disponibili (ad es. anno per anno, o gruppi di

cinque anni) e sull'asse delle ascisse il numero complessivo degli appartenenti a ciascuna classe di età. I maschi sono generalmente posti alla sinistra dell'asse verticale, le femmine a destra: in assenza di altre indicazioni, deve intendersi come applicata questa convenzione.

Per facilitare i confronti fra Paese e Paese, o nel tempo, si potrà porre in ascissa non il numero totale della popolazione di ciascuna classe di età, ma la sua percentuale sulla totalità degli individui dello stesso sesso. Le differenti classi di età sono dunque rappresentate da superfici rettangolare di cui la base è proporzionale al numero, mentre l'altezza è uguale per tutte. Ovviamente le generazioni più giovani sono poste alla base, le più vecchie al vertice.

Dalla sovrapposizione di questi rettangoli risulta una figura, *la piramide delle età*, caratteristica essenziale dell'insieme demografico considerato, che esprime sia le proporzioni esistenti fra il numero di persone alle diverse età, sia la ripartizione dei sessi per ciascuna di queste età. Il suo andamento varierà dunque da Paese a Paese, e per uno stesso paese da periodo a periodo, e potrà essere messo in relazione con uno dei quattro profili-tipo seguenti (vedi figure):

a) tipo ad *accento circonflesso*, caratteristico del regime demografico con forte natalità e forte mortalità a tutte le età. La base è larga, gli adulti sono di poco più numerosi dei giovani, il numero dei vecchi è assai limitato.

b) tipo a *campana*, dai contorni arrotondati e con base media, caratteristico dei paesi demograficamente maturi, nei quali la mortalità è molto diminuita a tutte le età e il tasso di natalità ha subito una flessione, perché il numero assoluto delle nascite ha cessato di crescere annualmente. Indica una popolazione stazionaria.

c) tipo a *mitria* o a *bulbo*, che corrisponde alla tappa successiva dell'evoluzione notata prima; rappresenta cioè la situazione dei paesi demograficamente senili. La base è stretta, il numero assoluto delle nascite decresce continuamente; la sostituzione di una generazione con la seguente non è più assicurata. E' il caso delle popolazioni in fase di regresso demografico.

d) tipo a *salvadanaio*, che indica una ripresa della natalità in un Paese che in precedenza aveva conosciuto una decadenza demografica. La parte alta ricorda il profilo precedente, ma la base si allarga sotto la strozzatura che indica il rovesciamento di tendenza delle nascite. Questa figura corrisponde alle popolazioni in via di ringiovanimento demografico.

I grafici a linee hanno di caratteristico la suddivisione a intervalli uguali dell'asse delle categorie (esempi in figura 5).

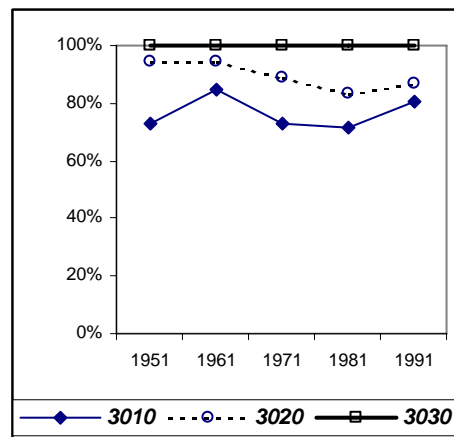
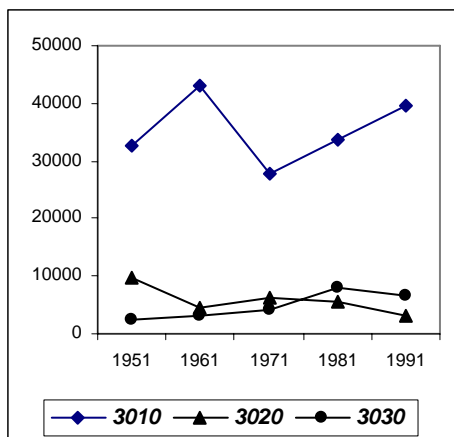




Figura 5 Esempi di grafici a linee.

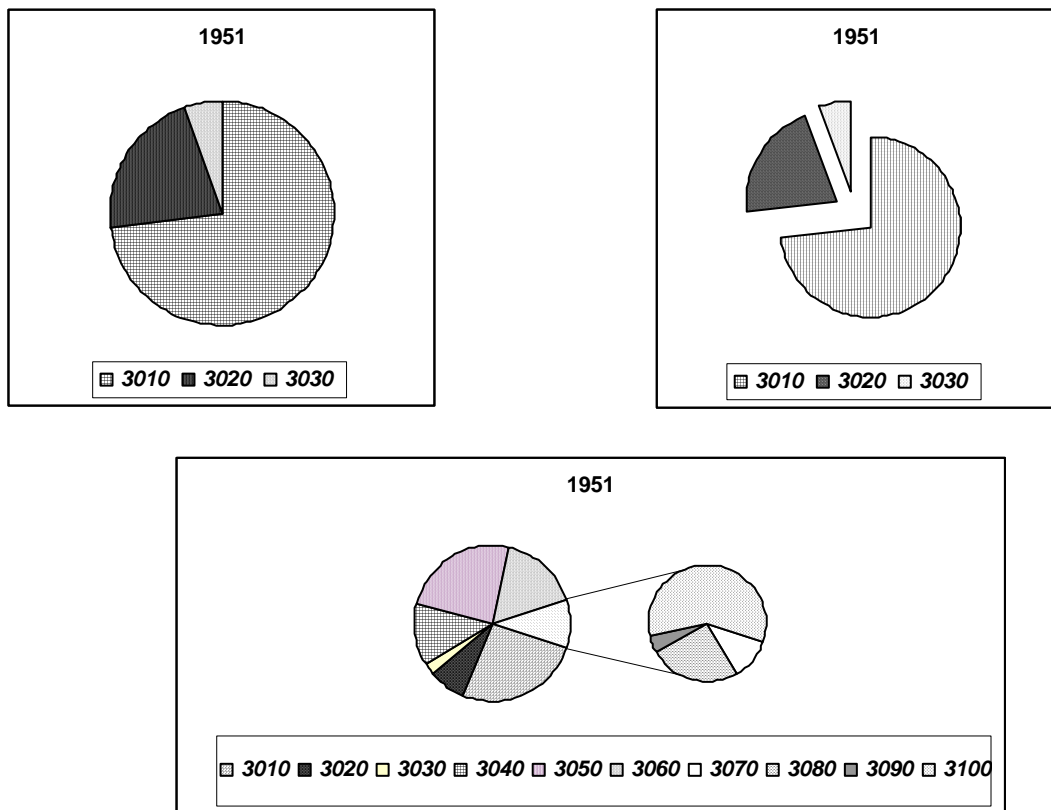


Figura 6 Esempi di grafici a torta.

I grafici a torta visualizzano le proporzioni dei vari elementi che costituiscono una serie di dati rispetto alla loro somma.

I grafici sono stati costruiti a partire da questi dati:

3010 Alimentari e bevande; 3020 Tabacco; 3030 Pelli e cuoio; 3040 Tessile; 3050 Abbigliamento e calzature; 3060 Legno e mobili; 3070 Cartotecnica; 3080 Editoria e stampa; 3090 Industrie foto-fono-cinematografiche; 3100 Metallurgia.

Ateco	3010	3020	3030	3040	3050	3060	3070	3080	3090	3100	
	1951	32745	9559	2489	16403	30169	20753	1419	3058	591	7184

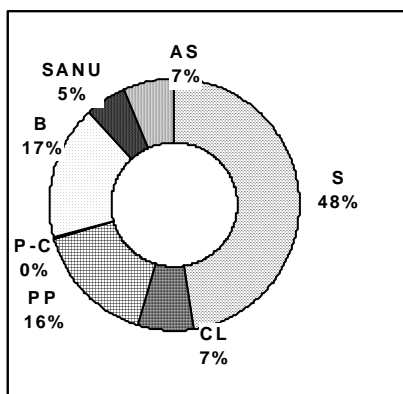


Figura 7 Esempio di grafico ad anello.

Molto simile al grafico a torta, il grafico ad anello ne differisce per la possibilità di visualizzare con anelli successivi più serie di dati.

I risultati, ben poco entusiasmanti, sconsigliano l'utilizzo di questa modalità di visualizzazione nella comunicazione scientifica.

Il caso d'esempio riguarda la superficie investita nelle aziende agrarie della provincia di Teramo secondo le principali forme di utilizzazione alla

data del IV censimento dell'agricoltura (1990). Pioppete e castagneti da frutto sono stati inseriti in un'unica categoria.

Sigle	Utilizzazioni	Dati assoluti ( ha )	%
S	Seminativi	68917	47.6
CL	Coltivazioni legnose agrarie	10393	7.2
PP	Prati permanenti e pascoli	22810	15.7
CAST	Castagneti da frutto	205	0.1
PIOP	Pioppete	190	0.1
B	Boschi	24896	17.2
SANU	Superficie agricola non utilizzata	7817	5.4
AS	Altra superficie	9618	6.6
	Superficie totale	144847	100.0

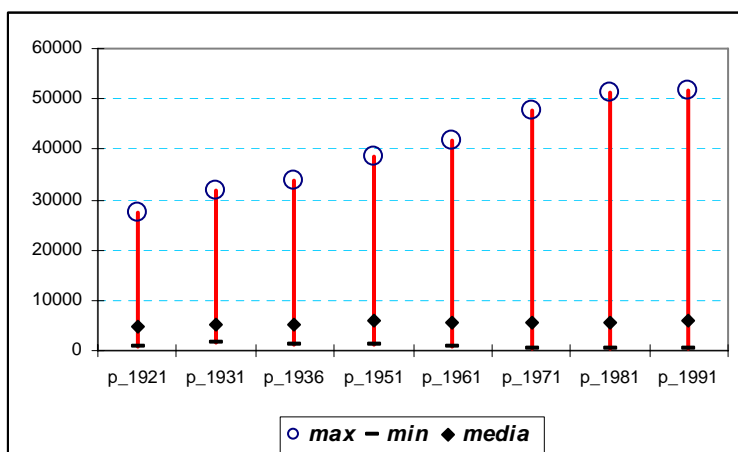


Figura 8 Esempio di grafico del tipo quotazioni azionarie.

Questa rappresentazione (il grafico del tipo quotazioni azionarie), opportunamente adattata, si presta molto bene a visualizzare dati climatologici, come le escursioni termiche, e le medie di posizione.

L'applicazione riguarda la popolazione massima, minima e media nei comuni della provincia di Teramo ai censimenti 1921-1991.

Censimento	Max	Min	Media	Censimento	Max	Min	Media
1921	27275	738	4654	1961	41899	716	5547
1931	31790	1402	5022	1971	47804	519	5470
1936	33796	1385	5309	1981	51092	402	5729
1951	38643	1389	5789	1991	51756	350	5954

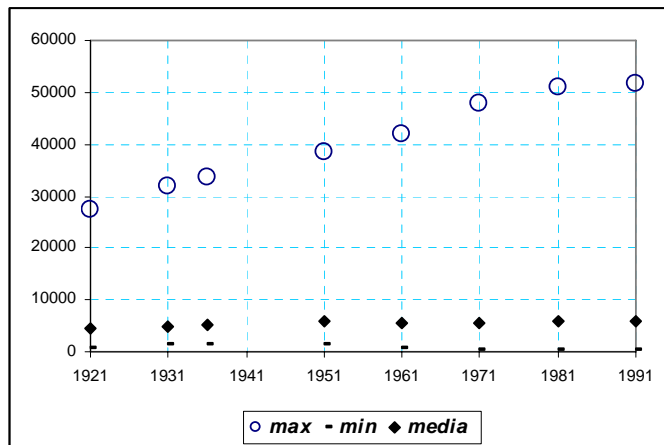


Figura 9 Esempio di grafico a dispersione XY.

È la rappresentazione grafica per antonomasia nelle pubblicazioni scientifiche, specie quando il piano della visualizzazione si può assimilare ad un piano cartesiano.

L'applicazione riguarda la popolazione massima, minima e media nei comuni della provincia di Teramo ai censimenti 1921-1991.

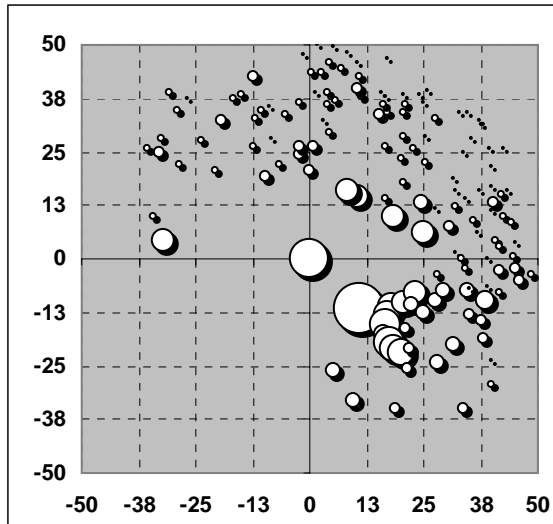


Figura 10 Esempio di grafico a bolle.

I grafici di questo tipo possono essere intesi come varianti di quelli a dispersione XY e come rappresentazioni intermedie tra i grafici e le carte geografiche convenzionali.

Il grafico visualizza la densità demografica (abitanti per kmq) al censimento 1991 nei comuni i cui centri capoluoghi sono compresi entro 50 km a partire da Roma (origine degli assi; distanze in km). Le aree delle bolle sono proporzionali alla densità.

I dati devono essere organizzati come segue:

Nome	X	Y	Densità
Roma	0.00	0.00	1851.72
Ciampino	11.04	-11.82	3244.09
Mentana	10.55	14.30	718.41
Monterotondo	8.42	16.05	743.07
Riano	0.11	20.48	237.36
Frascati	17.86	-11.28	897.95
Guidonia Montecelio	18.63	10.01	709.19
Grottaferrata	17.09	-13.04	891.12
...	...	...	...

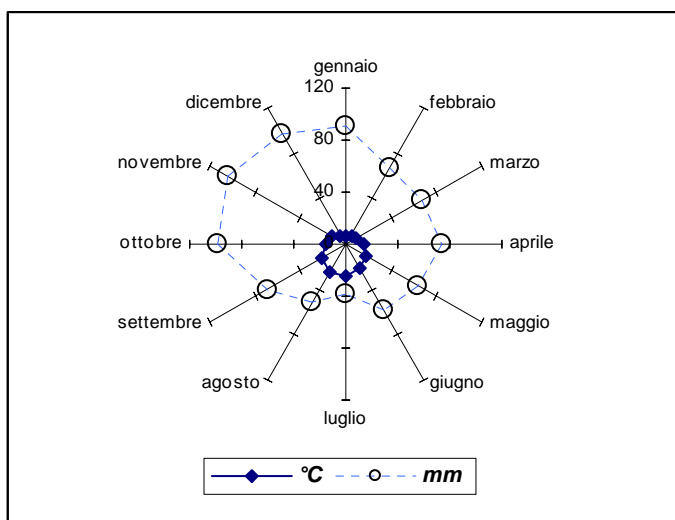
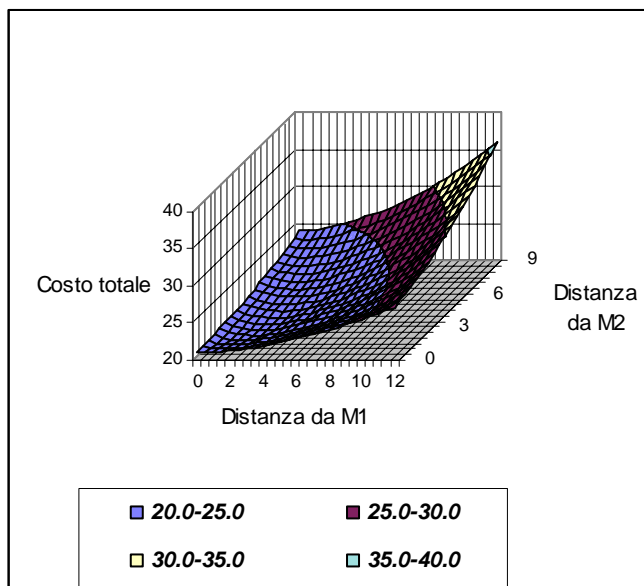


Figura 11 Esempio di grafico con coordinate polari o del tipo radar.

Si tratta di una rappresentazione molto efficace per la visualizzazione di fenomeni ciclici con origine convenzionale. È frequente in climatologia e in geografia dei trasporti.

L'esempio è stato costruito con i dati della stazione termopluviometrica di Chieti (1921-1950):

<i>Mesi</i>	<i>Temperature</i> °C	<i>Precipitazioni</i> mm	<i>Mesi</i>	<i>Temperature</i> °C	<i>Precipitazioni</i> mm
Gennaio	6.0	91	Agosto	24.4	51
Febbraio	7.1	68	Settembre	21.2	69
Marzo	9.5	67	Ottobre	16.1	98
Aprile	13.4	74	Novembre	11.6	104
Maggio	18.8	65	Dicembre	7.5	97
Giugno	22.0	58	<i>Anno</i>	<i>15.2</i>	<i>881</i>
Luglio	24.7	39			



**Figura 12** Esempio di grafico a superficie.

Suggestivi, ma poco gestibili in automatico, rappresentano una modalità di visualizzazione intermedia tra grafici e carte geografiche.

## Altre rappresentazioni grafiche

### Il diagramma triangolare

E' questo un procedimento comunemente adottato per esprimere, su un solo grafico, l'evoluzione relativa nel tempo o la situazione comparativa nello spazio di un fenomeno che è funzione di tre elementi. In demogeografia è impiegato specialmente per rappresentare la ripartizione professionale e la ripartizione per età della popolazione.

In concreto, si tracciano tre assi, formanti un triangolo equilatero e graduati da 0 a 100 in senso antiorario (oppure in senso orario). La percentuale della popolazione giovane è riportata sul lato di sinistra, quella dei vecchi sul lato destro, quella degli adulti alla base.

Se consideriamo il caso dell'Italia al 1961 (figura xxx), per la quale queste tre percentuali sono rispettivamente:  $G = 33.4$  -  $V = 9.6$  % -  $A = 57.0$ %, dal punto 33.4 sull'asse dei giovani eleveremo una parallela all'asse dei vecchi, dal punto 9.6 sull'asse dei vecchi una parallela all'asse degli adulti, dal punto 57.0 sull'asse degli adulti una parallela all'asse dei giovani.

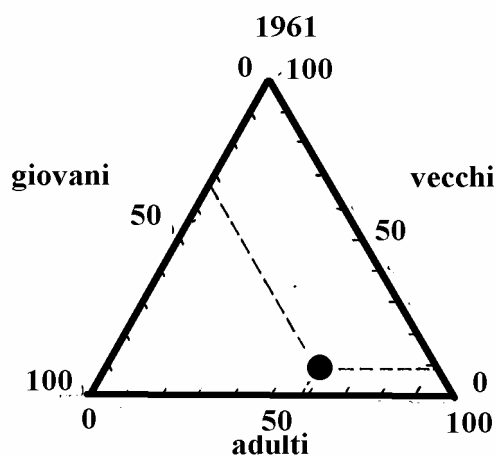


Figura 13 Esempio di diagramma triangolare nella rappresentazione della struttura di una popolazione per grandi gruppi di età: l'Italia al censimento 1991.

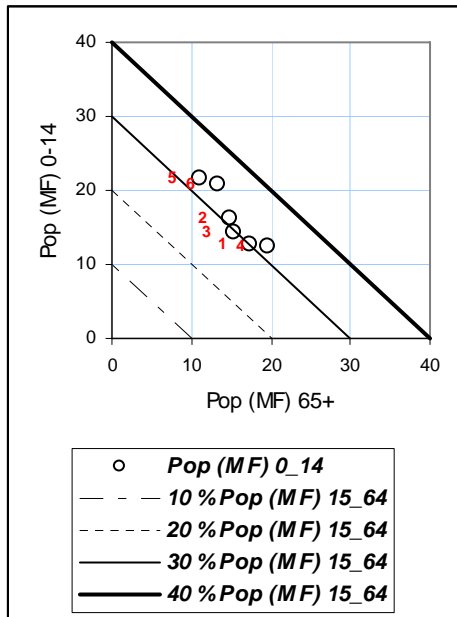
Il punto d'intersezione di queste tre rette esprime in maniera sintetica la composizione per età della popolazione italiana.

Il diagramma triangolare è un mezzo comodo ma sommario di rappresentazione della struttura per età. Rappresenta solo i tre grandi gruppi 0 - 20 anni, 20 - 65, 65 e oltre, senza offrire particolari sulla loro composizione, e non sostituisce l'impiego delle piramidi delle età, che tuttavia integra utilmente, soprattutto perché permette di

confrontare su un unico diagramma, in modo espressivo, la situazione di vari Paesi, ciascuna delle quali rappresentata da un punto.

### Il diagramma a differenze

Gli stessi risultati del diagramma triangolare si possono conseguire con i consueti grafici cartesiani aventi per coordinate una coppia di valori (giovani - adulti, giovani - anziani oppure adulti - anziani), sicché il valore incognito si legge per differenza a condizione che il totale sia pari a 100.



**Figura 14** Esempio di grafico a differenza.

Il grafico è stato costruito a partire dai dati appresso riportati (riferimento: censimento 1991): si noti come si accostino all'origine degli assi i punti rappresentativi delle regioni con più elevate percentuali della popolazione con età 15-64 anni.

I grafici a differenza sono poco diffusi, salvo in geografia della popolazione in cui trovano impiego nella rappresentazione di strutture demografiche articolate in tre componenti percentuali.

Codice	Regione	65+	0_14
1	Piemonte	17.4	12.7
2	Trentino Alto Adige	14.8	16.2
3	Veneto	15.3	14.2
4	Toscana	19.5	12.3
5	Campania	11.1	21.5
6	Calabria	13.3	20.8



## La curva di concentrazione di Lorenz-Gini

È molto frequente nell'indagine territoriali il ricorso alla curva di concentrazione di Lorenz-Gini e al corrispondente indice per visualizzare e quantificare gli scostamenti tra due distribuzioni interconnesse dall'ipotesi di riparti omogenei tra le quantità in gioco.

La procedura, piuttosto laboriosa, è illustrata da un esempio concreto nel quale, sulla scorta dei risultati del censimento intermedio 1996, si confrontano per la regione Abruzzo le distribuzioni Numero delle unità locali per classe di addetti, in sigla UL, e Addetti nelle unità locali per classi di addetti, in sigla A:

	UL	A	A/UL	
UL_1-2	7111	9317	1.31	
UL_3-9	3315	16159	4.87	
UL_10-19	982	13278	13.52	
UL_20-49	722	20726	28.71	
UL_50-99	198	13767	69.53	
UL_100 e più	108	31482	291.50	
Totali	12436	104729	8.42	

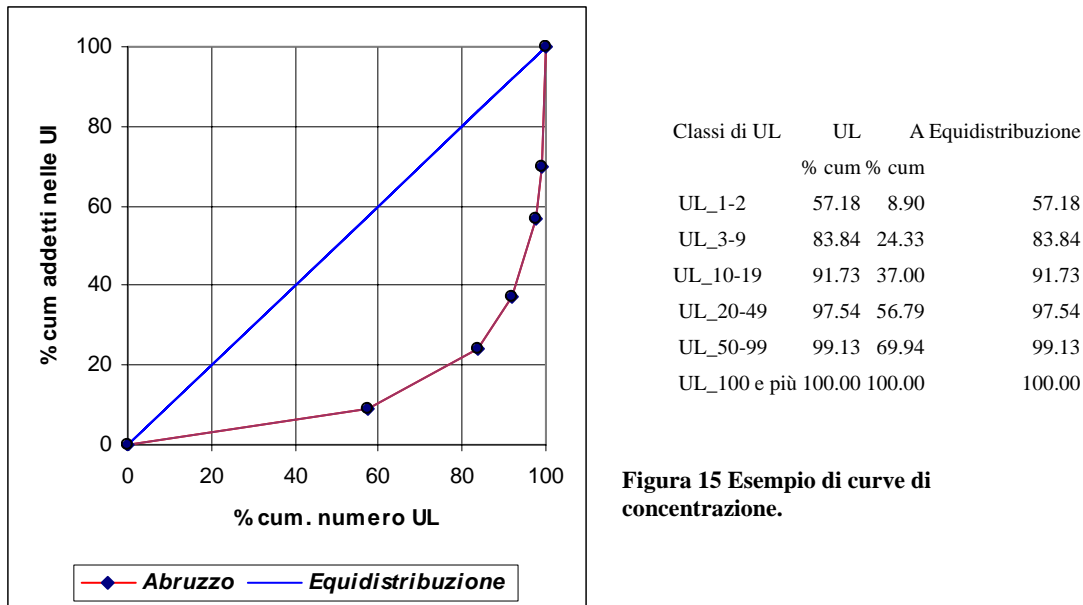
La prima operazione da effettuare consiste nel calcolo dei rapporti UL/A o viceversa; la seconda comporta l'eventuale riordinamento dei dati in senso decrescente o crescente (non si è resa necessaria nella fattispecie), la terza nel calcolo delle percentuali e delle percentuali cumulate sia per la distribuzione UL sia per A.

Completati tutti i passaggi si ottiene questo prospetto:

Classi di UL	UL	A	UL	A
	%	%	% cum	% cum
UL_1-2	57.18	8.90	57.18	8.90
UL_3-9	26.66	15.43	83.84	24.33
UL_10-19	7.90	12.68	91.73	37.00
UL_20-49	5.81	19.79	97.54	56.79
UL_50-99	1.59	13.15	99.13	69.94
UL_100 e più	0.87	30.06	100.00	100.00
Totali	100.00	100.00		

È ora possibile tracciare il grafico della curva di concentrazione: se si utilizza Microsoft Excel per ottenere in automatico un grafico a dispersione XY, si dispongono i dati su tre colonne. La prima per le % cumulate di UL (coordinata x), la seconda per le %

cumulate di A (coordinata y), la terza per l'ipotesi di equidistribuzione (coordinata y uguale alla coordinata x).



**Figura 15 Esempio di curve di concentrazione.**

La concentrazione degli addetti in funzione delle unità locali (raggruppate in classi) cresce al crescere dell'area sottesa dalla curva di concentrazione a partire dalla retta d'equidistribuzione.

L'area compresa tra la retta di equidistribuzione e la curva di concentrazione prende il nome di area di concentrazione. Poiché quest'ultima è compresa tra il minimo di zero e il massimo di 5000 (area del triangolo isoscele avente per base la retta di equidistribuzione e lati, di lunghezza 100, corrispondenti alla base e all'altezza del grafico), rapportando in termini percentuali l'area effettiva di concentrazione al suo massimo si ottiene l'indice di concentrazione  $I_c$ :

$$I_c = 100 \text{ Area di concentrazione/area massima di concentrazione}$$

Alquanto laborioso è il calcolo dell'area di concentrazione  $A_c$ , dal momento che essa si ottiene quale differenza tra l'area massima e la sommatoria delle aree parziali  $A_1, A_2, \dots, A_n$  (salvo la prima, triangolare, hanno forma trapezoidale):

Classi di UL	% cum%	cumAree parziali	Base	Altezza	Superficie
	0	0			
UL_1-2	57	9A1	9	57	254.35
UL_3-9	84	24A2	24	27	324.22
UL_10-19	92	37A3	37	8	146.10
UL_20-49	98	57A4	57	6	164.87
UL_50-99	99	70A5	70	2	55.68
UL_100 e più	100	100A6	100	1	43.42
Totale					988.63

Nell'esempio in discussione i risultati si riassumono con queste indicazioni sintetiche: Area di concentrazione: 4011.37; Indice di concentrazione in %: 80.23.

In conclusione, la curva di Lorenz-Gini appare uno strumento da conoscere in dettaglio per la sua diffusione, ma forse obsoleto (sono disponibili mezzi molto più semplici per ottenere risultati simili).

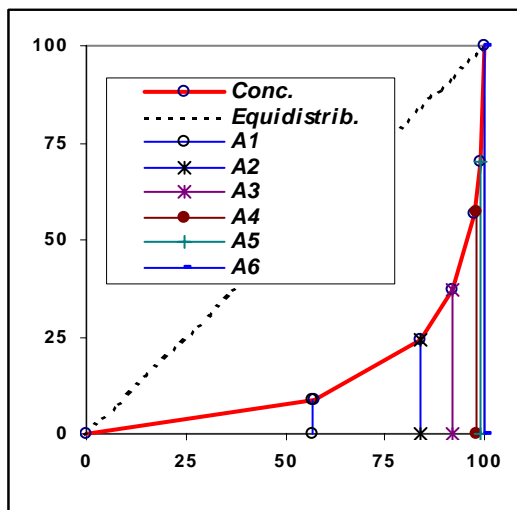
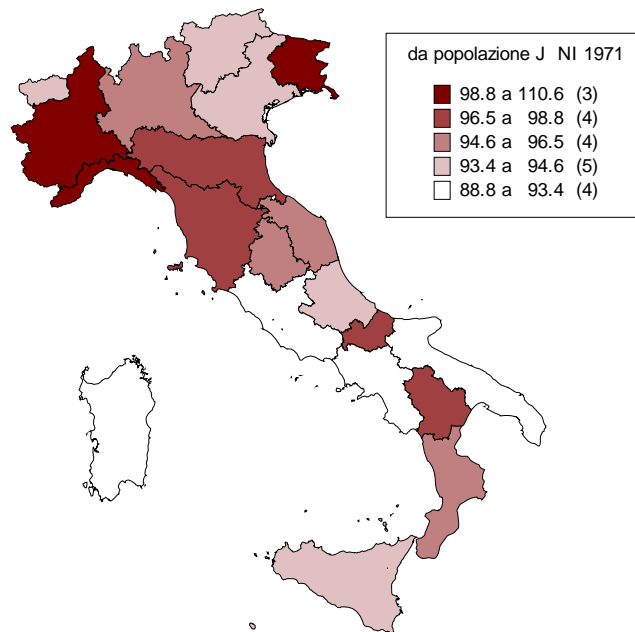


Figura 16 Costruzione delle aree parziali per il calcolo dell'area di concentrazione.

## I cartogrammi

Sono rappresentazioni miste nelle quali insiemi di grafici statistici di un particolare tipo, oppure di campiture o simboli puntiformi sono sovrapposti ad una base cartografica, in genere, amministrativa.

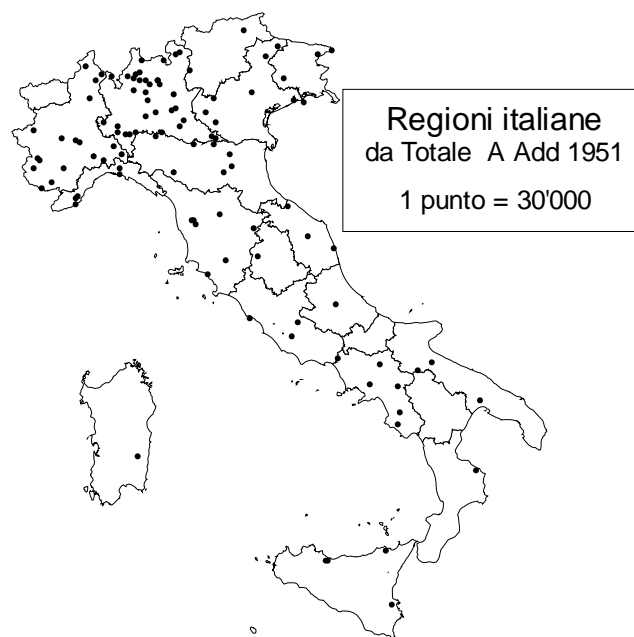
Il problema che si presenta nella costruzione di un cartogramma, secondo il Napoletano (1989) “è che l’informazione di tipo descrittivo deve andare a sovrapporsi graficamente alla rappresentazione della componente geografica, che già da se occupa entrambe le dimensioni del piano. Un primo criterio da rispettare è che l’informazione di natura statistica va resa graficamente riproducendo, per quanto è possibile, le proprietà geometriche del dato, che si presenta associato a punti, linee o zone. Accanto a tale aspetto, c’è il problema di rendere in modo adeguato e consistente la componente descrittiva del dato territoriale. Dal momento che la base geografica occupa di per se entrambe le dimensioni del piano, occorre utilizzare altre variabili visive, che sovrapposte al disegno di questa, riescano a rendere adeguatamente l’informazione statistica”.



**Figura 17 Esempio di cartogramma a mosaico.**

L’esempio, realizzato con Microsoft Excel, visualizza il numero indice della popolazione residente nelle regioni amministrative al 1971, avendo assunto per base il 1951 pari a 100.

Secondo Bertin ( 1983) la grafica mette a disposizione sei possibili variabili visive, oltre le due direzioni del piano: dimensione, valore, grana, colore, orientamento e forma. ...



**Figura 18 Esempio di cartogramma per punti.**

L'esempio, realizzato con Microsoft Excel, visualizza il numero di addetti nelle attività manifatturiere al censimento 1961. La scelta del valore del punto diventa un problema cruciale nella redazione di questi cartogrammi.

Un criterio che discende in modo naturale dalle argomentazioni precedenti è che, nella scelta di rappresentazioni grafiche basate su criteri scientifici, la variabile visiva deve essere adeguata alle caratteristiche della componente descrittiva per rendere appieno il contenuto dell'informazione.

Molte serie territoriali, nella pratica, si presentano come distribuzioni di frequenze, ammontari o quantità derivate, associate da una parte ad entità territoriali e dall'altra alle modalità di un carattere. Sul cartogramma non è possibile tuttavia rappresentare in modo semplice e corretto, preservando una visione d'insieme del fenomeno, più di una singola modalità del carattere. Quest'ultima viene a costituire la

seconda componente, quella descrittiva, che il cartogramma può riuscire a rendere compiutamente.

Una particolare attenzione va perciò dedicata alla scelta di una simbologia adeguata alla rappresentazione di dati quantitativi; a tal proposito il sistema di simboli GRP, dall'inglese Graphical Rational Patterns, proposto da Bachi (1968), risulta rispondere al criterio individuato da Bertin e basato su principi costruttivi molto semplici, suscettibili di verifiche empiriche e, quindi, di possibili miglioramenti.”

I cartogrammi possono essere realizzati anche con il foglio elettronico Excel, laddove sia stata attivata l'opzione Microsoft Datamap, ma in genere si ricorre a specifici programmi di cartografia (esempio Mapinfo, per applicazioni professionali; Winmap, per utilizzi in sede didattica, essendo d'uso gratuito).

#### Prospetto 1 Tipi elementari di carte.

livello di misura	punto	linea	area	superficie
nominale	carta con punti	carta con linee non differenziate, isolate o raggruppate in reti	carta con aree in colore o distinte con numeri o lettere	carta liberamente colorata
ordinale	carta con simboli puntiformi differenziati	carta con linee e reti di linee gerarchizzate	carta con colori gerarchizzati	carta corocromatica gerarchizzata
intervallo o rapporto	carta con simboli puntiformi graduati	carte con linee e reti graduate	carta a coroplete	carta con curve di livello

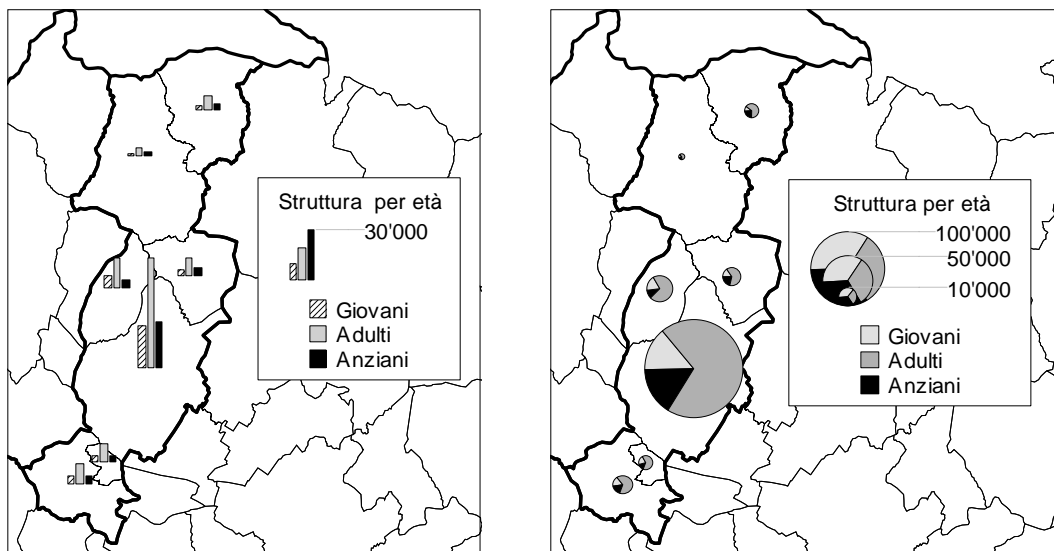


Figura 19 Esempi di cartogrammi,

Gli esempi visualizzano la struttura, al censimento del 1991, della popolazione per grandi fasce d'età nei comuni della provincia di Prato: a sinistra, istogrammi; a destra, torte.

Molto laboriosi e in genere poco utili appaiono questi cartogrammi allorché i campi di variazione dei dati sono tanto ampi da indurre ad artifici di dubbia correttezza quale il ricorso ad altezze proporzionali alle radici quadrate della popolazione nel caso degli istogrammi.

## Considerazioni sulle illusioni ottiche

I geograficisti nella comunicazione geografica devono assolvere al ruolo di *informare* circa aspetti, quasi sempre quantitativi, di una ricerca o proporsi direttamente come il prodotto finale e completo di una ricerca; in ogni caso la comunicazione si completa con il coinvolgimento del sistema visivo di chi osserva il prodotto grafico, di regola senza la presenza di chi ha costruito il prodotto medesimo. Pertanto, quest'ultimo non dovrebbe essere mai tentato da finalità estetiche o propagandistiche, e, per contro, dovrebbe concentrare tutta la sua attenzione, in modo da evitare dubbi ed equivoci nel fruitore del prodotto, magari con l'applicazione delle regole basilari della psicologia cognitiva.

In effetti, il sistema visuale può essere schematizzato come un percorso che inizia dall'immagine grafica e si conclude con la memoria di lungo periodo, passando per la memoria iconica e la memoria di breve periodo.

In concreto, l'immagine grafica è un insieme di stimoli grafici, presenti su un foglio di carta, su un'insegna stradale, sullo schermo di un computer o altro supporto, che si trasmettono tramite la retina al sistema visivo del cervello che elabora e interpreta le informazioni.

La memoria iconica, a sua volta, è la componente iniziale del processo di memorizzazione e trae origine dal fatto che per breve tempo le cellule della retina conservano gli impulsi esterni, mentre la memoria di breve termine trattiene i caratteri essenziali delle immagini grafiche retroagendo con quella di lungo periodo. Infine, la memoria di lungo periodo ha un doppio ruolo perché mentre trattiene quasi permanentemente le immagini grafiche immagazzinate in precedenza guida anche l'elaborazione delle immagini grafiche del momento secondo schemi di memorizzazione, o insiemi di associazioni che integrano le informazioni visive.

Già nell'Ottocento il Weber aveva rilevato come l'incremento di stimolazione necessario per produrre significative differenze nell'apprezzamento di due stimoli era proporzionale alla dimensione degli stimoli; su questo fronte un importante contributo è dovuto al Fechner per il quale esisterebbe una relazione di tipo logaritmico tra la magnitudo della sensazione  $S$  e l'intensità dello stimolo  $I$  (con  $k$  fattore di scala):

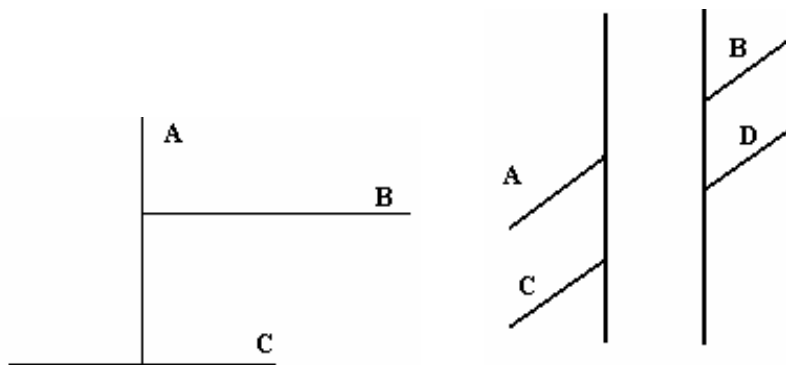
$$S = k \log (I)$$

Relazione rivisitata negli anni Cinquanta dallo Stevens con la funzione esponenziale

$$S = k I^p$$

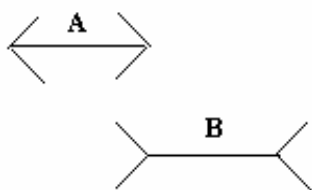
Su questi modelli non vi è accordo nelle valutazioni degli studiosi odierni e vi è anche chi dubita sulla possibilità di relazioni formali idonee a rappresentare correttamente tutte le condizioni sperimentali.

Tuttavia, sono ormai dati per acquisiti i risvolti sul piano pratico dei contributi del Weber e dello Stevens, nel senso che al crescere della dimensione dei simboli in un grafico o in una carta geografica non cresce nella stessa proporzione la dimensione percepita.



**Figura 20 Le illusioni ottiche: importanza dell'orientamento.**

A sinistra, importanza dell'orientamento e della posizione: è veramente difficile credere che i tre segmenti siano uguali: tutti, senza il riscontro con un righello, saremmo portati a ritenere il segmento C più corto di B. A destra, difficoltà nel riconoscimento degli allineamenti obliqui: quale coppia di segmenti (A e B; C e D) è allineata? (la coppia C e D).



**Figura 21 Importanza del contorno.**

È difficile credere che i segmenti A e B sono uguali.

Considerazioni simili valgono per i simboli volumetrici e per le tonalità di colore, sicché emerge un contrasto insanabile tra una delle più consolidate regole cartografiche – la proporzionalità tra le dimensioni dei simboli e le quantità cui esse si riferiscono – e le limitazioni psicologiche dei fruitori dei prodotti cartografici.

Tra queste limitazioni, un ruolo importante svolgono quelle alla base delle illusioni ottiche, delle quali si propongono alcuni esempi nelle figure 20 e 31.



## Il climogramma

La climatologia geografica si avvale da tempo di grafici illustrativi dell'andamento nel corso dell'anno di uno o più elementi climatici, in particolare della temperatura e delle precipitazioni, sovente rappresentate congiuntamente non perché esista una chiara relazione funzionale tra di essi, ma per il fatto che le loro *combinazioni* sono state assunte a fondamento di classificazioni o di definizioni ancor oggi in auge.

Nonostante la superiorità, sotto ogni punta di vista, specie concettuale, dei grafici con coordinate polari nella rappresentazione dei fenomeni ciclici, di fatto sono più diffusi quelli con coordinate cartesiane o gli ancor più semplici istogrammi.

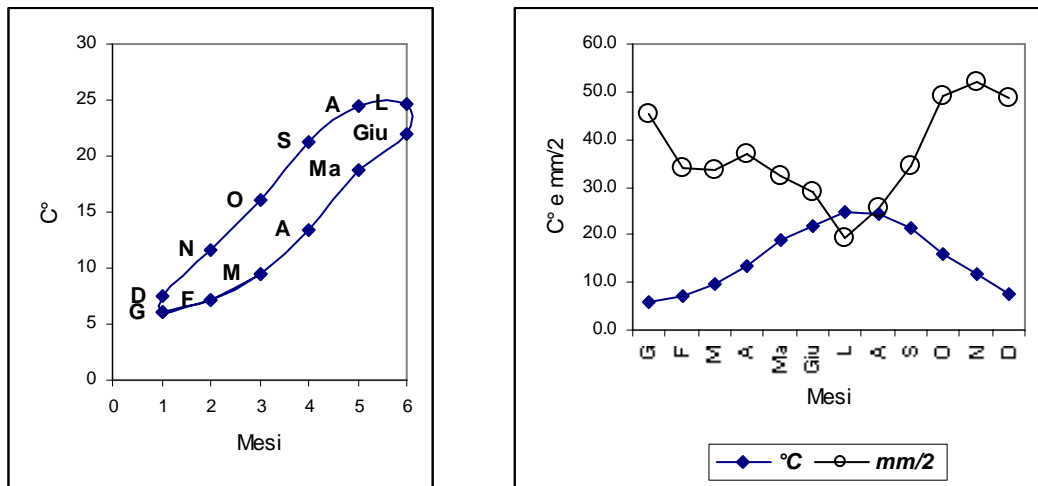


Figura 22 A sinistra, grafico per sottolineare l'influenza mitigatrice del mare; a destra, grafico ombrotermico.

Mesi	Temperature C°	Precipitazioni mm	Mesi	Temperature C°	Precipitazioni mm
gennaio	6	91	luglio	24.7	39
febbraio	7.1	68	agosto	24.4	51
marzo	9.5	67	settembre	21.2	69
aprile	13.4	74	ottobre	16.1	98
maggio	18.8	65	novembre	11.6	104
giugno	22	58	dicembre	7.5	97
			anno	15.2	881

*Diagrammi ombrotermici di Gausson.* In questi diagrammi, conosciuti anche come diagrammi udometrici di Emberger, il fine della rappresentazione risiede nella visualizzazione dei mesi aridi e di quelli umidi, sulla base di questa classificazione molto semplice:

$$p < 2t \text{ mesi aridi; } p > 2t \text{ mesi umidi}$$

In termini pratici, si richiede la trasformazione preliminare dei dati, in modo da rendere confrontabili i due elementi climatici; successivamente ci si può avvalere degli istogrammi o di un grafico cartesiano nel quale i due elementi climatici sono espressi in funzione del tempo.

Tuttavia, la ciclicità risulta difficilmente percepibile nella sua globalità e la trasformazione dei dati rende queste rappresentazioni fonti di gravi equivoci per i non esperti. Ancor più grave è la limitazione implicita nell'ipotesi di una relazione di tipo lineare tra temperature e precipitazioni. Per aggirare tutti questi ostacoli si ricorre ad un grafico cartesiano, il climogramma propriamente detto, nel quale è consuetudine esprimere le precipitazioni in funzione della temperatura, ma nulla vi sarebbe da eccepire se si operasse all'incontrario.

*Esempi preliminari di climogramma.* La rappresentazione di base è quella illustrata in figura, che potrà essere modificata o integrata per conseguire specifiche finalità.

In primo luogo, risulta conveniente una suddivisione non uniforme degli assi, per evitare grafici a sviluppo sostanzialmente lineare, in ragione della diversa ampiezza dei campi di variazione della temperatura e delle precipitazioni. Una possibilità consiste nel porre  $p = 2t$ , in tal caso la figura si modifica sensibilmente in quanto la linea diagrammatica si espande rispetto all'asse delle temperature; un'alternativa, piuttosto diffusa ed utilizzabile nella maggior parte dei casi, si avvale di  $p = 5t$  (vedi figura).

In secondo luogo conviene sovrapporre al tracciato dei dati empirici quello di una funzione che esprima la condizione di equilibrio tra precipitazioni e temperature. Nel caso della classificazione del Gausson, si tratta di disegnare la retta di equazione  $p = 2t$ ; è evidente che i mesi, i quali si trovano nel grafico in alto rispetto alla retta, sono quelli da classificare come umidi, aridi quelli rappresentati in basso, in equilibrio quelli ubicati esattamente sulla retta.

Circa le classificazioni climatiche dei mesi sulla scorta di relazioni lineari, si segnalano anche quelle del De Gasperin ( $p = 5t$ ), del Birot ( $p = 4t$ ) e soprattutto quella del De Martonne (al De Martonne si deve anche un indice annuale dell'aridità, proposto nel 1923 e dal quale discende l'indice mensile), diventata rapidamente celebre negli anni Trenta e Quaranta; in essa la soglia  $a$  dell'aridità è data dalla relazione  $a = 12p/(t + 10)$ .

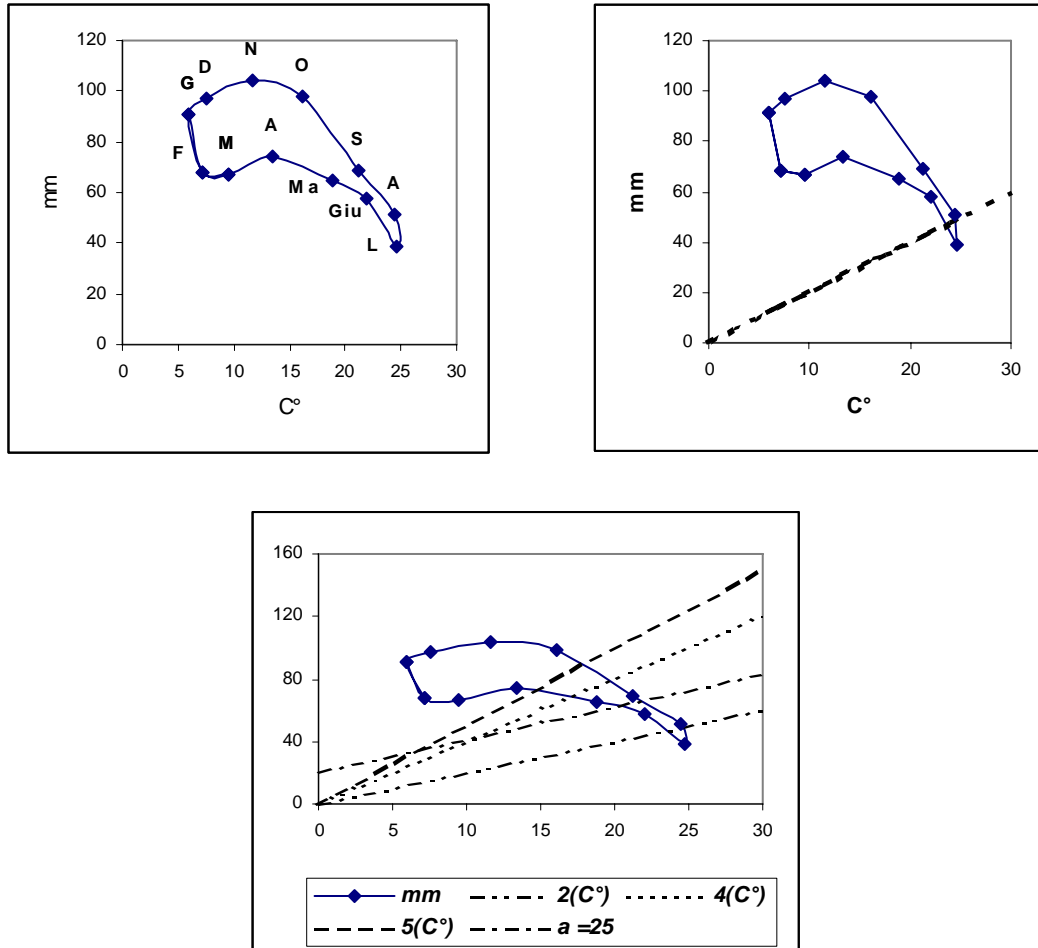


Figura 23 Esempi di climogrammi con relazioni lineari.

*Climogrammi con relazioni non lineari.* Le classificazioni fondate su relazioni non lineari tra precipitazioni e temperature sono numerose, specie quelle concernenti i valori annui, e piuttosto complesse, almeno in alcuni casi. In termini grafici le cose non cambiano sul piano della sostanza, ma il disegno è più difficile.

Esempio è la soglia tra clima secco e clima umido del Moral ( $P = T^2 - 10T + 200$ ) con valori per l'intero anno, che l'Autore proponente ha adattato ai valori mensili con la definizione di più intervalli scanditi dalle relazioni

A)  $p = 0.1t^2 + t + 30$  tra mesi piovosi e umidi

B)  $p = 0.1t^2 - t + 20$  tra mesi umidi e secchi

C)  $p = 0.05t^2 - t + 10$  tra mesi secchi e aridi

Calcolati i valori pertinenti alle singole soglie, si tracciano le curve relative sul grafico del climogramma per il confronto visuale tra i dati empirici e quelli teorici. Da rilevare la scarsa significatività di queste soglie per temperature medie mensili inferiori a 10 °C.

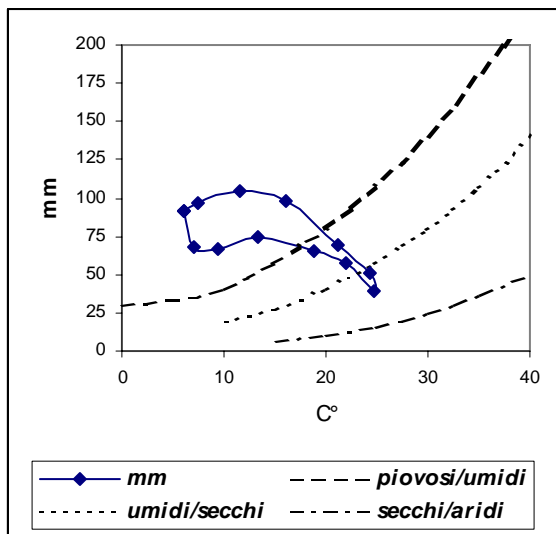


Figura 24 Esempio di climogramma con relazioni non lineari.

*Il climogramma del caldo afoso.* Il caldo afoso è una condizione meteorologica, che l'uomo avverte con un senso di disagio, qualificata da particolari combinazioni di temperatura e di umidità relativa (U. R.). Tra le diverse proposte note in letteratura secondo Pinna quella più organica si deve allo Scharlau per il quale la soglia del caldo afoso è definita dalla curva che passa per i punti riportati in calce al grafico illustrativo.. Lo Scharlau, inoltre, ha proposto per la differenziazione spaziale del caldo afoso l'impiego delle isoigroterme: le linee che congiungono tutti i punti per i quali risulta uguale la differenza tra la temperatura effettiva e quella critica.

*Le termoisoplete di Troll.* Si tratta di specialissimi grafici che illustrano l'andamento delle temperature in funzione del ciclo diurno e del ciclo annuo mediante isoterme che finiscono per assicurare alla rappresentazione la fisionomia di una carta a curve di livello. Pertanto, la leggibilità può essere implementata con le tecniche (esempio: l'ombreggiamento delle curve di livello)

Grafici siffatti possono essere disegnati per tutti gli elementi climatici (velocità del vento, pressione atmosferica, umidità relativa ecc.) laddove siano disponibili informazioni adeguate.

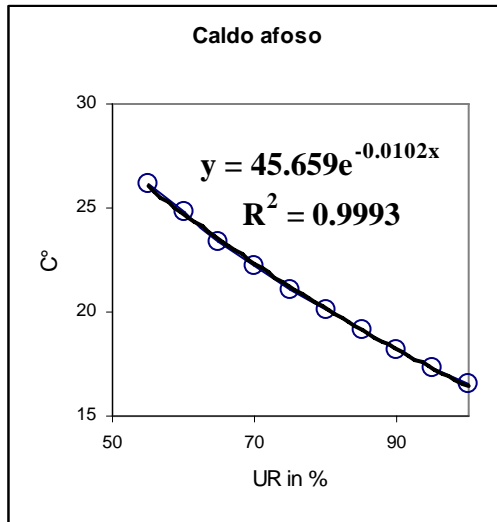


Figura 25 Il caldo afoso secondo lo Scharlau.

Il grafico è stato costruito con questi dati:

U. R.	°C	U. R.	°C
100	16.5	75	21.1
95	17.3	70	22.2
90	18.2	65	23.4
85	19.1	60	24.8
80	20.1	55	26.2

ore	Mesi											
	G	F	M	A	Ma	G	L	A	S	O	N	D
1	0.2	1.0	7.1	10.4	13.7	17.1	19.4	19.5	16.8	11.2	6.8	1.6
2	0.1	0.7	6.9	10.0	13.2	16.7	18.8	19.1	16.5	11.0	6.6	1.4
3	0.0	0.6	6.6	9.5	12.7	16.3	18.3	18.7	16.2	10.8	6.4	1.2
4	-0.3	0.5	6.5	9.0	12.3	15.9	17.8	18.4	15.9	10.7	6.1	1.0
5	-0.5	0.4	6.2	8.8	12.3	16.0	17.9	18.2	15.7	10.5	6.1	0.9
6	-0.7	0.2	6.0	8.7	12.5	16.5	18.2	18.2	15.5	10.4	6.1	0.8
7	-1.0	0.1	5.7	8.8	12.9	17.1	18.9	18.4	15.3	10.3	6.3	0.7
8	-1.0	0.4	6.1	9.9	14.1	18.1	20.2	19.2	16.0	10.7	6.4	0.9
9	-0.9	1.0	6.7	11.4	15.8	19.3	22.0	20.6	17.3	11.3	6.6	1.2
10	-0.7	1.8	7.6	13.5	18.1	20.8	24.2	22.3	19.0	12.2	6.9	1.6
11	-0.1	2.8	8.5	14.6	19.2	21.8	25.6	23.5	20.2	13.2	7.5	2.3
12	0.7	4.1	9.5	15.4	20.1	22.7	26.7	24.5	21.5	14.4	8.3	3.3
13	1.8	5.5	10.6	16.0	20.6	23.6	27.6	25.5	22.9	15.7	9.3	4.4
14	2.3	6.4	11.3	16.5	21.1	23.9	28.1	26.1	25.5	16.4	9.7	4.9
15	2.7	7.1	11.7	17.0	21.4	24.0	28.3	26.6	25.7	16.9	9.8	5.1
16	3.0	7.6	12.0	17.3	21.6	23.8	28.3	26.8	23.6	17.2	9.8	5.1
17	2.8	7.0	11.8	17.0	21.2	23.5	27.9	26.4	23.0	16.6	9.4	4.6
18	2.2	5.9	11.2	16.3	20.6	23.1	27.2	25.5	22.0	15.6	8.7	3.9
19	1.3	4.2	10.3	15.3	19.6	22.5	26.2	24.1	20.6	14.0	7.8	2.8
20	0.9	3.4	9.6	14.3	18.5	21.4	25.0	23.1	19.6	13.3	7.4	2.4
21	0.5	2.8	9.0	13.1	17.2	20.1	23.6	22.0	18.6	12.7	7.2	2.2
22	0.3	2.4	8.3	11.8	15.8	18.4	22.0	20.9	17.6	12.3	7.1	2.2
23	0.1	1.9	7.8	11.1	14.9	17.7	21.0	20.2	17.1	11.8	6.9	2.0
24	0.1	1.5	7.4	10.7	14.3	17.3	20.2	19.7	16.9	11.5	6.7	1.7

Figura 26 Esempio numerico-grafico di termoisoplete

Milano Linate - temperatura

*Le medie relative peregrate.* Il confronto delle precipitazioni tra località diverse per lo studio del regime pluviometrico, quale andamento degli afflussi nel corso dell'anno, soffre, quando si utilizzano i valori assoluti, della diversa durata dei mesi e

degli stessi totali mensili. Tuttavia, gli ostacoli si aggirano facilmente ricorrendo alla *media relativa perequata* (Pinna, 1977, p.206):

$$Mrp = (m * 1000 / M) * [365 / (12 * g)]$$

dove  $m$  è il mese in esame,  $M$  il totale annuo,  $g$  il numero dei giorni del mese.

Segue un esempio applicativo alla stazione termopluviometrica di Chieti:

Mesi	Precipitazioni	Giorni	365/12g	1000m/M	Mrp
Gennaio	91	31	0.98	103.29	105.27
Febbraio	68	28	1.09	77.19	71.05
Marzo	67	31	0.98	76.05	77.51
Aprile	74	30	1.01	84.00	82.84
Maggio	65	31	0.98	73.78	75.19
Giugno	58	30	1.01	65.83	64.93
Luglio	39	31	0.98	44.27	45.12
Agosto	51	31	0.98	57.89	59.00
Settembre	69	30	1.01	78.32	77.25
Ottobre	98	31	0.98	111.24	113.37
Novembre	104	30	1.01	118.05	116.43
Dicembre	97	31	0.98	110.10	112.21
Anno	881				

*Il coefficiente pluviometrico di Angot* (Pinna, ..., p.206) assolve ad un ruolo simile a quello della *media relativa perequata*, esprimendo il dato mensile come rapporto tra la precipitazione mensile effettiva e quella teorica nell'ipotesi di una distribuzione uniforme delle precipitazioni in tutti i mesi. Il coefficiente  $q$  si ottiene dalla relazione:

$$q = m/A \text{ e } A = P * n / 365$$

dove  $m$  è la precipitazione nel mese considerato,  $P$  la precipitazione annua e  $n$  è il numero dei giorni del mese. La somma di tutti i mesi è 12.

*Osservazione:* la *media relativa perequata* e il *coefficiente pluviometrico di Angot* possono essere utilizzati proficuamente nello studio di tutti i fenomeni con forte differenziazione mensile.