

D- 18911.08

SEMINARIO

EVOLUCION FUTURA DE LA MORTALIDAD

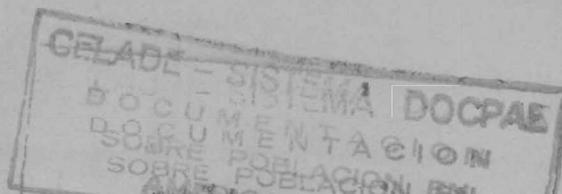
Santiago de Chile, 22-24 de noviembre de 1995

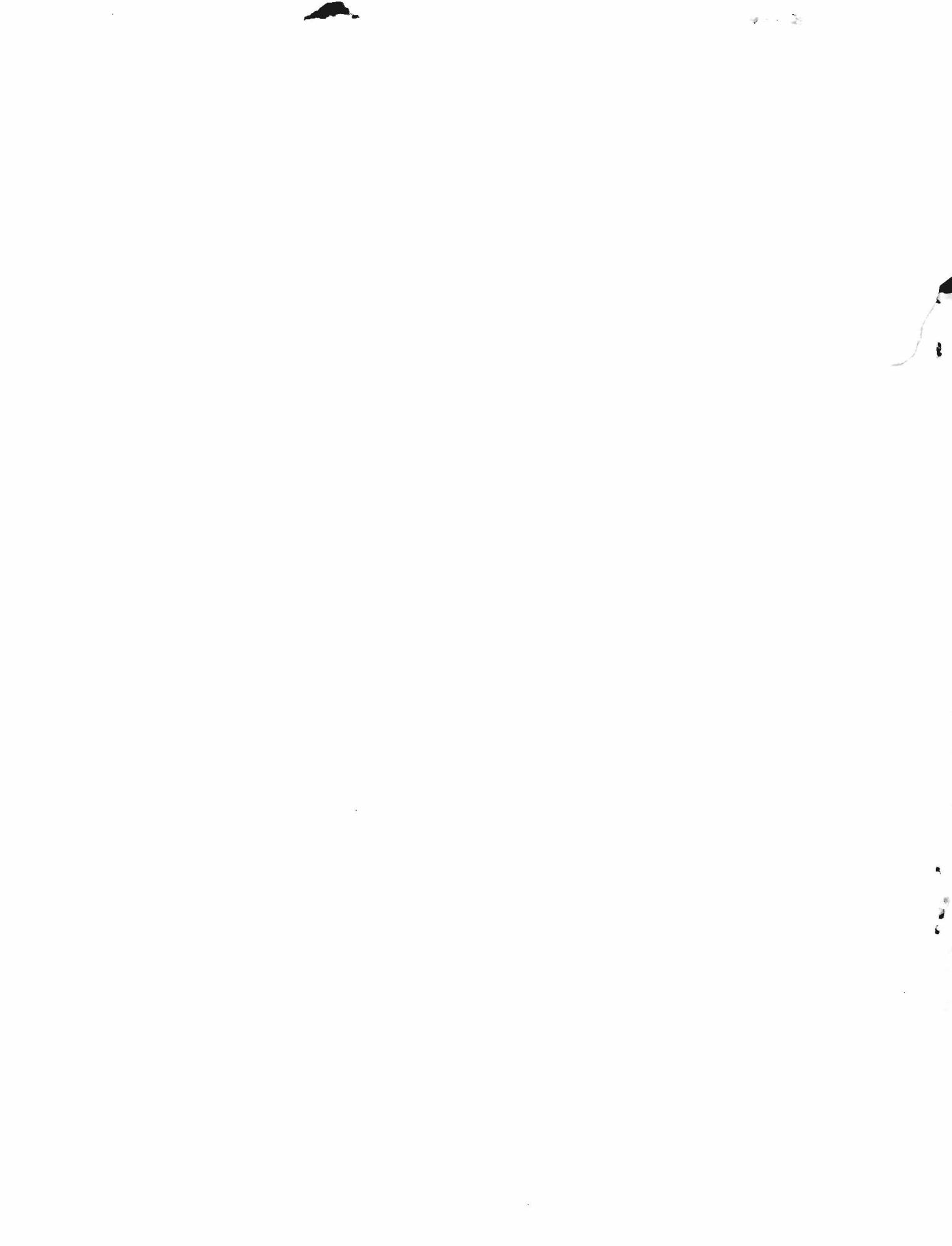
LA METODOLOGIA UTILIZADA POR EL CELADE PARA LA PROYECCION DE LA MORTALIDAD

José Miguel Pujol
CELADE

CENTRO LATINOAMERICANO DE DEMOGRAFIA,
CELADE - NACIONES UNIDAS

ESCUELA DE SALUD PUBLICA, FACULTAD DE MEDICINA,
UNIVERSIDAD DE CHILE





INDICE

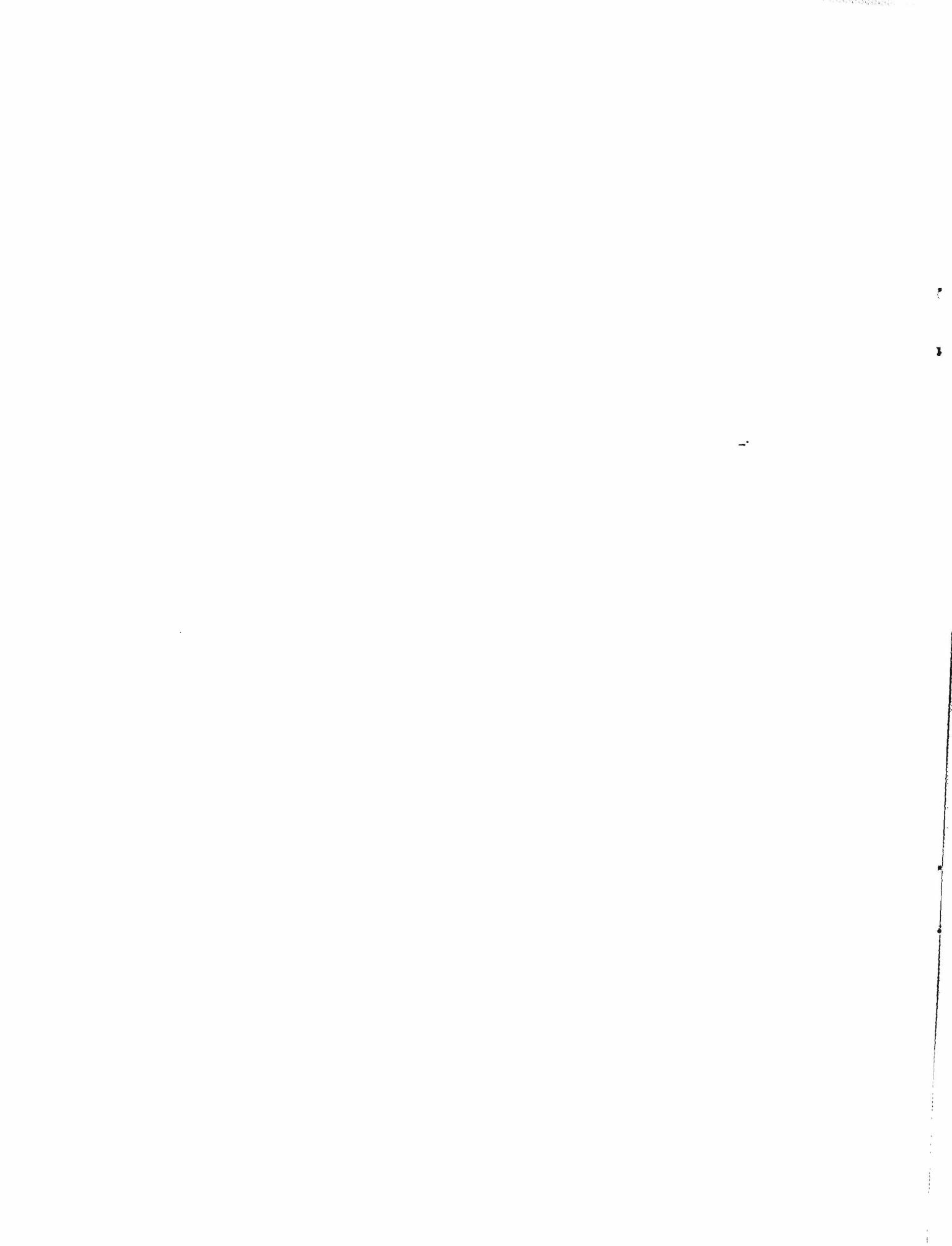
Página

INTRODUCCIÓN

| | |
|---|----|
| I. ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD INICIAL | 1 |
| II. PROYECCIÓN DE LA MORTALIDAD | 8 |
| 2.1 Las tablas de mortalidad límite del CELADE | 9 |
| 2.2 Proyección del nivel de la mortalidad | 22 |
| 2.3 Proyección de la estructura por edad de la mortalidad | 24 |
| 2.4 Ejemplificación de la proyección de la mortalidad: El caso de Brasil | 25 |
| III. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES | 30 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 31 |



900028459 - BIBLIOTECA CEPAL



LA METODOLOGÍA UTILIZADA POR CELADE PARA LA PROYECCIÓN DE LA MORTALIDAD

INTRODUCCIÓN

En 1994 la División de Población de las Naciones Unidas efectuó la última revisión de las proyecciones de población que elabora para todos los países del mundo (United Nations, 1995).

En esta tarea, que se lleva a cabo cada dos años, el Centro Latinoamericano de Demografía (CELADE) colabora con la División encargándose directamente de la preparación y revisión de las proyecciones de población que cubren el período comprendido entre los años 1950 y 2050 para cada uno de los veinte países de América Latina.

Previamente a la preparación y/o revisión de esas proyecciones, los primeros esfuerzos del CELADE se orientan a lograr la participación de aquellos organismos nacionales encargados de proporcionar las cifras oficiales de población a los diversos usuarios de cada país. Cuando ello no es posible, las modalidades de trabajo varían y van desde la aceptación por parte de CELADE de una proyección elaborada sólo por los técnicos del país hasta asumir la responsabilidad de elaborar la proyección exclusivamente en CELADE.

Cabe señalar que, para el caso de aquellas proyecciones cuya elaboración y revisión no ha contemplado originalmente la participación del CELADE, su aceptación por parte del Centro se efectúa previas consultas y conversaciones de índole técnica destinadas, principalmente, a identificar aquellos aspectos metodológicos más relevantes de su elaboración (o revisión) y a lograr que la metodología aplicada corresponda, en lo posible, a la utilizada tanto por la División de Población de las Naciones Unidas como por el CELADE. Ahora, cuando se trabaja exclusivamente en el CELADE, se está en permanente consulta con los técnicos de los países en procura de obtener antecedentes que puedan contribuir a obtener las estimaciones y proyecciones más plausibles.

De las situaciones expuestas, no cabe duda que la ideal, y la que proporciona las mayores ventajas, es la que contempla la participación conjunta de los técnicos del país y los del CELADE, especialmente en lo que se refiere a la revisión de las estimaciones (tanto de las variables demográficas como de la población) para el

período histórico que va desde el año 1950 hasta 1990 o 1995. Se ha observado, además, que aquellas proyecciones resultantes del trabajo conjunto entre el CELADE y los técnicos de los países tiene las siguientes características:

- permiten obtener estimaciones más cercanas a la realidad debido al conocimiento más acabado que tienen los técnicos nacionales acerca de la situación demográfica del país y de la calidad de las fuentes de datos;
- se ven facilitadas enormemente en cuanto se refiere a las aplicaciones metodológicas debido a la experiencia acumulada por los técnicos del CELADE en la elaboración de proyecciones de población y al conocimiento de criterios generales desarrollados tanto en la División de Población como en el CELADE;
- aseguran la comparabilidad internacional entre las estimaciones de población, y esa comparabilidad permite a los países disponer de cifras idénticas a las de Naciones Unidas, con lo cual se evitan confusiones a los diferentes usuarios.

Luego de estos antecedentes, en las páginas siguientes de este breve documento se describe el panorama general de la estimación inicial de la **mortalidad** (llamaremos de esta manera la que se determina con las informaciones disponibles mas recientes y es el punto de partida en la proyección de esta variable) en distintas situaciones y se presenta la metodología utilizada por el CELADE para proyectar este "componente" del crecimiento demográfico tanto en lo que respecta al nivel como a la estructura por sexo y edad.

I. ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD INICIAL

Antes de emprender la tarea de preparar la proyección de la población se deben conocer las variables demográficas del período histórico las que, combinadas con estimaciones de población basadas en los censos, deben demostrar total coherencia. Esta labor es la denominada conciliación censal y permite disponer de la tendencia a lo largo del tiempo de la población y de las variables demográficas.

Para realizar la proyección de la mortalidad, en primer lugar es necesario determinar el nivel y estructura de la mortalidad presente y pasada, de manera de disponer así, para este período que se denomina "observado", de una serie de tablas de mortalidad por sexo para los quinquenios 1950-1990 o 1950-1995, lo que dependerá de la última fecha para la cual se dispone de datos.

En esta exposición se presentarán dos situaciones que corresponden, a su vez, a dos países de América Latina. Para el primero de ellos, *Chile*, se dispone de datos aceptables de estadísticas vitales y de censos de población con omisión censal no muy alta, y para el otro, *Perú*, no se dispone de buenas estadísticas vitales pero sí se cuenta, en cambio, con información proveniente de encuestas.

En el caso de *Chile*, para el período 1950-1955 se dispone de estadísticas vitales anuales de buena calidad sobre nacimientos y defunciones y de cinco censos de población: 1952, 1960, 1970, 1982 y 1992.

Con la información de la población censal y las defunciones se determinaron tasas centrales de mortalidad por sexo y grupos quinquenales de edad (${}_5m_x$) a partir de los cinco años de edad. Para estimar la mortalidad de los menores de cinco años con las defunciones por edades simples y los nacimientos por año calendario, en algunos casos se recurrió a la construcción de un gráfico de Lexis y en otros casos al cálculo de probabilidades de muerte diferidas, a continuación se obtuvieron las probabilidades de morir por edades.

Del modo citado anteriormente, se elaboraron tablas de mortalidad alrededor de los años censales y luego, mediante interpolación, se calcularon las tablas de mortalidad por quinquenio para el período comprendido entre los años 1950 y 1995¹.

¹ Cabe señalar que las estimaciones y proyecciones de población son para mediados de los años terminados en los dígitos 0 y 5; por lo tanto, las tablas interpoladas se refieren a los quinquenios

Conviene destacar aquí que en el caso de Chile, al controlar los valores de las tasas centrales de mortalidad, los ajustes efectuados a la representación gráfica logarítmica de las tasas fueron mínimos. Con esta observación, se desea destacar que a pesar de que en el contexto de América Latina la información de Chile es de las mejores, en todos los países es necesario evaluar y corregir los datos, ya que tanto los censos de población como las estadísticas vitales poseen un determinado grado de omisión, que se caracteriza por ser diferencial por sexo y edad.

Para el caso del ajuste de las tasas de los mayores de cinco años, considerando que la omisión censal era relativamente baja (menos del cinco por ciento en los últimos dos censos), se hizo el supuesto de que las omisiones tanto del censo como de los registros eran del mismo orden, razón por la cual los cocientes (tasas) no se verían afectados en gran medida.

Respecto a la determinación de la mortalidad de los menores de cinco años, previamente al cálculo de las probabilidades de morir, los nacimientos se corrigieron según el efecto de la inscripción tardía y luego se supuso que en los cocientes entre las defunciones y los nacimientos había una compensación de errores debidos a la omisión. Así entonces, efectuadas las correcciones de la información y obtenidas las probabilidades de morir por métodos directos, éstas se compararon con aquellas estimaciones que se derivan del uso de métodos indirectos a partir de la información sobre hijos tenidos e hijos sobrevivientes de los censos de 1970, 1982 y 1992. Cabe señalar que en este ejercicio las estimaciones obtenidas, por uno y otro método, resultaron ser bastante coherentes.

En lo que se refiere a la estimación de la mortalidad de Perú, si bien para el pasado se dispone de la información proveniente de cuatro censos de población levantados en 1961, 1972, 1981 y 1993 se constató que los datos de las estadísticas vitales son de muy mala calidad, lo que los hace prácticamente inutilizables para las estimaciones de la mortalidad en forma directa. Esta limitación hace que la mortalidad para este país deba estimarse mediante el uso de técnicas indirectas y recurriendo a la información suministrada por las respuestas a preguntas especiales formuladas en censos y encuestas.

En el caso de Perú, para la determinación de la mortalidad infantil y juvenil se dispone de información para las preguntas sobre hijos tenidos e hijos sobrevivientes formuladas a la población femenina en los censos de 1972, 1981 y 1993. Se dispone, además, de este mismo tipo de información para siete encuestas: la Encuesta Demográfica Nacional del Perú de 1976,

1950-1955, ..., 1990-1995.

la Encuesta Nacional de Fecundidad del Perú (WFS) de 1977-1978, la Encuesta Nacional de Prevalencia de Anticonceptivos de 1981, la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud de 1984, la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (DHS) de 1986, la Encuesta Nacional de Cobertura de Vacunaciones de 1988, la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (DHS) de 1991-1992. Los datos obtenidos permiten, conjuntamente con las preguntas de tipo "directo" (a través de la historia de embarazos) incorporadas en la mayoría de estas encuestas, estimar la mortalidad de los menores de cinco años entre 1958 y 1990.

Cabe señalar que si bien para estimar la mortalidad adulta de Perú se utilizó básicamente información de orfandad materna y paterna y de viudez femenina —y a pesar de que las defunciones provenientes de las estadísticas vitales poseen una gran omisión, como ya fuera comentado— para determinar la mortalidad de esta población en 1993 se recurrió a la técnica de Brass denominada "distribución por edad de las muertes" (*Growth Balance Equation*).

Una vez estimadas la mortalidad infantil, juvenil y adulta, al momento de construir las tablas de mortalidad se observó lo siguiente:

- que entre los años 1955 y 1975 se presentaban dos fenómenos: (a) que las estimaciones de la mortalidad de Perú se ajustaban más a la familia sur de las tablas modelo de Coale-Demeny, y (b) que había concordancia entre el nivel de la mortalidad juvenil y el de la mortalidad adulta, razones por las cuales las tablas de mortalidad para el quinquenio 1950-1955 surgieron de una extrapolación hacia atrás, utilizando para ello las tablas modelo mencionadas;

- que las tablas de mortalidad del quinquenio 1990-1995 basadas en el método de hijos tenidos e hijos sobrevivientes para los menores de cinco años y en el método de distribución por edad de las muertes para los mayores de cinco años muestran más concordancia con el modelo latinoamericano elaborado por las Naciones Unidas, por lo que se asimilaron a ellas. A partir de esta observación, se determinó que las tablas de mortalidad del período 1975-1990 se elaboraron mediante interpolación tomando en cuenta la información de mortalidad juvenil de ese período.

En los cuadros 1 y 2 se presenta la información disponible para la elaboración de las tablas de mortalidad de Chile y de Perú, indicando además, las fuentes utilizadas para la determinación de las tablas de mortalidad definitivas.

Cuadro 1

**CHILE: FUENTES DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS UTILIZADOS
PARA LA ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD**

| FUENTES DE DATOS | Métodos | | |
|-------------------------------|--|--|-------------|
| | Hijos tenidos e hijos sobrevivientes (a) | Distribución por edad de las muertes (b) | Directo (c) |
| 1) EV 1952-1953 Censo 1952 | | 1952-1953 | 1952-1953* |
| 2) EV 1960-1961 Censo 1960 | | 1960-1961 | 1960-1961* |
| 3) EV 1969-1970 Censo 1970 | | | 1969-1970* |
| 4) VS 1980-1985 Censo 1982 | | | 1980-1985* |
| 5) Censo 1982 | 1968-1980 | | |
| 6) EV 1991-1992 Censo 1992 | | | 1991-1992* |
| 7) Censo 1992 | 1978-1990 | | |

(* Se refiere a los valores finalmente adoptados.

Fuentes:

(1c)(2c): Tacla, O. y Pujol, José Miguel: "Chile. Tablas abreviadas de mortalidad" 1952-1953 y 1960-1961. CELADE, Serie C, N° 11, Santiago, 1968.

(3c): Pujol, José Miguel: "Chile. Tablas abreviadas de mortalidad a nivel nacional y regional 1969-1970". CELADE, Serie A, N° 141. Santiago, 1976.

(4c): INE-CELADE: "Chile. Tablas abreviadas de mortalidad por sexo. Total país y regiones 1980-1985". INE, Fascículo. F/CHI.2. Santiago, 1987.

(5a): Censo 1982: "Población". XV Censo de Población y IV de Vivienda, Chile, Abril 1982. Total país, Tomo I. Instituto Nacional de Estadística.

(6c): Censo 1992: "XVI Censo de Población y V de Vivienda, Chile, Abril 1992. Total país, Tomo I. Instituto Nacional de Estadística. Estadísticas vitales 1991, "Demografía"

1991. Instituto Nacional de Estadística. Estadísticas vitales 1992, Tabulaciones preliminares, INE.

(7a): Censo 1992: "XVI Censo de Población ..." op. cit.

Cuadro 2

PERÚ: FUENTES DE INFORMACIÓN Y MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA MORTALIDAD

| FUENTES DE DATOS | Métodos | | | | |
|--|--------------|-------------------------------------|---------------|--|--------------------|
| | HS/HT (a) | Orfandad Materna (b) Paterna (c) | Viudez (d) | Distribuc. por edad de las muertes (e) | Direct o (f) |
| 1) E.V. 1961, 1962 y 1963 Censo 1961 | | | | 1961-63 | |
| 2) E.V. 1971 Censo 1972 | | | | 1971 | |
| 3) Censo 1972 | 1957-71 * | 1958-65 * | | | |
| 4) Censo 1981 | 1966-80 | 1967-74 * | | | |
| 5) ENPA 1981 | 1968-80 * | 1967-74 * 1966-77 | | | |
| 6) E.M.F. 1977-78 | 1964-76 * | 1964-70 * 1962-74 | 1966-75 | | |
| 7) RETROEDEN 1976 | 1963-75 * | 1962-68 1961-72 | | 1971 | |
| 8) ENDES: 1991-92 | 1982-92 * | | | | |
| 9) E.V.: 1991 y 1992 Censo: 1993 | | | | 1991-92 * | |
| 10) Censo 1993 | 1978-91 * | | | | |

(*) Se refiere a los valores finalmente adoptados.

Fuentes:

- (1e)(2e)(3a)(3b): Ferrando D. y Fernández, R., "Estudio del Perú, CELADE y Committee on Population and Demography (borrador), Santiago, julio 1979.
- (4a),(4b): Censo 1981, "Censos Nacionales VIII de Población, III de Vivienda". Resultados de prioridad, Tomo II, Nivel Nacional, Tablas 17 y 18.
- (5a)(5b)(5c): ENPA 1981, "Encuesta Nacional de Prevalencia y de Anticonceptivos", junio 1983.
- (6a)(6b)(6c)(6d); WFS 1977-78, "Encuesta Nacional de Fecundidad del Perú 1977-78, Informe General", marzo 1979.
- (7a)(7b)(7c)(7e): RETRO-EDEN 1976, "Encuesta Demográfica Nacional del Perú, 1978". La mortalidad en el Perú: Diferenciales, niveles y aspectos metodológicos para su medición (1970-1975), Fascículo N° 2, Octubre 1978.
- (8a): ENDES 1991-1992, "Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 1991-1992", Instituto Nacional de Estadística e Informática, Septiembre 1992.
- (9e): EV 1991-1992. Ministerio de Salud. Oficina de Estadística e Informática. Registros de defunciones. Censo 1993, "Censos Nacionales IX de Población, IV de Vivienda".
- (10a): Censo 1993, "Censos Nacionales ..." op. cit.

Respecto a la situación de los veinte países de América Latina y en cuanto a las metodologías y datos utilizados en la determinación de la mortalidad, en el cuadro 3 se presenta, para cada país, la información utilizada para elaborar la última tabla de mortalidad disponible.

Cuadro 3
**AMÉRICA LATINA: PERÍODO Y MÉTODO UTILIZADO PARA
 ELABORAR LA ÚLTIMA TABLA DE MORTALIDAD DEL PAÍS
 A PARTIR DE DATOS OBSERVADOS**

| PAÍS | Período | Método para estimar la mortalidad de la población de | |
|-----------------|---------|--|--------------|
| | | -5 años | 5 años y más |
| ARGENTINA | 1990-92 | HT/HS; Directo | Directo |
| BOLIVIA | 1991 | HT/HS | DEM |
| BRASIL | 1990-92 | HT/HS | DEM |
| COLOMBIA | 1983-84 | HT/HS; Directo | DEM |
| COSTA RICA | 1985-90 | Directo | Directo |
| CUBA | 1987-89 | Directo | Directo |
| CHILE | 1991-92 | Directo | Directo |
| ECUADOR | 1989-91 | HT/HS | DEM |
| EL SALVADOR | 1985-90 | ENC | DEM |
| GUATEMALA | 1975-80 | HT/HS; Directo | DEM |
| HAITÍ | 1971 | HT/HS; ENC | DEM |
| HONDURAS | 1988 | HT/HS; ENC | DEM |
| MÉXICO | 1989-90 | HT/HS | Directo |
| NICARAGUA | 1986-92 | HT/HS | DEM |
| PANAMÁ | 1989-90 | HT/HS | DEM |
| PARAGUAY | 1991-93 | HT/HS | DEM |
| PERÚ | 1991-92 | HT/HS | DEM |
| REP. DOMINICANA | 1985 | HT/HS | DEM |
| URUGUAY | 1984-86 | Directo | Directo |
| VENEZUELA | 1989-90 | HT/HS; Directo | DEM |

HT/HS = Hijos tenidos/hijos sobrevivientes;

Directo = Estadísticas vitales sin corrección por omisión;

DEM = Distribución por edad de las muertes;

ENC= Historia de embarazos.

En el cuadro 3 se puede observar que sólo en 4 de los 20 países se utilizó las estadísticas vitales de manera directa tanto para el caso de la mortalidad de los menores como de los mayores de 5 años de edad, situación que refleja la mala calidad de la información que proviene de registros en la región. Ahora, si a esta observación —que debe constituir un llamado de atención para las autoridades pertinentes de los diferentes países— se suma, en muchos casos, una calidad deficiente de los censos de población y una elaboración tardía de los tabulados censales, se hace lamentablemente complejo el logro de buenas proyecciones

tanto de la población como de las variables demográficas debido, principalmente, a lo débiles que resultan sus puntos de apoyo. En otras palabras, debe quedar claro que, para conseguir el objetivo deseado, es necesario disponer de información cuya calidad permita obtener estimaciones actuales y pasadas lo más próximas a la realidad de cada uno de los países.

II. PROYECCIÓN DE LA MORTALIDAD

La metodología utilizada en las proyecciones de población es la de los componentes y en ella se distinguen las siguientes etapas:

Primera etapa: Estimación de las variables demográficas presentes y pasadas.

Segunda etapa: Determinación de una población base a partir de la conciliación entre las variables demográficas con los valores de población por sexo y edad proveniente de los censos. El resultado de esta etapa permite disponer, además, de una "historia" demográfica del país entre 1950 y 1990 o 1995 según el último año para el cual se dispone de información en el país.

Tercera etapa: Proyección de los "componentes" demográficos, esto es, la natalidad, la mortalidad y las migraciones.

Cuarta etapa: Proyección de la población propiamente tal.

Quinta etapa: Análisis de los resultados, con énfasis en aquellos derivados de la consistencia entre los datos estimados y los proyectados.

En el caso particular de la *hipótesis de evolución futura de la mortalidad* que hace el CELADE, para cada quinquenio de la proyección que va más allá del período observado, en primer lugar se proyecta el nivel (medido a través de la esperanza de vida al nacer según sexo) y, posteriormente, la estructura de la mortalidad por edad (medida a través de probabilidades de morir por sexo y edad). Del resultado de este procedimiento y la combinación con las estimaciones pasadas —como se detallara en el capítulo anterior— se obtienen tablas de mortalidad por sexo para cada uno de los quinquenios de la proyección entre los años 1950 y 2050.

Otro aspecto muy importante, en lo que respecta a la metodología para proyectar tanto el nivel como la estructura de la mortalidad, es que una parte del trabajo se apoya en el uso

de *tablas de mortalidad límite*, razón por la cual, previamente a la descripción de la metodología empleada se ha estimado conveniente describir la forma en que se han determinado estos modelos límites.

2.1 Las tablas de mortalidad límite del CELADE

Desde hace muchos años en las proyecciones de la mortalidad elaboradas por el CELADE se ha trabajado con una tabla de mortalidad límite para cada sexo. La primera de ellas, y que fuera adoptada para la década de 1970, fue la elaborada por Bourgeois-Pichat en 1952 (Bourgeois-Pichat, 1952). En estas tablas, que se utilizaron como límite de las tablas modelo de mortalidad elaboradas por las Naciones Unidas en 1956, la esperanza de vida alcanzaba a los 76.3 años en el caso de los hombres y los 78.2 años para las mujeres.

Años más tarde se observó que estos niveles de la mortalidad presentaban dos problemas: los valores de la esperanza de vida al nacer considerados como límite comenzaron a ser sobrepasados por países de baja mortalidad, y el diferencial entre sexos era muy bajo en comparación con los diferenciales que se venían observando entre las esperanzas de vida por sexo de los países de América Latina y, en general, del mundo.

Posteriormente a las tablas citadas anteriormente se utilizaron como límite las tablas de mortalidad preparadas por el mismo Bourgeois-Pichat en 1978 (Bourgeois-Pichat, 1979). En esta oportunidad, si bien la metodología de elaboración era la misma utilizada en la construcción de las tablas de 1952, esto es, basadas en la idea de calcular tasas de mortalidad por sexo y edad eliminando las causas de muerte de tipo exógeno y manteniendo exclusivamente las de tipo endógeno, el trabajo se apoyó en un país con baja mortalidad y buenas estadísticas, como es el caso de Noruega.

Lamentablemente, al analizar las tablas de mortalidad de Bourgeois-Pichat de 1978 y al compararlas con tablas observadas se detectaron incoherencias en la mortalidad masculina, por lo cual se decidió adoptar como estructura límite única —esto es, tanto para hombres como para mujeres— aquella que provenía de la tabla de mortalidad femenina.

Esa es la razón fundamental para que, en el Seminario de Proyecciones de Población llevado a cabo en San José de Costa Rica en 1982, se presentaran tablas límite de mortalidad basadas en la estructura de la mortalidad femenina sugerida por Bourgeois-Pichat en 1978, pero modificando el nivel de la mortalidad mediante el uso del sistema logito. De ese modo

se determinaron tablas con una esperanza de vida para hombres de 76 años y para las mujeres de 82.5 (Pujol, J. M., 1984).

Ahora, para revisar en 1992 las tablas de mortalidad límite elaboradas en 1982, el trabajo se inició mediante una comparación de éstas con las tablas de mortalidad del Japón ya que, de acuerdo a la información disponible, en ese momento era el país con la mortalidad más baja en el mundo.

El resultado de la comparación permitió observar que las tablas de Japón presentaban valores de la esperanza de vida al nacer muy cercanos al límite en uso (75.6 años y 81.3 años, para hombres y mujeres, respectivamente). Por lo tanto, se decidió modificar las tablas preparadas en 1982 de modo de tener esperanzas de vida al nacer de 81 años para los hombres y de 88 para las mujeres, niveles que si bien por el momento parecen suficientemente altos, el diferencial entre sexos de las tablas resulta bastante adecuado a lo que se viene observando en los diferentes países. A pesar de que la metodología empleada en la construcción de estas nuevas tablas límite es similar a la utilizada en 1982, sus principales cambios residen en que en esta oportunidad si bien se utilizó nuevamente el sistema logito:

(a) se tomaron como estándar las tablas límite de 1982;

(b) no sólo se cambió el nivel —a través del parámetro alfa— sino que también la estructura —colocando un parámetro beta diferente de 1— y,

(c) tomando como referencia las tablas de mortalidad de países desarrollados se impuso la condición de que la mortalidad infantil de las nuevas tablas modelo fuera la misma que la de las tablas de 1982 (0.0009 y 0.0006, para hombres y mujeres, respectivamente).

En los cuadros 4 y 5 se presentan las nuevas tablas de mortalidad que utiliza actualmente el CELADE y que se han incorporado al "software" PRODEM (paquete de proyecciones demográficas desarrollado en el CELADE) con el cual se realizan las proyecciones tanto de la población como de la mortalidad de los diferentes países de América Latina y el Caribe.

En los cuadros 6 y 7 se encuentran las probabilidades de morir de las tablas de mortalidad de Japón para el año 1988, de los países de baja mortalidad en el Mundo (que se determinarían colocando en cada grupo de edad las tasas de mortalidad mínima observada en esos países de acuerdo a la información disponible en 1992 en los Anuarios Demográficos de Naciones Unidas), de las tablas de Coale y Demeny, Nivel 27, familia oeste, publicadas en

1990 (Coale and Guo, 1990), de las tablas límite utilizadas por la División de Población de las Naciones Unidas (United Nations, 1995) y de las tablas límite utilizadas actualmente por el CELADE.

Cuadro 4
TABLAS LÍMITE DE MORTALIDAD UTILIZADAS POR EL CELADE
Hombres

| EDAD | n | m(x,n) | q(x,n) | l(x) | d(x,n) | L(x,n) | T(x) | e(x) | P(x,x+n) |
|------|---|---------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|-------------|
| | | | | | | | | | 0.99891(*) |
| 0 | 1 | 0.00090 | 0.00090 | 100000 | 90 | 99919 | 8100183 | 81.00 | 0.99947 |
| 1 | 1 | 0.00013 | 0.00013 | 99910 | 13 | 99902 | 8000264 | 80.07 | - |
| 2 | 1 | 0.00012 | 0.00012 | 99897 | 12 | 99890 | 7900362 | 79.09 | - |
| 3 | 1 | 0.00011 | 0.00011 | 99884 | 11 | 99878 | 7800472 | 78.10 | - |
| 4 | 1 | 0.00010 | 0.00010 | 99873 | 10 | 99868 | 7700594 | 77.10 | - |
| 5 | 5 | 0.00010 | 0.00048 | 99863 | 48 | 499194 | 7600726 | 76.11 | 0.99955 |
| 10 | 5 | 0.00009 | 0.00043 | 99815 | 43 | 498967 | 7101533 | 71.15 | 0.99943 |
| 15 | 5 | 0.00014 | 0.00071 | 99772 | 70 | 498685 | 6602566 | 66.18 | 0.99909 |
| 20 | 5 | 0.00022 | 0.00111 | 99702 | 111 | 498232 | 6103881 | 61.22 | 0.99854 |
| 25 | 5 | 0.00036 | 0.00180 | 99591 | 180 | 497506 | 5605649 | 56.29 | 0.99767 |
| 30 | 5 | 0.00057 | 0.00286 | 99411 | 284 | 496347 | 5108143 | 51.38 | 0.99631 |
| 35 | 5 | 0.00091 | 0.00453 | 99127 | 449 | 494515 | 4611796 | 46.52 | 0.99416 |
| 40 | 5 | 0.00144 | 0.00716 | 98679 | 707 | 491627 | 4117281 | 41.72 | 0.99078 |
| 45 | 5 | 0.00227 | 0.01130 | 97972 | 1107 | 487092 | 3625655 | 37.01 | 0.98548 |
| 50 | 5 | 0.00359 | 0.01778 | 96865 | 1722 | 480018 | 3138562 | 32.40 | 0.97720 |
| 55 | 5 | 0.00566 | 0.02791 | 95142 | 2656 | 469073 | 2658544 | 27.94 | 0.96429 |
| 60 | 5 | 0.00894 | 0.04373 | 92487 | 4044 | 452323 | 2189471 | 23.67 | 0.94426 |
| 65 | 5 | 0.01414 | 0.06830 | 88442 | 6041 | 427111 | 1737147 | 19.64 | 0.91331 |
| 70 | 5 | 0.02248 | 0.10643 | 82402 | 8770 | 390084 | 1310037 | 15.90 | 0.86576 |
| 75 | 5 | 0.03606 | 0.16537 | 73632 | 12177 | 337718 | 919952 | 12.49 | 0.79356 |
| 80 | 5 | 0.05862 | 0.25565 | 61455 | 15711 | 267998 | 582234 | 9.47 | 0.68731 |
| 85 | 5 | 0.09669 | 0.38933 | 45744 | 17809 | 184196 | 314237 | 6.87 | 0.54256 |
| 90 | 5 | 0.15904 | 0.56897 | 27935 | 15894 | 99938 | 130040 | 4.66 | - |
| 95 | w | 0.40000 | 1.00000 | 12041 | 12041 | 30102 | 30102 | 2.50 | - |
| | | | | | | | | | 0.23148(**) |

$f(0) = 0.1000$; $f(1) = 0.4100$; $f(2) = 0.4700$; $f(3) = 0.4800$; $f(4) = 0.4800$; (*) corresponde a $P(b)$; (**) corresponde a $P(90, w)$

Cuadro 5
TABLAS LÍMITE DE MORTALIDAD UTILIZADAS POR EL CELADE
Mujeres

| EDAD | n | m(x,n) | q(x,n) | l(x) | d(x,n) | L(x,n) | T(x) | e(x) | P(x,x+n) |
|------|---|---------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|-------------|
| | | | | | | | | | 0.99930(*) |
| 0 | 1 | 0.00060 | 0.00060 | 100000 | 60 | 99946 | 8800115 | 88.00 | 0.99975 |
| 1 | 1 | 0.00008 | 0.00008 | 99940 | 8 | 99935 | 8700169 | 87.05 | - |
| 2 | 1 | 0.00007 | 0.00007 | 99932 | 7 | 99929 | 8600234 | 86.06 | - |
| 3 | 1 | 0.00006 | 0.00006 | 99926 | 6 | 99923 | 8500305 | 85.07 | - |
| 4 | 1 | 0.00005 | 0.00005 | 99920 | 5 | 99917 | 8400382 | 84.07 | - |
| 5 | 5 | 0.00004 | 0.00020 | 99915 | 20 | 499524 | 8300465 | 83.08 | 0.99982 |
| 10 | 5 | 0.00003 | 0.00016 | 99895 | 16 | 499434 | 7800941 | 78.09 | 0.99979 |
| 15 | 5 | 0.00005 | 0.00026 | 99879 | 26 | 499329 | 7301507 | 73.10 | 0.99966 |
| 20 | 5 | 0.00008 | 0.00042 | 99853 | 42 | 499160 | 6802177 | 68.12 | 0.99945 |
| 25 | 5 | 0.00014 | 0.00068 | 99811 | 68 | 498886 | 6303017 | 63.15 | 0.99913 |
| 30 | 5 | 0.00021 | 0.00106 | 99743 | 106 | 498452 | 5804131 | 58.19 | 0.99863 |
| 35 | 5 | 0.00034 | 0.00167 | 99637 | 167 | 497770 | 5305679 | 53.25 | 0.99785 |
| 40 | 5 | 0.00053 | 0.00263 | 99471 | 262 | 496699 | 4807909 | 48.33 | 0.99662 |
| 45 | 5 | 0.00083 | 0.00412 | 99209 | 409 | 495022 | 4311211 | 43.46 | 0.99470 |
| 50 | 5 | 0.00130 | 0.00648 | 98800 | 640 | 492399 | 3816189 | 38.63 | 0.99167 |
| 55 | 5 | 0.00205 | 0.01019 | 98160 | 1000 | 488298 | 3323790 | 33.86 | 0.98684 |
| 60 | 5 | 0.00326 | 0.01617 | 97159 | 1571 | 481870 | 2835491 | 29.18 | 0.97897 |
| 65 | 5 | 0.00526 | 0.02597 | 95589 | 2482 | 471738 | 2353621 | 24.62 | 0.96582 |
| 70 | 5 | 0.00871 | 0.04261 | 93106 | 3968 | 455613 | 1881883 | 20.21 | 0.94290 |
| 75 | 5 | 0.01499 | 0.07223 | 89139 | 6439 | 429596 | 1426271 | 16.00 | 0.90088 |
| 80 | 5 | 0.02737 | 0.12810 | 82700 | 10594 | 387014 | 996674 | 12.05 | 0.82093 |
| 85 | 5 | 0.05391 | 0.23753 | 72106 | 17128 | 317711 | 609660 | 8.46 | 0.67576 |
| 90 | 5 | 0.11215 | 0.43795 | 54978 | 24078 | 214698 | 291949 | 5.31 | - |
| 95 | w | 0.40000 | 1.00000 | 30901 | 30901 | 77252 | 77252 | 2.50 | - |
| | | | | | | | | | 0.26461(**) |

f(0) = 0.1000; f(1) = 0.4100; f(2) = 0.4700; f(3) = 0.48000; f(4) = 0.48000; (*) corresponde a P(b); (**) corresponde a P(90,w)

Cuadro 6

**PROBABILIDADES DE MORIR DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD
DE JAPÓN, DE PAÍSES DE BAJA MORTALIDAD, DE COALE-DEMENY,
DE LAS NACIONES UNIDAS Y DEL CELADE.**

Hombres

| EDAD | Probabilidades de morir | | | | |
|---------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------|
| | Japón | Países de baja mortalidad | Coale- Demeny N27-Oeste | Naciones Unidas | CELADE |
| e(0) | 75.58 | 76.13 | 78.98 | 82.5 | 81.00 |
| 0 | 0.00510 | 0.00510 | 0.00356 | 0.00500 | 0.00090 |
| 1-4 | 0.00200 | 0.00120 | 0.00146 | 0.00055 | 0.00047 |
| 5-9 | 0.00100 | 0.00100 | 0.00023 | 0.00040 | 0.00048 |
| 10-14 | 0.00100 | 0.00100 | 0.00023 | 0.00025 | 0.00043 |
| 15-19 | 0.00300 | 0.00200 | 0.00164 | 0.00055 | 0.00071 |
| 20-24 | 0.00399 | 0.00250 | 0.00375 | 0.00090 | 0.00111 |
| 25-29 | 0.00399 | 0.00300 | 0.00451 | 0.00130 | 0.00180 |
| 30-34 | 0.00399 | 0.00399 | 0.00398 | 0.00160 | 0.00286 |
| 35-39 | 0.00648 | 0.00549 | 0.00463 | 0.00220 | 0.00453 |
| 40-44 | 0.00946 | 0.00946 | 0.00722 | 0.00430 | 0.00716 |
| 45-49 | 0.01588 | 0.01539 | 0.01133 | 0.00900 | 0.01130 |
| 50-54 | 0.02715 | 0.02715 | 0.02139 | 0.01300 | 0.01778 |
| 55-59 | 0.04408 | 0.04408 | 0.02774 | 0.02350 | 0.02791 |
| 60-64 | 0.06215 | 0.06215 | 0.04302 | 0.03480 | 0.04373 |
| 65-69 | 0.09507 | 0.09507 | 0.06478 | 0.05500 | 0.06830 |
| 70-74 | 0.15987 | 0.15987 | 0.10665 | 0.09000 | 0.10643 |
| 75-79 | 0.26260 | 0.24465 | 0.20018 | 0.14500 | 0.16537 |
| 80-84 | 0.41218 | 0.36817 | 0.33993 | 0.23700 | 0.25565 |
| 85-89 | 1.00000 | 1.00000 | 0.51709 | 0.37100 | 0.38933 |
| 90-94 | | | 0.69987 | 0.57000 | 0.56897 |
| 95-99 | | | 0.84635 | 0.77500 | 1.00000 |
| 100 y + | | | 1.00000 | 1.00000 | |

Cuadro 7
**PROBABILIDADES DE MORIR DE LAS TABLAS DE MORTALIDAD
 DE JAPÓN, DE PAÍSES DESARROLLADOS, DE COALE-DEMENY,
 DE LAS NACIONES UNIDAS Y DE CELADE.**

Mujeres

| EDAD | Probabilidades de morir | | | | |
|---------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------|
| | Japón | Países de baja mortalidad | Coale- Demeny N27-Oeste | Naciones Unidas | CELADE |
| e(o) | 81.26 | 81.60 | 85.00 | 87.5 | 88.00 |
| 0 | 0.00440 | 0.00440 | 0.00283 | 0.00400 | 0.00060 |
| 1-4 | 0.00160 | 0.00120 | 0.00120 | 0.00030 | 0.00025 |
| 5-9 | 0.00050 | 0.00050 | 0.00015 | 0.00020 | 0.00020 |
| 10-14 | 0.00050 | 0.00050 | 0.00013 | 0.00015 | 0.00016 |
| 15-19 | 0.00100 | 0.00100 | 0.00057 | 0.00035 | 0.00026 |
| 20-24 | 0.00150 | 0.00150 | 0.00113 | 0.00050 | 0.00042 |
| 25-29 | 0.00200 | 0.00200 | 0.00150 | 0.00070 | 0.00068 |
| 30-34 | 0.00250 | 0.00250 | 0.00169 | 0.00100 | 0.00106 |
| 35-39 | 0.00349 | 0.00300 | 0.00223 | 0.00150 | 0.00167 |
| 40-44 | 0.00549 | 0.00499 | 0.00350 | 0.00300 | 0.00263 |
| 45-49 | 0.00847 | 0.00847 | 0.00539 | 0.00460 | 0.00412 |
| 50-54 | 0.01292 | 0.01292 | 0.00947 | 0.00600 | 0.00678 |
| 55-59 | 0.01933 | 0.01933 | 0.01190 | 0.01040 | 0.01019 |
| 60-64 | 0.02959 | 0.02959 | 0.01792 | 0.01640 | 0.01617 |
| 65-69 | 0.04839 | 0.04839 | 0.02632 | 0.02800 | 0.02597 |
| 70-74 | 0.08590 | 0.08037 | 0.04778 | 0.05000 | 0.04261 |
| 75-79 | 0.15902 | 0.15902 | 0.10283 | 0.09000 | 0.07223 |
| 80-84 | 0.28823 | 0.25119 | 0.21342 | 0.15000 | 0.12810 |
| 85-89 | 1.00000 | 1.00000 | 0.38579 | 0.25000 | 0.23753 |
| 90-94 | | | 0.59721 | 0.43000 | 0.43795 |
| 95-99 | | | 0.78921 | 0.71000 | 1.00000 |
| 100 y + | | | 1.00000 | 1.00000 | |

A continuación, en un serie de gráficos semilogarítmicos, se presentan las probabilidades de morir de las tablas límite y de otras tablas de mortalidad y en ellos se puede apreciar, tal como ya comentamos, la coherencia de las estructuras de las tablas límite adoptadas por el CELADE con las de Japón, en especial de la población femenina; más homogeneidad muestran aún las tablas límite con la que representa a los países desarrollados y finalmente se observa que los valores de Coale-Demeny muestran una curvatura exagerada entre los 15 y

los 30 años, en especial en la población masculina, que por lo demás se aprecia también de modo más atenuada en la población masculina de Japón.

Gráfico 1

**PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS LÍMITE DEL CELADE**

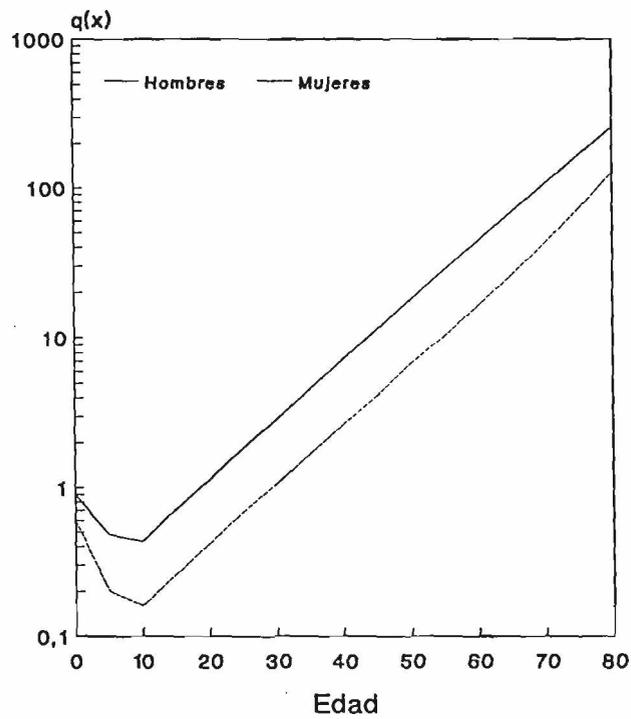


Gráfico 2a

**PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE JAPON Y LÍMITE DEL CELADE**

Hombres

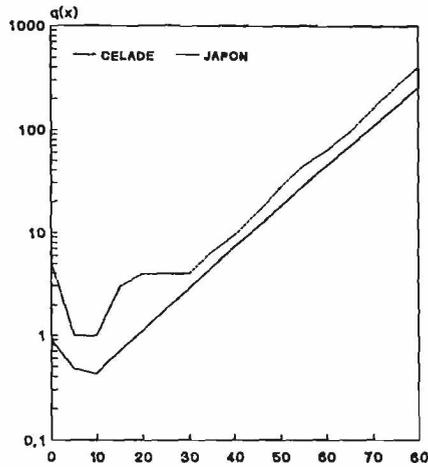


Gráfico 2b

**PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE JAPON Y LÍMITE DEL CELADE**

Mujeres

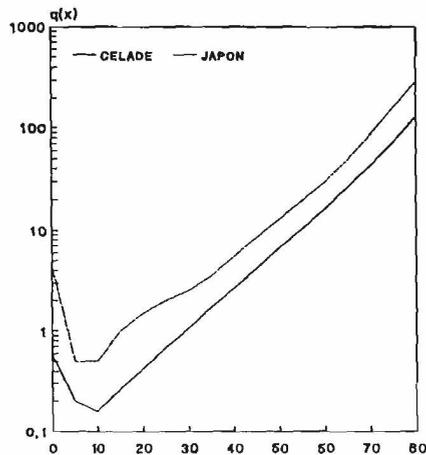


Gráfico 3a
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE PAISES DESARROLLADOS Y LIMITE DEL CELADE
Hombres

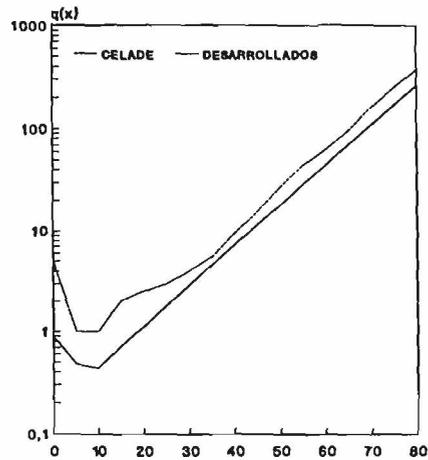


Gráfico 3b
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE PAISES DESARROLLADOS Y LÍMITE DEL CELADE
Mujeres

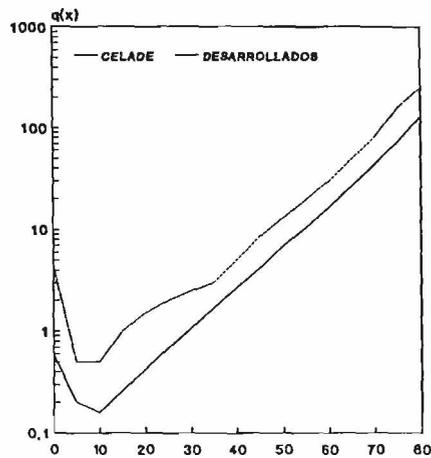


Gráfico 4a
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE COALE Y DEMENY NIVEL 27-OESTE Y LIMITE DEL CELADE
Hombres

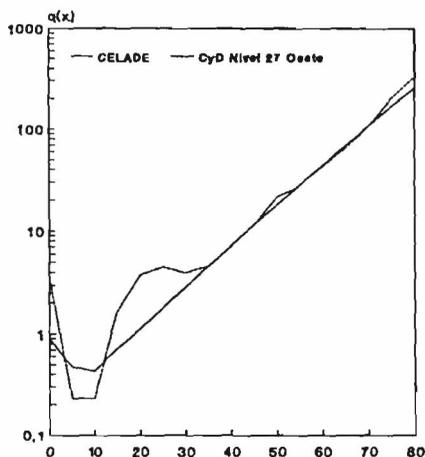


Gráfico 4b
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS DE COALE Y DEMENY NIVEL 27-OESTE Y LIMITE DEL CELADE
Mujeres

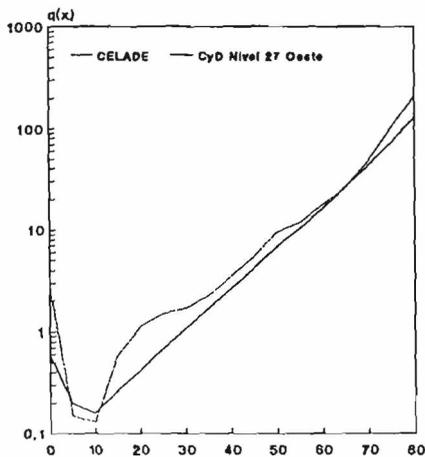


Gráfico 5a
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS LÍMITE DEL CELADE Y DE NACIONES UNIDAS
Hombres

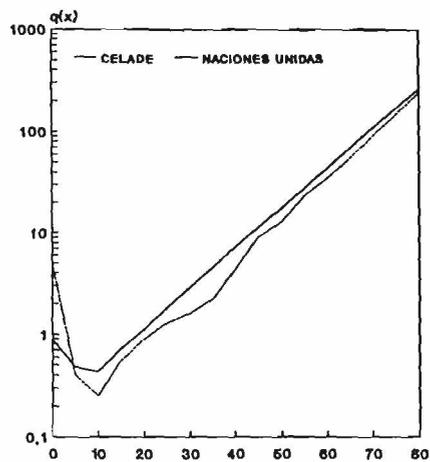
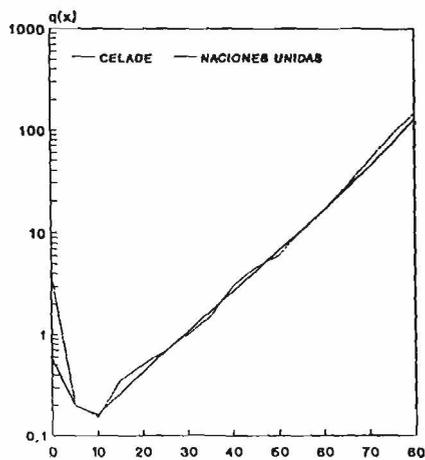


Gráfico 5b
PROBABILIDADES DE MORIR POR SEXO, SEGÚN EDAD.
TABLAS LÍMITE DEL CELADE Y DE NACIONES UNIDAS
Mujeres



2.2 Proyección del nivel de la mortalidad

Para la proyección de la mortalidad, tanto en el caso de la esperanza de vida al nacer como de la estructura, se debe disponer previamente de una tabla de mortalidad construida para una fecha reciente.

En el caso particular de la proyección de la esperanza de vida al nacer, en la búsqueda de coherencia —en el sentido de llegar en el quinquenio final de la proyección (2045-2050) a valores que presenten similitud entre los países de la región con el resto de los países del mundo— se ha tratado que la proyección del nivel de la mortalidad de los países de América Latina sea comparable con aquella que utiliza la División de Población de las Naciones Unidas. Para lograr esto, en la actualidad se utiliza una de las tres variantes (rápida, media y lenta) del modelo de años de ganancia en la esperanza de vida al nacer asociado al valor inicial de dicho indicador. De este modelo elaborado por la División de Población de las Naciones Unidas, para el caso de las proyecciones elaboradas por el CELADE se ha adoptado la variante media y cuya evolución de la ganancia en la esperanza de vida al nacer se presenta en el cuadro 8.

Además del uso de la información presentada en el cuadro 8, al momento de proyectar las esperanzas de vida de un país, el CELADE establece básicamente los siguientes criterios:

- en la medida que aumenta la esperanza de vida al nacer de un país menor es el número de años de ganancia por quinquenio, y
- el diferencial entre los valores de la esperanza de vida de hombres y de mujeres aumenta entre un quinquenio y otro de la proyección o se mantiene igual (si, en algún caso extremo, este diferencial es muy alto al momento inicial).

Este último supuesto (sobre el diferencial por sexo), nace de la observación de la evolución de la diferencia entre la esperanza de vida al nacer de los hombres y la de las mujeres en los diversos países del mundo. En ellos se puede apreciar que, en general, mientras la tendencia de aquellos países que presentan una alta mortalidad es clara en cuanto que aumenta su diferencial en el caso de los países con baja mortalidad, si bien hay algunos con tendencias oscilantes o que parece tendieran a disminuir esta diferencia, la mayoría muestra tendencias a aumentar las distancias entre los niveles de hombres y mujeres.

Cuadro 8

**NACIONES UNIDAS-VARIANTE MEDIA: GANANCIAS EN AÑOS EN
LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER SEGÚN NIVEL
DE LA MORTALIDAD ADOPTADAS POR EL CELADE**

| NIVEL DE LA MORTALIDAD (en años) | Ganancia en años de la esperanza de vida al nacer, por sexo | |
|--|--|---------|
| | Hombres | Mujeres |
| 55.0-57.5 | 2.5 | 2.5 |
| 57.5-60.0 | 2.5 | 2.5 |
| 60.0-62.5 | 2.3 | 2.5 |
| 62.5-65.5 | 2.0 | 2.5 |
| 65.5-67.5 | 1.5 | 2.3 |
| 67.5-70.0 | 1.2 | 2.0 |
| 70.0-72.5 | 1.0 | 1.5 |
| 72.5-75.0 | 0.8 | 1.2 |
| 75.0-77.5 | 0.5 | 1.0 |
| 77.5-80.0 | 0.4 | 0.8 |
| 80.0-82.5 | 0.4 | 0.5 |
| 82.5-85.0 | - | 0.4 |
| 85.0-87.5 | - | 0.4 |

En términos operativos, para proyectar la esperanza de vida al nacer de un país en primer lugar, mediante el modelo de ganancias del cuadro 8, se determinan los niveles de mortalidad, tanto de hombres como de mujeres para el quinquenio 2045-2050, cuidando que dichos valores mantengan una diferencia mayor (o, si excepcionalmente el diferencial fuera muy alto, por lo menos igual) que la observada en las últimas tablas de mortalidad construidas; esta situación puede implicar un ajuste de los valores determinados para el último quinquenio de la proyección derivados de la tabla de ganancias.

Una vez establecidos estos valores, se calculan los parámetros de dos logísticas de dos asíntotas, una para hombres y otra para mujeres, procurando que ellas reproduzcan los valores iniciales y del último quinquenio de la esperanza de vida al nacer de la población de cada sexo. El valor de la asíntota inferior es de 40 años, y para la asíntota superior toma los de las tablas límite, es decir, 81 años para los hombres y 88 años para las mujeres. Cabe señalar que durante esta operación los valores obtenidos se controlan, y si es necesario se ajustan de manera tal que el diferencial de esperanza de vida al nacer vaya en aumento.

Durante esta etapa del trabajo es muy importante tomar en consideración tanto aquella información que pudiera existir en el país respecto a la evolución de la mortalidad para fechas muy recientes (basado en las estimaciones disponibles o posterior al período de construcción de la última tabla de mortalidad), como todos aquellos otros antecedentes que permitan anticipar de mejor manera la evolución de esta variable. Un ejemplo de la primera situación lo constituye la disponibilidad de algún dato proveniente de estadísticas vitales o de otra fuente que permita, aun sin contar con elementos para la construcción de una tabla de mortalidad, formular hipótesis más plausibles de estimación o de proyección. Para el segundo caso, lo expuesto se refiere a aquellas oportunidades en las que se tiene conocimiento de algún plan gubernamental en el campo de la salud o en general de una condición circunstancial en el país que pueda afectar el cambio natural de la mortalidad (epidemias, guerras, etc.).

2.3 Proyección de la estructura por edad de la mortalidad

La proyección de la estructura por edad de la mortalidad que realiza el CELADE consiste en una simple interpolación entre las tablas de mortalidad por sexo iniciales (correspondiente a la última información disponible) y las tablas límites.

Esta interpolación, de tipo lineal, se realiza entre los valores correspondientes a las probabilidades de morir por sexo y edad de ambas tablas. Para realizar esta interpolación, se toman en consideración los niveles de mortalidad proyectados como se indicara en la sección anterior de este documento, ya que los valores resultantes de la interpolación de las probabilidades de morir deben cumplir la condición de reproducir dichos niveles.

Según lo anterior, si se desea proyectar la estructura de la mortalidad por sexo y edad de un país, para un determinado quinquenio, se requiere disponer de la **tabla de mortalidad por sexo y edad** y, **por ende, de la esperanza de vida inicial (I)**, de la **tabla de mortalidad por sexo y edad límite** y, **por ende, de la esperanza de vida final (F)** -cuyo valor que será 81 u 88 según se trate de hombres o de mujeres- y de la **esperanza de vida por sexo para el quinquenio que se desea estimar la estructura de la mortalidad (E)**. Ahora el procedimiento para estimar dicha estructura de la mortalidad se puede expresar mediante la siguiente relación:

$$q_{x,n}(EI) = w \cdot q_{x,n}(I) + (w-1) \cdot q_{x,n}(F)$$

donde:

$q_{x,n}(I)$ = probabilidad de morir proveniente de la tabla inicial

$q_{x,n}(F)$ = probabilidad de morir proveniente de la tabla límite

$q_{x,n}(E1)$ = probabilidad de morir interpolada

w = es la ponderación de tipo lineal que permitiría calcular la probabilidad deseada ($w=[F - E]/[F - I]$)

Es conveniente señalar que cuando se construye la tabla de mortalidad a partir de las probabilidades de morir interpoladas como se explicita en el algoritmo presentado, no se obtiene con exactitud la esperanza de vida esperada E , sino una primera aproximación $E1$, por lo que el proceso debe repetirse de manera iterativa reemplazando en la relación presentada la probabilidad límite por la interpolada (${}_nq_x(F)$ por ${}_nq_x(E1)$) y en el valor de la ponderación w , la esperanza de vida límite por aquella correspondiente a los valores interpolados (F por $E1$). Estas iteraciones se repiten, hasta que los valores interpolados reproduzcan exactamente la esperanza de vida deseada E .²

Una de las ventajas de PRODEM radica en que el producto final de esta proyección de la mortalidad, en forma de relaciones de sobrevivencia ($P_{x,x+4}$), pueden ser accedidas directamente al Módulo que proyecta la población.

2.4 Ejemplificación de la proyección de la mortalidad: El caso de Brasil

A modo de ejemplo, en esta sección se presenta la proyección del nivel de la mortalidad de Brasil. Según la información del cuadro 3, las últimas tablas de mortalidad disponibles para el país se refieren al año 1991 y las esperanzas de vida al nacer alcanzan a 62.27 años y 69.93 años para hombres y mujeres respectivamente.

² Este proceso iterativo resulta bastante rápido y preciso ya que se encuentra incorporado en un módulo del "software" PRODEM y donde una de las opciones es la proyección de la mortalidad utilizando la tabla límite antes mencionada. Los datos básicos que utiliza PRODEM para estimar la estructura de la mortalidad por sexo para cada quinquenio de la proyección corresponden a: la esperanza de vida al nacer y las probabilidades de morir de las tablas iniciales (hombres y mujeres) y las esperanzas de vida al nacer por sexo proyectadas para cada quinquenio (la tabla de mortalidad límite está incorporada en el paquete). Este módulo dispone, además, de una opción que permite proporcionar como datos básicos las tasas de mortalidad infantil, por sexo, para cada quinquenio, opción que se utiliza en aquellos casos en que las tasas de mortalidad infantil que resultan del proceso no sean satisfactorias, o en los que se disponga de algún antecedente para proyectar dicha mortalidad de alguna manera especial.

Al aplicar el modelo de ganancias del cuadro 8, para el quinquenio 2045-2050 los valores de la esperanza de vida estimados resultan de 75.7 para hombres y de 81.4 para las mujeres. Al efectuar esta operación se observa que los diferenciales de la esperanza de vida al nacer masculina y femenina presentan una disminución de 7.66 a 5.7 años, lo que se contradice con los supuestos enunciados respecto a que dicho diferencial debe aumentar o por lo menos mantenerse constante. Por esta razón, se ha adoptado la esperanza de vida promedio (de ambos sexos en conjunto) y se ha impuesto para el quinquenio final de la proyección los valores de 74.5 y 82.5 para hombres y mujeres respectivamente.

Luego de la operación anterior, se traza una curva logística que reproduzca los valores de las esperanzas de vida para mediados de 1991 y los propuestos para el quinquenio 2045-2050 a partir de la información que se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 9
BRASIL: VALORES PIVOTALES Y ASÍNTOTAS PARA
LA DETERMINACIÓN DE LA CURVA LOGÍSTICA

| PIVOTES Y ASINTOTAS | Sexo | |
|-----------------------------|---------|---------|
| | Hombres | Mujeres |
| Esperanza de vida en 1991.5 | 62.27 | 69.93 |
| Esperanza de vida en 2048.0 | 74.50 | 82.50 |
| Asíntota inferior | 40.00 | 40.00 |
| Asíntota superior | 81.00 | 88.00 |

Con la logística determinada con los antecedentes del Cuadro 9 se proyectan los valores para los quinquenios comprendidos entre los años entre 1990 y 2050. En el caso de Brasil se adoptaron los valores arrojados por la curva en el caso de las mujeres y en el caso de los hombres se introdujeron algunos ajustes de manera que el diferencial de esperanza de vida por sexo creciera de manera sistemática. Los valores proyectados y el diferencial por sexo se presentan en el cuadro 10.

Cuadro 10
**BRASIL: PROYECCIÓN DE LA ESPERANZA DE VIDA AL NACER
 POR SEXO Y SU DIFERENCIAL POR QUINQUENIO. 1990-2050**

| QUINQUENIO | Esperanza de vida al nacer | | |
|------------|----------------------------|---------|----------------------|
| | Hombres | Mujeres | Diferencial por sexo |
| 1990-1995 | 62.67 | 70.39 | 7.72 |
| 1995-2000 | 64.13 | 71.88 | 7.75 |
| 2000-2005 | 65.52 | 73.30 | 7.78 |
| 2005-2010 | 66.85 | 74.66 | 7.81 |
| 2010-2015 | 68.09 | 75.93 | 7.84 |
| 2015-2020 | 69.25 | 77.12 | 7.87 |
| 2020-2025 | 70.32 | 78.22 | 7.90 |
| 2025-2030 | 71.31 | 79.24 | 7.93 |
| 2030-2035 | 72.22 | 80.18 | 7.96 |
| 2035-2040 | 73.05 | 81.03 | 7.98 |
| 2040-2045 | 73.80 | 81.80 | 8.00 |
| 2045-2050 | 74.50 | 82.50 | 8.00 |

Proyectado el nivel de la mortalidad, se determinan ahora las tablas de mortalidad por sexo para cada quinquenio de la proyección. Para ello, es necesario realizar la interpolación entre las tablas de mortalidad de Brasil del año 1991 y las tablas de mortalidad límite, operación que se efectúa, como ya se dijo, utilizando como insumo en el módulo de proyección de la mortalidad del "software" PRODEM las esperanzas de vida al nacer del cuadro 10 y la tabla de mortalidad inicial (${}_nq_x$). En los cuadros 11 y 12 se presentan la tabla de mortalidad del año 1991 y la tabla encontrada por interpolación para el quinquenio 1990-1995 de la población masculina.

Cuadro 11
BRASIL: TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA. 1990-1992
Tabla inicial

| EDAD | n | m(x,n) | q(x,n) | l(x) | d(x,n) | L(x,n) | T(x) | e(x) | P(x,x+n) |
|------|---|---------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|-------------|
| 0 | 1 | 0.05808 | 0.05551 | 100000 | 5551 | 95583 | 6227432 | 62.67 | 0.94308(*) |
| 1 | 4 | 0.00194 | 0.00773 | 94449 | 730 | 375958 | 6131850 | 64.92 |) |
| 5 | 5 | 0.00060 | 0.00300 | 93719 | 281 | 467892 | 5755892 | 61.42 | 0.99226(*) |
| 10 | 5 | 0.00066 | 0.00329 | 93438 | 307 | 466420 | 5288000 | 56.59 | *) |
| 15 | 5 | 0.00200 | 0.00997 | 93130 | 929 | 463330 | 4821580 | 51.77 | 0.99686 |
| 20 | 5 | 0.00328 | 0.01626 | 92202 | 1499 | 457261 | 4358250 | 47.27 | 0.99338 |
| 25 | 5 | 0.00385 | 0.01909 | 90703 | 1732 | 449184 | 3900988 | 43.01 | 0.98690 |
| 30 | 5 | 0.00459 | 0.02268 | 88971 | 2018 | 439811 | 3451804 | 38.80 | 0.98234 |
| 35 | 5 | 0.00562 | 0.02772 | 86953 | 2410 | 428740 | 3011993 | 34.64 | 0.97913 |
| 40 | 5 | 0.00712 | 0.03500 | 84543 | 2959 | 415317 | 2583253 | 30.56 | 0.97483 |
| 45 | 5 | 0.00977 | 0.04770 | 81584 | 3892 | 398191 | 2167936 | 26.57 | 0.96869 |
| 50 | 5 | 0.01387 | 0.06702 | 77692 | 5207 | 375444 | 1769746 | 22.78 | 0.95876 |
| 55 | 5 | 0.01973 | 0.09401 | 72485 | 6814 | 345391 | 1394301 | 19.24 | 0.94288 |
| 60 | 5 | 0.02731 | 0.12782 | 65671 | 8394 | 307370 | 1048910 | 15.97 | 0.91995 |
| 65 | 5 | 0.03898 | 0.17760 | 57277 | 10172 | 260954 | 741540 | 12.95 | 0.88992 |
| 70 | 5 | 0.05951 | 0.25903 | 47105 | 12202 | 205019 | 480586 | 10.20 | 0.84899 |
| 75 | 5 | 0.08780 | 0.36000 | 34903 | 12565 | 143103 | 275567 | 7.90 | 0.78565 |
| 80 | w | 0.16863 | 1.00000 | 22338 | 22338 | 132464 | 132464 | 5.93 | 0.69800 |
| | | | | | | | | | 0.48070(**) |

f(0)=0.2020; f(1-4)= 1.4898

(*) corresponde a P(b)

(**) corresponde a P(0-4)

(***) corresponde a P(75,w)

Cuadro 12
BRASIL: TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD MASCULINA. 1990-1995
Tabla interpolada

| EDAD | n | m(x,n) | q(x,n) | l(x) | d(x,n) | L(x,n) | T(x) | e(x) | P(x,x+n) |
|------|---|---------|---------|--------|--------|--------|---------|-------|--------------|
| | | | | | | | | | 0.94462(*) |
| 0 | 1 | 0.05642 | 0.05399 | 100000 | 5399 | 95692 | 6266945 | 62.67 | 0.99248(**) |
| 1 | 4 | 0.00189 | 0.00753 | 94601 | 712 | 376618 | 6171253 | 65.23 | 0.99693 |
| 5 | 5 | 0.00059 | 0.00293 | 93889 | 275 | 468759 | 5794634 | 61.72 | 0.99354 |
| 10 | 5 | 0.00064 | 0.00321 | 93614 | 301 | 467320 | 5325875 | 56.89 | 0.98724 |
| 15 | 5 | 0.00195 | 0.00971 | 93314 | 906 | 464303 | 4858555 | 52.07 | 0.98279 |
| 20 | 5 | 0.00319 | 0.01584 | 92408 | 1463 | 458379 | 4394252 | 47.55 | 0.97965 |
| 25 | 5 | 0.00376 | 0.01861 | 90944 | 1692 | 450490 | 3935873 | 43.28 | 0.97543 |
| 30 | 5 | 0.00447 | 0.02213 | 89252 | 1975 | 441322 | 3485383 | 39.05 | 0.96940 |
| 35 | 5 | 0.00549 | 0.02707 | 87277 | 2363 | 430478 | 3044060 | 34.88 | 0.95966 |
| 40 | 5 | 0.00696 | 0.03422 | 84914 | 2906 | 417306 | 2613582 | 30.78 | 0.94406 |
| 45 | 5 | 0.00956 | 0.04668 | 82008 | 3828 | 400470 | 2196276 | 26.78 | 0.92155 |
| 50 | 5 | 0.01357 | 0.06565 | 78180 | 5132 | 378069 | 1795806 | 22.97 | 0.89199 |
| 55 | 5 | 0.01932 | 0.09216 | 73048 | 6732 | 348407 | 1417737 | 19.41 | 0.85163 |
| 60 | 5 | 0.02677 | 0.12547 | 66315 | 8321 | 310774 | 1069330 | 16.12 | 0.78918 |
| 65 | 5 | 0.03825 | 0.17455 | 57995 | 10123 | 264665 | 758556 | 13.08 | 0.70262 |
| 70 | 5 | 0.05839 | 0.25477 | 47872 | 12196 | 208868 | 493890 | 10.32 | 0.48512(***) |
| 75 | 5 | 0.08619 | 0.35457 | 35672 | 12649 | 146754 | 285023 | 7.99 | - |
| 80 | w | 0.16653 | 1.00000 | 23026 | 23026 | 138269 | 138269 | 6.00 | - |

$f(0) = 0.2042$; $f(1-4) = 1.4825$;

(*) corresponde a $P(b)$

(**) corresponde a $P(0-4)$

(***) corresponde a $P(75,w)$

III. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

- El objetivo principal de este documento ha sido el de exponer las consideraciones básicas adoptadas por el CELADE para proyectar la mortalidad. Un conjunto de ejemplos ilustrativos facilita la comprensión de los antecedentes técnico-metodológicos.

- Se incluyen, además, las tablas límite de mortalidad según sexo, basadas en un trabajo de Bourgeois-Pichat en el cual revisa las tablas de mortalidad límite publicadas por el mismo autor en el año 1952. Estas nuevas tablas de mortalidad elaboradas en CELADE en 1992, representan una actualización ventajosa respecto a las tablas límite utilizadas anteriormente. La primera de estas ventajas es que permite disponer de tablas límite que presentan un diferencial por sexo más acorde con lo que se viene observando en países con baja mortalidad. La segunda, es que los nuevos niveles límites son más altos y similares a aquellos con los que trabaja la División de Población de las Naciones Unidas y a los implícitos en las nuevas tablas modelo de Coale y Demeny.

- En las proyecciones de la mortalidad como se describe aquí, se parte del supuesto de que, en la medida que transcurre el tiempo, las ganancias en años de las esperanzas de vida son cada vez menores y que dicho diferencial aumenta por sexo según lo observado para la gran mayoría de los países del mundo. Este supuesto se refuerza aun más por la situación que presentan actualmente los países latinoamericanos, naciones se caracterizan por presentar una mortalidad más elevada que la de los países con mayor desarrollo, y en cuyo caso el diferencial de mortalidad es menor, por cuanto cabe esperar que éste aumente al bajar la mortalidad.

- En el ejemplo presentado para Brasil, se ha hecho uso de la tabla de ganancias del modelo propuesto por la División de Población de las Naciones Unidas para determinar los niveles de la mortalidad para el quinquenio final de la proyección, lo que asegura que los niveles finales de la mortalidad sean coherentes con los estimados en Nueva York. Además, en este mismo ejemplo, para efectos de proyección del nivel, se usa la función logística (al menos para la población femenina), procedimiento que garantiza, por lo general, que la ganancia se haga gradualmente menor en el tiempo. Si se recuerda, durante esta etapa del trabajo se tomó en consideración el supuesto de que el diferencial por sexo de la mortalidad debía incrementarse en el tiempo, lo cual requirió de un ajuste de los valores de las esperanza de vida masculinas encontradas con la logística.

- En lo que se refiere a la proyección de la estructura por edad de la mortalidad, ésta se realiza mediante la interpolación entre las tablas inicial y límite, de manera iterativa, hasta reproducir la esperanza de vida proyectada previamente. Se destaca el hecho de disponer, en el "software" PRODEM, de un módulo que permite realizar esta operación y además incorporar fácilmente las relaciones de sobrevivencia resultantes al módulo que proyecta la población por el método de los componentes, evitando así posibles errores durante el ingreso de los datos básicos.

- Es conveniente recordar aquí que en la medida que los países mejoren sus estadísticas, será posible elaborar proyecciones más seguras de la mortalidad. Así por ejemplo, la consideración de datos sobre la mortalidad por causas de muerte permitirá examinar el tipo de causas que inciden en la mortalidad de la población y formular supuestos más seguros acerca de como puede variar el nivel y la estructura de la mortalidad al eliminar determinadas causas de muerte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

United Nations (1995), *World Population Prospects. The 1994 Revision*, Nueva York.

United Nations (1995) *World Population Prospects. The 1994 Revision. (The Methodology)*, Nueva York.

Bourgeois-Pichat, J. (1952), "La mortalité biologique de l'homme", en *Population*, No. 3.

Bourgeois-Pichat, J. (1979), "Future outlook for mortality decline in the world", en Naciones Unidas, *Prospects of Population: Methodology and Assumptions*, ST/ESA/SER.A/67, Nueva York.

Pujol, José M. (1984), "Procedimientos de proyección de la mortalidad utilizados en CELADE", en *Métodos para Proyecciones Demográficas*, CELADE LC/DEM/CR/G.5, Serie E No. 1003. San José, Costa Rica.

Coale A. y Guo G. (1990), "Revised Regional Model Life Tables at Very Low Levels of Mortality" en *Population Index*, Spring, Vol. 56.

