

1. Determinazione dell'ammontare della popolazione

Fra i numerosi elementi che caratterizzano la popolazione, il dato relativo alla sua consistenza numerica è certamente uno dei più significativi.

La conoscenza di quanti sono gli abitanti di un dato territorio o, più in generale, di quante unità formano il collettivo demografico oggetto di esame costituisce una delle informazioni di base da cui prendere avvio per descriverlo o per analizzarne l'evoluzione.

A tale conoscenza si può giungere mediante procedure diverse, la cui scelta dipende sia dalle fonti disponibili, sia dal riferimento temporale che si desidera.

Si è già avuto modo di osservare come il censimento costituisca l'occasione tipica per la conoscenza dell'ammontare della popolazione e si è concordati nel ritenere che il dato di censimento, pur senza garantire l'assoluta precisione, offra la stima più verosimile e rappresenti un termine di riferimento obbligato.

Tuttavia, possono verificarsi casi in cui la fonte censuaria non sia stata attivata o abbia fornito risultati scarsamente attendibili. È quanto vale relativamente alle aree considerate oggi *sviluppate* allorché si faccia riferimento alle loro popolazioni nei secoli scorsi ed è quanto accade, ancor oggi, per alcuni paesi del terzo mondo.

In tali circostanze, l'ammontare della popolazione può essere valutato mediante stime basate su elementi indiretti oppure adottando procedure che permettono di colmare le lacune nei dati e di correggere quelli giudicati poco affidabili. A tale proposito, sono state messe a punto alcune metodologie sia per la raccolta dei dati di stato e di movimento in territori ove manca una struttura statistico-amministrativa, sia per l'utilizzazione di informazioni incomplete o parzialmente attendibili.

Anche quando si è in presenza di rilevazioni censuarie frequenti

e accurate, il problema relativo alla determinazione della consistenza numerica della popolazione non è ancora perfettamente risolto. Infatti, si pone spesso l'esigenza di disporre di tale ammontare anche relativamente al periodo intercensuario.

In tal caso, il dato dell'ultimo censimento costituisce un importante punto di riferimento che va tuttavia aggiornato mediante la contabilizzazione dei movimenti della popolazione (nascite, morti, migrazioni) via via verificatisi nel corso degli anni successivi.

In particolare, se $P(t)$ e $P(t+n)$ sono, rispettivamente, l'ammontare della popolazione all'atto del censimento (istante t) e dopo un certo periodo (istante $t+n$), e se: $N(t, t+n)$, $M(t, t+n)$, $I(t, t+n)$, $E(t, t+n)$ identificano, a loro volta, il numero dei nati, dei morti, degli immigrati e degli emigrati che si sono osservati nel corso dell'intervallo temporale $(t, t+n)$, la relazione attraverso la quale si procede all'aggiornamento del dato censuario è la seguente:

$$[1.1] \quad P(t+n) = P(t) + N(t, t+n) - M(t, t+n) + \\ + I(t, t+n) - E(t, t+n).$$

Tale relazione è nota come *equazione della popolazione* e la sua possibilità di impiego, così come l'accuratezza dei risultati che ne derivano, dipendono dalla disponibilità e dall'affidabilità dei dati relativi agli elementi che in essa figurano a secondo membro.

Si osserva in proposito che tali dati sono in genere facilmente disponibili (in Italia anche a livello di singolo comune) ma non risultano del tutto esenti da errori; ciò vale, in particolare, per i dati relativi al movimento migratorio. Infatti, può accadere che, adottando la suddetta equazione, si pervenga, a seguito di imprecisioni nelle componenti del movimento della popolazione, ad una stima distorta della consistenza della medesima; e che tale distorsione possa essere tanto più forte quanto più ci si allontana dall'istante t , ossia dalla data del censimento che è servito come termine di riferimento.

Una verifica in tal senso è comunque attuabile solo in occasione del censimento successivo, ed in tale circostanza, essendo noto l'ammontare «esatto» della popolazione, si è soliti rettificare i dati relativi al movimento intercensuario al fine di renderli coerenti con le nuove risultanze censuarie (cfr esempio 1.1).

ESEMPIO 1.1. Calcolo della popolazione residente

Determinazione dell'ammontare della popolazione residente nel comune di Milano al 20.10.1991 a partire dal dato di censimento 25.10.1981 impiegando i dati del movimento anagrafico nel periodo 25.10.1981 - 19.10.1991.

Periodi	Movimenti anagrafici					Popolazione finale (6)
	Popolazione iniziale (1)	Nati (2)	Morti (3)	Iscritti (Immigrati) (4)	Cancellati (Emigrati) (5)	
25.10.81/31.12.81	1604773	1957	2891	1102	2318	1602623
1.1.82/31.12.82	1602623	11189	16272	26560	43290	1580810
1.1.83/31.12.83	1580810	10911	16691	28277	41869	1561438
1.1.84/31.12.84	1561438	10281	16256	26587	46328	1535722
1.1.85/31.12.85	1535722	10222	16267	29107	43551	1515233
1.1.86/31.12.86	1515233	9583	15880	26242	39918	1495260
1.1.87/31.12.87	1495260	9489	15020	29943	41167	1478505
1.1.88/31.12.88	1478505	10180	14762	30414	40210	1464127
1.1.89/31.12.89	1464127	10045	15181	26731	36519	1449405
1.1.90/31.12.90	1449405	10230	16017	29262	40694	1432184
1.1.91/19.10.91	1432184	7942	12321	22801	31877	1418729
		102029	157558	277026	407541	

Il censimento del 20.10.1991 ha «contato» 1369231 residenti, vale a dire 49498 unità in meno rispetto a quanto ottenuto con la procedura di calcolo che ha impiegato i dati del movimento anagrafico. Se durante l'intervallo intercensuario il comune non ha subito modifiche territoriali tali da dar luogo a variazioni di popolazione (ed è quanto accaduto nel caso di Milano) e se si trascurano gli eventuali errori dovuti ad omissioni o duplicazioni nei dati di censimento, la differenza riscontrata rappresenta il saldo intercensuario degli errori e dei ritardi nelle registrazioni anagrafiche cumulate nel periodo.

Poiché si ritiene che vi siano minori possibilità di errori e ritardi nelle registrazioni riguardanti il movimento naturale (nascite e morti), si è soliti ritenere esatti tali risultati e attribuire la differenza riscontrata ad errori nel saldo migratorio (immigrazioni meno emigrazioni) relativo all'intero periodo intercensuario. Con tali premesse, si può procedere al ricalcolo del saldo migratorio (SM) e, nel caso dell'esempio in questione, si ottiene:

$$SM(25.10.1981, 20.10.1991) = \\ = P(20.10.1991) - P(25.10.1981) + M(25.10.1981, \\ 19.10.1991) - N(25.10.1981, 19.10.1991) = \\ = 1369231 - 1604773 + 157558 - 102029 = - 180013$$

Tale risultato rappresenta comunque solo una stima del saldo migratorio e non permette valutazioni circa la consistenza dei flussi di immigrazione e di emigrazione che lo hanno determinato.

2. Incremento

Allorché si conosce l'ammontare di una popolazione in corrispondenza di due date successive, è possibile determinare la variazione (incremento o decremento) che essa ha subito nell'intervallo di tempo racchiuso tra le date medesime.

La misura di tale variazione può effettuarsi con vari metodi la cui scelta è in funzione degli obiettivi che si intendono raggiungere. Ad esempio, ci si può semplicemente chiedere: «di quante unità si è accresciuta una data popolazione», oppure: «come è variata, nel tempo, l'intensità del suo incremento», o ancora: «in che misura la crescita demografica della stessa è stata superiore, uguale o inferiore, a quella di altre».

Per rispondere alla prima di tali domande è sufficiente determinare l'*incremento* (o *decremento*) *assoluto*:

$$[1.2] \quad I_a = P(t+n) - P(t),$$

dove $P(t)$ e $P(t+n)$ identificano, rispettivamente, l'ammontare della popolazione all'inizio e alla fine dell'intervallo temporale $(t, t+n)$. Se, invece, ci si propone di valutare e di confrontare l'intensità della variazione subita dalla popolazione nel corso di successivi intervalli temporali, spesso di ampiezza non uniforme, è opportuno fare riferimento all'*incremento* (o *decremento*) *medio per unità di tempo*:

$$[1.3] \quad I_m = \frac{P(t+n) - P(t)}{n} = \frac{I_a}{n},$$

essendo n il numero dei periodi, generalmente anni, in cui è articolato l'intervallo $(t, t+n)$.

Infine, se ci si vuole spingere al confronto fra la variazione di una popolazione e quella di altre, spesso assai diverse sotto il profilo della consistenza numerica, occorre avvalersi di un indicatore che sia sensibile all'intensità della variazione, ma, a differenza dei due precedenti, sia anche indipendente dall'ammontare delle popolazioni che si considerano.

A tale proposito è opportuno ricorrere non ad una misura assoluta, bensì ad un *tasso di incremento*; vale a dire, un indicatore ottenuto dal rapporto tra l'intensità della variazione media annua, in un dato intervallo temporale, e l'ammontare di individui che, nello stesso intervallo, hanno contribuito a determinarla.

Le alternative per il calcolo di un tale tasso sono diverse e implicano la formulazione di alcune ipotesi sulle leggi di evoluzione della popolazione.

Un primo tipo di approccio ha come premessa la risposta alla seguente domanda: «posto che vi siano $P(t)$ soggetti nella popolazione all'istante t e che essi (e solo essi) abbiano prodotto in n anni una variazione di I_a unità, $I_a = P(t+n) - P(t)$, quale è stato, nel

corso dell'intervallo $(t, t+n)$, il contributo medio annuo r alla crescita demografica attribuibile ad ognuno dei $P(t)$ individui inizialmente presenti?».

La risposta a quanto sopra è fornita dalla formula:

$$[1.4] \quad r = \frac{[P(t+n) - P(t)]}{[n P(t)]}.$$

Il valore r fornito dalla [1.4] è noto come *tasso di incremento aritmetico* ove il significato del termine *aritmetico* risiede nel fatto che tale valore è equivalente alla media aritmetica degli n tassi annui:

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{[P(t+1) - P(t)]}{P(t)} \\ r_2 &= \frac{[P(t+2) - P(t+1)]}{P(t)} \\ &\dots \\ r_n &= \frac{[P(t+n) - P(t+n-1)]}{P(t)} \end{aligned}$$

registrati nell'intervallo temporale $(t, t+n)$

$$[1.5] \quad r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i.$$

Il risultato cui ora si è giunti ha come presupposto che, qualunque sia n , il contributo alla variazione demografica venga sempre fornito, con un'intensità media unitaria pari a r , solo dai $P(t)$ soggetti presenti all'istante iniziale t . In altri termini, ci si basa su un modello di crescita della popolazione che è lineare (proporzionale) rispetto al tempo:

$$[1.6] \quad P(t+n) = P(t) + nP(t),$$

ma che, tuttavia, può risultare poco adeguato.

Infatti, in taluni casi può sembrare più adeguato alla realtà supporre che i soggetti via via entrati a far parte della popolazione contribuiscano anch'essi alla variazione demografica negli anni successivi al loro ingresso e che, in generale, la variazione della popolazione nel

corso di un dato anno sia determinata dall'*effettivo* ammontare della popolazione inizialmente presente nel corso dell'anno stesso. Con tale variante, se:

$$r'_1 = \frac{P(t+1) - P(t)}{P(t)}$$

$$r'_2 = \frac{P(t+2) - P(t+1)}{P(t+1)}$$

...

$$r'_n = \frac{P(t+n) - P(t+n-1)}{P(t+n-1)}$$

sono gli n tassi annui relativi all'intervallo $(t, t+n)$, sussistono le relazioni:

$$P(t+1) = P(t) + r'_1 P(t) = P(t) (1 + r'_1);$$

$$P(t+2) = P(t+1) + r'_2 P(t+1) =$$

$$= P(t+1) (1 + r'_2) =$$

$$= P(t) (1 + r'_1) (1 + r'_2);$$

...

e quindi:

$$[1.7] \quad P(t+n) = P(t+n-1) (1 + r'_n) =$$

$$= P(t) (1 + r'_1) (1 + r'_2) \dots (1 + r'_n) =$$

$$= P(t) \prod_{i=1}^n (1 + r'_i).$$

Ciò premesso, per la ricerca di un tasso medio annuo di accrescimento nell'intervallo $(t, t+n)$ si è soliti scegliere il valore r' , che, sostituito a ciascuno degli n tassi annui, r'_1, r'_2, \dots, r'_n , assicura l'uguaglianza:

$$[1.8] \quad P(t+n) = P(t) \prod_{i=1}^n (1 + r'_i) = P(t) (1 + r')^n,$$

da cui si ricava che:

$$[1.9] \quad r' = \sqrt[n]{\frac{P(t+n)}{P(t)}} - 1.$$

Poiché dalla [1.8] emerge che $(1 + r')$ può intendersi come media geometrica dei fattori di incremento: $(1 + r'_1), (1 + r'_2), \dots,$

$(1 + r'_n)$, in quanto $(1 + r') = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n (1 + r'_i)}$, il tasso r' fornito

dalla [1.9] prende il nome di *tasso di incremento geometrico*. Esso è noto anche come *tasso di incremento medio annuo composto* in quanto la [1.9] ipotizza un modello di sviluppo della popolazione in funzione del tempo che è identico a quello di un capitale investito ad un tasso di interesse r' in regime di capitalizzazione composta ove, come è noto, l'interesse si aggiunge al capitale alla fine di ogni periodo e contribuisce a sua volta a fruttare interesse nel corso del periodo successivo.

In linea con tale approccio può tuttavia sembrare ancora più verosimile assimilare lo sviluppo della popolazione a quello della crescita di un capitale in regime di capitalizzazione continua ad un tasso di interesse (tasso di incremento) r'' . In tal caso il modello di sviluppo diventa:

$$[1.10] \quad P(t+n) = P(t) e^{r''n},$$

essendo $e = 2,71828$ la base dei logaritmi neperiani. Ciò equivale a supporre che l'ammontare della popolazione (e quindi il potenziale di coloro che contribuiscono alla variazione demografica del collettivo in oggetto) venga continuamente aggiornato, istante per istante; in tal caso il tasso di incremento r'' , chiamato *tasso di incremento continuo*, si può calcolare nel seguente modo:

$$[1.11] \quad r'' = \frac{1}{n} \log_e \left[\frac{P(t+n)}{P(t)} \right] = \frac{1}{n} [\log_e P(t+n) - \log_e P(t)]$$

ovvero applicando il logaritmo alla [1.10] e ricavando, quindi, r'' .

ESEMPIO 1.2. Misure dell'incremento demografico

Si supponga di voler misurare l'incremento della popolazione italiana e di quella ligure dal 1951 al 1994 potendo disporre dell'ammontare dei residenti alle date sottindicata (valori in migliaia di unità):

	Liguria (L)	Italia (I)
Censimento 1951	1567	47516
Censimento 1981	1808	56557
31.12.1994	1664	57269

a) Incremento assoluto:

$$I_a = P(t+n) - P(t)$$

$$I_a(1951, 1981) = 56557 - 47516 = 9041$$

$$I_a(1951, 1981) = 241$$

$$I_a(1981, 1994) = 712$$

$$I_a(1981, 1994) = -144$$

b) Incremento medio annuo:

$$I_m = \frac{I_a}{n}$$

$$I_m(1951, 1981) = \frac{9041}{30} = 301,4$$

$$I_m(1951, 1981) = 8,0$$

$$I_m(1981, 1994) = 54,0$$

$$I_m(1981, 1994) = -10,9$$

Si ricorda che n identifica l'intervallo di tempo (anni e frazione di anno) compreso tra le due date che si considerano; ad esempio, dal 23.10.1981 al 31.12.1994 si contano 13 anni e 67 giorni, il che equivale a $n = 13 + (67/365) = 13,18$ anni.

c) Tasso di incremento aritmetico:

$$r = \frac{[P(t+n) - P(t)]}{[nP(t)]}$$

$$r_1(1951, 1981) = \frac{9041}{30 \cdot 47516} = 6,34\%$$

$$r_L(1951, 1981) = 5,13\%$$

$$r_1(1981, 1994) = 0,96\%$$

$$r_L(1981, 1994) = -6,04\%$$

Si osserva in proposito che l'intensità dell'accrescimento di una popolazione può essere valutata con maggior chiarezza se il valore del tasso di incremento r viene convertito in «tempo di raddoppio», vale a dire in: «numero di anni necessari affinché una popolazione che si sviluppa ad un dato tasso r , seguendo il modello di crescita lineare che ne è il presupposto, raddoppi la propria consistenza numerica».

Posto $P(t+n) = 2P(t)$, la suddetta conversione si realizza ricavando n dalla relazione:

$$2P(t) = P(t)(1+n)$$

ovvero:

$$2 = 1 + n$$

da cui:

$$n = \frac{1}{r}$$

In corrispondenza dei valori di r ottenuti per le due popolazioni qui considerate valgono i seguenti tempi di raddoppio (n):

$$n_1(1951, 1981) = \frac{1}{0,00634} = 158 \text{ anni}$$

$$n_L(1951, 1981) = 195$$

$$n_1(1981, 1994) = 1042$$

Relativamente all'intervallo (1981, 1994), essendo la popolazione ligure caratterizzata da un incremento negativo si potrà calcolare, invece del tempo di raddoppio, il tempo necessario affinché essa, in base al tasso osservato, si dimezzi. In tal caso si avrà:

$$\frac{1}{2} P(t) = P(t)(1+n)$$

da cui:

$$n = -\frac{0,5}{r}$$

pertanto:

$$n = \frac{-0,5}{-0,00604} = 83 \text{ anni.}$$

d) Tasso di incremento geometrico:

$$r' = \sqrt[n]{\frac{P(t+n)}{P(t)}} - 1$$

$$r'_1(1951, 1981) = \sqrt[30]{\frac{56557}{47516}} - 1 = 5,82\%$$

$$r'_L(1951, 1981) = 4,78\%$$

$$r'_1(1981, 1994) = 0,95\%$$

$$r'_L(1981, 1994) = -6,28\%$$

I corrispondenti tempi di raddoppio, legati al modello di sviluppo geometrico ed ai tassi sopra riportati, si ottengono impiegando la formula:

$$n' = \frac{\log_e 2}{\log_e(1+r')} = \frac{0,6931}{\log_e(1+r')}$$

in particolare si ha:

$$n'_1(1951, 1981) = \frac{\log_e 2}{1 + (0,00582)} = 119 \text{ (anni)}$$

$$n'_2(1951, 1981) = 145$$

$$n'_1(1981, 1994) = 730$$

$$n'_2(1981, 1994) = \frac{\log_e \frac{1}{2}}{\log_e (1 - 0,00628)} = 100$$

e) Tasso di incremento continuo:

$$r'' = \frac{\log_e P(t+n) - \log_e P(t)}{n}$$

$$r''_1(1951, 1981) = \frac{\log_e 56557 - \log_e 47516}{30} = 0,00581 = 5,81\%$$

$$r''_2(1951, 1981) = 4,77\%$$

$$r''_1(1981, 1994) = 0,95\%$$

$$r''_2(1981, 1994) = -6,30\%$$

Il tempo di raddoppio per il modello di sviluppo continuo si ottiene con l'espressione:

$$n'' = \frac{\log_e 2}{r''}$$

e sussistendo la relazione:

$$r'' = \log_e (1 + r')$$

i valori n'' che si ricavano coincidono con quelli ottenuti mediante n' .

3. Struttura

Accanto all'esigenza di determinare e di seguire nel tempo la consistenza numerica di una popolazione si colloca, con altrettanta importanza pratica, la necessità di individuare, descrivere ed analizzare le sue caratteristiche strutturali.

Ad esempio, così come è utile disporre dell'ammontare della popolazione italiana relativo ad una o più date successive, è altrettanto rilevante conoscere la sua composizione per sesso e per età, la sua distribuzione secondo lo stato civile, la condizione professionale, il grado di istruzione e altre importanti caratteristiche di tipo biologico, sociale, economico e così via.

D'altra parte, la struttura di una popolazione e la sua dinamica sono aspetti che s'influenzano reciprocamente: i mutamenti strutturali

li comportano modificazioni nei flussi di entrata (nascite e immigrazioni) e/o di uscita (morti ed emigrazioni) e, conseguentemente, nei ritmi di accrescimento nella popolazione; a loro volta, le variazioni nell'intensità di detti flussi danno luogo a trasformazioni di tipo strutturale.

3.1. La struttura per età

La distribuzione per età rappresenta il dato più significativo nell'ambito delle caratteristiche strutturali di una popolazione.

Si tratta di un elemento la cui conoscenza consente non solo di comprendere e approfondire numerosi aspetti dell'evoluzione demografica, passata e futura, ma anche di valutare e, talvolta, di anticipare alcune problematiche di natura economica e sociale. In particolare, la struttura per età della popolazione condiziona sia la frequenza dei decessi, che a parità di *rischio di morte* alle diverse età risulta tanto più alta quanto più la popolazione è *anziana*, sia l'ammontare delle nascite, generalmente crescente al crescere della presenza di coppie giovani.

Al tempo stesso, lo stretto legame fra età biologica (o anagrafica) ed età sociale consente di identificare, nei soggetti in età compresa entro prefissati limiti, alcune importanti categorie socioeconomiche, ad esempio, gli studenti, la forza lavoro, i pensionati.

La classificazione per età della popolazione, le cui informazioni di base sono usualmente disponibili solo in occasione del censimento (anche se non mancano esempi di stime per gli anni intermedi e di aggiornamenti realizzati attraverso l'impiego dei dati di movimento e/o la valorizzazione del contenuto informativo delle anagrafi o di altri archivi statistici e amministrativi), pone alcuni problemi di natura definitoria. L'età, infatti, è una variabile continua ma, in fase di rilevazione e di classificazione, le sue manifestazioni vengono generalmente raggruppate in intervalli mediante l'adozione di opportune convenzioni.

In proposito, l'età può essere valutata secondo i due seguenti criteri:

a) età in anni compiuti;

b) età in anni iniziati.

Se la classificazione dell'età viene realizzata per intervalli annui (se ne intrinseca la generalizzazione ad intervalli di diversa ampiezza), risulta che:

— con il criterio dell'età in *anni compiuti* si indica con x l'intervallo fra l' x -esimo e l' $x+1$ -esimo compleanno e la successione degli intervalli risulta del tipo: 0, 1, 2, ..., $\omega - 1$ (essendo ω l'età limite che non viene raggiunta da alcun individuo) e diventa, ad esempio: 0-4, 5-9, 10-14, ..., nel caso di intervalli quinquennali;

— con il criterio dell'età in *anni iniziati*, i soggetti vengono distintamente classificati in relazione al fatto di trovarsi nel primo anno di vita, nel secondo, nel terzo, ecc. e gli intervalli assumono la struttura: $1^{\circ}, 2^{\circ}, 3^{\circ}, \dots, \omega^{\circ} (1^{\circ}-5^{\circ}, 6^{\circ}-10^{\circ}, 11^{\circ}-15^{\circ}, \dots$ nel caso di intervalli quinquennali).

Va precisato che il criterio dell'età in anni compiuti è quello nella pratica più frequentemente adottato e nelle pagine che seguono, salvo diversa indicazione, si farà sempre riferimento ad esso.

La piramide delle età

La distribuzione per età della popolazione, relativamente ad una stessa data ma distintamente per i due sessi, viene spesso visualizzata mediante una rappresentazione grafica per istogrammi in cui i rettangoli, anziché essere affiancati, risultano fra loro sovrapposti.

Tale rappresentazione prende il nome di *piramide delle età* in quanto, se nella composizione per età non vi sono alterazioni patologiche, i contingenti nelle varie classi risultano via via più ridotti e, di conseguenza, essa assume, sia pure approssimativamente, la forma triangolare tipica della faccia di una piramide.

Tuttavia tale forma non è ricorrente nelle popolazioni attuali, soprattutto nelle popolazioni dei paesi più sviluppati. Molteplici fattori hanno infatti contribuito ad alterare la regolarità nella distribuzione per età delle popolazioni, primi fra tutti le brusche oscillazioni nella frequenza annua delle nascite (a seguito di eventi bellici o di improvvisi mutamenti nel comportamento riproduttivo), le modifiche nella struttura del rischio di morte per età e la presenza di consistenti apporti o deapauramenti che hanno interessato alcune classi di età a seguito di massicci movimenti migratori.

Le anomalie nella forma della piramide delle età sono, comunque, estremamente indicative: esse localizzano le divergenze rispetto alla struttura regolare e inducono alla ricerca delle cause che le hanno determinate. L'analisi della piramide delle età consente non solo una diagnosi demografica della popolazione, ma aiuta anche a comprendere la sua storia e a suggerire verosimili ipotesi sul suo comportamento futuro.

ESEMPIO 1.3. Piramide delle età

Le figure 1 e 2 mostrano le piramidi delle età riferite, rispettivamente alla popolazione italiana censita nel 1971 e nel 1991.

Tali grafici sono stati ottenuti assegnando ad ogni classe d'età (distintamente per maschi e femmine) un rettangolo la cui area risulta proporzionale al numero (o identicamente alla percentuale)

corrispondente ai soggetti dell'età considerata. In particolare, nella figura 1 si sono costruiti, relativamente alle classi annuali, rettangoli con altezza unitaria e base di dimensione corrispondente alla frequenza dei residenti, mentre per le classi quinquennali (80-84 e 85-89) l'altezza è cinque volte maggiore e la base ha lunghezza pari ad un quinto del numero dei residenti che si intende rappresentare.

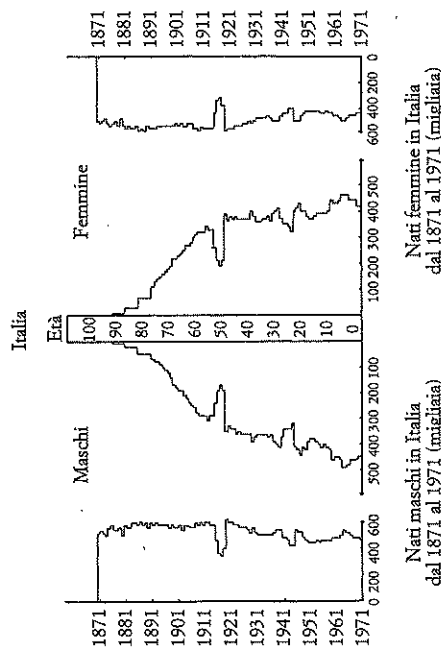


FIG. 1. Distribuzione della popolazione residente per sesso ed età al 24.10.1971.

Per quanto riguarda, infine, la classe aperta 90 e oltre, si è posto come limite superiore il 95° compleanno e si è proceduto come per le altre classi quinquennali; si tratta di una scelta che è soggettiva ma di scarsa rilevanza pratica, dato l'esiguo numero di individui che appartengono a tale classe di età.

Al fine di evidenziare le capacità esplicative della piramide delle età nei riguardi della storia di una popolazione, si è fatto corrispondere ai residenti, in ciascuna classe di età, l'ammontare di nascite da cui essi provengono¹.

Si ha così modo di osservare come i «vuoti» e i «rigonfiamenti» nella piramide rispecchino fedelmente le brusche variazioni che si sono verificate nel livello annuo delle nascite. Se ne hanno gli esempi più significativi in corrispondenza dei periodi bellici (nati nel 1916-1919 e 1941-1945) e dei successivi «recuperi» (1920-1923 e 1946-1948) o «baby-boom» (1962-1969).

Se si passa a considerare la piramide per classi quinquennali al censimento del 1991, riportata nella figura 2 e costruita sulla base dei valori percentuali, è ancora possibile rilevare, oltre allo spostamento in avanti del «vuoto» prodotto dalla seconda guerra

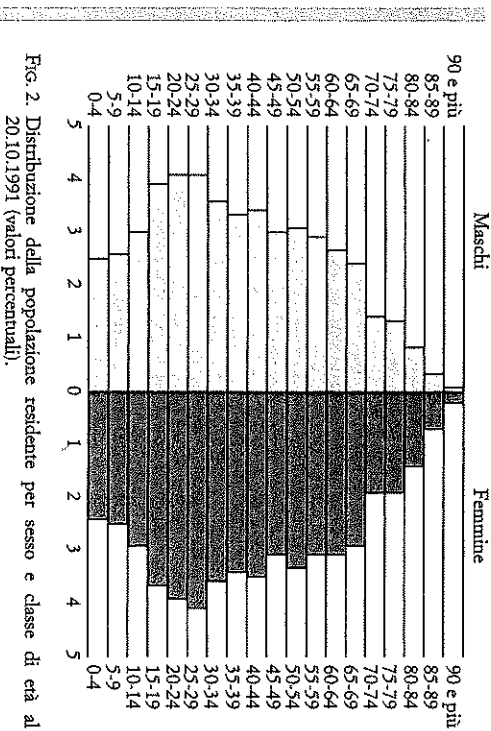


Fig. 2. Distribuzione della popolazione residente per sesso e classe di età al 20.10.1991 (valori percentuali).

mondiale e del «rigonfiamento» indotto dal baby-boom degli anni Sessanta, il sensibile restringimento della base a seguito del progressivo calo delle nascite in atto a partire dalla metà degli anni Settanta.

La corrispondenza è approssimativa, in quanto, essendo l'età misurata al 24.10.1971 (e non al 31.12.1971), non vi è esatta corrispondenza tra età e anno di nascita. Ad esempio, i soggetti in età 0 al 24.10.1971 sono tutti coloro nati dal 25.10.1970 al 24.10.1971.

Indicatori sintetici della struttura per età

Benché già con la rappresentazione grafica della composizione per età della popolazione si rendano possibili i confronti nel tempo e nello spazio, vi sono circostanze in cui è più opportuno fare ricorso ad alcuni indicatori sintetici, anche al fine di mettere in evidenza taluni fenomeni che sono connessi con la struttura per età.

Nell'ambito di tali indicatori si segnalano, qui di seguito, i più importanti sotto il profilo operativo.

L'età media: \bar{x} . L'età media di una popolazione risulta dalla media aritmetica delle età relative a tutti gli individui che la compongono.

Rinviamo a quanto contenuto nell'esempio 1.4 per l'esame dei problemi pratici e delle varianti che intervengono nel suo calcolo (in relazione al fatto che la distribuzione per età sia per intervalli annui

o pluricennali e sia stata costruita con il criterio degli anni compiuti o degli anni iniziati), è comunque opportuno osservare che l'età media non è generalmente ritenuta un buon indice per valutare sinteticamente il grado di *invecchiamento* di una popolazione, se questo viene inteso come intensità del peso relativo (percentuale) dei soggetti nelle classi di età più anziane. Infatti, come è facile immaginare, la stessa età media può ottenersi in corrispondenza di distribuzioni tra loro anche molto dissimili e, al fine di giudicare correttamente quanto una popolazione sia più *giovane* o più *vecchia* rispetto ad un'altra, si deve tenere adeguatamente conto di come le tre grandi componenti (i giovani, gli adulti e gli anziani) sono diversamente rappresentate.

ESEMPIO 1.4. Calcolo dell'età media di una popolazione in presenza di classificazioni per età ottenute con criteri diversi

Classi annuali

Maschi in età prescolare residenti in Italia al 20.10.1991 classificati in:

Anni compiuti	Anni iniziati	Valore centrale dell'intervallo: $x + 0,5$ (1)	Residenti P_x (migliaia)	
			(2)	(3) = (1) · (2)
0	1°	0,5	281	140,5
1	2°	1,5	285	427,5
2	3°	2,5	283	707,5
3	4°	3,5	287	1004,5
4	5°	4,5	278	1251,0
5	6°	5,5	281	1545,5
			1695	5076,5

Età media:

$$\bar{x} = \frac{\sum x (x + 0,5) P_x}{\sum x P_x} = \frac{5076,5}{1695} = 2,99 \text{ (anni).}$$

Ciascun intervallo annuale può essere identificato, ai fini del calcolo, dal suo valore centrale purché si accetti l'ipotesi di distribuzione uniforme nell'ambito delle età comprese entro i due compenni che delimitano l'intervallo.

Classi quinquennali

Popolazione italiana residente al 20.10.1991 classificata in:

Anni compiuti $x, x+4$	Anni iniziali $x+1, x+5$	Valore centrale ^a dell'intervallo: \bar{x} (1)	Residenti $P_{x,x+4}$ (2)	$\bar{x} \cdot P_{x,x+4}$ (3) = (1) · (2)
0-4	1°-5°	2,5	2749	6873
5-9	6°-10°	7,5	2885	21638
10-14	11°-15°	12,5	3374	42175
15-19	16°-20°	17,5	4298	75215
20-24	21°-25°	22,5	4534	102015
25-29	26°-30°	27,5	4644	127710
30-34	31°-35°	32,5	4109	133543
35-39	36°-40°	37,5	3810	142875
40-44	41°-45°	42,5	3927	166898
45-49	46°-50°	47,5	3435	163165
50-54	51°-55°	52,5	3650	191625
55-59	56°-60°	57,5	3370	193775
60-64	61°-65°	62,5	3289	205563
65-69	66°-70°	67,5	2998	202365
70-74	71°-75°	72,5	1910	138475
75-79	76°-80°	77,5	1837	142368
80-84	81°-85°	82,5	1226	101145
85-89	86°-90°	87,5	539	47163
90-94	91°-95°	92,5	158	14615
95 e +	96° e +	96,5	51	2992
			56773	2222191

^a Si osservi come il valore centrale di ciascuna classe sia determinato non già dalla media aritmetica dei due valori adiacenti, secondo le diverse convenzioni, per identificare la classe, bensì dalla media delle età esatte (in termini di compleanno) che rappresentano gli estremi della classe medesima.

Età media:

$$\bar{x} = \frac{\sum \bar{x}' P_{x,x+4}}{\sum P_{x,x+4}} = \frac{2222191}{56773} = 39,14 \text{ (anni).}$$

Va segnalato che, adottando classi pluriennali si ottiene un valore che è meno preciso di quello conseguito con classi annue. In generale, si può ritenere che l'approssimazione introdotta con l'ipotesi di distribuzione uniforme all'interno della classe d'età sia crescente al crescere dell'ampiezza della classe stessa.

Tuttavia, in corrispondenza delle età più anziane la suddetta ipotesi appare poco sostenibile e per l'ultima classe di età, che generalmente è «aperta» (senza un limite superiore predeterminato), si può fare riferimento ad una «ragionevole» stima dell'età media del sottosistema di individui che ne fanno parte (relativamente all'esempio qui riportato, si è considerato il valore 96,5 per la classe aperta 95 e oltre).

Va comunque osservato che, se anche si incorre in un errore di valutazione nel sistemare l'ultima classe di età, ciò generalmente non introduce distorsioni sensibili.

L'indice di vecchiaia I_v . Si tratta di un indicatore sintetico che, assai meglio dell'età media, consente di mettere in evidenza il livello di invecchiamento raggiunto dalla popolazione. Esso si determina moltiplicando per 100 il rapporto fra l'ammontare dei soggetti nelle fasce di età anziana, convenzionalmente identificati con i soggetti in età 65 e + (o 60 e +), ed il numero degli individui nelle età giovanili (0-14 anni), vale a dire:

$$I_v = \frac{100 (P_{65e+})}{P_{0-14}}$$

oppure:

$$I_v = \frac{100 (P_{60e+})}{P_{0-14}}$$

Talvolta, anziché considerare al denominatore del rapporto il sottosistema di soggetti giovani si fa riferimento alla popolazione nel suo complesso; in tal caso i corrispondenti indici di vecchiaia:

$$I'_v = \frac{100 (P_{65e+})}{P}$$

e:

$$I'_v = \frac{100 (P_{60e+})}{P}$$

si identificano con i rapporti di composizione (o quote percentuali) relativi alla classe di età 65 (o 60) e oltre.

È del tutto evidente che quanto più alto è il valore numerico dei predetti indicatori tanto più elevato è il livello di invecchiamento della popolazione, anche se dev'essere sempre tenuta presente la natura convenzionale dei limiti di età che definiscono gli aggregati della popolazione anziana e di quella giovane.

Infatti tali limiti andrebbero adeguati alle diverse realtà sociali ed aggiornati nel tempo, per tenere conto dei progressi nel campo della sopravvivenza e delle variazioni delle soglie anagrafiche che caratterizzano le diverse fasi della vita.

L'indice di dipendenza o di carico sociale I_d . Al fine di misurare il livello del carico sociale si è soliti impiegare un indicatore espresso dal prodotto di 100 per il rapporto tra l'ammontare della popolazione al di fuori del limite di età attiva (definita, quest'ultima, convenzionalmente, come l'età tra il 15-esimo ed il 65-esimo compleanno) e l'ammontare della popolazione che appartiene a tale fascia di età, cioè:

$$I_d = \frac{100 (P_{0-14} + P_{65e+})}{P_{15-64}}$$

Non mancano, tuttavia, proposte alternative a tale indice, sia per quanto riguarda i limiti di età da considerare, sia a proposito della sua eventuale scissione in due rapporti riferiti a ciascun segmento di popolazione *a carico*: i giovani e gli anziani; rapporti, cioè, del tipo seguente:

$$I_g = \frac{100 (P_{0-14})}{P_{15-64}}$$

$$I_a = \frac{100 (P_{65e+})}{P_{15-64}}$$

e:

Mentre il rapporto I_g misura la dipendenza totale, il rapporto I_a risulta particolarmente adatto a quantificare il rapporto prestazioni-contributi che caratterizza il sistema di solidarietà tra le generazioni. Inoltre, mediante medie di I_g e I_a , opportunamente ponderate, si possono determinare misure del carico sociale capaci di tenere conto della diversa natura (e del costo medio) dei servizi che i due segmenti di popolazione, giovane e anziana, ricevono dalla collettività.

L'indice di ricambio della popolazione in età lavorativa I_r . Col proposito di misurare, in un dato intervallo, l'intensità del potenziale ricambio della popolazione in età lavorativa, viene suggerito un indice costituito dal prodotto di 100 per il rapporto tra l'ammontare di coloro che per raggiunti limiti di età sono destinati ad uscire da tale aggregato e quello di coloro che, una volta completato il processo di formazione scolastico-professionale, sono in procinto di entrarvi. Se l'intervallo assunto è quello quinquennale si ha:

$$I_r = \frac{100 (P_{60-64})}{P_{15-19}}$$

che ha significato sotto l'ipotesi che, in assenza di mortalità e di migrazioni, coloro che entreranno a far parte della popolazione in età lavorativa nel corso di un quinquennio, o che ne usciranno, provengono tutti dalla popolazione che si trova in età 15-19 (anni compiuti) e 60-64, rispettivamente, all'inizio del quinquennio; due contingenti, questi, *naturalmente* destinati a transitare nelle classi d'età 20-24 e 65-69.

Va ancora osservato che, se riferito al sesso maschile, il suddetto indice esprime con buona approssimazione la misura del ricambio di quella che viene definita *forza lavoro*, sussistendo, infatti, una notevole corrispondenza fra questa e la popolazione in età lavorativa.

Resta altresì inteso che tale indicatore può agevolmente adattarsi, con appropriate ridefinizioni delle classi d'età interessate, ai diversi contesti (normativi e socioculturali) in cui le soglie di ingresso e di uscita dall'età lavorativa siano diverse da quelle adottate nella formulazione qui proposta (rispettivamente, il 20-esimo e il 65-esimo compleanno e con eventuali diversificazioni tra maschi e femmine).

ESEMPPIO 1.5. Alcuni indicatori sintetici della struttura per età

Con riferimento ai seguenti dati rilevati in occasione dei censimenti 1971 e 1991 si può valutare l'evoluzione di alcuni fenomeni riguardanti la popolazione italiana (valori in migliaia).

Età	1971 (24 ottobre)	1991 (20 ottobre)
0-14	13229	9008
15-19	3850	4298
20-59	28046	31479
60-64	2910	3289
65 e +	6102	8699
	54137	56773

a) Invecchiamento demografico. Impiegando gli indici di vecchiaia:

$$I_v (1971) = 100 \frac{P_{65e+}}{P_{0-14}} = 100 \frac{6102}{13229} = 46,1$$

$$I_v (1991) = 100 \frac{P_{65e+}}{P_{0-14}} = 100 \frac{8699}{9008} = 96,6$$

emerge il sensibile accentramento del fenomeno in oggetto.

b) Carico sociale. Relativamente al carico sociale si osserva un'attenuazione nel 1991 rispetto al 1971. La forte diminuzione dell'indice di dipendenza dei giovani non risulta completamente compensata dall'incremento dell'indice di dipendenza degli anziani.

$$I_d (1971) = 100 \frac{P_{0-14}}{P_{15-64}} = 100 \frac{13229}{34806} = 38,0$$

$$I_d (1991) = 100 \frac{9008}{39066} = 23,1$$

$$I_a (1971) = 100 \frac{P_{65e+}}{P_{15-64}} = 100 \frac{6102}{34806} = 17,5$$

$$I_a (1991) = 100 \frac{8699}{39066} = 22,3$$

$$I_r (1971) = 100 \frac{P_{0-14} + P_{65e+}}{P_{15-64}} = 100 \frac{19331}{34806} = 55,5$$

$$I_r (1991) = 100 \frac{17707}{39066} = 45,3$$

c) Ricambio della popolazione in età lavorativa. L'indice di

ricambio della popolazione in età lavorativa, che partendo dalla struttura per classi quinquennali d'età al 24.10.1971 va necessariamente riferito al quinquennio 24.10.1971-24.10.1976, risulta uguale a:

$$I_r (1971, 1976) = 100 \frac{P_{65-64}}{P_{15-19}} = 100 \frac{2910}{3850} = 75,6$$

e denota una situazione di squilibrio caratterizzata da un eccesso delle potenziali entrate sulle potenziali uscite dalla forza lavoro, essendo le seconde cifre il 75% delle prime; la stessa situazione sembra ripetersi con riferimento al quinquennio 20.10.1991-20.10.1996:

$$I_r (1991, 1996) = 100 \frac{3289}{4298} = 76,5.$$

3.2. La struttura per sesso

Oltre alla composizione per età, un elemento che merita attenzione nell'analisi delle caratteristiche strutturali di una popolazione è la composizione per sesso, in quanto essa condiziona sia le manifestazioni di alcuni importanti fenomeni demografici (nascite e matrimoni), sia alcuni fondamentali aspetti della vita economica e sociale.

Si può ritenere che la composizione per sesso della popolazione sia determinata dall'azione congiunta di numerosi fattori, tra i quali:

- la frequenza delle nascite, la cui struttura per sesso, mantenendosi relativamente stabile attorno a 104-106 nati maschi per ogni 100 femmine (al punto da far ritenere tale dato una costante biologica), privilegia la componente maschile (cfr. esempio 1.6);

- il comportamento differenziale della mortalità tra i due sessi alle diverse età, che tende a favorire le femmine assoggettandole a livelli di eliminazione per morte più bassi rispetto a quelli dei coetanei maschi;
- il diverso comportamento tra i sessi nei riguardi della propensione a migrare, che risulta generalmente più accentuata per la popolazione maschile.

Una misura sintetica della composizione per sesso di una popolazione è offerta dal rapporto di *mascolinità*:

$$R_m = 100 \frac{P^m}{P^f}$$

o, in alternativa, dal rapporto di *composizione rispetto al sesso*:

$$R'_m = 100 \frac{P^m}{P^m + P^f}$$

dove P^m e P^f sono, rispettivamente, il numero di maschi e di femmine presenti nella popolazione.

Entrambi i suddetti indicatori sono distintamente calcolabili in corrispondenza delle diverse età e mostrano valori superiori a 100 e rispettivamente a 50, secondo che la popolazione totale (o il sottototale che si considera) risultino caratterizzati da un eccesso della componente maschile.

ESEMPIO 1.6. *Struttura per sesso alla nascita in alcune popolazioni*

Paesi	Anno di riferimento	Nati vivi (migliaia)		R_m	R'_m
		Maschi	Femmine		
Brasile	1990	1234,4	1185,6	104,1	0,510
Cile	1991	145,7	138,8	104,9	0,512
Egitto	1989	888,6	834,3	106,5	0,516
Francia	1991	389,2	369,8	105,3	0,513
Giappone	1992	622,1	586,9	106,0	0,515
Italia	1992	273,4	236,5	106,6	0,516
Rep. Cinese	1989	12700,2	11151,7	113,9	0,532
Thailandia	1991	493,8	466,8	105,8	0,514
Ungheria	1991	65,1	62,1	104,8	0,512
Usa	1991	2101,5	2009,4	104,6	0,511

Fonte: United Nations, *Demographic Yearbook*, 1993.

La relativa stabilità del rapporto di mascolinità alla nascita (e del rapporto di composizione per sesso dei nati vivi) attorno a 104-106 maschi per 100 femmine (510-515 maschi per ogni 1000 nati), è ampiamente confermato dai dati statistici. A tal punto che la presenza di scostamenti da tale intervallo, quando non imputabili al caso per effetto della scarsa dimensione della popolazione, viene generalmente assunta come indizio di un'anomalia nelle registrazioni statistiche oppure nella realtà dei fatti. In tal senso è particolarmente emblematico il dato della Repubblica Cinese (114 maschi per ogni 100 femmine), i cui tentativi di spiegazione (reputo conto dell'esistenza in Cina di una politica demografica che incentiva il modello del figlio unico) hanno alimentato un vivace dibattito attorno ad alcune ipotesi inquietanti come: la diffusione di aborti volontari selettivi (rispetto al sesso del concepito) e di casi di occultamento delle femmine nelle denunce di nascita, o persino il ritorno alla pratica dell'infanticidio nei riguardi delle neonate femmine.

3.3. La struttura per stato civile

Anche la composizione della popolazione secondo lo stato civile si dimostra interessante sotto il profilo demografico: le nascite, infatti,

ti, provengono prevalentemente da individui coniugati, il rischio di morte varia al mutare dello stato civile, gli spostamenti di popolazione sono in genere più frequenti tra i celibi.

Per i confronti nel tempo e nello spazio si procede di solito al calcolo di *rapporti di composizione* (percentuali) separatamente per ciascun sesso, tra l'ammontare dei soggetti di un dato stato civile e l'ammontare della popolazione.

Va comunque precisato che i confronti fra popolazioni diverse risultano più espressivi se i rapporti di cui si è detto vengono istituiti con riferimento non al complesso della popolazione, bensì al sottosistema di individui che hanno già raggiunto l'età minima per contrarre matrimonio; meglio ancora, se essi vengono costruiti per distinte età o classi di età.

3.4. Altre caratteristiche strutturali

Al di là dei caratteri di cui si è detto, vi sono numerosi altri aspetti strutturali di una popolazione che formano oggetto di descrizione e di analisi. Si va dagli aspetti più tradizionali riguardanti l'istruzione (titolo di studio, anni di frequenza scolastica, alfabetizzazione) e l'area del lavoro (attività, condizione lavorativa o non lavorativa), ad altri, come l'etnia o la cittadinanza, che solo recentemente hanno assunto rilievo nella realtà italiana.

Anche in questi casi, per esprimere l'intensità con cui si manifestano le diverse modalità di ogni carattere e per realizzare i necessari confronti nel tempo e nello spazio si fa solitamente ricorso al calcolo di appropriati *rapporti*.

È quanto accade, ad esempio, per il *tasso di attività*, inteso come rapporto tra il totale di soggetti economicamente attivi (occupati, disoccupati e persone in cerca di prima occupazione) e l'ammontare di popolazione in età attiva (convenzionalmente 15-64 anni); per la *percentuale di laureati*, calcolata rispetto al totale della popolazione; per la *quota di presenza straniera extracomunitaria*, espressa in percentuale con riferimento al totale della popolazione italiana iscritta in anagrafe o, più in generale, rispetto al complesso dei residenti (italiani e non).

SCHEMA 2. Immagini dal mondo

Consistenza, incremento e struttura per età della popolazione nei 25 paesi più popolati

Paesi	Popolazione totale 1995 P (1995) (milioni)	Tasso geom. 1990-95 r (1995) (per 1000)	Tempo di raddoppio* T (1990, 1995) (anni)	Ind. di vecchiaia 1995 I _v (1995) (per 100)	Ind. di dipendenza anziani I _a (1995) (per 100)	Ind. di dipendenza giovani I _g (1995) (per 100)	Ind. di ricambio pop. lavor. maschi 1995 I _r (1995) (per 100)
Rep. Classe	1218,8	11	63	22,2	9,0	40,3	28,1
India	930,6	19	37	11,1	6,7	60,0	24,7
Stati Uniti	263,2	10	70	59,1	20,0	33,8	54,3
Indonesia	198,4	16	44	10,8	6,8	62,7	20,3
Brasile	157,8	17	41	15,6	7,9	50,8	23,8
Fed. Russa	147,5	-1	693	50,0	16,4	32,8	64,3
Pakistan	129,7	28	25	7,3	5,4	73,2	16,1
Giappone	125,2	3	231	87,5	20,0	22,9	63,1
Bangladesh	119,2	22	32	7,1	5,5	76,4	15,7
Nigeria	101,2	30	23	6,7	5,8	86,5	14,6
Messico	93,7	6	33	11,1	6,7	60,0	14,6
Germania	81,7	21	116	93,8	21,7	23,2	78,7
Vietnam	75,0	22	32	12,8	8,9	69,6	19,9
Filippine	68,4	21	33	7,5	7,0	70,2	15,9
Egitto	61,9	22	32	10,0	7,1	71,4	21,6
Turchia	61,4	20	35	12,1	6,5	52,4	23,5
Iran	61,3	26	27	6,8	5,7	83,0	20,8
Thailandia	60,2	11	63	12,9	6,2	47,7	19,1
Regno Unito	58,6	3	231	84,2	24,6	29,2	69,0
Francia	58,1	4	174	75,0	23,1	30,8	63,3
Italia	57,0	2	367	108,0	23,9	27,0	73,0
Etiopia	56,0	30	23	6,1	6,3	102,1	15,6
Ucraina	52,0	-1	693	61,9	19,7	31,8	73,0
Corea del Sud	44,9	10	70	20,8	7,0	33,8	21,5
Birmania	44,8	21	33	11,1	6,7	60,0	19,9
Mondo	5702	16	44	18,7	9,0	51,6	29,1
Paesi più sviluppati	1167	4	174	65,1	19,4	29,8	60,4
Paesi in via di sviluppo	4535	19	37	14,3	8,3	58,3	22,6

* Se il tasso di incremento è negativo va inteso come tempo di dimezzamento.

Fonte: Population Reference Bureau, 1995.