



Lej
30

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

PROYECCION DE LA MORTALIDAD MEDIANTE
UN METODO MARKOVIANO, APLICADO
AL CASO MEXICANO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
A C T U A R I O
P R E S E N T A
JOSE JULIO NAVARRO GONZALEZ

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. METODOLOGIA	
2.1 Definiciones	3
2.2 Funciones Biométricas de la tabla de mortalidad	4
2.3 Modelo Estocástico Markoviano de Proyección	9
2.4 Supuestos del Método	11
2.5 Construcción de la Matriz de Transición	
2.5.1 Construcción de la matriz de Transición Triangular Inferior referida al período $(t, t+1)$	12
2.5.2 Construcción de la Matriz de Transición Triangular Superior referida al período $(t, t+1)$	15
2.5.3 Construcción de la Matriz de Transición Definitiva referida al período $(t, t+1)$	17
3. APLICACION DEL PROCESO DE CADENAS DE MARKOV PARA EL CASO MEXICANO.	
3.1 Información Utilizada	21
3.2 Aplicación del Método de cadenas markovianas	22
3.2.1 Obtención de la Matriz de Transición Triangular Inferior	22
3.2.2 Obtención de la Matriz de Transición Triangular Superior	23
3.2.3 Construcción de la Matriz Definitiva	26
3.3 Proyeccion	27
3.4 Análisis de Resultados	46
4. CONCLUSIONES	57

1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es ilustrar la aplicación del modelo de cadenas de Markov (Hoel, Port, Stone 1972, cap. I y II), ideado por Juan Carlos Lerda (1967), en la proyección de la mortalidad mexicana, para los seis quinquenios del período 1980-2010, por grupos de edad y sexo.

Como es sabido, existe una amplia gama de métodos de proyección de la mortalidad. Seleccionamos el modelo de cadenas markovianas, por considerar que puede arrojar resultados coherentes, las facilidades que ofrece y por último, sus escasas aplicaciones.

Por otra parte, cabe destacar que uno de los atractivos, que presenta el modelo, es que requiere de información de fácil disponibilidad; las defunciones de la tabla de mortalidad en dos momentos diferentes.

En el capítulo 2 se presenta la metodología; en el tercero, la aplicación al caso de México, donde se utilizan como valores iniciales, las tablas de mortalidad para los quinquenios 1970-1975 y 1975-1980, elaboradas por SPP, CONAPO Y CELADE (1983); en este capítulo también se hace un breve análisis de la congruencia de los resultados; y por último, en el capítulo 4, se plantean las conclusiones de la aplicación del modelo de cadenas markovianas.

2. METODOLOGIA.

Dentro de los modelos de procesos estocásticos, destaca la llamada cadena de Markov que consiste en lo siguiente :

sea L un sistema que contiene un conjunto finito o infinito numerable de estados, también llamado espacio de estados del sistema y que cumple con las siguientes condiciones :

- i) Se puede observar a través de una unidad de tiempo; sea t el tiempo, donde $t=1,2,\dots,m$.

\bar{X}^t representará el estado del sistema al tiempo t , y como trabajaremos con casos no determinísticos, pensaremos en \bar{X}^t con t mayor o igual a cero, como una variable aleatoria definida en un espacio de probabilidad común.

- ii) La suma de los n estados del vector \bar{X}^t es igual a uno, para toda $t=1,2,\dots,m$.

$$\text{donde } \bar{X}^t = (X_1^t, X_2^t, \dots, X_n^t)$$

$$\text{con } 0 \leq X_i^t \leq 1 \text{ para } i = 1,2,\dots,n \text{ y } t = 1,2,\dots,m$$

$$\text{y } \sum_{i=1}^n X_i^t = 1 \text{ para toda } t = 1,2,\dots,m.$$

Por lo anterior, el vector \bar{X}^t es un vector de probabilidad (distribución relativa).

- iii) El estado futuro \bar{X}^t , sólo depende del estado presente y no de los anteriores; ésta es la llamada propiedad markoviana.

Entonces aquellos sistemas que cumplen con las condiciones anteriores, reciben el nombre de cadenas markovianas. De lo anterior, dicha propiedad puede expresarse de la siguiente manera :

$$P \{ \bar{X}^{t+1} = x_{t+1} / \bar{X}^1 = x_1, \bar{X}^2 = x_2, \dots, \bar{X}^t = x_t \} =$$

$$P \{ \bar{X}^{t+1} = x_{t+1} / \bar{X}^t = x_t \} \quad (a)$$

es decir, que la probabilidad de pasar del estado x al tiempo $t+1$, sólo depende del estado al tiempo t . A la probabilidad condicional (a), se le denomina probabilidad de transición de la cadena.

2.1 Definiciones

- Tabla de mortalidad es un modelo probabilístico, que considera una cohorte nacida en el mismo momento, cerrada a la migración y seguida a través de las edades sucesivas hasta su total extinción.
- Se dá el nombre de cohorte a un grupo de población donde todos sus miembros comparten un mismo evento origen, en común. El evento más utilizado para clasificar cohortes es el año de nacimiento, y entonces se habla de generaciones.
- Se denomina edad exacta, al tiempo de vida transcurrido desde el nacimiento hasta el preciso instante en el que se hace la observación.
- La edad cumplida es aquella en la que se hace referencia únicamente al último aniversario alcanzado.

2.2 Funciones Biométricas de la Tabla de Mortalidad.

$l(x)$ Representa los sobrevivientes a la edad exacta x , de un efectivo inicial o rádix representado por $l(0)$.

Esta función es monótona decreciente dada la ausencia de migración y el efecto excluyente de la mortalidad.

$d_{n x}$ Son las defunciones ocurridas entre las edades exactas x y $x+n$; obtenidas de la siguiente manera :

$$d_{n x} = l(x) - l(x+n)$$

dado el supuesto de cerradura de la migración.

$q_{n x}$ Es la probabilidad de fallecer entre las edades x y $x+n$ dado que se sobrevivió a la edad x . De la definición clásica de probabilidad tenemos :

$$q_{n x} = d_{n x} / l(x)$$

$p_{n x}$ Es la probabilidad de que una persona de edad x llegue con vida a la edad $x+n$; y se calcula como :

$$p_{n x} = l(x+n) / l(x)$$

sabemos que $q_{n x} = d_{n x} / l(x) = [l(x) - l(x+n)] / l(x)$

$$= [l(x) / l(x)] - [l(x+n) / l(x)]$$

de donde : $q_{n x} = 1 - p_{n x}$

entonces : $p_{n x} + q_{n x} = 1$

$L_{n x}$ Son los años-persona vividos por la cohorte entre las edades exactas x y $x+n$.

Para obtener la fórmula, supongamos que $\ell(a)$ no cambia en un pequeño intervalo de tiempo "da", con "da" medida en años. Entonces $\ell(a) \cdot d(a)$ son los años-persona vividos por la cohorte entre las edades exactas a y a+da, de donde :

$$L_{n x} = \int_x^{x+n} \ell(a) da$$

por otro lado d / n , es el promedio anual de defunciones entre x y x+n.

$d = \lim_{n \rightarrow 0} d / n = - \ell'(x)$ o sea el promedio de defunciones a la edad exacta x.

$$\int_x^{x+n} d(a) da = - \int_x^{x+n} \ell'(a) da = \ell(x) - \ell(x+n) = \frac{d}{n x}$$

sea $A_{n x}$ el número de años-persona vividos a partir de la edad x

por las defunciones d .

$$\begin{aligned} A_{n x} &= \int_x^{x+n} (a-x) \cdot d(a) da = \int_0^n a \cdot d(x+a) da \\ &= - \int_0^n a \cdot \ell'(x+a) da \end{aligned}$$

integrando por partes tenemos :

sea $u = a$ $du = da$

$$dv = - \ell'(x+a) da \quad v = - \ell(x+a)$$

$$\begin{aligned} A_{n x} &= - a \cdot \ell(x+a) \Big|_0^n + \int_0^n \ell(x+a) da \\ &= - n \cdot \ell(x+n) + \int_x^{x+n} \ell(a) da = - n \cdot \ell(x+n) + L_{n x} \end{aligned}$$

entonces $L = n \cdot \ell(x+n) + \frac{A}{n \cdot x}$

sea $a = \frac{A}{n \cdot x} / d$, es decir, el número de años-persona vividos en promedio, a partir de la edad x , por cada una de las d .

$$L = n \cdot \ell(x+n) + \frac{a \cdot d}{n \cdot x} = n \cdot \ell(x+n) + \frac{a}{n \cdot x} [\ell(x) - \ell(x+n)]$$

$$= \frac{a \cdot \ell(x)}{n \cdot x} + [n - \frac{a}{n \cdot x}] \ell(x+n)$$

¿pero cuanto vale $\frac{a}{n \cdot x}$?

Supongamos distribución uniforme de las defunciones entre x y $x+n$, es decir :

$$d(a) = d \quad x \leq a \leq x+n$$

$$\frac{A}{n \cdot x} = \int_0^n a \cdot d(x+a) da = d \cdot \int_0^n a da = d \cdot [\frac{n^2}{2}]$$

$$\frac{d}{n \cdot x} = \int_0^n d(x+a) da = d \cdot \int_0^n da = d \cdot n$$

$$\frac{a}{n \cdot x} = \frac{A}{n \cdot x} / d = \frac{[\frac{n^2}{2}] d}{n \cdot d} = \frac{n}{2}$$

$$\text{de donde } L = [n / 2] \ell(x) + [n - \frac{n}{2}] \ell(x+n)$$

$$= [n / 2] [\ell(x) + \ell(x+n)]$$

El supuesto sólo es bueno cuando $n \leq 5$ y $x \geq 5$.

Se acostumbra tomar la mortalidad entre 0 y 1 años y entre 1 y 4.

Para ambos intervalos se pueden usar las ecuaciones empíricas de Coale y Demeny (1966), modelo "oeste" :

$$\text{si } \frac{q}{10} \leq 0.1$$

$$\frac{a}{10} = 0.0425 + 2.875 \cdot \frac{q}{10} \quad \text{hombres}$$

$$\frac{a}{41} = 1.653 - 3.013 \cdot \frac{q}{10}$$

$$\frac{a}{10} = 0.05 + 3 \cdot \frac{q}{10} \quad \text{mujeres}$$

$$\frac{a}{41} = 1.524 - 1.627 \cdot \frac{q}{10}$$

$$\text{si } \frac{q}{10} > 0.1$$

$$\frac{a}{10} = 0.33 \quad \text{hombres}$$

$$\frac{a}{41} = 1.352$$

$$\frac{a}{10} = 0.35 \quad \text{mujeres}$$

$$\frac{a}{41} = 1.362$$

generalmente se tiene un grupo abierto. Coale y Demeny (1966) - encontraron que :

$$e(80) = 3.725 + 0.0000625 \cdot \ell(80) \quad \text{con } \ell(0) = 100\ 000$$

$$T(80) = e(80) \cdot \ell(80)$$

T(x) Es el número de años-persona vividos por la cohorte desde la edad exacta x hasta su total extinción.

$$T(x) = \int_x^w \ell(a) da = \sum_{k=0}^{\frac{w-x}{n} - 1} \frac{L}{n} + k \cdot n$$

e(x) Es la esperanza de vida a la edad x, o número de años que se espera viva un individuo de la cohorte de la tabla en promedio, a partir de la edad exacta x.

A continuación realizaremos el desarrollo necesario para la obtención de la fórmula.

$$d_{w-x} = \int_x^w d(a) da = - \int_x^w \ell'(a) da = \ell(x) - \ell(w) = \ell(x)$$

$$a = \frac{\int_x^w a \cdot d(x+a) da}{\int_x^w d(x+a) da}$$

es decir, es la media o esperanza matemática de la edad al fallecer. Se le acostumbra llamar esperanza de vida a la edad x .

$$a = \frac{\int_0^{w-x} a \cdot d(x+a) da}{\int_0^{w-x} d(x+a) da} = \frac{- \int_0^{w-x} a \cdot \ell'(x+a) da}{\ell(x)}$$

$$= \frac{- a \cdot \ell(x+a) \Big|_0^{w-x} + \int_0^{w-x} \ell(x+a) da}{\ell(x)} = \frac{\int_0^{w-x} \ell(x+a) da}{\ell(x)}$$

$$= \frac{\int_x^w \ell(a) da}{\ell(x)} = \frac{T(x)}{\ell(x)}$$

$m_{n \ x}$ Es la tasa de mortalidad. Una tasa se define como el cociente que resulta de dividir los eventos ocurridos en un intervalo de tiempo entre los años-persona vividos por la población durante el mismo intervalo.

$$\text{entonces : } m_{n \ x} = d_{n \ x} / L_{n \ x}$$

por el primer teorema del valor medio para las integrales

$$L_{n \ x} = \int_x^{x+n} \ell(a) da = n \cdot \ell(z) \quad \text{con} \quad x \leq z \leq x+n$$

por lo cual

$$m_{n \times} = \frac{d}{n \times} \cdot \xi(z) = \frac{d / n}{\xi(z)}$$

es decir, representa un promedio anual per cápita. De donde

$$\mu(x) = \lim_{n \rightarrow 0} m_{n \times} = \frac{\lim_{n \rightarrow 0} \frac{d}{n \times}}{\lim_{n \rightarrow 0} \xi(z)} = \frac{-\xi'(x)}{\xi(x)} = -Dx \cdot \ln[\xi(x)]$$

2.3 Modelo Estocástico Markoviano de Proyección.

El modelo consiste en tomar m vectores de probabilidad, los cuales deben cumplir con las condiciones señaladas en la primera parte de este capítulo; donde, cada vector \bar{X} estará formado por n estados.

Con estos vectores se procede a contruir la matriz de transición, con la que se podrán realizar las proyecciones deseadas.

Para la obtención de la matriz de transición, partimos de la fórmula general:

$$\bar{X}^t = P \cdot \bar{X}^{t+1}$$

donde P representará la matriz de transición entre los vectores \bar{X}^t y \bar{X}^{t+1} . Por lo anterior, nuestro trabajo se reduce a encontrar dicha matriz de proyección. A continuación se describe la simbología utilizada.

- 1) X_i^t representará la probabilidad de estar en el estado i al tiempo t .
- 2) \bar{X}^t representará la probabilidad de estar en el estado i , en un momento t futuro; su forma general es:

$$\bar{X}^t = (X_1^t, X_2^t, \dots, X_n^t) \quad t = 1, 2, \dots, m$$

3) $P_I(t, t+1)$ es la matriz de transición inferior referida al período $t, t+1$ y representada por :

$$P_I(t, t+1) = \begin{bmatrix} P_{11} & & & & & & \\ & P_{12} & & & & & \\ & & P_{22} & & & & \\ & & & \ddots & & & \\ & & & & P_{ii} & & \\ & & & & & \ddots & \\ & & & & & & P_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\text{con } \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad j \geq i \quad \text{y} \quad 0 \leq P_{ij} \leq 1$$

4) $P_S(t, t+1)$ será la matriz de transición superior referida al período $t, t+1$ y representada por :

$$P_S(t, t+1) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{21} & \dots & P_{i1} & \dots & P_{n1} \\ & P_{22} & & P_{i2} & & P_{n2} \\ & & \ddots & & \ddots & \\ & & & P_{ii} & & P_{ni} \\ & & & & & P_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\text{con } \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad i \geq j \quad \text{y} \quad 0 \leq P_{ij} \leq 1$$

5) $\tilde{P}(t, t+1)$ será la matriz de transición definitiva, obtenida a través de las matrices superior e inferior; representada por :

$$\vec{P}(t, t+1) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{21} & \dots & P_{i1} & \dots & P_{n1} \\ P_{12} & P_{22} & \dots & P_{i2} & \dots & P_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{1i} & P_{2i} & \dots & P_{ii} & \dots & P_{ni} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{1n} & P_{2n} & \dots & P_{in} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

con $\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$ para toda $i = 1, 2, \dots, n$

P_{ij} es la probabilidad de que estando en el estado i en el momento t , se pase al estado j al tiempo $t+1$; que no conocemos y deseamos estimar.

Hagamos $P_{ij} = a_i \cdot b_j$ $i = 1, 2, \dots, n$ y $j = 1, 2, \dots, n$

6) $\vec{1}$ es el vector unitario $\vec{1} = (1, 1, \dots, 1)$

7) $\vec{Y}^t = \vec{1} - \vec{X}^t$

donde \vec{Y}^t es el vector complementario de \vec{X}^t respecto al vector unitario, que utilizaremos para el cálculo de la matriz de transición triangular superior.

2.4 Supuestos del Método

1) El vector de probabilidad \vec{X}^t , debe tener su producto interno respecto al vector unitario igual a uno, es decir :

$$\vec{X}^t \cdot \vec{1} = 1$$

$$2) \quad \begin{matrix} t & t+1 \\ X & > X \\ 1 & 1 \end{matrix} \quad \text{para la matriz inferior}$$

$$\begin{matrix} t+1 & t \\ X & < X \\ n & n \end{matrix} \quad \text{para la matriz superior}$$

2.5 Construcción de la Matriz de Transición.

Para obtener la matriz de transición, recordemos la forma general del modelo :

$$\bar{X}^t \cdot P = \bar{X}^{t+1}$$

Esta forma describe vectores renglón, por facilidad en la aplicación del modelo, trabajaremos con vectores columna, por lo que nuestra fórmula general estará dada por :

$$\bar{X}^{t+1} = P \cdot \bar{X}^t$$

Al desarrollar el sistema de ecuaciones, este se convierte en n ecuaciones con n^2 incógnitas, y de los principios del álgebra se sabe que no hay solución única. Por lo anterior, será necesario partir a la matriz P, en dos matrices (inferior y superior), determinando aquella como una combinación de su partición.

2.5.1 Construcción de la Matriz Triangular Inferior referida al período (t,t+1).

Partimos de la forma general $\bar{X}^{t+1} = P \cdot \bar{X}^t$

$$X_i^{t+1} = \sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot X_j^t$$

$$\text{sujeto a : } \sum_{i=1}^n P_{ij} = 1 \text{ para toda } j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\text{sea } P_{ij} = a \cdot b_{ij}$$

considérese la matriz triangular inferior, entonces $P_{ij} = 0$ con $i < j$

$$\text{por lo tanto } \sum_{i=1}^n P_{ij} = \sum_{i=1}^{j-1} P_{ij} + \sum_{i=j}^n P_{ij} = \sum_{i=j}^n P_{ij} = 1$$

$$\text{o bien } \sum_{i=j}^n a \cdot b_{ij} = b_{ij} \cdot \sum_{i=j}^n a_{ij} = 1$$

$$\text{entonces } b_{ij} = 1 / \sum_{i=j}^n a_{ij} \quad (2)$$

$$\text{sea } b_{i1} = 1 \text{ entonces } \sum_{i=1}^n a_{i1} = 1$$

$$\text{de donde : } \sum_{i=1}^{j-1} a_{ij} + \sum_{i=j}^n a_{ij} = 1 \quad \text{y} \quad \sum_{i=j}^n a_{ij} = 1 - \sum_{i=1}^{j-1} a_{ij}$$

y substituyendo en (2) tenemos :

$$b_{ij} = 1 / [1 - \sum_{i=1}^{j-1} a_{ij}] \quad (3)$$

la matriz triangular inferior (1), se convierte en :

$$X_{i,j}^{t+1} = \sum_{j=1}^i P_{ij} \cdot X_{ij}^t = \sum_{j=1}^i a_{ij} \cdot b_{ij} \cdot X_{ij}^t = a_{ij} \cdot \sum_{j=1}^i b_{ij} \cdot X_{ij}^t \quad (4)$$

con $i = 1, 2, \dots, n$

$$\text{sea } i=1 \quad X_{i1}^{t+1} = a_{i1} \cdot \sum_{j=1}^1 b_{ij} \cdot X_{ij}^t = a_{i1} \cdot b_{i1} \cdot X_{i1}^t = a_{i1} \cdot X_{i1}^t$$

$$\text{por lo tanto : } a_{i1} = X_{i1}^{t+1} / X_{i1}^t \quad (5)$$

$$\text{y por (3)} \quad b_2 = 1 / [1 - \sum_{i=1}^1 a_i] = 1 / [1 - a_1]$$

aplicando en (4) $i-1$

$$X_{i-1}^{t+1} = a_{i-1} \cdot \sum_{j=1}^{i-1} b_j \cdot X_j^t \quad \text{con } i = 2, 3, \dots, n$$

$$\text{y} \quad X_i^{t+1} = a_i \cdot \sum_{j=1}^i b_j \cdot X_j^t = a_i \left[\sum_{j=1}^{i-1} b_j \cdot X_j^t + b_i \cdot X_i^t \right]$$

$$= a_i \left[X_{i-1}^{t+1} / a_{i-1} + b_i \cdot X_i^t \right]$$

$$\text{pero por (3)} \quad X_i^{t+1} = a_i \left[\frac{X_{i-1}^{t+1}}{a_{i-1}} + \frac{X_i^t}{1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k} \right]$$

$$= a_i \left[\frac{X_{i-1}^{t+1} [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k] + X_i^t \cdot a_i}{a_{i-1} [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k]} \right]$$

despejando a_i tenemos :

$$a_i = \frac{X_{i-1}^{t+1} \cdot a_{i-1} [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k]}{X_{i-1}^{t+1} [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k] + X_i^t \cdot a_i}$$

(6)

para toda $i = 2, 3, \dots, n$

$$a = \frac{X_2^{t+1} \cdot a_1 [1 - a_1]}{X_1^{t+1} [1 - a_1] + X_2^t \cdot a_1}$$

$$a = \frac{X_3^{t+1} \cdot a_2 [1 - a_1 - a_2]}{X_2^{t+1} [1 - a_1 - a_2] + X_3^t \cdot a_2}$$

...

$$a = \frac{X_n^{t+1} \cdot a_{n-1} [1 - \sum_{j=1}^{n-1} a_j]}{X_{n-1}^{t+1} [1 - \sum_{j=1}^{n-1} a_j] + X_n^t \cdot a_{n-1}}$$

contando con los valores a_i con $i = 1, 2, \dots, n$ y la ecuación (3) se obtienen los elementos P_{ij} de la matriz de transición inferior.

2.5.2 Construcción de la Matriz Triangular Superior referida al periodo $(t, t+1)$.

Debido a que el supuesto $X_n^{t+1} < X_n^t$ no se cumple, consideraremos el

vector complementario del vector \bar{X}^t para calcular la matriz de transición.

$$\text{sea } \bar{Y}^t = \bar{1} - \bar{X}^t$$

$$\bar{Y}^{t+1} = P_S(t, t+1) \cdot \bar{Y}^t$$

$$Y_i^{t+1} = \sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot Y_j^t = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot b_j \cdot Y_j^t = a_i \cdot \sum_{j=1}^n b_j \cdot Y_j^t \quad (7)$$

sujeto a
$$\sum_{i=1}^J P_{ij} = \sum_{i=1}^J a_i \cdot b_j = b_j \cdot \sum_{i=1}^J a_i = 1$$

entonces
$$b_j = 1 / \sum_{i=1}^J a_i$$

sea $b_n = 1$ entonces
$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

de donde
$$b_j = 1 / [1 - \sum_{i=j+1}^n a_i] \quad (8)$$

y por (7)
$$Y_n^{t+1} = a_n \cdot \sum_{j=n}^n b_j \cdot Y_j^t = a_n \cdot b_n \cdot Y_n^t = a_n \cdot Y_n^t$$

entonces
$$a_n = Y_n^{t+1} / Y_n^t \quad (9)$$

y como $X_n^{t+1} < X_n^t$ $Y_n^{t+1} = 1 - X_n^{t+1} > 1 - X_n^t = Y_n^t$

considerese $i+1$ en la ecuación (7)

$$Y_{i+1}^{t+1} = a_{i+1} \cdot \sum_{j=i+1}^n b_j \cdot Y_j^t$$

pero
$$Y_i^{t+1} = a_i [\sum_{j=i+1}^n b_j \cdot Y_j^t + b_i \cdot Y_i^t]$$

de donde
$$= a_i [\frac{Y_{i+1}^{t+1}}{a_{i+1}} + \frac{Y_i^t}{1 - \sum_{j=i+1}^n a_j}]$$

$$= a_i \left[\frac{Y_{i+1}^{t+1} \left[1 - \sum_{j=i+1}^n a_j \right] + Y_{i+1}^t \cdot a_{i+1}}{Y_{i+1}^{t+1} \left[1 - \sum_{j=i+1}^n a_j \right]} \right]$$

de donde

$$a_i = \frac{Y_{i+1}^{t+1} \cdot a_{i+1} \left[1 - \sum_{j=i+1}^n a_j \right]}{Y_{i+1}^{t+1} \left[1 - \sum_{j=i+1}^n a_j \right] + Y_{i+1}^t \cdot a_{i+1}} \quad (10)$$

para $i = 1, 2, \dots, n$

$$a_{n-1} = \frac{Y_{n-1}^{t+1} \cdot a_n \left[1 - a_n \right]}{Y_n^{t+1} \left[1 - a_n \right] + Y_{n-1}^t \cdot a_n}$$

...

$$a_1 = \frac{Y_1^{t+1} \cdot a_2 \left[1 - \sum_{j=2}^n a_j \right]}{Y_2^{t+1} \left[1 - \sum_{j=2}^n a_j \right] + Y_1^t \cdot a_2}$$

contando con los valores de a_i y la ecuación (8) se obtienen las P_{ij} de la matriz de transición superior.

2.5.3 Construcción de la Matriz de Transición Definitiva referida al período $(t, t+1)$.

De la matriz inferior tenemos :

$$\bar{X}^{t+1} = P_I(t, t+1) \cdot \bar{X}^t \quad (11)$$

y de la matriz superior :

$$\bar{I} - \bar{X}^{t+1} = P_S(t, t+1) [\bar{I} - \bar{X}^t] = \bar{g} - P_S(t, t+1) \cdot \bar{X}^t$$

$$\bar{X}^{t+1} - \bar{I} = P_S(t, t+1) \cdot \bar{X}^t - \bar{g}$$

$$\bar{X}^{t+1} = P_S(t, t+1) \cdot \bar{X}^t - \bar{g} + \bar{I} = P_S(t, t+1) \cdot \bar{X}^t + \bar{f} \quad (12)$$

$$\text{con } \bar{f} = \bar{I} - \bar{g}$$

sumando miembro a miembro (11) y (12), y dividiendo entre 2 tenemos :

$$2 \bar{X}^{t+1} = [P_S + P_I] \bar{X}^t + \bar{f}$$

$$\bar{X}^{t+1} = \frac{1}{2} [P_S + P_I] \bar{X}^t + \frac{1}{2} \bar{f}$$

$$= \tilde{P} \cdot \bar{X}^t + \tilde{e}$$

con $\tilde{P} = \frac{1}{2} [P_S + P_I]$ que es la matriz de transición definitiva

$$\text{y } \tilde{e} = \frac{1}{2} \cdot \bar{f} = \frac{1}{2} [\bar{I} - \bar{g}] = \frac{1}{2} [I - P_S \cdot \bar{I}]$$

$$= \frac{1}{2} [I - P_S] \bar{I}$$

que es un vector de error en la estimación.

Ahora nuestro objetivo es minimizar dicho error, para lo cual, utilizaremos el procedimiento sugerido por Nair (1985).

De la fórmula general tenemos :

$$\bar{X}^{t+1} = \tilde{P} \cdot \bar{X}^t \quad (A)$$

sea una matriz cuadrada de orden n con elementos característicos X_{ij} .

$$\text{entonces } \sum_{i=1}^n X_{ij} = X_{\cdot j} = X_{\cdot j}^t \quad (B)$$

$$\text{y } \sum_{j=1}^n X_{ij} = X_{i \cdot} = X_{i \cdot}^t$$

de donde $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} = 100\ 000$, que es el radix de la tabla de mortalidad que estamos utilizando.

Entonces conocidas las marginales $X_{\cdot j}$ y $X_{i \cdot}$, hay que determinar los valores X_{ij} , para toda $i = j = 1, 2, \dots, n$

por lo que $P_{ij} = X_{ij} / X_{\cdot j}$ para $i = 1, 2, \dots, n$ y $\sum_{i=1}^n P_{ij} = 1$ satisface (A)

conocido el arreglo $X_{\cdot j}$, sea $X_{ij} = r_i \cdot S_j \cdot X_{ij}^o$

ahora nuestro objetivo es encontrar las r_i y S_j , de tal manera que las X_{ij} , satisfagan (B).

$$\text{entonces } \sum_{i=1}^n X_{ij} = X_{\cdot j} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot S_j \cdot X_{ij}^o = S_j \sum_{i=1}^n r_i \cdot X_{ij}^o$$

$$\text{de donde } S_j = X_{\cdot j} / \sum_{i=1}^n r_i \cdot X_{ij}^o \quad (C)$$

$$\text{y } r_i = X_{i \cdot} / \sum_{j=1}^n S_j \cdot X_{ij}^o \quad (D)$$

Entonces el primer paso a seguir es hacer $r_i = 1$ para $i = 1, 2, \dots, n$ y se encuentran los valores de S_j , con $j = 1, 2, \dots, n$. El segundo paso es encontrar los valores r_i con $i = 1, 2, \dots, n$, dados los valores de S_j , y ası sucesivamente hasta que el proceso converja.

El criterio de paro fué $\left| r_i^{k+1} / r_i^k - 1 \right| \leq 0.0001 \quad i = 1, 2, \dots, n$

pero si esta condición no se cumple en la iteración $k = 500$, entonces se detiene el proceso.

3. APLICACION DEL PROCESO DE CADENAS DE MARKOV PARA EL CASO MEXICANO.

3.1 Información Utilizada.

Se decidió aplicar el modelo de cadenas de Markov, para proyectar la mortalidad mexicana por edad y sexo. Para deducir la matriz estocástica, se utilizaron las tablas de mortalidad para los quinquenios 1970-1975 y 1975-1980, que son las tablas más recientes de que se dispone, las cuales fueron elaboradas por SPP, CONAPO Y CELADE (1983), mismas que se reproducen en el cuadro 1.

Como se pudo observar en el apartado 2.2

$$\sum_{x, n, x} d = \ell(x)$$

con lo cual los cocientes $d / \ell(x)$ son un vector de distribución relativa, es decir, los vectores \bar{X} necesarios para aplicar el modelo

descrito. Consideramos 18 estados, es decir, los 18 grupos de edad convencionales al construir tablas abreviadas de mortalidad.

i	x, x+n
1	0 - 1
2	1 - 4
3	5 - 9
4	10 - 14
5	15 - 19
6	20 - 24
7	25 - 29
8	30 - 34
9	35 - 39
10	40 - 44
11	45 - 49
12	50 - 54
13	55 - 59
14	60 - 64
15	65 - 69
16	70 - 74
17	75 - 79
18	80 y +

Para la proyección se tiene que :

$$\bar{X}^{t+1} = P \cdot \bar{X}^t$$

donde P es la matriz obtenida a través de las matrices de transición triangular inferior y superior.

Para fines de la proyección se comienza con $t=1$ para el quinquenio 1970-1975 y $t+1=2$ para el quinquenio 1975-1980, así hasta el quinquenio 2005-2010.

Las defunciones de la tabla para cada quinquenio se obtienen multiplicando el elemento correspondiente al vector columna \bar{X} por el rádx $\lambda(t)$, que en las tablas presentadas en el cuadro 1 para este caso se tomaron igual a 100,000.

3.2 Aplicación del Método de Cadenas Markovianas.

3.2.1 Obtención de la matriz de transición triangular inferior.

Como el proceso de aplicación es igual para el caso de mujeres y hombres, haremos referencia al procedimiento utilizado ejemplificándolo con uno de ellos solamente.

En el cuadro 1 se muestran los vectores \bar{X}^t y \bar{X}^{t+1} (las defunciones entre el rádx) para ambos sexos, estos vectores son los que emplearemos para la construcción de la matriz de transición inferior.

Los elementos de la matriz se muestran por grupos de edad y sexo en el cuadro 2. En este cuadro se incluyeron los vectores \bar{X}^t y \bar{X}^{t+1} , así -

como los valores (a_i) encontrados; cabe aclarar que los valores (b_j) - no son mostrados debido a que son cantidades muy grandes para ser impresas en el cuadro.

3.2.2 Obtención de la Matriz de Transición Triangular Superior.

De igual forma que para el caso anterior, trabajaremos de manera general para la obtención de la matriz superior para ambos sexos, ejemplificando uno de ellos.

Recordemos que uno de los supuestos para esta matriz es que $X_2 < X_1$
18 18

lo cual no se cumple; por lo que trabajaremos con los vectores complementarios y que obtendremos de la siguiente manera :

$\bar{Y}^t = \bar{I} - \bar{X}^t$, con lo cual la forma general del modelo estará dada por:

$$\bar{Y}^{t+1} = P \cdot \bar{Y}^t$$

Pero como se podrá observar la suma por columna del vector \bar{Y}^t es igual a 17 y no a 1, que es el supuesto fundamental del modelo. Para cumplir con este supuesto y debido a que no afecta a la aplicación del modelo, por la construcción del mismo, se relativizaron los vectores, de tal forma que la suma fuera igual a uno.

Para calcular la matriz partimos de la forma general del modelo:

$$\frac{1}{X} \cdot P = \frac{2}{X}$$

Como se podrá observar trabajaremos con vectores columna, donde \bar{X}^1 representará el vector de distribución relativa, para el quinquenio -

1970-1975 y \bar{X}^2 para el quinquenio 1975-1980.

Cálculo de los coeficientes P_{ij} de la matriz inferior.

Por lo que se pudo ver en la parte de metodología, obtener la matriz de transición se reduce a encontrar los valores P_{ij} , que se calculan a través de los productos $a \cdot b$, también descritos en el capítulo 2.

De acuerdo a lo anterior tenemos :

$$a_i = \frac{\begin{bmatrix} X_{i,t+1} \cdot a_{i-1} & [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k] \end{bmatrix}}{X_{i-1,t+1} [1 - \sum_{k=1}^{i-1} a_k] + X_{i,t} \cdot a_{i-1}} \quad \text{para } i = 2, 3, \dots, 18$$

$$y \quad b_j = 1 / [1 - \sum_{i=1}^{j-1} a_i] \quad \text{para } j = 2, 3, \dots, 18$$

$$\text{para } i=1, \quad a_1 = X_{1,2} / X_{1,1} \quad y \quad b_1 = 1$$

Ejemplificación para el caso de hombres

$$a_1 = X_{1,2} / X_{1,1} = \frac{0.06585}{0.07511} = 0.87671, \quad b_1 = 1$$

$$a_2 = \frac{\begin{bmatrix} X_{2,t+1} \cdot a_1 & [1 - \sum_{k=1}^1 a_k] \end{bmatrix}}{X_{1,t+1} [1 - \sum_{k=1}^1 a_k] + X_{2,t} \cdot a_1} = \frac{(0.02754)(0.87671)(0.12329)}{(0.06585)(0.12329) + (0.03057)(0.87671)} = 0.08525$$

$$y \quad b = 1 / [1 - \sum_{i=1}^1 a] = \frac{1}{0.12329} = 8.110957$$

$$\text{de donde } P_{11} = a \cdot b = (0.87671) (8.11095) = 0.87671$$

$$y \quad P_{22} = a \cdot b = (0.08525) (8.11095) = 0.69144$$

bajo el mismo esquema, se obtienen los resultados $\frac{1}{i}$ para a_i y b_j con $i = 2, 3, \dots, 18$ y $j = 2, 3, \dots, 18$. Asimismo se obtienen los valores de P_{ij} a través de los productos de $a_i \cdot b_j$ con $i = j = 2, 3, \dots, 18$, que son los elementos de la matriz de transición inferior.

Cálculo de los coeficientes P_{ij} de la matriz triangular superior.

Para encontrar los valores P_{ij} , tenemos que obtener los productos $a_i \cdot b_j$, para lo cual contamos con las fórmulas descritas en el capítulo 2.

lo 2.

$$a_i = \frac{[Y_{i+1} \cdot a_{i+1}] [1 - \sum_{j=i+1}^{18} a_j]}{Y_{i+1} [1 - \sum_{j=i+1}^{18} a_j] + [Y_{i+1} \cdot a_{i+1}]} \quad i=1, 2, \dots, 17$$

$$y \quad b_j = 1 / [1 - \sum_{i=j+1}^{18} a_i] \quad j = 1, 2, \dots, 17$$

$$\text{con } a_{18} = Y_{18} / Y_{18} \quad y \quad b_{18} = 1$$

1/ Los resultados fueron obtenidos mediante el diseño de un programa de computadora en lenguaje FORTRAN IV.

Ejemplificación para el caso de mujeres.

$$a_{18} = \frac{Y_{18}^2}{Y_{18}} \cdot \frac{1}{Y_{18}} = \frac{0.637498}{0.670968} = 0.950117 \quad \text{y} \quad b_{18} = 1$$

$$a_{17} = \frac{Y_{17}^2 \cdot a_{18} \left[1 - \sum_{j=18}^1 a_j \right]}{Y_{17} \left[1 - \sum_{j=18}^1 a_j \right] + \left[Y_{17} \cdot a_{18} \right]}$$

$$= \frac{(0.876692) (0.95012) (0.04988)}{(0.637498) (0.04988) + (0.879055) (0.95012)} = 0.047924$$

con lo que $P_{1818} = a_{18} \cdot b_{18} = (0.95012) (1) = 0.95012$

$$b_{17} = 1 / \left[1 - \sum_{j=18}^1 a_j \right] = \frac{1}{0.04988} = 20.048115$$

y $P_{1717} = a_{17} \cdot b_{17} = (0.047924) (20.048115) = 0.96071$

siguiendo el mismo procedimiento se obtienen los valores de a_i y b_j

para $i = 1, 2, \dots, 16$ y $j = 1, 2, \dots, 16$. Contando con estos valores se calculan las P_{ij} , a través de los productos $a_i \cdot b_j$, con $i = j = 1, 2, \dots, 18$.

Como se comentó anteriormente, los resultados fueron obtenidos a través de un programa de computadora y presentados en el cuadro 3.

3.2.3 Construcción de la Matriz Definitiva.

Teniendo ya las matrices superior e inferior, podemos encontrar la matriz de transición definitiva para efectuar la proyección deseada.

En el capítulo 2 llegamos a la siguiente fórmula :

$$\bar{X}^{t+1} = \tilde{P} \cdot \bar{X}^t + \bar{e}$$

donde \tilde{P} es la matriz de transición obtenida a través de las matrices superior e inferior, obtenida inicialmente como :

$$\tilde{P} = \frac{1}{2} [P_I + P_S]$$

ahora el problema radica en minimizar el error (\bar{e}), para lo cual se utilizó el proceso de Nair (1985), descrito en la parte de metodología, los resultados son mostrados en el cuadro 4.

3.3 Proyección

Una vez efectuado el proceso de ajuste para minimizar el error en la obtención de la matriz definitiva, contamos ya con los valores de P_{ij} de la matriz, con la cual efectuaremos la proyección de la mortalidad.

Sabemos que $\bar{X}^{t+1} = \tilde{P} \cdot \bar{X}^t$

entonces para proyectar el vector estimado \bar{X}^{t+2} aplicaremos :

$$\bar{X}^{t+2} = \tilde{P} \cdot \bar{X}^{t+1}$$

y en general por $\bar{X}^{t+h+1} = \tilde{P} \cdot \bar{X}^{t+h}$ con $h=1,2,3,4,5$.

Como $t+2$ esta referida al período 1980-1985, al aplicar la fórmula, obtendremos el vector de mortalidad para este quinquenio. La construcción de la tabla de mortalidad del quinquenio, se realizó mediante el paquete CPDA, y los resultados se muestran en el cuadro 5. El procedimiento se repite hasta el quinquenio 2005-2010, con lo cual tendremos las proyecciones deseadas.

C U A D R O 1

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1970-1975

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	T(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.07511	7511	0.07954	100000	94439	5933904	59.889
1	0.03305	3357	0.00814	92459	372090	5894374	63.731
5	0.00943	834	0.00187	89432	445075	5532284	61.860
10	0.00582	516	0.00117	85598	441700	5087209	57.419
15	0.00438	435	0.00101	84192	438323	4635509	52.741
20	0.00346	341	0.00282	87747	433182	4207185	48.221
25	0.01939	1562	0.00371	85025	426174	3774003	43.471
30	0.02280	1838	0.00357	83444	417447	3347823	39.646
35	0.02775	2299	0.00564	82535	406951	2936384	35.505
40	0.03529	2832	0.00719	80245	394145	2523431	31.447
45	0.04670	3615	0.00956	77413	378027	2129285	27.506
50	0.06217	4588	0.01283	73798	357519	1751253	23.733
55	0.08401	5814	0.01754	69210	331514	1393739	20.138
60	0.11363	7204	0.02409	63396	298969	1062226	16.756
65	0.15415	8847	0.03435	56192	258743	763257	13.563
70	0.22164	10485	0.04965	47305	210314	504514	10.665
75	0.29947	11427	0.07044	36829	156536	274200	7.990
80	0.50000	25794	0.18727	25794	137665	137665	5.337

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1975-1980

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	T(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.06585	6585	0.06936	100000	94942	6157335	61.573
1	0.02942	2754	0.00751	93415	366650	6062393	64.497
5	0.00802	727	0.00161	90661	451488	5695743	62.825
10	0.00510	459	0.00102	89934	446523	5244255	58.312
15	0.00383	378	0.00168	89475	445507	4735731	53.598
20	0.01237	1399	0.00249	88727	440693	4350224	49.029
25	0.01646	1437	0.00331	87630	434556	3959331	44.612
30	0.02030	1750	0.00410	86193	426569	3474775	40.314
35	0.02521	2129	0.00511	84443	416893	3044186	35.098
40	0.03240	2667	0.00659	82314	404903	2631293	31.966
45	0.04333	3451	0.00886	79647	389608	2226390	27.953
50	0.05838	4448	0.01203	76196	369860	1836782	24.106
55	0.07977	5723	0.01662	71748	344430	1456922	20.446
60	0.10918	7269	0.02310	66024	312101	1122492	17.001
65	0.15346	9922	0.03323	58816	271523	819391	13.778
70	0.21658	10783	0.04857	49791	222911	538858	10.822
75	0.29274	11429	0.06859	39911	166504	316857	8.122
80	0.60000	27591	0.18751	27591	150354	150354	5.449

C U A D R O 1 (CONCLUYE)

TABLE ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1970-1975

EDAD	Q(X)	D(X)	F(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.06378	6320	0.06648	100000	95190	6389598	63.896
1	0.03212	3009	0.00820	93672	366929	6294409	67.196
5	0.00849	770	0.00171	90663	451392	5927480	65.370
10	0.00461	414	0.00092	89991	448432	5476088	60.417
15	0.00579	518	0.00114	89479	441100	5027657	56.188
20	0.00991	882	0.00190	88961	442001	4531556	51.501
25	0.01311	1150	0.00263	88079	437521	4138955	46.993
30	0.01615	1494	0.00326	86929	431136	3701433	42.580
35	0.02035	1740	0.00411	85525	423275	3270298	38.238
40	0.02504	2098	0.00507	83765	413679	2847023	33.980
45	0.03127	2693	0.00648	81687	401926	2433344	29.789
50	0.04331	3425	0.00885	79093	388854	2031418	25.687
55	0.06197	4613	0.01258	75658	366759	1644563	21.737
60	0.09044	6425	0.01894	71045	339104	1277804	17.986
65	0.13635	8311	0.02927	66220	301073	886640	14.526
70	0.19201	10766	0.04270	58909	252130	575567	11.424
75	0.26876	12107	0.06210	48043	194948	385436	8.557
80	1.00000	32436	0.17291	32436	190488	190488	5.788

TABLE ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1975-1980

EDAD	Q(X)	D(X)	F(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.05488	5480	0.05733	100000	95691	6584418	65.844
1	0.02784	2631	0.00709	94514	371306	6498727	68.654
5	0.00738	676	0.00148	91983	457723	6117421	66.579
10	0.00402	367	0.00081	91206	455116	5659698	62.054
15	0.00573	539	0.00119	90840	452852	5204583	57.294
20	0.00865	781	0.00174	90301	449553	4751730	52.621
25	0.01143	1023	0.00230	89520	445042	4302177	48.058
30	0.01421	1257	0.00286	88497	439343	3857135	43.585
35	0.01797	1588	0.00363	87240	432282	3417793	39.177
40	0.02226	1907	0.00450	85872	423595	2985511	34.848
45	0.02757	2393	0.00580	83765	412844	2561916	30.584
50	0.03913	3184	0.00798	81372	398901	2149072	26.410
55	0.05550	4330	0.01142	78188	380092	1750171	22.384
60	0.08254	6118	0.01728	73849	353949	1370079	18.553
65	0.12563	6509	0.02681	67731	317383	1016130	15.002
70	0.17968	10641	0.03948	59222	269508	698747	11.799
75	0.25382	12331	0.05814	48581	212078	429240	8.836
80	1.00000	36250	0.16093	36250	217162	217162	5.991

C U A D R O 2

MATRIZ DIAGONAL SUPERIOR FASCULINA

EDAD	Y(1)	Y(2)	ALFA
0	0.075116	0.065859	0.876710
1	0.030568	0.027539	0.085245
5	0.008344	0.007271	0.013405
10	0.006156	0.004587	0.006102
15	0.008356	0.007489	0.006222
20	0.012215	0.010976	0.005002
25	0.015820	0.014371	0.003297
30	0.019654	0.017497	0.001920
35	0.022904	0.021248	0.001061
40	0.028318	0.026679	0.000561
45	0.036152	0.034511	0.000277
50	0.045280	0.044083	0.000123
55	0.056143	0.057233	0.000048
60	0.072036	0.072985	0.000016
65	0.088868	0.090224	0.000010
70	0.104847	0.107828	0.000000
75	0.114266	0.114200	0.000000
80	0.257934	0.275977	0.000000

MATRIZ DIAGONAL SUPERIOR MASCULINA

EDAD	Y(1)	Y(2)	ALFA
0	0.924490	0.934150	0.000000
1	0.969432	0.972161	0.000000
5	0.991856	0.992729	0.000000
10	0.994844	0.995413	0.000000
15	0.991650	0.992520	0.000000
20	0.987785	0.989024	0.000000
25	0.984180	0.985629	0.000000
30	0.980916	0.982503	0.000000
35	0.977696	0.978712	0.000000
40	0.971682	0.973330	0.000000
45	0.963848	0.965842	0.000000
50	0.954126	0.955517	0.000000
55	0.941857	0.942757	0.000000
60	0.927964	0.927915	0.000010
65	0.911133	0.909777	0.000015
70	0.895153	0.892172	0.000569
75	0.889734	0.885800	0.023631
80	0.742062	0.724093	0.975776

C U A D R O 2 (CONCLUYE)

MATRIZ DIAGONAL SUPERIOR FEMENINA

EDAD	X(1)	Y(2)	ALFA
0	0.063280	0.054860	0.866939
1	0.030087	0.026313	0.090921
5	0.007697	0.006753	0.014325
10	0.004144	0.003666	0.005904
15	0.005191	0.005387	0.002282
20	0.008818	0.007811	0.005494
25	0.011503	0.010232	0.004002
30	0.014039	0.012567	0.002593
35	0.017404	0.015677	0.001605
40	0.020986	0.019071	0.000925
45	0.026034	0.023332	0.000515
50	0.034251	0.031841	0.000275
55	0.046129	0.043394	0.000133
60	0.064254	0.061176	0.000057
65	0.088110	0.085091	0.000021
70	0.107661	0.106410	0.000010
75	0.121067	0.123308	0.000000
80	0.329363	0.362502	0.000000

MATRIZ DIAGONAL SUPERIOR FEMENINA

EDAD	Y(1)	Y(2)	ALFA
0	0.936720	0.945140	0.000000
1	0.969913	0.973607	0.000000
5	0.992303	0.992737	0.000000
10	0.995856	0.996334	0.000000
15	0.994819	0.994613	0.000000
20	0.991184	0.992189	0.000000
25	0.988497	0.989768	0.000000
30	0.985961	0.987433	0.000000
35	0.982596	0.984323	0.000000
40	0.979020	0.980929	0.000000
45	0.973966	0.976068	0.000000
50	0.965749	0.968159	0.000000
55	0.953871	0.956606	0.000000
60	0.935747	0.938824	0.000010
65	0.911891	0.914909	0.000068
70	0.892334	0.897590	0.001846
75	0.876933	0.876692	0.047496
80	0.670637	0.637498	0.956579

C U A D R O 3

MATRIZ DIAGONAL IMPERIO MASCULINA

A LA EDAD	DE LA EDAD:									
	0	1	5	10	15	20	25	30	35	
0	0.07671	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.08525	0.69143	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.01341	0.10873	0.35236	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00610	0.01449	0.16938	0.24754	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00622	0.05046	0.16354	0.25252	0.33563	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00500	0.04057	0.13147	0.20300	0.26981	0.40612	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00330	0.02674	0.08667	0.13382	0.17747	0.26773	0.45081	0.00000	0.00000	0.00000
30	0.00192	0.01557	0.05046	0.07791	0.10356	0.15587	0.26247	0.47791	0.00000	0.00000
35	0.00106	0.00861	0.02790	0.04308	0.05725	0.08618	0.14511	0.26423	0.50610	0.00000
40	0.00055	0.00488	0.01476	0.02278	0.03028	0.04558	0.07575	0.13976	0.26769	0.00000
45	0.00028	0.00225	0.00729	0.01125	0.01497	0.02253	0.03793	0.06907	0.13230	0.00000
50	0.00012	0.00100	0.00323	0.00492	0.00662	0.00997	0.01679	0.03056	0.05854	0.00000
55	0.00005	0.00039	0.00120	0.00185	0.00259	0.00390	0.00556	0.01195	0.02289	0.00000
60	0.00002	0.00013	0.00042	0.00066	0.00097	0.00131	0.00221	0.00402	0.00771	0.00000
65	0.00001	0.00008	0.00026	0.00041	0.00054	0.00081	0.00137	0.00249	0.00477	0.00000
70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

A LA EDAD	DE LA EDAD:									
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
40	0.54200	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.26788	0.58489	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.11851	0.25879	0.62342	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.04634	0.10117	0.24372	0.64720	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.01569	0.03407	0.08207	0.21794	0.61776	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.00965	0.02108	0.05078	0.13485	0.38224	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000

C U A D R O 3 (CONTINUA)

MATRIZ DIAGONAL SUPERIOR MASCULI: A

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	0	1	5	10	15	20	25	30	35
0	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
35	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000
40	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
40	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.00000

C U A D R O 3 (CONTINUA)

MATRIZ DIAGONAL INFERIOR FEMENICA

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	0	1	5	10	15	20	25	30	35
0	0.86691	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00000	0.88331	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.10766	0.33995	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.04437	0.14009	0.21225	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.01721	0.11907	0.22584	0.28669	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00549	0.04129	0.13038	0.19753	0.25075	0.35154	0.00000	0.00000
25	0.00000	0.00000	0.03007	0.09497	0.14388	0.18264	0.25605	0.39485	0.00000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0.06153	0.09322	0.11834	0.16590	0.25583	0.42277
35	0.00000	0.00000	0.00000	0.01207	0.03810	0.05772	0.07327	0.10272	0.15816
40	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
40	0.47805	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.26633	0.51027	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.14194	0.27195	0.55530	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.06851	0.13122	0.28604	0.6274	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.02934	0.05821	0.11479	0.25911	0.64973	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.01065	0.02040	0.04106	0.09368	0.23582	0.67324	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00517	0.00990	0.02022	0.04547	0.11445	0.32676	0.00000	0.00000	0.00000
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

C U A D R O 4

MATRIZ DEFINITIVA PROGRESIO MASCULINA

EDAD	X(2)	X4(2)	DIF
0	0.065850	0.076480	0.004630
1	0.027539	0.029053	0.001514
5	0.007271	0.007807	0.000536
10	0.004587	0.004971	0.000285
15	0.007480	0.007915	0.000435
20	0.010976	0.011594	0.000618
25	0.014371	0.015093	0.000722
30	0.017497	0.018284	0.000787
35	0.021288	0.022081	0.000793
40	0.026670	0.027456	0.000786
45	0.034511	0.035229	0.000709
50	0.044483	0.044827	0.000344
55	0.057233	0.056443	-0.000796
60	0.072185	0.068979	0.013794
65	0.090224	0.087224	0.002025
70	0.107828	0.103971	-0.003856
75	0.114200	0.111252	-0.002238
80	0.275907	0.254814	-0.021093

MATRIZ DEFINITIVA CONVERGENCIA MASCULINA

EDAD	X(2)	X4(2)	DIF
0	0.065850	0.065851	0.000001
1	0.027539	0.027539	0.000000
5	0.007271	0.007271	0.000000
10	0.004587	0.004587	0.000000
15	0.007480	0.007480	0.000000
20	0.010976	0.010976	0.000000
25	0.014371	0.014371	0.000000
30	0.017497	0.017497	0.000000
35	0.021288	0.021288	0.000000
40	0.026670	0.026670	0.000000
45	0.034511	0.034512	0.000000
50	0.044483	0.044484	0.000001
55	0.057233	0.057233	0.000001
60	0.072085	0.072085	0.000001
65	0.090224	0.090225	0.000001
70	0.107828	0.107818	-0.000010
75	0.114200	0.114199	-0.000001
80	0.275907	0.275912	0.000005

C U A D R O 4 (CONTINUA)

MATRIZ DEFINITIVA MASCULINA

A LA EDAD	DE LA EDAD:									
	0	1	5	10	15	20	25	30	35	
0	0.87688	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
1	0.64447	0.79153	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
5	0.00707	0.65143	0.61394	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10	0.00331	0.02434	0.07631	0.67235	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
15	0.00352	0.02500	0.08626	0.11949	0.61607	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
20	0.00293	0.02137	0.06685	0.06993	0.12897	0.65106	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
25	0.00203	0.01474	0.04521	0.06879	0.08914	0.12999	0.67591	0.00001	0.00001	0.00001
30	0.00129	0.00900	0.02823	0.04204	0.05447	0.07943	0.12835	0.69259	0.00001	0.00001
35	0.00072	0.00524	0.01544	0.02442	0.03172	0.04625	0.07474	0.13044	0.71191	0.00001
40	0.00049	0.00291	0.00913	0.01359	0.01761	0.02568	0.04149	0.07241	0.13282	0.00001
45	0.00021	0.00150	0.00470	0.00699	0.00906	0.01321	0.02135	0.03725	0.06300	0.00001
50	0.00009	0.00068	0.00212	0.00316	0.00410	0.00597	0.00935	0.01585	0.02833	0.00001
55	0.00004	0.00026	0.00081	0.00121	0.00157	0.00229	0.00370	0.00645	0.01163	0.00001
60	0.00001	0.00005	0.00017	0.00025	0.00032	0.00047	0.00076	0.00132	0.00243	0.00001
65	0.00001	0.00004	0.00013	0.00019	0.00025	0.00036	0.00058	0.00107	0.00187	0.00001
70	0.00017	0.00044	0.00149	0.00433	0.00422	0.00409	0.00392	0.00376	0.00360	0.00360
75	0.00091	0.00027	0.00000	0.00071	0.00752	0.00728	0.00699	0.00670	0.00641	0.00641
80	0.04286	0.03845	0.03720	0.03587	0.03497	0.03388	0.03251	0.03116	0.02984	0.02984

A LA EDAD	DE LA EDAD:									
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
1	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
20	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
25	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
30	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
35	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
40	0.73664	0.00061	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
45	0.13322	0.76756	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50	0.06625	0.12813	0.80191	0.00001	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
55	0.02307	0.04865	0.11791	0.84065	0.00001	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
60	0.00474	0.01007	0.02421	0.06782	0.72900	0.15655	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
65	0.00363	0.00773	0.01659	0.05208	0.21393	0.79300	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
70	0.00347	0.00334	0.00337	0.00355	0.00515	0.00454	0.99985	0.00662	0.00003	0.00003
75	0.00618	0.00062	0.00600	0.00633	0.00917	0.00810	0.00002	0.99333	0.00256	0.00256
80	0.02874	0.02799	0.02793	0.02947	0.04268	0.03767	0.00008	0.00005	0.99740	0.99740

C U A D R O 4 (CONTINUA)

MATRIZ DEFINITIVA PROGRESIA FEMENINA

LOAD	X(2)	XH(2)	DIF
0	0.054860	0.059079	0.004210
1	0.026313	0.028200	0.001887
5	0.006763	0.007230	0.000467
10	0.003666	0.003905	0.000239
15	0.005387	0.005284	-0.000103
20	0.007811	0.008313	0.000502
25	0.010732	0.010887	0.000155
30	0.012567	0.013332	0.000735
35	0.015677	0.016538	0.000861
40	0.019071	0.020019	0.000946
45	0.023932	0.024968	0.001036
50	0.031841	0.033005	0.001164
55	0.043394	0.044631	0.001237
60	0.061178	0.068163	0.006987
65	0.085091	0.081011	-0.004086
70	0.106410	0.127739	0.021329
75	0.123309	0.126531	0.003223
80	0.362502	0.321225	-0.041277

MATRIZ DEFINITIVA CONVERGENCIA FEMENINA

LOAD	X(2)	XH(2)	DIF
0	0.054860	0.054861	0.000001
1	0.026313	0.026313	0.000000
5	0.006763	0.006763	0.000000
10	0.003666	0.003667	0.000000
15	0.005387	0.005387	0.000000
20	0.007811	0.007811	0.000000
25	0.010732	0.010732	0.000000
30	0.012567	0.012567	0.000000
35	0.015677	0.015677	0.000000
40	0.019071	0.019071	0.000000
45	0.023932	0.023932	0.000000
50	0.031841	0.031841	0.000000
55	0.043394	0.043394	0.000001
60	0.061178	0.061177	0.000001
65	0.085091	0.085092	0.000001
70	0.106410	0.106411	0.000001
75	0.123309	0.123296	-0.000012
80	0.362502	0.362507	0.000005

C U A D R O 4 (CONCLUYE)

TAFIZ DEFINITIVA FENETIVA

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	0	1	5	10	15	20	25	30	35
0	0.36888	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
1	0.04529	0.77935	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
5	0.00734	0.05171	0.01511	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10	0.00311	0.02177	0.06570	0.05509	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
15	0.00376	0.02634	0.07951	0.11784	0.02741	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
20	0.00296	0.02072	0.06253	0.09268	0.10996	0.03075	0.00001	0.00001	0.00001
25	0.00219	0.01530	0.04617	0.06643	0.08119	0.12115	0.05212	0.00001	0.00001
30	0.00148	0.01004	0.03292	0.04500	0.05350	0.07283	0.12185	0.06717	0.00001
35	0.00081	0.00635	0.01910	0.02645	0.03369	0.05277	0.07881	0.12489	0.06816
40	0.00053	0.00372	0.01123	0.01685	0.01975	0.02944	0.04492	0.07321	0.12514
45	0.00030	0.00210	0.00635	0.00941	0.01117	0.01666	0.02539	0.04138	0.07076
50	0.00016	0.00113	0.00340	0.00504	0.00597	0.00881	0.01354	0.02211	0.03785
55	0.00008	0.00053	0.00161	0.00239	0.00293	0.00423	0.00651	0.01049	0.01784
60	0.00004	0.00019	0.00056	0.00083	0.00098	0.00147	0.00224	0.00369	0.00623
65	0.00001	0.00008	0.00025	0.00038	0.00045	0.00067	0.00101	0.00165	0.00283
70	0.00001	0.00002	0.00007	0.00010	0.00012	0.00015	0.00028	0.00045	0.00078
75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

A LA EDAD	DE LA EDAD:								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
0	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
1	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
5	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
10	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
15	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
20	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
25	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
30	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
35	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
40	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
45	0.17794	0.72677	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
50	0.06845	0.13036	0.74984	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
55	0.03245	0.06176	0.12893	0.78317	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
60	0.01126	0.02144	0.04466	0.10226	0.76179	0.00001	0.00001	0.00001	0.00001
65	0.00511	0.00973	0.02800	0.04642	0.13670	0.79476	0.00001	0.00001	0.00001
70	0.00140	0.00267	0.00849	0.01275	0.03740	0.09510	0.87981	0.00001	0.00001
75	0.00025	0.00074	0.00276	0.00285	0.00332	0.00456	0.00577	0.00644	0.00712
80	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

C U A D R O 5

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1980-1985

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.05773	5773	0.00050	100000	95430	6312890	63.129
1	0.02624	2473	0.00067	94927	376673	6217459	66.984
5	0.00696	539	0.00140	91754	457173	5845786	63.723
10	0.00347	407	0.00190	91115	454554	5389614	59.152
15	0.00736	665	0.00148	80708	481869	4935056	54.406
20	0.01609	984	0.00220	90630	447740	4483187	49.791
25	0.01460	1300	0.00292	89956	442031	4035447	45.313
30	0.01824	1597	0.00367	87756	434787	3593416	40.948
35	0.02295	1962	0.00462	86159	425873	3158629	36.661
40	0.02966	2499	0.00603	84190	414705	2737756	32.459
45	0.03014	3279	0.00819	81691	400259	2318052	28.376
50	0.05477	4295	0.01126	79412	381325	1917793	24.458
55	0.07575	5614	0.01575	74118	356552	1536468	20.730
60	0.13541	7221	0.02225	68513	324465	1179910	17.224
65	0.14884	9121	0.03216	61283	283610	855451	13.950
70	0.21226	11072	0.04749	57161	233128	571640	10.463
75	0.28708	11796	0.06704	41090	175659	338712	6.243
80	1.00000	29294	0.17899	20291	162753	162753	5.556

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1985-1990

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.05062	5062	0.05279	100000	98890	6456473	64.565
1	0.02333	2215	0.00592	94938	374218	6360583	66.997
5	0.00604	564	0.00122	92724	462211	5955365	64.561
10	0.00393	352	0.00079	92160	459897	5524154	59.941
15	0.00649	595	0.00130	91799	457504	5056257	55.167
20	0.00965	880	0.00194	91203	453816	4606752	50.511
25	0.01298	1172	0.00261	90323	448687	4152936	45.979
30	0.01629	1453	0.00329	89151	442125	3704249	41.550
35	0.02066	1811	0.00417	87699	433964	3262125	37.197
40	0.02711	2330	0.00560	85867	423610	2824160	32.924
45	0.03712	3102	0.00756	83557	410031	2494550	28.777
50	0.05132	4129	0.01053	80455	391955	1994519	24.790
55	0.07191	5488	0.01492	76327	367913	1622564	20.996
60	0.10267	7230	0.02151	70838	336116	1234651	17.429
65	0.14450	9191	0.03115	63608	295062	898536	14.126
70	0.20363	11353	0.04658	54417	243702	603474	11.090
75	0.28227	12156	0.06573	43064	184931	356772	8.354
80	1.00000	30908	0.17678	30908	174841	174841	5.657

C U A D R O 5 (CONTINUA)

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1990-1995

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.04438	4438	0.04607	100093	96317	6590000	65.890
1	0.02076	1976	0.00524	95562	377342	6492683	67.942
5	0.00533	499	0.00107	93584	460673	6115341	65.346
10	0.00345	321	0.00069	93085	464623	5648666	60.683
15	0.00571	530	0.00115	92764	462495	5184045	55.884
20	0.00852	786	0.00171	92234	459206	4721550	51.191
25	0.01152	1054	0.00232	91144	454607	4262345	46.609
30	0.01458	1316	0.00293	90394	448681	3907738	42.124
35	0.01864	1660	0.00376	89078	441240	3350057	37.709
40	0.02474	2163	0.00501	87418	431683	2917817	33.378
45	0.03426	2921	0.00697	85255	418973	2486134	29.161
50	0.04801	3953	0.00984	82334	401789	2067161	25.107
55	0.06821	5346	0.01412	78382	378541	1665372	21.247
60	0.09993	7233	0.02094	73035	347094	1286830	17.619
65	0.14036	9236	0.03010	65802	305922	939736	14.281
70	0.20554	11627	0.04582	56566	253764	633814	11.205
75	0.27816	12500	0.06482	44939	193446	380051	8.457
80	0.00000	32434	0.17384	32434	186604	186604	5.752

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 1995-2000

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.03891	3891	0.04023	100000	96710	6711311	67.113
1	0.01835	1764	0.00464	96109	380091	6614601	68.824
5	0.00489	442	0.00094	94346	470623	6234509	66.082
10	0.00364	285	0.00061	93904	468805	5763886	61.381
15	0.00564	472	0.00101	93618	466913	5295081	56.560
20	0.00752	701	0.00151	93147	463982	4828168	51.834
25	0.01023	945	0.00206	92446	459867	4364186	47.208
30	0.01306	1190	0.00262	91501	454530	3904318	42.670
35	0.01678	1515	0.00338	90311	447768	3449788	38.199
40	0.02251	1999	0.00455	88796	438982	3002020	33.808
45	0.03156	2739	0.00641	86797	427137	2563039	29.529
50	0.04484	3769	0.00917	84054	410867	2135902	25.410
55	0.06464	5190	0.01336	80789	388469	1725035	21.485
60	0.09619	7224	0.02021	75099	357434	1336566	17.797
65	0.13642	9254	0.02924	67875	316226	979131	14.426
70	0.20292	11894	0.04517	58615	263342	662906	11.309
75	0.27361	12630	0.06366	46721	201531	399564	8.552
80	0.00000	33691	0.17114	33691	198033	198033	5.843

C U A D R O 5 (CONTINUA)

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 2000-2005

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.003411	3411	0.003514	1000000	97060	6824185	68.242
1	0.001625	1569	0.000410	96589	382511	6727117	69.647
5	0.000413	392	0.000063	45020	474117	6344605	66.772
10	0.00269	253	0.000654	94627	472504	5870486	62.038
15	0.00444	419	0.00090	40374	470823	5397964	57.198
20	0.00884	624	0.00133	24055	468214	4927161	52.447
25	0.00907	805	0.00130	93331	464538	4458937	47.776
30	0.01159	1072	0.00233	92484	459742	3924410	43.190
35	0.01504	1379	0.00304	91612	453615	3534668	38.667
40	0.02044	1340	0.00413	90034	445807	3061053	34.221
45	0.02901	2558	0.00560	88193	434571	2635485	29.883
50	0.04180	3579	0.00654	85435	419227	2200914	25.701
55	0.06119	5021	0.01262	82055	397726	1781687	21.713
60	0.09350	7203	0.01962	77035	367167	1393965	17.965
65	0.13263	9262	0.02841	69832	326605	1016794	14.561
70	0.20068	12155	0.04461	60570	272463	590789	11.405
75	0.27154	13148	0.06201	48315	209209	418326	8.646
80	1.00000	35209	0.16865	35209	209117	209117	5.929

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA 2005-2010

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.002991	2991	0.003071	1000000	37393	5928346	69.243
1	0.001437	1394	0.000362	97009	384839	6830953	70.416
5	0.00364	348	0.00073	95615	477206	6446313	67.119
10	0.00236	225	0.00047	95267	475774	5959107	62.656
15	0.00392	372	0.00079	95042	474281	5493333	57.799
20	0.00587	556	0.00118	94570	471961	5019051	53.016
25	0.00604	758	0.00161	94114	468681	4547090	48.315
30	0.01033	964	0.00206	93358	464380	4078410	43.686
35	0.01353	1250	0.00273	92394	458844	3614030	39.115
40	0.01852	1688	0.00374	91144	451497	3155186	34.618
45	0.02660	2330	0.00539	89455	441327	2703689	30.224
50	0.03889	3387	0.00793	87075	426911	2262362	25.982
55	0.05784	4841	0.01191	83689	406343	1835451	21.932
60	0.08092	7169	0.01905	78844	378319	1429108	18.125
65	0.12897	9244	0.02757	71479	335286	1052740	14.687
70	0.19877	12410	0.04414	62435	281150	717503	11.497
75	0.26896	13450	0.06212	50925	216501	436353	8.723
80	1.00000	36575	0.16646	36575	219852	219852	6.011

C U A D R O 5 (CONTINUA)

TAHLA ARREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1980-1985

EDAD	Q(X)	D(X)	F(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.04756	4756	0.04946	100000	96160	6753108	67.631
1	0.02414	2299	0.00613	95244	375105	6666948	69.999
5	0.00338	593	0.00128	92945	463242	6291843	67.694
10	0.00350	323	0.00070	92352	460951	5828601	63.113
15	0.00571	525	0.00115	92029	458830	5367650	58.326
20	0.00764	699	0.00153	91503	455768	4908820	53.846
25	0.01007	915	0.00207	90804	451733	4453952	49.040
30	0.01253	1125	0.00282	89889	446631	4001315	44.514
35	0.01569	1411	0.00320	88763	440290	3553667	40.647
40	0.01979	1729	0.00400	87353	432440	3114397	35.653
45	0.02400	2192	0.00519	85623	422637	2681957	31.323
50	0.03435	2950	0.00720	83431	409762	2259321	27.080
55	0.05058	4069	0.01037	80482	392235	1849539	22.981
60	0.07616	5820	0.01583	76412	367513	1457303	19.072
65	0.11616	8202	0.02467	70593	332459	1089790	15.438
70	0.16805	10485	0.03669	62391	285741	757331	12.139
75	0.24173	12547	0.05499	51906	228161	471590	9.086
80	0.50000	39359	0.16168	39359	243429	243429	6.185

TAHLA ARREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1985-1990

EDAD	Q(X)	D(X)	F(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.04123	4123	0.04269	100000	96593	6926914	69.269
1	0.02093	2007	0.00530	95877	378402	6830321	71.241
5	0.00553	519	0.00111	93869	468049	6451919	68.733
10	0.00304	284	0.00061	93350	466042	5983869	64.101
15	0.00531	494	0.00106	93066	464097	5517828	59.289
20	0.00778	628	0.00136	92573	461293	5053730	54.592
25	0.00891	819	0.00179	91944	457674	4592438	49.948
30	0.01108	1009	0.00223	91125	453102	4134764	45.375
35	0.01408	1269	0.00284	90116	447407	3681661	40.855
40	0.01761	1565	0.00355	88847	440324	3234254	36.402
45	0.02204	2002	0.00464	87283	431408	2793930	32.010
50	0.03193	2723	0.00649	85281	419595	2362522	27.703
55	0.04604	3804	0.00943	82557	403278	1942927	23.534
60	0.07021	5530	0.01455	78754	379944	1539649	19.550
65	0.10775	7892	0.02278	73224	346389	1159705	15.838
70	0.15766	10302	0.03424	65332	300904	813316	12.449
75	0.23182	12757	0.05244	50330	243257	512411	9.311
80	0.50000	42273	0.15706	42273	269154	269154	6.367

C U A D R O 5 (CONTINUA)

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1940-1995

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.03575	3575	0.03686	100000	96987	7076994	70.770
1	0.01816	1751	0.00459	96425	381203	6980007	72.368
5	0.00446	454	0.00096	94674	472230	6598744	69.700
10	0.00264	249	0.00053	94720	470478	6126508	65.023
15	0.00189	183	0.00037	93071	468723	5656030	60.189
20	0.00127	127	0.00021	93518	466180	5137307	55.469
25	0.00090	754	0.00159	92954	462937	4721127	50.790
30	0.00481	905	0.00197	92220	458840	4258189	46.174
35	0.01241	1140	0.00251	91315	453728	3799350	41.607
40	0.01567	1413	0.00316	90176	447346	3345622	37.101
45	0.02054	1823	0.00415	88763	439255	2898270	32.652
50	0.02883	2506	0.00545	86939	428431	2459022	28.284
55	0.04109	3545	0.00754	84433	413362	2030591	24.050
60	0.06487	5247	0.01341	80888	391327	1617289	19.994
65	0.10023	7581	0.02110	75441	359252	1225967	16.208
70	0.14731	10694	0.03204	68060	315064	856715	12.735
75	0.22311	12961	0.05435	57966	257424	551651	9.517
80	0.00000	45004	0.15296	45004	294227	294227	6.538

TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 1995-2000

EDAD	Q(X)	D(X)	M(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.03099	3099	0.03184	100000	97344	7214430	72.144
1	0.01575	1527	0.00398	96901	383746	7117086	73.447
5	0.00416	397	0.00083	95374	475879	6733340	70.599
10	0.00224	218	0.00046	94977	474343	6257461	65.884
15	0.00133	110	0.00027	94760	472773	5783118	61.029
20	0.000534	504	0.00107	93350	470489	5310345	56.284
25	0.00700	657	0.00140	93846	467587	4839856	51.572
30	0.00870	810	0.00175	93189	463919	4372269	46.918
35	0.01108	1023	0.00223	92379	459335	3988350	42.308
40	0.01395	1274	0.00281	91355	453592	3449015	37.754
45	0.01839	1656	0.00371	90081	446265	2995423	33.252
50	0.02601	2300	0.00527	88425	436373	2519159	28.829
55	0.03425	3294	0.00760	86124	422387	2112786	24.532
60	0.06002	4971	0.01237	82830	401723	1690399	20.408
65	0.09337	7270	0.01959	77859	371121	1288676	16.551
70	0.13977	9866	0.03005	70589	328280	917555	12.999
75	0.21672	13160	0.04861	60723	270714	589275	9.704
80	1.00000	47563	0.14931	47563	318561	318561	6.698

C U A D R O 5 (CONCLUYE)

TAFLA ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 2000-2005

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.02687	2687	0.02751	100000	97664	7340233	73.402
1	0.01367	1330	0.00345	97313	385900	7242569	74.426
5	0.00361	346	0.00072	95983	479048	6856669	71.436
10	0.00199	190	0.00040	95637	477707	6377620	66.686
15	0.00384	367	0.00077	95446	476314	5899913	61.814
20	0.00472	449	0.00095	95079	474274	5423599	57.043
25	0.00620	586	0.00124	94630	471686	4349325	52.302
30	0.00771	725	0.00155	94044	468408	4477639	47.612
35	0.00953	917	0.00198	93319	464303	4009230	42.963
40	0.01242	1147	0.00250	92402	459141	3544928	38.364
45	0.01646	1502	0.00332	91255	452519	3085786	33.815
50	0.02346	2105	0.00475	89753	443502	2633267	29.339
55	0.03493	3052	0.00709	87648	430607	2189766	24.984
60	0.05559	4703	0.01144	84595	411219	1759159	20.795
65	0.08711	6960	0.01822	79892	382063	1347939	16.872
70	0.13191	9621	0.02825	72933	340611	965877	13.243
75	0.21091	13353	0.04715	63312	283177	625265	9.876
80	1.00000	49959	0.14604	49959	342089	342089	6.847

TAFLA ABREVIADA DE MORTALIDAD FEMENINA 2005-2010

EDAD	Q(X)	D(X)	H(X)	I(X)	L(X)	T(X)	E(X)
0	0.02330	2330	0.02379	100000	97950	7455343	74.553
1	0.01186	1158	0.00299	97670	387769	7357393	75.329
5	0.00313	302	0.00063	96512	481804	6969624	72.215
10	0.00173	166	0.00035	96210	480634	6487820	67.434
15	0.00339	326	0.00068	96044	479404	6007186	62.546
20	0.00417	399	0.00083	95718	477593	5527781	57.751
25	0.00548	522	0.00110	95319	475291	5050188	52.982
30	0.00683	647	0.00137	94797	472368	4574896	48.260
35	0.00872	821	0.00175	94150	468697	4102528	43.574
40	0.01105	1031	0.00222	93329	464066	3633830	38.936
45	0.01472	1358	0.00297	92298	458092	3169764	34.343
50	0.02114	1922	0.00427	90939	449691	2711672	29.819
55	0.03169	2821	0.00644	89017	438033	2261782	25.408
60	0.05153	4442	0.01058	86196	419877	1823748	21.158
65	0.08136	6652	0.01696	81754	392143	1403871	17.172
70	0.12463	9360	0.02658	75103	352112	1011729	13.471
75	0.20598	13541	0.04592	65742	294858	659616	10.033
80	1.00000	52201	0.14311	52201	364758	364758	6.988

3.4 Análisis de Resultados.

En el cuadro 6 se muestran las esperanzas de vida por sexo y edad, - para los ocho quinquenios del período 1980 - 2010. Se podrán observar los incrementos por edad, mismos que fueron comparados quinquenio a - quinquenio para enriquecer el análisis del modelo.

Para el caso masculino, como se observa en la figura 1, la esperan- za de vida al nacimiento aumenta en poco más de un año de un lustro - al siguiente, sin embargo, en las restantes edades, los incrementos - son inferiores a un año, y en general, para todas las edades, se tiene una tendencia monótona creciente con el paso del tiempo (cuadro 6).

Para el caso femenino se presenta un aumento de poco más de un año - en la esperanza de vida al nacimiento y, al igual que el caso masculi- no, se observa también una tendencia monótona creciente, para todas - las edades, con el paso del tiempo.

En el cuadro 7 se presentan las diferencias en las esperanzas de vi- da al nacimiento entre mujeres y hombres, los cuales se presentan tam- bién en la figura 2. Como se puede ver esta diferencia se hace cada - vez mayor, con el paso del tiempo, un hecho que es consistente con el comportamiento observado para la humanidad, resultando entonces una - proyección congruente.

En la figura 3 se presenta la tendencia esperada en las probabilida- des de fallecer entre 0 y 1 años, que como se podrá observar, aún y - cuando se tendrían notables descensos, su valor en el último quinquen-

nio, superaría aún los niveles actualmente registrados en los países - desarrollados. Este descenso en la mortalidad infantil, llevaría im-- plicita una mejora en las condiciones de bienestar de la población mexicana ^{*/}, cuya factibilidad no la analizamos aquí; pues no es el objetivo de este trabajo, aunque creemos es conveniente hacer alusión a ello.

Las tasas de mortalidad por edad para los quinquenios 1980-1985, - 1990-1995 y 2005-2010, se ilustran en la figura 4, observándose el - perfil universalmente observado. Para reforzar la prueba de la con-- gruencia en nuestras proyecciones, en el cuadro 8 y en la figura 5, - se presentan las diferencias absolutas en las tasas de mortalidad, - con respecto a las observadas en el quinquenio 1975-1980, y las pro-- nosticadas para los lustros 1980-1985, 1990-1995 y 2005-2010 como re-- presentativos de la tendencia futura. Las curvas mostradas en la fi-- gura 5 son consistentes con el patrón universalmente observado en el descenso de los niveles de mortalidad, e incluso con la evolución im-- plicita en el modelo "oeste" de las tablas de Coale y Demeny (Coale, 1972, p. 35)

De este breve análisis, podemos concluir que la aplicación del mo-- delo de cadenas de Markov para la proyección de la mortalidad mexi-- cana ha sido exitoso, representando una herramienta sumamente útil - para futuros trabajos sobre el tema.

^{*/} Un hecho bien conocido es la relación inversa entre el nivel de bienestar de una población y su nivel de mortalidad infantil.

C U A D R O 6

COMPARATIVO DE ESPERANZAS DE VIDA

(H O M B R E S)

EDAD	1 9 7 0	1 9 7 5	%	1 9 8 0	%	1 9 8 5	%	1 9 9 0	%
	1 9 7 5	1 9 8 0		1 9 8 5		1 9 9 0		1 9 9 5	
	e(x)	e(x)		e(x)		e(x)		e(x)	
0	59.888	61.573	.028	63.129	.025	64.565	.022	65.870	.021
1	63.731	64.897	.018	65.934	.017	66.997	.015	67.942	.014
5	61.860	62.825	.016	63.723	.014	64.561	.013	65.346	.012
10	57.419	58.312	.016	57.152	.014	59.941	.013	60.683	.012
15	52.741	53.598	.016	54.406	.015	55.167	.014	55.884	.013
20	48.221	49.029	.017	49.791	.016	50.511	.014	51.191	.013
25	43.871	44.612	.017	45.313	.016	45.979	.015	46.609	.014
30	39.646	40.314	.017	40.948	.016	41.550	.015	42.124	.014
35	35.505	36.098	.017	36.661	.016	37.197	.015	37.709	.014
40	31.447	31.966	.017	32.459	.015	32.929	.014	33.378	.013
45	27.506	27.953	.016	28.376	.015	28.777	.014	29.161	.013
50	23.730	24.106	.016	24.458	.015	24.790	.014	25.107	.013
55	20.138	20.446	.015	20.730	.014	20.996	.013	21.247	.012
60	16.756	17.001	.015	17.224	.014	17.429	.012	17.619	.011
65	13.583	13.778	.014	13.959	.013	14.126	.012	14.281	.011
70	10.665	10.822	.015	10.963	.013	11.090	.012	11.205	.010
75	7.990	8.122	.017	8.243	.015	8.354	.013	8.457	.012
80	5.337	5.449	.021	5.556	.020	5.657	.018	5.752	.017

EDAD	1 9 9 5		2 0 0 0		2 0 0 5	
	e(x)	%	e(x)	%	e(x)	%
0	67.113	.019	68.242	.017	69.283	.015
1	68.824	.013	69.647	.012	70.416	.011
5	66.082	.011	66.772	.010	67.419	.009
10	61.381	.011	62.038	.010	62.656	.009
15	56.560	.012	57.198	.011	57.799	.010
20	51.834	.012	52.442	.011	53.016	.010
25	47.208	.013	47.776	.012	48.315	.011
30	42.670	.013	43.190	.012	43.686	.011
35	38.199	.013	38.667	.012	39.115	.011
40	33.808	.012	34.221	.012	34.618	.011
45	29.529	.012	29.883	.012	30.224	.011
50	25.410	.012	25.701	.011	25.982	.010
55	21.485	.011	21.713	.010	21.932	.010
60	17.797	.010	17.965	.009	18.125	.009
65	14.426	.010	14.561	.009	14.687	.008
70	11.309	.009	11.405	.008	11.492	.007
75	8.552	.011	8.640	.010	8.723	.009
80	5.843	.016	5.929	.015	6.011	.014

C U A D R O 6
(CONCLUYE)

COMPARATIVO DE ESPERANZAS DE VIDA

(M U J E R E S)

EDAD	1 9 7 0	1 9 7 5	1 9 8 0	1 9 8 5	1 9 9 0	1 9 9 5	
	e(x)	e(x)	%	e(x)	%	e(x)	%
0	63.896	65.844	.030	67.631	.027	69.269	.024
1	67.196	68.654	.022	69.999	.020	71.241	.018
5	65.379	66.579	.018	67.694	.017	68.733	.015
10	60.917	62.054	.019	63.113	.017	64.101	.016
15	56.188	57.294	.020	58.326	.018	59.289	.017
20	51.501	52.621	.022	53.646	.019	54.592	.018
25	46.991	48.058	.023	49.040	.020	49.948	.019
30	42.580	43.585	.024	44.514	.021	45.375	.019
35	38.238	39.177	.025	40.047	.022	40.855	.020
40	33.980	34.848	.026	35.653	.023	36.402	.021
45	29.759	30.584	.027	31.323	.024	32.010	.022
50	25.687	26.410	.028	27.080	.025	27.703	.023
55	21.737	22.384	.030	22.981	.027	23.534	.024
60	17.986	18.553	.031	19.072	.028	19.550	.025
65	14.526	15.002	.033	15.438	.029	15.838	.026
70	11.424	11.799	.033	12.139	.029	12.449	.026
75	8.557	8.836	.033	9.066	.028	9.311	.025
80	5.784	5.991	.036	6.185	.032	6.367	.029

EDAD	1 9 9 5	2 0 0 0	2 0 0 5			
	e(x)	%	e(x)	%	e(x)	%
0	72.144	.019	73.402	.017	74.553	.016
1	73.447	.015	74.426	.013	75.329	.012
5	70.599	.013	71.436	.012	72.215	.011
10	65.884	.013	66.686	.012	67.434	.011
15	61.029	.014	61.814	.013	62.546	.012
20	56.284	.015	57.043	.013	57.751	.012
25	51.572	.015	52.302	.014	52.982	.013
30	46.918	.016	47.612	.015	48.260	.014
35	42.308	.017	42.963	.015	43.574	.014
40	37.754	.018	38.364	.016	38.936	.015
45	33.252	.018	33.815	.017	34.343	.016
50	28.829	.019	29.339	.018	29.819	.016
55	24.532	.020	24.984	.018	25.403	.017
60	20.408	.021	20.795	.019	21.158	.017
65	16.551	.021	16.872	.019	17.172	.018
70	12.999	.021	13.243	.019	13.471	.017
75	9.704	.020	9.873	.018	10.033	.016
80	6.698	.024	6.847	.022	6.988	.021

C U A D R O 7

TABLA DE DIFERENCIAS EN ESPERANZAS DE VIDA AL NACIMIENTO

P E R I O D O	f	m	f - m
	e	e	e
1970-1975	63.896	59.888	4.008
1975-1980	65.844	61.573	4.271
1980-1985	67.631	63.129	4.502
1985-1990	69.269	64.565	4.704
1990-1995	70.770	65.890	4.880
1995-2000	72.144	67.113	5.031
2000-2005	73.402	68.242	5.160
2005-2010	74.553	69.283	5.270

C U A D R O 8
CUADRO COMPARATIVO DE TASAS DE MORTALIDAD PROYECTADAS
H O M B R E S

EDAD	1975	1980	1990	2005	D I F E R E N C I A S		
	1980	1985	1995	2010			
	M	M	M	M	(1)-(2)	(1)-(3)	(1)-(4)
	5 x	5 x	5 x	5 x			
	(1)	(2)	(3)	(4)			
0	0.06936	0.06050	0.04607	0.03071	0.00886	0.02329	0.03865
1	0.00751	0.00667	0.00524	0.00362	0.00084	0.00227	0.00387
5	0.00161	0.00140	0.00107	0.00073	0.00021	0.00054	0.00088
10	0.00102	0.00090	0.00069	0.00047	0.00012	0.00033	0.00055
15	0.00168	0.00148	0.00115	0.00079	0.00020	0.00053	0.00089
20	0.00249	0.00220	0.00171	0.00118	0.00029	0.00078	0.00131
25	0.00331	0.00294	0.00232	0.00161	0.00037	0.00099	0.00170
30	0.00410	0.00367	0.00293	0.00208	0.00043	0.00117	0.00202
35	0.00511	0.00462	0.00376	0.00273	0.00049	0.00135	0.00238
40	0.00659	0.00603	0.00501	0.00374	0.00056	0.00158	0.00285
45	0.00886	0.00819	0.00697	0.00539	0.00067	0.00189	0.00347
50	0.01203	0.01126	0.00984	0.00793	0.00077	0.00219	0.00410
55	0.01662	0.01575	0.01412	0.01191	0.00087	0.00250	0.00471
60	0.02310	0.02225	0.02084	0.01905	0.00085	0.00226	0.00405
65	0.03323	0.03216	0.03019	0.02757	0.00107	0.00304	0.00566
70	0.04857	0.04749	0.04582	0.04414	0.00108	0.00275	0.00443
75	0.06859	0.06704	0.06462	0.06212	0.00155	0.00397	0.00647
80	0.10351	0.10199	0.10034	0.10036	0.00352	0.00967	0.01715

CUADRO 8
(CONCLUYE)

CUADRO COMPARATIVO DE TASAS DE MORTALIDAD PROYECTADAS

MUJERES

EDAD	1975	1980	1990	2005	D I F E R E N C I A S		
	1980	1985	1995	2010	(1)-(2)	(1)-(3)	(1)-(4)
	M 5 x (1)	M 5 x (2)	M 5 x (3)	M 5 x (4)			
0	0.05733	0.04946	0.03686	0.02377	0.00787	0.02047	0.03354
1	0.00709	0.00613	0.00459	0.00299	0.00096	0.00250	0.00410
5	0.00148	0.00128	0.00096	0.00063	0.00020	0.00052	0.00085
10	0.00081	0.00070	0.00053	0.00035	0.00011	0.00028	0.00046
15	0.00119	0.00115	0.00097	0.00068	0.00004	0.00022	0.00051
20	0.00174	0.00153	0.00121	0.00083	0.00021	0.00053	0.00091
25	0.00230	0.00202	0.00159	0.00110	0.00028	0.00071	0.00120
30	0.00286	0.00252	0.00197	0.00137	0.00034	0.00089	0.00149
35	0.00363	0.00320	0.00251	0.00175	0.00043	0.00112	0.00188
40	0.00450	0.00400	0.00316	0.00222	0.00050	0.00134	0.00228
45	0.00580	0.00519	0.00415	0.00297	0.00061	0.00165	0.00283
50	0.00798	0.00720	0.00585	0.00427	0.00078	0.00213	0.00371
55	0.01142	0.01037	0.00858	0.00644	0.00105	0.00284	0.00498
60	0.01728	0.01583	0.01341	0.01058	0.00145	0.00387	0.00670
65	0.02681	0.02467	0.02110	0.01696	0.00214	0.00571	0.00985
70	0.03948	0.03669	0.03204	0.02658	0.00279	0.00744	0.01290
75	0.05814	0.05499	0.05035	0.04592	0.00315	0.00779	0.01222
80	0.16693	0.16168	0.15296	0.14311	0.00525	0.01397	0.02382

FIGURA 1

Comparativo de esperanzas de vida al nacimiento

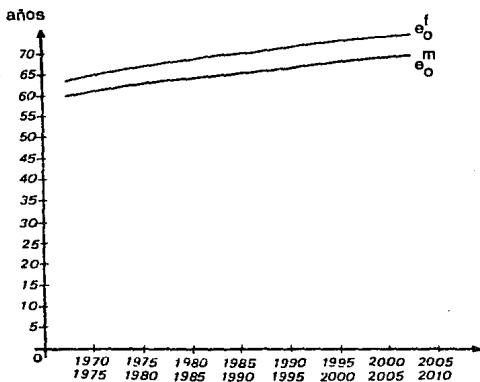


FIGURA 2

Diferencia en esperanzas de vida al nacimiento entre hombres y mujeres

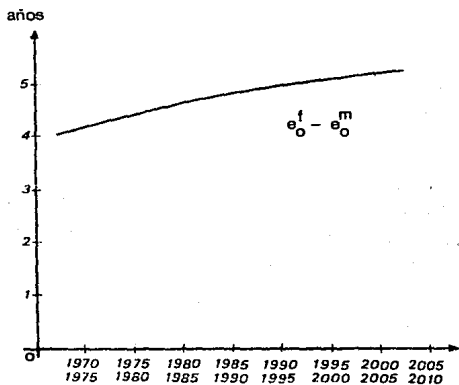
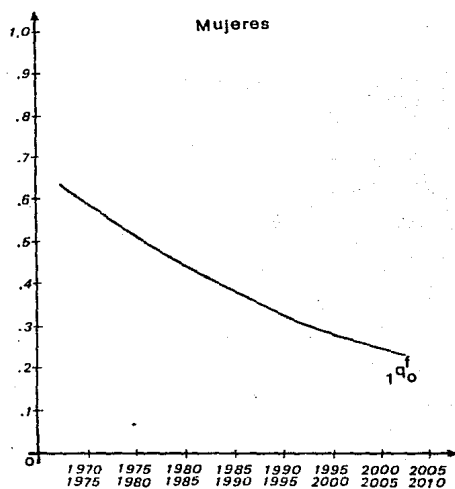
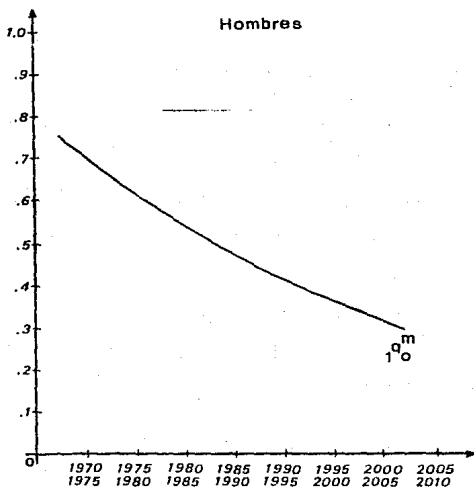
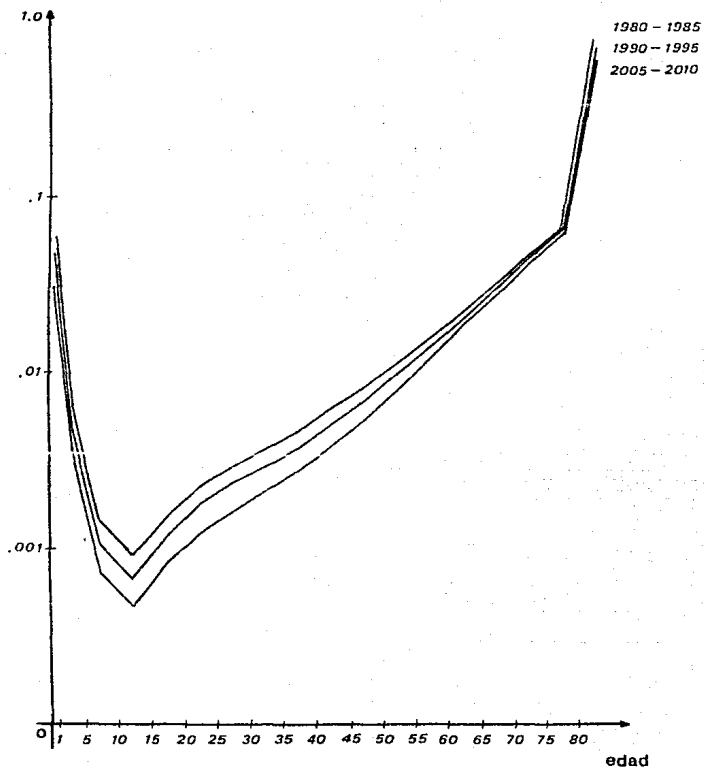


FIGURA 3

Probabilidades de fallecer entre 0 y 1 años (${}_1q_0$)

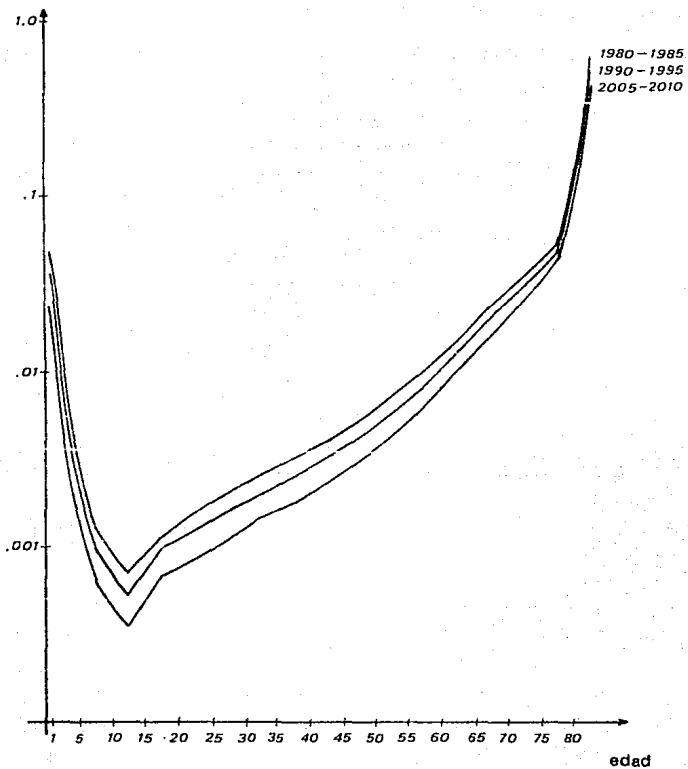


F I G U R A 4
Tasas de Mortalidad (hombres)



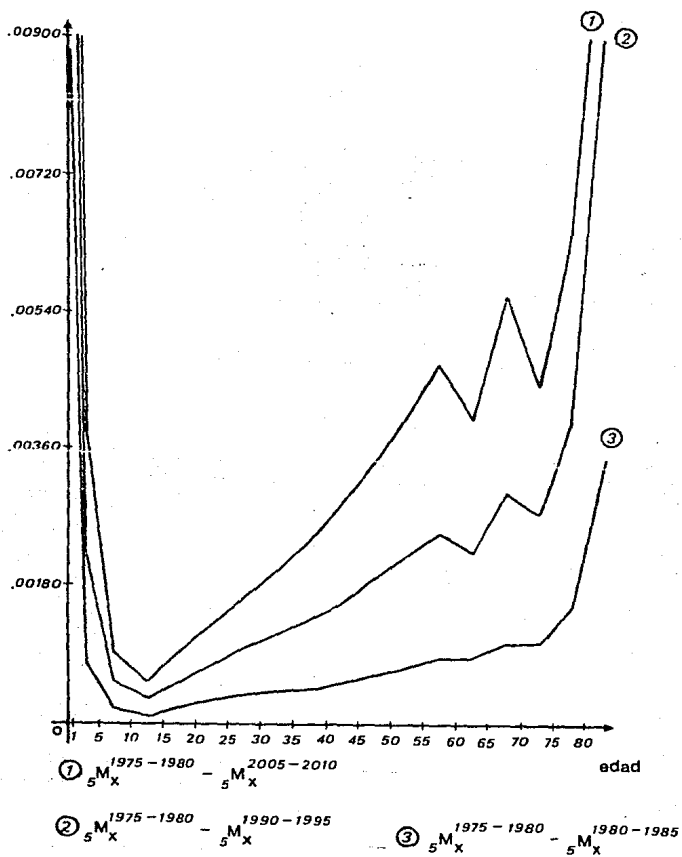
F I G U R A 4 (concluye)

Tasas de Mortalidad (mujeres)



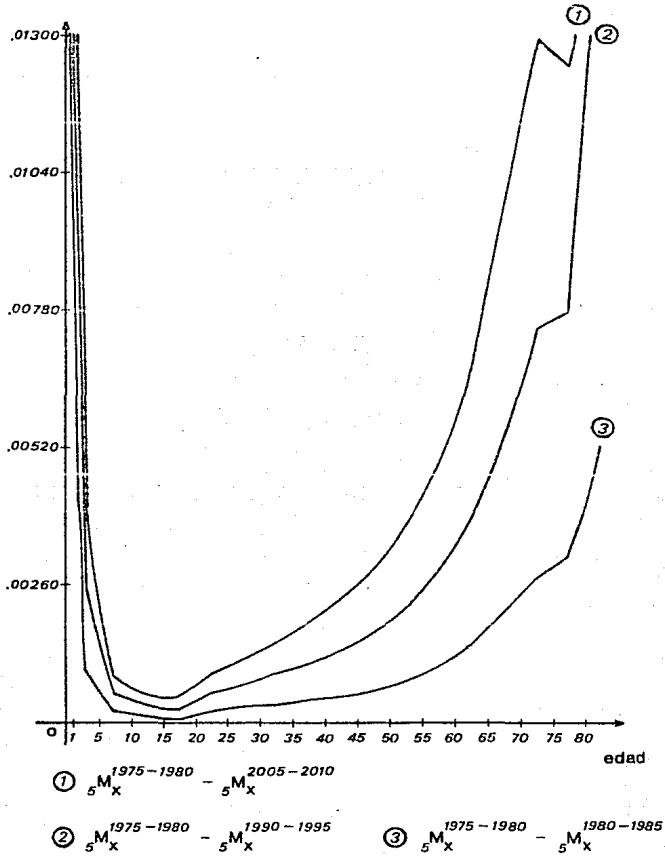
F I G U R A 5

Diferencias Absolutas de Tasas de Mortalidad (hombres)



F I G U R A 5 (concluye)

Diferencias Absolutas de Tasas de Mortalidad (mujeres)



4. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos mostrado una aplicación del proceso de cadenas de Markov, para la proyección de tablas de mortalidad para México, -- para los seis quinquenios del período 1980-2010.

Una vez determinada la información necesaria, cuidando que presentara las características idóneas para la aplicación, se eligieron como - datos iniciales las defunciones de las tablas de mortalidad para los - quinquenios 1970-1975 y 1975-1980, debido a que son las más confiables y recientes de que se dispone.

Los resultados fueron congruentes con las tendencias observadas para la especie humana, y sobre todo, de la experiencia de países que han - desarrollado gran cantidad de estudios relativos al tema.

Conviene destacar que el modelo no es necesariamente el mejor, ya - que existe una gran cantidad de métodos para proyectar la mortalidad. Sin embargo, ofrece la ventaja que reproduce las tendencias recientes en los cambios del fenómeno, sin necesidad de recurrir a tablas modelo o hipotéticas de mortalidad.

El método para deducir la matriz de probabilidades de transición, - ofrece una atractiva posibilidad para su aplicación a otros fenómenos, como por ejemplo la nupcialidad, la migración, la participación en la actividad económica, etc. Aunque no se debe olvidar el supuesto markoviano: la propensión a moverse entre estados sólo depende del último y no de los anteriores, es decir, que la población "olvida su pasado".

B I B L I O G R A F I A C I T A D A

JUAN CARLOS LERDA (1967), "Aplicación de un proceso en cadena de Markov a la proyección de la mortalidad, por sexo y grupos de edad". Centro Latinoamericano de Demografía, Santiago de Chile (Serie C No. 106). Inédito.

SPP, CONAPO y CELADE (1983), México. Estimaciones y Proyecciones de Población 1950-2000. Secretaría de Programación y Presupuesto, Consejo Nacional de Población y Centro Latinoamericano de Demografía. México, D.F.

PAUL G. HOEL, SIDNEY C. PORT y CHARLES J. STONE (1972), Introduction to Stochastic Processes. Houghton Mifflin Company, Boston.

P.S. NAIR (1985), "Estimation of Period-Specific Gross Migration Flows - from Limited Data: Bi-proportional Adjustment Approach". Demography 22(1): 133-142.

ANSLEY J. COALE (1972), The Growth and Structure of Human Populations. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

---- y PAUL DEMENY (1966), Model Regional Life Tables and Stable Populations. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

EDUARDO ARRIAGA, PATRICIA ANDERSON y LARRY HELIGMAN (1976), Computer Programs for Demographic Analysis (CPDA). U. S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Washington, D. C.