Análisis Demográfico

Dr. Víctor Manuel García Guerrero
vmgarcia@colmex.mx

"Procesos de decremento simple"

Licenciatura en Actuaría
VI semestre, 2025-2

La Tabla de Mortalidad

Datos observados: ${}_nN_x$ es la población a mitad de año entre las edades x y $x+n$, y ${}_nD_x$ son las defunciones totales ocurridas entre las edades x y $x+n$.

$$ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} \approx \frac{{}_nD_x}{{}_nN_x} $$

$$ {}_nd_x = l_x - l_{x+n} = l_x \, {}_nq_x $$

$$ {}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} $$

$$ {}_nL_x = nl_{x+n} + {}_nA_x = nl_{x+n} + {}_na_x \, {}_nd_x $$

La Tabla de Mortalidad

Datos observados: ${}_nN_x$ es la población a mitad de año entre las edades x y $x+n$, y ${}_nD_x$ son las defunciones totales ocurridas entre las edades x y $x+n$.

$$ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} \approx \frac{{}_nD_x}{{}_nN_x} $$

$$ {}_nd_x = l_x - l_{x+n} = l_x\ {}_nq_x $$

$$ {}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} $$

$$ {}_nL_x = nl_{x+n} + {}_nA_x = nl_{x+n} + {}_na_x\ {}_nd_x $$

La Tabla de Mortalidad

Datos observados: ${}_nN_x$ es la población a mitad de año entre las edades x y $x+n$, y ${}_nD_x$ son las defunciones totales ocurridas entre las edades x y $x+n$.

$$ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} \approx \frac{{}_nD_x}{{}_nN_x} $$

$$ {}_nd_x = l_x - l_{x+n} = l_x \; {}_nq_x $$

$$ {}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} $$

$$ {}_nL_x = nl_{x+n} + {}_nA_x = nl_{x+n} + {}_na_x \; {}_nd_x $$

La Tabla de Mortalidad

Datos observados: ${}_nN_x$ es la población a mitad de año entre las edades x y $x+n$, y ${}_nD_x$ son las defunciones totales ocurridas entre las edades x y $x+n$.

$$ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} \approx \frac{{}_nD_x}{{}_nN_x} $$

$$ {}_nd_x = l_x - l_{x+n} = l_x \; {}_nq_x $$

$$ {}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} $$

$$ {}_nL_x = nl_{x+n} + {}_nA_x = nl_{x+n} + {}_na_x \; {}_nd_x $$

La Tabla de Mortalidad

Datos observados: ${}_nN_x$ es la población a mitad de año entre las edades x y $x+n$, y ${}_nD_x$ son las defunciones totales ocurridas entre las edades x y $x+n$.

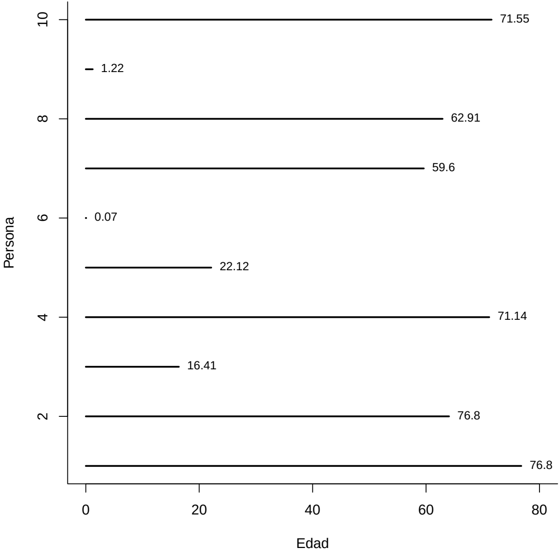
$$ {}_nm_x = \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} \approx \frac{{}_nD_x}{{}_nN_x} $$

$$ {}_nd_x = l_x - l_{x+n} = l_x \; {}_nq_x $$

$$ {}_nq_x = \frac{{}_nd_x}{l_x} $$

$$ {}_nL_x = nl_{x+n} + {}_nA_x = nl_{x+n} + {}_na_x \; {}_nd_x $$

La Tabla de Mortalidad



Método de Greville y Chiang para el cálculo de L_x

Entonces:

$$ {}_nL_x = n(l_x - {}_nd_x) + {}_na_x\, {}_nd_x $$

$$ {}_nL_x = nl_x - n\, {}_nd_x + {}_na_x\, {}_nd_x $$

$$ nl_x = {}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x $$

$$ l_x = \frac{1}{n}\left[{}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x \right] $$

Sustituyendo:

$$ \begin{aligned} {}_nq_x &= \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{n\, {}_nd_x}{{}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x} \\ &= \frac{n\, {}_nd_x / {}_nL_x}{({}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x) / {}_nL_x} = \frac{n\, {}_nm_x}{1 + (n - {}_na_x)\, {}_nm_x} \end{aligned} $$

Método de Greville y Chiang para el cálculo de L_x

Entonces:

$$ {}_nL_x = n(l_x - {}_nd_x) + {}_na_x\,{}_nd_x $$

$$ {}_nL_x = nl_x - n\,{}_nd_x + {}_na_x\,{}_nd_x $$

$$ nl_x = {}_nL_x + (n - {}_na_x)\,{}_nd_x $$

$$ l_x = \frac{1}{n}\left[\,{}_nL_x + (n - {}_na_x)\,{}_nd_x\right] $$

Sustituyendo:

$$ \begin{aligned} {}_nq_x &= \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{n\,{}_nd_x}{{}_nL_x + (n - {}_na_x)\,{}_nd_x} \\ &= \frac{n\,{}_nd_x/\,{}_nL_x}{({}_nL_x + (n - {}_na_x)\,{}_nd_x)/\,{}_nL_x} = \frac{n\,{}_nm_x}{1 + (n - {}_na_x)\,{}_nm_x} \end{aligned} $$

Método de Greville y Chiang para el cálculo de L_x

Entonces:

$$ {}_nL_x = n(l_x - {}_nd_x) + {}_na_x\, {}_nd_x $$

$$ {}_nL_x = nl_x - n\, {}_nd_x + {}_na_x\, {}_nd_x $$

$$ nl_x = {}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x $$

$$ l_x = \frac{1}{n}\left[{}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x \right] $$

Sustituyendo:

$$ \begin{aligned} {}_nq_x &= \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{n\, {}_nd_x}{{}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x} \\ &= \frac{n\, {}_nd_x / {}_nL_x}{({}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x)/{}_nL_x} = \frac{n\, {}_nm_x}{1 + (n - {}_na_x)\, {}_nm_x} \end{aligned} $$

Método de Greville y Chiang para el cálculo de L_x

Entonces:

$${}_nL_x = n(l_x - {}_nd_x) + {}_na_x\, {}_nd_x$$

$${}_nL_x = nl_x - n\, {}_nd_x + {}_na_x\, {}_nd_x$$

$$nl_x = {}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x$$

$$l_x = \frac{1}{n}\left[\, {}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x\right]$$

Sustituyendo:

$$\begin{aligned} {}_nq_x &= \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{n\, {}_nd_x}{{}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x} \\ &= \frac{n\, {}_nd_x / {}_nL_x}{({}_nL_x + (n - {}_na_x)\, {}_nd_x)/ {}_nL_x} = \frac{n\, {}_nm_x}{1 + (n - {}_na_x)\, {}_nm_x} \end{aligned}$$

Método de Greville y Chiang para el cálculo de L_x

Entonces:

$$ {}_nL_x = n(l_x - {}_nd_x) + {}_na_x \, {}_nd_x $$

$$ {}_nL_x = nl_x - n \, {}_nd_x + {}_na_x \, {}_nd_x $$

$$ nl_x = {}_nL_x + (n - {}_na_x) \, {}_nd_x $$

$$ l_x = \frac{1}{n} \left[{}_nL_x + (n - {}_na_x) \, {}_nd_x \right] $$

Sustituyendo:

$$ \begin{aligned} {}_nq_x &= \frac{{}_nd_x}{l_x} = \frac{n \, {}_nd_x}{{}_nL_x + (n - {}_na_x) \, {}_nd_x} \\ &= \frac{n \, {}_nd_x / {}_nL_x}{({}_nL_x + (n - {}_na_x) \, {}_nd_x) / {}_nL_x} = \frac{n \, {}_nm_x}{1 + (n - {}_na_x) \, {}_nm_x} \end{aligned} $$

Repaso de la Tabla de Mortalidad

$$_na_x = \frac{-\frac{n}{24}\ _nd_{x-n} + \frac{n}{2}\ _nd_x + \frac{n}{24}\ _nd_{x+n}}{_nd_x}$$

Pero cuando $n = 1$ entonces $_na_x = 0{,}5$

Para el último grupo de edad:

$$_\infty q_x = 1$$

$$_\infty L_x = \frac{l_x}{_\infty m_x}$$

Finalmente se calculan:

$$T_x = \sum_{a=x}^{\infty} {_nL_a}$$

$$e_x^0 = \frac{T_x}{l_x}$$

Repaso de la Tabla de Mortalidad

$$
{}_na_x = \frac{-\frac{n}{24}\ {}_nd_{x-n} + \frac{n}{2}\ {}_nd_x + \frac{n}{24}\ {}_nd_{x+n}}{{}_nd_x}
$$

Pero cuando $n = 1$ entonces ${}_na_x = 0{,}5$

Para el último grupo de edad:

$$
{}_\infty q_x = 1
$$

$$
{}_\infty L_x = \frac{l_x}{{}_\infty m_x}
$$

Finalmente se calculan:

$$
T_x = \sum_{a=x}^{\infty} {}_nL_a
$$

$$
e_x^0 = \frac{T_x}{l_x}
$$

Repaso de la Tabla de Mortalidad

$$ {}_na_x = \frac{-\frac{n}{24}\ {}_nd_{x-n} + \frac{n}{2}\ {}_nd_x + \frac{n}{24}\ {}_nd_{x+n}}{{}_nd_x} $$

Pero cuando $n = 1$ entonces ${}_na_x = 0{,}5$
Para el último grupo de edad:

$$ {}_\infty q_x = 1 $$

$$ {}_\infty L_x = \frac{l_x}{{}_\infty m_x} $$

Finalmente se calculan:

$$ T_x = \sum_{a=x}^{\infty} {}_nL_a $$

$$ e_x^0 = \frac{T_x}{l_x} $$

Repaso de la Tabla de Mortalidad

$$ {}_na_x = \frac{-\frac{n}{24}\ {}_nd_{x-n} + \frac{n}{2}\ {}_nd_x + \frac{n}{24}\ {}_nd_{x+n}}{{}_nd_x} $$

Pero cuando $n = 1$ entonces ${}_na_x = 0{,}5$
Para el último grupo de edad:

$$ {}_\infty q_x = 1 $$

$$ {}_\infty L_x = \frac{l_x}{{}_\infty m_x} $$

Finalmente se calculan:

$$ T_x = \sum_{a=x}^{\infty} {}_nL_a $$

$$ e_x^0 = \frac{T_x}{l_x} $$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln \frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_nm_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{nl_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln \frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln \frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln \frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_nm_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_nd_x}{{}_nL_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{nl_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad

Tasa instantánea de mortalidad

$$\mu(x) = \lim_{n\to 0} {}_n m_x = \lim_{n\to 0} \frac{{}_n d_x}{{}_n L_x} = \lim_{n\to 0} \frac{l_x - l_{x+n}}{n l_x} = -\frac{\mathrm{d}l(x)}{l(x)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

Función de sobrevivencia

$$-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x = \int_y^z \frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}\mathrm{d}x = \ln l(z) - \ln l(y) = \ln\frac{l(z)}{l(y)}$$

$$\Longrightarrow l(z) = l(y)e^{-\int_y^z \mu(x)\mathrm{d}x}$$

Entonces $l(x) = l(0)e^{-\int_0^x \mu(a)\mathrm{d}a}$, y si $l(0) = 1$ se tiene que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad (otra perspectiva)

Sea $X =$ el evento "morir". Entonces sea la función de densidad

$$q(X) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{P(X = (x, x + \Delta x))}{\Delta x}$$

y la función de distribución $Q(x) = P(X \leq x) = \int q(x)\mathrm{d}x$

Tasa instantánea de mortalidad

$$\begin{aligned} \mu(X) &= \lim_{\Delta x \to 0} \frac{P(X = (x, x + \Delta x) | \text{se llegó con vida a } x)}{\Delta x} \\ &= \frac{q(X)}{1 - Q(X)} = \frac{q(X)}{l(X)} \end{aligned}$$

Función de sobrevivencia

$l(X) = P(\text{sobrevivir hasta la edad } x) = P(X > x) = 1 - Q(X)$

Relaciones básicas de la mortalidad (otra perspectiva)

Función de sobrevivencia

Como $q(X)$ es una función de densidad, entonces,

$$q(X) = \frac{\mathrm{d}Q(X)}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}[1 - l(X)]}{\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}l(X)}{\mathrm{d}x}$$

por lo que

$$\mu(X) = \frac{q(X)}{l(X)} = -\frac{\mathrm{d}l(X)}{l(X)\mathrm{d}x} = -\frac{\mathrm{d}\ln l(X)}{\mathrm{d}x}$$

de lo que se sigue que

$$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad (resumen)

1. $$\mu(x) = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

2. $$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

3. $$q(x) = \mu(x)e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad (resumen)

1. $$\mu(x) = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

2. $$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

3. $$q(x) = \mu(x)e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Relaciones básicas de la mortalidad (resumen)

1. $$\mu(x) = -\frac{\mathrm{d}\ln l(x)}{\mathrm{d}x}$$

2. $$l(x) = e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

3. $$q(x) = \mu(x)e^{-\int_0^x \mu(t)\mathrm{d}t}$$

Otras relaciones en la mortalidad

1. $$ {}_nL_x = \int_0^n l(x+t)\mathrm{d}t $$

2. $$ {}_nd_x = \int_0^n l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t $$

3. $$ T_x = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t $$

4. $$ e_x = \frac{\int_0^{\omega-x} tl(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t}{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t} = \frac{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t}{l(x)} $$

Otras relaciones en la mortalidad

1. $$_nL_x = \int_0^n l(x+t)\mathrm{d}t$$

2. $$_nd_x = \int_0^n l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t$$

3. $$T_x = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t$$

4. $$e_x = \frac{\int_0^{\omega-x} tl(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t}{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t} = \frac{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t}{l(x)}$$

Otras relaciones en la mortalidad

1. $$ {}_nL_x = \int_0^n l(x+t)\mathrm{d}t $$

2. $$ {}_nd_x = \int_0^n l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t $$

3. $$ T_x = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t $$

4. $$ e_x = \frac{\int_0^{\omega-x} t\,l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t}{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t} = \frac{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t}{l(x)} $$

Otras relaciones en la mortalidad

1. $$ {}_nL_x = \int_0^n l(x+t)\mathrm{d}t $$

2. $$ {}_nd_x = \int_0^n l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t $$

3. $$ T_x = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t = \int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t $$

4. $$ e_x = \frac{\int_0^{\omega-x} tl(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t}{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mu(x+t)\mathrm{d}t} = \frac{\int_0^{\omega-x} l(x+t)\mathrm{d}t}{l(x)} $$