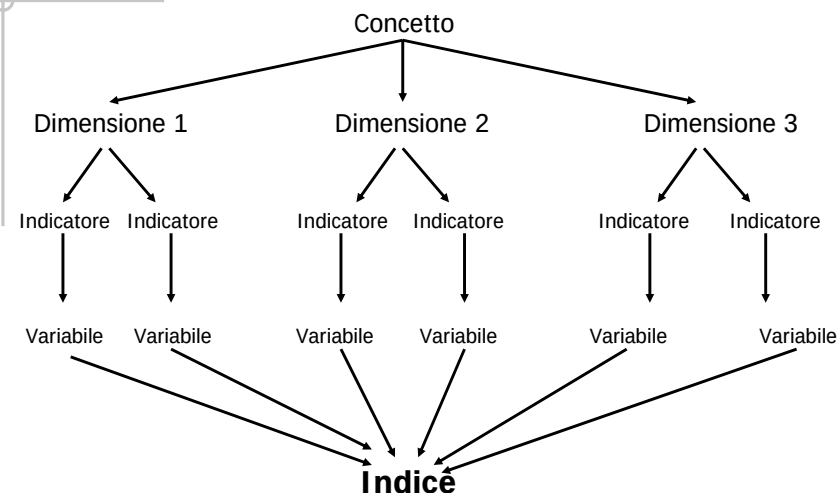


Concetti, indicatori e indici

- La traduzione empirica di una teoria si realizza attraverso l'**operativizzazione** dei concetti;

Concetto	<i>È la base della teoria</i>
↳ Indicatori	<i>Sono una rappresentazione parziale di un concetto</i>
↳ Variabili	<i>Sono una quantificazione degli indicatori</i>
↳ Indici	<i>Consentono di sintetizzare più variabili</i>

Concetti, indicatori e indici



Gli indicatori sociali per la valutazione della qualità della vita

Qualità della vita

↳ Livello di soddisfazione derivante dalle condizioni di vita (strutturali e connesse alla disponibilità dei servizi) degli individui di una collettività, secondo l'importanza che detti individui attribuiscono ai vari bisogni

1. Attenzione ai problemi ecologici e ambientali
2. Valutazione degli aspetti oggettivi e soggettivi

“La qualità della vita

- ◆ ... comprende la possibilità di godere di salute e di sicurezza personale, di realizzare la propria personalità mediante un processo di crescita culturale nell'arco della vita, di soddisfazione lavorativa e di sviluppo professionale, di autorealizzazione nel godimento del tempo libero, di disporre in misura sufficiente di beni materiali e di servizi, di contatti umani, di comunicazione e di tutela della sfera intima, della libertà personale, di partecipazione nel settore politico” (H. Joachim Vogel)

La qualità della vita in Italia

- ◆ In Italia le ricerche sulla qualità della vita hanno trovato sperimentazione quasi più in ambito giornalistico che in quello accademico.
- ◆ Le ricerche realizzate con dati territorialmente aggregati si propongono di stimare le condizioni oggettive di vita (materiali e non) riscontrabili in un determinato contesto.
- ◆ Si utilizzano dati elaborati in indicatori sociali oggettivi o indici sintetici di qualità della vita utili per confrontare nel tempo e nello spazio differenti unità di analisi.

L'indagine del Sole24Ore

- ◆ Rilevazione annuale sulla qualità della vita delle province italiane
- ◆ I dati sono raccolti in sei aree tematiche:
 1. Tenore di vita
 2. Affari e lavoro
 3. Ambiente e servizi
 4. Criminalità
 5. Popolazione
 6. Tempo libero
- ◆ 6 indicatori per ogni area → 36 indicatori

1. Tenore di vita

1. La ricchezza prodotta (ammontare pro capite del valore aggiunto al costo dei fattori a prezzi correnti)
2. Gli stipendi (importo medio annuo delle retribuzioni di operai e di impiegati)
3. Una vita assicurata (ammontare medio per abitante dei premi per polizze vita)
4. Le pensioni (importo medio mensile percepito dai pensionati)
5. L'abitazione (prezzo medio al mq per un appartamento nuovo in zona semicentrale)
6. Le spese (i consumi per abitante ai prezzi correnti)

2. Affari e lavoro

1. Lo spirito imprenditoriale (imprese registrate ogni 100 abitanti)
2. Chi apre, chi chiude (rapporto tra nuove iscrizioni e imprese cessate)
3. I fallimenti (numero di imprese fallite ogni 1000 registrate)
4. I crediti non riscossi (importo medio dei protesti per abitante)
5. La vocazione all'estero (percentuale di export sul valore aggiunto)
6. Alla ricerca di un posto sicuro (percentuale di persone in cerca di lavoro in rapporto alle forze lavoro)

3. Ambiente e servizi

1. La possibilità di trasporto (indice di dotazione infrastrutturale di trasporto)
2. Gli arretrati della giustizia (procedimenti civili pendenti per ogni 1000 abitanti)
3. Bello stabile (escursione termica: differenza tra i valori delle temperature medie mensili del mese più caldo e del mese più freddo dell'anno)
4. Decorso fatale (morti per tumore sul totale dei decessi)
5. La pagella ecologica (indice sintetico Legambiente sull'ecosistema urbano)
6. Il rischio sulle strade (incidenti stradali ogni 1000 auto circolanti)

4. Criminalità

1. Allarme rapine (numero di rapine denunciate ogni 100mila abitanti)
2. Le vetture nel mirino (numero di furti d'auto denunciati ogni 100mila abitanti)
3. Gli appartamenti svaligiati (numero di furti in casa denunciati ogni 100mila abitanti)
4. Microdelinquenza di azione (numero di borseggi e scippi denunciati ogni 100mila abitanti)
5. Il trend (variazione del trend totale dei delitti denunciati dalle forze di Polizia dal 1995 al 1999)
6. La difesa dell'ordine pubblico (indice delle prestazioni e dotazioni delle forze di Polizia statali)

5. Popolazione

1. Le nascite (numero di nati vivi ogni 1000 abitanti nel 1999 in rapporto allo stesso indice nel 1995)
2. I decessi (numero di morti ogni 1000 abitanti)
3. La vita rifiutata (numero di suicidi e tentativi di suicidio ogni 100mila abitanti)
4. Arrivi e partenze (numero di nuove iscrizioni anagrafiche per trasferimenti da altre province ogni 100 cancellazioni)
5. Culle a rischio (numero di morti entro il primo anno di vita ogni 1000 nati vivi)
6. Famiglie infrante (numero di divorzi ogni 100mila famiglie)

6. Tempo libero

1. Il piacere di associarsi (numero di associazioni artistiche, culturali e ricreative ogni 100mila abitanti)
2. Al botteghino dello sport (spesa media per abitante per assistere a spettacoli sportivi)
3. L'audience del palcoscenico (spesa media per abitante per assistere a spettacoli teatrali e musicali)
4. La passione per il cinema (spesa media per abitante per assistere a spettacoli cinematografici)
5. In perfetta forma (numero di palestre ogni 100mila abitanti)
6. Cultura in vetrina (numero di librerie ogni 100mila abitanti)

La sintesi degli indicatori sociali

◆ Sintesi o lista degli indicatori?

1. *"Per scopi di programmazione noi abbiamo bisogno di indicatori disaggregati"*
2. *"Per scopi di segnali rapidi d'allarme mi sembra preferibile disporre di una batteria di indicatori piuttosto che di un indicatore di sintesi"* (Curatolo)

Conoscenza
strumentale



Lista degli indicatori

Valutazione
descrittivo-comparativa



Sintesi degli indicatori

La sintesi degli indicatori sociali

"Un indice di sintesi deve riflettere realmente un concetto unitario e non è corretto aggregare indicatori se esiste tra loro una relazione causale oppure uno è parte degli altri" (Schifini D'Andrea)

Elaborazione del Sole24Ore

1. Per ogni area tematica si attribuiscono 1.000 punti alla provincia classificata per prima e si costruisce una graduatoria con un punteggio proporzionale

Esempio:

Ricchezza prodotta

1^a classificata: Bologna - 57,1 milioni per abitante - 1.000 punti

1^a classificata: Macerata - 38,5 milioni per abitante - ? punti

$$1.000 : 57,1 = ? : 38,5$$

$$? = 1.000 \times 38,5 : 57,1$$

$$? = 674$$

47^a classificata

Elaborazione del Sole24Ore

2. Per ciascuno dei sei indicatori si calcola il punteggio medio di ogni provincia

Esempio:

Tempo libero

512 + (il piacere di associarsi)
80 + (al botteghino dello sport)
226 + (l'audience del palcoscenico)
517 + (la passione per il cinema)
710 + (in perfetta forma)
429 = (cultura in vetrina)

$$\overline{2474} \rightarrow 2474 : 6 = 412$$

Punteggio di Macerata nel settore "Tempo libero"

Elaborazione del Sole24Ore

3. La classifica generale viene costruita facendo la media dei punteggi ottenuti da ciascuna provincia all'interno delle 6 aree tematiche

Esempio:

598 + (tenore di vita)
417 + (affari e lavoro)
492 + (servizi e ambiente)
331 + (criminalità)
508 + (popolazione)
412 = (tempo libero)

$$\overline{2834} \rightarrow 2834 : 6 = 460 \quad \text{Punteggio di Macerata}$$

47° posto della graduatoria

Alcuni problemi dell'indagine del Sole24Ore

- ◆ Nuovi indicatori
- ◆ Nuove fonti
- ◆ Scelta degli indicatori
- ◆ Affidabilità degli indicatori
- ◆ Metodologia di sintesi degli indicatori
- ◆ Mancano voci di carattere soggettivo

Un esempio

Le elencherò ora una serie di aspetti relativi alla vivibilità nel Suo quartiere. Utilizzando una scala da 1 a 10 (1=totalmente insoddisfatto; 10=totalmente soddisfatto), potrebbe dirmi, per ogni aspetto, quanto si ritiene soddisfatto o insoddisfatto?

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	Non so
Sicurezza personale, rischio criminalità	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Disponibilità servizi assistenza sanitaria	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Disponibilità servizi assistenza sociale	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Disponibilità strutture ricreative e di svago	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Disponibilità posti auto	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Negozi e strutture commerciali	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Costi delle abitazioni	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Relazioni interpersonali	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Trasporti pubblici	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Costo della vita (escluso costo delle abitazioni)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Inquinamento atmosferico	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Inquinamento acustico	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Spazi verdi	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Strutture scolastiche	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Uffici postali	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Illuminazione stradale	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Pulizia delle strade	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Manutenzione delle strade	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Traffico	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]
Altro _____	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	[]

Un esempio

Quali dovrebbero essere, secondo Lei, le priorità da affrontare nel suo Quartiere? (tre, in ordine)

	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Microcriminalità.....	[]	[]	[]
Servizi assistenza sanitaria.....	[]	[]	[]
Assistenza agli anziani.....	[]	[]	[]
Offerta strutture ricreative e di svago.....	[]	[]	[]
Parcheggi e posti auto.....	[]	[]	[]
Negozi e strutture commerciali.....	[]	[]	[]
Inquinamento acustico.....	[]	[]	[]
Inquinamento atmosferico.....	[]	[]	[]
Traffico.....	[]	[]	[]
Pulizia delle strade.....	[]	[]	[]
Manutenzione delle strade.....	[]	[]	[]
Spazi verdi.....	[]	[]	[]
Servizi scolastici.....	[]	[]	[]
Uffici postali.....	[]	[]	[]
Controllo sui tossicodipendenti.....	[]	[]	[]
Controllo sulla prostituzione.....	[]	[]	[]
Controllo sugli extracomunitari.....	[]	[]	[]
Altro.....	[]	[]	[]

Complessivamente, quanto si ritiene soddisfatto di vivere in questo Quartiere?

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ (

L'approccio oggettivo-soggettivo

◆ La nozione di “qualità della vita” deve comprendere tutti gli aspetti della vita umana, sia la sfera reale sia l'espressione del grado di soddisfazione dell'individuo

- CREDOC (*Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie*)
- Campione di 2000 individui
- Esaminare come i francesi percepiscono le loro condizioni di vita e quali sono le loro aspirazioni.
 - Formazione
 - Famiglia
 - Abitazione e ambiente fisico
 - Lavoro
 - Salute
 - Situazione economica generale
 - Ambiente familiare e sociale
 -

La sintesi degli indicatori sociali

◆ Sintesi o lista degli indicatori?

1. “Per scopi di programmazione noi abbiamo bisogno di indicatori disaggregati
2. Per scopi di segnali rapidi d'allarme mi sembra preferibile disporre di una batteria di indicatori piuttosto che di un indicatore di sintesi”
(Curatolo)

Conoscenza
strumentale



Lista degli indicatori

Valutazione
descrittivo-comparativa



Sintesi degli indicatori

La sintesi degli indicatori sociali

“Un indice di sintesi deve riflettere realmente un concetto unitario e non è corretto aggregare indicatori se esiste tra loro una relazione causale oppure uno è parte degli altri” (Schifini D'Andrea)

La sintesi degli indicatori sociali

1. Individuazione del procedimento di sintesi



È funzione dell'obiettivo conoscitivo, della molteplicità degli indicatori e della omogeneità degli stessi

2. Scelta del criterio di ponderazione



È un problema molto complesso che implica l'introduzione di una ulteriore componente soggettiva

La sintesi degli indicatori sociali

1. Individuazione del procedimento di sintesi



- Scelta fra un unico indicatore sintetico e più indicatori sintetici
- Scelta della funzione per sintetizzare gli indicatori

La matrice degli indicatori sociali

$$\mathbf{X}_{n,m} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{im} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s_1 \\ \vdots \\ s_i \\ \vdots \\ s_n \end{pmatrix}$$

Indicatore sintetico

La sintesi degli indicatori sociali: l'approccio ordinale

1. Ordinare le unità statistiche in graduatorie rispetto ai singoli indicatori
2. Sostituire il valore assunto dall'indicatore con il numero d'ordine o rango con cui l'unità di colloca nella graduatoria
 - Operazione preliminare: "ribaltare" gli indicatori di segno diverso
 - Se due o più unità assumono lo stesso valore per un indicatore, ad esse sarà attribuito il rango medio

Gli indicatori del concetto di livello di vita

- ◆ Speranza di vita alla nascita
- ◆ Tasso di mortalità infantile
- ◆ Numero di calorie totale consumate pro capite dalla popolazione
- ◆ Tasso di scolarità primaria
- ◆ Tasso di alfabetismo
- ◆ % di popolazione attiva disoccupata
- ◆ Ripartizione % della popolazione attiva per settore di attività
- ◆ % del reddito nazionale per consumi privati
- ◆ Reddito medio pro capite
- ◆ % della spesa per l'alimentazione nei bilanci familiari
- ◆ % del numero di morti con età >50 sul totale dei decessi

Un esempio di indicatori del concetto di livello di vita

variabile	denominazione indicatore	struttura dell'indicatore	direzione
x1	Quoziente di mortalità infantile	(Morti nel primo anno di vita / Nati vivi) *1000	-
x2	Indice di emigratorietà	(Cancellati per l'estero / Pop. Residente) *10000	-
x3	Numero di posti letto negli istituti di cura per 1000 ab.	(Posti letto / Pop. Residente) *1000	+
x4	Medici negli istituti pubblici per 1000 ab.	(N.ro medici negli istituti pubblici / Pop. Residente) *1000	+
x5	Indice di affollamento delle abitazioni	N.ro di occupanti gli appartamenti / N.ro stanze	-
x6	Indice di comfort delle abitazioni	Media ponderata dei valori predeterminati attribuiti alle variabili presenza di bagno, riscaldamento, autorimessa, proprietà dell'abitazione con pesi costituiti dalle frequenze delle abitazioni	+
x7	Tasso di femminilizzazione dell'occupazione	(Femmine occupate / Maschi occupati) *100	+
x8	Percentuale degli occupati in agricoltura	(Occupati in agricoltura / Tot. Occupati) *100	-
x9	Non occupati per 100 forze di lavoro	(Non occupati / Forze lavoro) *100	-
x10	% diplomati sul totale della popolazione di 6 anni o più	(N.ro diplomati scuole medie sup. / Popo. In età >6) *100	+
x11	Diffusione di quotidiani (copie annue per persona)	(N.ro quotidiani diffusi / Pop. In età >6)	+
x12	Biglietti di cinema venduti per 100 ab.	(N.ro biglietti venduti / Pop. Residente) *100	+
x13	Persone andate in vacanza per 1000 ab.	(Totale persone andate in vacanza / Pop. Residente) *1000	+
x14	Percentuale di famiglie con basso reddito	(N.ro famiglie con reddito < £10 milioni / N.ro famiglie) *100	-
x15	Densità telefonica	(N.ro abbonati al telefono / Pop. Residente) *100	+
x16	Autoveicoli per 1000 ab.	(N.ro autoveicoli / Pop. Residente) *1000	+

Un esempio di indicatori del concetto di livello di vita

Regioni	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
Piemonte	8,2	6,2	6,2	1,4	0,7	10,3	61,3	7,0	6,8	11,3	41,0	217,6	57,7	3,7	42,0	669
Valle D'Aosta	8,2	8,3	4,8	1,5	0,6	9,8	64,5	10,0	3,8	11,0	52,0	175,2	50,9	3,8	50,3	885
Lombardia	6,6	7,6	7,4	1,3	0,7	10,8	59,7	3,3	4,0	12,1	58,0	199,1	62,6	2,6	42,1	638
Trentino A.A.	7,3	12,6	8,1	1,0	0,7	10,3	58,0	11,2	3,0	9,4	59,0	134,9	47,7	2,5	37,8	592
Veneto	5,9	6,1	8,5	1,4	0,6	11,7	56,3	7,5	4,8	10,4	43,0	154,9	50,7	2,7	36,9	600
Friuli V.G.	4,6	12,5	9,3	1,6	0,6	10,7	58,2	5,2	6,5	12,1	62,0	183,8	42,9	4,8	41,0	616
Liguria	5,8	12,3	7,9	1,8	0,6	8,8	55,2	5,6	9,3	13,7	79,0	245,9	48,4	3,8	49,3	605
Emilia Romagna	7,5	5,7	7,8	1,4	0,6	11,4	66,8	9,9	4,6	12,1	60,0	288,7	52,2	2,7	42,7	692
Toscana	7,2	6,3	7,4	1,4	0,6	10,5	58,2	5,4	8,3	11,5	52,0	231,5	47,4	2,6	42,1	694
Umbria	8,6	12,5	6,6	1,6	0,6	12,0	54,0	8,8	9,2	12,9	28,0	121,3	40,8	2,4	36,4	648
Marche	9,5	6,3	8,0	1,5	0,6	11,7	63,2	10,3	6,6	11,4	32,0	178,5	34,6	2,4	36,5	640
Lazio	7,1	9,1	7,7	1,7	0,8	9,6	53,1	5,3	12,0	15,6	68,0	205,4	56,7	2,4	43,4	593
Abruzzo	10,0	15,1	8,5	1,5	0,7	10,4	56,1	12,0	10,2	11,6	30,0	120,7	30,6	4,8	34,1	514
Molise	11,2	18,6	4,9	1,2	0,7	9,6	56,0	19,7	14,0	10,4	16,0	27,4	34,8	7,4	30,3	427
Campania	10,6	8,9	4,7	1,1	0,9	8,0	39,0	11,5	20,8	10,3	24,0	73,1	42,0	4,8	27,4	372
Puglia	10,1	19,0	7,5	1,3	0,9	8,5	41,0	16,9	15,7	9,5	23,0	104,0	32,5	3,0	28,4	391
Basilicata	10,4	20,8	5,6	0,8	0,8	8,9	48,5	21,2	19,8	10,5	17,0	47,7	27,3	4,6	27,1	398
Calabria	8,5	9,0	6,0	1,2	0,8	7,8	43,0	21,8	24,6	10,7	20,0	55,5	30,1	6,7	25,9	390
Sicilia	10,7	31,5	5,3	1,2	0,8	7,8	32,0	14,7	22,6	10,0	22,0	110,8	24,4	6,3	30,7	451
Sardegna	9,4	11,8	6,0	1,3	0,7	8,5	41,0	14,0	19,7	9,5	55,0	112,1	27,9	4,7	30,4	461
ITALIA	8,6	11,3	7,0	1,4	0,7	9,8	52,7	8,9	11,0	11,5	45,0	164,6	46,0	3,7	37,0	558

Un esempio di indicatori del concetto di livello di vita

variabile	denominazione indicatore	struttura dell'indicatore	direzione
x1	Quoziente di mortalità infantile	(Morti nel primo anno di vita / Nati vivi) *1000	-
x2	Indice di emigratorietà	(Cancellati per l'estero / Pop. Residente) *10000	-
x3	Numero di posti letto negli istituti di cura per 1000 ab.	(Posti letto / Pop. Residente) *1000	+
x4	Medici negli istituti pubblici per 1000 ab.	(N.ro medici negli istituti pubblici / Pop. Residente) *1000	+
x5	Indice di affollamento delle abitazioni	N.ro di occupanti gli appartamenti / N.ro stanze	-
x6	Indice di comfort delle abitazioni	Media ponderata dei valori predeterminati attribuiti alle variabili presenza di bagno, riscaldamento, autorimessa, proprietà dell'abitazione con pesi costituiti dalle frequenze delle abitazioni	+
x7	Tasso di femminilizzazione dell'occupazione	(Femmine occupate / Maschi occupati) *100	+
x8	Percentuale degli occupati in agricoltura	(Occupati in agricoltura / Tot. Occupati) *100	-
x9	Non occupati per 100 forze di lavoro	(Non occupati / Forze lavoro) *100	-
x10	% diplomati sul totale della popolazione di 6 anni o più	(N.ro diplomati scuole medie sup. / Popo. In età >6) *100	+
x11	Diffusione di quotidiani (copie annue per persona)	(N.ro quotidiani diffusi / Pop. In età >6)	+
x12	Biglietti di cinema venduti per 100 ab.	(N.ro biglietti venduti / Pop. Residente) *100	+
x13	Persone andate in vacanza per 1000 ab.	(Totale persone andate in vacanza / Pop. Residente) *1000	+
x14	Percentuale di famiglie con basso reddito	(N.ro famiglie con reddito < £10 milioni / N.ro famiglie) *100	-
x15	Densità telefonica	(N.ro abbonati al telefono / Pop. Residente) *100	+
x16	Autoveicoli per 1000 ab.	(N.ro autoveicoli / Pop. Residente) *1000	+

- Calcolare il complemento a 1000 dei valori del quoziente di mortalità
- Es.: $X_1 = 8,2 \rightarrow X_1^* = 1000 - 8,2 = 991,8$

Matrice degli indicatori elementari positivi

Regioni	x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
Piemonte	991,8	9993,8	6,2	1,4	1,47	10,3	61,3	93,0	93,2	11,3	41,0	217,6	57,7	96,3	42,0	669
Valle D'Aosta	991,8	9991,7	4,8	1,5	1,67	9,8	64,5	90,0	96,2	11,0	52,0	175,2	50,9	96,2	50,3	885
Lombardia	993,4	9992,4	7,4	1,3	1,35	10,8	59,7	96,7	96,0	12,1	58,0	199,1	62,6	97,4	42,1	638
Trentino A.A.	992,7	9987,4	8,1	1,0	1,52	10,3	58,0	88,8	97,0	9,4	59,0	134,9	47,7	97,5	37,8	592
Veneto	994,1	9993,9	8,5	1,4	1,61	11,7	56,3	92,5	95,2	10,4	43,0	154,9	50,7	97,3	36,9	600
Friuli V.G.	995,4	9987,5	9,3	1,6	1,82	10,7	58,2	94,8	93,5	12,1	62,0	183,8	42,9	95,2	41,0	616
Liguria	994,2	9987,7	7,9	1,8	1,82	8,8	55,2	94,4	90,7	13,7	79,0	245,9	48,4	96,2	49,3	605
Emilia Romagna	992,5	9994,3	7,8	1,4	1,59	11,4	66,8	90,1	95,4	12,1	60,0	288,7	52,2	97,3	42,7	692
Toscana	992,8	9993,7	7,4	1,4	1,67	10,5	58,2	94,6	91,7	11,5	52,0	231,5	47,4	97,4	42,1	694
Umbria	991,4	9987,5	6,6	1,6	1,72	12,0	54,0	91,2	90,8	12,9	28,0	121,3	40,8	97,6	36,4	648
Marche	990,5	9993,7	8,0	1,5	1,64	11,7	63,2	89,7	93,4	11,4	32,0	178,5	34,6	97,6	36,5	640
Lazio	992,9	9990,9	7,7	1,7	1,23	9,6	53,1	94,7	88,0	15,6	68,0	205,4	56,7	97,6	43,4	593
Abruzzo	990,0	9984,9	8,5	1,5	1,47	10,4	56,1	88,0	89,8	11,6	30,0	120,7	30,6	95,2	34,1	514
Molise	988,8	9981,4	4,9	1,2	1,54	9,6	56,0	80,3	86,0	10,4	16,0	27,4	34,8	92,6	30,3	427
Campania	989,4	9991,1	4,7	1,1	1,06	8,0	39,0	88,5	79,2	10,3	24,0	73,1	42,0	95,2	27,4	372
Puglia	989,9	9981,0	7,5	1,3	1,12	8,5	41,0	83,1	84,3	9,5	23,0	104,0	32,5	97,0	28,4	391
Basilicata	989,6	9979,2	5,6	0,8	1,23	8,9	48,5	78,8	80,2	10,5	17,0	47,7	27,3	95,4	27,1	398
Calabria	991,5	9991,0	6,0	1,2	1,28	7,8	43,0	78,2	75,4	10,7	20,0	55,5	30,1	93,3	25,9	390
Sicilia	989,3	9968,5	5,3	1,2	1,27	7,8	32,0	85,3	77,4	10,0	22,0	110,8	24,4	93,7	30,7	451
Sardegna	990,6	9988,2	6,0	1,3	1,45	8,5	41,0	86,0	80,3	9,5	55,0	112,1	27,9	95,3	30,4	461

Matrice dei ranghi

Regioni	x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
Piemonte	11,5	18	8	11,5	9,5	11,5	17	15	13	11	10	17	19	11	14	17
Valle D'Aosta	11,5	14	2	15	16,5	10	19	11	19	10	12,5	12	16	9,5	20	20
Lombardia	17	15	10,5	8	7	16	16	20	18	16	15	15	20	15,5	15,5	14
Trentino A.A.	14	6	17	2	11	11,5	13	9	20	1	16	10	13	17	12	9
Veneto	18	19	18,5	11,5	14	18,5	12	14	16	6,5	11	11	15	13,5	11	11
Friuli V.G.	20	7,5	20	17,5	19,5	15	14,5	19	15	16	18	14	11	5	13	13
Liguria	19	9	15	20	19,5	6	9	16	10	19	20	19	14	9,5	19	12
Emilia Romagna	13	20	14	11,5	13	17	20	12	17	16	17	20	17	13,5	17	18
Toscana	15	16,5	10,5	11,5	16,5	14	14,5	17	12	13	12,5	18	12	15,5	15,5	19
Umbria	9	7,5	9	17,5	18	20	8	13	11	18	7	9	9	19	9	16
Marche	7	16,5	16	15	15	18,5	18	10	14	12	9	13	7	19	10	15
Lazio	16	11	13	19	3,5	8,5	7	18	8	20	19	16	18	19	18	10
Abruzzo	6	5	18,5	15	9,5	13	11	7	9	14	8	8	5	5	8	8
Molise	1	4	3	5	12	8,5	10	3	7	6,5	1	1	8	1	5	5
Campania	3	13	1	3	1	3	2	8	3	5	6	4	10	5	3	1
Puglia	5	3	12	8	2	4,5	3,5	4	6	2,5	5	5	6	12	4	3
Basilicata	4	2	5	1	3,5	7	6	2	4	8	2	2	2	8	2	4
Calabria	10	12	6,5	5	6	1,5	5	1	1	9	3	3	4	2	1	2
Sicilia	2	1	4	5	5	1,5	1	5	2	4	4	6	1	3	7	6
Sardegna	8	10	6,5	8	8	4,5	3,5	6	5	2,5	14	7	3	7	6	7

Indicatore sintetico

$${}_1S_i = \sum_{j=1}^m g_{ij} \quad \text{per ogni } i=1,...,n \quad [m ; m \bullet n]$$

$${}_1S_i = \frac{\sum_{j=1}^m g_{ij}}{m} \quad \text{per ogni } i=1,...,n$$

$${}_1S_i^* = \frac{S_i - m}{m \bullet n - m} \quad \text{per ogni } i=1,...,n \quad [0 ; 1]$$

Indicatore sintetico

$${}_1S_i = \sum_{j=1}^m g_{ij} \quad \text{per ogni } i=1,...,n$$

Regioni	Indicatore sintetico
Piemonte	214
Valle D'Aosta	218
Lombardia	238,5
Trentino A.A.	181,5
Veneto	220,5
Friuli V.G.	238
Liguria	236
Emilia Romagna	256
Toscana	233
Umbria	200
Marche	215
Lazio	224
Abruzzo	150
Molise	81
Campania	71
Puglia	85,5
Basilicata	62,5
Calabria	72
Sicilia	57,5
Sardegna	106

La sintesi degli indicatori sociali: l'approccio cardinale

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze
politiche

Corso di Statistica Sociale

1. Trasformare gli indicatori elementari in modo che si muovano tutti nella stessa direzione ("ribaltare" gli indicatori di segno diverso)
2. Trasformare gli indicatori elementari in modo che gli indicatori trasformati si possano comparare



"Eliminazione dell'unità di misura"

Trasformazione degli i.e. in numeri puri

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze
politiche

Corso di Statistica Sociale

1. Trasformazione in numeri indici
2. Trasformazione mediante relativizzazione al campo di variazione
3. Trasformazione mediante standardizzazione
4. Trasformazione degli indicatori elementari in percentuali

Trasformazione degli i.e. in numeri puri

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze
politiche

Corso di Statistica Sociale

1. Trasformazione in numeri indici

$$I_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_{0j}} \quad \text{con } i=1,...,n ; j=1,...,m$$

- Media aritmetica dei valori dell'indicatore j -mo per le n unità
- Un valore di riferimento

	x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
ITALIA	991,6	9988,7	7	1,4	1,37	9,8	52,7	91,1	89	11,5	45	164,6	46	96,3	37	558

Trasformazione degli i.e. in numeri indici

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze
politiche

Corso di Statistica Sociale

Regioni	x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
Piemonte	1.0002	1.0005	0.8857	1.0000	1.0730	1.0510	0.1954	1.0209	1.0472	0.9826	0.9111	1.3220	1.2543	1.0000	1.1351	1.1989
Valle D'Aosta	1.0002	1.0003	0.6857	1.0714	1.2190	1.0000	0.1860	0.9879	1.0809	0.9565	1.1556	1.0644	1.1065	0.9990	1.3595	1.5860
Lombardia	1.0018	1.0004	1.0571	0.9286	0.9854	1.1020	0.2049	1.0615	1.0787	1.0522	1.2889	1.2096	1.3609	1.0114	1.1378	1.1434
Trentino A.A.	1.0011	0.9999	1.1571	0.7143	1.1095	1.0510	0.1954	0.9748	1.0899	0.8174	1.3111	0.8196	1.0370	1.0125	1.0216	1.0609
Veneto	1.0025	1.0005	1.2143	1.0000	1.1752	1.1939	0.2220	1.0154	1.0697	0.9043	0.9556	0.9411	1.1022	1.0104	0.9973	1.0753
Friuli V.G.	1.0038	0.9999	1.3286	1.1429	1.3285	1.0918	0.2030	1.0406	1.0506	1.0522	1.3778	1.1166	0.9326	0.9886	1.1081	1.1039
Liguria	1.0026	0.9999	1.1286	1.2857	1.3285	0.8980	0.1670	1.0362	1.0191	1.1913	1.7556	1.4939	1.0522	0.9990	1.3324	1.0842
Emilia Romagna	1.0009	1.0006	1.1143	1.0000	1.1606	1.1633	0.2163	0.9890	1.0719	1.0522	1.3333	1.7539	1.1348	1.0104	1.1541	1.2401
Toscana	1.0012	1.0005	1.0571	1.0000	1.2190	1.0714	0.1992	1.0384	1.0303	1.0000	1.1556	1.4064	1.0304	1.0114	1.1378	1.2437
Umbria	0.9998	0.9999	0.9429	1.1429	1.2555	1.2245	0.2277	1.0011	1.0202	1.1217	0.6222	0.7369	0.8870	1.0135	0.9838	1.1613
Marche	0.9989	1.0005	1.1429	1.0714	1.1971	1.1939	0.2220	0.9846	1.0494	0.9913	0.7111	1.0844	0.7522	1.0135	0.9865	1.1470
Lazio	1.0013	1.0002	1.1000	1.2143	0.8978	0.9796	0.1822	1.0395	0.9888	1.3565	1.5111	1.2479	1.2326	1.0135	1.1730	1.0627
Abruzzo	0.9984	0.9996	1.2143	1.0714	1.0730	1.0612	0.1973	0.9660	1.0090	1.0087	0.6667	0.7333	0.6652	0.9886	0.9216	0.9211
Molise	0.9972	0.9993	0.7000	0.8571	1.1241	0.9796	0.1822	0.8814	0.9663	0.9043	0.3556	0.1665	0.7565	0.9616	0.8189	0.7652
Campania	0.9978	1.0002	0.6714	0.7857	0.7737	0.8163	0.1518	0.9715	0.8899	0.8957	0.5333	0.4441	0.9130	0.9886	0.7405	0.6667
Puglia	0.9983	0.9992	1.0714	0.9286	0.8175	0.8673	0.1613	0.9122	0.9472	0.8261	0.5111	0.6318	0.7065	1.0073	0.7676	0.7007
Basilicata	0.9980	0.9990	0.8000	0.5714	0.8978	0.9082	0.1689	0.8650	0.9011	0.9130	0.3778	0.2898	0.5935	0.9907	0.7324	0.7133
Calabria	0.9999	1.0002	0.8571	0.8571	0.9343	0.7959	0.1480	0.8584	0.8472	0.9304	0.4444	0.3372	0.6543	0.9688	0.7000	0.6989
Sicilia	0.9977	0.9980	0.7571	0.8571	0.9270	0.7959	0.1480	0.9363	0.8697	0.8696	0.4889	0.6731	0.5304	0.9730	0.8297	0.8082
Sardegna	0.9990	0.9999	0.8571	0.9286	1.0584	0.8673	0.1613	0.9440	0.9022	0.8261	1.2222	0.6810	0.6065	0.9896	0.8216	0.8262
sqm	0.0018	0.0006	0.193	0.167	0.159	0.1335	0.025	0.059	0.076	0.1295	0.416	0.4189	0.2403	0.0156	0.1929	0.2344

Sintesi degli i.e. mediante media aritmetica dei valori trasformati in numeri indice

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze politiche

Corso di Statistica Sociale

Regioni	s2
Piemonte	1,00
Valle D'Aosta	1,03
Lombardia	1,04
Trentino A.A.	0,96
Veneto	0,99
Friuli V.G.	1,05
Liguria	1,11
Emilia Romagna	1,09
Toscana	1,04
Umbria	0,96
Marche	0,97
Lazio	1,06
Abruzzo	0,91
Molise	0,78
Campania	0,77
Puglia	0,80
Basilicata	0,73
Calabria	0,75
Sicilia	0,78
Sardegna	0,86

$${}_2S_i = \frac{\sum_{j=1}^m I_{ij}}{m} \quad \text{con } i=1, \dots, n$$

Trasformazione degli i.e. in numeri puri

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze politiche

Corso di Statistica Sociale

2. Trasformazione mediante relativizzazione al campo di variazione

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \cdot 100 \quad [0 ; 100]$$

- Gli indicatori trasformati sono svincolati dall'unità di misura e dalla variabilità
- Non è necessario ridurre allo stesso segno gli indicatori originari

Sintesi degli i.e. mediante media aritmetica dei valori relativizzati con il campo di variazione

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze politiche

Corso di Statistica Sociale

$${}_3S_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}^*}{m} \quad \text{con } i=1, \dots, n$$

Limite: uso del campo di variazione come misura di variabilità

Trasformazione degli i.e. in numeri puri

Prof.ssa C. Davino

UNIMC
scienze politiche

Corso di Statistica Sociale

3. Trasformazione mediante standardizzazione

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}$$

Sintesi degli i.e. mediante media aritmetica dei valori standardizzati

$${}_4S_i = \frac{\sum_{j=1}^m z_{ij}}{m} \quad \text{con } i=1, \dots, n$$

Matrice degli i.e. standardizzati

Regioni	z1*	z2*	z3	z4	z5*	z6	z7	z8*	z9*	z10	z11	z12	z13	z14*	z15	z16
Piemonte	0,094	0,922	-0,525	0,171	-0,030	0,340	0,873	0,757	0,668	0,000	-0,056	0,989	1,410	0,156	0,737	0,804
Valle D'Aosta	0,094	0,589	-1,561	0,600	0,886	-0,042	1,220	0,198	1,111	-0,201	0,532	0,374	0,795	0,090	1,900	2,455
Lombardia	0,977	0,700	0,363	-0,257	-0,579	0,722	0,699	1,446	1,082	0,537	0,853	0,721	1,854	0,888	0,751	0,567
Trentino A.A.	0,591	-0,094	0,880	-1,543	0,199	0,340	0,515	-0,025	1,230	-1,276	0,906	-0,210	0,506	0,954	0,149	0,216
Veneto	1,364	0,938	1,176	0,171	0,611	1,410	0,330	0,664	0,964	-0,604	0,051	0,080	0,777	0,821	0,022	0,277
Friuli V.G.	2,082	-0,078	1,768	1,029	1,573	0,646	0,537	1,092	0,712	0,537	1,067	0,499	0,071	-0,575	0,597	0,399
Liguria	1,419	-0,046	0,732	1,886	1,573	-0,806	0,211	1,018	0,298	1,612	1,976	1,400	0,569	0,090	1,760	0,315
Emilia Romagna	0,480	1,001	0,658	0,171	0,520	1,181	1,470	0,217	0,993	0,537	0,960	2,020	0,913	0,821	0,835	0,980
Toscana	0,646	0,906	0,363	0,171	0,886	0,493	0,537	1,055	0,446	0,134	0,532	1,191	0,479	0,888	0,751	0,995
Umbria	-0,127	-0,078	-0,229	1,029	1,115	1,640	0,081	0,422	0,313	1,074	-0,751	-0,408	-0,119	1,021	-0,048	0,644
Marche	-0,624	0,906	0,806	0,600	0,749	1,410	1,079	0,142	0,697	0,067	-0,537	0,422	-0,679	1,021	-0,034	0,583
Lazio	0,701	0,462	0,584	1,458	-1,129	-0,195	-0,017	1,073	-0,101	2,887	1,388	0,812	1,320	1,021	0,933	0,223
Abruzzo	-0,900	-0,490	1,176	0,600	-0,030	0,417	0,309	-0,174	0,165	0,201	-0,644	-0,416	-1,041	-0,575	-0,370	-0,381
Molise	-1,563	-1,046	-1,487	-0,686	0,291	-0,195	0,298	-1,608	-0,397	-0,604	-1,393	-1,770	-0,661	-2,304	-0,902	-1,046
Campania	-1,231	0,494	-1,635	-1,115	-1,907	-1,418	-1,547	-0,081	-1,403	-0,671	-0,965	-1,107	-0,010	-0,575	-1,309	-1,466
Puglia	-0,955	-1,109	0,437	-0,257	-1,633	-1,036	-1,330	-1,087	-0,649	-1,209	-1,019	-0,659	-0,869	0,622	-1,169	-1,321
Basilicata	-1,121	-1,395	-0,969	-2,401	-1,129	-0,730	-0,516	-1,887	-1,255	-0,537	-1,339	-1,475	-1,340	-0,442	-1,351	-1,267
Calabria	-0,072	0,478	-0,673	-0,686	-0,900	-1,571	-1,113	-1,999	-1,965	-0,403	-1,179	-1,362	-1,087	-1,839	-1,519	-1,329
Sicilia	-1,287	-3,093	-1,191	-0,686	-0,946	-1,571	-2,306	-0,677	-1,669	-0,873	-1,072	-0,560	-1,602	-1,573	-0,846	-0,862
Sardegna	-0,569	0,033	-0,673	-0,257	-0,121	-1,036	-1,330	-0,547	-1,240	-1,209	0,692	-0,541	-1,286	-0,509	-0,888	-0,786
media	1E-13	-2E-13	6E-16	-4E-16	5E-16	-3E-16	-1E-15	2E-15	-1E-16	-5E-16	2E-16	-7E-17	7E-16	1E-15	7E-16	3E-16
sqm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sintesi degli i.e. mediante media aritmetica dei valori standardizzati

- La trasformazione in scarti standardizzati è la più diffusa
- La trasformazione non garantisce la comparabilità logica tra gli indicatori

Trasformazione degli i.e. in numeri puri

4. Trasformazione degli indicatori elementari in percentuali

Sintesi degli i.e. mediante somma dei valori trasformati in percentuali

$${}_5S_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} \text{ con } i=1, \dots, n \quad [0 ; 100 \cdot m]$$

$${}_6S_i = \frac{\sum_{j=1}^m p_{ij}}{m} \text{ con } i=1, \dots, n \quad [0 ; 100]$$

Sintesi degli i.e. mediante le componenti principali

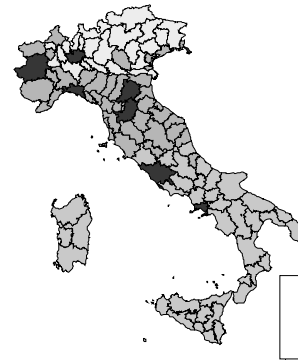
L'obiettivo è di eliminare la ridondanza che può esservi nel considerare una serie di indicatori elementari correlati tra loro, sostituendo ad essi un minor numero di variabili latenti fra loro non correlate e in grado di fornire una quota sufficiente della informazione complessiva contenuta nelle variabili originarie.

La correlazione

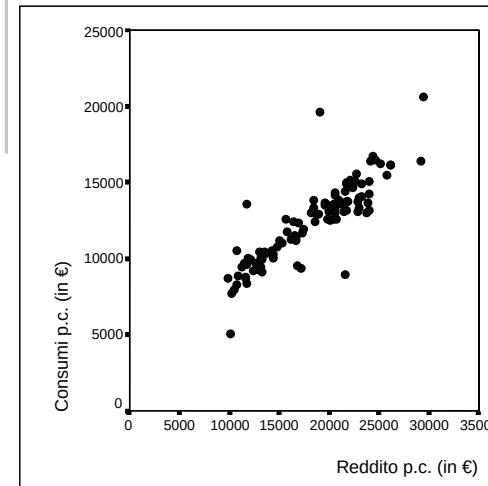
Indagine de Il Sole 24 ore sulla Qualità della vita nelle 103 province italiane

Statistiche descrittive

	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
Reddito p.c. (in €)	103	9864,3	29489,7	18309,149	4828,7968
Consumi p.c. (in €)	103	5087,1	20632,5	12404,643	2631,4507
Prezzo casa al mq (in €)	103	671,4	2453,2	1210,665	364,4429
Nati vivi (per 1000 ab.)	103	,858	1,202	1,01419	,084169
Morti (per 1000 ab.)	103	7,4	15,2	10,552	1,8467
Mortalità infantile (per 1000 nati vivi)	103	1,00	12,60	5,3097	1,98768
Validi (listwise)	103				

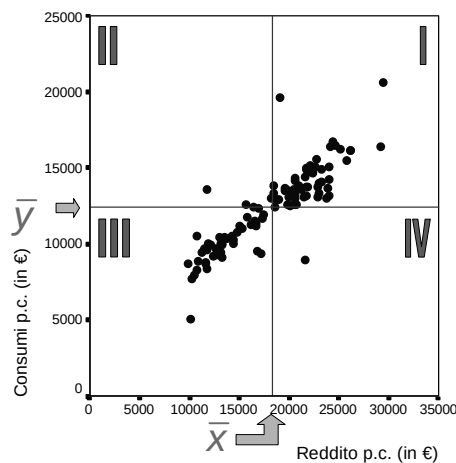


La correlazione



Analisi delle relazioni tra Reddito (X) e Consumi (Y)

La correlazione



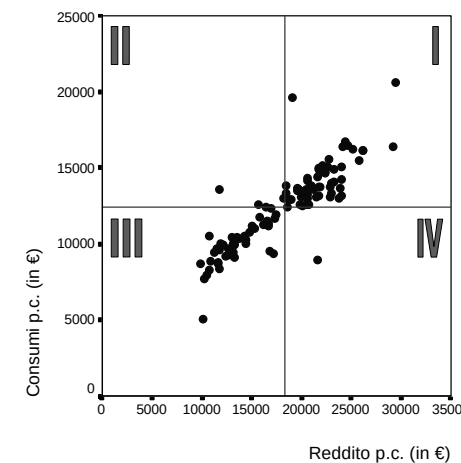
$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n}$$

- il segno
- l'intensità

il segno

- >0 Prevalenza di punti nei quadranti I e III
Relazione diretta
- <0 Prevalenza di punti nei quadranti II e IV
Relazione inversa
- =0 Nessuna prevalenza
Mancanza di relazione lineare

La correlazione



$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n}$$

- il segno
- l'intensità

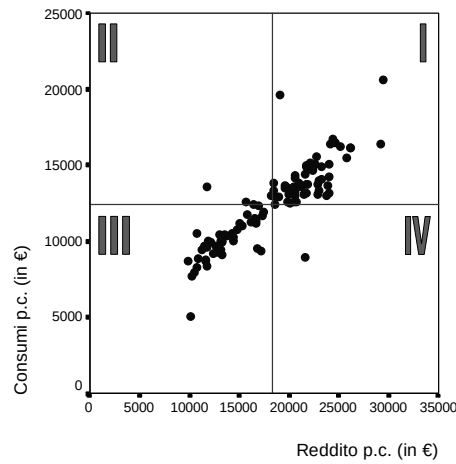
l'intensità

$$\text{Max}[\sigma_{x,y}] \leq \sigma_x \cdot \sigma_y$$

$$r_{(x,y)} = \frac{\sigma_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (\text{coeff. di correlazione})$$

$$-1 \leq r_{(x,y)} \leq 1$$

La correlazione



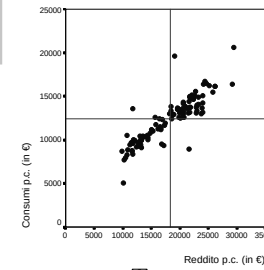
$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{n} = 11054864,4$$

$$\sigma_x = 4828,8 ; \sigma_y = 2631,45$$

$$r(x, y) = \frac{11054864,4}{4828,8 \times 2631,5} = 0,87$$

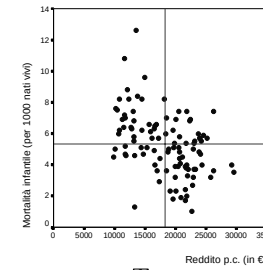
La correlazione

X=Reddito ; Y=Consumi



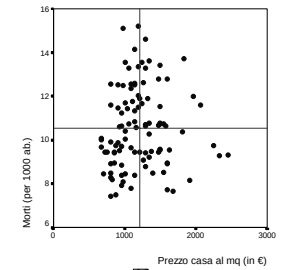
r=0,870

X=Reddito ; Y=Mortalità inf.



r=-0,438

X=Prezzo casa ; Y=Mortalità



r=0,057

La correlazione

La matrice di correlazione

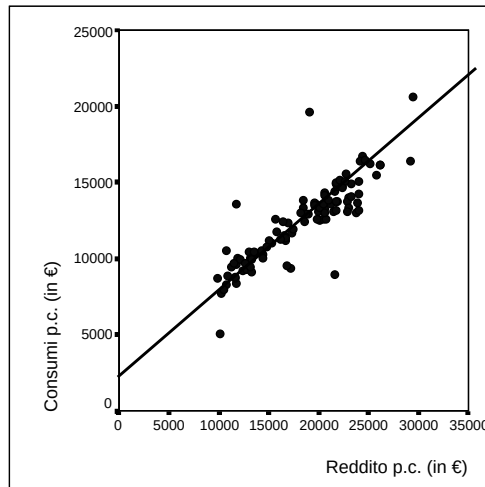
	REDD	CONS	CASA	NVIV	MORT	MINF
REDD	1	,870	,662	,839	,452	-,438
CONS	,870	1	,589	,733	,485	-,410
CASA	,662	,589	1	,595	,057	-,266
NVIV	,839	,733	,595	1	,414	-,471
MORT	,452	,485	,057	,414	1	-,116
MINF	-,438	-,410	-,266	-,471	-,116	1

La correlazione

La matrice di correlazione

	REDD	CONS	CASA	NVIV	MORT	MINF
REDD	1					
CONS	,870	1				
CASA	,662	,589	1			
NVIV	,839	,733	,595	1		
MORT	,452	,485	,057	,414	1	
MINF	-,438	-,410	-,266	-,471	-,116	1

La correlazione



Analisi delle relazioni tra
Reddito (X) e Consumi (Y)

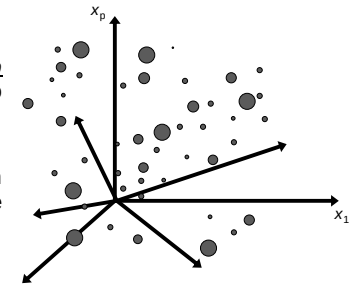
L'Analisi in Componenti principali (ACP)

Tabella individui × variabili:

- Le **righe** rappresentano gli **individui** e sono in genere **osservazioni, oggetti, unità statistiche**;
- Le **colonne** rappresentano le **variabili** definite **valori numerici continui**;

	x_1	x_2	...	x_p
i_1	21,1	3,2	...	12,6
i_2	15,6	8,4	...	17,2
...	...	...	...	...
i_n	16,4	7,2	...	21,3

- Le n unità sono quindi punti di **uno spazio a p dimensioni**, impossibile da rappresentare quando è $p > 2$;
- L'obiettivo è trovare $k \ll p$ **nuove variabili**, combinazioni lineari di quelle di partenza, in grado di rappresentare al meglio l'informazione contenuta nello spazio originario;

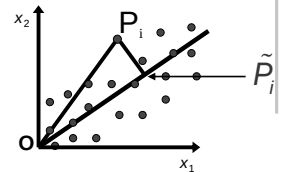


L'Analisi in Componenti principali (ACP)

2 variabili ($p=2$)

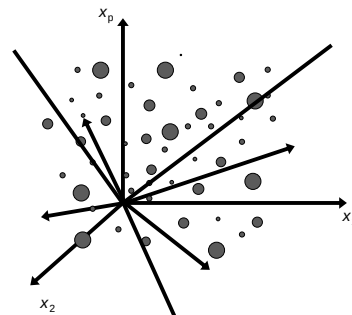
- Tra le infinite rette passanti per la nube dei punti, si sceglierà quella "più vicina" ai punti stessi, cioè quella che rende minima la somma dei quadrati delle distanze dei punti dalla retta stessa;

$$\sum_i (P_i - \tilde{P}_i)^2 = \min$$



$p > 2$ variabili

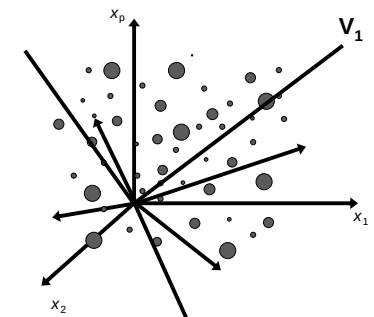
- Il concetto può essere generalizzato al caso di p variabili. In questo caso si potranno costruire k nuove variabili, che dovranno essere tra loro ortogonali.



L'Analisi in Componenti principali (ACP)

Qualche domanda...

- ❖ Quanti punti, e quali, sono necessari per tracciare, ad esempio, la prima nuova variabile?
- ❖ Quante nuove variabili è possibile determinare?
- ❖ Quali sono i vantaggi e quali gli svantaggi di operare sulle nuove variabili piuttosto che su quelle di partenza?



Matrice degli indicatori elementari positivi

Regioni	x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
Piemonte	991,8	9993,8	6,2	1,4	1,47	10,3	61,3	93,0	93,2	11,3	41,0	217,6	57,7	96,3	42,0	669
Valle D'Aosta	991,8	9991,7	4,8	1,5	1,67	9,8	64,5	90,0	96,2	11,0	52,0	175,2	50,9	96,2	50,3	885
Lombardia	993,4	9992,4	7,4	1,3	1,35	10,8	59,7	96,7	96,0	12,1	58,0	199,1	62,6	97,4	42,1	638
Trentino A.A.	992,7	9987,4	8,1	1,0	1,52	10,3	58,0	88,8	97,0	9,4	59,0	134,9	47,7	97,5	37,8	592
Veneto	994,1	9993,9	8,5	1,4	1,61	11,7	56,3	92,5	95,2	10,4	43,0	154,9	50,7	97,3	36,9	600
Friuli V.G.	995,4	9987,5	9,3	1,6	1,82	10,7	58,2	94,8	93,5	12,1	62,0	183,8	42,9	95,2	41,0	616
Liguria	994,2	9987,7	7,9	1,8	1,82	8,8	55,2	94,4	90,7	13,7	79,0	245,9	48,4	96,2	49,3	605
Emilia Romagna	992,5	9994,3	7,8	1,4	1,59	11,4	66,8	90,1	95,4	12,1	60,0	288,7	52,2	97,3	42,7	692
Toscana	992,8	9993,7	7,4	1,4	1,67	10,5	58,2	94,6	91,7	11,5	52,0	231,5	47,4	97,4	42,1	694
Umbria	991,4	9987,5	6,6	1,6	1,72	12,0	54,0	91,2	90,8	12,9	28,0	121,3	40,8	97,6	36,4	648
Marche	990,5	9993,7	8,0	1,5	1,64	11,7	63,2	89,7	93,4	11,4	32,0	178,5	34,6	97,6	36,5	640
Lazio	992,9	9990,9	7,7	1,7	1,23	9,6	53,1	94,7	88,0	15,6	68,0	205,4	56,7	97,6	43,4	593
Abruzzo	990,0	9984,9	8,5	1,5	1,47	10,4	56,1	88,0	89,8	11,6	30,0	120,7	30,6	95,2	34,1	514
Molise	988,8	9981,4	4,9	1,2	1,54	9,6	56,0	80,3	86,0	10,4	16,0	27,4	34,8	92,6	30,3	427
Campania	989,4	9991,1	4,7	1,1	1,06	8,0	39,0	88,5	79,2	10,3	24,0	73,1	42,0	95,2	27,4	372
Puglia	989,9	9981,0	7,5	1,3	1,12	8,5	41,0	83,1	84,3	9,5	23,0	104,0	32,5	97,0	28,4	391
Basilicata	989,6	9979,2	5,6	0,8	1,23	8,9	48,5	78,8	80,2	10,5	17,0	47,7	27,3	95,4	27,1	398
Calabria	991,5	9991,0	6,0	1,2	1,28	7,8	43,0	78,2	75,4	10,7	20,0	55,5	30,1	93,3	25,9	390
Sicilia	989,3	9968,5	5,3	1,2	1,27	7,8	32,0	85,3	77,4	10,0	22,0	110,8	24,4	93,7	30,7	451
Sardegna	990,6	9988,2	6,0	1,3	1,45	8,5	41,0	86,0	80,3	9,5	55,0	112,1	27,9	95,3	30,4	461

Esempio di ACP: statistiche descrittive

Statistiche descrittive

	Media	s.q.m.
X1	991,6300	1,85787
X2	9987,9900	6,46463
X3	6,9100	1,38674
X4	1,3600	,23930
X5	1,4765	,22404
X6	9,8550	1,34222
X7	53,2550	9,45596
X8	88,9350	5,50983
X9	88,6850	6,93711
X10	11,3000	1,52798
X11	42,0500	19,18737
X12	149,4050	70,73758
X13	42,1100	11,34061
X14	96,0650	1,54282
X15	36,7400	7,32137
X16	563,8000	134,21020

Differenza nella
variabilità dei
datiNecessità di
rendere i dati
omogeneiStandardizzazione
delle variabili

$$X_i^* = \frac{X_i - \mu_i}{\sigma_i}$$

Matrice degli i.e. standardizzati

Regioni	z1*	z2*	z3	z4	z5*	z6	z7	z8*	z9*	z10	z11	z12	z13	z14*	z15	z16
Piemonte	0,094	0,922	-0,525	0,171	-0,030	0,340	0,873	0,757	0,668	0,000	-0,056	0,989	1,410	0,156	0,737	0,804
Valle D'Aosta	0,094	0,589	-1,561	0,600	0,886	-0,042	1,220	0,198	1,111	-0,201	0,532	0,374	0,795	0,090	1,900	2,455
Lombardia	0,977	0,700	0,363	-0,257	-0,579	0,722	0,699	1,446	1,082	0,537	0,853	0,721	1,854	0,888	0,751	0,567
Trentino A.A.	0,591	-0,094	0,880	-1,543	0,199	0,340	0,515	-0,025	1,230	-1,276	0,906	-0,210	0,506	0,954	0,149	0,216
Veneto	1,364	0,938	1,176	0,171	0,611	1,410	0,330	0,664	0,964	-0,604	0,051	0,080	0,777	0,821	0,022	0,277
Friuli V.G.	2,082	-0,078	1,768	1,029	1,573	0,646	0,537	1,092	0,712	0,537	1,067	0,499	0,071	-0,575	0,597	0,399
Liguria	1,419	-0,046	0,732	1,886	1,573	-0,806	0,211	1,018	0,298	1,612	1,976	1,400	0,569	0,090	1,760	0,315
Emilia Romagna	0,480	1,001	0,658	0,171	0,520	1,181	1,470	0,217	0,993	0,537	0,960	2,020	0,913	0,821	0,835	0,980
Toscana	0,646	0,906	0,363	0,171	0,886	0,493	0,537	1,055	0,446	0,134	0,532	1,191	0,479	0,888	0,751	0,995
Umbria	-0,127	-0,078	-0,229	1,029	1,115	1,640	0,081	0,422	0,313	1,074	-0,751	-0,408	-0,119	1,021	-0,048	0,644
Marche	-0,624	0,906	0,806	0,600	0,749	1,410	1,079	0,067	0,537	0,422	-0,679	0,121	-0,034	0,583		
Lazio	0,701	0,462	0,584	1,458	-1,129	-0,195	-0,017	1,073	-0,101	2,887	1,388	0,812	1,320	1,021	0,933	0,223
Abruzzo	-0,900	-0,490	1,176	0,600	-0,030	0,417	0,309	-0,174	0,165	0,201	-0,644	-0,416	-1,041	-0,575	-0,370	-0,381
Molise	-1,563	-1,046	-1,487	-0,686	0,291	-0,195	0,298	-1,608	-0,397	-0,604	-1,393	-1,770	-0,661	-2,304	-0,902	-1,046
Campania	-1,231	0,494	-1,635	-1,115	-1,907	-1,418	-1,547	-0,081	-1,403	-0,671	-0,965	-1,107	-0,010	-0,575	-1,309	-1,466
Puglia	-0,955	-1,109	0,437	-0,257	-1,633	-1,036	-1,330	-1,087	-0,649	-1,209	-1,019	-0,659	-0,869	0,622	-1,169	-1,321
Basilicata	-1,121	-1,395	-0,969	-2,401	-1,129	-0,730	-0,516	-1,887	-1,255	-0,537	-1,339	-1,475	-1,340	-0,442	-1,351	-1,267
Calabria	-0,072	0,478	-0,673	-0,686	-0,900	-1,571	-1,113	-1,999	-1,965	-0,403	-1,179	-1,362	-1,087	-1,839	-1,519	-1,329
Sicilia	-1,287	-3,093	-1,191	-0,686	-0,946	-1,571	-2,306	-0,677	-1,669	-0,873	-1,072	-0,560	-1,602	-1,573	-0,846	-0,862
Sardegna	-0,569	0,033	-0,673	-0,257	-0,121	-1,036	-1,330	-0,547	-1,240	-1,209	0,692	-0,541	-1,286	-0,509	-0,888	-0,786
media	1E-13	-2E-13	6E-16	-4E-16	5E-16	-3E-16	1E-15	2E-15	-1E-16	2E-16	2E-16	-7E-17	7E-16	1E-15	7E-16	3E-16
sqm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

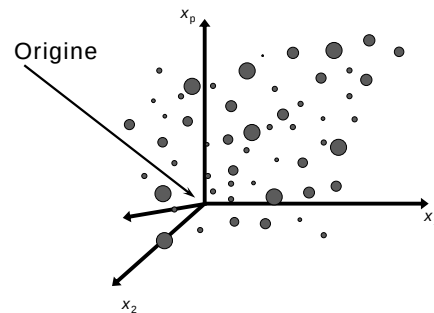
Esempio di ACP: matrice di correlazione

Matrice di correlazione

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16
X1	1,000	,534	,670	,530	,575	,446	,511	,738	,631	,486	,810	,693	,682	,480	,705	,579
X2	,534	1,000	,304	,361	,324	,515	,634	,539	,550	,321	,469	,544	,675	,539	,482	,552
X3	,670	,304	1,000	,471	,422	,562	,430	,531	,570	,353	,521	,534	,291	,542	,362	,273
X4	,530	,361	,471	1,000	,579	,382	,397	,663	,442	,737	,560	,632	,392	,340	,680	,554
X5	,575	,324	,422	,579	1,000	,627	,671	,477	,659	,283	,488	,505	,269	,229	,645	,682
X6	,446	,515	,562	,382	,627	1,000	,800	,560	,829	,310	,270	,495	,484	,632	,476	,660
X7	,511	,634	,430	,397	,671	,800	1,000	,525	,893	,387	,474	,627	,648	,498	,728	,799
X8	,738	,539	,531	,663	,477	,560	,525	1,000	,716	,589	,756	,813	,786	,661	,798	,703
X9	,631	,550	,570	,442	,659	,829	,893	,716	1,000	,309	,591	,691	,733	,677	,784	,834
X10	,486	,321	,353	,737	,283	,310	,387	,589	,309	1,000	,528	,562	,511	,357	,604	,409
X11	,810	,469	,521	,560	,488	,270	,474	,756	,591	,528	1,000	,796	,672	,511	,813	,605
X12	,693	,544	,534	,632	,505	,495	,627	,813	,691	,562	,796	1,000	,715	,647	,852	,758
X13	,682	,675	,291	,392	,269	,484	,648	,786	,733	,511	,672	,715	1,000	,606	,772	,682
X14	,480	,539	,542	,340	,229	,632	,498	,661	,677	,357	,511	,647	,606	1,000	,532	,583
X15	,705	,482	,362	,680	,645	,476	,728	,798	,784	,604	,813	,852	,772	,532	1,000	,897
X16	,579	,552	,273	,554	,682	,660	,799	,703	,834	,409	,605	,758	,682	,583	,897	1,000

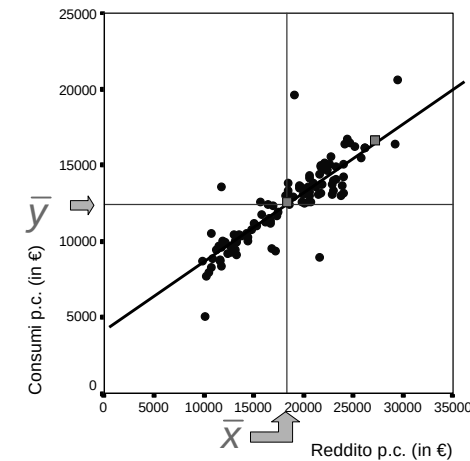
L'Analisi in Componenti principali (ACP)

La correlazione tra le variabili originarie può essere interpretata in termini di una parziale "ridondanza di informazione". Le diverse variabili misurano, cioè, in parte la stessa cosa.



Obiettivo dell'ACP è determinare k nuove variabili, combinazioni lineari delle variabili di partenza e tra loro non correlate, in grado di rappresentare al meglio l'informazione contenuta nello spazio originario.

La correlazione



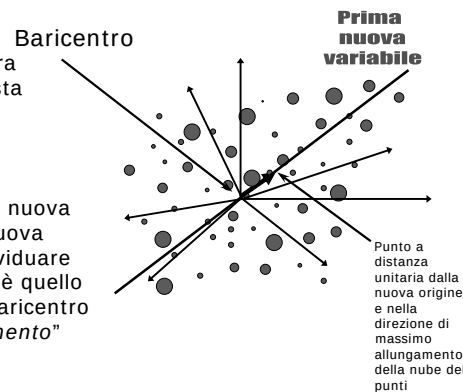
L'Analisi in Componenti principali (ACP)

❖ La prima operazione è la centratura delle variabili che, da un punto di vista geometrico, comporta la traslazione del sistema nel baricentro dei punti.

❖ Tutte le nuove variabili passano necessariamente per il baricentro (la nuova origine). Per determinare la prima nuova variabile, sarà quindi sufficiente individuare un solo altro punto, che tipicamente è quello che si trova a distanza unitaria dal baricentro nella direzione di "massimo allungamento" della nube dei punti.

❖ Tale punto sarà definito da p coordinate. Tali coordinate costituiscono il primo **autovettore**.

❖ Discorso analogo può essere fatto per la determinazione degli assi successivi che saranno, per costruzione, tra di loro ortogonali.

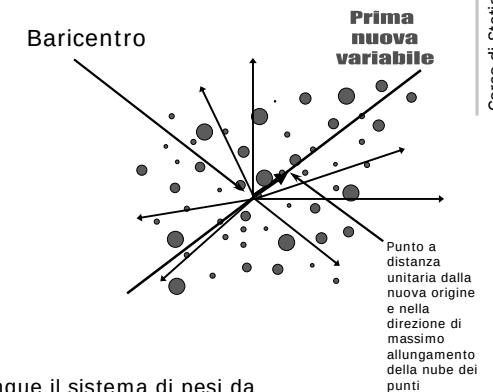


L'Analisi in Componenti principali (ACP)

Autovettori (primi 5)

	1	2	3	4
x1	0,084	0,145	0,021	0,198
x2	0,069	-0,117	-0,329	-0,027
x3	0,064	0,015	0,205	0,699
x4	0,071	0,271	0,343	-0,048
x5	0,070	-0,138	0,538	-0,151
x6	0,075	-0,364	0,130	0,184
x7	0,084	-0,294	0,062	-0,166
x8	0,091	0,141	-0,109	0,060
x9	0,091	-0,254	0,007	0,010
x10	0,063	0,340	0,082	-0,049
x11	0,083	0,255	-0,063	0,018
x12	0,091	0,126	-0,075	-0,019
x13	0,083	0,033	-0,413	-0,150
x14	0,073	-0,098	-0,320	0,334
x15	0,094	0,100	0,029	-0,310
x16	0,089	-0,129	0,026	-0,347

Ciascun autovettore rappresenta dunque il sistema di pesi da applicare alle variabili originarie per ottenere le coordinate dei punti sui nuovi assi.



Esempio

Calcolo delle coordinate sui nuovi assi

Es.: Piemonte (sul primo asse)

Valori originari

x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
991,8	9993,8	6,2	1,4	1,47	10,3	61,3	93,0	93,2	11,3	41,0	217,6	57,7	96,3	42,0	669

Valori standardizzati

x1*	x2*	x3	x4	x5*	x6	x7	x8*	x9*	x10	x11	x12	x13	x14*	x15	x16
0,094	0,922	-0,525	0,171	-0,030	0,340	0,873	0,757	0,668	0,000	-0,056	0,989	1,410	0,156	0,737	0,804

Autovettori (primi 5)

	1	2	3	4
x1	0,084	0,145	0,021	0,198
x2	0,069	-0,117	-0,329	-0,027
x3	0,064	0,015	0,205	0,699
x4	0,071	0,271	0,343	-0,048
x5	0,070	-0,138	0,538	-0,151
x6	0,075	-0,364	0,130	0,184
x7	0,084	-0,294	0,062	-0,166
x8	0,091	0,141	-0,109	0,060
x9	0,091	-0,254	0,007	0,010
x10	0,063	0,340	0,062	-0,049
x11	0,083	0,255	-0,063	0,038
x12	0,091	0,126	-0,075	-0,019
x13	0,083	0,033	-0,413	-0,150
x14	0,073	-0,098	-0,320	0,334
x15	0,094	0,100	0,029	-0,310
x16	0,089	-0,129	0,026	-0,347

$$\begin{bmatrix} 0,094 & 0,922 & -0,525 & 0,171 & -0,030 & 0,340 & 0,873 & \dots \end{bmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,084 \\ 0,069 \\ 0,064 \\ 0,071 \\ 0,070 \\ 0,075 \\ 0,084 \\ \vdots \end{pmatrix} = (0,094 \times 0,084) + (0,922 \times 0,069) + \dots + (0,804 \times 0,089) = -0,63$$

Calcolo della coordinata del
Piemonte sul primo asse

Esempio

Coordinate sui nuovi assi

Regioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Piemonte	0,62	-0,37	-0,98	-1,07	0,19	0,12	-0,05	-0,35	-1,55	-0,67	-0,51	0,84	0,44	-0,36	1,15	1,42
Valle D'Aosta	0,79	-0,62	-0,09	-2,88	-0,52	-0,61	0,70	0,20	0,47	1,77	-1,22	-1,22	-0,17	-0,45	-0,51	-0,47
Lombardia	0,92	0,00	-1,59	0,20	-0,16	-0,22	-1,33	-0,95	-0,42	-0,19	0,32	-0,56	-0,29	-1,01	-0,22	-0,49
Trentino A.A.	0,29	-1,21	-0,74	0,95	-2,03	-0,69	-0,80	0,37	0,86	1,09	0,86	-0,17	0,19	2,18	0,86	-0,52
Veneto	0,70	-0,94	-0,14	1,27	-0,49	0,74	0,20	-1,65	0,05	0,26	-0,94	0,74	-0,77	-0,04	-2,66	1,12
Friuli V.G.	0,92	0,55	1,71	0,90	-1,24	0,88	-0,79	-1,03	-0,26	-0,38	-0,40	-1,11	0,09	-1,60	1,57	-0,98
Liguria	1,09	2,13	1,15	-0,42	-0,78	0,08	0,10	0,67	0,33	0,45	0,70	1,91	1,68	0,07	-1,24	-0,45
Emilia Romagna	1,09	-0,54	-0,37	-0,07	0,02	-0,01	-0,08	2,05	-0,62	-1,86	-0,11	0,99	-1,83	0,33	-0,31	-1,43
Toscana	0,83	-0,17	-0,23	-0,09	-0,33	-0,12	1,08	-0,03	0,23	-1,46	-0,10	-0,30	1,62	0,94	0,97	1,95
Umbria	0,39	-0,58	0,98	0,01	2,03	-0,54	0,49	-1,69	2,10	-0,17	0,01	0,87	-0,48	0,73	0,89	-0,68
Marche	0,48	-1,34	0,66	0,58	1,38	-0,05	1,35	0,93	-0,32	-0,20	0,41	-0,64	0,86	-0,77	-0,22	-0,90
Lazio	0,87	2,25	-0,99	0,30	1,75	-0,08	-1,10	0,61	0,68	0,77	0,15	-0,84	-1,02	0,35	0,28	0,98
Abruzzo	-0,21	-0,30	1,32	0,83	1,02	-0,12	-0,35	0,62	-1,76	0,79	0,56	-1,75	0,47	1,07	-0,94	0,54
Molise	-1,18	-1,01	1,19	-1,47	0,33	0,83	-1,73	-0,24	-0,73	0,59	1,43	1,36	-0,56	-0,03	0,45	0,66
Campania	-1,24	0,50	-1,96	-0,31	0,49	0,75	0,68	-1,29	-0,60	-0,19	1,26	-0,17	1,22	0,20	-0,42	-1,82
Puglia	-1,05	0,14	-0,51	1,54	0,17	-1,25	0,75	0,57	-0,84	1,85	-1,32	1,59	0,06	-1,04	1,13	-0,05
Basilicata	-1,51	-0,70	-0,34	0,19	0,01	-0,47	-1,43	1,24	2,04	-0,96	-0,17	-0,35	1,15	-1,67	-0,81	0,63
Calabria	-1,39	0,52	0,02	-0,07	-0,11	2,73	0,19	0,62	0,43	-0,09	-2,07	-0,26	-0,14	1,21	0,33	-0,35
Sicilia	-1,59	1,14	0,85	-0,47	-0,62	-2,41	-0,07	-0,91	-0,68	-1,49	-0,83	-0,45	-0,65	0,82	-0,52	-0,26
Sardegna	-0,81	0,56	0,06	0,08	-1,10	0,44	2,18	0,26	0,59	0,07	2,00	-0,50	-1,86	-0,95	0,20	1,07

Esempio

Riepiloghiamo?...

- ✓ Siamo partiti dal considerare una matrice di dimensioni $n \times p$ e dalla considerazione della impossibilità di rappresentare simultaneamente gli n punti;
- ✓ La correlazione tra le variabili iniziali ci suggerisce che gli n punti siano in realtà in uno spazio di dimensioni ridotte;
- ✓ Abbiamo allora cercato di determinare dei nuovi assi, combinazioni lineari delle variabili originarie e tra di loro ortogonali, in grado di rappresentare al meglio la nube dei punti;
- ✓ Ciascun asse potrà essere disegnato congiungendo il baricentro della nube dei punti con il punto definito dalle p coordinate rappresentate dalle componenti dell'autovettore corrispondente, componenti che rappresentano anche i pesi delle variabili originarie nel calcolo delle coordinate dei punti sui nuovi assi;
- ✓ Il numero di nuove variabili (e quindi di nuovi assi) che è possibile determinare è pari a p , e il nuovo spazio rappresenta perfettamente la variabilità dei punti nello spazio originario;
- ✓ Gli n punti saranno dunque ora in uno spazio a p dimensioni che, come prima, non può essere rappresentato!...

Quello che allora ci domandiamo è...

Esempio

Riepiloghiamo?...

Perché mai
abbiamo fatto
tutto ciò?



Esempio

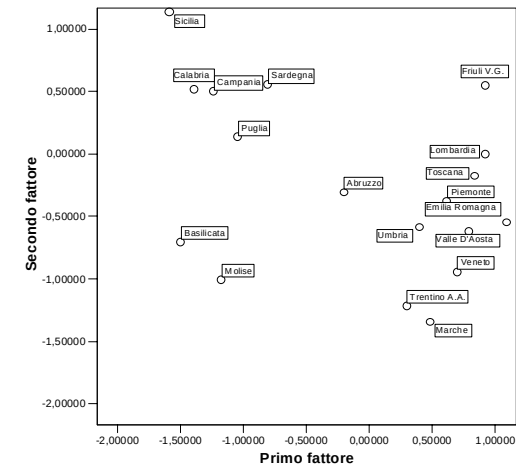
La risposta è semplice...

1. Nelle rappresentazioni grafiche si utilizzano, normalmente, grafici piani, formati cioè da coppie di variabili;
2. Se utilizzassimo una qualsiasi coppia di variabili originarie (standardizzate), la variabilità rappresentata sul piano sarebbe pari a 2/p, perché ogni variabile standardizzata ha varianza unitaria e la variabilità complessiva è pari alla somma delle varianze delle singole variabili, cioè pari a p;
3. I nuovi assi sono invece costruiti in modo da rappresentare quote decrescenti della variabilità complessiva, variabilità misurata dal corrispondente **autovalore**;
4. E' quindi possibile costruire piani in grado di rappresentare aspetti diversi del problema e quote diverse di variabilità;



Num.	Autovalore	% di varianza	% cumulata
1	9,71	60,70	60,70
2	1,50	9,40	70,10
3	1,13	7,09	77,19
4	1,03	6,42	83,61
5	0,75	4,70	88,31
6	0,57	3,57	91,88
7	0,39	2,43	94,31
8	0,30	1,84	96,15
9	0,21	1,28	97,44
10	0,15	0,97	98,40
11	0,13	0,81	99,21
12	0,07	0,43	99,64
13	0,05	0,30	99,93
14	0,01	0,04	99,98
15	0,00	0,01	99,99
16	0,00	0,01	100,00

Esempio



Esempio

Matrice dei dati standardizzati

Regioni	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
Piemonte	0,706	0,222	-0,223	0,111	-0,091	0,349	0,172	0,791	0,193	0,095	-0,294	0,705	-1,013	0,730	-0,727	-0,004
Valle D'Aosta	0,020	0,020	-1,081	0,000	0,000	-0,042	1,220	0,109	-1,111	-0,201	0,532	0,370	0,199	0,000	0,000	0,000
Lombardia	0,541	0,426	0,000	-0,426	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trentino A.A.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Veneto	1,380	0,349	1,070	0,111	0,011	1,010	0,330	0,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Friuli V.G.	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Liguria	1,410	-0,040	0,740	1,000	1,070	0,000	0,211	1,010	0,200	1,010	1,070	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Emilia Romagna	0,000	1,000	0,000	0,111	0,000	1,000	1,070	0,211	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Toscana	0,000	0,000	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Umbria	-0,122	-0,070	-0,239	1,000	1,110	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Marche	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lazio	0,705	0,000	0,000	1,000	1,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Abruzzo	-0,000	-0,000	1,070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Molise	-1,000	1,000	-1,000	-0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Campania	-1,000	0,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
Puglia	-0,000	-1,000	0,000	-0,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
Basilicata	-1,000	-1,000	-0,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
Calabria	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
Sicilia	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
Sardegna	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000

primo autovettore

x

	1
x1	0,084
x2	0,069
x3	0,064
x4	0,071
x5	0,070
x6	0,075
x7	0,084
x8	0,091
x9	0,091
x10	0,063
x11	0,083
x12	0,091
x13	0,083
x14	0,073
x15	0,094
x16	0,089

Esempio

Coordinate sul primo asse



Indicatore sintetico

Regioni	s5
Piemonte	5,42
Valle D'Aosta	5,55
Lombardia	5,59
Trentino A.A.	5,17
Veneto	5,31
Friuli V.G.	5,64
Liguria	5,94
Emilia Romagna	5,88
Toscana	5,56
Umbria	5,1
Marche	5,23
Lazio	5,69
Abruzzo	4,86
Molise	4,18
Campania	4,06
Puglia	4,27
Basilicata	3,93
Calabria	4,01
Sicilia	4,08
Sardegna	4,53

Confronto tra i diversi metodi di sintesi

Regioni	s1	s2	s3	s4	s5
Piemonte	214	1,00	64,02	0,46	5,42
Valle D'Aosta	218	1,03	66,84	0,56	5,55
Lombardia	238,5	1,04	71,61	0,71	5,59
Trentino A.A.	181,5	0,96	58,6	0,21	5,17
Veneto	220,5	0,99	67,87	0,57	5,31
Friuli V.G.	238	1,05	72,36	0,75	5,64
Liguria	236	1,11	75,24	0,88	5,94
Emilia Romagna	256	1,09	75,43	0,86	5,88
Toscana	233	1,04	69,69	0,65	5,56
Umbria	200	0,96	61,12	0,35	5,1
Marche	215	0,97	62,96	0,41	5,23
Lazio	224	1,06	70,49	0,71	5,69
Abruzzo	150	0,91	47,63	-0,13	4,86
Molise	81	0,78	25,1	-0,94	4,18
Campania	71	0,77	23,36	-1	4,06
Puglia	85,5	0,80	28,71	-0,83	4,27
Basilicata	62,5	0,73	18,47	-1,2	3,93
Calabria	72	0,75	20,46	-1,08	4,01
Sicilia	57,5	0,78	15,2	-1,3	4,08
Sardegna	106	0,86	33,45	-0,64	4,53

Confronto tra i diversi metodi di sintesi

Regioni	r1	r2	r3	r4	r5
Piemonte	11,0	13,0	12,0	12,0	13,0
Valle D'Aosta	13,0	14,0	13,0	13,0	14,0
Lombardia	19,0	15,5	17,0	16,5	16,0
Trentino A.A.	9,0	9,5	9,0	9,0	10,0
Veneto	14,0	12,0	14,0	14,0	12,0
Friuli V.G.	18,0	17,0	18,0	18,0	17,0
Liguria	17,0	20,0	19,0	20,0	20,0
Emilia Romagna	20,0	19,0	20,0	19,0	19,0
Toscana	16,0	15,5	15,0	15,0	15,0
Umbria	10,0	9,5	10,0	10,0	9,0
Marche	12,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Lazio	15,0	18,0	16,0	16,5	18,0
Abruzzo	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Molise	5,0	4,5	5,0	5,0	5,0
Campania	3,0	3,0	4,0	4,0	3,0
Puglia	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Basilicata	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0
Calabria	4,0	2,0	3,0	3,0	2,0
Sicilia	1,0	4,5	1,0	1,0	4,0
Sardegna	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0

Confronto tra i diversi metodi di sintesi

Coefficiente di cograduazione di Spearman

$$\rho = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

d : differenza tra i ranghi attribuiti all'unità i in due graduatorie

$$\rho = -1$$



Massima discordanza

$$\rho = 1$$



Massima concordanza

Confronto tra i diversi metodi di sintesi

Coefficienti di cograduazione di Spearman

	s1	s2	s3	s4	s5
s1	1	0,959	0,989	0,982	0,958
s2		1	0,98	0,983	0,999
s3			1	0,998	0,979
s4				1	0,982
s5					1

Dove studiare questa parte?...

F. Delvecchio (1995)

Scale di misura e indicatori sociali
Cacucci Editore

- - Cap. 4
- - Cap. 5
- - Cap. 6 (escluso paragrafi 5, 6, 8, 9)
-

