

# Formulas

Sebastián

## Introducción

Este documento presenta las fórmulas principales utilizadas en: Tablas de vida abreviadas Crecimiento exponencial poblacional Suavizamiento por media móvil Tablas de vida con decremento múltiple Eliminación de causa Descomposición de diferencias en esperanza de vida Todas las ecuaciones están escritas en notación LaTeX.

### 1. Crecimiento Exponencial

#### 1.1. Tasa de crecimiento continuo

$$r = \frac{\ln\left(\frac{N_T}{N_0}\right)}{t_T - t_0}$$

#### 1.2. Población interpolada

$$N(t) = N_0 e^{r(t-t_0)}$$

2. Años Persona Vividos (APV) Los Años Persona Vividos representan la exposición al riesgo de muerte de cada grupo de edad.

3. Suavizamiento por Media Móvil Para evitar fluctuaciones administrativas o aleatorias, se aplica un suavizamiento temporal:

- Para 2010: promedio 2009–2011
- Para 2019: promedio 2018–2019

$$\tilde{D}_x(t) = \frac{D_x(t-1) + D_x(t) + D_x(t+1)}{3}$$

4. Tablas de Vida Abreviadas Las tablas de vida estiman la supervivencia hipotética de una cohorte 4.1. Tasa central de mortalidad

$$m_x = \frac{D_x}{N_x}$$

#### 4.2. Supervivientes

$$l_0 = 100000$$

$$l_x = l_{x-1}p_{x-1}$$

#### 4.3. Defunciones

$$d_x = l_x q_x$$

#### 4.4. Años persona vividos (grupos cerrados)

$$L_x = n l_{x+n} + a_x d_x$$

#### Último grupo

$$L_\omega = \frac{l_\omega}{m_\omega}$$

#### 4.6. Años totales por vivir

$$T_x = \sum_{y=x}^{\omega} L_y$$

#### 4.7. Esperanza de vida

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

### 5. Tablas de Vida con Decremento Múltiple 5.1. Tasa total de mortalidad

$$m_x = \sum_k m_x^{(k)}$$

#### 5.2. Probabilidad de morir por causa k

$$q_x^{(k)} = q_x \frac{m_x^{(k)}}{m_x}$$

#### 5.3. Defunciones por causa k

$$d_x^{(k)} = l_x q_x^{(k)}$$

### 6. Tablas de Vida con Causa Eliminada 6.1. Tasa sin la causa k

$$m_x^{(-k)} = m_x - m_x^{(k)}$$

#### 6.2. Probabilidad de morir sin la causa k

$$q_x^{(-k)} = \frac{n m_x^{(-k)}}{1 + (n - a_x) m_x^{(-k)}}$$

#### 6.3. Supervivencia sin causa

$$l_{x+n}^{(-k)} = l_x^{(-k)} (1 - q_x^{(-k)})$$

#### 6.4. Años persona vividos

$$L_x^{(-k)} = n l_{x+n}^{(-k)} + a_x^{(-k)} d_x^{(-k)}$$

### 6.5. Años totales por vivir

$$T_x^{(-k)} = \sum_{y=x}^{\omega} L_y^{(-k)}$$

### 6.6. Esperanza de vida sin causa

$$e_x^{(-k)} = \frac{T_x^{(-k)}}{l_x^{(-k)}}$$

## 7. Descomposición de Diferencias entre Tablas de Vida Consideremos dos tablas:

### 7.1. Fórmula para grupos cerrados

$$\Delta_x = \frac{l_x^1}{l_0^1} \left( \frac{L_x^2}{l_x^2} - \frac{L_x^1}{l_x^1} \right) + \frac{T_{x+n}^2}{l_0^1} \left( \frac{l_x^1}{l_x^2} - \frac{l_{x+n}^1}{l_{x+n}^2} \right)$$

### 7.2. Último grupo abierto

$$\Delta_{\omega} = \frac{l_{\omega}^1}{l_0^1} \left( \frac{T_{\omega}^2}{l_{\omega}^2} - \frac{T_{\omega}^1}{l_{\omega}^1} \right)$$