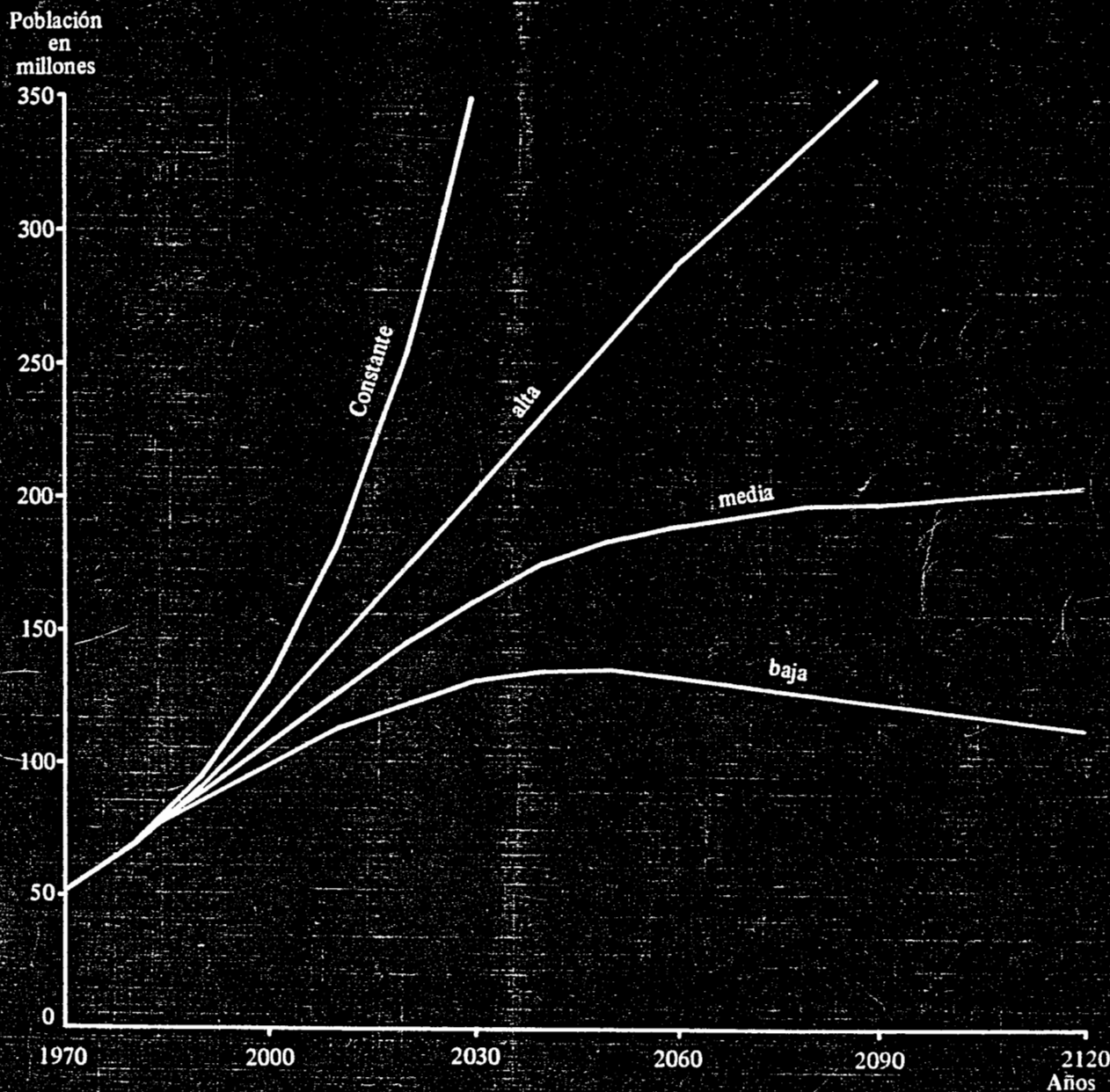


ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN



Manuel Rincón

CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFÍA

ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN

Manuel Rincón

Serie B. No. 1010



CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFÍA

San José, Costa Rica
Marzo de 1984

CONTENIDO

Página

I. INTRODUCCION

1. Consideraciones generales:..... 1

II. PRINCIPIOS GENERALES Y METODOS DE CALCULO DE POBLACION

2. Estimaciones, proyecciones y previsiones demográficas..... 3
3. Importancia de las proyecciones de población..... 4
4. La función de las proyecciones demográficas en la planificación..... 5
5. Algunas formas de clasificación de las proyecciones de población..... 6
6. Métodos generales para la elaboración de proyecciones de población..... 8
7. Métodos matemáticos de estimación y proyección..... 8
8. Métodos demográficos..... 9
9. Métodos económicos..... 9
10. Otros métodos.....
11. Elementos básicos para la elaboración de una proyección de población..... 10

III. CALCULOS GLOBALES DE POBLACION

12. Estimaciones globales..... 11
13. Estimaciones globales con la ecuación compensadora..... 11
14. Estimaciones y proyecciones globales por procedimientos matemáticos..... 12
15. Estimaciones globales en base a la función logística..... 13
16. Ajuste de datos censales a una función logística..... 16

IV. PROYECCIONES DE POBLACION POR SEXO Y GRUPOS DE EDADES

17. Proyecciones de población por componentes..... 20
18. Importancia de la edad en las proyecciones de población por componentes..... 20
19. Etapas e insumos necesarios para una proyección por componentes..... 21

20.	Programa de proyecciones de población por componentes elaborado por las Naciones Unidas. Datos básicos necesarios.	22
21.	Etapas básicas del programa de proyecciones de población de las Naciones Unidas.....	23
22.	Población base para una proyección por componentes.....	26
23.	Población base de 0-4 años.....	26
24.	Población base de 5-9 años.....	28
25.	Población base de 10 y más años.....	28
26.	Formulación de las hipótesis de evolución de los componentes demográficos.....	29
27.	Proyección de la mortalidad.....	30
28.	Proyección de la esperanza de vida al nacimiento.....	32
29.	Proyección de la mortalidad por edad.....	32
30.	Proyección de la fecundidad.....	40
31.	Proyección del nivel de fecundidad.....	43
32.	Proyección de la fecundidad por edad.....	51
33.	Métodos de proyección de la estructura de la fecundidad por edades.....	54
34.	Proyección de la fecundidad mediante la función de Gompertz	55
35.	Proyección de la estructura y de las tasas de fecundidad..	61
36.	Determinación de los nacimientos estimados para el período de proyección.....	69
37.	Proyección de la migración.....	71
38.	Proyección de la población por sexo y edad.....	73
39.	Estimación de las defunciones ocurridas en un quinquenio..	76

V. PROYECCIONES SECTORIALES

40.	Conceptos generales y métodos de proyección.....	79
41.	Proyecciones de población de áreas geográficas.....	81
42.	Proyecciones de población urbana y rural por el método de las Naciones Unidas.....	82
43.	Proyección de la población urbana y rural por sexo y grupos de edades por el método del DCUR.....	92
44.	Proyección de ciudades, grupos de ciudades y subregiones..	99
45.	Proyección de la población económicamente activa.....	104
46.	Proyección de las tasas de actividad.....	107
47.	Proyección de la población económicamente activa por el método del diferencial.....	111
48.	Proyecciones de hogares y familias.....	116
49.	Proyección del número de hogares mediante tasas de jefatura.....	120

	Página
50. Proyección de las tasas de jefatura a partir del diferen - cial de crecimiento de los jefes y no jefes de hogar (DCJR)	125
51. Validez de las proyecciones y necesidad de su revisión pe- riódica.....	128
BIBLIOGRAFIA.....	131

* * *

I. INTRODUCCION

1. Consideraciones generales

Es incuestionable que, en virtud de la complejidad de las actividades humanas en el mundo moderno, la acción gubernamental encaminada a la búsqueda de un mayor bienestar para sus habitantes se ha de apoyar en la elaboración, formulación y ejecución de programas de desarrollo económico y social.^{1/} Tal acción requiere de una amplia información sobre los más variados aspectos cualitativos y cuantitativos relativos al futuro de la población. Dicho futuro se encuentra vinculado, claro está, a la evolución histórica pasada y presente.

En este sentido gran parte del esfuerzo que se realiza en el campo del análisis demográfico se orienta a establecer las características de la evolución histórica y de la situación demográfica reciente de los diversos grupos humanos que conforman una sociedad, en términos de su tamaño, comportamiento reproductivo, niveles de salud, distribución y movilidad espacial, composición por sexo y grupos de edades, su participación en las actividades económicas y muchos otros aspectos relacionados. Se requiere en resumen, un amplio diagnóstico del desarrollo histórico de la población.

Esta etapa de diagnóstico, a la vez, es la base fundamental para llevar adelante la labor de prever anticipadamente la dinámica y desarrollo futuro de la población, ya sea respecto a su tamaño, al tamaño y a las características de los subgrupos más importantes que la conforman o de los propios componentes del crecimiento demográfico. Es importante, por ejemplo, entender el impacto que producen las tendencias del comportamiento reproductivo de las personas sobre las condiciones de la fecundidad y, en última instancia, sobre el crecimiento de la población. Se puede también intentar establecer los costos económicos y sociales del envejecimiento que acompaña al descenso de la fecundidad.

^{1/} Naciones Unidas define el concepto de planificación así: "En términos generales, cabe describir la planificación como el proceso racional mediante el cual se determina y se define la mejor manera de alcanzar ciertas metas con los medios disponibles. Así pues, puede decirse que la planificación económica y social implica la traducción de los objetivos generales de la política económica y social en un conjunto de metas coherentes y cuantificadas, y la selección y determinación de los medios necesarios para alcanzar esas metas". Naciones Unidas. Factores determinantes y consecuencias de las tendencias demográficas. ST/SGA/SER.A/50 Volumen I, cap. XVI.

En términos más concretos, se necesita información que permita evaluar la demanda de servicios tales como los de vivienda, educación, salud, recreación y de muchos otros servicios sociales que resultan indispensables para lograr el más amplio bienestar de la población.

Así, un problema fundamental de la planificación es el vinculado con el crecimiento y composición de la fuerza de trabajo; la planificación del empleo requiere contar con una cierta gama de ilustraciones demográficas, respecto al tamaño y composición de la población y tener presente también que las posibilidades de producción dependen del tamaño y composición futura de la población económicamente activa, de su distribución por ramas de actividad económica y de su productividad; la población económicamente activa está dependiendo a su vez de la evolución demográfica más o menos reciente además del desarrollo en el campo de la educación y capacitación profesional.

Todo esto hace que la preparación y revisión sistemática de las proyecciones de población deba ser una actividad permanente y continua -y por tanto fundamental- en el ámbito de la demografía. La tarea es más fácil, y los resultados de mejor calidad, cuando se apoya en el conocimiento del desarrollo histórico más reciente de dicha población.

En otro orden de cosas, aunque los requerimientos de proyecciones de población son enormes y crecientes, también ha mejorado la capacidad para su preparación. Por una parte es bueno mencionar el avance y progreso que se ha logrado en relación al conocimiento de los componentes demográficos, particularmente de la fecundidad y mortalidad. El desarrollo tecnológico, a su vez, ha posibilitado la consideración de un mayor número de factores que influyen sobre la fecundidad, así como su consideración e incorporación en la extrapolación de sus tendencias futuras; factores como la nupcialidad, el número deseado de hijos, el uso de anticonceptivos son, entre otros, las nuevas variables que pueden considerarse para prever el futuro demográfico de una población.

Por último, cabe mencionar que el desarrollo de la informática permite hoy en día hacer cálculos de población a un costo relativamente bajo, en tiempo muy corto y, cosa muy importante, eliminando la posibilidad de error que se origina en la manipulación de grandes masas de datos.

II. PRINCIPIOS GENERALES Y METODOS DE CALCULO DE POBLACION

2. Estimaciones, proyecciones y previsiones demográficas

Es corriente que a los términos de estimación, previsión y proyección de población se les dé el mismo significado, o se les tome como términos equivalentes. Vale la pena aclarar que una "estimación demográfica" es, más que nada, un indicador o un valor calculado de un parámetro de la población, por ejemplo, el número medio de hijos por mujer determinados en base a datos de una encuesta, la edad media de la población derivada de un censo de población, y otros similares.

A su vez, el término "estimación de población", debe interpretarse más bien como el volumen de personas que se considera tiene o tuvo una población en un momento específico en el tiempo. Tal estimación no es el producto de una medición directa, pero para obtenerla se tuvo en cuenta alguna información sobre la población; por ejemplo, la estimación de las cantidades de habitantes en diversos momentos entre dos censos.

Por otra parte, el Diccionario Demográfico Plurilingüe define el concepto de "Proyección de Población" de la siguiente manera: "se entiende por proyección demográfica, el resultado de los cálculos hechos sobre la evolución futura de una población, partiendo de ciertas hipótesis sobre la fecundidad, la mortalidad y las migraciones. Si las hipótesis elegidas se consideran verosímiles, porque se fundan en el análisis de una situación concreta, se habla de perspectivas demográficas".^{2/}

Así pues, una proyección de población es el resultado de un conjunto de estimaciones demográficas y de población, elaboradas mediante ciertos procedimientos -demográficos, matemáticos o conjeturales- por medio de los cuales se busca establecer las tendencias más plausibles de las variables determinantes de la dinámica poblacional y con ello la derivación de los volúmenes de población y de sus principales características.

^{2/} Naciones Unidas, Diccionario Demográfico Plurilingüe, Estudios de Población Nº 29, ST/SGA/SERIE #29 Nueva York, 1959.

Conviene mencionar, no obstante, que no siempre los cálculos sobre el futuro de una población buscan llegar a la determinación de las cifras más probables que se podrían alcanzar. Se pueden construir situaciones teóricas para determinar, por ejemplo, lo que pasaría si se mantuvieran constantes ciertas condiciones de mortalidad y fecundidad; evaluar los efectos y consecuencias de determinadas políticas sobre migración (de entrada o salida); determinar las condiciones que deben crearse para alcanzar cierto tamaño poblacional, etc. En resumen, se pueden utilizar las proyecciones de población para evaluar la utilidad, factibilidad y consecuencias de ciertas propuestas sobre política demográfica de un país.

3. Importancia de las proyecciones de población

Los incrementos cada vez mayores de la población, la acentuada movilidad espacial y social, la enorme división social del trabajo que se deriva de la heterogeneidad de las actividades humanas en la era moderna, hacen que las funciones de administración pública sean cada vez más complejas y difíciles. Tal situación lleva a los gobiernos a preocuparse por la planificación y ejecución de programas económicos y sociales con miras a lograr una utilización más racional de los recursos naturales y humanos disponibles y satisfacer las demandas de bienes y servicios requeridos por la población.

Al preparar una proyección de población se busca, en realidad, mostrar la potencialidad del desarrollo cuantitativo que puede esperarse, aunque de ninguna manera llegar a predicciones o pronósticos de una situación que inevitablemente ha de ocurrir. Lo que se pretende, al final, es proporcionar los elementos que muestren las consecuencias que, a corto, mediano y largo plazo, puedan tener ciertas tendencias demográficas que se supone podrían ocurrir teniendo en cuenta la experiencia histórica del pasado inmediato.

La preparación de las proyecciones de población de un país particular puede tener muy variados propósitos, pero en líneas generales puede decirse que la labor en este campo se orienta a:

- a) Ilustrar, mediante un modelo determinado, cuáles son o serán los efectos cuantitativos de ciertos factores contingentes que merecen consideración particular. Por ejemplo, conocer el efecto de los cambios en las variables demográficas, la mortalidad, la fecundidad y la migración, así como también los efectos de los cambios en las condiciones económicas y sociales.

- b) Comparar una situación hipotética con una situación real para evaluar el efecto de las modificaciones establecidas o de situaciones ya presentadas.
- c) Obtener estimaciones básicas de la población útiles para el análisis demográfico o como elementos para otros cálculos demográficos.
- d) Producir resultados alternativos de los volúmenes de población y de sus características (sexo, edad, distribuciones geográficas, etc.), asociados a consideraciones variadas sobre la factibilidad de evolución futura en las condiciones demográficas.

4. La función de las proyecciones demográficas en la planificación

El papel que juegan las proyecciones demográficas como insumos básicos para la planificación económica y social es fundamental. Esto es cierto porque en todo momento la población debe ser considerada en relación a su doble función en la sociedad, su participación como consumidora de bienes y servicios (aspecto que, al menos teóricamente, ningún ser humano puede evitar), y la necesidad de generación de los bienes y servicios indispensables para el sostenimiento de ella misma. Este último aspecto, se concentra en determinados sectores de la respectiva población.

En general, se considera que las medidas destinadas a modificar las tendencias demográficas, y que por lo tanto influyen en el crecimiento futuro de las necesidades de bienes y servicios y en el tamaño y composición de la fuerza de trabajo, deben ser parte esencial en los programas nacionales de desarrollo. Es por ello que las proyecciones demográficas son, cada vez más, instrumentos indispensables para establecer, con cierto margen aceptable de error, aspectos tales como:

- a) El número de consumidores de bienes y servicios, clasificados por sus múltiples características (sexo, edad, distribución geográfica, tamaño y composición familiar, niveles de instrucción, etc.).
- b) Los volúmenes y características de los potenciales de oferta y demanda de mano de obra, factores esenciales para la programación del empleo y la producción de los bienes.

Las proyecciones de población son, por tanto, la forma fundamental y básica para calcular anticipadamente la capacidad productiva y las necesidades básicas de una nación. Además, cuanto más amplia y desarrollada

sea una sociedad, tanto mayor será la cantidad y especificidad de la información requerida para la preparación de sus planes de desarrollo económico y social.

Así pues, los tipos de proyecciones de población requeridos para la elaboración de programas de desarrollo variarán de un país a otro y de tiempo en tiempo, más bien en función de su estado de desarrollo y de las características propias de su sistema socioeconómico. No hay duda que cuando se está ante una situación de planificación centralizada, los requerimientos serán distintos que en el caso de la planificación para una economía de mercado.

5. Algunas formas de clasificación de las proyecciones de población

Independientemente de la configuración del sistema de planificación, es necesario que las proyecciones de población se vayan elaborando conforme a un plan y con propósitos que permitan satisfacer objetivos bien específicos. Las prioridades, en general, están tanto condicionadas por los requerimientos para la planificación económica, como también por la posibilidad de disponer de datos demográficos básicos que las sustenten. Por otra parte, la tarea de preparación de proyecciones de población deberá cubrir no sólo los aspectos cuantitativos de la población, sino que también algunos elementos de orden cualitativo.

Un primer aspecto que se puede mencionar en relación a las proyecciones de población es el de la extensión o período para el cual se hacen las estimaciones. Respecto a este punto, las proyecciones de población se definen de la siguiente forma:

- a) Proyecciones a corto plazo. Se consideran como tales las estimaciones de población que se hacen para períodos de más o menos cinco años. Como en general se apoyan en un conocimiento adecuado de las condiciones demográficas más recientes y dado que los supuestos que se hacen difícilmente estarán tan lejos de la realidad, los resultados sin duda se pueden considerar como fidedignos. Este tipo de proyecciones es de suma importancia para la elaboración, entre otras cosas, de los planes quinquenales de desarrollo.
- b) Proyecciones de mediano plazo. Pueden considerarse como tales las que se hacen para un período futuro hasta de 15 o 20 años. Son menos confiables que las proyecciones de corto plazo pero, sin duda, reflejan las tendencias generales de la dinámica de la población. Son importantes además para la preparación de proyectos globales de desarrollo, construcción de redes de comunicación, redes de servicios, hospitales, aulas, etc.

- c) Proyecciones de largo plazo. En general se consideran como tales las proyecciones que buscan cubrir períodos de 30 o más años. Su interés es, ante todo, mostrar cuál sería la magnitud y composición de la población en un período más o menos lejano si se cumplen las condiciones que implican las tendencias demográficas incorporadas como supuestos de evolución. Resultan, por otra parte, muy útiles para el análisis teórico -tanto pasado como futuro- de una población.

En otro orden de cosas, se tiene que los programas o proyectos nacionales de planificación económica y social, requieren de diversos conjuntos de estimaciones para grupos o sectores específicos de la población. En la práctica se acepta que basta con un número limitado de proyecciones, entre las cuales la fundamental es la que se refiere a la proyección de la población total de un país, por sexo y grupos de edades. Otras proyecciones de interés prioritario son:

- Proyecciones por zonas de residencia (urbana-rural), por regiones, por sexo y grupos de edades.
- Proyecciones de población por grados de instrucción, estudios realizados o grados de alfabetismo, población en edad escolar y de matrícula escolar, por sexo, grupos de edades y por grados.
- Proyecciones de la fuerza de trabajo clasificada por oferta y demanda, por sexo y grupos de edades.
- Por su importancia como unidades vitales, tanto en términos de la reproducción de la población como por sus consideraciones en términos de unidades de consumo y producción, resultan muy importantes las proyecciones de familias y de hogares. Estas, a su vez, sirven de base para la proyección de las necesidades de vivienda.

Conforme a otros criterios (períodos de referencia, grado de desagregación, métodos, objetivos) es posible clasificar las estimaciones de población de la siguiente forma:

- a) Clasificación según las fechas a que se refieren:

- Estimaciones intercensales
- Estimaciones post-censales
- Proyecciones de población

- b) Estimaciones según el tipo y grado de desagregación de los resultados que se obtienen:

- Estimaciones globales
- Estimaciones desagregadas
- Estimaciones derivadas

c) Según los métodos de proyección:

- Estimaciones y proyecciones matemáticas
- Estimaciones y proyecciones demográficas
- Estimaciones y proyecciones económicas
- Estimaciones y proyecciones conjeturales

d) Según los propósitos:

- Proyecciones realistas, o sea previsiones de población
- Proyecciones analíticas, o sea modelos teóricos para análisis
- Proyecciones de referencia

6. Métodos generales para la elaboración de proyecciones de población

El interés por anticipar la dinámica de la población, así como de los componentes demográficos que la determinan, ha llevado a la elaboración de metodologías adecuadas para tal propósito. Los métodos han evolucionado sustancialmente, en forma paralela con el desarrollo de la investigación demográfica y la disponibilidad de información básica en los censos, encuestas y sistemas de registro; muchos métodos ven restringida su aplicación a países que cuentan con estadísticas de relativa buena calidad.

De cualquier forma, todos los métodos de proyección tienen por objeto proporcionar, dentro de ciertos márgenes de error, las mejores indicaciones sobre lo que puede acontecer con el crecimiento de una población y/o de sus componentes, mediante una extrapolación de las tendencias pasadas y la experiencia de otros países con situaciones similares. Cuando las estimaciones futuras de población se realizan con hipótesis que pudieran considerarse como realistas, se puede decir que se llega a un conjunto de "previsiones demográficas". No obstante, toda proyección -independientemente de la cantidad y calidad de información básica y de los instrumentos de cálculo (computadores, por ejemplo)- lleva en sí un grado de incertidumbre que no es posible eliminar.

7. Métodos matemáticos de estimación y proyección

Son aquellos métodos que permiten cálculos de población apoyados en la observación de las tendencias pasadas del crecimiento de la población y/o de sus componentes, utilizando tales tendencias para adecuar alguna función de tipo matemático. Funciones lineales, geométricas, exponenciales, logísticas son las usadas con más frecuencia.

8. Métodos demográficos

Se trata, como su nombre lo indica, de métodos que se apoyan en la consideración directa y en forma separada de cada uno de los componentes del crecimiento de la población (la fecundidad, la mortalidad y la migración). Con base en el análisis de sus tendencias pasadas y de su situación actual, se trata de proyectar los posibles comportamientos futuros de las mismas, y con ello preparar las proyecciones de población.

9. Métodos económicos

Son métodos de estimación que, para la formulación de hipótesis, se apoyan en los análisis de las variaciones en el comportamiento de variables económicas, de las interrelaciones con las variables demográficas y, en el estudio del efecto de esos cambios sobre el crecimiento de la población.

10. Otros métodos

En muchas oportunidades, las deficiencias de información básica son de tal magnitud que es imposible la utilización de alguna de las formas de proyección anteriores. Existen otros procedimientos más burdos, utilizables en condiciones de inexistencia de información básica o información tan deficiente que impide la aplicación de métodos como los matemáticos. Dichos métodos, denominados "conjeturales", se apoyan en el uso de información de base por lo regular muy débil y global, y en muchas oportunidades se trata, incluso, de puras especulaciones.

Una estimación conjetural puede ir desde una simple especulación hasta una estimación burda, determinada o apoyada por la observación de algún tipo de información relacionada con la población que se estima (número de hogares, número de contribuyentes fiscales, superficie de la tierra) y que se multiplica por algún coeficiente que los vincule (número medio estimado de personas por hogar, para el primer caso, densidad por área en el último).

Se dice entonces que un cálculo de población es una "conjetura", si las estimaciones que se proveen no se fundamentan en datos relativos a la población en sí, sino, más bien, en información -cualitativa o cuantitativa- de factores relacionados con ella.

11. Elementos básicos para la elaboración de una proyección de población

Independientemente de los métodos y de los propósitos que se tengan en cuenta para elaborar proyecciones de población, es indispensable que del análisis de la situación y evolución demográfica más reciente se puedan derivar dos elementos básicos:

- a) La determinación de una población base, conforme a las exigencias o interés que pueda existir en cuanto a especificidad de los resultados que se requieren: a nivel global, por sexo, por edad, urbano, rural, etc.
- b) La formulación, en los términos que corresponda, de las características de evolución futura prevista, para los componentes demográficos o de los indicadores de crecimiento que se requieren para la aplicación del modelo de proyección.

Así pues la elaboración de una proyección de población consiste ante todo en la construcción de estos dos elementos. Los resultados van a depender de la calidad alcanzada en la etapa de diagnóstico y de la preparación de estos insumos.

Un aspecto adicional que cabe mencionar es que la complejidad de la vida moderna hace que la planificación socioeconómica sea también compleja, y demande que las previsiones de población hacia el futuro se necesiten con mayor detalle. Este aspecto acrecienta la necesidad de información básica y de los estudios demográficos correspondientes, ya que el desarrollo de las proyecciones demográficas (en calidad y cantidad) requeridas para la planificación socioeconómica, se encuentra estrechamente ligado a la evolución y desarrollo de las fuentes de información y de la investigación y conocimiento demográfico de la población.

En ese sentido, aun con las dificultades y limitaciones que pueden existir, fundamentalmente en los países en vías de desarrollo, las proyecciones de población -como instrumentos útiles a la planificación económica y social- justifican el esfuerzo para prepararlas.

Por otra parte, teniendo en cuenta la incertidumbre que existe en la determinación de los elementos básicos de una proyección (la población base y las hipótesis de evolución futura de los componentes del crecimiento), se considera conveniente preparar por lo menos tres proyecciones alternativas (alta, media, baja). Esto es preferible porque aún en las mejores condiciones sobre la calidad del diagnóstico de la evolución más

reciente, nunca será posible prever el futuro con certeza. Siendo utópico hacer una predicción en sentido estricto, una única alternativa resulta menos útil para efectos de planificación.

Debe buscarse, en todo caso, que la variación entre las alternativas alta y baja, proporcione con seguridad razonable, en términos de probabilidad, los límites entre los que podría variar la población futura. La proyección media será la considerada como más cercana a la realidad.

III. CALCULOS GLOBALES DE POBLACION

12. Estimaciones globales

Para múltiples usos (cálculo de tasas demográficas, indicadores económicos y sociales), resultan útiles los cálculos de población a nivel global para fechas determinadas, ya sean intercensales o postcensales. Este tipo de cálculo requiere, por lo general, una menor elaboración y su obtención es posible por métodos alternativos de tipo matemático o demográfico.

13. Estimaciones globales con la ecuación compensadora

Un procedimiento corriente para calcular poblaciones a fechas corrientes (anualmente, por ejemplo), es la ecuación compensadora; se apoya el cálculo en los censos de población y en la información de las estadísticas de nacimientos y defunciones. El modelo de proyección basado en la ecuación compensadora tiene la siguiente forma:

$$N^t = N^0 + B - D + I - E$$

Si la estimación se refiere al total del país, y éste se puede considerar como una población cerrada, la ecuación se transforma en:

$$N^t = N^0 + B - D$$

El modelo de la ecuación compensadora resulta útil para hacer estimaciones de población en forma reiterada, ya sea para fechas específicas en períodos intercensales o para fechas más allá del último censo disponible. De hecho, este método es usado, por las oficinas nacionales de estadística, para producir las estimaciones de población que se publican en los anuarios estadísticos.

Es necesario tener presente que, aunque la metodología es muy simple, el principal problema radica en la disponibilidad -oportuna y de calidad adecuada- de las estadísticas sobre nacimientos y defunciones. Por otra parte, su aplicación a poblaciones abiertas tiene como problema adicional la falta de información sobre los movimientos migratorios.

14. Estimaciones y proyecciones globales por procedimientos matemáticos

Es corriente que se hagan estimaciones y proyecciones de población, a nivel global, mediante procedimientos matemáticos. Se pueden mencionar, por ejemplo, las estimaciones a partir de métodos de interpolación y las que se hacen a base de funciones de tipo lineal, geométrico, exponencial, logístico.

Al utilizar métodos matemáticos, se supone que el crecimiento de la población sigue un ritmo regular y que las condiciones socioeconómicas se mantendrán en el futuro o variarán en forma muy gradual. La selección de las funciones a utilizar se apoya, a su vez, en consideraciones sobre las tendencias de los incrementos de la población, observados en dos o más momentos, y su ajuste para derivar las estimaciones fuera o al interior del período considerado.

Es necesario, no obstante, tener presente que se pueden producir discrepancias importantes entre las estimaciones realizadas por métodos matemáticos y la realidad. En este sentido, cabe mencionar.

- a) Los métodos de ajuste a curvas matemáticas sólo son satisfactorios para previsiones a corto plazo.
- b) Los procedimientos matemáticos, al usarse en proyecciones globales, no toman en cuenta, entre otras cosas, la estructura por edad de la población, particularmente por sexo y grupos de edad y la influencia que ésta tiene sobre el comportamiento demográfico de la población.

Es común hacer estimaciones globales de la población apoyándose en polinomios u otros tipos de funciones particulares. Se tienen, por ejemplo, las estimaciones hechas a partir de supuestos de evolución lineal, geométrica o exponencial, de la forma que se indica en las siguientes relaciones:

$$N^t = N^0 \cdot (1 + rt) \quad \text{crecimiento lineal}$$

$$N^t = N^0 \cdot (1 + r)^t \quad \text{crecimiento geométrico}$$

$$N^t = N^0 \cdot e^{rt} \quad \text{crecimiento exponencial}$$

La segunda fórmula proporciona estimaciones un poco más elevadas que la primera, en tanto que la tercera conduce a estimaciones más elevadas que las que resultan con la segunda. Esto es así porque es fácil demostrar que:

$$(1 + rt) \leq (1 + r)^t \leq e^{rt}$$

Las tasas de crecimiento necesarias para aplicaciones de esta naturaleza son las que se derivan a partir de los resultados de dos censos de población (tasa de crecimiento intercensal) o tasas derivadas incluso por algún procedimiento indirecto.

15. Estimaciones globales en base a la función logística

Entre los modelos de tipo matemático utilizados en demografía para analizar la tendencia del crecimiento de una población, la función logística es una de las más importantes. Este tipo de función fue usado a

principios del siglo, por Pearl y Reed, para predecir la evolución de la población.^{3/} En la actualidad se sigue empleando en algunas proyecciones demográficas, pues suele presentar una tendencia que, para diversos fenómenos, es muy razonable.

Actualmente se usan supuestos de evolución logística para elaborar proyecciones de la población urbana y rural, poblaciones de pequeñas áreas y de ciudades y otros sectores de población.^{4/} También, como se verá más adelante, se suelen usar funciones logísticas para ajustar y proyectar la tendencia de los niveles de la mortalidad y de la fecundidad.

No hay duda, entonces, que la función logística juega un papel importante en el análisis demográfico y, específicamente, en el trabajo de la elaboración de proyecciones de población. Es aceptable su uso, no sólo porque la función en sí misma es simple, sino porque su tendencia puede ser fácilmente comprendida y asociada al comportamiento de diversos fenómenos de la población.

La función logística, en una de sus expresiones generales, puede escribirse como:

$$Y(t) = \frac{K}{1 + e^{\beta(t)}}$$

En el caso particular de su aplicación a una proyección de población, el valor $Y(t)$ representará la población en el momento t , la constante K expresará el campo máximo de variación (o más precisamente el límite máximo de población que podría esperarse hacia el futuro), mientras que $\beta(t)$ es un polinomio que puede tomar diversas formas, más o menos complejas. Una de las más elementales es el de la línea recta; esto es que $\beta(t) = a + b \cdot t$.

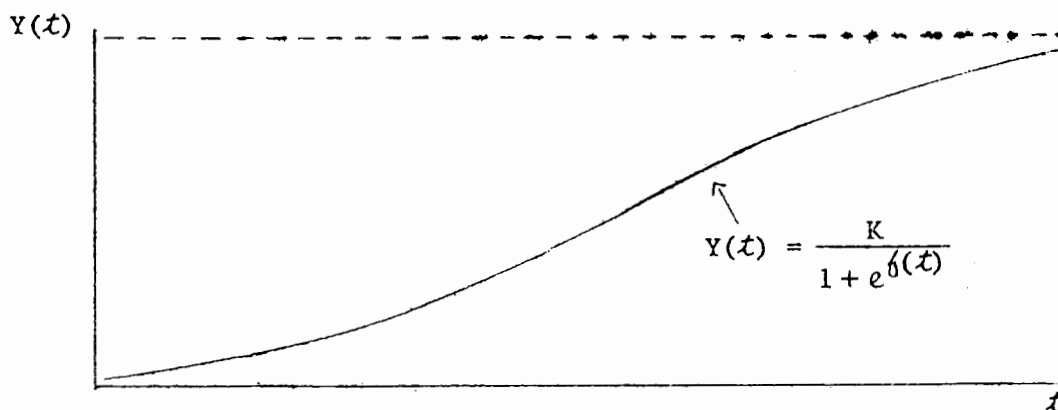
La logística, evoluciona en función del tiempo con las siguientes características:

^{3/} Pearl, Raymond y Reed, Lowell, "On the Rate of Growth of the Population of the United States Since 1790 and its Mathematical Representation". Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 6, págs. 275-288.

^{4/} Naciones Unidas, Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural. Manual VIII, ST/ESA/Ser. A/55, New York, 1975.

- a) Su tasa de crecimiento disminuye en forma constante a partir de una tasa inicial r_0 (valor inicial que corresponde al valor más alto que puede alcanzar r), tendiendo a cero, mientras el valor de $Y(t)$, tiende a K .^{5/}
- b) La curva presenta un período de incremento relativamente lento, con aceleración permanente.
- c) Existe un punto de incremento máximo, que coincide con el punto de inflexión de la curva y alrededor del cual la curva es simétrica.
- d) Al final, la curva muestra un proceso de desaceleración, siempre a partir del punto de inflexión (ver gráfico 1).

Gráfico 1



^{5/} Lotka, A.J., Teoría analítica de las asociaciones biológicas, CELADE, Serie E No. 5, pág. 106.

16. Ajuste de datos censales a una función logística

El uso de la función logística para propósitos de preparar estimaciones y hacer proyecciones globales de población, requiere información sobre una serie mínima de censos de población. En el cuadro 1 se hace el ajuste de la información sobre la población total de Costa Rica en los censos de los años 1950, 1963 y 1973.

Cuadro 1

COSTA RICA: AJUSTE DE UNA FUNCION LOGISTICA A LAS POBLACIONES CENSADAS EN LOS AÑOS 1950, 1963 Y 1973. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Año	t	Población N_t a/	$u = \frac{K - N_t}{N_t}$	$\ln u = z$	tZ	t^2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1950	0	857 096	4,25029	1,44699	0	0
1963	13	1 381 333	2,25772	0,81436	10,58668	169
1973	23	1 862 124	1,41660	0,34826	8,00998	529
	36			2,60961	18,59666	698

a/ Dirección General de Estadística y Censos, Censo de Población de 1950, 1963 y 1973.

El modelo logístico aplicado a los datos de la población tendrá la forma:

$$N(t) = \frac{K}{1 + e^{a+b \cdot t}}$$

Es necesario derivar los valores de los parámetros a y b y fijar el nivel de la asíntota K . Con un valor de K igual a 4.5 millones, cifra que podría representar el punto hacia el cual va a tender y estabilizarse la población de Costa Rica, se derivan los parámetros a partir de un procedimiento estadístico. El más común -el método de los mínimos cuadrados- requiere solucionar la siguiente ecuación lineal, que se obtiene de la logística:

$$z = a + b \cdot t = \ln \left(\frac{k - N(t)}{N(t)} \right)$$

con las ecuaciones normales, que resultan de los cálculos del cuadro 1, se llega a los siguientes valores:

$$a = 1,44359 \quad b = -0,04781$$

En estas condiciones, la evolución de la población de Costa Rica podría ser expresada en base a una función logística que tiene la siguiente forma:

$$N(t) = \frac{4\,500\,000}{1 + e^{1,44359 - 0,04781 \cdot t}}$$

ecuación particular que, condicionada por el valor de la asíntota y por los tres valores censales utilizados, sirve para hacer estimaciones de la población para fecha intercensales o extrapolaciones hacia el futuro o hacia el pasado. En el cuadro 2 se muestran los resultados, para los momentos censales y para otras fechas, hasta el año 2000. En el gráfico 2, se indican los puntos correspondientes a las cifras censales y las cifras estimadas para diversos años, incluidos algunos anteriores a 1950.

Cuadro 2

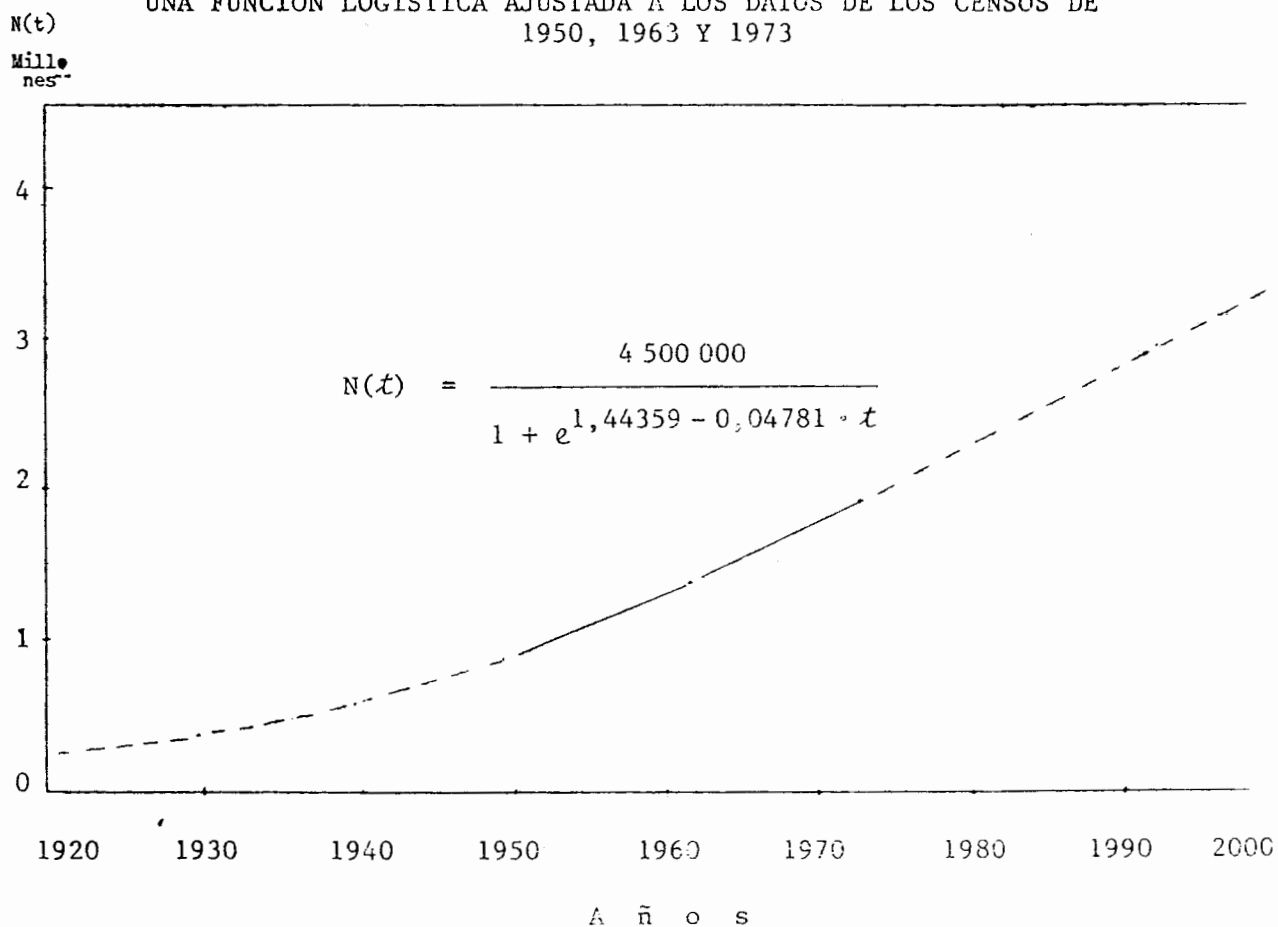
COSTA RICA: ESTIMACION DE LA POBLACION DE AMBOS SEXOS PARA
EL PERIODO 1950-2000 POR MEDIO DE UNA FUNCION LOGISTICA

Año	t	$\hat{z}$	$e^{\hat{z}}$	$1 + e^{\hat{z}}$	$N^t = \frac{K}{1 + e^{\hat{z}}}$	n
1950	0	1,44358	4,23588	5,23588	859 454	36,74
1960	10	0,96549	2,62607	3,62607	1 241 012	33,93
1963	13	0,82206	2,27518	3,27518	1 373 970	31,45
1970	20	0,48739	1,62806	2,62806	1 712 289	28,80
1973	23	0,34396	1,41052	2,41052	1 866 817	27,42
1975	25	0,24834	1,28190	2,28190	1 972 041	25,44
1980	30	0,00929	1,00933	2,00933	2 239 552	21,18
1990	40	-0,46881	0,62575	1,62575	2 767 953	15,81
2000	50	-0,94691	0,38794	1,38794	3 242 215	

Conviene destacar dos resultados de la aplicación de la función logística a los datos censales. De una parte, las estimaciones para las fechas censales difieren de los valores reales; aunque las diferencias pueden ser pequeñas y variables, esto ocurrirá siempre o casi siempre, ya que es improbable que la función reproduzca todos los puntos. El segundo punto es que, aunque la población sigue creciendo en términos absolutos, la tasa de crecimiento implícita es decreciente a medida que avanza el tiempo.

Gráfico 2

COSTA RICA: ESTIMACIONES DE LA POBLACION TOTAL DEL PAIS A PARTIR DE
UNA FUNCION LOGISTICA AJUSTADA A LOS DATOS DE LOS CENSOS DE
1950, 1963 Y 1973



Fuente: Cuadros 1 y 2.

IV. PROYECCIONES DE POBLACION POR SEXO Y GRUPOS DE EDADES

17. Proyecciones de población por componentes

La metodología de proyecciones de población conocida como "Método de los componentes" es uno de los modelos más elaborados y útiles en el campo del análisis demográfico, ya que proporciona mayor información y elementos analíticos para fines de planificación. Un aspecto importante que caracteriza al modelo de componentes es que considera en forma independiente el comportamiento de las variables demográficas (mortalidad, fecundidad y migración) y, adicionalmente, contempla la edad como la variable fundamental y determinante de cada una de ellas.

El modelo de proyección por componentes demográficos puede ser considerado como una generalización del modelo descrito por la ecuación compensadora, utilizando, claro está, la edad como variable básica. La ecuación compensadora, en términos generales, tiene la forma:

$$N^t = N^0 + B - D + I - E$$

Al proyectar la población por este método, se está considerando que los cambios en el tamaño, composición y distribución geográfica de la población dependen, ante todo y aritméticamente hablando, de las tendencias de la mortalidad, de la fecundidad y de la migración por edad. Cabe anotar además que en la extrapolación de las variables demográficas, de alguna manera, se considera que sus tendencias están determinadas a la vez por las condiciones económico-sociales y demográficas de la misma población.

18. Importancia de la edad en las proyecciones de población por componentes

Una de las características básicas de las proyecciones de población por el método de los componentes es que incorporan la edad como variable fundamental. Su importancia radica en consideraciones como las siguientes:

- a) La edad es el rasgo (variable) más relevante asociado a la condición biológica del hombre. Como una referencia a la fecha de nacimiento de cada persona, su valor no es alterable por factores socioeconómicos y culturales. Bajo tal condición, los diversos grupos de edades -es decir las diversas cohortes de nacimientos- pueden ser tratados como poblaciones independientes.
- b) La edad es una de las variables relevantes en los análisis de la mortalidad. En términos de la edad se sintetizan, en gran parte, los efectos de la mortalidad en una población.
- c) La edad es también fundamental en relación al condicionamiento y comportamiento reproductivo de la población y, por tanto, es una variable básica en los análisis de la fecundidad y nupcialidad.
- d) La edad es la característica demográfica más interesante para vincular muchos aspectos económicos y sociales de la población. Se da sin duda, una alta correlación de la edad con las capacidades económicas, sociales y culturales de las personas y de su movilidad espacial.
- e) La proyección de una población, separando las diversas cohortes que resultan más homogéneas va a reducir, sin duda, el error que se cometa.

Se puede mencionar, además, que las estadísticas sobre las características demográficas, culturales y sociales de la población son recogidas y presentadas, corrientemente, en términos de la edad. También está el hecho de que la edad ha sido, por mucho tiempo, utilizada en los análisis demográficos, y que con ella se han elaborado muchos modelos demográficos en los cuales la edad es el rasgo dominante o central.

19. Etapas e insumos necesarios para una proyección por componentes

La elaboración de proyecciones de población por sexo y grupos de edades, conforme al método de los componentes, requiere la realización de múltiples etapas previas destinadas a definir los insumos requeridos por el modelo:

- a) Es necesario evaluar y analizar todos los datos disponibles sobre la composición por sexo y grupos de edades de la población.

- b) Se requiere efectuar toda la gama posible de estimaciones demográficas sobre la mortalidad, la fecundidad y la migración, hasta obtener aquéllas que se consideran necesarias y representativas de la evolución histórica.
- c) Es necesario establecer una población base, en el punto de inicio de la proyección, compatible con las estimaciones demográficas indicadas en el punto b).
- d) Por último, es necesaria la elaboración de hipótesis de evolución futura de las variables demográficas básicas y la determinación de los modelos (sexo y edad) particulares que, en cada caso, se asocien a los niveles ya proyectados. La adecuada formulación de las hipótesis sobre el comportamiento demográfico futuro, es la parte más importante de la elaboración de una proyección de población.

Al considerar la edad como variable fundamental, y variaciones independientes para cada uno de los componentes del crecimiento demográfico, las proyecciones de población por este método se hacen mediante el seguimiento en el tiempo de cada una de las cohortes de edad, incluidas las cohortes de nacimientos. Los resultados que se derivan por este procedimiento corresponden a períodos de tiempo iguales a los grupos de edades. Si la población base y las estimaciones de los componentes se tienen por grupos quinquenales, cada grupo inicial se transformará en un grupo cinco años más viejo cuando transcurran cinco años.

Por otra parte, al poder derivar resultados con supuestos bien específicos y alternativos, en relación a uno o a varios de los componentes (fecundidad, mortalidad, migración), se tiene la ventaja de conseguir elementos que permiten evaluar las consecuencias relativas de cada una de las diversas alternativas previstas y evaluar su efecto final sobre el crecimiento de la población.

20. Programa de proyecciones de población por componentes elaborado por las Naciones Unidas. Datos básicos necesarios

Las proyecciones nacionales de población de los países de América Latina, por sexo y grupos de edades, en las que de una u otra forma participa el CELADE, se elaboran por el método de los componentes. Se utiliza para ello un programa de computación elaborado por la Oficina de Población de las Naciones Unidas, el cual se explica en forma resumida

en el esquema.^{6/} Para su aplicación se requiere la preparación previa de diversos insumos básicos, que constituyen los datos de entrada al modelo.

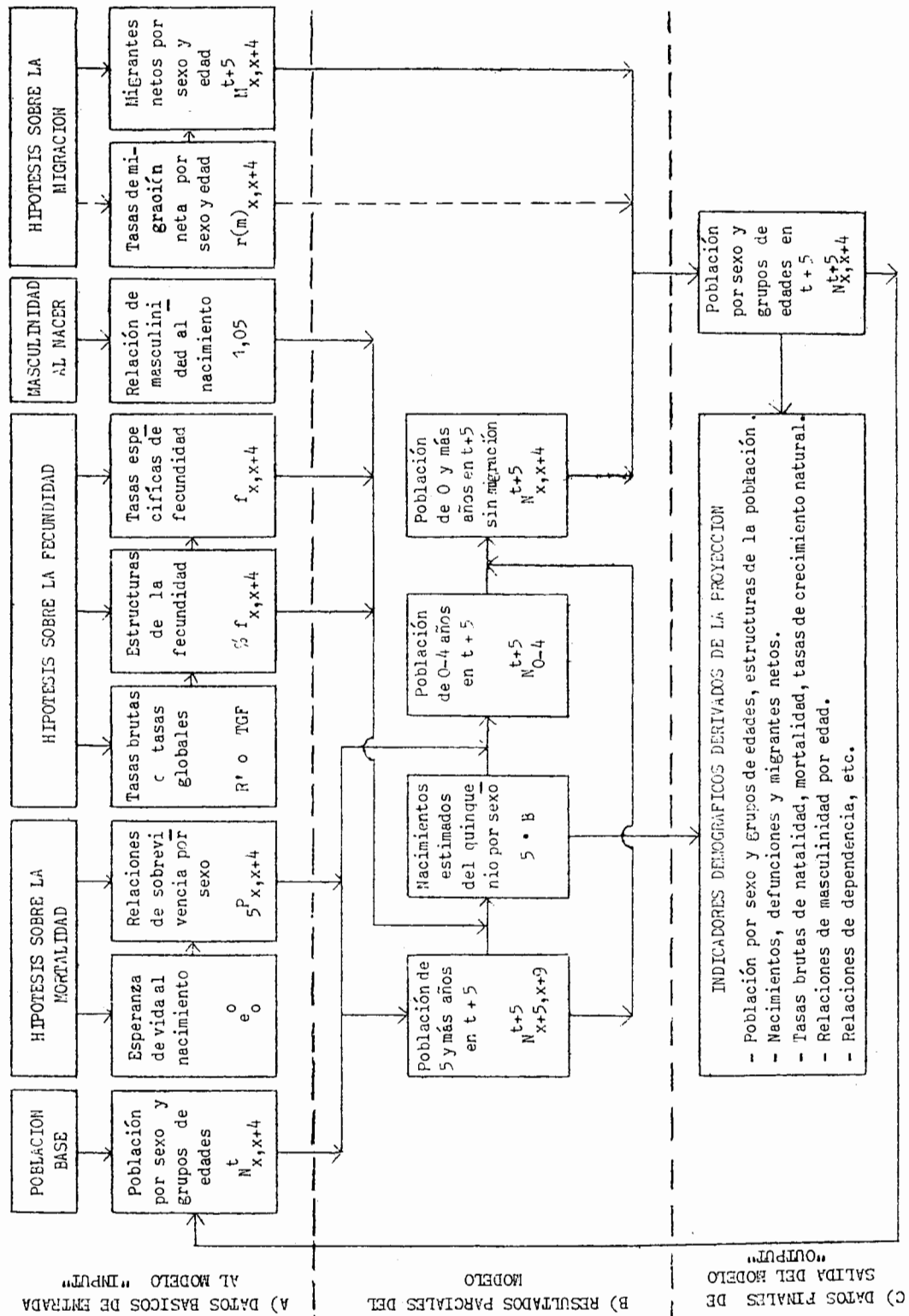
1. Se requiere contar con una distribución de la población por sexo y grupos de edades a la fecha del último censo, la fecha del censo de mejor calidad, o una estimación aceptable para el momento que se toma como fecha de inicio de la proyección. Esto es lo que se conoce como "Población Base".
2. Se necesitan los valores de las relaciones de sobrevivencia, por sexo y grupos de edades, para cada uno de los quinquenios de la proyección. Tales relaciones de sobrevivencia deben ser coherentes con los niveles de mortalidad (esperanzas de vida) proyectadas para cada quinquenio si se trata de proyecciones quinquenales, o anuales en caso de proyecciones anuales.
3. Se deben incorporar los juegos de tasas de fecundidad (o estructuras por edad de la fecundidad) de las mujeres para cada uno de los quinquenios de la proyección. Esta fecundidad por edad debe tener coherencia con los niveles de fecundidad proyectados.
4. Se deben tener las distribuciones por sexo y edad de los migrantes netos, o de las tasas netas de migración, para cada uno de los quinquenios de la proyección. En cualquier caso, deben incluirse los volúmenes de la migración neta.
5. Finalmente, es necesario establecer una hipótesis sobre las condiciones en que se dará la relación de masculinidad de los nacimientos. En este punto, lo más corriente es usar una relación de 1,05.

21. Etapas básicas del programa de proyecciones de población de las Naciones Unidas

Los cálculos de población con el programa de las Naciones Unidas se ejecutan por seguimiento, en sus líneas de vida, de la población en grupos homogéneos de sexo y edad y la obtención de las nuevas cohortes por generación de los nacimientos respectivos en base a las mujeres en edad

^{6/} United Nations, A User's Manual to the Population Projection Computer Programme of the Population Division of the United Nations. ESA/P/DP.77,26. January 1982.

ESQUEMA DEL MODELO DE PROYECCIONES DE POBLACION POR COMPONENTES



fértil y seguimiento en sus respectivas líneas de vida. Los elementos enumerados en el punto (20) constituyen los datos de entrada al programa de computación; su ejecución se realiza en base a los siguientes pasos:

- a) Siguiendo un esquema de cohortes de edad, mediante las probabilidades de supervivencia por sexo y grupos de edades quinquenales, se deriva el número de sobrevivientes estimados al final del período de cinco años, de las cohortes iniciales (población base), por sexo y grupos de edades.
- b) Con los conjuntos de tasas de fecundidad por edad proyectadas, aplicadas al número de mujeres sobrevivientes por grupos de edades (estimadas a mitad de cada quinquenio), se obtiene el número de nacimientos que ocurrirán anualmente y con ellos los nacimientos del quinquenio. El total de nacimientos así estimados se distribuyen por sexo mediante las relaciones de masculinidad al nacimiento (en general, para este tipo de cálculos, se considera que nacen 105 varones por cada 100 nacimientos femeninos).
- c) Utilizando las relaciones de supervivencia al nacimiento, por sexo se completan las estimaciones de la población de 0 a 4 años, que corresponden, sin duda, a los sobrevivientes de los nacimientos de los cinco años anteriores.
- d) Si se han establecido hipótesis sobre migración internacional por sexo y grupos de edades, se incorporan a las poblaciones proyectadas de cada quinquenio, para determinar finalmente las poblaciones finales.
- e) A partir de un proceso de interpolación a base de multiplicadores, se estima, para cada uno de los quinquenios, la población por sexo y edades individuales del tramo 5 a 24 años.

Las proyecciones de población así elaboradas se han preparado a partir de cuatro hipótesis de evolución de la fecundidad, decisión que implica, en cada caso, cuatro metas sobre el nivel y, corrientemente, sobre la estructura de la fecundidad. Estas metas se plantean en base a las condiciones de la fecundidad del momento y de las perspectivas de evolución que su desarrollo histórico aconseje.

El supuesto de fecundidad constante, si bien no es factible, en la mayoría de los casos proporciona resultados que, bajo estas condiciones, son útiles en la medida que proporcionan una pauta para evaluar la situación que se presentaría si no se muestran modificaciones en el comportamiento reproductivo de la población. Las variantes alta y baja

pretenden representar los límites superior e inferior, respectivamente, de la situación más probable, que está representada por la hipótesis media.

22. Población base para una proyección por componentes

Un punto fundamental en la preparación de proyecciones de población por sexo y grupos de edades por el métodos de los componentes, es la determinación de la población base de la proyección. La misma debe quedar establecida por grupos quinquenales si la proyección se hace por grupos quinquenales y en quinquenios o por edades individuales para proyecciones por edades simples y años calendarios.

En condiciones favorables respecto a la existencia de información demográfica, tal población debe ser el resultado de la compatibilización (conciliación) de las distribuciones por sexo y grupos de edades en los censos de población disponibles, con las estimaciones de la mortalidad, la fecundidad y la migración neta de cada uno de los períodos intercensales.

La conciliación demográfica se apoya, a su vez, en los mismos principios de la ecuación compensadora a partir de la cual se establece la vinculación entre los resultados de dos o más censos de población y los nacimientos, defunciones y saldos migratorios netos de los años intermedios.

23. Población base de 0-4 años

La población menor de 5 años empadronada en un censo de población, proviene de los nacimientos ocurridos en los cinco años previos al censo. Se reconoce que este grupo de edad es el que presenta los mayores niveles de subenumeración, y que, además, puede verse afectado por cambios bruscos en la fecundidad y mortalidad.

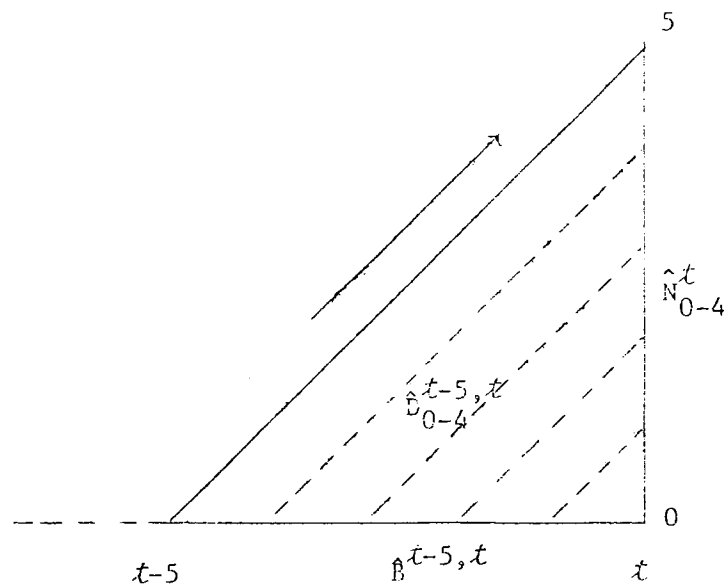
Si se cuenta con estadísticas de nacimientos y defunciones de menores de cinco años, clasificadas por edades simples, una estimación y ajuste de este grupo puede hacerse mediante conciliación de estas estadísticas.

Como generalmente, en los países en desarrollo, las estadísticas vitales tienen problemas no sólo de calidad sino también de oportunidad, el ajuste del grupo 0-4 años puede hacerse mediante corrección de las estadísticas de nacimiento y defunciones, apoyándose en las estimaciones indirectas sobre mortalidad infantil y juvenil y en el método de hijos propios para estimaciones de los niveles y tendencias de la fecundidad.

Con los nacimientos y defunciones de los cinco años previos al censo, corregidos, se puede determinar la población de 0-4 años a partir de la siguiente relación (como se muestra en el gráfico 3):

$$\hat{N}_{0-4}^t = \hat{B}^{t-5,t} - \hat{D}_{0-4}^{t-5,t}$$

Gráfico 3
CORRECCION DE LA POBLACION 0-4 AÑOS DE
UN CENSO DE POBLACION



Se requiere disponer de las defunciones de menores de 5 años, clasificadas por edades simples y año de nacimiento o, en su defecto, de las defunciones anuales por edades simples y factores de corrección de las defunciones para reconstruir, con ello, las defunciones de cada cohorte.

24. Población base de 5-9 años

El número de niños de 5-9 años enumerado en un censo de población suele aceptarse sin inconveniente, a menos que existan indicios o dudas sobre su exactitud. Se considera que es el grupo que mejor se declara en un censo y, para los efectos de construcción de la población base de una proyección, se acepta como bueno. Hay que señalar, respecto a la calidad de este grupo, que apoyándose, por ejemplo, en este grupo de edad se hace la evaluación y ajuste del grupo 0-4 años del mismo censo, por evaluación y corrección de los nacimientos que habría generado dicho grupo.

Cabe mencionar, por otra parte, que si existiese información de buena calidad sobre nacimientos y defunciones, se podría además intentar una evaluación y corrección independiente de este grupo.

25. Población base de 10 y más años

El proceso de evaluación y corrección de la población de 10 años y más, es el que presenta mayores dificultades. Estos grupos de población están afectados, en mayor grado, por omisiones diferenciales por sexo y edad, mala declaración de la edad y por efectos de la migración.

Un procedimiento corriente de corrección es el que se basa en la construcción de estimaciones alternativas a partir de diversos datos básicos y la adopción de supuestos respecto a la declaración de la edad, sobre las omisiones diferenciales y sobre la masculinidad por grupos de edad. Sería posible, por ejemplo, construir estimaciones para la población masculina para un momento censal t , con las siguientes elaboraciones:

- a) Una primera estimación estará constituida por la propia población censada en el momento t , por grupos de edad.

- b) Obtener la población masculina a partir de la población femenina censada en el momento t , por grupos de edad, multiplicándola por las relaciones de masculinidad ajustadas del mismo censo.
- c) Población masculina del censo realizado 10 años antes, por grupos de edades, proyectada al momento t , mediante relaciones de sobrevivencia estimadas para los dos quinquenios del período intercensal.
- d) Población femenina del censo en $t-10$, por grupos de edad, multiplicada por las relaciones de masculinidad ajustadas del censo en $t-10$ y proyectada hasta la fecha del censo en t , mediante relaciones de sobrevivencia de los dos quinquenios.
- e) Población masculina del censo en $t-10$ corregida y proyectada al año t , mediante relaciones de sobrevivencia de los dos quinquenios.

Si la conciliación se realiza con un mayor número de censos, como es la situación de varios países de América Latina en la década de los años 80, se van a obtener múltiples estimaciones de la población, del censo más reciente, a partir de cada uno de los censos previos.

Como para cada grupo de edad se llega a diversas estimaciones, es necesario un proceso de selección. Esta elección deberá orientarse, en general, a tomar los valores que se apoyen en la información más confiable y que se considere de mejor calidad. Lo recomendable sería.

- Tomar la información proporcionada por el propio censo de población
- Elegir las estimaciones de población derivadas de la compatibilización de las distribuciones por edad y las estimaciones sobre la mortalidad y migración del mismo sexo.
- Considerar los valores restantes que resulten de la compatibilización o uso de elementos que involucren al sexo contrario.

En otro orden de cosas, como las proyecciones de población se hacen en principio para mediados de los años terminados en cero y cinco, la población base (evaluada y corregida), deberá ser llevada al 30 de junio de un año terminado en cero o cinco, preferiblemente el más cercano a la fecha de realización del censo.

26. Formulación de las hipótesis de evolución de los componentes demográficos

Una cuestión fundamental en la elaboración de proyecciones de población, por el método de los componentes, es la formulación de las hipótesis

de evolución futura de cada una de las variables determinantes de la dinámica demográfica. Como la fijación de las tendencias futuras se apoya en el análisis demográfico histórico más reciente, la calidad de las hipótesis dependerá en gran medida de dicho diagnóstico.

La elaboración de las perspectivas de la mortalidad y de la fecundidad, en países en desarrollo, se apoya por lo general en la teoría de la transición demográfica o en la aproximación empírica a un modelo que tenga dichas características. Algunas veces las tendencias propuestas se basan en la experiencia de un país particular, que ya avanzó en el proceso de la transición demográfica; en otras situaciones, es posible que se haga a partir de consideraciones intuitivas derivadas del análisis del desarrollo histórico del país y de sus propias perspectivas inmediatas. Respecto a las migraciones, el punto es más complejo y resulta bastante difícil hablar de un modelo general de evolución de esta variable que sea aplicable a casos particulares de países en condiciones socioeconómicas y demográficas diferentes.

27. Proyección de la mortalidad

Una proyección de la mortalidad puede tener diversos propósitos como, por ejemplo, servir de base para calcular costos de futuros programas de salud, evaluar las posibilidades de reducción de la mortalidad y sus efectos cualitativos y cuantitativos en la población, diseñar los programas de salud requeridos para cumplir metas específicas del sector, etc. En el campo de las proyecciones de población, la determinación de la mortalidad futura tiene como objetivo básico derivar las relaciones de sobrevivencia que se usarán en la elaboración de las proyecciones de población.

En este sentido, dada la relativa estabilidad en las tendencias de la mortalidad, las propuestas sobre la evolución futura tienen menor riesgo respecto a lo que ocurre con la fecundidad. Por ello es corriente que, en el caso de la mortalidad, se formule una única hipótesis de evolución futura, ya que los sesgos que pueden producirse tienen un efecto pequeño sobre los cálculos de población.

Ahora bien, una proyección de la mortalidad requiere por un lado proyectar el nivel y por otro proyectar su estructura. El nivel se establece mediante la esperanza de vida al nacimiento (e_0^0), y la estructura tiene que ver con su comportamiento por edad, esto es con las tasas de mortalidad por edad. La extrapolación de estos dos elementos, en los países en desarrollo, se hace en base a consideraciones sobre:

- a) El nivel de mortalidad para la fecha más reciente posible. Este nivel condiciona, sin duda, la elección de pautas de comportamiento futuro. Las posibilidades de reducción son más pequeñas cuanto más bajo es el nivel de mortalidad alcanzado.
- b) Consideración de la evolución pasada de la mortalidad del país, a nivel general, y sus diferencias entre sexos, áreas geográficas, sectores sociales. Así, por ejemplo, la extrapolación de la mortalidad nacional o de las áreas más atrasadas de un país (áreas de mayor mortalidad), puede plantearse en términos de las condiciones ya alcanzadas por las áreas más desarrolladas del mismo país.
- c) Consideración de las tendencias y niveles de mortalidad alcanzados por países con los más bajos niveles de mortalidad, o por referencia a modelos contruidos con las tasas de mortalidad más bajas, alcanzados en cada grupo de edad y sexo.
- d) Por consideración de los límites mínimos que pueden preverse para el futuro, sobre la base del conocimiento actual en cuanto a los límites biológicos de reducción de la mortalidad.
- e) Resulta importante tomar en cuenta también el análisis histórico de la mortalidad por causas, dadas las diferencias que se registran tanto por sexo como entre áreas geográficas. Se puede considerar que el conocimiento sobre la evolución de las causas de mortalidad constituye una forma adecuada para la formulación de supuestos sobre evolución futura de esta variable demográfica.
- f) Finalmente, es importante que se tomen en consideración las posibles políticas sobre salud pública previstas para llevar a cabo en el país hacia el futuro inmediato.

Es indispensable, por otra parte, considerar dos aspectos adicionales: los relacionados con la diferencia de la mortalidad entre sexos y las expectativas de convergencia hacia condiciones de mayor homogeneidad geográfica. El conocimiento empírico pone de manifiesto la ampliación de la diferencia a favor del sexo femenino y una presumible reducción de las diferencias de mortalidad entre países y entre áreas geográficas al interior de los países.

Con esto, parece aconsejable contemplar que la diferencia de mortalidad entre sexos se irá incrementando en el tiempo, conforme se reduzca el nivel de mortalidad y prever que, en términos geográficos internacionales y nacionales, las diferencias se irán reduciendo en el tiempo.

28. Proyección de la esperanza de vida al nacimiento

Para la determinación de los niveles futuros de la esperanza de vida al nacimiento, lo corriente es seguir las tendencias de la evolución histórica de dicho indicador, buscando ajustar los puntos a una función específica. Si las tendencias fueran regulares (esto es que no se han producido cambios bruscos en la evolución de la mortalidad), se podría utilizar una función logística para ajustar los datos y proyectar los niveles a las fechas requeridas.

Es indispensable, en todo caso, que se busque satisfacer en forma integral los tres supuestos fundamentales:

- Que la esperanza de vida al nacimiento aumente en forma continua en el tiempo.
- Que la diferencia entre sexos se amplíe en el tiempo conforme aumenta la esperanza de vida.
- Que la ganancia de la esperanza de vida sea cada vez menor en el tiempo, esto por cuanto a más baja mortalidad. menores son las posibilidades de reducción y menor la ganancia que puede lograrse en la esperanza de vida.

En el cuadro 3 se presenta la información sobre la evolución de la esperanza de vida al nacimiento por sexo del período 1950-1980 y una proyección hasta el quinquenio 2020-2025. La información se registra además en el gráfico 4. En el caso particular de Costa Rica, dado el quiebre que se produjo en la tendencia por efectos del importante descenso de la mortalidad a mediados de la década de 1970, no resulta muy apropiado el uso de una función logística. La tendencia, en este caso, se estableció más bien construyendo una curva de evolución suave en la que se cumplieran los tres supuestos enunciados anteriormente.

29 Proyección de la mortalidad por edad

El comportamiento de la mortalidad por edad, que se conoce como estructura o patrón de la mortalidad por edad, está afectado por los cambios en el nivel de la mortalidad. Existe, en realidad, una estrecha asociación entre nivel y estructura de la mortalidad.

Cuadro 3

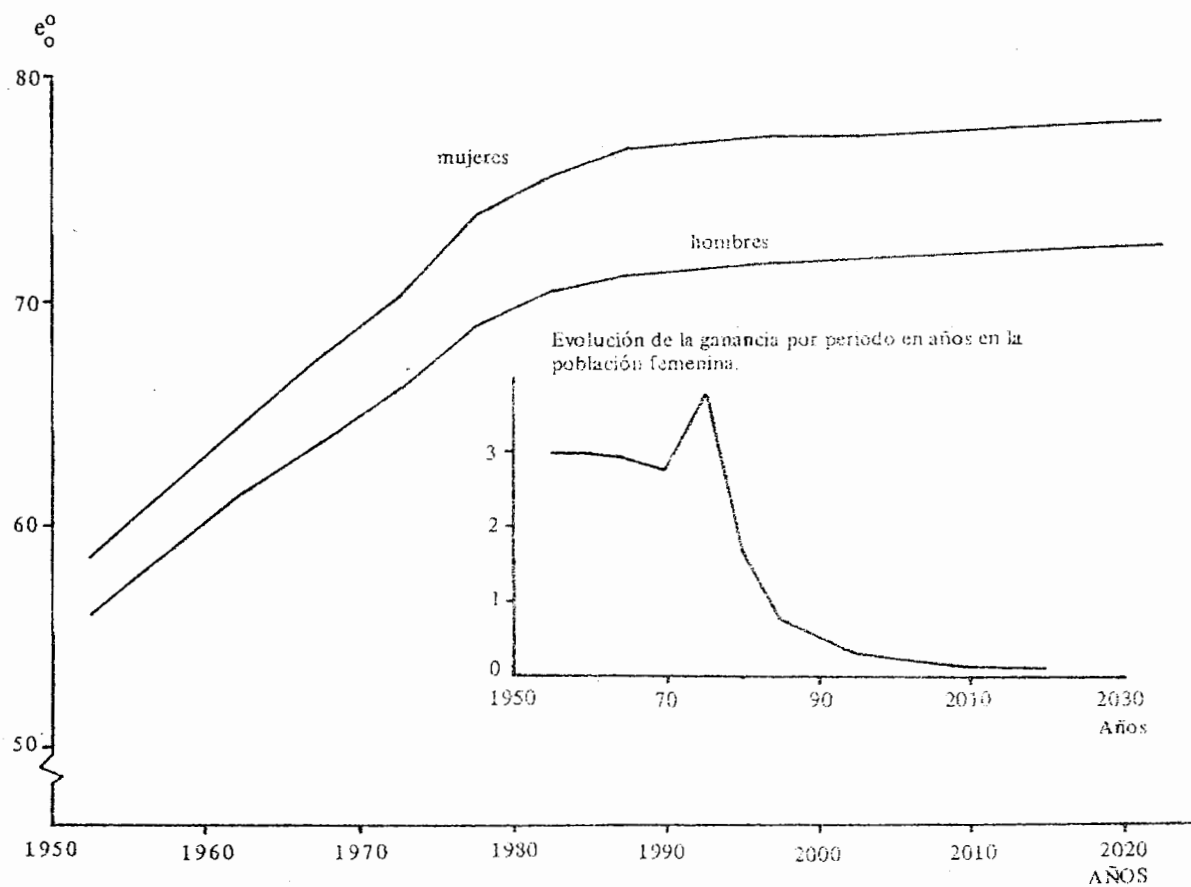
COSTA RICA: ESPERANZA DE VIDA AL NACER, GANANCIA MEDIA Y DIFERENCIA
POR SEXO, POR QUINQUENIOS, DEL PERIODO 1950-2025

Período	Hombres		Mujeres		Diferencia por sexo
	e_o^o	Ganancia	e_o^o	Ganancia	
1950-1955	56,04		58,55		2,51
		2,78		2,99	
1955-1960	58,82		61,54		2,72
		2,77		2,99	
1960-1965	61,59		64,53		2,94
		2,32		2,93	
1965-1970	63,91		67,46		3,55
		2,14		2,76	
1970-1975	66,05		70,22		4,17
		2,96		3,75	
1975-1980	69,01		73,97		4,96
		1,51		1,70	
1980-1985	70,52		75,67		5,15
		0,61		0,74	
1985-1990	71,13		76,41		5,28
		0,40		0,50	
1990-1995	71,53		76,91		5,38
		0,24		0,31	
1995-2000	71,77		77,22		5,45
		0,20		0,24	
2000-2005	71,97		77,46		5,49
		0,16		0,18	
2005-2010	72,13		77,64		5,51
		0,13		0,14	
2010-2015	72,26		77,78		5,52
		0,11		0,12	
2015-2020	72,37		77,90		5,53
		0,10		0,11	
2020-2025	72,47		78,01		5,54

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos y CELADE. Costa Rica: Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025. Fascículo F/CRI.1, octubre de 1983.

Gráfico 4

COSTA RICA. EVOLUCION DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACIMIENTO
POR SEXO, POR QUINQUENIO. PERIODO 1950-2025.



Los procedimientos de proyección de la mortalidad por edad han evolucionado sustancialmente en los últimos años, como consecuencia del mejor conocimiento adquirido sobre la evolución de la mortalidad, mejoras en los métodos y técnicas de proyección y también por el gran desarrollo del procesamiento electrónico de datos.

Por largo tiempo, las proyecciones de la mortalidad por edad se realizaron con la ayuda de los modelos de mortalidad de las Naciones Unidas ^{7/} y de los de Coale y Demeny. ^{8/} Dichos modelos, que constituyen resúmenes sobre experiencias promedio de la mortalidad de países en distintos momentos históricos, se pueden considerar, entre otras cosas, como un modelo de evolución de la mortalidad en el tiempo. Su construcción y ordenación intentan, en alguna medida, representar etapas sucesivas del proceso de cambio de la mortalidad en relación a los niveles alcanzados.

Una vez establecidos los niveles de mortalidad (esperanzas de vida al nacimiento), para cada uno de los puntos intermedios de los quinquenios del período de proyección, se determinan las relaciones de sobrevivencia por sexo y edad. Con la ayuda de estas tablas modelo se obtienen las de cada nivel, mediante un proceso de interpolación entre las relaciones de sobrevivencia de la tabla inicial (tabla de mortalidad más reciente del país) y las relaciones de sobrevivencia, ya sea de una de las tablas modelo, o de un modelo límite particular. En el cuadro 4 se presenta un ejemplo de derivación de relaciones de supervivencia de la población femenina de Costa Rica.

Una vez que se obtienen las relaciones de sobrevivencia de todos los grupos de edad, se debe calcular la esperanza de vida al nacer, para establecer si reproduce el nivel que se ha fijado. Se pueden usar las siguientes relaciones.

$$e_0^o = 5P_b + 5P_b P_{0-4} + 5P_b P_{0-4} P_{5-9} + \dots + 5P_b P_{0-4} P_{5-9} \dots \frac{P_{75y+}}{1 - P_{75y+}}$$

^{7/} Naciones Unidas, Modelos de mortalidad por sexo y edad. Tablas modelo de mortalidad para países insuficientemente desarrollados. ST/SOA/Serie A/22 y Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad. ST/SOA/Serie A/25. Manual III.

^{8/} Coale, A.J. y Demeny, P., Regional Model Life Tables and Stable Populations. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1966.

Cuadro 4

COSTA RICA: RELACIONES DE SUPERVIVENCIA DE LA POBLACION FEMENINA
MENOR DE 15 AÑOS PARA EL PERIODO 1975-1980 Y 1980-1985

Edades	1970-1975	1975-1980	1980-1985	Modelo límite
e_o^o	70,22	71,92	73,22	77,87
0 - 4	0,98946	0,99166	0,99342	0,99938
5 - 9	0,99699	0,99759	0,99807	0,99971
10 - 14	0,99709	0,99763	0,99806	0,99952

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos y CELADE, Evaluación del censo de 1973 y proyección de población por sexo y grupos de edades. Costa Rica, junio de 1976.

o, lo que es lo mismo:

$$e_o^o = {}_5P_b \left(1 + P_{0-4} (1 + P_{5-9} \dots (1 + P_{70-74} (1 + \frac{{}_5P_{75y+}}{1 - P_{75y+}}) \right) = {}_5P_b \cdot k$$

Si el nivel de esperanza de vida, calculado en base a las relaciones de sobrevivencia proyectadas, difiere de la esperanza de vida al nacimiento previamente fijada para un quinquenio, es necesario hacer modificaciones en las relaciones e , incluso, puede requerirse una segunda interpolación entre los nuevos valores y el modelo límite utilizado.

Un inconveniente de las tablas modelo para proyectar la mortalidad por sexo y edad es la diferencia entre la dinámica de la mortalidad en los países que sirvieron de base para construir los modelos de mortalidad y la dinámica en la época actual. Resulta difícil que una tabla de mortalidad de una población particular coincida -o se aproxime suficientemente- a una tabla modelo. Es probable que hacia el futuro tampoco siga muy de cerca el desarrollo del modelo.

Es necesario indicar, por otra parte, que la reducción de la mortalidad ha sobrepasado en mucho los niveles de las tablas de las Naciones Unidas y las de Coale y Demeny. En este sentido, éstas resultan inapropiadas para hacer las proyecciones de población en países de muy baja mortalidad, incluidos algunos países latinoamericanos.

En fechas más recientes estuvo en uso el modelo de dos parámetros de Brass, que representa sin duda un avance y ampliación de los modelos de mortalidad anteriores.^{9/} Este sistema de proyección de la mortalidad consiste, en esencia, en una función matemática por medio de la cual se relaciona una ley de mortalidad por edad que se toma como "estándar" con las condiciones de mortalidad de otros momentos. Contempla el uso de una ecuación lineal de la forma:

$$Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^{\delta}(x)$$

en la cual

$$Y(x) = \text{logito } (1 - l_x) = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - l_x}{l_x} \right)$$

y,

$$Y^{\delta}(x) = \text{logito } (1 - l_x^{\delta})$$

una expresión similar para la tabla usada como estándar. Una descripción detallada del sistema de Brass puede verse en un documento elaborado por Juan Chackiel.^{10/}

^{9/} Brass, William, Sobre la escala de la mortalidad. Método para estimar la fecundidad y mortalidad en una población con datos limitados. CELADE, Serie E No. 14, 1974.

^{10/} Chackiel, Juan, "El modelo de mortalidad de Brass", Notas de Población No 25, CELADE, abril 1978.

Los parámetros α y β , que se asocian al nivel y a la forma o estructura de la mortalidad respectivamente, son los elementos que vinculan linealmente las condiciones de mortalidad de dos momentos. Se requiere, entonces, hacer un estudio del proceso de reducción histórica de la mortalidad en base del análisis del comportamiento de los parámetros α y β que resultan de la comparación de las tablas de mortalidad del pasado, considerando una de las tablas de mortalidad como estándar. En principio, resulta conveniente utilizar como tal, a la tabla más reciente disponible.

Seleccionando una tabla límite, hacia la cual se supone que evolucionaría la mortalidad de dicha población, se procede a elaborar una proyección de los parámetros α y β . Si se contempla que ese límite lo alcanzará en una fecha futura bien determinada, se pueden derivar los valores que han de corresponder a las fechas futuras en los puntos necesarios de los períodos de proyección. Estos valores se pueden derivar, por ejemplo, interpolando linealmente en función del tiempo.

Cada par de valores de α y β proyectados va definiendo el nivel y la estructura de la mortalidad que alcanzará la población en ese punto; es decir, se define una tabla de mortalidad para esa fecha, asociada tanto a la tabla que se usó como estándar como a la tabla límite. De las tablas de vida que se construyen para cada punto medio de los intervalos de proyección de la población, se derivan las relaciones de sobrevivencia requeridas en el método de los componentes.

Cabe mencionar que en la utilización del sistema de Brass, así como también en el procedimiento en que se interpola directamente en las relaciones de sobrevivencia por edad, se han utilizado como límite las tablas elaboradas a principios de la década de los años 50 por Bourgeois-Pichat, con las modificaciones y actualización que hiciera a mediados de la década de los años 70.^{11/} Estas últimas tablas tienen esperanzas de vida de 73,8 y 80,3 años para hombres y mujeres respectivamente y constituyen un modelo límite biológico que resulta de ciertas consideraciones sobre eliminación de las causas de muerte de tipo exógeno.

Recientemente, al efectuarse un estudio sobre los niveles y tendencias de la mortalidad infantil en países de América Latina, implícitas en las proyecciones de población, se observaron ciertas inconsistencias, que indicaban una sobremortalidad infantil masculina inaceptable a la luz de la experiencia histórica mundial.^{12/}

11/ Bourgeois-Pichat, Jean, Perspectivas futuras de la reducción de la mortalidad en el mundo. Boletín de Población de las Naciones Unidas, Nº 11, 1978.

12/ United Nations, Infant Mortality World Estimates and Projections, 1950-2025. Population Bulletin of the United Nations, Nº 14, 1982.

Se consideró necesario, entonces, construir un conjunto de tablas de mortalidad límite a partir de información sobre la mortalidad más reciente en países de muy baja mortalidad y la consideración, incluso, del modelo de mortalidad límite de Bourgeois-Pichat. La idea, en todo caso, fue la de buscar una alternativa que permitiera eliminar dichas inconsistencias. Se construyeron 9 tablas límite para la población masculina y una para la población femenina. Las 9 tablas masculinas fueron construidas de tal manera que, combinadas con la tabla femenina, produjeron diferencias entre los sexos similares a las observadas en distintos países del mundo, diferencias que fluctúan entre 4,5 y 8,5 años en la esperanza de vida al nacimiento.^{13/} Las tablas masculinas cuentan con esperanzas de vida al nacer entre 74,0 y 78,0; la tabla femenina tiene una esperanza de vida al nacer de 82,0 años.

Utilizando estas tablas límite, que aparecen en el anexo, y partiendo de la tabla inicial construida para el año 1979 - 1981, se efectuó la proyección de la estructura de la mortalidad de Costa Rica, llegándose a las condiciones de sobremortalidad masculina que se indican en el cuadro 5.

Para seleccionar la tabla límite adecuada a una situación particular, y en base a los resultados anteriores, se considera que los criterios a seguir pueden ser:

- Usar la tabla límite con la cual los índices de sobremortalidad masculina tiendan a aumentar en el tiempo; esto porque los análisis empíricos indican que esa es la tendencia general que se observa en el mundo.
- Usar como límite la tabla cuyos índices de sobremortalidad proyectados estén siempre por debajo de los que resultan con la propia tabla límite. De no ser así, los índices de sobremortalidad que se proyecten comienzan a descender.

Además de la elaboración de estas tablas límite, la metodología de proyección de la mortalidad se ha orientado, recientemente, a interpolar más bien en las probabilidades de muerte $-q_x-$ de la tabla inicial y en las de la tabla límite. Puede hacerse una interpolación lineal y, en todo caso, mediante un proceso iterativo hasta que se reproduzca la esperanza de vida al nacimiento usada para dar inicio al proceso de interpolación, y que debe corresponder a un nivel de mortalidad fijado previamente.

^{13/} Ortega, Antonio, Tablas de mortalidad límite para proyecciones de población elaboradas en CELADE San José. CELADE, Seminario de proyecciones de población. San José, Costa Rica, 4-13 de octubre de 1982.

Cuadro 5

INDICES DE SOBREMORTALIDAD MASCULINA CORRESPONDIENTES A LAS q_0 DE COSTA RICA
PROYECTADAS CON LAS DIVERSAS TABLAS LIMITE DE CELADE-SAN JOSE

Período	q_0^m/q_0^f resultantes, proyectando con la tabla límite:					
	1	3	5	6	7	9
1979 - 1981	1,338	1,338	1,338	1,338	1,338	1,338
1995 - 2000	1,137	1,258	1,338	1,369	1,395	1,438
2020 - 2025	1,004	1,196	1,324	1,373	1,415	1,483
Relación q^m/q^f de la tabla límite	1,613	1,531	1,449	1,408	1,370	1,291
Diferencia en e_0^o de la tabla límite	8,5	7,5	6,5	6,0	5,5	4,5

Fuente: Ortega, Antonio, Tablas de mortalidad límite para proyecciones de población elaboradas en CELADE-San José. CELADE, SEM-PROY/02, octubre de 1982.

Con los valores de q_x de todas las edades se construyen las respectivas tablas de mortalidad, y de allí se derivan las relaciones de sobrevivencia necesarias para la proyección de población.

30. Proyección de la fecundidad

Las proyecciones de población por el método de los componentes requieren -además de determinar los sobrevivientes de la población base por grupos de edad y sexo- que se vayan estimando los nacimientos que dan lugar a las nuevas generaciones de población.

Es necesario señalar, no obstante, que la fecundidad -además de ser la variable que juega un papel fundamental en la determinación del tamaño y composición de la población- constituye, en el proceso de formulación de hipótesis, un problema más complejo que el de la mortalidad.

Se han propuesto muy variados métodos para obtener los nacimientos, de una proyección por componentes, aunque no siempre son apropiados para países con estadísticas deficientes. Cabe mencionar, por ejemplo los métodos de proyección por cohortes presentados por Whelpton ^{14/}, los métodos basados en la fecundidad de cohortes y la paridez de las mujeres ^{15/}, modelos de nupcialidad y fecundidad propuestos por Coale ^{16/}, modelos en base a intervalos entre nacimientos y la paridez de Feeney ^{17/}, modelos paramétricos, como el de Romaniuk, usado en proyecciones de Canadá ^{18/} y los métodos más tradicionales que se apoyan en el uso de tasas de fecundidad de períodos ^{19/}.

En este documento se hará referencia, fundamentalmente a este último método por ser el utilizado en forma corriente y sistemática en la elaboración de las proyecciones de población de los países latinoamericanos, y, sin duda, en muchos países en desarrollo.

La dificultad existente en los países en desarrollo para utilizar modelos complejos, tiene que ver, más que nada, con la disponibilidad de información básica, tanto cuantitativa (relativa a los aspectos propuestos en los modelos de proyección) como sobre el conocimiento de las variables determinantes de los cambios en la fecundidad; al respecto, cabe mencionar:

-
- ^{14/} Whelpton, Pascal K., "Cohort Analysis and Fertility Projections", Emerging Techniques in Population Research, Milbank Memorial Fund, pag. 39.
 - ^{15/} Akers, Donald S., "Cohort Fertility Versus Parity Progression as Methods of Projecting Births". Demography, 1965. Vol. 2, pag. 414.
 - ^{16/} Coale, Ansley J., Cuadros modelo de nupcialidad y fecundidad en las proyecciones de población. Boletín de Población de las Naciones Unidas, No 9, 1977, pág. 39.
 - ^{17/} Feeney, G., Population Dynamics Based on Birth Intervals and Parity Progression. Population Studies. Vol. 37, No 1, March 1983, pág. 75-89.
 - ^{18/} Romaniuk, A., "A Three Parameter Model for Birth Projection". Statistics Canada. Technical Report on Populations Projections for Canada and the Provinces, 1972-2001. Ottawa, July 1975.
 - ^{19/} Somoza, Jorge, Demographic Projections for Latin American Countries. United Nations Prospects of Populations: Methodology and Assumptions. ST/PSA/SER.A/67. New York, 1979.

-Existe, respecto a la fecundidad, mayor limitación -y falta de información adecuada- para la determinación de los niveles y de las tendencias pasadas.

-La fecundidad es una variable que está condicionada por el comportamiento social, es decir, conlleva efectos de las condiciones socioeconómicas de los diversos grupos sociales.

-Aunque se han realizado estudios destinados a identificar los factores que afectan el comportamiento reproductivo de la población, todavía existe mucha incertidumbre sobre estos aspectos.

-Por otra parte, aunque se logre ampliar el conocimiento, no es fácil traducirlo en hipótesis precisas de evolución futura, en términos de indicadores de la fecundidad. Es difícil pretender, igualmente establecer tendencias y metas en cuanto a cambios socioeconómicos que puedan vincularse a posibles cambios en la fecundidad.

En resumen, se plantean interrogantes sobre aspectos tales como: si la fecundidad se mantendrá constante y por cuánto tiempo, si se ha de producir un descenso y cuándo se iniciará ese proceso, y, si se acepta y considera factible el descenso, no es fácil hacer señalamientos sobre cuándo y con qué velocidad se ha de producir el cambio.

De cualquier manera, no se puede dejar de lado el supuesto sobre una transición de la fecundidad hacia niveles bajos. Los cambios sociales que significan una mayor y mejor educación, la urbanización, los procesos de industrialización, la mayor participación de la mujer en la vida económica, los adelantos en el campo de la salud, entre otros, van a producir cambios en las pautas relacionadas con la edad al casarse, en la nupcialidad, en el uso de anticonceptivos, en el número ideal de hijos. De todo esto, han de resultar cambios en los comportamientos reproductivos que se orientarán hacia la baja de la fecundidad.

Ahora bien, como en el caso de la mortalidad, para proyectar la fecundidad se debe trabajar tanto en la fijación de los niveles futuros como de la estructura de la fecundidad. El primer concepto (nivel de fecundidad), busca establecer la magnitud del proceso de reproducción en relación a un sector específico de la población, las mujeres en edad fértil. Se usa para tal propósito la tasa global de fecundidad (TGF) o la tasa bruta de reproducción (R'). La estructura de la fecundidad se define por medio de las tasas de fecundidad por edad de la población femenina en edad fértil; lo más corriente es hacerlo con la población comprendida entre los 15 y los 49 años.

31. Proyección del nivel de fecundidad

Como en el caso de la mortalidad, la proyección de la fecundidad se realiza en dos etapas. Primero se proyecta el nivel, luego se derivan las estructuras asociadas a dichos niveles.

La evolución de los niveles de fecundidad en el mundo, permite hacer la presunción de que, después de un período prolongado de altos niveles -tasas globales que pueden situarse en las proximidades de 7 hijos por mujer- se producen procesos de descensos que podrían llevarla a niveles próximos al de reemplazo (dos hijos por mujer). Esto, por lo demás, parece razonable y en vías de convertirse en algo generalizado a nivel mundial.

Ahora bien, proyectar el nivel de fecundidad equivale a derivar las tasas globales, o tasas brutas de reproducción, que se espera alcanzará una población en diversos momentos del futuro. Los criterios que orientan la fijación de la dinámica futura de la fecundidad son, entre otros:

- a) Consideración de la experiencia histórica de la evolución de la fecundidad del propio país, incluidos los niveles más recientes.
- b) La experiencia histórica de la evolución de la fecundidad de otros países del mundo que han mostrado procesos de reducción. En el pasado, los países que hoy presentan bajos niveles tuvieron cifras tan elevadas como las observadas actualmente en países de alta fecundidad.
- c) Hay que tener presente que, de cualquier manera, y conforme a la teoría de la transición demográfica, debe producirse, inevitablemente, una baja de la fecundidad a nivel mundial. Se espera, en este marco, que la fecundidad tienda a una situación de reemplazo (tasa neta de reproducción igual a uno) situación que llevaría a la población a una condición de estabilidad con crecimiento nulo.
- d) Se debe considerar la experiencia reflejada por los modelos teóricos de evolución de la fecundidad que puedan haberse construido.
- e) Es necesario tener en cuenta la existencia de un límite mínimo de la fecundidad, a partir del cual no puede mantenerse, durante mucho tiempo, en descenso o por debajo del mismo. Si esto ocurriera, implicaría la extinción de dicha población.
- f) Por último, es importante considerar las condiciones socioeconómicas que imperan en el país y los posibles cambios que puedan producirse. La fecundidad disminuirá en la medida en que haya progreso en el campo económico y social.

Conviene tener presente, también, los valores culturales predominantes y las políticas y actividades en el campo de la planificación familiar, existentes o previstas para el futuro. Estos son factores importantes para el condicionamiento del descenso.

La identificación del momento en que ha de ocurrir el descenso podría precisarse si se contara con buenas estimaciones sobre los niveles más recientes y sobre las tendencias pasadas de la fecundidad. Resulta importante, por tanto, buscar el mejoramiento de los métodos y técnicas de recolección y análisis de información sobre esta materia.

Ahora bien, aunque no existe un modelo que describa la dinámica de la fecundidad, para ciertas situaciones de países de fecundidad elevada resulta útil usar la función logística.^{20/} Este modelo describe un proceso de descenso en forma continua, desde los niveles más recientes hasta cierto valor asintótico. Puede ser el nivel de reemplazo o un valor más alto, si fuera el caso de una población que aún mantiene una fecundidad muy elevada, y puede presumirse que no llegará a ese nivel tan bajo en el plazo que cubre la proyección de población. La función logística puede expresarse de la siguiente forma:

$$Y(t) = K_1 + \frac{K_2}{1 + e^{f(t)}}$$

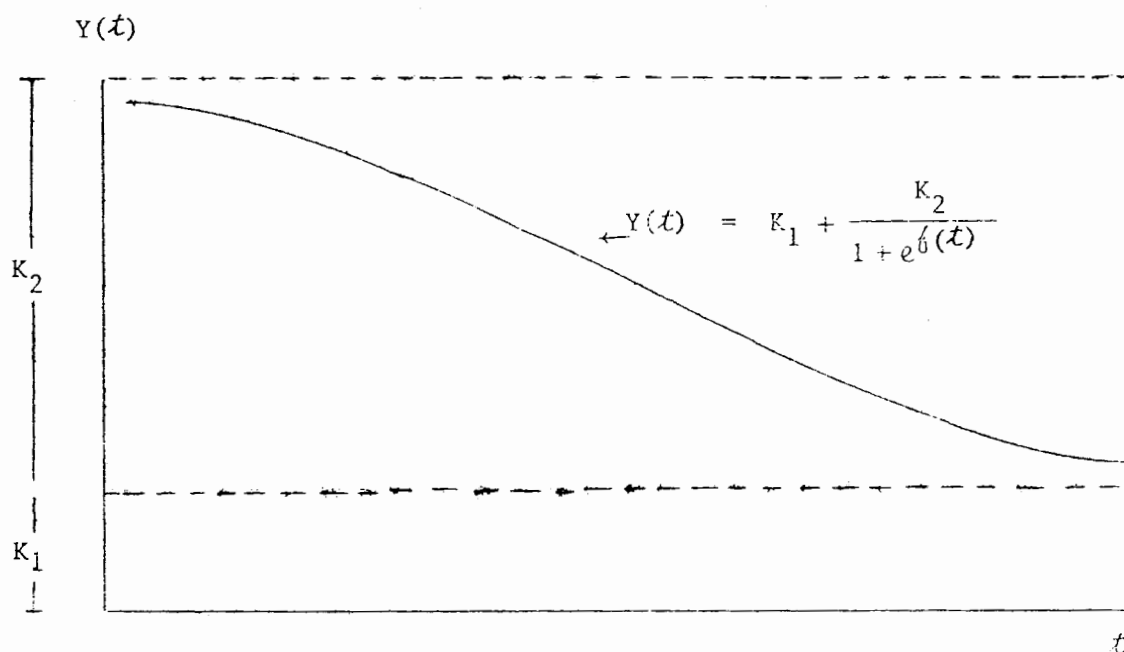
K_1 representa el nivel más bajo o asintota hacia la que ha de aproximarse la fecundidad futura. El valor dado por $K_1 + K_2$ corresponde a un nivel de fecundidad suficientemente alto observado en el pasado. La función $f(t)$, como en el caso de la mortalidad, puede tomar diversas formas; lo corriente es usar una función lineal:

$$f(t) = a + b \cdot t$$

a y b son dos parámetros que definen la función particular, mientras t representa el tiempo. Gráficamente, la función logística tiene la siguiente forma:

^{20/} Naciones Unidas, Perspectivas de la población mundial evaluadas en 1973. ST/ESA/SER.A/60/Nueva York, 1978.

Gráfico 5



El ajuste de una serie de tasas (TGF), observadas en un período, y el consiguiente cálculo de los parámetros a y b , pueden hacerse por diversos procedimientos estadísticos. Puede ser por el método de mínimos cuadrados o cualquier otro procedimiento que lleve a una solución adecuada.

Como la función logística contiene cuatro elementos que pueden variar, K_1 , K_2 , a y b , una solución sencilla es definir dos puntos por los cuales deba pasar la función y dar valores a dos de los cuatro parámetros, los que parezcan más manejables en términos del conocimiento de su rango de variación.

Con el nivel de fecundidad más alto (o un valor reciente) se puede establecer una asíntota superior, que será $K_1 + K_2$, y definir la asíntota hacia la que se hará tender la función, esto es K_1 . En relación a los dos puntos adicionales, se puede usar el nivel de fecundidad más reciente,

punto en el cual se hará $t=0$. Finalmente, se hace un supuesto sobre el nivel que alcanzará la tasa global en un momento fijo futuro (t_1), 10 o 20 años más tarde. Volviendo a la función logística, resulta:

$$TGF(t) = K_1 + \frac{K_2}{1 + e^{a+b \cdot t}}$$

Es fácil, además, ver que:

$$a + b \cdot t = \ln \left(\frac{K_1 + K_2 - TGF(t)}{TGF(t) - K_1} \right)$$

En esta forma, y utilizando los dos puntos elegidos para que pase la función resultan las dos ecuaciones siguientes:

para $t = 0$

$$a = \ln \left(\frac{K_1 + K_2 - TGF(0)}{TGF(0) - K_1} \right)$$

para $t = t_1$

$$b = \frac{1}{t_1} \left(\ln \left(\frac{K_1 + K_2 - TGF(t_1)}{TGF(t_1) - K_1} \right) - a \right)$$

Estas son las dos ecuaciones necesarias para derivar los dos parámetros, a y b .

Utilizando información sobre las tendencias de la fecundidad en Costa Rica durante el período 1950-1980 (cuadro 7), se consideran, para el ajuste de una logística y su uso para proyectar la fecundidad hasta el año 2025, los siguientes supuestos:

1. Se toma como asíntota superior una tasa global de 5,965, que es un poco mayor que el nivel alcanzado en el quinquenio 1965-1970. Esto significa que $K_1 + K_2 = 5,965$.
2. Se postula que la fecundidad del país continuará descendiendo en forma continua, aproximándose en forma asintótica a un nivel de 1,845; esto es que $K_1 = 1,845$.
3. La función logística que se ajuste debe pasar por la estimación del quinquenio 1975-1980, el que representa la estimación más reciente. En este punto se tendrá, entonces, que $TGF(0) = 3,74$.
4. En base a diversas consideraciones sobre posibilidades de descenso de la fecundidad, se supone que, en lo que respecta a la hipótesis recomendada, la hipótesis media después de 20 años -esto es en el quinquenio 1995-2000- indicará que la fecundidad puede haber descendido hasta un nivel de 2,85. Esto significa que $TGF(20) = 2,85$.

Con estos elementos, los valores de a y b que reproducen las condiciones establecidas son:

$$a = 0,16054$$

$$b = 0,04854$$

Así pues, la función logística que se ajusta a las características de evolución de la fecundidad implícitas en los supuestos, y que se usa para hacer la proyección, tendrá la forma:

$$TGF(x) = 1,845 + \frac{4,120}{1 + e^{0,16054 + 0,04854 \cdot x}}$$

En el cuadro 6 se muestra el proceso para proyección de las tasas globales de fecundidad a partir del quinquenio 1980-1985 y hasta el período 2020-2025.

Cuadro 6

COSTA RICA: PROYECCION DE LAS TASAS GLOBALES DE FECUNDIDAD (TGF) DEL PERIODO 1975-1980 AL 2020-2025, MEDIANTE UNA FUNCION LOGISTICA

Período	t	$a+b \cdot t$	$e^{a+b \cdot t}$	$1+e^{a+b \cdot t}$	$\frac{K_2}{1+e^{a+b \cdot t}}$	$TGF = K_1 + \frac{K_2}{1+e^{a+b \cdot t}}$
1975-1980	0	0,16054	1,17414	2,17414	1,89500	3,74
1980-1985	5	0,40324	1,49667	2,49667	1,65020	3,50
1985-1990	10	0,64594	1,90778	2,90778	1,41689	3,26
1990-1995	15	0,88864	2,43182	3,43182	1,20053	3,05
1995-2000	20	1,13134	3,09981	4,09981	1,00493	2,85
2000-2005	25	1,37404	3,95128	4,95128	0,83211	2,68
2005-2010	30	1,61674	5,03664	6,03664	0,68250	2,53
2010-2015	35	1,85944	6,42014	7,42014	0,55525	2,40
2015-2020	40	2,10214	8,18366	9,18366	0,44862	2,29
2020-2025	45	2,34484	10,43160	11,43160	0,36040	2,21

$$K_1 = 1,845; \quad K_2 = 4,120; \quad a = 0,16054; \quad b = 0,04854$$

Teniendo en cuenta la relativa incertidumbre que existe para proyectar la fecundidad, es corriente que se establezca más de una hipótesis sobre su comportamiento futuro. Lo que se debe buscar, en todo caso, es definir unos intervalos de confianza entre los cuales se pueda ubicar, con ciertas probabilidades de acierto, la posible evolución futura de la fecundidad de la población.

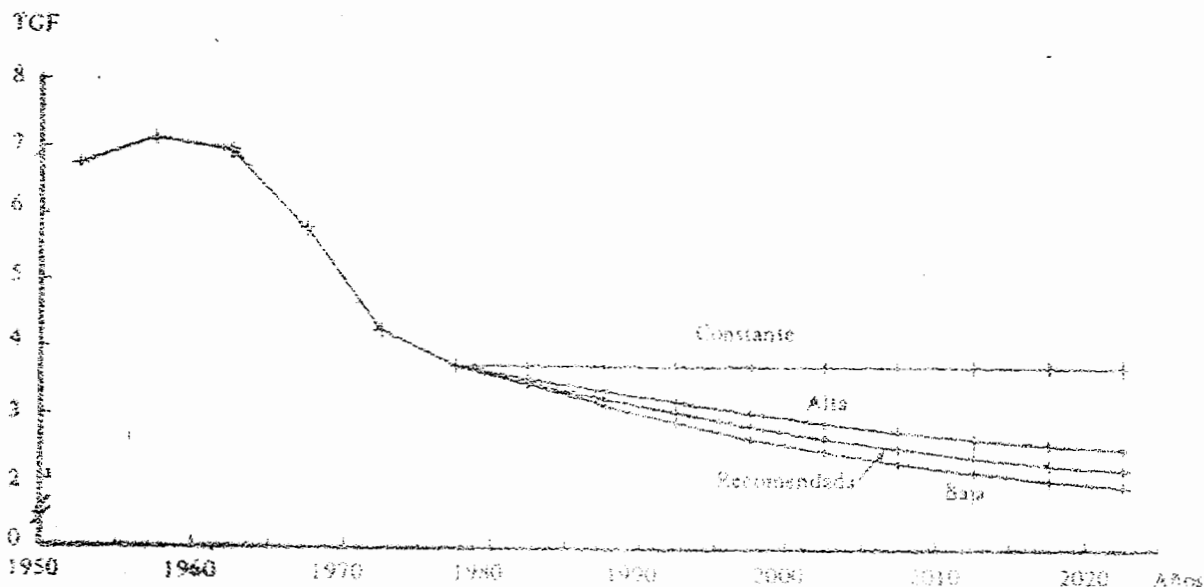
Se han de establecer, entonces, dos hipótesis adicionales: una que se ubique por encima y la otra por abajo de la hipótesis media o recomendada. Se deberá buscar que las trayectorias se separen en forma regular respecto a la hipótesis más probable. Se considera igualmente, y con propósitos más que nada teóricos, una hipótesis de fecundidad constante para todo el período de la proyección. En el cuadro 7 y en el gráfico 6, se presentan, para el caso de Costa Rica, los resultados de las cuatro hipótesis.

Cuadro 7
COSTA RICA: TASA GLOBAL DE FECUNDIDAD, POR QUINQUENIOS,
DEL PERIODO 1950 - 2025

Período	Tasa global de fecundidad según hipótesis			
	Constante	Alta	Media	Baja
1950-1955			6,72	
1955-1960			7,11	
1960-1965			6,95	
1965-1970			5,80	
1970-1975			4,26	
1975-1980	3,74	3,74	3,74	3,74
1980-1985	3,74	3,55	3,50	3,45
1985-1990	3,74	3,36	3,26	3,16
1990-1995	3,74	3,20	3,05	2,90
1995-2000	3,74	3,05	2,85	2,65
2000-2005	3,74	2,90	2,68	2,47
2005-2010	3,74	2,77	2,53	2,31
2010-2015	3,74	2,66	2,40	2,17
2015-2020	3,74	2,57	2,29	2,05
2020-2025	3,74	2,51	2,21	1,96

Gráfico 6

**TASAS GLOBALES DE FECUNDIDAD SEGUN LAS DIVERSAS ALTERNATIVAS
ELABORADAS, POR QUINQUENIOS PERIODO 1950-2025**



La hipótesis de fecundidad constante sirve, por una parte, para establecer un máximo posible de crecimiento y, por otra parte, para evaluar el impacto de los cambios previstos en las restantes hipótesis. Las otras dos variantes, la alta y la baja, van a representar los límites superior e inferior de la posible evolución de la fecundidad en el país.

Cabe mencionar que la proyección de la fecundidad por medio de una función logística tiene la ventaja de producir cambios suaves en la forma de descenso a través del tiempo, evitando de esta manera irregularidades en las generaciones sucesivas de nacimientos y, por ende, en las estimaciones de la población futura.

Es necesario indicar, no obstante, que no siempre es posible usar este procedimiento. Tal sería el caso de países de muy baja fecundidad

(incluso que podrían estar por debajo del nivel de reemplazo), en los cuales se producen más bien oscilaciones en el tiempo. Se dan, por otra parte, situaciones de países que presentan procesos de descensos con estancamiento de la tendencia por algún tiempo, antes de producirse un segundo o tercer período de descenso. En situaciones como ésta, es necesario tener muy presente la tendencia particular de la población en estudio.

32. Proyección de la fecundidad por edad

Los nacimientos, en una proyección por componentes, resultan de la aplicación de las tasas anuales de fecundidad por edad a la población femenina en edades reproductivas. Las diversas condiciones de la fecundidad (sus niveles, tasas o estructuras), son incorporadas en forma exógena, es decir forman parte del "Input", en tanto que las cifras de mujeres en edad fértil son generadas endógenamente, por la aplicación del modelo de proyección.

En las proyecciones por componentes se requiere, como en el caso de la mortalidad, caracterizar la fecundidad de la población en términos de un nivel (o sea, una medida de la intensidad del proceso de reproducción) y, en términos de su distribución por edades, es decir del grado en que cada grupo de mujeres contribuye a la determinación del nivel de fecundidad.

Por otra parte, para propósitos de comparación y análisis de la fecundidad, en el tiempo y en el espacio, resulta más conveniente utilizar la estructura de la fecundidad, esto es, las distribuciones relativas de las tasas de fecundidad por edad. La importancia de ésta es que, además: a) sirve para medir el aporte o contribución relativa, de cada grupo de mujeres, a la fecundidad total de un año dado; b) cuando se analiza en términos de una cohorte de mujeres, indica más bien la forma como van teniendo sus hijos, desde el inicio hasta el final de la vida reproductiva.

La proyección de la fecundidad por edad se realiza, por lo regular, en dos etapas. Como primera medida, después de fijar los niveles de fecundidad, se procede a determinar la estructura de la fecundidad, en una segunda etapa se derivan las tasas de fecundidad que corresponden a dichos niveles y estructuras.

Un aspecto importante que se presenta con la fecundidad son las diferencias de su estructura en relación a sus distintos niveles, diferentes regiones, culturas y condiciones socioeconómicas. Existen modelos

empíricos que se han venido usando para propósitos de proyección de la fecundidad y que se han clasificado como modelos de estructuras de alta y baja fecundidad y con características de fecundidad temprana, dilatada y tardía ^{21/} (ver cuadro 8 y gráfico 7). Otros modelos más elaborados son por ejemplo los de Coale y Trussell basados en la experiencia de un número grande de poblaciones. ^{22/}

Cuadro 8
ESTRUCTURAS MODELO DE LA FECUNDIDAD SEGUN LA EDAD

Grupos de edades	Estructura general	Estructuras de baja fecundidad			Estructuras de alta fecundidad				
		Cúspide temprana	Cúspide tardía	Cúspide dilatada	Cúspide temprana		Cúspide tardía		Cúspide dilatada
					Tipo A	Tipo B	Tipo A	Tipo B	
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
15 - 19	8,9	11,7	3,4	5,9	16,2	12,5	5,1	5,6	8,9
20 - 24	25,6	36,1	22,9	30,4	24,7	28,5	22,9	19,4	23,7
25 - 29	26,3	27,0	31,9	30,7	21,9	25,1	28,8	24,6	24,4
30 - 34	19,7	14,8	22,8	19,3	17,4	17,8	22,6	23,3	19,9
35 - 39	12,9	7,6	13,5	10,0	11,8	11,2	14,5	17,2	14,7
40 - 44	5,3	2,6	4,9	3,4	5,8	4,0	5,0	8,4	6,5
45 - 49	1,3	0,3	0,5	0,3	2,3	0,9	1,0	1,4	1,9

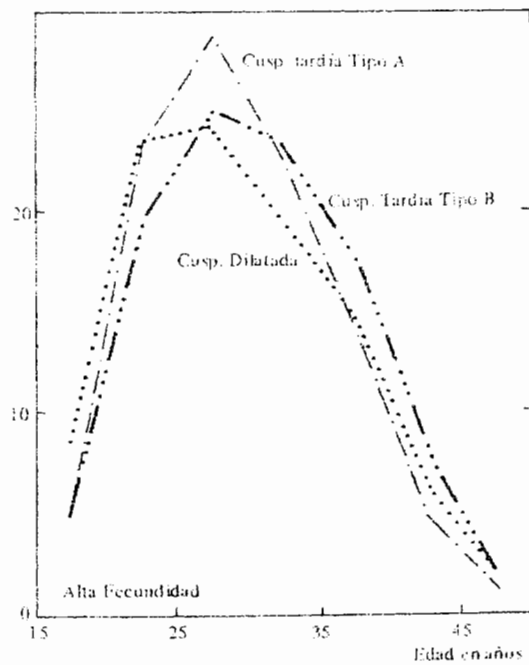
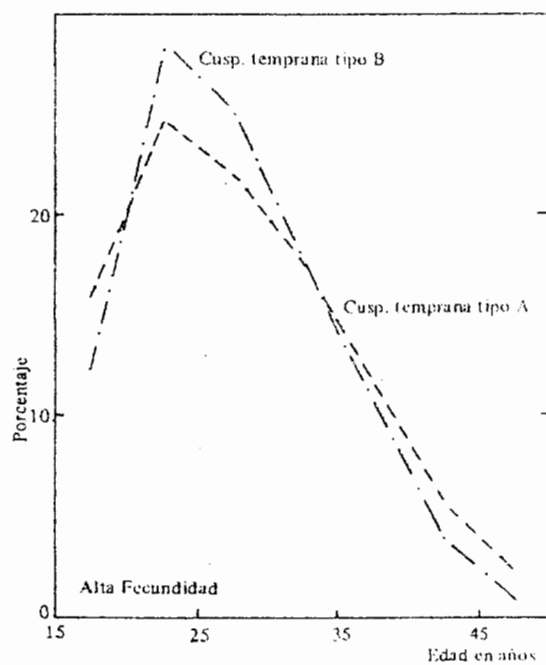
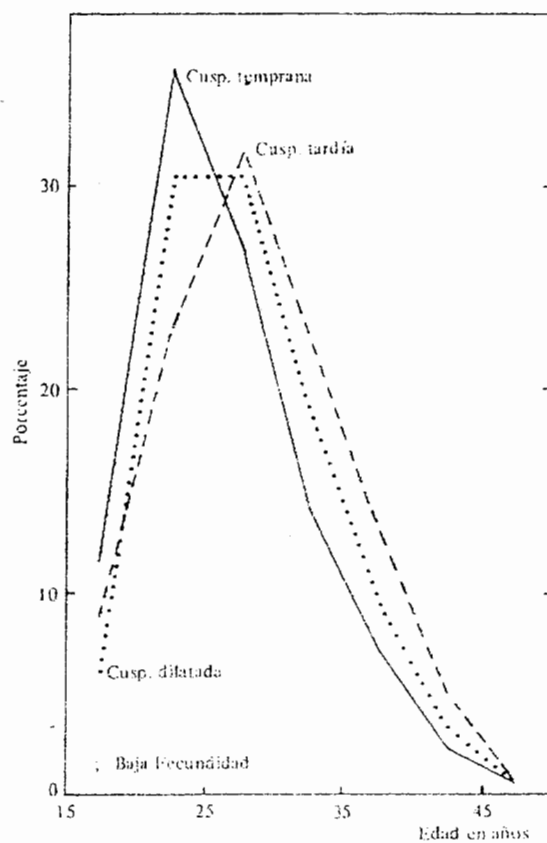
Fuente: Naciones Unidas, Boletín de Población Nº 7, Nueva York, 1965, pág. 126.

^{21/} Naciones Unidas, Boletín de población de las Naciones Unidas Nº 7, Nueva York, 1963, pág. 126.

^{22/} Coale, A.J., Trussell, T.J. (1974), Model Fertility Tables: Variations in the Age Structure of Childbearing in Human Populations. Population Index, Vol. 40, Nº 2, April 1974.

Gráfico 7

ESTRUCTURAS MODELO DE LA F ECUNDIDAD POR EDADES



Fuente: Cuadro 8

33. Métodos de proyección de la estructura de la fecundidad por edades

Si bien existe cierta correspondencia entre el nivel y la estructura de la fecundidad, como lo muestra la información existente para países particulares y los modelos que se han podido elaborar, las predicciones de las tendencias futuras presentan mayor incertidumbre que en el caso de la mortalidad. Se acepta sí, como un hecho, que cuando baja la fecundidad, ésta es acompañada de una estructura por edad más joven y concentrada.

En muchas oportunidades, en la elaboración de proyecciones de población de países latinoamericanos, por el método de los componentes, las estructuras de la fecundidad se obtenían por interpolación lineal entre una estructura inicial y una estructura límite, en relación a los niveles de fecundidad. Se requiere, por tanto:

- a) Determinar, en la forma más precisa, la estructura de la fecundidad de la fecha más reciente posible.
- b) Seleccionar algún modelo teórico de estructura de fecundidad hacia el cual se considere habrá de evolucionar la estructura de la fecundidad de la población en estudio. Esta selección se hará conforme a la evolución histórica de la estructura de fecundidad.
- c) Interpoliar linealmente, para los niveles de fecundidad establecidos previamente, los valores que corresponderán a cada grupo de edad en relación a la estructura inicial y la teórica final, en función del nivel de fecundidad de cada fecha.

En base a las estructuras interpoladas, y a los niveles de fecundidad (tasas globales o tasas brutas de reproducción), se obtienen las tasas de fecundidad de cada período de la proyección.

En elaboraciones de proyecciones de población más recientes, en que ha participado el CELADE, se ha utilizado, para propósitos de proyección de la fecundidad, la función de Gompertz linealizada, que se inspira en ideas presentadas por W. Brass ^{23/}, V. Kandiah ^{24/} y en las elaboraciones

^{23/} Brass, William, "The Use of the Gompertz Relational Model to Estimate Fertility", International Population Conference: Manila, 1981, Vol. 3.

^{24/} Kandiah, V., The Use of the Relational Fertility Model Parameters in Population Projections. East West Center. (Inédito).

hechas por J. Chackiel ^{25/}. Se presentan a continuación diversos aspectos metodológicos de este nuevo procedimiento de proyección de la fecundidad.

34. Proyección de la fecundidad mediante la función de Gompertz

Un hecho muy corriente es el tratar de presentar un comportamiento empírico de cualquier fenómeno -incluso los procesos de la dinámica poblacional- en base a un modelo teórico general. Así, siempre será interesante el esfuerzo por describir un determinado comportamiento a través de un modelo matemático que pueda ser expresado por unos pocos parámetros. Esto, que se ha logrado en el caso de la mortalidad, es planteado insistentemente también para el caso de la fecundidad.

Los patrones de comportamiento de la fecundidad en una población particular están determinados por los factores biológicos que condicionan la fertilidad de las mujeres y por factores socioeconómicos. Es la edad, sin embargo, la variable corrientemente utilizada en demografía para analizar los fenómenos demográficos y, como tal, es básica para desarrollar los modelos.

El modelo de Gompertz tiene, sin duda, la particularidad de que busca describir la fecundidad acumulada en base a la edad de las mujeres en edad fértil, y la utilización de dos parámetros: uno que procura definir la edad media en que se producen los nacimientos, y el otro, el grado de concentración con que ocurre el proceso de reproducción de la población.

La relación fundamental del modelo de Gompertz, aplicado al análisis de la fecundidad, es:

$$F(x) = TGF \cdot A^{B^x}$$

^{25/} Chackiel, Juan, Estructura de fecundidad por edad: Ajuste y proyección mediante la función de Gompertz linealizada. CELADE, Notas de Población Nº 20, agosto de 1979 y Proyección de la fecundidad: Criterios y procedimientos utilizados en CELADE. Seminario de proyecciones de Población, CELADE, San José, Costa Rica, 4-13 de octubre de 1982.

Es decir, que la fecundidad acumulada por las mujeres hasta una edad x , depende del nivel de fecundidad de la población -dado por la tasa global de fecundidad (TGF)- y de los parámetros A y B , que pueden tomar valores positivos comprendidos entre cero y uno. El cociente de las tasas acumuladas de fecundidad respecto al nivel final, esto es la TGF, define la estructura acumulada de la fecundidad, hasta la edad x .

$$\frac{F(x)}{TGF} = A B^x$$

Haciendo una transformación de esta última relación mediante el uso de logaritmos naturales, se llega a:

$$\ln \left[-\ln \frac{F(x)}{TGF} \right] = x \ln B + \ln (-\ln A)$$

Así, se ha logrado una linealización de la función de Gompertz de la forma $Y(x) = a + b \cdot x$, en la cual se tiene que:

$$Y(x) = \ln \left[-\ln \frac{F(x)}{TGF} \right]$$

$$a = \ln (-\ln A) \quad ; \quad b = \ln B$$

Establecida la linealidad de la función de Gompertz, y siguiendo las ideas utilizadas en el modelo de mortalidad de Brass y el sistema logito ^{26/}, se tiene un sistema que relaciona la fecundidad de dos o más poblaciones -o de una población en dos o más momentos- a partir de una estructura de fecundidad estándar, que tendría la forma:

$$Y^\delta(x) = a_\delta + b_\delta \cdot x$$

^{26/} Chackiel, Juan, "El modelo de mortalidad de Brass", Notas de Población Nº 25, CELADE, Abril de 1981.

identificando δ a los elementos de una población estándar, que tendría la misma forma de linealización, esto es que:

$$\ln \left[-\ln \frac{F^\delta(x)}{TGF^\delta} \right] = x \ln E^\delta + \ln (-\ln A)$$

De esta manera, dadas dos funciones $Y(x)$ y $Y^\delta(x)$ para $15 \leq x \leq 49$, puede construirse una nueva función lineal que las vincule:

$$Y(x) = \alpha + \beta \cdot Y^\delta(x)$$

La solución simultánea de las dos ecuaciones lineales permite derivar los dos parámetros α y β ; de la estándar, se tiene:

$$x = \frac{Y^\delta(x) - a_\delta}{b_\delta}$$

con lo cual resulta:

$$\alpha = a - \frac{a_\delta}{b_\delta} \cdot b$$

$$\beta = \frac{b}{b_\delta}$$

Los parámetros α y β que vinculan las dos funciones de estructuras de la fecundidad, reflejan las condiciones de fecundidad de la población que se analiza, respecto a la estándar. El parámetro α determina fundamentalmente la diferencia en la edad media de la fecundidad, estableciendo si se trata de una fecundidad más temprana o más tardía;

el parámetro β se asocia más bien a la concentración del proceso de reproducción. En el cuadro 9 se presentan los resultados que se obtienen con datos sobre la evolución de la fecundidad de Costa Rica del período 1965-1980, utilizando para el caso, como fecundidad estándar, la estimada para el quinquenio 1975-1980.

Los pares de valores de $Y(x)$ y $Y^\delta(x)$ representados en el gráfico 8 conducen a una serie de puntos con una alineación adecuada. Los parámetros de ajuste α y β de cada recta se pueden obtener a partir de un método estadístico, como el de los mínimos cuadrados o, en forma más sencilla, trabajando con promedios de las dos variables:

$$\beta = \frac{\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1}{\bar{Y}_2^\delta - \bar{Y}_1^\delta} ; \quad \alpha = \bar{Y}_1 - \beta \cdot \bar{Y}_1^\delta$$

siendo,

$$\bar{Y}_1 = \frac{1}{3} [Y(20) + Y(25) + Y(30)]$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{1}{3} [Y(35) + Y(40) + Y(45)]$$

y $\bar{Y}_1^\delta, \bar{Y}_2^\delta$ relaciones similares en la población estándar.

Como se desprende de los resultados del cuadro 9, durante el período se produjo un cambio hacia una fecundidad más temprana, que llegó a implicar una reducción de la edad media de la fecundidad, ($\bar{m}$), de un poco más de un año; también, en líneas generales, hay una tendencia hacia una menor dispersión de la fecundidad. En términos de los parámetros α y β , la mayor concentración y tendencia hacia una fecundidad más temprana, significó valores de α tendiendo a cero, mientras que los de β tienden hacia uno.

Cuadro 9

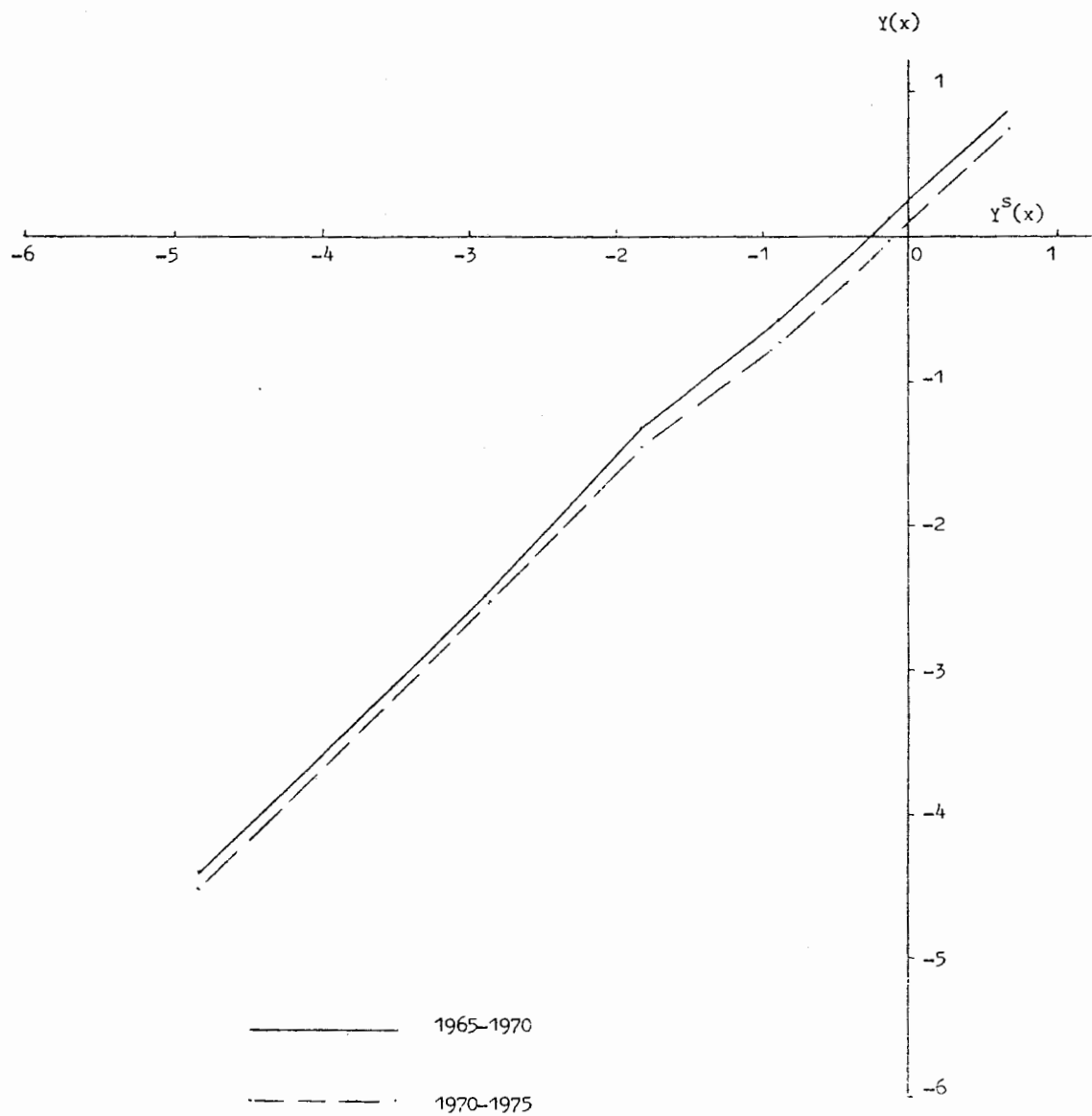
COSTA RICA: CALCULO DE LOS PARAMETROS α Y β DE LA FUNCION DE GOMPERTZ QUE VINCULA LA FECUNDIDAD DE LOS QUINQUENIOS 1965-1970, 1970-1975 Y 1975-1980

Grupos de edades	1965 - 1970			1970 - 1975			1975 - 1980		
	$\sum x$	$\frac{F(x)}{TGF}$	$Y(x)$	$\sum x$	$\frac{F(x)}{TGF}$	$Y(x)$	$\sum x$	$\frac{F(x)}{TGF}$	$Y^{\Delta}(x)$
15 - 19	0,1078	-	-	0,1024	-	-	0,1060	-	-
20 - 24	0,2753	0,09293	0,86538	0,2174	0,12019	0,75080	0,2067	0,14171	0,66986
25 - 29	0,2781	0,33026	0,10245	0,1985	0,37535	-0,02031	0,1809	0,41805	-0,13678
30 - 34	0,2245	0,57000	-0,57604	0,1545	0,60833	-0,69910	0,1282	0,65989	-0,87785
35 - 39	0,1815	0,76353	-1,31009	0,1161	0,78967	-1,44234	0,0854	0,83128	-1,62857
40 - 44	0,0789	0,92000	-2,48433	0,0543	0,92594	-2,56464	0,0348	0,94545	-2,88081
45 - 49	0,0141	0,98802	-4,41826	0,0095	0,98967	-4,56765	0,0060	0,99198	-4,82162
TGF	5,80			4,26			3,74		
R'	2,83			2,08			1,82		
α			0,23990			0,11981			0,00000
β			0,95117			0,95145			1,00000
$\bar{m}$	29,18			28,47			27,56		
σ	7,14			7,23			6,95		

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos y CELADE, Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025, CELADE, Fascículo F/CR1.1., octubre de 1983.

Gráfico 8

COSTA RICA: ESTRUCTURAS DE FECUNDIDAD DE LOS PERIODOS 1965-1970 Y 1970-1975, LINEALIZADAS MEDIANTE UNA FUNCION DE GOMPERTZ



Fuente: Cuadro 9.

35. Proyección de la estructura y de las tasas de fecundidad

Una forma sencilla de establecer la relación que existe entre los parámetros α y β , los cambios en la concentración y en el tipo de estructura de la fecundidad (temprana, dilatada y tardía), se logra mediante la construcción de estructuras de fecundidad a partir de una estructura estándar y variaciones en los dos parámetros. En los cuadros 10 y 11 se presentan los resultados obtenidos a partir de la estructura de fecundidad de Costa Rica en el período 1975-1980 (la estimación más reciente disponible) que se ha usado como estándar. Se han construido, a partir de ella, ocho estructuras de fecundidad que resultan de la combinación de los dos parámetros con valores similares a los observados en poblaciones reales.

Como se desprende de los datos del cuadro 11 y del gráfico 9, los valores de $\alpha > 0$ producen estructuras de fecundidad más tardías, independientemente de los valores que tome el valor de β . Al contrario, los valores de $\alpha < 0$ producen estructuras de fecundidad más tempranas. En líneas generales, se observa que una variación de $\alpha = 0,2$ hasta $\alpha = -0,2$ produce un cambio en la edad media de la fecundidad de aproximadamente dos años menos.

La dispersión de la fecundidad, para cualquier valor de β fijo, varía relativamente poco con los cambios de α . Lo que resulta, más bien, es que para un mismo valor de α , los cambios en β producen un cambio en la dispersión y, en todo caso, se observa mayor concentración de la fecundidad cuando este último parámetro aumenta.

Las consideraciones anteriores, que se visualizan en el gráfico 9, pueden usarse como guía general para analizar la coherencia del comportamiento histórico de la fecundidad de una población. También, claro está, pueden utilizarse estos modelos de evolución para realizar una proyección de la fecundidad. No obstante, la realidad suele a veces ser más compleja; y no sería raro encontrar combinaciones un tanto distintas de las que teóricamente se presentan, incluso con tendencias contrarias a las que presupone el modelo.

Usando el modelo de Gompertz se ha elaborado la proyección de la estructura de la fecundidad de Costa Rica para el período 1980-2025. Como se disponía de una proyección previa del nivel de fecundidad (cuadro 7), la proyección de la estructura implica las siguientes etapas:

- Se elige una estructura de fecundidad estándar; en este caso, la correspondiente al período 1975-1980, que es la más reciente disponible. En este caso, los parámetros α y β son cero y uno, respectivamente.

Cuadro 10

TASAS DE FECUNDIDAD ACUMULADAS - F(x) - CORRESPONDIENTES A UNA TABLA GLOBAL (TGF = 3,74) Y VARIACIONES EN LOS PARAMETROS α Y β . EDAD MEDIA Y DESVIACIONES ESTANDAR DE LA FECUNDIDAD

Grupos de edades	Edades exactas x	Tabla Tasas de fecundidad acumuladas -F(x) para diversos valores de y							
		estándar $\alpha = 0$		$\beta = 1$		$\alpha = 0,2$		$\alpha = -0,2$	
		$\beta = 1$	$\beta = 0,90$	$\beta = 1,1$	$\alpha = -0,2$	$\alpha = 0,2$	$\beta = 1,1$	$\beta = 0,95$	$\beta = 1,1$
15 - 19	15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
20 - 24	20	0,5300	0,6015	0,4629	0,7553	0,5300	0,4014	0,2915	0,7961
25 - 29	25	1,5635	1,5448	1,5821	1,8313	1,5635	1,2702	1,3077	1,8223
30 - 34	30	2,4680	2,3756	2,5557	2,6612	2,4680	2,1486	2,3491	2,6208
35 - 39	35	3,1090	3,0051	3,1996	3,2149	3,1090	2,8630	3,0909	3,1723
40 - 44	40	3,5360	3,4704	3,5860	3,5721	3,5360	3,4134	3,5528	3,5468
45 - 49	45	3,7100	3,6915	3,7214	3,7154	3,7100	3,6809	3,7174	3,7087
TGF	50	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74
$\bar{m}$		27,56	27,86	27,30	26,44	28,70	29,08	28,37	26,57
σ		6,95	7,44	6,52	6,98	6,86	7,34	6,43	7,21
									6,55

Fuente: Cuadro 9.

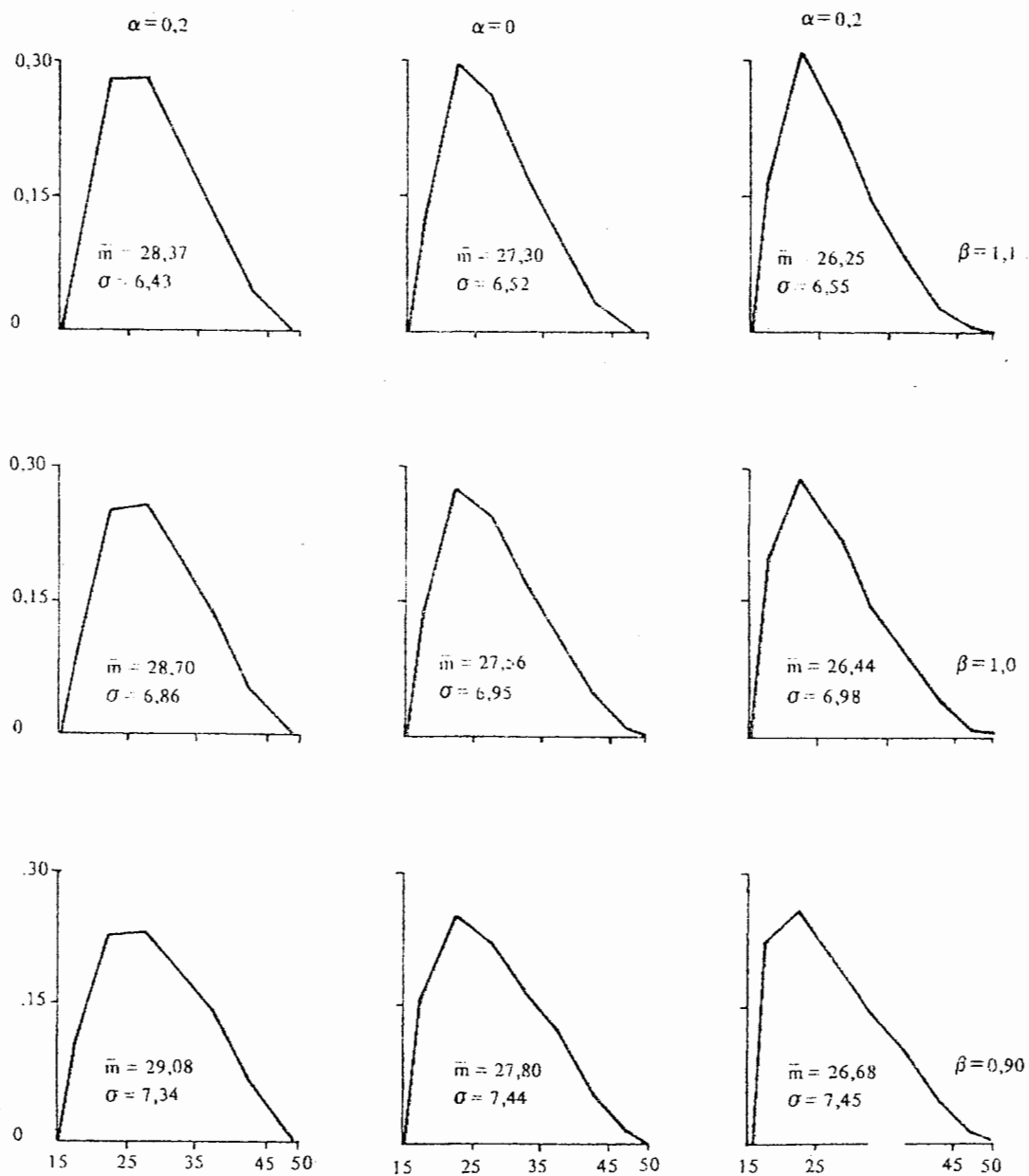
Cuadro 11
ESTRUCTURAS DE FECUNDIDAD ASOCIADAS A UNA ESTANDAR Y DIVERSOS VALORES DE α Y β

Grupos de edades	Estructura estándar ^{a/} $\alpha = 0$	Estructuras de fecundidad para diversos valores de α y β									
		$\alpha = 0$		$\beta = 1$		$\alpha = 0,2$		$\alpha = -0,2$		$\alpha = 0,2$	
		$\beta = 1$	$\beta = 0,9$	$\beta = 1,1$	$\alpha = -0,2$	$\alpha = 0,2$	$\beta = 0,90$	$\beta = 1,1$	$\beta = 0,90$	$\beta = 1,1$	
15 - 19	0,14170	0,16083	0,12376	0,20193	0,09193	0,10731	0,07792	0,22399	0,18074		
20 - 24	0,27630	0,25219	0,29922	0,28767	0,25266	0,23227	0,27169	0,26083	0,31363		
25 - 29	0,24180	0,22210	0,26028	0,22185	0,25718	0,23480	0,27839	0,20477	0,23772		
30 - 34	0,17140	0,16831	0,17216	0,14807	0,19609	0,19103	0,19834	0,14635	0,14788		
35 - 39	0,11420	0,12443	0,10336	0,09554	0,13586	0,14718	0,12354	0,10460	0,08614		
40 - 44	0,04650	0,05908	0,03621	0,03829	0,05640	0,07146	0,04400	0,04875	0,02977		
45 - 49	0,00810	0,01307	0,00501	0,00664	0,00988	0,01594	0,00612	0,01072	0,00411		
$\bar{m}$	27,56	27,86	27,30	26,45	28,70	29,08	28,37	26,68	26,25		
σ	6,96	7,44	6,52	6,98	6,86	7,34	6,43	7,45	6,55		

^{a/} Corresponde a la estructura de la fecundidad de Costa Rica en el período 1975-1980.
Fuente: Cuadro 10.

Gráfico 9

ESTRUCTURAS DE FECUNDIDAD DERIVADAS CON UNA ESTANDAR Y DIVERSOS
VALORES DE α y β



Fuente: cuadro 11

- Se calcula y evalúa la tendencia de los parámetros para el período 1950-1980.
- Se selecciona un modelo límite de fecundidad. En este caso se eligió un modelo de baja fecundidad y cúspide temprana de las Naciones Unidas.^{27/}
- Se determinan los valores de los parámetros α y β de la tabla límite respecto a la tabla estándar.
- Siguiendo las tendencias históricas de los parámetros y los límites que tomarían, se hace una proyección gráfica para los niveles de fecundidad intermedios, previamente proyectados. Se llega, en este caso, a los valores que se indican en el cuadro 12, que son representados junto con los del período 1965-1980 en el gráfico 10.
- En base a estos parámetros, y usando la fecundidad estándar, se determinan las estructuras correspondientes, como se indica en el cuadro 13 y, a partir de la relación:

$$Y^t(x) = \alpha(t) + \beta(t) \cdot Y^A(x)$$

$$\% \cdot f_x^t = e^{-e^{(Y^t(x))}}$$

las tasas de fecundidad por edad resultan, a su vez, de:

$$f_x^t = \% f_x^i \cdot \frac{TGF(t)}{5}$$

En la medida que, en la proyección de la fecundidad, se consideran niveles más bajos a lo largo del tiempo, las estructuras por edad resultantes muestran un mayor porcentaje en las edades más jóvenes reduciéndose por tanto la edad media de la fecundidad. Simultáneamente, se produce mayor concentración de la fecundidad en las edades de alta fecundidad

^{27/} Naciones Unidas, Boletín de Población No 7, ST/SOA/SER.II/7, Nueva York, 1965, pág. 126.

20-29 años, y la consecuente reducción en los grupos de mujeres de mayor edad y en el grupo más joven (15-19 años). En el cuadro 13 se presenta el proceso de derivación de las tasas para los quinquenios 1980-1985 y 2020-2025.

Cuadro 12
COSTA RICA: VALORES DE α Y β ASOCIADOS A LOS NIVELES DE
FECUNDIDAD PROYECTADOS (TGF) PARA EL PERIODO 1980-2025.
HIPOTESIS MEDIA

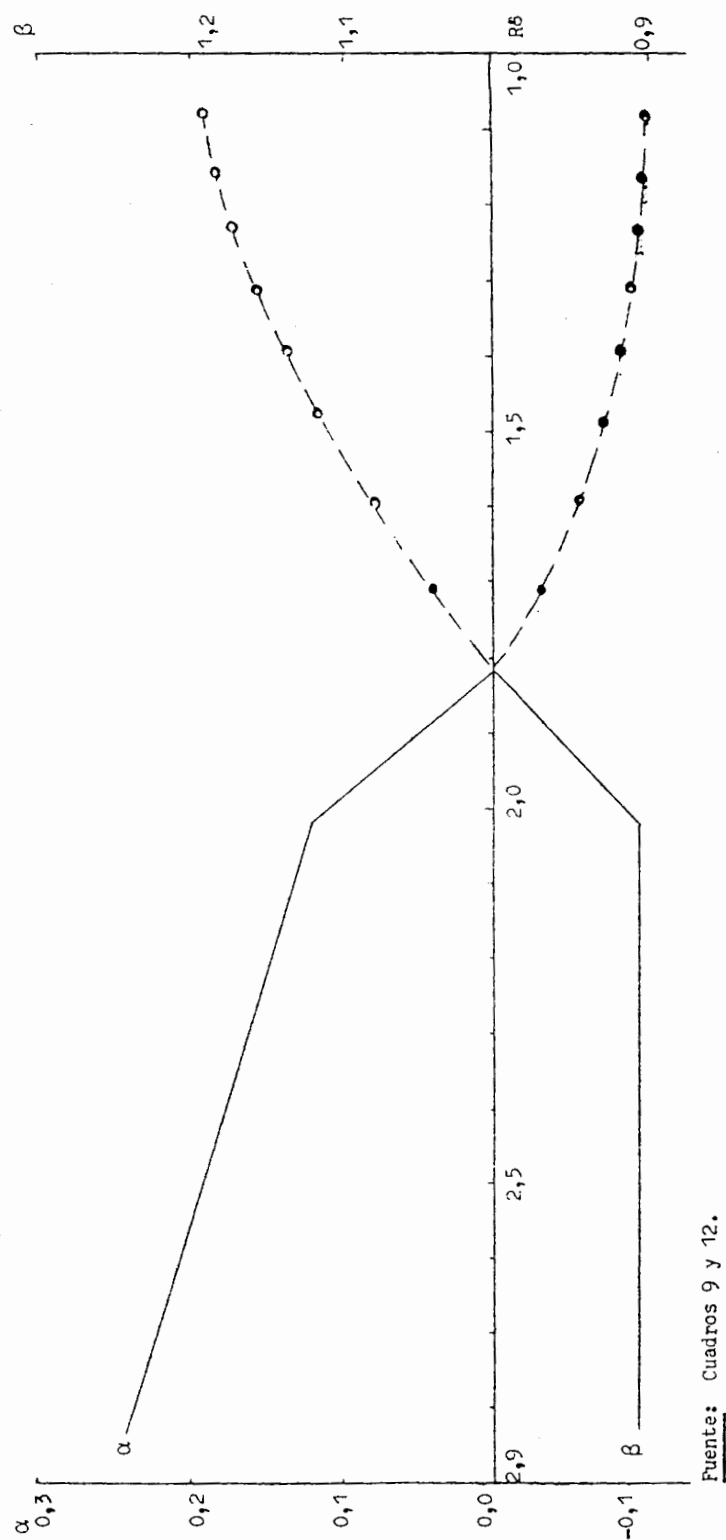
Período	t	TGF	R'	$\dot{\alpha}(t)$	$\beta(t)$
1975-1980	0	3,74	1,82	0	1
1980-1985	5	3,50	1,71	-0,032	1,039
1985-1990	10	3,26	1,59	-0,056	1,078
1990-1995	15	3,05	1,49	-0,071	1,118
1995-2000	20	2,85	1,39	-0,083	1,135
2000-2005	25	2,68	1,31	-0,089	1,154
2005-2010	30	2,53	1,23	-0,093	1,170
2010-2015	35	2,40	1,17	-0,096	1,181
2015-2020	40	2,29	1,12	-0,098	1,188
2020-2025	45	2,21	1,08	-0,099	1,194
Modelo límite ^{a/}		2,09	1,02	-0,120	1,200

^{a/} Se eligió como límite el modelo de estructura de baja fecundidad de cúspide temprana, que aparece en el Boletín de las Naciones Unidas.

Fuente: Naciones Unidas, Boletín de Población Nº 7, ST/SON/SER.N/7, Nueva York, 1965, pág. 126.

Gráfico 10

COSTA RICA: EVOLUCION DE LOS PARAMETROS α Y β DE LA FUNCION DE COMPERTZ
EN EL PERIODO 1965-1980 Y SU PROYECCION AL 2020-2025



Cuadro 13

COSTA RICA: DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA Y LAS TASAS DE FECUNDIDAD POR EDAD (δ_x)
MEDIANTE UNA FUNCION DE GOMPERTZ. QUINQUENIO 1980-1985 Y 2020-2025

Grupos de edades	1980 - 1985				2020 - 2025				Tabla lf-mite	
	Estándar $\frac{a}{x}$		$\alpha = -0,032 \quad \beta = 1,039$		$\alpha = -0,099 \quad \beta = 1,194$		$\alpha = -0,11975 \quad \beta = 1,18930$			
	$Y^b(x)$	$Y(x)$	Estructura	$n^b x$	$Y(x)$	Estructura	$n^b x$	Estructura		
15 - 19	0,66986	0,66398	0,1433	0,1003	0,70081	0,1333	0,0589	0,1170		
20 - 24	-0,13678	-0,17411	0,2883	0,2018	-0,26232	0,3301	0,1459	0,3610		
25 - 29	-0,87785	-0,94409	0,2461	0,1723	-1,14715	0,2646	0,1169	0,2700		
30 - 34	-1,68857	-1,78642	0,1680	0,1176	-2,11515	0,1584	0,0700	0,1480		
35 - 39	-2,88081	-3,02516	0,1069	0,0748	-3,53869	0,0850	0,0376	0,0760		
40 - 44	-4,82162	-5,04187	0,0409	0,0287	-5,85601	0,0258	0,0114	0,0260		
45 - 49			0,0065	0,0046		0,0028	0,0012	0,0030		
TOTAL			1,0000	0,7901		1,0000	0,4419			
TGF				3,50			2,21			
$\bar{m}$				27,28			26,60			
σ				6,79			6,17			

a/ De la función linealizada de la fecundidad del período 1975-1980 (cuadro 5).

b/ Naciones Unidas, Boletín de Población n.º 7, Nueva York, 1965, pág. 126.

Es posible, en todo caso, ensayar el proceso de proyección con dos o más modelos límites y, por supuesto, modificar las tendencias de los parámetros hasta lograr una evolución de las estructuras de fecundidad que estén en conformidad con las consideraciones sobre el posible impacto de los factores determinantes del cambio de la fecundidad de la población en estudio.

36. Determinación de los nacimientos estimados para el período de proyección

La determinación de los nacimientos de cada uno de los períodos de la proyección para completar las nuevas generaciones de población, se efectúa a partir de la fecundidad proyectada por edad y las poblaciones en edad fértil correspondientes, esto es, la población de 15-49 años. Se procede en la forma indicada en el cuadro 14.

Es decir que,

$$\hat{B}^{Z,Z+5} = \bar{N}_{15-19}^{Z,Z+5} \cdot \bar{F}_{15-19}^{Z,Z+5} + \dots + \bar{N}_{45-49}^{Z,Z+5} \cdot \bar{F}_{45-49}^{Z,Z+5}$$

O sea:

$$\hat{B}^{Z,Z+5} = \sum_{15}^{49} \bar{F}_{x,x+4}^{Z,Z+5} \bar{N}_{x,x+4}^{Z,Z+5}$$

Si la proyección de población se realiza a partir de grupos quinquenales, y por tanto para períodos de cinco años, los nacimientos por quinquenio serán iguales a:

$$5 \cdot \hat{B}^{Z,Z+5} = 5 \cdot \sum_{15}^{49} \bar{F}_{x,x+4}^{Z,Z+5} \bar{N}_{x,x+4}^{Z,Z+5}$$

Cuadro 14

DERIVACION DE LOS NACIMIENTOS ESTIMADOS EN UNA PROYECCION DE POBLACION
POR EL METODO DE LOS COMPONENTES POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD

Grupos de edades	Tasas de fecundidad por edad a/	Población femenina por edad			Nacimientos anuales estimados
		Año Z	Año Z + 5	Población media	
	(1)	(2)	(3)	(4) = $\frac{(2)+(3)}{2}$	(5) = (1)(4)
15 - 19	$F_{15-19}^{Z,Z+5}$	N_{15-19}^Z	N_{15-19}^{Z+5}	$\bar{N}_{15-19}^{Z,Z+5}$	$\bar{N}_{15-19}^{Z,Z+5} F_{15-19}^{Z,Z+5}$
20 - 24					
25 - 29					
30 - 34	...	...	...	...	...
35 - 39					
40 - 44					
45 - 49	$F_{45-49}^{Z,Z+5}$	N_{45-49}^Z	N_{45-49}^{Z+5}	$\bar{N}_{45-49}^{Z,Z+5}$	$\bar{N}_{45-49}^{Z,Z+5} F_{45-49}^{Z,Z+5}$
Nacimientos anuales (B^Z)					$\sum \bar{N}_{x,x+4}^{Z,Z+5} F_{x,x+5}^{Z,Z+5}$

a/ Tasas estimadas a mitad del período.

Por otra parte, es necesario distribuir los nacimientos estimados totales en masculinos y femeninos. Lo más corriente para este propósito es considerar, en promedio, un total de 105 nacimientos masculinos por

cada 100 femeninos. Bajo este supuesto, se tiene un factor de separación de los nacimientos femeninos:

$$K = \frac{100}{205} = 0,4878$$

La proporción de nacimientos masculinos es, por lo tanto, $(1 - K) = 0,5122$.

Con esto, la estimación de nacimientos masculinos y femeninos de una proyección presentará la forma:

$$5 \cdot K \cdot \hat{B}_m^{Z,Z+5} = 5 \cdot 0,5122 \cdot \sum_{15}^{49} F_{x,x+4}^{Z,Z+5} \bar{N}_{x,x+4}^{Z,Z+5}$$

$$5 \cdot K \cdot \hat{B}^{Z,Z+5} = 5 \cdot 0,4878 \cdot \sum_{15}^{49} F_{x,x+4}^{Z,Z+5} \bar{N}_{x,x+4}^{Z,Z+5}$$

En el cuadro 15 se presenta un ejemplo de derivación de los nacimientos estimados conforme a la proyección de población de Costa Rica, para el quinquenio 1970-1975.

El total de nacimientos estimados para el quinquenio es de 286 050. De acuerdo a la masculinidad al nacimiento, se distribuyen en 139 535 nacimientos femeninos y 146 515 masculinos.

37. Proyección de la migración

Uno de los aspectos más débiles en el campo de las proyecciones de población por el método de los componentes, es el relacionado con la formulación de hipótesis sobre la migración (internacional en el caso de proyecciones nacionales, interna en caso de proyecciones de áreas geográficas del país).

Cuadro 15

COSTA RICA: ESTIMACION DE LOS NACIMIENTOS DEL PERIODO 1970-1975,
DE LA PROYECCION DE POBLACION POR SEXO Y EDAD^{1/}

Grupos de edades	Tasas de fecundidad $F(x,5)$	Población estimada			Nacimientos anuales estimados
		1970 N_0	1975 N_0	Población media N_0	
15 - 19	0,1023	93 926	117 121	105 524	10 795
20 - 24	0,2174	72 395	93 527	82 961	18 036
25 - 29	0,1985	56 684	72 031	64 358	12 775
30 - 34	0,1545	47 658	56 321	51 990	8 032
35 - 39	0,1162	41 854	47 221	44 538	5 175
40 - 44	0,0543	35 567	41 328	38 448	2 088
45 - 49	0,0096	29 346	34 966	32 156	309
TOTAL	0,8528	377 430	462 515	419 975	57 210

^{1/} Dirección General de Estadística y Censos y CELADE, Evaluación del censo de 1973 y proyección de la población por sexo y grupos de edades 1950-2000.

Como primera observación, debe decirse que hay limitaciones en cuanto a existencia de información, oportuna y veraz, sobre la movilidad de la población, y de otra parte que, tratándose de una variable social, no se puede -como en el caso de la fecundidad- hablar de patrones definidos y de uso generalizado. El patrón de comportamiento por sexo y edad puede variar mucho en un plazo muy corto, así como también pueden hacerlo los volúmenes de migración bruta o neta.

En este sentido, y en consideración a las estimaciones que se suelen efectuar a nivel de cada país, lo usual es plantearse algunas de las siguientes hipótesis alternativas sobre lo que puede ocurrir con la migración internacional:

1. Si las estimaciones de inmigración y emigración conducen a saldos netos muy pequeños y poco significativos, es factible plantearse como solución una hipótesis sobre migración nula para el futuro.
2. Si se han determinado corrientes migratorias de cierta magnitud, que conducen a saldos netos significativos, podrían plantearse alguna de las siguientes hipótesis:
 - a) Que los flujos de entrada y salida (y por tanto los saldos migratorios netos) continuarán en el futuro con la misma intensidad que la estimada para las fechas más recientes.
 - b) Que el proceso migratorio continuará presentando las mismas tasas netas de migración estimadas para las fechas recientes. En este caso, teniendo en cuenta que la población será creciente, el resultado será migración absoluta con tendencia decreciente.
 - c) Que el proceso migratorio continuará, pero atenuándose en el tiempo, haciéndose nulo en alguna fecha futura.

En todo caso, es conveniente que hipótesis como las enunciadas sean formuladas para períodos relativamente cortos, pues no es predecible lo que pueda pasar a largo plazo. Si la migración fuese un factor importante para un país, convendría, en todo caso, hacer proyecciones de población con más de una hipótesis sobre migración internacional. En cualquier caso, y teniendo en cuenta el modelo de proyección por componentes, las estimaciones sobre migración futura deben establecerse en base a saldos migratorios o tasas de migración neta estimadas al final de cada período de proyección.

38. Proyección de la población por sexo y edad

Antes de presentar los procedimientos para proyectar la población por el método de los componentes, e independientemente de los procedimientos utilizados para proyectar los componentes del crecimiento, es necesario insistir en que los datos básicos para el proceso de proyección son los siguientes:

- a) Una población base por sexo y grupos de edades, a la fecha elegida como inicio de la proyección.
- b) Una proyección de la mortalidad por sexo y grupos de edades, es decir, relaciones de supervivencia por edad, proyectadas para cada quinquenio.
- c) Una proyección de la fecundidad de las mujeres por edad, es decir, tasas de fecundidad por edad para cada uno de los quinquenios de la proyección.
- d) Una proyección de la migración neta estimada para el período, esto es, los volúmenes de migración neta o tasas de migración neta, por sexo y grupos de edades. Este aspecto se hace aún más importante si se refiere a una proyección abierta, como sería el caso de una población urbana-rural o el de proyecciones de regiones.
- e) El establecimiento de supuestos sobre la relación de masculinidad de la población al nacimiento.

En el cuadro 16 se presenta la forma de proyectar un grupo de edad de una población inicial base, en un período de 15 años, sin considerar la migración en el período.

En líneas generales, para proyectar una población, se va de un quinquenio a otro, bajo las condiciones de mortalidad establecidas de la siguiente forma:

$$N_{x, x+4}^Z \cdot {}_5P_{x, x+4}^{Z, Z+5} = N_{x+5, x+9}^{Z+5}$$

$$N_{x+5, x+9}^{Z+5} \cdot {}_5P_{x+5, x+9}^{Z+5, Z+10} = N_{x+10, x+14}^{Z+10}$$

$$N_{x+10, x+14}^{Z+10} \cdot {}_5P_{x+10, x+14}^{Z+10, Z+15} = N_{x+15, x+19}^{Z+15}$$

o sea que:

$$N_{x+15,x+19}^{Z+15} = N_{x,x+4}^Z \cdot {}_5P_{x,x+4}^{Z,Z+5} \cdot {}_5P_{x+5,x+9}^{Z+5,Z+10} \cdot {}_5P_{x+10,x+15}^{Z+10,Z+15}$$

Cuadro 16

ESQUEMA DE ELABORACION DE UNA PROYECCION POR COMPONENTES

Grupos de edades	$N_{x,x+4}^Z$	$P_{x,x+4}^{Z,Z+5}$	$N_{x,x+4}^{Z+5}$	$P_{x,x+4}^{Z+5,Z+10}$	$N_{x,x+4}^{Z+10}$	$P_{x,x+4}^{Z+10,Z+15}$	$N_{x,x+4}^{Z+15}$
0 - 4							
5 - 9	N_{5-9}^Z	${}_5P_{5-9}^{Z,Z+5}$					
10 - 14			N_{10-14}^{Z+5}	${}_5P_{10-14}^{Z+5,Z+10}$			
15 - 19					N_{15-19}^{Z+10}	${}_5P_{15-19}^{Z+10,Z+15}$	
20 - 24							N_{20-24}^{Z+15}
25 - 29							
30 - 34							
...							
...							

En resumen, la elaboración de una proyección de población -por sexo y grupos de edades- por el método de los componentes, se realiza en tres etapas:

1. Como primera medida, se derivan los sobrevivientes de la población estimada al 30 de junio de un año particular, la que constituirá la población base. Tal población se modifica durante el período en razón de los efectos de la mortalidad a que se ve sometida y, si fuera el caso, a la migración neta incorporada al final del período.
2. Se determinan los nacimientos anuales por grupos de edades de las mujeres en edad fértil (población media del quinquenio), y se estiman los nacimientos del período.
3. Se obtienen los sobrevivientes de los nacimientos estimados en el punto 2 para derivar la población de 0-4 años y completar así la población total proyectada.

Estos tres pasos se repiten sucesivamente para cada cohorte y para cada quinquenio de la proyección. En el cuadro 17 se hace una proyección, hasta el año 1985, de la población femenina menor de 15 años de Costa Rica, estimada al 30 de junio de 1970. También se efectúa la proyección de los nacimientos ocurridos en el quinquenio 1970 - 1975, estimados conforme al cuadro 15.

39. Estimación de las defunciones ocurridas en un quinquenio

Ya se mencionó anteriormente que una de las ventajas más importantes de las proyecciones de población por el método de los componentes, es que permite derivar el efecto de cada uno de los componentes del crecimiento demográfico.

Es posible, así, obtener el número de defunciones que ocurrirán en cada período de la proyección. Este cálculo se efectúa en forma sencilla mediante la ecuación compensadora que, para el caso de una población cerrada, será:

$$N^{t+5} = N^t + B^{t,t+5} - D^{t,t+5}$$

Las defunciones se calculan entonces como la diferencia entre la población inicial y la población al final del período, más los nacimientos ocurridos en el mismo, esto es:

$$D^{t,t+5} = (N^t - N^{t+5}) + B^{t,t+5}$$

Si la población no es cerrada y, si en un período particular se contempla un efecto migratorio neto, la ecuación compensadora se transforma en:

$$N^{t+5} = N^t + B^{t,t+5} - D^{t,t+5} + M^{t+5} + D(m)^{t,t+5}$$

Esta última ecuación incluye un término que representa la migración neta estimada al final del período ($M^{t,t+5}$) y otro adicional $D(m)^{t,t+5}$, que corresponde a las defunciones ocurridas en los integrantes de la población migrante. Este término, bajo el supuesto de que las defunciones ocurren en forma continua en el tiempo, se puede calcular como un medio de la diferencia de la migración estimada al comienzo y la estimada para el final del período, esto es:

$$D(m)^{t,t+5} = \frac{1}{2} (M^t - M^{t+5})$$

con lo cual resulta que las defunciones totales del período son iguales a:

$$D^{t,t+5} = (N^t - N^{t+5}) + B^{t,t+5} + M^{t+5} + \frac{1}{2} (M^t - M^{t+5})$$

y, finalmente:

$$D^{t,t+5} = (N^t - N^{t+5}) + B^{t,t+5} + \frac{1}{2} (M^t + M^{t+5})$$

Ahora bien, suponiendo que la población migrante tiene igual mortalidad que la población total, la migración al principio del período derivada de la migración estimada para el final puede calcularse como:

$$M^t = \sum \frac{M_{x+5, x+9}^{t+5}}{P_{x, x+4}^{t, t+5}}$$

Cuadro 17

COSTA RICA: PROYECCION DE LA POBLACION FEMENINA POR GRUPOS DE EDADES 1970-1985
POR EL METODO DE LOS COMPONENTES

Grupos de edades	$N_{x,x+4}^{70}$	$P_{x,x+4}^{70-75}$	$N_{x,x+4}^{75}$	$P_{x,x+4}^{75-80}$	$N_{x,x+4}^{80}$	$M_{x,x+4}^{75-80}$	$N_{x,x+4}^{80} \cdot \frac{a}{c}$	$P_{x,x+4}^{80-85}$	$N_{x,x+4}^{85}$
Nacimientos	139 535	0,95024							
0-4	140 021	0,98946	132 592	0,97221					
5-9	135 114	0,99699	138 545	0,99796	128 907	1 795	130 702	0,99830	
10-14	117 463	0,99709	134 708	0,99773	138 262	1 479	139 741	0,99808	130 480
15-19			117 121	0,99681	134 402	2 045	136 447	0,99739	136 091
20-24					116 747	2 554	119 302	0,99659	118 895
25-29									94 550

a/ Corresponde a la población estimada al 30 de junio de 1980, sin considerar la migración.

b/ Migración internacional neta estimada al final del período, esto es, al 30 de junio de 1980.

c/ Población estimada para 1980, incluyendo el efecto de la migración internacional.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos y CELADE. Costa Rica: Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025.
CELADE, Fascículo F/CRI.1, octubre de 1983.

V. PROYECCIONES SECTORIALES

40. Conceptos generales y métodos de proyección

Bajo la denominación de "proyecciones sectoriales", se ha de entender a las perspectivas de grupos o sectores de una población en las que se consideran otras variables distintas del sexo y la edad. Así, las proyecciones sectoriales pueden involucrar criterios geográficos (áreas, regiones, divisiones administrativas, etc.), pero también referirse a otras categorías o grupos particulares de una nación.

Se puede hablar, por ejemplo, del sector de población que realiza, o tiene a su cargo, la producción de bienes y servicios (conocida corrientemente como población económicamente activa), de la población cubierta por el sistema educativo y de la población en edad escolar; también se puede considerar a la población agrupada bajo los conceptos de hogar y/o familia, etc. Estas y otras perspectivas de la población son de gran importancia como insumos para la planificación de las actividades de reproducción, socialización, producción y otros múltiples aspectos, básicos para el funcionamiento y desarrollo de la sociedad.

Es importante, por ejemplo, prever y atender, en forma planificada, entre otras cosas, los requerimientos de alimentación, recreación, educación, movilización, vivienda; además, este tipo de perspectivas sectoriales pueden ser utilizadas también como elementos para la fijación de metas en los programas de desarrollo.

Un factor que dificulta la elaboración de proyecciones sectoriales es que su marco puede variar en el tiempo y diferir en el espacio. Así, por ejemplo, el concepto urbano-rural, las divisiones administrativas evolucionan en el tiempo y difieren en distintos espacios; la población económicamente activa cambia por el solo hecho de variar los límites de edad con que se investiga, y estos límites cambian de un país a otro y, a veces, en un mismo país.

Por otra parte, las proyecciones sectoriales deben ser consideradas como proyecciones en poblaciones abiertas, esto es, aquellas en las que su dinámica se encuentra afectada por entradas y salidas atribuibles a otros factores distintos de la mortalidad y la fecundidad. En su evolución, por lo tanto, juega un papel muy importante la dinámica de los factores socio-económicos.

En este sentido, tales proyecciones deberán elaborarse en forma interrelacionada. Muchas veces el comportamiento y evolución de un sector de la población afecta y determina las posibilidades de evolución de otro u otros sectores estrechamente vinculados a él. Así, por ejemplo, la proyección de la población económicamente activa está íntimamente relacionada con las proyecciones de la matrícula escolar. La dinámica que se imponga a uno de ellos afectará y condicionará las posibilidades de comportamiento del otro.

Ahora bien, las proyecciones sectoriales puede realizarse en base a métodos alternativos. Se podría utilizar modelos de evolución por cohorte de edad o modelos de duración; o también se podría emplear modelos de evolución de ciertos coeficientes que vinculen la población sectorial a una población de mayor tamaño.

a) Métodos de proyección por promociones o cohortes

Se trata, en estos casos, de dar seguimiento a las cohortes o generaciones específicas que dan origen a cada sector. Este seguimiento, en sus ideas básicas, se asemeja al modelo de proyecciones de población por el método de los componentes. La diferencia está en que las entradas y salidas del sector suelen ser de distinta naturaleza.

Así, por ejemplo, cuando se trata de proyectar la matrícula escolar, se tendrán los grupos que constituyen la matrícula inicial, que puede asimilarse a una población base matriculada. Las entradas estarán formadas por los nuevos matriculados y los repitentes, y se producirán separaciones del sistema escolar por pérdida de los cursos, por retiro, por graduación y en algunos casos, por muerte.

En el caso de la población económicamente activa, se tendrá como entradas, al grupo económicamente activo en un año base (regularmente un censo), a la población que ingresa a la actividad por primera vez y a los re-ingresos después de un período de inactividad; las salidas serán los retiros por jubilación, por enfermedad o invalidez, e incluso por muertes.

Es necesario indicar que en casos como los expuestos anteriormente, y los referidos a otros sectores de la población, la utilización de la metodología de componentes y promociones, exige la existencia de sistemas estadísticos de registro de la dinámica de dichos grupos. Por lo general, esta información -particularmente en el caso de países en vías de desarrollo- no existe, por lo que la metodología es difícil cuando no de imposible aplicación.

b) Proyecciones sectoriales por medio de coeficientes

Conforme a esta metodología, las proyecciones por sectores se obtienen de una proyección, previamente elaborada, que comprende el sector que se pretende derivar de ella. Los componentes del sector resultan de aplicar a ésta juegos de coeficientes (tasas, índices, proporciones, razones, promedios), proyectados en base a algún sistema particular.

Para la aplicación de esta metodología se requiere disponer de una perspectiva de población realizada con el grado de desagregación que se pretende para la proyección sectorial. Por ejemplo, en el caso de la proyección de la población económicamente activa por sexo y grupos de edades a nivel urbano y rural, se requerirá de la preparación previa de una proyección por sexo y grupos de edades a nivel urbano y rural.

Un elemento que debe tenerse presente cuando se aplica este tipo de metodología en los países en desarrollo, es que las estadísticas básicas a niveles regionales y sectoriales y de grupos específicos y muy detallados, son más deficientes y menos representativas que lo que pueden ser a nivel de la población total del país. Estas deficiencias hacen realmente dificultosa la elaboración de las proyecciones sectoriales.

41. Proyecciones de población de áreas geográficas

Las proyecciones subnacionales, o sea las proyecciones de población referidas a áreas geográficas de un país, tales como las áreas urbano-rural, secciones administrativas (provincias, estados, municipios, etc.), ciudades, áreas económicas, y, cualquier área geográfica de un país, se hacen cada vez más indispensables para los propósitos de la planificación económica y social.

Los requerimientos de información a estos niveles son de tal naturaleza que hoy en día debe considerarse la elaboración de las proyecciones a niveles geográficos desagregados como un trabajo rutinario y de importancia similar a la de las proyecciones nacionales.

Es muy importante, a la vez, que las proyecciones subnacionales puedan elaborarse a partir de procedimientos que permitan establecer las consecuencias demográficas de los distintos componentes del cambio, esto es que se pueda tomar en cuenta el tamaño y la composición de las poblaciones iniciales, los niveles y estructuras de la fecundidad de cada zona, las características de la mortalidad y, lo que es más importante y determinante, los efectos de las transferencias de población producidas por la

movilidad espacial. Por todo ello resulta, a todas luces, conveniente que -en la medida de lo posible- estos cálculos de población se hagan a partir del método de los componentes.

Existen, sin duda, limitaciones como son la falta de información para analizar el desarrollo histórico de la movilidad espacial y, consecuentemente, para la formulación de hipótesis futuras; también al preparar proyecciones en forma independiente, es corriente que la suma de las proyecciones de sectores no coincida con los totales nacionales proyectados previamente. Cabe mencionar, además, la inexistencia y/o deficiencia de la información demográfica a nivel regional.

Entre las proyecciones de población de áreas geográficas, una que se considera de primera prioridad es la relativa a la población urbana y rural. En la mayoría de los casos son poblaciones que presentan entre ellas una gran heterogeneidad, tanto en lo que se refiere al comportamiento demográfico como a las condiciones económicas y sociales.

Dado que las características de producción y consumo son diferenciales, y que producción y consumo están vinculados al sexo y la edad, es deseable que este tipo de proyecciones pueda elaborarse a partir del método de los componentes, cuyo proceso, en todo caso, sería similar a lo hecho con las proyecciones nacionales, incluyendo entonces la migración interna como variable adicional. El mayor obstáculo, sin duda, es la falta de información sobre este último aspecto.

Dada esta circunstancia, se han hecho esfuerzos por elaborar métodos alternativos para la elaboración de proyecciones de población urbano-rural; eso es lo que se presenta en el siguiente punto.

42. Proyecciones de población urbana y rural por el método de las Naciones Unidas

Uno de los mayores problemas para preparar una proyección de población por sexo y grupos de edades a nivel urbano y rural es lo difícil que resulta conocer el comportamiento histórico de las transferencias rural-urbanas y, como consecuencia, de la imposibilidad de formular hipótesis sobre los volúmenes y características de dichos movimientos en el futuro.

Las proyecciones de la población urbana y rural se puede elaborar en forma simple con el apoyo del método de las relaciones, es decir proyectando previamente las tendencias observadas en los porcentajes de población urbana, respecto a los totales nacionales, y aplicando esos niveles

de urbanización a los totales de una proyección de población a nivel nacional. El método podrá aplicarse en forma global o para grupos específicos de sexo y edad.

Naciones Unidas ha elaborado un método para proyectar los niveles de urbanización, con el fin básico de evitar resultados absurdos que pueden producirse al extrapolar las tendencias de los porcentajes de urbanización^{28/}. El método se apoya en la utilización del indicador de urbanización, conocido como diferencial de crecimiento urbano-rural (DCUR), y que no es más que la diferencia entre la tasa de crecimiento de la población urbana (u) y la tasa de crecimiento de la población rural (r), esto es:

$$DCUR = u - r$$

Se supone que dicho indicador, el DCUR, se comporta en el tiempo como una función logística; bajo esa perspectiva, y mediante las transformaciones del caso, se pueden producir las estimaciones requeridas. En todo caso, es fundamental que se disponga de información sobre la población urbana y rural en dos momentos y, en todo caso, que las definiciones comprendan poblaciones que sean comparables.

La función logística como expresión de la tendencia en el tiempo de un fenómeno creciente, es decir un fenómeno o variable que incrementa su nivel continuamente, tiene la forma:

$$Y(t) = \frac{K}{1 + e^{f(t)}}$$

siendo $f(t)$ una función cualquiera, inclusive una línea recta $f(t) = a + bt$.

Como la urbanización es un proceso continuo, puede esperarse que en el futuro se mantenga igual tendencia. Otra característica de la urbanización es que será más acelerada cuando se alcanzan niveles medios de urbanización, que, en situaciones extremas (esto es, cuando la urbanización es muy baja o cuando se alcanzan niveles elevados).

^{28/} Naciones Unidas. Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural, Manual VIII. ST/ESA/SER. A/55. Nueva York, 1975, Capítulo V.

Si se cuenta con la población urbana y rural en dos censos de población y se puede considerar que cada una de ellas ha evolucionado conforme a una ley exponencial, se tendrá:

$$U_t = U_0 e^{u \cdot t} \quad \text{y} \quad R_t = R_0 e^{r \cdot t}$$

en donde U y R representan las poblaciones urbana y rural respectivamente, y u y r representan las tasas anuales medias de crecimiento de la parte urbana y la parte rural correspondientes.

La relación entre la población urbana y rural en el momento t conduce a:

$$\frac{U_t}{R_t} = \frac{U_0 \cdot e^{u \cdot t}}{R_0 \cdot e^{r \cdot t}} = \frac{U_0}{R_0} e^{(u-r) \cdot t} = \frac{U_0}{R_0} e^{dt}$$

siendo $d = u - r$ el diferencial de crecimiento urbano rural (DCUR), y que resulta igual a:

$$d = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{\frac{U_t}{R_t}}{\frac{U_0}{R_0}} \right)$$

Por otra parte, como la población total de un país es igual a la suma de sus poblaciones urbana y rural ($N = U + R$), usando la razón urbano/rural y el diferencial de crecimiento urbano-rural, se tiene:

$$\frac{U_t}{R_t} = \frac{U_0}{R_0} e^{(u-r) t} = \frac{U_0}{R_0} e^{dt}$$

$$N_t = R_t \cdot \frac{U_0}{R_0} e^{dt} + R_t = R_t \left(1 + \frac{U_0}{R_0} e^{dt} \right)$$

de donde:

$$\frac{R_t}{N_t} = \frac{1}{1 + \frac{U_0}{R_0} e^{dt}}$$

esto es el porcentaje de población rural en un momento t expresado en función de la distribución urbano-rural en un momento 0 y del diferencial de crecimiento urbano-rural. De aquí resulta, además, que el nivel de urbanización estará dado por:

$$\frac{U_t}{N_t} = \frac{(U_0/R_0) \cdot e^{dt}}{1 + \frac{U_0}{R_0} e^{dt}} = \frac{1}{1 + \left[\frac{R_0}{U_0} \right] e^{-dt}}$$

Con estas dos relaciones, se puede proyectar los porcentajes de población urbana y/o rural, en función del tiempo y del diferencial de crecimiento urbano/rural (d), a partir de una situación observada en un momento inicial, por ejemplo el último censo de población. Cabe anotar que los porcentajes de población rural tienden a cero cuando t aumenta, en tanto que los de la población ~~rural~~ ^{urbana} tienden a uno.

En el cuadro 18 se presenta la información sobre la población urbana y rural de Costa Rica en los censos de 1963 y 1973, sus tasas de crecimiento intercensal y el diferencial de crecimiento urbano rural del período.

Siendo conocida la información presentada en el cuadro, y apoyados en la función logística, que define el nivel de urbanización, se pueden plantear diversos problemas de proyección:

1. Determinar el nivel de urbanización para un año (por ejemplo, 1980) si hasta ese año se mantuviera constante el DCUR observado en el período 1963-1973.
2. Calcular el número de años que se requerirán para que el país alcance un nivel de urbanización, por ejemplo del 50 por ciento, si se supone que hasta dicho momento se mantendrá constante el ritmo de urbanización definido por el DCUR del período 1963-1973.

3. Determinar el diferencial de crecimiento del período intercensal, dada la distribución urbano rural de los dos censos.
4. Deducir qué diferencial de crecimiento urbano rural se deberá mantener hacia el futuro, a partir del año 1973, para alcanzar un nivel dado de urbanización en un año particular.

Cuadro 18

COSTA RICA: POBLACION DE AMBOS SEXOS URBANA Y RURAL Y DCUR DEL PERIODO 1963 Y 1973

Año	Años transcurridos entre censos	Población			Porcentaje urbano	Tasa de crecimiento intercensal		DCUR = u - r
		Total	Urbana	Rural		u	r	
1963	10,118	1 336 274	460 543	875 731	34,47	4,952	2,358	2,594
1973		1 871 780	760 069	1 111 701	40,61			

Estos problemas pueden ser resueltos en forma sencilla, incorporando como parámetros, tres de las variables en la ecuación que define el nivel de urbanización en base a la logística. Por ejemplo, para el primer problema se tendrá:

$$P = \frac{U_{80}}{N_{80}} = \frac{1}{1 + \frac{1\ 111\ 701}{760\ 069} \cdot e^{-0,02594 \cdot 7}}$$

Solución que conduce a una urbanización de 45,05 por ciento en este caso particular, considerando la urbanización en un punto inicial (fijado en el año 1973), el diferencial de crecimiento d y el tiempo que ha de transcurrir hasta el año 1980. Los otros problemas expuestos se resuelven de manera similar, dando solución a la ecuación particular que se genera en cada caso.

En el cuadro 19 se presentan los resultados de la proyección de los niveles de urbanización para Costa Rica para el período 1980-1990 bajo dos supuestos de evolución del diferencial de crecimiento, el primero con un valor más bajo y el otro con un valor más alto que el observado para el período 1963-1973.

Cuadro 19

COSTA RICA: PROYECCION DE LA POBLACION URBANA 1980 - 1990 A PARTIR DEL DIFERENCIAL DE CRECIMIENTO URBANO RURAL. POBLACION TOTAL

Año	t	Población total ^{a/}		Con DCUR = 0,02				Con DCUR = 0,03		
		N _t	r%	% Urb.	U _t	u%	% Urb.	U _t	u%	
1973	0	1 871 780	2,79	40,61	760 129	3,94	40,61	760 129	4,49	
1980	7	2 275 506	2,66	44,02	1 001 678	3,76	45,75	1 041 044	4,23	
1985	12	2 599 502	2,44	46,50	1 208 769	3,48	49,49	1 286 494	3,90	
1990	17	2 936 983		48,99	1 438 828		53,24	1 563 650		

^{a/} Dirección General de Estadística y Censos y CELADE. Estimaciones y proyecciones de población, 1950-2025, Fascículo F/CR1.1, octubre, 1983.

De acuerdo a los resultados observados en el cuadro, se tiene que si el proceso de urbanización fuese más lento que durante el período 1963-1973, se llegaría en 1990 a una urbanización de aproximadamente un 49 por ciento. Si el proceso se acentúa y aumentase el diferencial de crecimiento a un 0,03 se llegaría a 53 por ciento. Se puede mencionar, además, que:

- El nivel de urbanización del país aumentaría aunque la población total mostrase tasas de crecimiento decrecientes.
- El grado de urbanización será más alto cuanto mayor sea el diferencial de crecimiento que se considere.

Las poblaciones urbanas estimadas para esos años se obtienen aplicando los porcentajes de urbanización a las poblaciones totales que se habían proyectado previamente por el método de los componentes.

Hasta aquí el método de las Naciones Unidas ha servido para obtener la población urbana y rural total. Para ajustar dichos totales a una distribución por grupos de edades, se puede emplear el método de la "Tabla cuadrada" o método de eliminación de las diferencias, cuyo procedimiento consiste en los siguientes pasos:

- a) Obtener para un período inicial base información sobre la distribución de la población en áreas urbana y rural por grupos de edades.
- b) Contar con una proyección total del país por grupos de edades.
- c) Disponer de los totales urbano y rural por el método de las Naciones Unidas (o cualquier otro método).

El método de la tabla cuadrada consiste en derivar la estructura por grupos de edades, por área urbana-rural, que sea compatible con la forma de distribución observada en el año base. Tal ajuste se consigue mediante un proceso de prorrateos horizontales y verticales, sucesivos, como se indica en el cuadro 20.

El primer prorrateo horizontal consistirá en aplicar las proporciones urbana y rural de cada grupo de edad, observadas en el punto inicial, a los totales de población proyectados dentro de cada grupo, esto es:

$$\hat{U}_{x,x+n}^t = \left(\frac{U_{x,x+n}^0}{N_{x,x+n}^0} \right) \cdot N_{x,x+n}^t$$

La población rural de este mismo grupo se obtiene por diferencia entre la población total y urbana, estimada en este primer paso.

$$\hat{R}_{x,x+n}^t = N_{x,x+n}^t - \hat{U}_{x,x+n}^t$$

Cuadro 20

COSTA RICA: CALCULO DE LA POBLACION URBANA Y RURAL POR GRANDES GRUPOS DE EDADES EN 1980 A PARTIR DE LOS TOTALES PROYECTADOS

A. Datos básicos

Grupos de edades	Población censada en 1973			Grupos de edades	Totales proyectados a 1980		
	Urbana	Rural	Total		Urbana	Rural	Total
Total	760 079	1 111 701	1 871 780	Total	1 030 568	1 247 938	2 278 506
0 -14	289 259	535 203	824 462	0 -14			876 670
15-49	376 268	472 131	843 399	15-49			1 152 238
50-64	62 026	70 895	132 921	50-64			168 528
65 y +	32 526	33 472	65 998	65 y +			81 070

B. Aplicación del método de eliminación de la diferencia

1. Prorratio horizontal				2. Prorratio vertical			
Grupos de edades	Urbana	Rural	Total	Grupos de edades	Urbana	Rural	Total
Total	940 223	1 338 283	2 278 506	Total	1 030 568	1 247 938	2 278 506
0 -14	307 576	569 094	876 670	0 -14	337 131	530 676	867 807
15-49	514 051	638 187	1 152 238	15-49	563 445	595 104	1 158 549
50-64	78 642	89 886	168 528	50-64	86 199	83 818	170 017
65 y +	39 954	41 116	81 070	65 y +	43 793	38 340	82 133

(Continúa)

Cuadro 20 (Conclusión)

COSTA RICA: CALCULO DE LA POBLACION URBANA Y RURAL POR GRANDES GRUPOS DE EDADES EN 1980 A PARTIR DE LOS TOTALES PROYECTADOS

3. Prorratio horizontal				4. Prorratio vertical			
Grupos de edades	Urbana	Rural	Total	Grupos de edades	Urbana	Rural	Total
Total	1 029 620	1 248 886	2 278 506	Total	1 030 568	1 247 938	2 278 506
0 -14	340 574	536 096	876 670	0 -14	340 887	535 689	876 576
15-49	560 376	591 862	1 152 238	15-49	560 892	591 413	1 152 305
50-64	85 444	83 084	168 528	50-64	85 523	83 021	168 544
65 y +	43 226	37 844	81 070	65 y +	43 266	37 815	81 081

5. Prorratio horizontal				6. Cálculo final ajustado			
Grupos de edades	Urbana	Rural	Total	Grupos de edades	Urbana	Rural	Total
Total	1 030 558	1 247 948	2 278 506	Total	1 029 620	1 248 886	2 278 506
0 -14	340 924	535 746	876 670	0 -14	340 928	535 742	876 670
15-49	560 859	591 379	1 152 238	15-49	560 865	591 373	1 152 238
50-64	85 515	83 013	168 528	50-64	85 517	83 011	168 528
65 y +	43 260	37 810	81 070	65 y +	43 260	37 810	81 070

Una vez efectuado el prorratio para todos los grupos de edades, se puede ver que:

- a) Las sumas horizontales coinciden, por construcción, con la población total proyectada a 1980.
- b) Las sumas verticales, esto es, la población urbana y rural, muestran diferencias apreciables con los totales que se proyectaron previamente. La población urbana después del primer prorratio es de 940 223 en tanto que la proyección de población urbana es de 1 030 568.

El proceso sigue con un prorratio vertical de la distribución por edad en cada área, obtenida en el prorratio horizontal, y los datos verdaderos proyectados al año 1980.

En este caso, las poblaciones de cada grupo de edad, independientemente para la zona urbana y rural, se derivan conforme a las siguientes relaciones:

$$U_{x, x+n}^t = \left(\frac{\hat{U}_{x, x+n}^t}{\sum \hat{U}_{x, x+n}^t} \right) \cdot U$$

$$R_{x, x+n}^t = \left(\frac{\hat{R}_{x, x+n}^t}{\sum \hat{R}_{x, x+n}^t} \right) \cdot R$$

siendo $\hat{U}_{x, x+n}^t$ y $\hat{R}_{x, x+n}^t$ la población urbana y rural de un grupo de edad determinado ($x, x+n$) estimada en el prorratio horizontal y U y R las poblaciones totales urbana y rural, que se supone constituyen el verdadero valor, conforme a lo que se había proyectado previamente.

Se continúa de la misma manera efectuando prorratios horizontales y verticales, hasta el punto en que las diferencias que se produzcan sean lo suficientemente pequeñas como para realizar un ajuste final en que cuadren las cifras en las dos direcciones.

Métodos de proyección como el anteriormente descrito, y otros similares, tienen la ventaja de la sencillez de su cálculo y que se apoyan en muy poca información. Presentan, no obstante, el defecto de que no permiten conocer en forma adecuada las implicaciones demográficas o socioeconómicas de las tendencias de la población que de allí resultan.

43. Proyección de la población urbana y rural por sexo y grupos de edades por el método del DCUR

En el punto anterior, la derivación de la población urbana y rural, por grupos de edades, se obtuvo mediante un proceso conocido como método de la tabla cuadrada. Se presenta en este punto un método alternativo para obtener, en forma directa, la distribución de la población urbana (o rural), proyectada por sexo y grupos de edades.

La metodología, en esencia, consiste en la aplicación del método de las Naciones Unidas, esta vez a cada uno de los grupos de edades que se requieran. Esto significa suponer que cada grupo de edad evoluciona en forma independiente conforme a un modelo de tipo logístico.

El método se apoya en la elaboración de supuestos de extrapolación de los valores del DCUR por grupos de edad. Los criterios que se planteen podrán estar justificados no sólo en función del comportamiento histórico de dicho indicador sino que, lo que es aún más importante, de consideraciones específicas en el tiempo y en el espacio sobre las posibles políticas de redistribución espacial de la población. Así, deberían tenerse presentes los proyectos de reforma agraria, reforma urbana, políticas de industrialización y otras políticas que puedan ser causales de una mayor o menor urbanización y que, de alguna manera, puedan acelerar o atenuarlos procesos de redistribución espacial de la población en su conjunto.

En resumen, se pueden establecer supuestos de extrapolación del DCUR bajo consideraciones como las siguientes:

- a) Que el DCUR por grupos de edades observados en el período histórico analizado se mantendrá constante a lo largo de todo el período de proyección, o durante una parte del mismo. Esto implica aceptar que el proceso de urbanización continuará hacia el futuro con la misma dinámica del período histórico analizado.
- b) Que el comportamiento del DCUR, por grupos de edades, se irá modificando (independientemente en cada grupo), hasta alcanzar en cierto momento futuro -dentro del período de proyección o más allá del mismo-

la forma alcanzada por ese indicador en un país de similar desarrollo. En este sentido, puede pensarse en procesos de aceleración o desaceleración de la urbanización al interior de cada grupo de edad.

- c) Que la diferencia del DCUR por grupos de edades se modificará en el futuro conforme a un proceso de incremento o reducción de magnitud preestablecida, en todos o en parte de los grupos de edades. (Por ejemplo, se podría considerar que los DCUR por edad se modificarán hacia arriba o hacia abajo en una cantidad porcentual fija, en un período de t años).
- d) Que los DCUR por grupos de edades se modificarán en el tiempo según cierto ritmo de velocidad variable, más rápidamente en un período inicial y más lentamente en una segunda etapa, o viceversa. Esto podría considerarse tanto para todos los grupos de edades como para parte de ellos.
- e) Que los DCUR por grupos de edades se modificarán en el futuro, de una manera tal que en un momento se llegue a determinados niveles de urbanización, ya sea de la población de cada grupo de edad o de la población en su conjunto.

En el cuadro 21 se presentan los datos de la población de ambos sexos de Costa Rica, clasificada por sexo y grupos de edades en los censos de 1963 y 1973. A partir de esta información, se calculó el diferencial de crecimiento urbano y rural (DCUR), columna 7. Exceptuando el grupo 0-4, el crecimiento intercensal de la población de los diversos grupos ha sido mayor en la zona urbana que en la rural, llegando en promedio a un diferencial cercano a un 2,6 por ciento. La zona urbana creció a una tasa cercana al 5 por ciento, mientras que la zona rural lo hizo a una tasa poco menor al 2,5 por ciento.

En el gráfico 11 aparecen los valores del DCUR por edad, mientras que en el cuadro 22, se muestran las relaciones de residencia urbana proyectadas bajo el supuesto de que el DCUR por edad, del período intercensal, se mantendrá constante hasta el año 1190. Ese supuesto, como puede verse, conduce a relaciones de residencia urbana mayores en cada edad, lo cual evidentemente implica un proceso de urbanización permanente en todas las edades.

Al aplicar esta relación de residencia proyectadas a la proyección de población por sexo y grupos de edades (Hipótesis media)^{29/} se obtiene la proyección de la población urbana por grupos de edades (cuadro 23). La población rural se obtiene por diferencia de ésta con la población total.

^{29/} DGE y CELADE. Costa Rica, estimaciones y proyecciones de población 1950-2025. Fascículo F/CR1.1 Octubre, 1983

Cuadro 21

COSTA RICA: POBLACION URBANA Y RURAL POR GRUPOS DE EDADES, TASAS ANUALES MEDIAS DE CRECIMIENTO 1963-1973 Y DCUR. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	Población en 1963 ^{a/}		Población en 1973		Tasas anuales medias crecimiento %		DCUR por cien
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	
Total	460 543	875 731	760 079	1 111 701	4,952	2,358	2,594
0-4	72 381	176 952	86 385	172 550	1,748	-0,249	1,997
5-9	66 046	151 569	98 511	190 502	3,952	2,260	1,692
10-14	56 121	114 589	104 363	172 151	6,131	4,023	2,108
15-19	47 730	82 393	97 199	125 453	7,029	4,155	2,874
20-24	37 378	66 217	75 734	91 389	6,979	3,184	3,795
25-29	31 263	53 704	55 241	68 532	5,626	2,410	3,216
30-34	29 236	47 980	43 845	56 899	4,005	1,685	2,320
35-39	26 014	41 659	39 694	51 134	4,176	2,025	2,151
40-44	20 396	33 243	35 479	44 011	5,471	2,773	2,698
45-49	17 841	27 455	29 076	34 713	4,827	2,318	2,509
50-54	16 792	24 729	24 884	29 519	3,887	1,750	2,137
55-59	10 876	15 866	19 133	21 270	5,583	2,897	2,686
60-64	10 010	15 516	18 009	20 106	5,804	2,561	3,243
65-69	6 602	8 613	11 578	12 433	5,552	3,628	1,924
70-74	4 995	6 878	9 376	10 260	6,224	3,953	2,271
75-79	3 374	4 048	5 442	5 110	4,752	2,303	2,422
80 y +	3 488	4 320	6 130	5 669	5 573	2,686	2,887

^{a/} La población de edad desconocida de cada área, se distribuyó proporcionalmente por edad. Período intercensal usado, t = 10,118.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos. Censos Nacionales de 1963 y 1973.

Cuadro 22

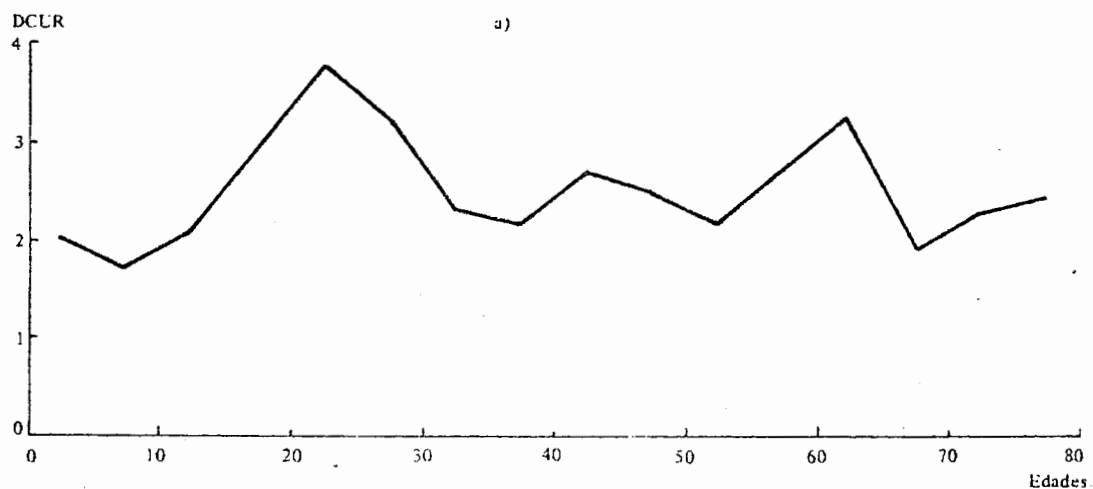
COSTA RICA: RELACIONES DE RESIDENCIA URBANA POR GRUPOS DE EDADES
PROYECTADAS PARA EL PERIODO 1975 - 1990. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	Relaciones de residencia urbana 1973	Relaciones de residencia proyectadas			
		1975	1980	1985	1990
TOTAL	40,61	42,06	45,56	48,94	52,10
0 - 4	33,36	34,31	36,60	38,94	41,34
5 - 9	34,09	34,90	36,84	38,83	40,86
10 - 14	37,74	38,80	41,33	43,91	46,52
15 - 19	43,66	45,16	48,74	52,33	55,90
20 - 24	45,32	47,32	52,06	56,76	61,35
25 - 29	44,63	46,33	50,34	54,35	58,30
30 - 34	43,52	44,74	47,62	50,52	53,41
35 - 39	43,70	44,83	47,50	50,19	52,87
40 - 44	44,63	46,05	49,42	52,79	56,13
45 - 49	45,58	46,91	50,04	53,17	56,28
50 - 54	45,74	46,87	49,54	52,21	54,87
55 - 59	47,36	48,78	52,14	55,47	58,76
60 - 64	47,25	48,97	53,02	57,03	60,95
65 - 69	48,22	49,24	51,65	54,04	56,42
70 - 74	47,75	48,95	51,79	54,62	57,42
75 - 79	51,57	52,86	55,86	58,82	61,72
80 y +	51,95	53,48	57,05	60,55	63,94

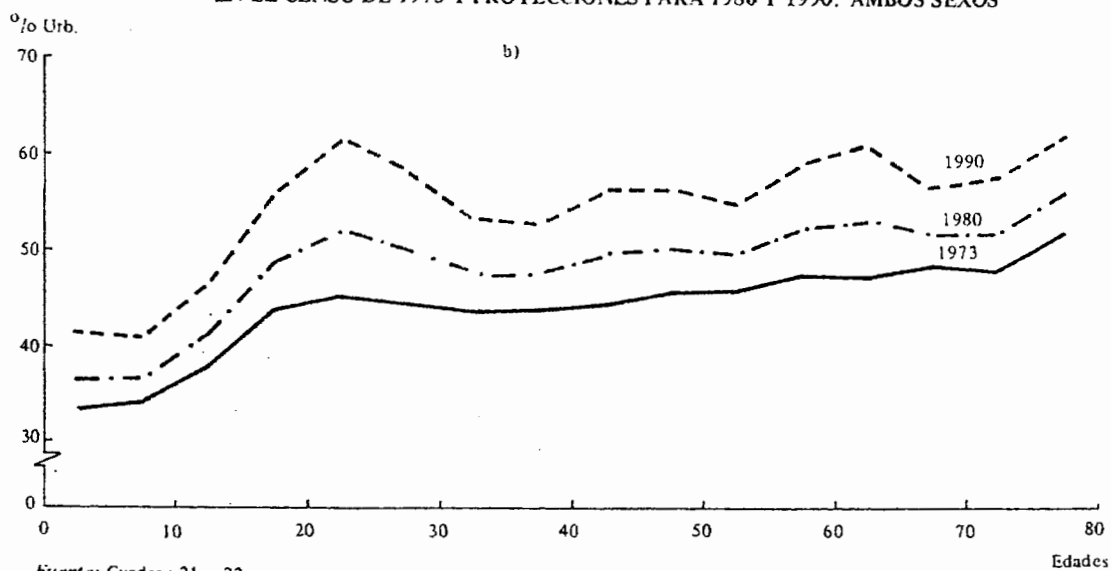
Fuente: Cuadro 21.

Gráfico 11

COSTA RICA. DIFERENCIAS DE CRECIMIENTO URBANO RURAL (DCUR), POR GRUPOS DE EDADES EN EL PERIODO 1963-1973. AMBOS SEXOS



COSTA RICA. PORCENTAJES DE POBLACION URBANA POR GRUPOS DE EDAD EN EL CENSO DE 1973 Y PROYECCIONES PARA 1980 Y 1990. AMBOS SEXOS



Cuadro 23

COSTA RICA: PROYECCION DE LA POBLACION URBANA POR GRUPOS DE EDADES
1975-1990, A PARTIR DEL METODO DE LAS NACIONES UNIDAS DEL DCUR.
POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	A ñ o			
	1975	1980	1985	1990
TOTAL	826 406	1 035 917	1 265 773	1 519 986
0 - 4	92 706	116 613	141 879	160 154
5 - 9	98 377	100 520	123 238	148 349
10 - 14	106 488	117 873	119 547	147 346
15 - 19	107 348	135 479	148 814	151 785
20 - 24	89 620	126 021	157 082	173 758
25 - 29	67 425	97 090	130 812	160 489
30 - 34	50 796	70 250	96 806	127 777
35 - 39	42 408	54 355	73 597	100 549
40 - 44	38 061	46 930	59 727	81 267
45 - 49	32 723	41 243	49 688	62 716
50 - 54	26 667	34 231	42 053	50 163
55 - 59	22 454	28 985	37 050	45 809
60 - 64	17 700	23 243	30 056	38 665
65 - 69	13 336	16 953	21 671	27 285
70 - 74	9 558	11 961	15 421	19 918
75 - 79	6 153	8 382	10 545	13 663
80 y +	4 586	5 788	7 787	10 293

Nota: Es la población resultante de la aplicación de relaciones de residencia urbana del cuadro 22 a la proyección de población nacional (hipótesis media) por grupos de edades.

Al comparar los resultados de la proyección por grupos de edades según el método de la tabla cuadrada y el método de DCUR, las distribuciones por edad no difieren en forma muy significativa.

Cuadro 24

COSTA RICA: POBLACION URBANA POR GRANDES GRUPOS DE EDADES Y DISTRIBUCIONES RELATIVAS PROYECTADAS AL 30 DE JUNIO DE 1980, SEGUN DOS METODOS DE PROYECCION DE POBLACION. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	Tabla cuadrada		Método del DCUR		Diferencia <u>a/</u>	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Absoluta	Relativa
TOTAL	1 030 568	100,00	1 035 917	100,00	-5 349	-0,52
0-14	337 131	32,71	335 006	32,34	2 125	0,63
15-49	563 445	54,67	571 368	55,15	-7 923	-1,40
50-64	86 199	8,37	86 459	8,35	- 260	-0,30
65 y +	43 793	4,25	43 084	4,16	709	1,62

a/ Diferencia del método del DCUR respecto al método de la tabla cuadrada.

Fuente: Cuadros 20 y 23.

La diferencia para los totales proyectados por uno y otro método es pequeña, ya que llega solamente a un poco más de cinco mil personas, cifra que representa tan sólo un 0,5 por ciento. En términos de los grandes grupos de edades, las discrepancias también son poco significativas.

44. Proyección de ciudades, grupos de ciudades y subregiones

Cada vez se está haciendo más indispensable la preparación de proyecciones de la población para ciertas ciudades, grupos de ciudades y pequeñas localidades de un país, en la medida en que los organismos regionales están requiriendo datos para sus proyectos de planificación. Es un hecho, además, que siempre ha existido -y continuará- la tendencia de la población a concentrarse en una o unas pocas localidades del país; además, proyectos específicos en una zona pueden conducir al establecimiento y desarrollo acelerado de nuevas localidades.

Es necesario, sin embargo, indicar que teniendo en cuenta los factores que condicionan el crecimiento de una localidad no cerrada, como es el caso de las ciudades y pequeñas localidades, los métodos tradicionales de proyección de población resultan, en la mayoría de las veces, inadecuados. Entre otras cosas, puede ocurrir que, para una misma área, ciertos procesos migratorios, se acentúen e incluso cambien de rumbo de un período a otro.

En este punto se busca exponer las principales ideas sobre el uso del método de las relaciones entre áreas para las proyecciones de las poblaciones de ciudades. La metodología requiere, entre otras cosas, de los siguientes elementos:

- a) Que se disponga previamente de una proyección de población, de la cual forme parte la ciudad o el grupo de ciudades. Por ejemplo, si se trata de ciudades, podría usarse como base la proyección de población urbana.
- b) Que se cuente con información de dos censos, o dos cohortes de un registro de población, de tal forma que se puedan derivar las relaciones de residencia de la ciudad o grupos de ciudades, en relación a la totalidad del área urbana.

En el cuadro 25 se presenta la población de ambos sexos residente en los cantones Centrales de las provincias de Costa Rica, conforme a los resultados de los censos de 1963 y 1973, cantones que, en los dos censos, pueden ser considerados como pertenecientes al área urbana.

Las columnas 2 y 4 del cuadro representan el resto urbano en el caso de las siete ciudades y la población correspondiente al resto de ciudades que le siguen cuando se considera una ciudad particular, esto es, eliminando

las ciudades que le anteceden. Así, por ejemplo, en el caso de Alajuela, el resto en 1963 (82 434) corresponde a la población residente en Cartago, Heredia, Guanacaste, Puntarenas y Limón en conjunto.

Para el caso se está utilizando, como referencia para la proyección de las ciudades, la población urbana del cuadro 23.

Cuadro 25

COSTA RICA: POBLACION TOTAL EN LAS SIETE PRINCIPALES CIUDADES (CANTONES CENTRALES DE CADA UNA DE LAS PROVINCIAS), EN LOS CENSOS DE 1963 Y 1973
DIFERENCIALES DE CRECIMIENTO DE CADA CIUDAD RESPECTO AL RESTO

Ciudades	Población en 1963		Población en 1973		Relaciones de resi- dencia en 1973 <u>b/</u>	DCCR <u>c/</u>
	Ciudad	Resto <u>a/</u>	Ciudad	Resto <u>a/</u>		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Siete ciudades	179 116	281 427	377 201	382 878	49,63	4,318
San José.....	77 062	102 054	215 441	167 760	57,12	5,608
Alajuela.....	19 620	82 434	34 316	127 444	21,21	1,219
Cartago.....	18 084	64 350	34 597	92 847	27,15	2,788
Heredia.....	19 249	45 101	26 093	66 754	28,10	-0,869
Guanacaste...	6 087	39 014	10 802	55 952	16,18	2,105
Puntarenas...	19 582	19 432	26 331	29 621	47,06	-1,240
Limón.....	19 432	0	29 621	0	100,00	-

a/ Representa el resto de la población urbana, en el caso de las 7 ciudades y el resto de población en las ciudades que están a continuación de cada una de ellas en los otros casos.

b/ Columna (3) dividido por la suma de las columnas (3) y (4).

c/ DCCR, diferencias de crecimiento ciudad-resto que es igual a la tasa de crecimiento de la ciudad, menos la tasa de crecimiento del resto.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, Censos Nacionales de 1963 y 1973.

La columna 5 del cuadro 25, muestra las relaciones de residencia de cada una de las ciudades respecto al conjunto de ciudades que aparecen a continuación de la misma, y que se ha denominado "resto". Así, por ejemplo, en el año 1973, el cantón central de Alajuela representa el 21,21 por ciento de la población de los seis cantones que, junto a ella, aparecen en la lista.

En la columna 6 del mismo cuadro se presentan los diferenciales de crecimiento de cada ciudad respecto a ese resto (DCCR). Una vez más, en el caso de Alajuela, el valor 1,219 indica que la población de dicho cantón creció en forma más acelerada que lo logrado por los cinco cantones restantes, (Cartago, Heredia, Guanacaste, Puntarenas y Limón).

Para las siete ciudades, respecto al área urbana, se supuso que el DCCR, observado entre 1963 y 1973, se mantendría constante en todo el período de la proyección. Esto, sin duda, implica aceptar un proceso de mayor crecimiento de la población residente en los cantones centrales respecto a lo que podría ocurrir en el resto urbano del país.

En el caso de las ciudades, se consideró más bien que hacia el futuro las mismas tenderían a un crecimiento más homogéneo y que, por lo tanto, sería más racional suponer que hacia el año 1995, el diferencial de crecimiento de cada ciudad respecto al resto con que se le compara, llegaría a ser nulo.

La evolución de los DCCR en el tiempo se iría modificando en forma lineal, hasta alcanzar ese límite nulo en 1995. Con estos supuestos, y aplicando la relación que se presenta a continuación, se obtuvieron los valores que aparecen en el cuadro 26.

$$\frac{N^C}{N_T} \cdot 100 = \frac{1}{1 + \frac{N^R}{N^C} e^{-dt}}$$

N^C - es la población de la ciudad

N_T - la suma de la población de la ciudad y su respectivo resto.

N^R - es la población residente en el resto de ciudades.

d = DCCR, es el diferencial de crecimiento entre la ciudad y el resto.

Cuadro 26

COSTA RICA: RELACIONES DE RESIDENCIA CIUDAD-RESTO (DCCR), PROYECTADAS PARA EL PERIODO 1975-1990. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Ciudades	Relaciones de residencia			
	1975	1980	1985	1990
Siete ciudades.....	51,92	57,27	62,45	67,36
San José.....	60,01	64,93	68,06	69,56
Alajuela.....	21,65	22,44	22,97	23,24
Cartago.....	28,33	30,51	32,00	32,77
Heredia.....	17,73	27,08	26,66	26,44
Guanacaste.....	16,80	17,94	18,72	19,12
Puntarenas.....	46,40	45,25	44,48	44,10
Limón ^{a/}	53,60	54,75	55,52	55,90

^{a/} En el caso de la ciudad de Limón la relación de residencia es el complemento de cien de las relaciones proyectadas para la ciudad de Puntarenas.

La proyección de la población de cada una de las ciudades en los años 1975 a 1990, se obtiene aplicando estas relaciones de la siguiente forma:

- Las relaciones de las siete ciudades son aplicadas a la proyección de la población total urbana, cuadro 23. Se obtiene así la proyección de la población de las siete ciudades en conjunto.
- Se aplican las relaciones de residencia de la ciudad de San José a la proyección de las siete ciudades derivadas del punto a). Se obtienen las poblaciones proyectadas de la ciudad de San José.
- Por diferencia de los valores proyectados en el punto a) y los totales del punto b), se consigue la estimación de los valores proyectados de las restantes seis ciudades, eliminada San José.

- d) Con las relaciones de residencia de la segunda ciudad, en este caso las correspondientes a Alajuela, multiplicándolas por las cifras que se derivaron conforme al punto c), se obtienen las estimaciones de población de la segunda ciudad. Se continua de la misma manera para obtener la proyección de las restantes ciudades.

En el cuadro 27 se presentan los resultados de la proyección de las siete ciudades de Costa Rica en el período 1975-1990. Se calcularon también las tasas medias anuales de crecimiento implícitas en la proyección de cada una de las ciudades.

Cuadro 27

COSTA RICA: POBLACION DE AMBOS SEXOS DE LAS SIETE CIUDADES PRINCIPALES DEL PAIS, PROYECTADA EN EL PERIODO 1975-1990. TASAS MEDIAS ANUALES DE CRECIMIENTO

Ciudades	Proyección de la población				Tasas anuales medias de crecimiento		
	1975	1980	1985	1990	1975-1980	1980-1985	1985-1990
Siete ciudades ^{a/}	429 070	593 270	790 475	1 023 863	64,81	57,40	51,74
San José..	257 485	385 210	537 997	712 199	80,57	66,81	56,10
Alajuela..	37 148	46 689	57 994	72 431	45,72	43,37	44,46
Cartago...	38 086	49 234	62 235	78 397	51,30	46,87	46,17
Heredia...	26 718	30 367	35 258	42 525	25,60	29,87	37,48
Guanacaste	11 698	14 670	18 157	22 621	45,28	42,65	43,96
Puntarenas	27 114	30 363	35 065	42 199	22,63	28,80	37,04
Limón.....	30 821	36 737	43 769	53 491	35,12	35,03	40,12

^{a/} La población proyectada de las siete ciudades se obtuvo de la población urbana proyectada (cuadro 23) a la que se aplicaron las relaciones de residencia proyectadas de las siete ciudades (línea 1 del cuadro 26).

Fuente: Cuadros 23 y 26.

Resulta de interés anotar que conforme a los resultados obtenidos por este método de proyección, se produciría un proceso de homogenización de los ritmos de crecimiento. Las ciudades que al inicio tenían los más bajos crecimientos aumentan sus tasas medias anuales de crecimiento, en tanto que, las ciudades de más alto crecimiento tienden a reducirlas en el tiempo.

Cabe mencionar, por otra parte, que si bien este proceso permite derivar proyecciones de la población de las ciudades compatibles en este caso con la proyección de población urbana tiene el inconveniente que sus resultados, en alguna medida, están dependiendo de la ordenación que se use para efectuar los cálculos.

Un criterio que podría seguirse es organizar la población de las áreas en orden inverso a su tamaño, de tal forma que se evite que la acumulación de factores, o causas de error, queden incorporados en poblaciones de pequeño tamaño en donde el error relativo puede ser grande. Alternativamente podría procederse a elaborar proyecciones de ciudades o otro tipo de áreas en base a diferenciales de crecimiento calculados en forma independiente y respecto a un total determinado. En este caso la desventaja está en que la suma de las proyecciones de las áreas no va a coincidir con su total y se requiere entonces utilizar procedimientos de prorrateo para efectuar la conciliación.

45. Proyección de la población económicamente activa

La "población económicamente activa" o "población activa" comprende al total de personas, de uno u otro sexo, que suministran la mano de obra disponible para la producción de bienes y servicios. En esta clasificación se incluye tanto a los empleadores o patronos, los trabajadores independientes y los que ayudan sin remuneración en una empresa económica familiar, como a los asalariados ^{31/}.

La población económicamente activa (PEA) es, en todo caso, una categoría de interés demográfico por el hecho de que su función, orientada a la producción, se vincula en forma muy estrecha -entre otras cosas- con las variables sexo y edad, que son las variables demográficas más relevantes en los análisis de la población.

^{31/} Naciones Unidas, Métodos de análisis de los datos censales relativos a las actividades económicas de la población. ST/SCA/Serie A/43, pág. 3.

CELADE, Aspectos demográficos de la PEA, TD/5, Santiago, Chile, 1976.

Cuando una persona alcanza la edad adulta joven, busca realizar algún tipo de actividad que le proporcione los medios para adquirir bienes y servicios. Resulta, por tanto, importante que se pueda prever con cierta seguridad la evolución futura de esta oferta y demanda de mano de obra, por parte del sistema de producción. Una y otra información son básicas para la formulación de políticas de empleo y para la planificación de la producción económica.

El concepto de Oferta corresponde, en realidad, a la "población activa disponible", es decir al conjunto de personas que desean tener un empleo, se cumpla o no el deseo. Tanto su volumen como su composición dependen de factores demográficos y socioeconómicos, aspectos que sin duda condicionan su evolución en el tiempo.

Una población con alta natalidad y baja mortalidad y, por lo tanto, con un ritmo acelerado de crecimiento demográfico, tendrá a corto plazo una población económicamente activa más joven que la de un país con un crecimiento más lento. Así mismo, si la mortalidad y la morbilidad son elevadas, es razonable pensar que la disponibilidad media (en años) que los componentes de una cohorte aportarán, será mucho menor que lo que aportarían con una mortalidad y morbilidad más bajas.

Por otra parte, si el sistema educativo evoluciona incorporando una mayor proporción de población y reteniéndola durante más tiempo, su efecto cuantitativo será reducir, a corto plazo, la mano de obra disponible, contribuyendo por otra parte a una mejora cualitativa de la misma, con un probable aumento de la productividad a mediano y largo plazo.

Esto quiere decir que las transformaciones que se asocian al desarrollo económico tienden a provocar la concentración de la población activa en un tramo de edades reducido, a afectar la composición por sexo y a modificar la distribución en el espacio. En este sentido, se requiere un conocimiento sobre las perspectivas de la PEA, no sólo respecto al tamaño futuro, sino que también respecto a su composición por sexo, por edad, por áreas geográficas, por niveles de instrucción, etc.

Ahora bien, los métodos para preparar proyecciones de la población económicamente activa (oferta de mano de obra), dependen mucho de la disponibilidad de información básica. Puede pensarse, además, en modelos de proyección por cohortes y en modelos de proyección indirecta en base a otros indicadores del grado de participación.

La proyección de la PEA en base a un modelo similar al de los componentes resulta muy difícil de implementar, por falta de información básica. En este caso, un modelo de cohortes requiere de información que permita emplear una función del mismo tipo de una ecuación compensadora y que, en este caso particular, sería más o menos de la siguiente manera:

$$N_t^a = N_0^a + E - R - D$$

N_0^a y N_t^a representan los volúmenes de la PEA en los momentos 0 y t respectivamente.

E, representa las entradas a la condición de económicamente activo, y puede estar compuesto por los trabajadores nuevos (los que buscan empleo por primera vez), amas de casa que ofrecen su fuerza de trabajo, y, en general, otras categorías de inactividad que deciden incorporarse a la PEA y, por último, los inmigrantes activos.

R, constituye los retiros de la actividad económica, es decir, son personas que dejan de ofrecer su fuerza de trabajo (los pensionados, los rentistas o jubilados, los retiros por incapacidad parcial o definitiva, e incluso, población activa que migra).

Finalmente D representa las defunciones ocurridas entre las personas económicamente activas.

Si bien este modelo resulta comprensible, su aplicación no es fácil, debido a la falta de información estadística relativa a los cambios que el mismo modelo supone, y es necesaria como base para elaborar las hipótesis futuras. Lo más corriente es la utilización de procedimientos indirectos, esto es, métodos basados en coeficientes (por lo regular, las tasas de actividad) y su aplicación a una proyección de población elaborada previamente.

En estas condiciones, la proyección de la población económicamente activa por medio de procedimientos indirectos se hace en base a los siguientes elementos:

- a) Se requiere una proyección de la población total del país o región del país, por sexo y grupos de edades, para el mismo período para el cual se desea la proyección de la PEA. Con esto se asegura, además, que en la proyección de la PEA queden incorporados los efectos de los cambios en los factores demográficos.
- b) Es necesaria la elaboración de una proyección de las tasas de actividad (o tasa de participación), por sexo y grupos de edades a nivel del área geográfica considerada y para el período requerido. En todo caso, los años para los cuales se proyectan las tasas deben coincidir con los años de la proyección de población.

- c) La población económicamente activa por sexo y grupos de edades, se deriva a partir de la información de los dos puntos anteriores, aplicando las tasas de actividad proyectadas a los datos de la proyección de población.

46. Proyección de las tasas de actividad

Es muy corriente que la proyección de la población económicamente activa se haga a partir de la proyección de las tasas de actividad por sexo y edad ^{32/}. Las tasas pueden ser proyectadas conforme a diversos criterios y, en ocasiones, puede suponerse que las observadas en la fecha más reciente se mantendrán constantes en el futuro.

En este sentido es necesario tener presente que el grado de participación de una población, definido por las respectivas tasas, depende de múltiples factores de orden económico y social y de factores de orden demográfico. Las características futuras de las tasas van a depender de la evolución de aspectos tales como el número y la naturaleza de los empleos que se crean, de la evolución de la escolaridad en términos de cobertura y calidad, y de los posibles cambios en las regulaciones sobre edad de ingreso y retiro.

Para hacer una proyección de las tasas es necesario:

- a) Hacer un análisis de la evolución histórica de las tasas de participación de la población particular. Se requiere, además, un análisis de la evolución de las definiciones y de las formas de captación de la información (edad mínima de ingreso a la actividad, edad de retiro y el período de referencia usado en la investigación).
- b) Comparar el comportamiento de las tasas con las observadas en otros países similares y en los de mayor desarrollo económico. Resulta importante, incluso, analizar las tasas de un país en relación a las observadas en las regiones o zonas más desarrolladas.
- c) Deben considerarse las posibles modificaciones y políticas en el campo de la educación, de la salud, proyectos de industrialización, de la seguridad social, y de los posibles cambios en los patrones de nupcialidad y fecundidad, ya que estos dos últimos aspectos pueden alterar la participación femenina.

^{32/} La tasa de actividad se calcula como el cociente entre la población económicamente activa de un grupo de edad y sexo ($N_{x,x+n}^a$) y la población total del mismo sexo y grupo de edad $N_{x,x+n}$, es decir:

$$A_{x,x+n} = \frac{N_{x,x+n}^a}{N_{x,x+n}}$$

Una proyección de las tasas de actividad por edad puede hacerse en forma sencilla, mediante una extrapolación lineal de la tendencia observada en el pasado inmediato o por interpolación respecto a un modelo particular que podría esperarse para el futuro.

Si bien se trata de un método muy simple, puede conducir a resultados absurdos, pudiendo llegarse, por ejemplo, a tasas de participación que sobrepasen el cien por ciento, o a que se obtenga un valor negativo si la tendencia anterior es a reducirse. La alternativa es construir un coeficiente que evite dichas inconsistencias.

Sea:

$$H_{x, x+n} = \frac{A_{x, x+n}^t}{A_{x, x+n}^0}$$

la relación de cambio en las tasas de actividad de un grupo de edad $x, x+n$ en un período intercensal $(0, t)$. Un coeficiente de corrección (I) para la razón de cambio en las tasas sería, por ejemplo, el cociente que resulta de los productos de las tasas de actividad e inactividad en los dos momentos censales; esto es:

$$I_{x, x+n} = \frac{A_{x, x+n}^t \cdot U_{x, x+n}^t}{A_{x, x+n}^0 \cdot U_{x, x+n}^0}$$

en donde $U_{x, x+n}$ representa las tasas de inactividad en el mismo grupo de edad ^{33/}.

Una medida del incremento o disminución del nivel de las tasas de actividad del grupo de edad $x, x+n$ para un período similar de t años, estará dada por el producto de la razón de cambio (H) por el coeficiente de corrección (I)

$$J_{x, x+n} = H_{x, x+n} \cdot I_{x, x+n}$$

^{33/} Naciones Unidas, Métodos para preparar proyecciones de la población económicamente activa. Manual V. ST/SOA/Serie A/46. Nueva York, 1971.

El incremento o disminución media anual en el nivel de las tasas en el período intercensal ($J_{x, x+n} / t$), puede ser utilizado, entonces, como un factor de proyección de las tasas de actividad por grupos de edades para fechas posteriores a las del último censo disponible. Así, para proyectar para el momento $t + i$, se requerirá ponderar el coeficiente $J_{x, x+n}$ por el factor i/t . Las tasas de actividad hasta el momento $t + i$ se obtienen a partir de la siguiente relación:

$$A_{x, x+n}^{t+i} = A_{x, x+n}^t \pm A_{x, x+n}^t \left[\frac{J_{x, x+n} \cdot \left(\frac{i}{t}\right)}{100} \right]$$

En el caso particular en que la proyección se haga para un período igual al período intercensal ($0, t$), la relación se transforma en:

$$A_{x, x+n}^{2t} = A_{x, x+n}^t \pm A_{x, x+n}^t \cdot \left[\frac{J_{x, x+n}}{100} \right]$$

que puede escribirse también:

$$A_{x, x+n}^{2t} = A_{x, x+n}^t \left[\frac{100 \pm J_{x, x+n}}{100} \right]$$

En el cuadro 28 se hace una proyección de las tasas de actividad de la población masculina de Costa Rica para los años 1980, 1985 y 1990 a partir de las condiciones de participación que se derivan de los censos de 1963 y 1973. La tendencia de la participación en el período intercensal y su extrapolación, muestra en general las siguientes características:

- Una estabilidad en el grado de participación para la población comprendida entre los 20 y los 60 años.
- Una declinación en el grado de participación de la población menor de 20 años y por encima de los 60 años.

Cuadro 28

COSTA RICA: PROYECCION DE LAS TASAS DE ACTIVIDAD MASCULINA POR SEXO Y GRUPOS DE EDADES DE LOS AÑOS 1980, 1985 Y 1990, POR EXTRAPOLACION DIRECTA APLICANDO UN COEFICIENTE DE CORRECCION

Grupos de edades	Tasas centrales de actividad *		$H_{x,x+n}$	$\frac{a}{A_{x,x+n}}$	$I_{x,x+n}$	$\frac{b}{J_{x,x+n}}$	$\frac{c}{A_{x,x+n}}$	$\frac{80}{A_{x,x+n}}$	$\frac{85}{A_{x,x+n}}$	$\frac{90}{A_{x,x+n}}$
	63 $A_{x,x+n}$	73 $A_{x,x+n}$								
	(1)	(2)	(3)=(2)/(1)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		
12 - 14	33,6	25,0	0,7440	0,8404	0,6253	24,9	24,8	24,7		
15 - 19	77,9	67,6	0,8678	1,2722	1,1070	67,1	66,7	66,3		
20 - 24	94,2	89,8	0,9533	1,6765	1,5962	88,8	88,1	87,4		
25 - 29	97,9	97,1	0,9918	1,3697	1,3565	96,2	95,5	94,9		
30 - 34	98,7	98,2	0,9980	1,1227	1,1505	97,4	96,9	96,3		
35 - 39	98,5	98,4	0,9940	1,0656	1,0592	97,7	97,1	96,6		
40 - 44	98,3	98,2	0,9990	1,0577	1,0566	98,3	98,3	98,3		
45 - 49	98,1	97,9	0,9980	1,1030	1,1033	97,1	96,6	96,1		
50 - 54	96,9	96,4	0,9948	1,1553	1,1493	95,6	95,1	94,5		
55 - 59	95,5	94,3	0,9874	1,2503	1,2350	93,5	93,4	93,4		
60 - 64	88,6	86,0	0,9710	1,1920	1,1574	85,3	84,6	84,3		
65 - 69	76,9	74,1	0,9630	1,0804	1,0464	73,6	73,2	72,8		
70 - 74	62,3	59,5	0,9551	1,0200	0,9799	59,1	58,8	58,5		
75 y +	39,6	35,9	0,9066	0,9621	0,8722	35,7	35,5	35,4		

$$\frac{a}{H_{x,x+n}} = \frac{A_{x,x+n}^t}{A_{x,x+n}^0} ; \quad \frac{b}{I_{x,x+n}} = \frac{A_{x,x+n}^t \cdot U_{x,x+n}^t}{A_{x,x+n}^0 \cdot U_{x,x+n}^0} ; \quad \frac{c}{J_{x,x+n}} = H_{x,x+n} \cdot I_{x,x+n}$$

* Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, Censos Nacionales de Población de 1963 y 1973.

47. Proyección de la población económicamente activa por el método del diferencial

Si bien es posible construir otros procedimientos de extrapolación de las tasas de actividad, como los presentados en el Manual V de las Naciones Unidas ^{34/}, se desarrollan las ideas básicas sobre las posibilidades de emplear el método de las Naciones Unidas del diferencial de crecimiento ^{35/}.

Lo que se propone es utilizar los mismos planteamientos del método propuesto para hacer proyecciones de la población urbana y rural en casos particulares de proyecciones sectoriales.

Se requiere, en todo caso, que los grupos de población que se desea proyectar puedan ser clasificados en dos grupos mutuamente excluyentes y complementarios. En base a esas poblaciones, se podrá determinar las tasas de crecimiento entre dos momentos (dos censos, por ejemplo) y, con ello, definir un diferencial de crecimiento particular para esa forma de clasificación de la población.

En el cuadro 29 se presenta la población económicamente activa e inactiva masculina de Costa Rica en los censos de 1963 y 1973, por grupos de edades, las tasas de actividad correspondientes y los diferenciales de crecimiento de cada grupo.

Al comparar las tasas de participación por edad, se observan cambios que han significado una reducción en el grado de participación de la población en los grupos extremos.

Los diferenciales de crecimiento de los dos grupos, activos e inactivos (DCAI), además de mostrar posibles problemas en la calidad de la información, dejan ver la mayor velocidad de crecimiento de la población inactiva respecto a la activa.

^{34/} Naciones Unidas, Métodos para preparar proyecciones de la población económicamente activa. Manual V, ST/SGA/Serie A/46. Nueva York, 1971.

^{35/} Naciones Unidas, Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural. Manual VIII, ST/ESA/Serie A/55. Capítulo V.

Cuadro 29

COSTA RICA: TASAS DE ACTIVIDAD POR GRUPOS DE EDADES Y DIFERENCIALES DE CRECIMIENTO DEL PERIODO 1963-1973. POBLACION MASCULINA

Grupos de edades	1963		1973		Tasas de actividad		Diferenciales de crecimiento DCAI	
	Activa	Inactiva	Activa	Inactiva	1963	1973	a/	b/
TOTAL	330 879	64 238	472 280	130 019	83,7	78,4	-3,452	
12 - 14	16 468	32 555	20 614	61 966	33,6	25,0	-4,142	
15 - 19	49 841	14 235	75 156	36 083	77,9	67,6	-5,133	
20 - 24	47 635	2 999	73 819	8 358	94,2	89,8	-5,389	
25 - 29	40 513	905	58 857	1 779	97,9	97,1	-2,989	
30 - 34	37 911	679	49 393	919	98,4	98,2	-0,377	-0,268
35 - 39	32 874	534	43 580	718	98,5	98,4	-0,140	
40 - 44	26 469	490	39 181	694	98,3	98,3	+0,436	+0,163
45 - 49	22 351	466	31 374	665	98,1	97,9	-0,163	
50 - 54	20 356	673	26 115	975	96,9	96,4	-1,201	-1,912
55 - 59	12 804	615	19 079	1 155	95,5	94,3	-2,287	
60 - 64	11 662	1 235	16 442	2 675	90,4	86,0	-4,244	-1,614
65 - 69	5 313	2 056	8 918	3 114	72,1	74,1	+1,116	
70 - 74	3 757	2 321	5 873	3 990	61,9	59,5	-0,939	-0,949
75 y +	1 925	4 475	3 879	6 928	39,5	35,8	-1,530	

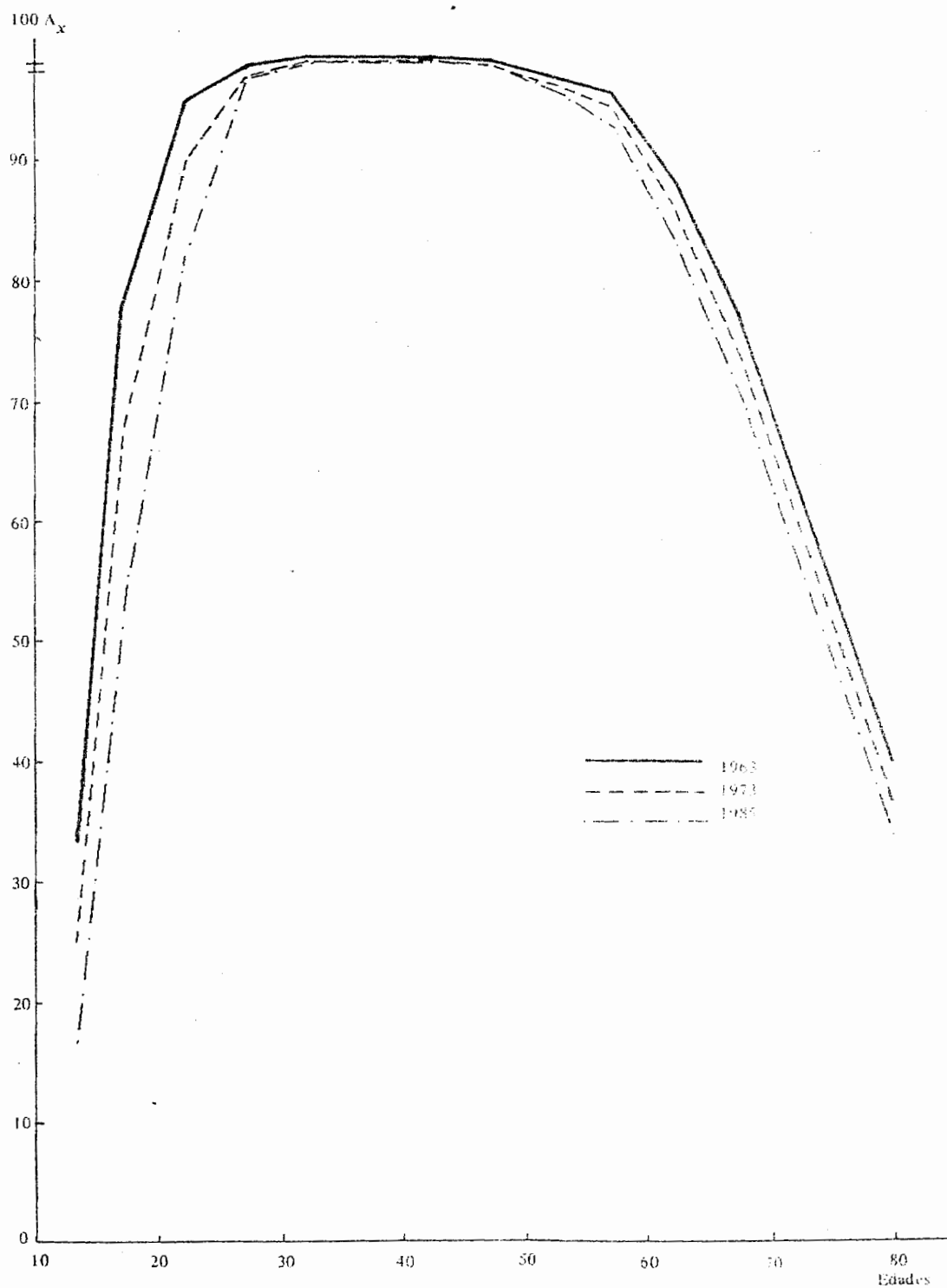
a/ Diferenciales de crecimiento por cien.

b/ Diferenciales de grupos decenales.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos, Censos Nacionales de Población 1963 y 1973.

Gráfico 12

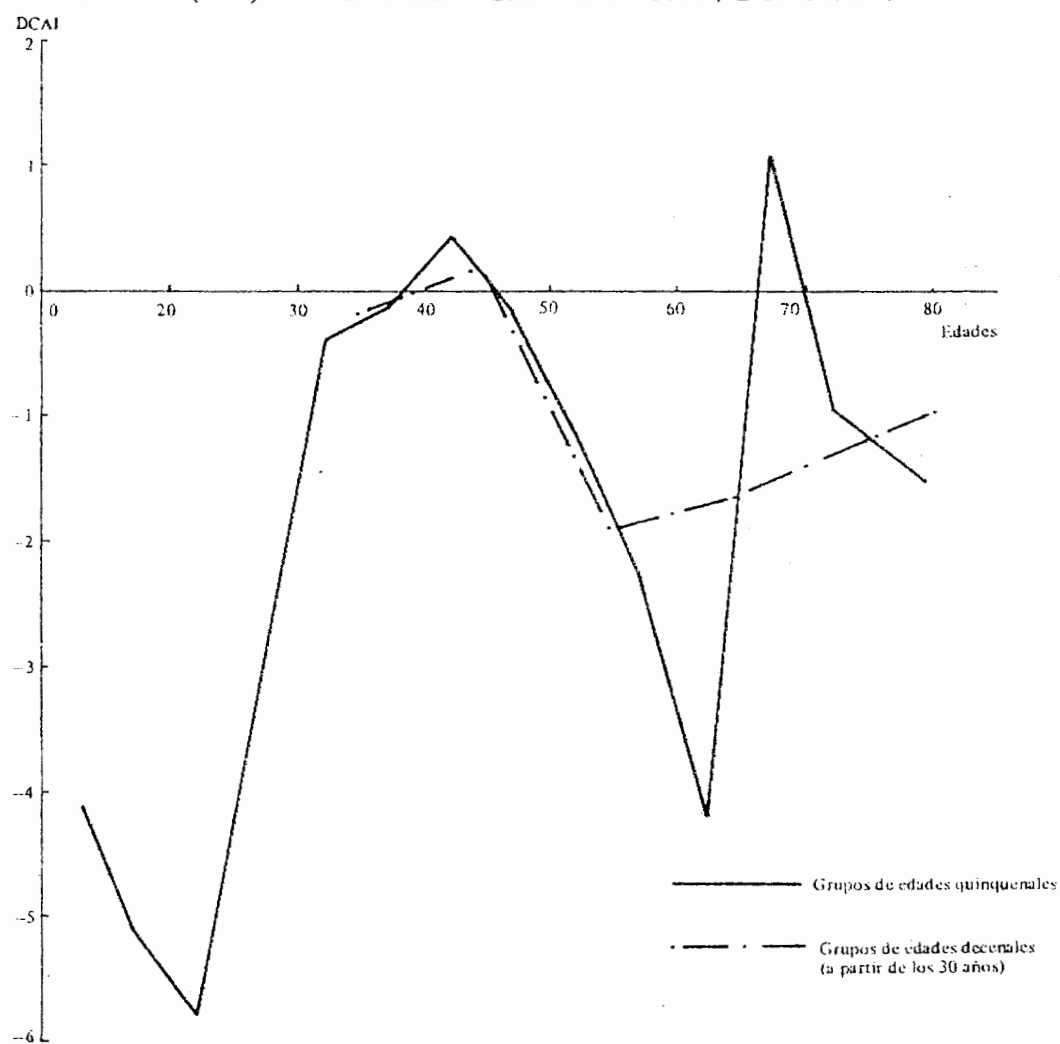
COSTA RICA: TASA DE ACTIVIDAD ($A_{x,x+n}$) DE LA POBLACION MASCULINA EN LOS CENSOS
DE 1963 Y 1973 Y PROYECCION A 1985



Fuente: Cuadro 29

Gráfico 13

COSTA RICA: DIFERENCIALES DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION ACTIVA E INACTIVA (DCAI) POR GRUPOS DE EDADES. POBL. MASCULINA, PERIODO 1963-73



Fuente: Cuadro 29

Para los efectos de análisis y proyección de la PEA en base a este método, el diferencial de crecimiento de la población económicamente activa e inactiva, tendrá la forma:

$$d = \text{DCAI} = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{\frac{N_t^a}{N_0^a}}{\frac{N_t^i}{N_0^i}} \right)$$

en donde

N_0^a, N_t^a - representan las poblaciones económicamente activas en los momentos 0 y t .

N_0^i, N_t^i - son las poblaciones económicamente inactivas en los mismos momentos.

Por otra parte, en términos de las tasas de actividad e inactividad económica, los diferenciales de crecimiento pueden calcularse en base a la siguiente relación:

$$d = \text{DCAI} = \frac{1}{t} \left(\frac{\frac{A_t}{A_0}}{\frac{U_t}{U_0}} \right)$$

siendo

A_0 y A_t - las tasas de actividad en los dos momentos censales.

U_0 y U_t - las tasas de inactividad correspondientes en los dos censos.

Cuando se trabaja por grupos de edades, para calcular los diferenciales por edad, se usarán las poblaciones o tasas de actividad de cada grupo.

Se efectuó una proyección de las tasas de actividad económica por edad para los años 1980 y 1985, bajo el supuesto de que los DCAI del período 1963-1973 ajustados se mantendrían constantes durante todo el período de proyección. La obtención de las tasas de actividad de cada uno de estos dos años se hizo conforme al supuesto de que el DCAI evoluciona en forma logística, es decir, una relación de la forma:

$$A^t = \frac{N_t^a}{N_t^i} = \frac{1}{1 + \frac{N_0^i}{N_0^a} e^{-dt}}$$

en la que los valores N_0^a , N_0^i , representan las poblaciones económicamente activas e inactivas en el punto en donde se inicia la proyección, que por lo regular corresponde al último censo de población que sirvió de base para el cálculo de los diferenciales.

En el cuadro 30 se presentan las tasas de actividad por edad proyectadas para los años 1980 y 1985. Las de 1985 se representaron en el gráfico 13 para compararlas con las de los años 1963 y 1973, apreciándose que continuaría la tendencia a una menor participación de las edades extremas en la población económicamente activa.

La población económicamente activa proyectada para esos dos años se obtiene de la aplicación de las tasas de actividad proyectadas a una proyección de población por grupos de edades elaboradas previamente. Se obtiene así las cifras que aparecen en las columnas 4 y 5 del cuadro 30 en este caso utilizando la proyección de población más reciente ^{36/}.

48. Proyecciones de hogares y familias

Cada vez con mayor insistencia se considera necesario estudiar y conocer la dinámica poblacional, no sólo en función de las características individuales sino también a partir de las características de grupos que forman las unidades socioeconómicas, esto es, los hogares y las familias.

Se considera importante, por ejemplo, estudiar las características de estos grupos en aspectos tales como su número, sus dimensiones, las estructuras según el número de miembros, sus actividades colectivas y también sus posibilidades reproductivas y sus formas productivas. Este interés se hace más explícito si se tiene en cuenta que, en muchos sentidos, el comportamiento de la población como un todo, no es el resultado de una suma de las actividades y requerimientos individuales, sino más bien responde a necesidades y comportamientos de estas unidades sociales básicas.

^{36/} DGEC y CELADE, Costa Rica. Estimaciones y proyecciones de población 1950-2025. Fascículo F/CR. 1 octubre, 1983.

Cuadro 30

COSTA RICA: PROYECCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA MASCULINA
POR GRUPOS DE EDADES DE LOS AÑOS 1980 Y 1985

Grupos de edades	DCAI ^{a/}	Tasas de actividad proyectadas ^{b/}		Población económicamente activa ^{c/}	
		1980	1985	1980	1985
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
TOTAL		77,70	77,69	615 897	707 079
12 - 14	-4,142	19,85	16,76	17 484	13 738
15 - 19	-5,133	59,09	52,78	83 622	76 480
20 - 24	-5,800	85,36	81,38	104 818	114 467
25 - 29	-2,989	97,07	96,61	94 576	117 660
30 - 34	-0,115	98,16	98,16	73 114	94 805
35 - 39	-0,100	98,37	98,36	56 725	72 495
40 - 44	+0,050	98,27	98,27	46 819	55 853
45 - 49	-0,325	97,88	97,84	40 404	45 689
50 - 54	-1,375	96,05	95,78	33 146	38 428
55 - 59	-1,850	93,54	92,96	25 765	30 765
60 - 64	-1,700	84,96	83,34	18 158	21 502
65 - 69	-1,450	72,09	70,61	11 288	13 536
70 - 74	-1,300	57,30	55,70	6 163	7 262
75 y +	-0,949	34,35	33,29	3 815	4 379

^{a/} A partir de los 30 años los diferenciales de crecimiento se ajustaron gráficamente.^{b/} Bajo el supuesto de que los diferenciales de crecimiento por edad, ajustados se mantendrán constantes hasta el año 1985.^{c/} Las tasas de actividad proyectadas se aplicaron a la proyección de población oficial de la Dirección General de Estadística y Censos.

Es así como el consumo de múltiples bienes y servicios, particularmente los de uso duradero, se hace en función de las necesidades de los hogares. Los requerimientos de viviendas, el consumo de energía, agua, teléfono, etc. no pueden ser programados en función de un consumo individual. Resulta así importante hacer previsiones de las familias para los fines de planificación de los procesos de generación de estos tipos de bienes.

Cabe señalar que hogar y familia son dos conceptos censales que, en muchos casos y para diversos propósitos, son considerados como equivalentes. Existe, sin embargo, alguna diferencia que es necesario considerar para tratarlos en forma separada conforme a los propósitos que se tengan en mente.

Mientras el Hogar se refiere a un conjunto de personas que realizan funciones comunes, la Familia es el conjunto de personas que están ligadas por relaciones de parentesco. La definición de hogar es, por tanto, funcional mientras que la familia es más bien estructural ^{37/}.

La consideración de los dos conceptos tiene que ver en forma fundamental con su uso. Desde el punto de vista de la economía hay interés, en esencia, por las relaciones de producción y consumo; interesan, por tanto, las formas de producción y consumo asociadas a los hogares. En el campo de la demografía -y en otras áreas sociales- interesan, además de estos los problemas o aspectos asociados a la reproducción y socialización de los grupos humanos. Se requiere, entonces, para estos casos, estimaciones a nivel de las familias.

Un punto común, no obstante, es que tanto los grupos de hogares como los grupos familiares, se hallan asociados a la ocupación de una vivienda, y resulta importante la preparación de proyecciones de estos grupos con el propósito de usarlos, a su vez, como elementos para la preparación de las proyecciones de requerimientos de vivienda y de otros bienes de uso colectivo (automóviles, televisores, etc.). Ahora bien, es claro que un hogar censal puede estar constituido por una o más familias censales. Resulta de esto que, por una parte, el número de hogares supera el número de familias y, en otro sentido, que la previsión de viviendas resulta más adecuada si se hace en base a la previsión del número de hogares.

^{37/} Según el Diccionario Plurilingüe de las Naciones Unidas los dos conceptos se definen de la siguiente forma: El hogar es una unidad socioeconómica constituida por individuos que habitualmente conviven bajo el mismo techo. La familia, a su vez, se define basándose principalmente en los lazos de parentesco que implica un proceso de reproducción y que están reglamentados por la ley o la costumbre.

Considerando, entonces, a las proyecciones de hogares como un caso particular de proyecciones sectoriales, se puede pensar que las perspectivas para estos grupos específicos pueden hacerse en base a un modelo de cohortes análogo al método de los componentes (cohortes de jefes de hogar o jefes de familia), o a partir de la metodología basada más bien en el uso de ciertos índices.

En el primer caso, los hogares/familias (y no las personas), existentes en un momento específico son seguidas a lo largo del tiempo, incorporando a las mismas los cambios que se van presentando, esto es los nuevos hogares/familias, los cambios en los tamaños y en la composición, las disoluciones de hogares/familias debidos a la separación, o muerte, de uno o de todos sus integrantes. Alternativamente, el método de los índices consiste en aplicar ciertas razones, tasas, proporciones de una proyección previamente elaborada, y de esta manera llegar a una estimación del número de hogares/familias.

Las posibilidades de elaboración de proyecciones de hogares/familias por el método de los componentes implican la utilización de un modelo de estructura similar a la ecuación compensadora y que, para este caso particular, podría tener la forma:

$$F^T = F^0 + F^n - (F^d + F^s) + F^m$$

modelo que buscaría reproducir los hogares/familias en un momento t , (F^t), que vendrían dados por:

- F^0 - el número total de hogares/familias existentes en un momento inicial 0.
- F^n - el número de hogares/familias nuevas que se constituyen entre los momentos 0 y t , a partir de nuevos matrimonios, desagregación o ruptura de grupos iniciales, etc.
- $F^d + F^s$ - número de hogares que se disuelven por muerte de uno o varios de sus componentes, separación de los integrantes que forman el eje del grupo, por separación, divorcio, muerte.
- F^m - número neto de hogares/familias en que se ve afectado el número inicial de familias por inmigración y/o emigración de grupos de hogares y familias.

49. Proyección del número de hogares mediante tasas de jefatura

Las variaciones y cambios en los hogares y familias (conformación y disolución de grupos) raramente (o casi nunca), son registrados, siendo prácticamente imposible establecer las características del movimiento natural de los mismos. Lo que sí puede hacerse, en algunos casos, es analizar los cambios a partir de información transversal, o de momentos específicos. En el caso de proyecciones de hogares y familias, lo que corrientemente se hace es utilizar las denominadas tasas de jefatura.

Las tasas de jefatura representan la proporción de jefes (o cabezas de hogares/familias) por sexo, edad, estado civil, etc., en relación al total de población del mismo sexo, edad, estado civil, etc., que reside en los hogares particulares.

$$j_{x,x+n} = \frac{J_{x,x+n}}{N_{x,x+n}} \cdot K$$

En el cuadro 31, se presentan las tasas de jefatura para la población de ambos sexos de Costa Rica, por grupos de edades, de los censos de 1963 y 1973. En el gráfico 14 se ha representado el comportamiento por edad de dichas tasas.

No se produjo, en dicho período intercensal, modificaciones sustanciales en las tasas de jefatura, comportamiento que estaría mostrando que no ocurrieron cambios sustanciales en la composición de los hogares. Se presentó un incremento leve de la tasa del grupo 35-44 años, y reducciones pequeñas en el resto de edades.

Aunque las tasas de jefatura no permiten identificar los aspectos de la dinámica del ciclo familiar, es importante indicar que es el método de más amplia aplicación -fundamentalmente en países en desarrollo- en los cuales no se cuenta con datos tan desagregados como los que serían necesarios para la aplicación del método de componentes.

Por otra parte, en la medida en que la metodología requiera apoyarse en una proyección de población por sexo y grupos de edades, y si ésta ha sido elaborada por el método de los componentes, de todas maneras se están tomando en consideración algunos de los elementos de la dinámica poblacional (cambios de la mortalidad, la fecundidad y la migración). De esta manera,

quedan incorporados en las proyecciones de hogares los efectos de los cambios en la composición por edad, aspecto que sin duda puede ser uno de los factores que lleguen a afectar el tamaño y composición de los hogares y familias.

Cuadro 31

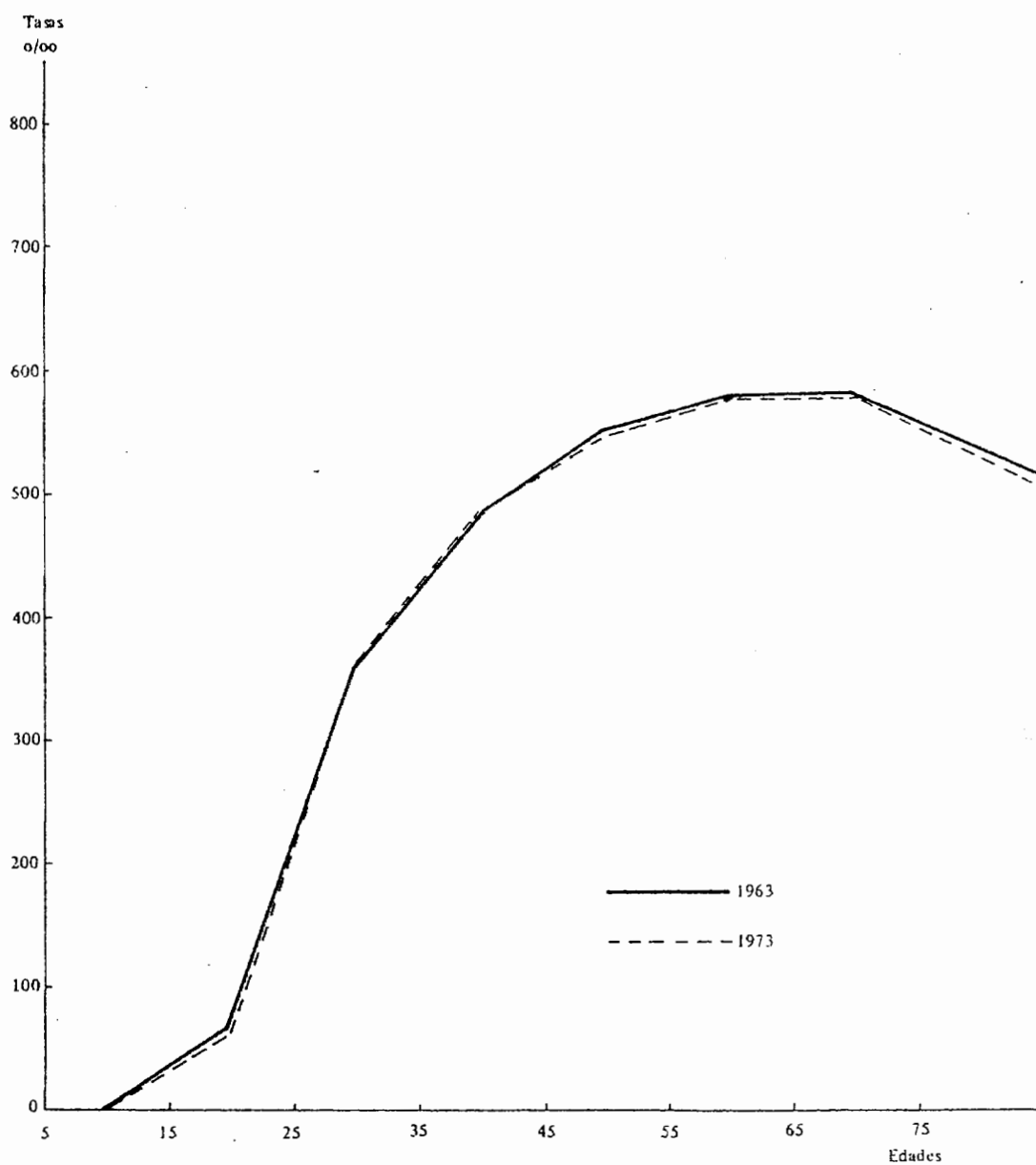
COSTA RICA: JEFES DE HOGAR Y POBLACION RESIDENTE EN HOGARES PARTICULARES POR GRUPOS DE EDADES EN LOS CENSOS DE 1963 Y 1973. AMBOS SEXOS

Grupos de edades	1963 a/			1973		
	Población $N_{x,x+n}$	Jefes $J_{x,x+n}$	Tasas de jefatura $j_{x,x+n}$	Población $N_{x,x+n}$	Jefes $J_{x,x+n}$	Tasas de jefatura $j_{x,x+n}$
Total	1 071 131	231 153	215,80	1 594 848	330 857	207,45
5-14	386 206	46	0,12	563 926	53	0,09
15-24	228 912	15 414	67,34	383 352	23 699	61,82
25-34	158 608	57 649	363,47	220 703	80 015	362,55
35-44	119 185	57 923	485,99	168 083	82 292	489,59
45-54	84 878	46 889	552,43	116 671	64 111	549,50
55-64	51 511	29 999	582,38	77 495	44 975	580,36
65-74	26 992	15 553	582,68	42 941	24 787	577,23
75 y +	14 839	7 680	517,56	21 677	10 925	503,99

a/ Los casos de edad desconocida se distribuyeron proporcionalmente dentro del respectivo grupo.

Gráfico 14

COSTA RICA: TASAS DE JEFATURA POR GRUPOS DE EDADES EN LOS CENSOS DE 1963 Y 1973. POBLACION DE AMBOS SEXOS



Fuente: Cuadro 31

La derivación de los niveles futuros de las tasas de jefatura puede hacerse en base a supuestos sobre los posibles cambios en las variables que condicionan la constitución y disolución de los hogares. En todo caso, el tipo de supuestos sobre las tasas de jefatura estará dependiendo de los fines que se persigan con este tipo de estimaciones.

Unas serán las consideraciones si se pretende solamente una estimación de los hogares y otras, sin duda, serían las que deben hacerse si adicionalmente se pretende realizar estimaciones sobre las necesidades de vivienda, ya que, en este caso, importaría no solamente establecer el número, sino también el tipo de vivienda. Entonces, se deberán hacer consideraciones sobre la nupcialidad, legal y de hecho, sobre los cambios en la dimensión de los hogares, tendencias sobre formas de residencia de grupos no familiares y personas solas, situaciones que se supone habrán de reflejar la dimensión de la presión por vivienda.

Las tasas de jefatura, proyectadas convenientemente, se aplican al número estimado de personas de la misma edad, sexo y estado civil, que residan en hogares particulares, para determinar el número proyectado de cabezas de familia. En el cuadro 32 se hace una proyección del número estimado de hogares de Costa Rica, bajo el supuesto de que la población de hogares particulares tiene la misma estructura observada en el año 1973 y que las tasas de jefatura observadas en ese año (1973), se mantienen constaⁿtes hasta el año 1980. Se obtiene así una estimación del número de jefes de hogar y, por tanto, del número de núcleos familiares con necesidades de vivienda en esa fecha.

Se llega así a una estimación de 437 mil jefes de hogar, para junio de 1980, evolución que significaría un aumento de algo más de 15 mil por año. En el cuadro 33 se hace una comparación de la evolución del número de los jefes de hogar en relación a la población total y la residente en hogares particulares.

De cumplirse los supuestos implícitos en las proyecciones de población, y en la proyección de los jefes de hogar, resulta que, no obstante el menor crecimiento de la población total y de los hogares particulares, podría producirse un incremento notable en el número de cabezas de hogar y, por tanto, en el número de núcleos que requerirían solución de ciertos bienes de uso común como lo es la vivienda.

Cuadro 32

COSTA RICA: ESTIMACION DEL NUMERO DE CABEZAS DE FAMILIA/HOGARES,
AL 30 DE JUNIO DE 1980 POR GRUPOS DE EDADES. AMBOS SEXOS

Grupos de edades	Población total estimada <u>a/</u>	Porcentaje en hogares particulares <u>b/</u>	Población en núcleos particulares	Tasas de jefatura <u>c/</u> por mil	Número de cabezas de hogar
	(1)	(2)	(3) = (1)(2)	(4)	(5) = (3)(4)
Total	1 959 891	98,8	1 936 474	228,07	437 368
5-14	558 055	99,7	556 381	0,09	50
15-24	520 032	98,4	511 711	61,82	31 633
25-34	340 391	98,3	334 604	362,55	121 311
35-44	209 394	98,7	206 672	489,59	101 185
45-54	151 519	98,7	149 549	549,50	82 177
55-64	99 430	98,7	98 137	580,36	56 955
65-74	55 919	98,4	55 024	577,23	31 762
75 y +	25 151	97,0	24 396	503,99	12 295

a/ Dirección General de Estadística y Censos y CELADE, Evaluación del censo de 1973 y proyección de la población por sexo y grupos de edades, 1950-2000, San José, Costa Rica, junio de 1976.

b/ Proporciones derivadas del censo de 1973.

c/ Cuadro 31.

Cuadro 33

COSTA RICA: POBLACION DE AMBOS SEXOS, POBLACION EN HOGARES PARTICULARES Y JEFES DE HOGAR DE 5 AÑOS Y MAS EN LOS CENSOS DE 1963 Y 1973 Y ESTIMACIONES PARA EL AÑO 1980. TASAS DE CRECIMIENTO POR MIL

Años	Población total de 5 años y más		Población en hogares particulares		Jefes de hogar	
	Número	Tasa de creci - miento	Número	Tasa de creci - miento	Número	Tasa de creci - miento
1963	1 109 465		1 071 131		231 153	
1973	1 591 754	35,67	1 594 848	39,34	330 857	35,44
1980 <u>a/</u>	1 959 891	29,72	1 936 474	27,73	437 368	39,87

a/ Cuadro 32.

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos. Censos nacionales de población de 1963 y 1973.

50. Proyección de las tasas de jefatura a partir del diferencial de crecimiento de los jefes y no jefes de hogar (DCJR)

Si se considera que cada hogar/familia tiene un jefe o acepta a uno de sus integrantes como tal, el resto de los integrantes formarán un conjunto, excluyente y complementario, que podemos denominar el de los no jefes.

Clasificada así la población se puede determinar las tasas de crecimiento de uno y otro grupo, por ejemplo para un período intercensal. Se determina entonces un diferencial de crecimiento de los jefes respecto al resto de población que reside en hogares particulares.

En el cuadro 34 aparece la información de la población de Costa Rica, clasificada conforme a las categorías de jefes y no jefes, según los censos de 1963 y 1973, por grupos de edades. Se incluye en el mismo cuadro los diferenciales de crecimiento por edad que han sido representados, a su vez, en el gráfico 15.

Cuadro 34

COSTA RICA: JEFES DE HOGAR, TASAS DE JEFATURA POR GRUPOS DE EDADES EN LOS CENSOS DE 1963 Y 1973 Y DIFERENCIALES DE CRECIMIENTO (DCJR), POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	Jefes <u>a/</u>		Resto <u>a/</u>		Tasas de jefatura		DCJR ^{b/} %
	1963	1973	1963	1973	1963	1973	
Total	231 155	330 857	839 724	1 263 991	215,9	207,5	-0,498
5-14	46	53	386 206	563 873	0,1	0,1	-2,340
15-24	15 416	23 699	213 498	359 653	67,3	61,8	-0,903
25-34	57 649	80 015	100 959	140 688	363,5	362,5	-0,039
35-44	57 923	82 292	61 262	85 791	486,0	489,6	+0,142
45-54	46 889	64 111	37 989	52 560	552,4	549,5	-0,117
55-64	29 999	44 975	21 512	32 520	582,4	580,4	-0,082
65-74	15 553	24 787	11 139	18 154	582,7	577,2	-0,221
75 y +	7 680	10 925	7 159	10 752	517,6	504,0	-0,537

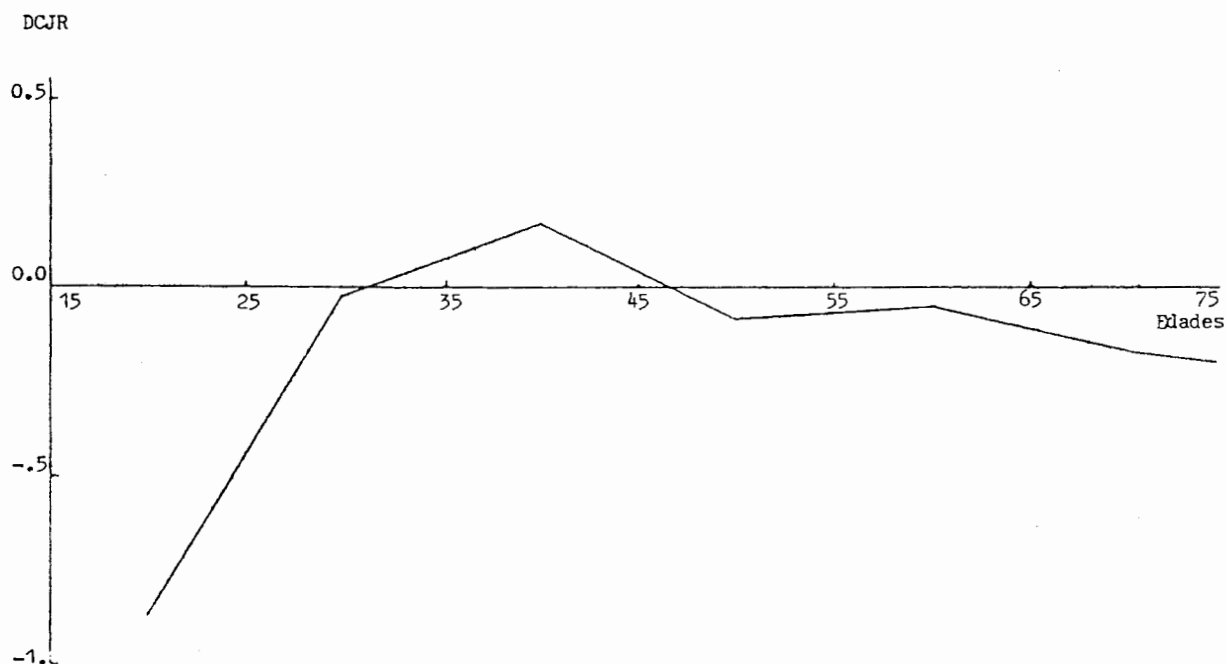
a/ La población de edad desconocida de uno y otro grupo se distribuyó proporcionalmente.

b/ Diferenciales de crecimiento de los jefes con el resto de población que reside en hogares particulares.

Los diferenciales de crecimiento por edad se mantienen en valores bajos y con pequeñas variaciones, aspecto que estaría indicando una relativa poca diferencia en el crecimiento de un grupo y otro.

Gráfico 15

COSTA RICA: DIFERENCIAL DE CRECIMIENTO JEFES-RESTO (DCJR), POR GRUPOS DE EDADES, PERIODO 1963-1973. POBLACION DE AMBOS SEXOS



Fuente: Cuadro 34.

En base a las ideas expuestas en el punto 42, sobre el uso del diferencial de crecimiento en la preparación de proyecciones de población urbana y rural, se puede pensar que en igual forma las tasas de jefatura ($j_{x, x+4}$) pueden ser expresadas mediante una función logística que tendría la siguiente forma:

$$j_{x, x+4} = \frac{J_{x, x+4}}{N_{x, x+4}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{S_{x, x+4}}{N_{x, x+4}} \right) e^{-dt}}$$

en donde $S_{x,x-4}$ representa la población de no jefes, en el momento inicial de la proyección de edad $x, x+4$; $N_{x,x+4}$ es la población total del mismo grupo de edad y $d = DCJR$, es el diferencial de crecimiento del grupo de jefes y el resto de población.

Bajo el supuesto de que las condiciones no cambiarán a corto plazo, podría pensarse que los diferenciales de crecimiento por edad se mantienen constantes por un período corto como sea 5 o 10 años. Bajo este supuesto se ha proyectado las tasas de jefatura de hogar para los años 1980 y 1985 y se han derivado el número de jefes de hogar para las mismas fechas. Se obtiene así las cifras que aparecen en el cuadro 35.

Cuadro 35

COSTA RICA: PROYECCION DEL NUMERO DE JEFES DE HOGARES PARA 1980 Y 1985
MEDIANTE EL METODO DE DCJR. POBLACION DE AMBOS SEXOS

Grupos de edades	DCJR por cien	Tasas de jefatura por mil		Población en hogares particulares ^{a/}		Número estimado de jefes de hogar	
		1980	1985	1980	1985	1980	1985
Total		224,28	238,15	1 936 474	2 207 850	434 317	525 790
5-14	-2,340	0,08	0,07	556 381	587 863	45	41
15-24	-0,903	58,19	55,77	511 711	552 147	29 776	30 793
25-34	-0,039	361,90	361,45	334 604	424 955	121 093	153 600
35-44	+0,142	492,12	493,90	206 672	256 103	101 107	126 489
45-54	-0,117	547,44	545,99	149 549	171 736	81 869	93 766
55-64	-0,082	578,94	577,94	98 137	117 941	56 815	68 163
65-74	-0,221	573,39	570,68	55 024	67 242	31 550	38 374
75 y +	-0,537	494,42	487,71	24 396	29 863	12 062	14 564

^{a/} Población en hogares particulares derivada de la proyección de población total del país, bajo el supuesto que la proporción de población en núcleos particulares del censo de 1973, se mantiene constante hasta 1985.

Se llega en este caso a una estimación de 434 mil jefes para el año 1980 y de 525 mil para el año 1985.

Esto significa un incremento anual de 15 mil nuevos jefes en el período 1973-1980, y de algo más de 18 mil entre 1980 y 1985. Resulta así que -si aceptamos que cada jefe de hogar había de requerir una solución habitacional para el conjunto de miembros que representa- se verán incrementadas sustancialmente las necesidades de vivienda y, no existiendo los planes de construcción necesarios, el déficit de viviendas tendería a agudizarse.

En términos metodológicos, al comparar los resultados que se presentan en los cuadros 32 y 35, para las estimaciones en el año 1980, puede verse que las diferencias son pequeñas y en todo caso representan menos del uno por ciento. El método de tasas de jefatura permite estimar un poco más de 2 500 jefes que el método del diferencial. En estas condiciones, teniendo en cuenta la posibilidad de hacer supuestos sobre evolución del diferencial y que se evitan resultados absurdos, parece preferible la utilización de este último método para elaborar este tipo de proyecciones.

51. Validez de las proyecciones y necesidad de su revisión periódica

Ya se mencionó que la confiabilidad de una proyección de población depende de aspectos tales como la extensión, de los métodos utilizados para proyectarla, de la información básica disponible para el análisis de la historia demográfica, así como también del grado de desagregación o número de substratos a que se haga referencia.

El valor de los resultados de toda proyección va a depender, en última instancia, del grado de congruencia que se dé entre las hipótesis propuestas para las variables determinantes de la dinámica futura y las tendencias reales que se vayan manifestando en la evolución real. Si, a posteriori, la realidad concuerda con las estimaciones de las proyecciones de población se habrá acertado en la formulación de los supuestos o al menos en los efectos netos de los supuestos. Esto, por otra parte, puede también ser un indicio que la población ha tenido un comportamiento dentro de lo que lógicamente era presumible esperar.

En tal sentido, es claro que una proyección de población total, una proyección de sectores específicos o una proyección derivada, nunca deben ser consideradas como algo definitivo. La realidad puede verse distorsionada -o modificada- en forma no esperada, por políticas gubernamentales en el campo económico y social, políticas en el campo demográfico, y también por situaciones aleatorias imprevistas. Una guerra, una epidemia, pueden conducir a resultados muy distintos de los esperados.

En estas condiciones es importante decir que, si bien la elaboración de las proyecciones de población necesarias para la planificación económica y social, es una tarea ardua y compleja, el grado de incertidumbre que es tá implícito en los resultados obtenidos, exige una constante revisión y actualización. La preparación de proyecciones de población se convierte así en una actividad que debe realizarse en forma permanente y continua.

Toda proyección de población debe ser sometida a continuos trabajos de evaluación, revisión y ajuste, ya sea a la luz de nuevos resultados so bre los comportamientos demográficos más recientes o de disponibilidad de nuevos elementos que así lo justifiquen. Así, por ejemplo, puede requerirse una revisión de una proyección de población como consecuencia de la obtención de nuevas estimaciones demográficas del pasado que resulten de metodologías más adecuadas y eficientes. Si las nuevas estimaciones demográficas difieren sustancialmente de las contempladas inicialmente, es probable que no se justifiquen los supuestos que se hicieron para establecer las hipótesis de evolución futuras y que dicha situación haga recomen dable una revisión y ajuste de dicha proyección.

* * *

BIBLIOGRAFIA

1. Naciones Unidas, Manual I, *Métodos de cálculo de población total para fechas corrientes*. ST/SOA/Serie A/10.
2. Naciones Unidas, Manual III, *Métodos para preparar proyecciones de población por sexo y edad*, ST/SOA/Serie A/25.
3. Naciones Unidas, Manual V, *Métodos para preparar proyecciones de la población económicamente activa*. ST/SOA/Serie A/46.
4. Naciones Unidas, Manual VII, *Métodos para hacer proyecciones de los hogares y las familias*. ST/SOA/Serie A/54.
5. Naciones Unidas, Manual VIII, *Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural*. ST/ESA/Serie A/55.
6. Naciones Unidas, *Principios generales para los programas nacionales de proyecciones de población como ayuda a la planificación del desarrollo*. ST/SOA/Serie A/38.
7. Kalman, Tekse, *Projection of Urban Population. The Measurements of Urbanization and Projection of Urban Population*. IUSSP.
8. Siegel, Jacob, S., *Algunos principios y métodos de las proyecciones de la población urbana y rural por sexo y edad*. Conferencia Mundial de Población, 1965, Belgrado, 1965, Vol. III.
9. Kayani, Ashraf K., *Preparing Subnational Populations Projections : A Manual for Selected Indirect Methods*. CELADE, Serie B., No. 48, marzo 1980.
10. Naciones Unidas, *Factores determinantes y consecuencias de las tendencias demográficas*. ST/SOA/Serie A/50. Capítulo XV.
11. United Nations. *Prospects of Population: Methodology and Assumptions*. ST/ESA/Serie A/67. New York, 1979.
12. United Nations. *Population Projections: Problems and Solutions*. TDC/SEM/81/3. New York, 1981.

13. Henry, Louis, *Perspectivas demográficas*. Editorial Vincens Vives, 1971.
14. Chackiel, Juan, Estructura de la fecundidad por edades: ajuste y proyección mediante la función de Gompertz linealizada. CELADE, *Notas de Población*, No. 20, agosto de 1979.
15. Naciones Unidas. *Estimación de la futura matrícula escolar en los países en desarrollo*. ST/SOA/Serie A/40, 1966.
16. Termote, Marc F. Problemas metodológicos de las proyecciones de la población urbana. CELADE. *Notas de Población*. Año X, No. 28, abril de 1982.
17. Coale A. y Demeny P., *Regional Model Life Tables and Stable Populations*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1966.
18. Shryock, H.S., and Siegel J.S., *The Methods and Materials of Demography*, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, 1971. Capítulos 23 y 24, y apéndice A.