

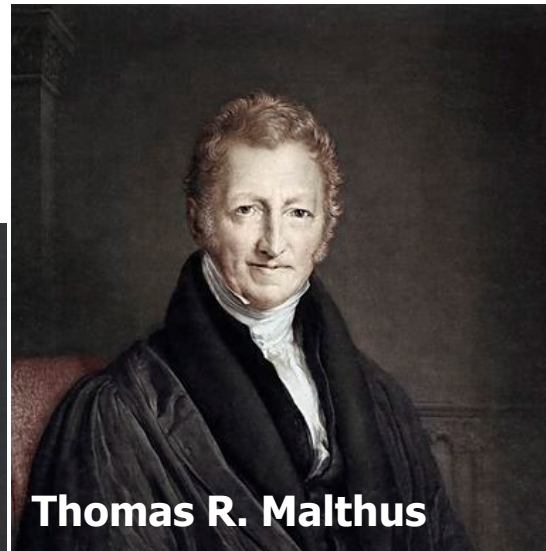
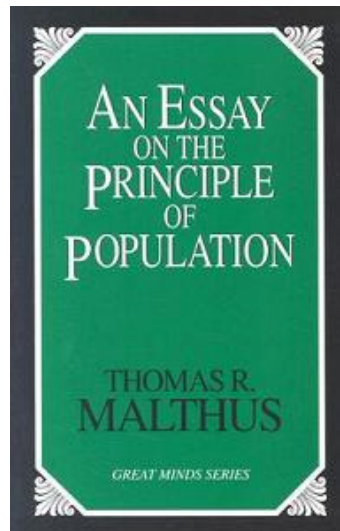
Laboratorio interdisciplinare di Demografia Umana

Corsi di Ecologia e di Modellistica e Simulazione
IAT – Politecnico di Milano

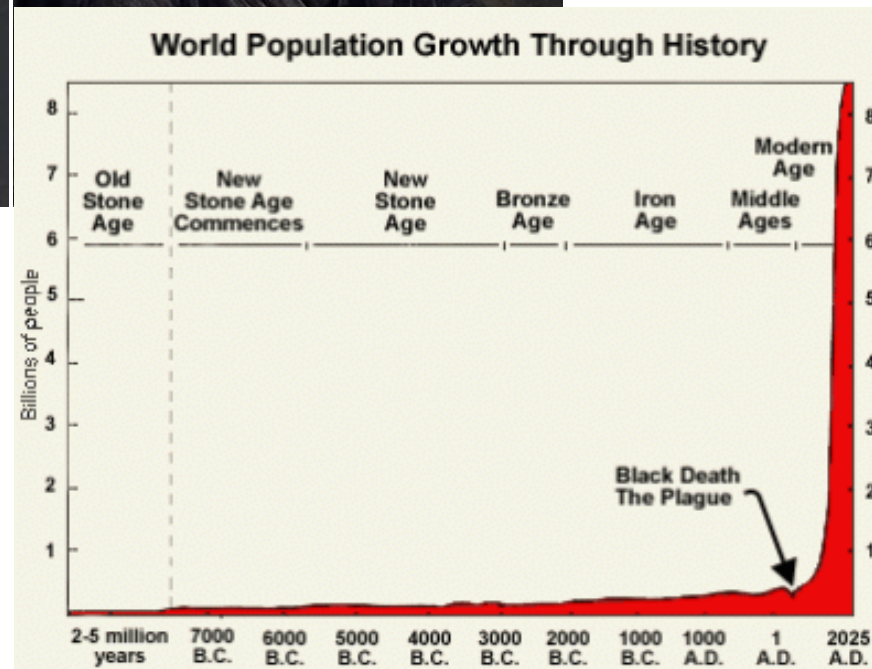


Demografia umana

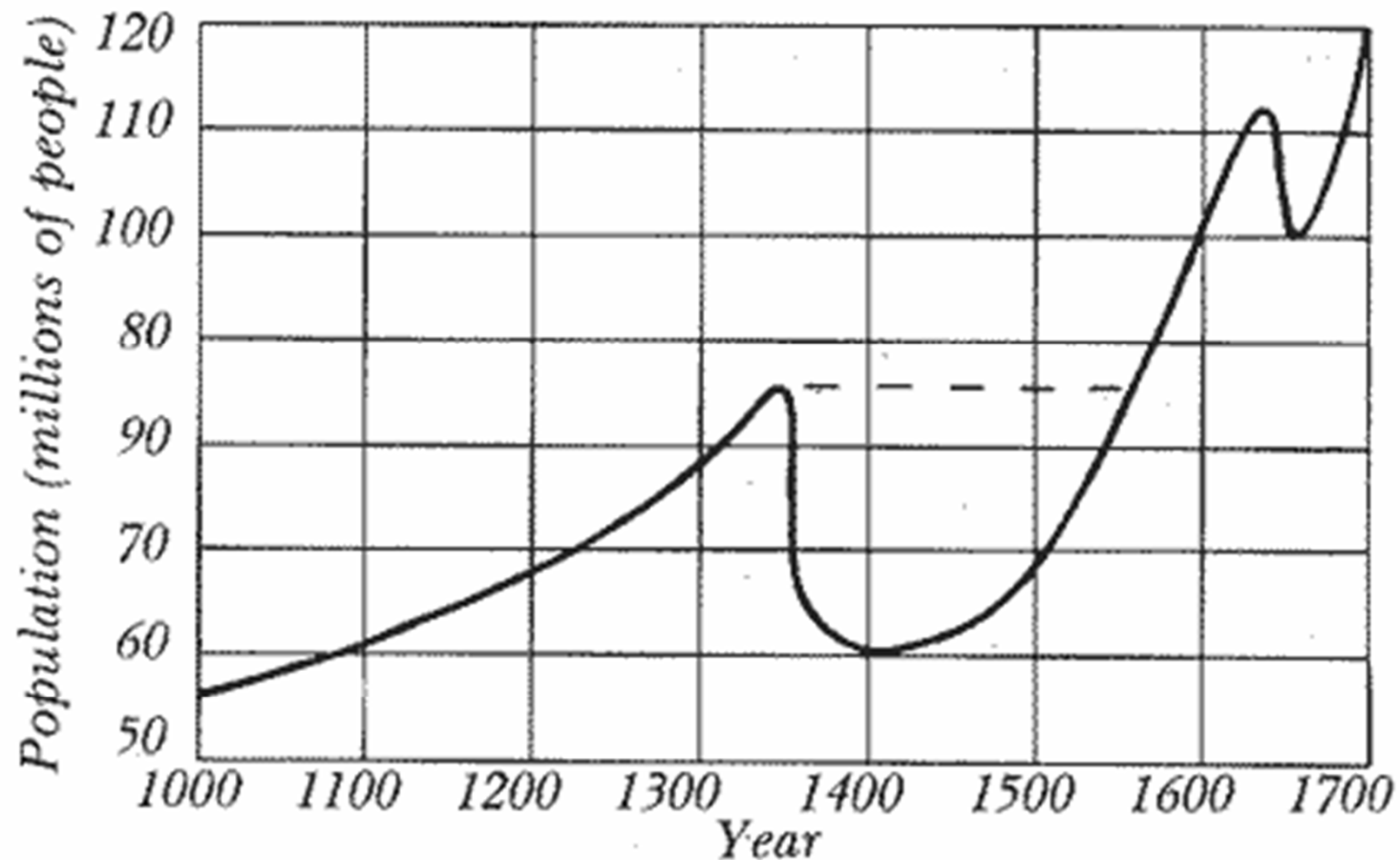
1798



Thomas R. Malthus



Grandi eventi nella storia...



Recovery of European population following the plagues of 1347 was only two hundred years,—an insignificant moment in the evolutionary time scale. (After Langer 1964; author)

...e aspettative per il lungo periodo

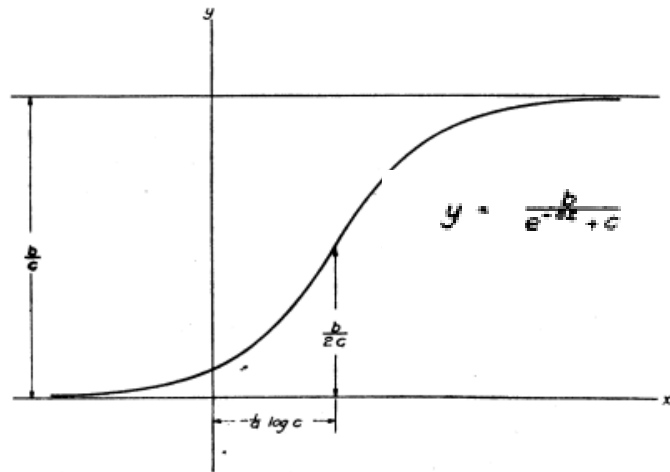


FIG. 2
General form of curve given by equation (ix).

RESULTS OF FITTING POPULATION DATA 1790 TO 1910 BY EQUATION (xviii)

YEAR	OBSERVED POPULATION	CALCULATED POPULA- TION BY EQUATION (xviii)	ERROR
1790	3,929,000	3,929,000	0
1800	5,308,000	5,336,000	+ 28,000
1810	7,240,000	7,228,000	- 12,000
1820	9,638,000	9,757,000	+119,000
1830	12,866,000	13,109,000	+243,000
1840	17,069,000	17,506,000	+437,000
1850	23,192,000	23,192,000	0
1860	31,443,000	30,412,000	-1,031,000
1870	38,558,000	39,372,000	+ 814,000
1880	50,156,000	50,177,000	+ 21,000
1890	62,948,000	62,769,000	- 179,000
1900	75,995,000	76,870,000	+ 875,000
1910	91,972,000	91,972,000	0

Pearl and Reed (1920) *PNAS* 6:275

Lab

PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

Volume 6

JUNE 15, 1920

Number 6

ON THE RATE OF GROWTH OF THE POPULATION OF THE
UNITED STATES SINCE 1790 AND ITS MATHEMATICAL
REPRESENTATION¹

By RAYMOND PEARL AND LOWELL J. REED

DEPARTMENT OF BIOMETRY AND VITAL STATISTICS, JOHNS HOPKINS UNIVERSITY

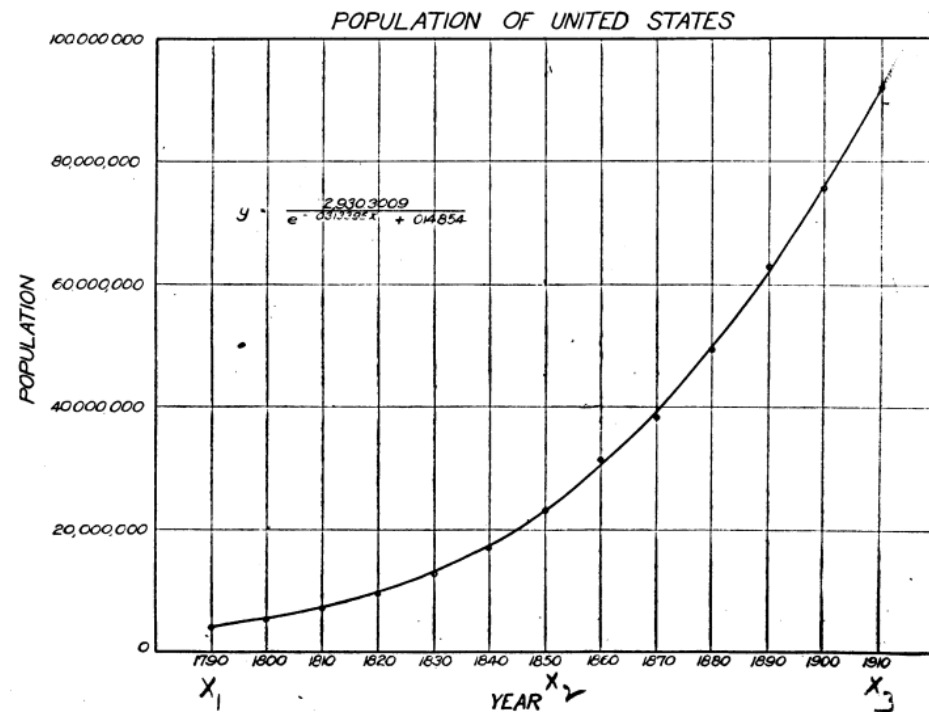
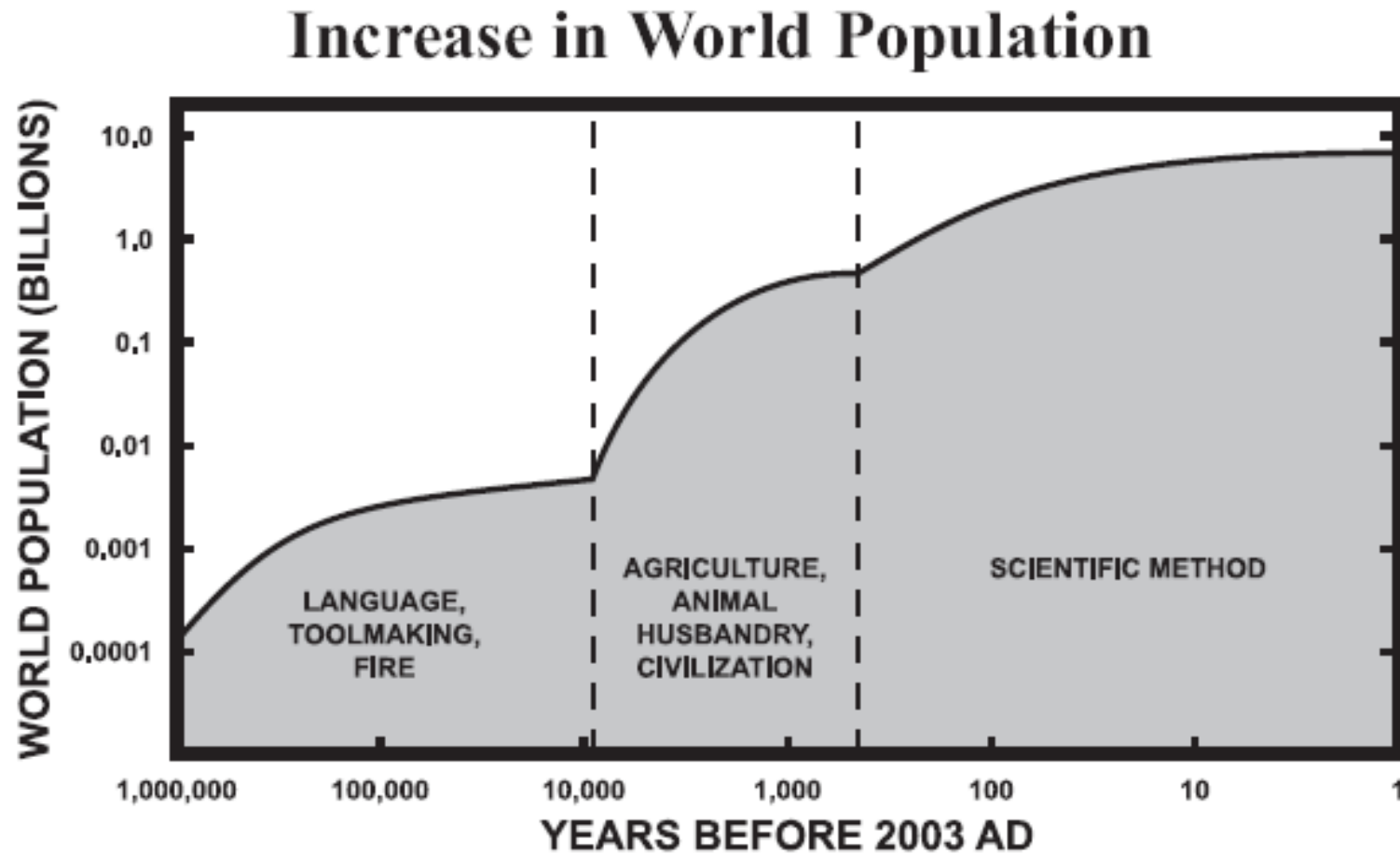


FIG. 3

Showing result of fitting equation (xviii) to population data.



...e aspettative per il lungo periodo



Source: See E. S. Deevey, "The Human Population," *Scientific American*, v. 203, no. 3, 1960, p. 194-204.

MEMENTO

Popolazioni stutturate per età o per taglia

Non sempre è lecito/opportuno trascurare l'effetto dell'età

Stambecco
(*Capra ibex ibex*)

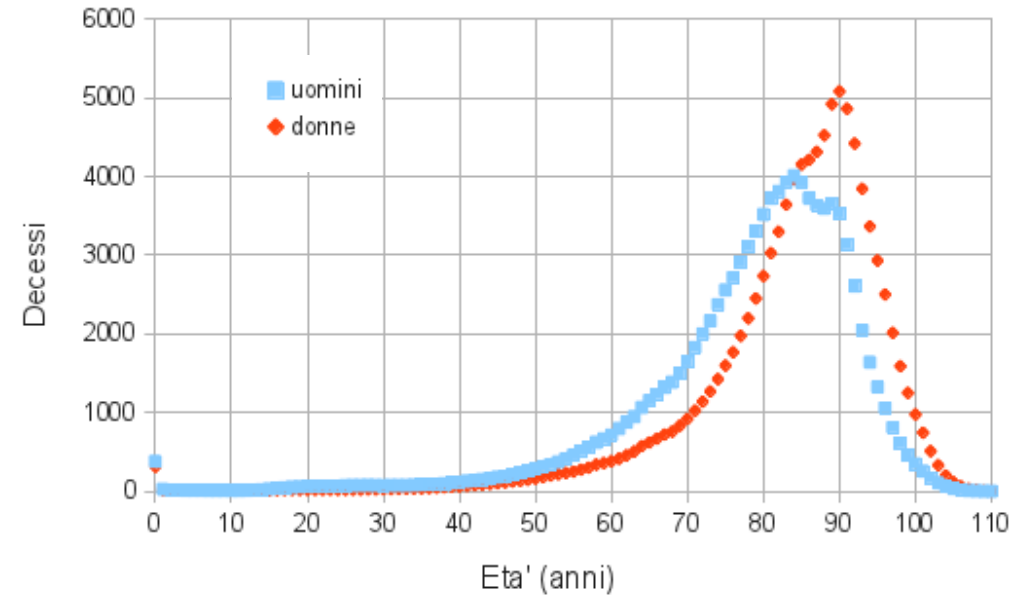


$$\frac{dN}{dt} = (\overset{?}{v} - \mu) N = rN$$

Mortalità e fertilità nell'uomo



Jeanne Louise Calment, 122 anni e 164 giorni



www.lifetable.de,
dati italiani Istat 2007



Aatje miin, kutte lek almiin. Pasottuvvujus tu nammaat. Poottus tu valdegodde. Sjaddus tu taattot nu äädnamist ku almist. Adde midjidi udne miin juokkepei-vaasasj laibamek. Ja adde midjidi miin velkidamek andagassi, nu ku mi andagassi. Ja äle l miin eriti pahast. kudne agalasj aiga

Käär nd Jokela (1998) *Proc Royal Soc. B* **265**:2415

Laboratorio



Sami, Lapponia

Le tabelle di vita e le curve di sopravvivenza

TABLE 4. Life tables of the impala, 1967-69

x	d_x	kl_x	kq_x	kL_x	kT_x	σ_x^2
Males ^a						
0-1	18	1000	54	1271 ^b	6018	6.0
1-2	22	945	70	912	4746	5.0
2-3	5	880	21	872	3834	4.3
3-4	22 ^a	865	76	832	2962	3.4
4-5	22 ^a	800	82	768	2129	2.6
5-6	109	735	225	575	1316	1.8
6-7	53	415	255	332	786	1.9
7-8	39	249	470	190	454	1.8
8-9	11 ^a	132	250	115	264	2.0
9-10	11 ^a	99	330	82	148	1.5
10-11	11 ^a	66	500	50	66	1.0
11-12	11 ^a	33	1000	16	16	0.5

Spinage (1972) *Ecology* **53**:645



- Il concetto di *coorte* e sua *radice*
- I sopravvissuti $l(x)$ e i nuove nate $v(x)dx$
- Difficoltà raccolta dati

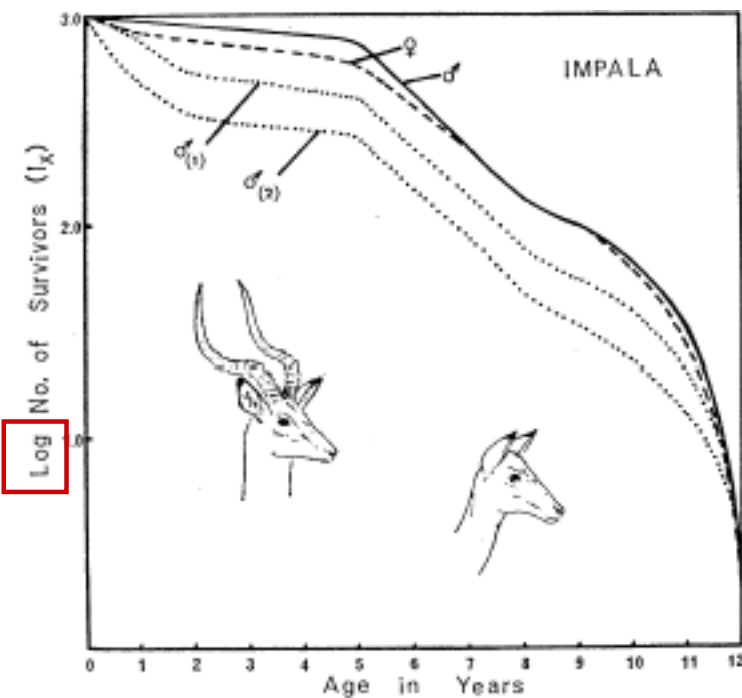


FIG. 2. Survival curves of impala, smoothed data. Continuous line, males; broken line, females. Dotted line shows "correction factors" (1) and (2) applied to the male curve (see Table 4).

nota

Parametri demografici fondamentali

La vita media alla nascita $e(0)$

- Lettura da grafico di $l(x)$
- Sua espressione teorica
- Calcolo "concreto" (metodo dei trapezi)

x (anni)	$l(x)$ (n° sopravvissuti)	$v(x)$ (anni-1)	$p(x)$ $=l(x)/l(0)$	(x) $= p(x)*v(x)$
0	100	0	1	0 0
1	56	1.5	0.56	0.84
2	21	3	0.21	0.63
3	0	1.2	0	0

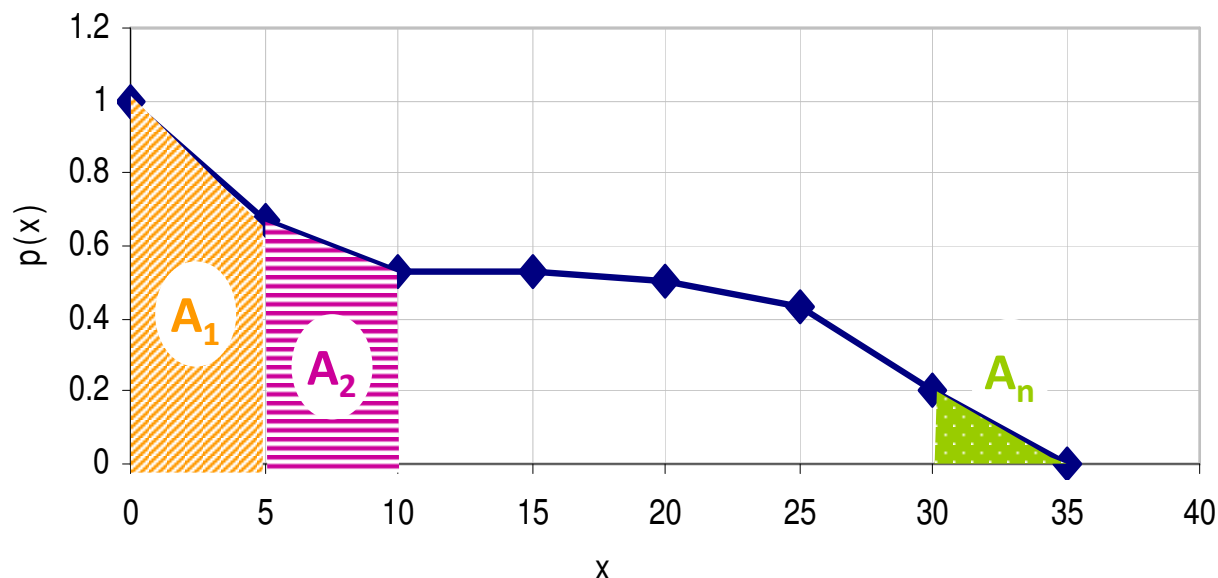
$e(0)$ = vita media alla nascita

= lunghezza attesa della vita che un individuo, alla nascita, deve

attendarsi di vivere $= \int_0^{\infty} p(x) dx = \text{Area sottesa dalla curva } p(x)$

Stima della vita media alla nascita

$$e(0) = \int_0^{\infty} p(x) dx = \text{Area sottesa dalla curva } p(x)$$



Regola dei trapezi

Area sottesa dalla curva $p(x) \approx A_1 + A_2 + \dots + A_n$

$$= [p(0)+p(5)]*T/2 + [p(5)+p(10)]*T/2 + \dots + [p(30)+p(35)]*T/2 =$$

$$= T * [p(0)/2 + p(5)+p(10)+\dots+ p(30)+p(35)/2] =$$

$$= T * [p(0)/2 + p(5)+p(10)+\dots+ p(30)+p(35)/2] =$$

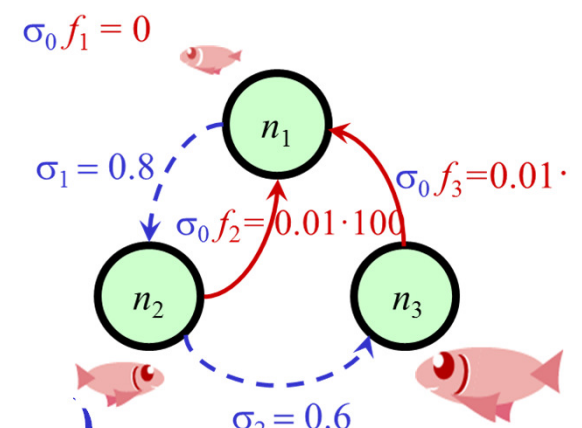
$$= T * [p(0)/2 + \sum_{x=5, 10, \dots, x_{\max}} p(x)]$$

Nota:
in questo caso
T= 5 anni

MEMENTO

Modello di Leslie

ella forma più generale, la modellizzazione è la seguente



$$n_{1,t+1} = \sigma_0 n_{0,t} = \sigma_0 (f_1 n_{1,t} + f_2 n_{2,t} + \dots + f_{\max} n_{\max,t})$$

$$n_{2,t+1} = \sigma_1 n_{1,t}$$

$\vdots$

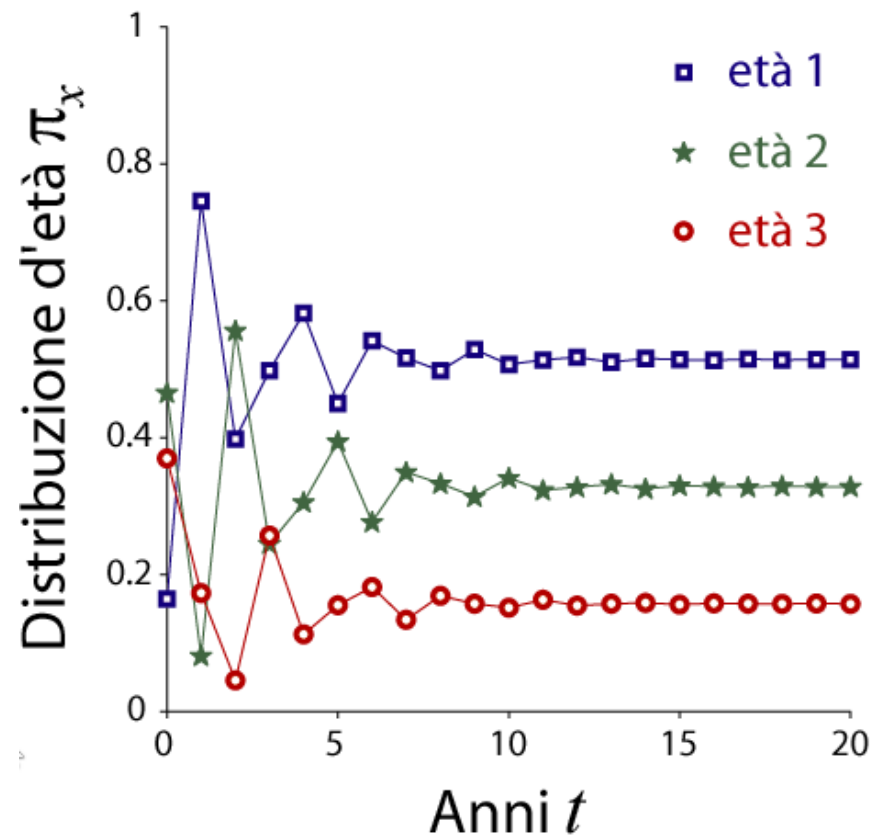
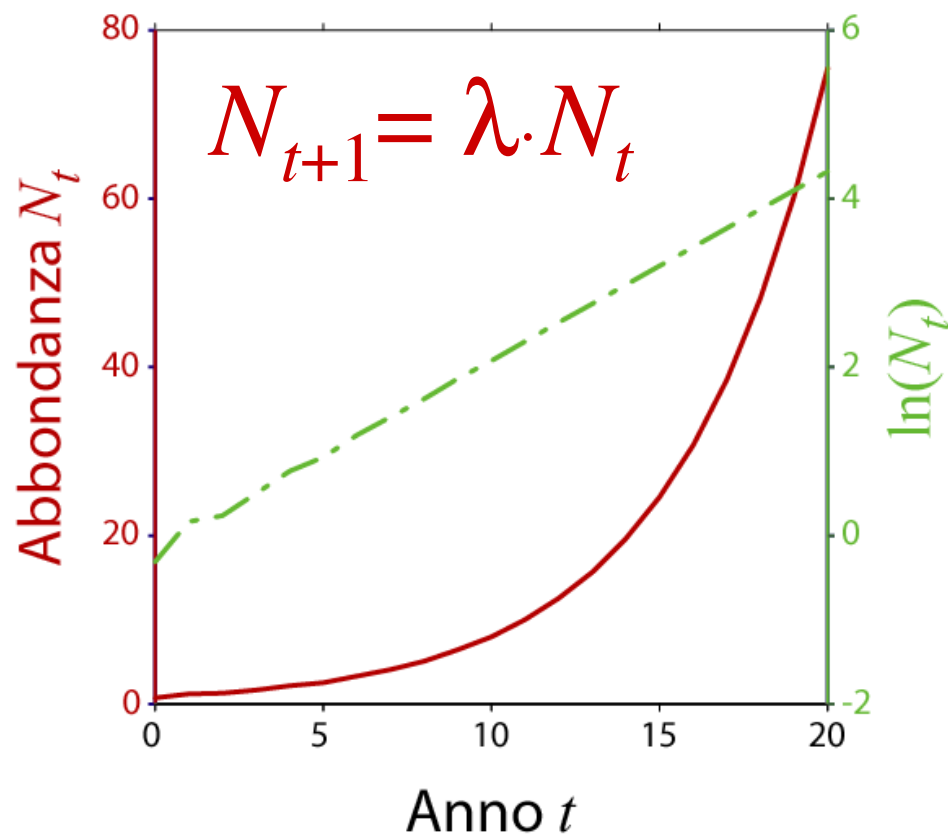
$$n_{\max,t+1} = \sigma_{\max-1} n_{\max-1,t}$$

che in forma matriciale
può esprimersi come

$$\begin{bmatrix} n_{1,t+1} \\ n_{2,t+1} \\ \vdots \\ n_{\max,t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_0 \cdot f_1 & \sigma_0 \cdot f_2 & \dots & \sigma_0 \cdot f_{\max} \\ \sigma_1 & 0 & \dots & \\ 0 & \sigma_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \sigma_{\max-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} n_{1,t} \\ n_{2,t} \\ \vdots \\ n_{\max,t} \end{bmatrix}$$

**Matrice
di Leslie**

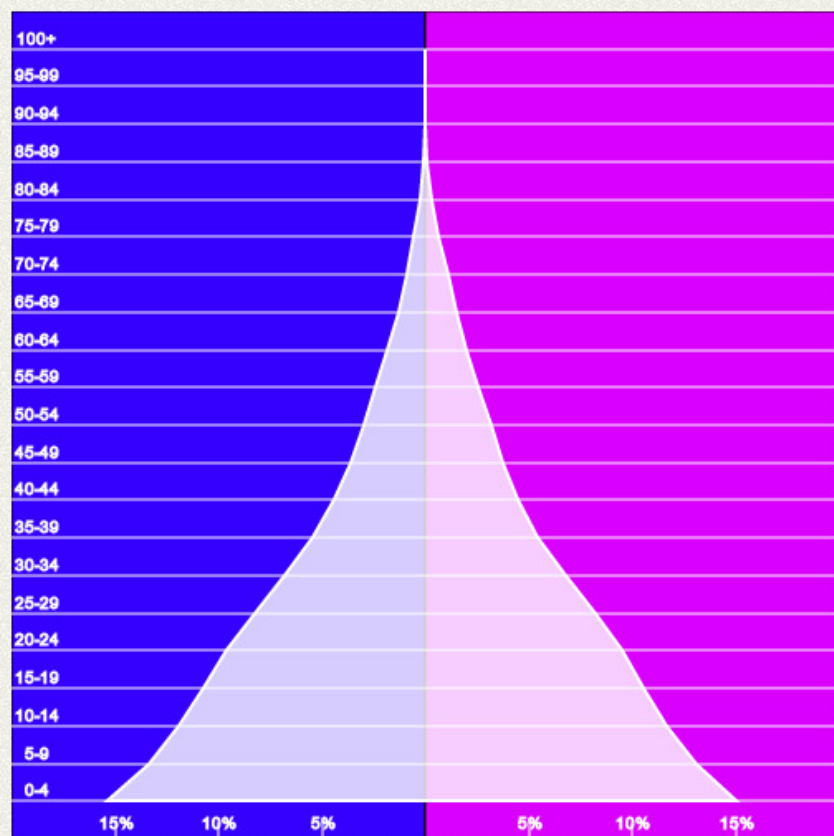
L'abbondanza totale di individui e la distribuzione stabile d'età



Forme tipiche delle distribuzioni d'età

**Africa
2010**

1.033.042.000



Link: <http://populationpyramid.net/?country=Africa&year=2010>

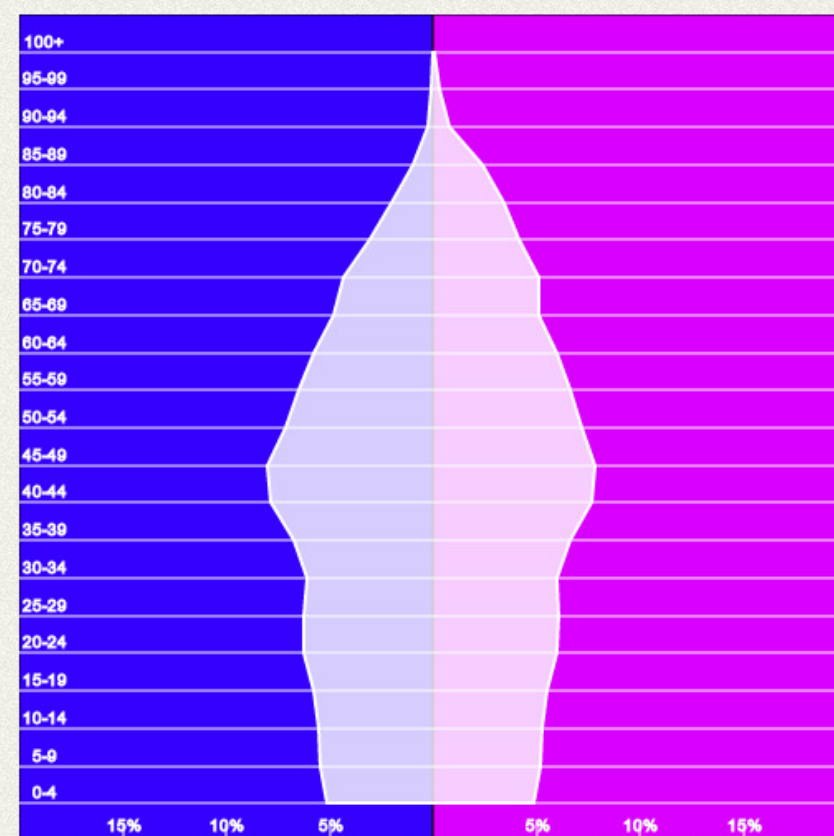
Source:

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. *World Population Prospects: The 2008 Revision*

Modulo 5 di 10: **Popolazioni strutturate per età o per taglia**

**Western Europe
2010**

188.587.000



Link: http://populationpyramid.net/?country=Western_Europe&year=2010

Source:

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. *World Population Prospects: The 2008 Revision*

Corso di *Ecologia* a cura di Renato Casagrandi e Marino Gatto

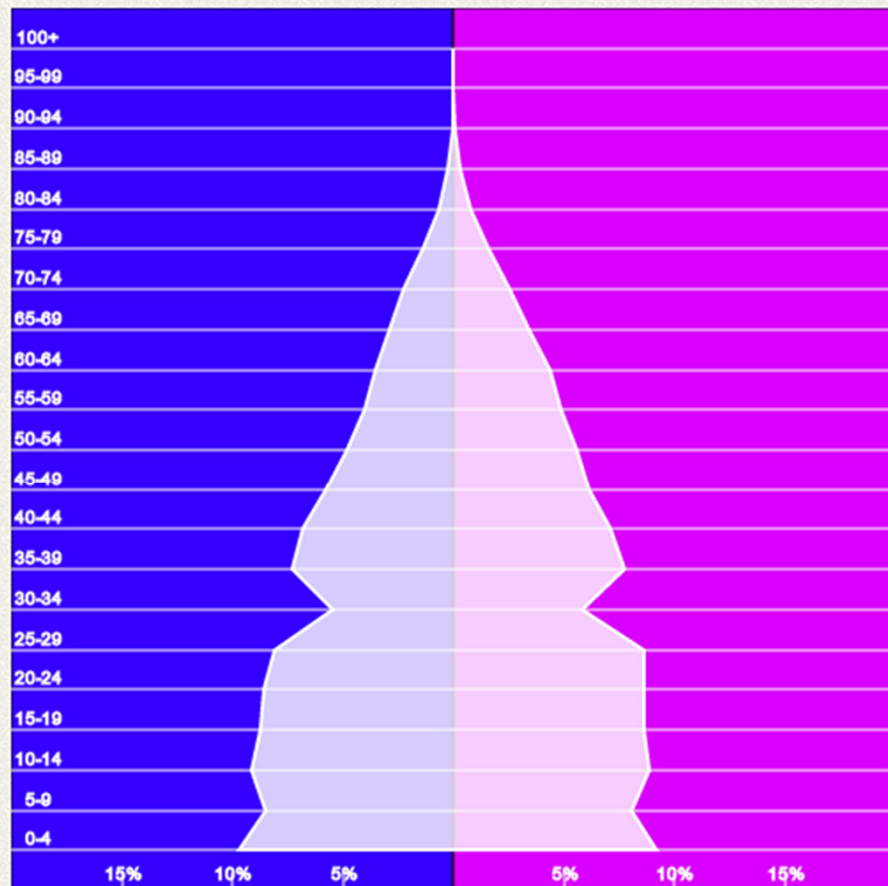


MEMENTO

Forme tipiche delle distribuzioni d'età

**Italy
1950**

46.366.000



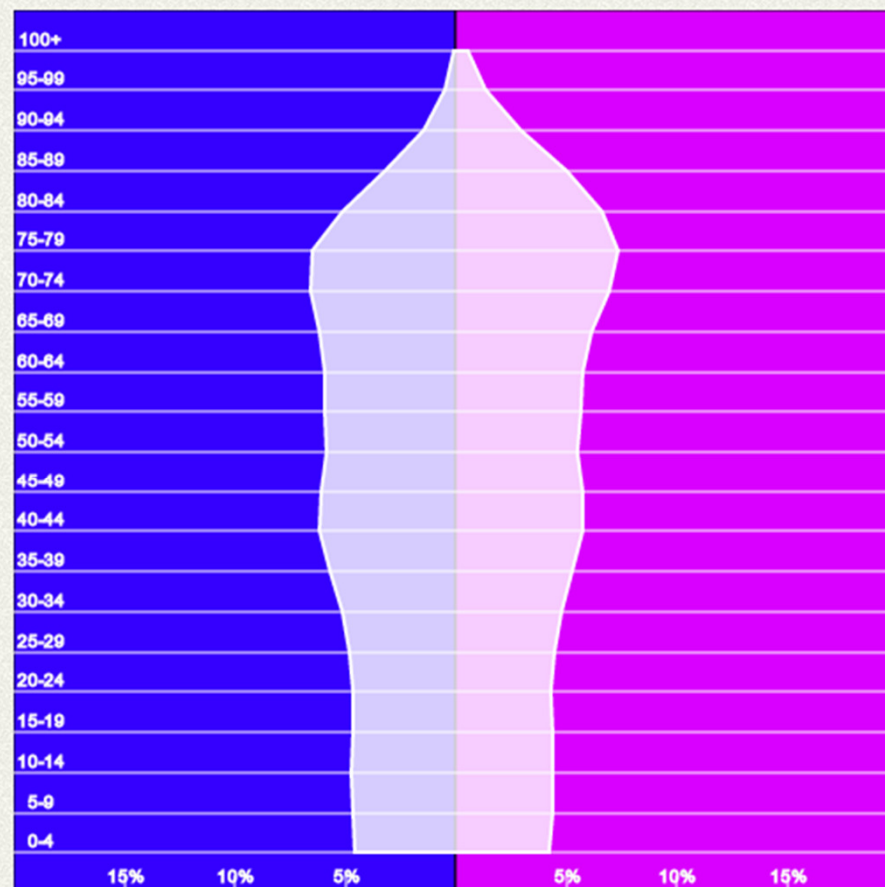
Link: <http://populationpyramid.net/?country=Italy&year=1950>

Source:

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2008 Revision*

**Italy
2050**

57.065.000



Link: <http://populationpyramid.net/?country=Italy&year=2050>

Source:

Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, *World Population Prospects: The 2008 Revision*

Obiettivi del laboratorio

- 1) Ricostruire l'andamento dei principali parametri demografici per la popolazione umana su scala mondiale
- 2) Proiettarne possibili andamenti per il futuro: 2050 e 2100
- 3) Simulare un andamento plausibile della popolazione e la struttura d'età dell'umanità sul pianeta al 2050 e 2100

oggi

Gruppi di lavoro: 4 studenti e un PC

Quali regioni del pianeta studierete?



Regioni e *tutors*



Africa: Chiara Landrò

America: Luca Gianelli

**Asia: Mattia Piva
Intrieri**

Europa: Ambra Graffi

Oceania: Fabio Grigoli

Strumenti per la prima parte: sopravvivenza

Dati per il calcolo della aspettativa di vita alla nascita $e(0)$

<http://tinyurl.com/demografia-e0>

Form per indicare le vostre risposte

<https://it.surveymonkey.com/r/demografia-umana-e0>



**Pausa ad ore
10.30**

Il Total Fertility Rate

$$\text{TFR} = \frac{\text{nascite}}{\text{adulte fertili}}$$

dove per adulte fertili si intende il numero di donne che vivono nell'intervallo di età tra i 15 e i 44-49 anni

Il TFR è dunque **decisamente** diverso dalla funzione netta di maternità per come vista nel corso di Ecologia per due motivi:

- 1) Non *femmine nate da una femmina*, ma individui (maschi + femmine) nati da lei
- 2) Non si tiene conto della sopravvivenza delle madri sino ad una certa età

The TFR is, therefore, a measure of the fertility of an imaginary woman who passes through her reproductive life subject to all the age-specific fertility rates for ages 15–49 that were recorded for a given population in a given year. (source: Wikipedia)



Strumenti per la seconda parte: fertilità

Dati per il calcolo del Total Fertility Rate

<http://tinyurl.com/demografia-TFR>

Form per indicare le vostre risposte

<https://it.surveymonkey.com/r/demografia-TFR>

TED

**TED (cortissimo)
sul vostro kahoot 12:05**

