

D-12756.05

MÉTODOS SELECCIONADOS DE ANÁLISIS EN
POBLACION Y DESAROLLO.

2o. TALLER REGIONAL DE CAPACITACION
19-30 DE ENERO 1987
CELADE-SAN JOSÉ, COSTA RICA

PROYECCIONES REGIONALES DE POBLACION¹
(por Componentes)

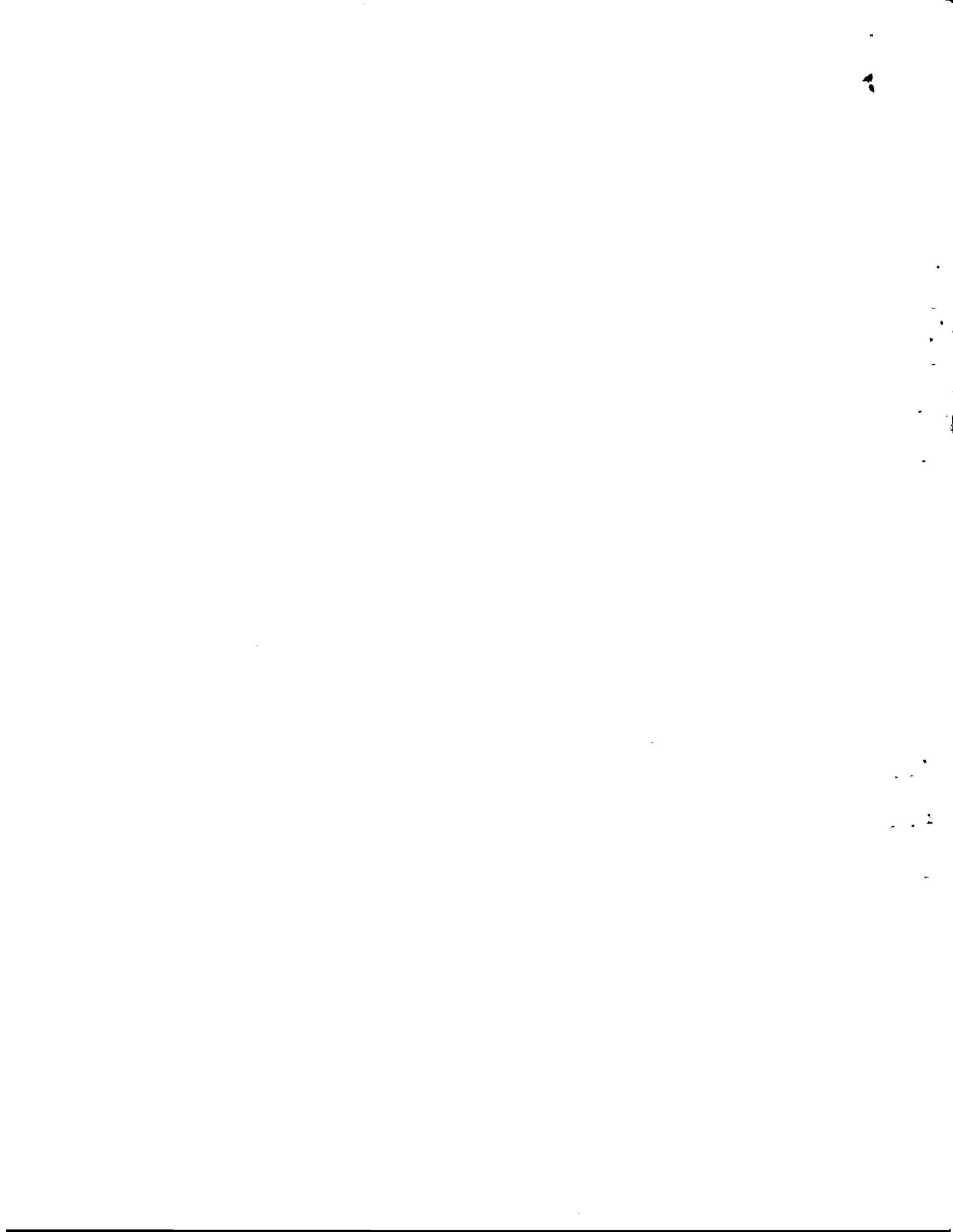
Manuel Rincón
Harry Hernández

Documento IRC No.5

¹ Basado en un documento de trabajo de CELADE-San José, no publicado aún, fechado Octubre de 1986.

CELADE

CELADE - SISTEMA DOCPAL
DOCUMENTACION
SOBRE POBLACION EN
AMERICA LATINA



INTRODUCCION

Las proyecciones subnacionales de población, esto es las que se refieren a áreas o secciones geográficas de un país son, hoy en día, tan indispensables para los propósitos de la planificación económica y social como lo han sido, por mucho tiempo, las proyecciones nacionales. Esto es así porque la planificación regional se considera, a su vez, parte integral de los procesos de planificación del desarrollo económico y social de los países.

Es creciente la demanda de proyecciones para áreas tales como las zonas urbano-rural, secciones administrativas (provincias, estados, departamentos, municipios, cantones, etc.), ciudades, áreas económicas, y muchos otros tipos de divisiones geográficas, naturales o administrativas de cada país. Como los requerimientos de cifras proyectadas de población para ese tipo de niveles geográficos son hoy tan corrientes su elaboración debe ser, asimismo, un trabajo cotidiano similar y complementario al de las proyecciones nacionales.

Además de existir demanda respecto de cifras globales, las cuales son fundamentales para la planificación, hay también requerimientos de estimaciones que den más especificidad a las cifras y permitan establecer con mayor precisión las perspectivas de la dinámica demográfica de las poblaciones resultantes.

En general, es muy útil que las cifras de población que se produzcan, permitan establecer, por ejemplo, los efectos y consecuencias demográficas de los distintos componentes del cambio, esto es que se tomen en cuenta, entre otras cosas, el tamaño y composición de las poblaciones iniciales, los niveles y estructuras de la fecundidad de cada zona, las características de la mortalidad y, algo muy importante, los efectos de la movilidad espacial.

Frente a estas necesidades, es conveniente que las proyecciones regionales, al igual que las nacionales, se hagan a partir de procedimientos que permitan identificar y separar los efectos de cada uno de esos factores y, en especial, métodos que consideren en forma directa el factor migración interna. En buena medida, esto se logra si se elaboran las proyecciones a partir del método de los componentes.

Las ideas que se presentan a continuación tienen como propósito fundamental describir el procedimiento de elaboración de proyecciones regionales por sexo y grupos de edades, preparado en Celade - San Jose, y que tiene la característica de compatibilizar la proyección de las distintas áreas geográficas con las elaboradas previamente para el total del país.

Como primera medida, en el capítulo 1, se hace un resumen sobre las características esenciales que están presentes en cualquier programa de proyecciones regionales y se indican los principales problemas, o limitaciones que se tienen cuando se preparan proyecciones de las áreas geográficas menores de un país. En el capítulo 2, se plantean los principios básicos en que se apoya el sistema de proyecciones para áreas geográficas, acá propuesto, así como algunas de sus limitaciones más importantes.

Por su parte en el capítulo 3 se hace una presentación, mas o menos detallada de este sistema de proyecciones, utilizado desde hace algun tiempo, en Celade San José, para hacer proyecciones de las divisiones geográficas de países del área; a su vez en el capítulo 4, aparece una breve descripción del sistema de proyecciones por componentes, de las Naciones Unidas, programa base para elaborar las proyecciones regionales con la metodología propuesta en este documento.

El capítulo 5 esta destinado a definir aspectos teóricos del sistema y a presentar las ideas sobre el procedimiento que debe seguirse para construir los datos de entrada - conocidos como INPUT- requeridos en el proceso de proyección de áreas geográficas.

Finalmente en los capítulos 6 y 7 se incluyen los aspectos relacionados con el funcionamiento del programa de proyecciones regionales ,incluyendose las instrucciones para manejo del programa tanto en computadores tradicionales como en microcomputadoras . Se incluye el preprograma fuente escrito en lenguaje Fortran IV.

CAPITULO 1

CARACTERISTICAS BASICAS DE LAS PROYECCIONES DE AREAS GEOGRAFICAS DE UN PAIS.

1.1 principales diferencias con las proyecciones nacionales.

Para comenzar es necesario tener presente que, las proyecciones de población para áreas menores de un país, son por muchos aspectos de más difícil realización, que las proyecciones para el nivel nacional. Este se debe no solo a la gran cantidad de cálculos que conlleva si no que, también, por factores de tipo más general como son entre otros los siguientes :

- a) Son en general, poblaciones que demográficamente se ven afectadas por problemas de migración interna. Se trata sin duda de poblaciones no sometidas a restricciones de movilidad espacial es decir poblaciones no cerradas a la migración en terminos internos del país.
- b) A tales niveles regionales se presentan, en general, una mayor diversidad de condiciones y comportamientos demográficos particularmente de las condiciones mortalidad y fecundidad.
- c) Por último, como consecuencia de las diferencias demográficas y socioeconómicas y por tratarse de grupos poblacionales no limitados en cuanto a sus posibilidades de movilidad interna, se generan corrientes migratorias intra-regionales. Por factores muy diversos no siempre es posible un conocimiento y diagnóstico adecuado sobre estos movimientos migratorios internos, incluso en países con buenos sistemas de estadísticas.

1.2 Problemas principales que se tienen con las proyecciones regionales

Un factor decisivo en los resultados de una proyección regional, independientemente de los aspectos metodológicos es, por lo tanto, el componente de la migración interna. En su evolu-

ción cualitativa y cuantitativa inciden, tanto o más que en la de orden internacional, los aspectos socioeconómicos, sin duda los principales determinantes de los procesos de movilidad espacial.

Cabe señalar, no obstante, que en este campo de la demografía existe cierto retraso metodológico además de una mayor carencia de información estadística. Estos factores limitan el análisis histórico de los movimientos espaciales por lo cual, a su vez, se hace más difícil elaborar supuestos adecuados sobre lo que podría ser su evolución futura.

Resulta, por tanto, necesario que se pueda estudiar y establecer en forma amplia y detallada los desplazamientos internos de la población, cuyos procesos y comportamientos están sujetos a cambios significativos, y cuya predicción resulta más incierta que la de la mortalidad y la fecundidad.

Respecto a estas últimas variables se tienen también, muchas veces, dificultades para su estudio a niveles regionales. Hay que tener presente, por ejemplo, que en los países en vías de desarrollo la información demográfica de pequeñas áreas es limitada y de inferior calidad, dada la heterogeneidad de las condiciones económicas, sociales y culturales en cada una de ellas; no es frecuente, por lo demás, que se produzca y publique la información demográfica con la desagregación requerida.

1.3 La compatibilización de las proyecciones como meta

Se puede mencionar, en otro orden de cosas, que si las proyecciones de población a niveles regionales se elaboran en procesos independientes, es incuestionable que se van a producir diferencias con las proyecciones elaboradas previamente para el total del país. Por una parte, es probable que se empleen métodos de estimación y técnicas de proyección diferentes. También podría ocurrir que el grado de objetividad usado en el análisis de los datos básicos, y las decisiones respecto a la formulación de las hipótesis sobre el comportamiento futuro de las variables demográficas, puedan llevar a resultados no coherentes, y en algunos casos hasta contradictorios.

Un problema adicional muy corriente al preparar las proyecciones para áreas geográficas en forma independiente, es la mayor dificultad de lograr que los diversos totales de las proyecciones regionales coincidan con los volúmenes proyectados previamente para el total del país. Incluso, cuando se hacen proyecciones regionales en forma unificada y siguiendo metodologías comunes, es difícil controlar y hacer que la suma ponderada de los efectos de los supuestos que se usan para cada región sea igual al comportamiento esperado para el total del país.

Estos aspectos al parecer simples han sido un factor limitante respecto a la adopción de una metodología particular para hacer proyecciones regionales. Por otra parte la escasa información demográfica disponible no permite aplicar modelos muy sofisticados que por lo mismo son mas elaborados y deben apoyarse en información de buena calidad.

Desde el punto de vista de los resultados que se persiguen hay que señalar que la necesidad de coherencia de la planificación global con la regional exige la búsqueda de compatibilidad en las proyecciones regionales con las nacionales. La metodología propuesta busca en esencia satisfacer esta necesidad fundamental y por ello desde el inicio se ha de tener como referencia unas proyecciones nacionales de población elaboradas mediante el método de los componentes.

CAPITULO 2

PRINCIPIOS BASICOS DEL SISTEMA PROPUESTO PARA ELABORAR LAS PROYECCIONES REGIONALES.

2.1 aspectos metodológicos generales.

La metodología que se presenta en este documento está orientada a la preparación de proyecciones de población por sexo y grupos de edades para dos o más áreas geográficas de un país, utilizando el método de los componentes demográficos, y en forma tal que, en cada fecha o punto de la proyección, se obtengan resultados que, una vez sumados, sean iguales a los de una proyección nacional, tanto a nivel global como por sexo y grupos de edades.

En este sentido cabe señalar que, en un plan nacional de preparación de proyecciones de población, la proyección nacional se elabora en principio como primera prioridad. Se procede así entre otras cosas porque la información para el total del país se acepta como más confiable, al compensarse los errores que pueden darse a nivel regional y por tratarse de poblaciones aproximadamente cerradas; se puede considerar y usarla además como una cota o marco de referencia para las proyecciones regionales.

Con este marco o cota de referencia se obtienen las proyecciones de cada una de las áreas del país, mediante un proceso desagregativo, base teórica del sistema acá desarrollado y que es el objeto de este documento.

2.2 ventajas del procedimiento propuesto.

Es importante desde luego señalar que con el procedimiento propuesto se consigue además, entre otras cosas, que la suma de los nacimientos y defunciones totales y por edad, que se generan como suma de los que ocurren a nivel de las regiones, son iguales a los que se se producen al interior de las proyecciones nacionales. Se consigue desde luego conciliar los niveles de los

indicadores demográficos resultantes, de esos niveles desagregados, con los del total del país.

2.3 antecedentes y rasgos generales del sistema de proyecciones por componentes

Se trata de un sistema integrado - complementario del programa de proyecciones de población por componentes de las Naciones Unidas, programa del cual se presenta un esquema y detalles de su funcionamiento, en el capítulo 4 - que permite, en base a un proceso sistemático de elaboraciones, ir construyendo los insumos (INPUT) de las proyecciones de las distintas divisiones geográficas que se planea proyectar, en tal forma que al final se pueda disponer de cifras de todas las áreas, derivadas por el método de los componentes.

Con este sistema se logra una mejor y más amplia información para propósitos de planificación, no solo por el uso del método de los componentes, sino también porque es factible hacer simulaciones con el propósito de lograr una adecuada representación regional, haciendo los cambios que se consideren necesarios para conseguir la consistencia interna de los resultados a nivel desagregado, y de sus tendencias en el tiempo.

El programa, que en definitiva consiste en un proceso desagregativo se apoya, en cada paso sucesivo, en las proyecciones previas de niveles superiores más agregados. Lo corriente será, entonces, partir de los resultados de las proyecciones nacionales del país.

2.4 datos requeridos.INPUTS del sistema.

En cada etapa de un proceso de proyecciones regionales debe existir información que permita construir la base de datos de entrada (INPUT), por sexo y grupos de edades, requerida por el método de los componentes. Así, por ejemplo, si se trata de realizar una proyección de población a nivel urbano-rural, se requiere lo siguiente:

- 1.- contar, como primera medida, con datos de una proyección de la población total del país, por sexo y grupos de edades, hecha por el método de los componentes, que cubra por lo menos el mismo período para el cual se hará la proyección de las áreas o regiones..

Cabe mencionar aquí, que para los efectos de computación, no es necesario que la población base de las proyecciones nacionales (y las de las regionales) estén en el mismo año. Así, por ejemplo, las proyecciones nacionales se hacen actualmente para el periodo 1950-2025; las proyecciones regionales pueden elaborarse a su vez para el periodo 1980-2000.

Se requiere, eso si, que en este caso la población base de las regiones, este ajustada a la estimación de la proyección nacional del mismo año.

2.- disponer de información y estimaciones de los componentes del crecimiento a nivel desagregado por lo menos de un área, esto es, la población base, las relaciones de sobrevivencia por sexo y grupos de edades, las tasas de fecundidad femenina por edad y, claro está, estimaciones sobre saldos migratorios netos; es deseable que, en la medida de lo posible, se cuente con estimaciones similares - o al menos a nivel global - para la población del área complementaria.

Para el nivel nacional se puede disponer de datos ya sea de los censos, de encuestas y de estadísticas vitales de calidad aceptable. Por otra parte, como se trata de poblaciones cerradas o aproximadamente cerradas, el componente migratorio no constituye un elemento tan perturbador como en el caso de poblaciones abiertas, tales como las áreas menores de un país.

Se acepta, en todo caso, que existen diferencias en la calidad de la información demográfica a nivel regional y que, como consecuencia de ello, las estimaciones que se obtienen para el total del país, y por lo menos para algunas áreas o regiones, son más confiables y reflejan mejor las condiciones de evolución demográfica a esos niveles.

El programa puede ser utilizado para hacer proyecciones regionales hasta por un periodo de 30 años, sin limitación operativa respecto al número de divisiones. Hay que considerar, no obstante, que las áreas geográficas de un país pueden sufrir cambios de importancia en plazos muy cortos, razón por la cual, un periodo de 30 años resulta ser más que suficiente para los usos que suele darse a este tipo de estimaciones de población.

Las limitaciones en cuanto al número de áreas que pueden proyectarse y el nivel regional a que puede llevarse dependerá, más que nada, de la disponibilidad de datos básicos y de la existencia de equipo de computación adecuado, teniendo en cuenta el alto número de cálculos que involucra el proceso.

Una consideración adicional respecto a este sistema de proyecciones regionales de población, es que debe trabajarse en cada caso con una sola variante de evolución de la fecundidad, y no varias alternativas, como se acostumbra en las proyecciones nacionales.

2.5 Consideraciones sobre aspectos operativos del sistema.

Como primera medida se puede mencionar que el sistema permite la preparación de proyecciones, por componentes, a cualquier nivel de desagregación en la medida que se cuente con un mínimo de información básica necesaria. Consiste en esencia en un proceso desagregativo desde niveles geográficos mayores (agrupación de zonas), hasta niveles de menor tamaño.

Es posible, entonces, cuando se trabaja con un país particular proyectar la población de las distintas divisiones geográficas o administrativas o producir proyecciones para grupos de divisiones administrativas que puedan resultar útiles para los trabajos de planificación y, en etapas intermedias sucesivas, obtener las proyecciones de las divisiones administrativas propiamente.

En tal sentido y para seguir un proceso que sea lo más rápido conviene, previamente, hacer agrupaciones de las divisiones pertinentes buscando conjuntos que produzcan resultados útiles en cuanto a las proyecciones que se van generando. En este sentido si por ejemplo, un país cuenta con provincias como las divisiones administrativas mayores, que podemos considerar como un sector geográfico, se pueden agrupar los sectores formando subregiones los cuales a su vez pueden constituir, a un nivel superior, una región.

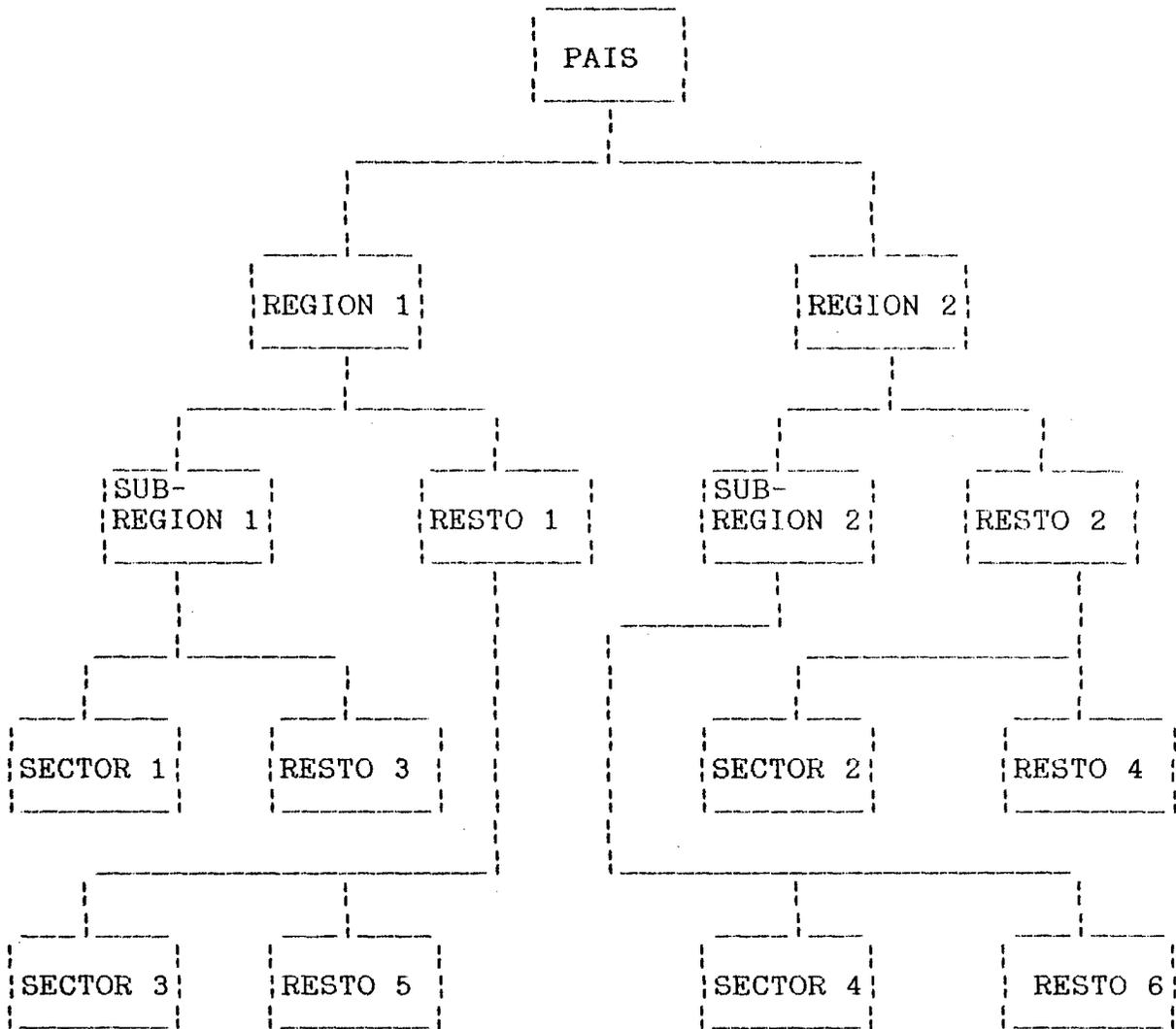
Esto significa que para facilitar la labor y reducir el volumen de cálculo, se haga previamente un estudio y definición de las áreas incluso antes de iniciar los procesos de preparación de los datos básicos que van a requerirse.

En el diagrama que se presenta un poco más adelante se indica como debería procederse en caso de tener áreas geográficas (sectores), que se han agrupado en subregiones y estas a su vez en regiones.

Cada conjunto de áreas que conforman lo que se define como una subregión o como un resto, - que estarían formados en ambos casos por sectores pueden ser usado como base para seguir produciendo las proyecciones de los sectores específicos que contienen.

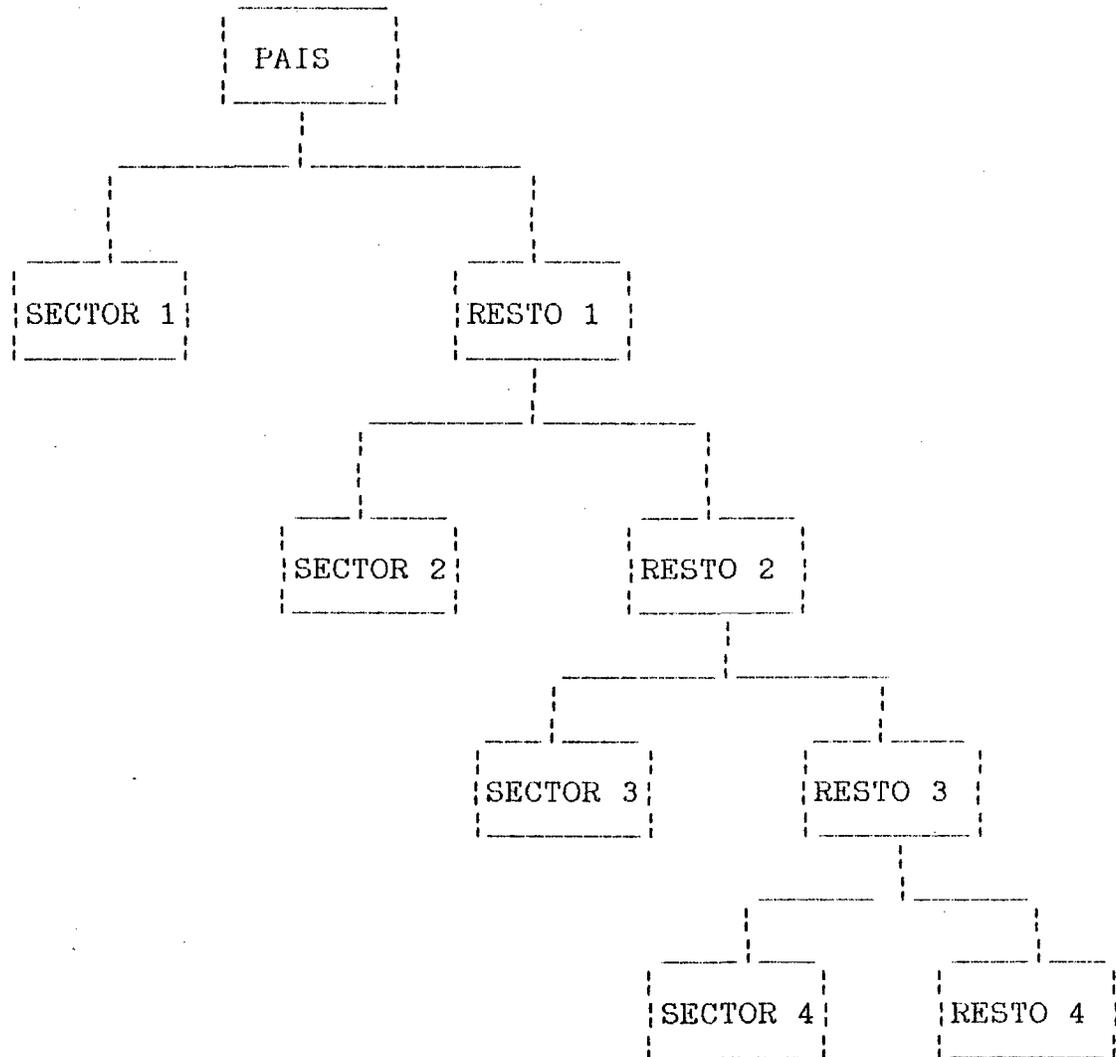
Esto quiere decir que procediendo a una regionalización del país en base a sectores geográficos - los cuales pueden corresponder a una división geográfica particular - , se va procediendo a obtener proyecciones de cada una de ellos.

DIAGRAMA 1 PARA ELABORACION DE PROYECCIONES REGIONALES



La labor puede desarrollarse, no obstante trabajando con las divisiones geográficas directamente, en un proceso sucesivo para generar las proyecciones de cada una de ellas, en este caso el proceso sería como se indica en el siguiente diagrama.

DIAGRAMA 2 PARA ELABORACION DE PROYECCIONES REGIONALES



Es decir que apoyándonos en las proyecciones residuales, - áreas definidas como resto i - que se van generando internamente en el programa, se van obteniendo las cifras de población de las diversas regiones o áreas geográficas que corresponda al concepto de sector. El proceso se debe realizar $n-1$ veces el número de sectores.

Este forma de proceder va significar no obstante producir, en los pasos intermedios, juegos de proyecciones que no tienen más valor que su utilización al interior del propio programa de proyecciones.

CAPITULO 3

DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE PROYECCIONES REGIONALES.

3.1 planteamiento general del sistema.

Es necesario advertir que el sistema de proyecciones regionales que se expone en este documento, utiliza como base el programa de proyecciones por componentes demográficos elaborado por las Naciones Unidas, en su versión de 250 años, con modificaciones efectuadas por Celade, que permiten generar y mantener en archivo los nacimientos por grupos de edad de las mujeres.^{1/}

Para propósitos de exposición del sistema, se considerará el caso particular de dos áreas geográficas. Para una situación en que se requieren proyectar más de dos áreas se procede en forma reiterada utilizando, en cada paso sucesivo, de niveles mas desagregados, las proyecciones de población de las áreas de mayor tamaño. Así, por ejemplo, para la proyección de la población de las ciudades se pueden obtener a partir de una proyección previa de la población urbana, la cual a su vez puede haberse derivado de una proyección de la población total.

3.2 Etapas básicas del sistema de proyecciones regionales.

En este punto se presenta el desarrollo de las etapas y los principales aspectos metodológicos que conlleva el proceso de elaboración de las proyecciones de dos áreas, y para simplificar se considera el caso de la población urbano-rural.

Las proyecciones se preparan conforme al uso de grupos de edad quinquenales que conducen, por tanto, a proyecciones de población para periodos de cinco años. Sea t el año correspondiente a la población base y $t + i$ ($i = 5, 10, \dots, 30$) los años para los cuales se hace la proyección.

1/ United Nations. A user's manual to the population projection computer programme of the Population Division of the United Nations. ESA/Pwp.77. January 1982.

3.2.1 Proyecciones básicas del sistema

Como primer paso de todo proceso de elaboración de proyecciones regionales siguiendo esta metodología, se requiere preparar una proyección de población por sexo y grupos de edades para el total del país. Al efectuar la proyección a partir de la población base con las leyes de mortalidad, fecundidad y migración internacional se generan dos matrices, una para cada sexo, que contienen la población por grupos de edad para los distintos momentos t , $t+5$, $t+10$, ..., $t+n$, esto es, una matriz de 17 líneas - tantas como grupos de edad- y $n+1$ columnas - una columna mas que el número de períodos proyectados, ya que la primera de ellas corresponde a la población base.

$$A_{17 \times n+1} = [N_{x, x+4}^i] \quad (1)$$

$$i = t, t+5, \dots, t+30$$

$$x = 0, 5, 10, \dots, 80$$

La primera columna de la matriz corresponde, en este caso, a la distribución por edad en el momento t , que ha de corresponder a la fecha inicial de las proyecciones urbano/rural; esta fecha puede o no coincidir con la fecha inicial o base de las proyecciones nacionales.

Las restantes columnas contendrán la población, para el mismo sexo, por grupos de edad, para cinco, diez, etc., años después, provenientes de la población del momento t , con las leyes de fecundidad, mortalidad y migración internacional, cuando sea del caso, de cada quinquenio.

Como segunda medida, se elabora la proyección por sexo y grupos de edades, por el método de los componentes, de una de las dos áreas contempladas. Lo recomendado sería iniciar el proceso con el área para la cual exista mayor y mejor información ya que así se podrá tener una visión mas precisa de la evolución histórica de dicha población y mejor apoyo para la formulación de las hipótesis de evolución futura de los componentes demográficos respectivos.

Un criterio general de otra parte, si existiera la información del caso, sería iniciar el trabajo de proyecciones regionales con el área de menor tamaño, para evitar así que se acumulen en ella los efectos residuales del método.

Esta claro que contando con un equipo de computación (condición necesaria, para realizar esta tarea), bien podría hacerse el trabajo partiendo indistintamente con una u otra área, o hacerlo

para las dos áreas en forma consecutiva, y después de un análisis individual y comparativo de los resultados, hacer los ajustes del caso para tomar la decisión sobre cuál población conviene proyectar en primera instancia y cuál obtener por residuo.

Si se inicia el proceso con la proyección del área urbana, por sexo y grupos de edades, para periodos de cinco años, se tendrá entonces una nueva matriz de las mismas características de la anterior, que identificaremos como B.

$$B_{17 \times n+1} = [U_{x, x+4}^i] \quad (2)$$

$$i = t, t+5, \dots, t+30$$

$$x = 0, 5, 10, \dots, 80$$

U representa la población urbana por grupos de edades en los distintos momentos de la proyección. La primera columna corresponde igualmente a la población por sexo y grupos de edades en el momento inicial, en este caso la fecha base de la proyección del área urbana, y las restantes columnas, la población del mismo sexo por grupos de edades para cinco, diez, etc. años, proveniente de la población base inicial, con las leyes de mortalidad, fecundidad y migración interna del área urbana.

Un aspecto importante a tener en cuenta en el momento de efectuar las estimaciones de los componentes demográficos regionales en particular lo referente a la migración interna, y que servirán de base para la construcción de los datos de entrada al programa de proyecciones, el INFUT de cada área es que se prevea que si en si en la proyección nacional existen saldos migratorios internacionales, ellos deberán quedar incluidos como parte integral de los supuestos de migración interna, a fin de asegurar la compatibilización de las cifras nacionales con las regionales.

3.2.2 Insumos básicos generados internamente por el sistema

De la compatibilización de las dos proyecciones anteriores, los siguientes elementos, implícitos en ellas y, correspondientes a la dinámica de la población rural, de los mismos periodos quinquenales del nivel urbano:

- a) Se deriva la población base y estimaciones para cinco, diez etc., años más tarde, por sexo y grupos de edades, de la población rural. Estas poblaciones se obtienen directamente

como residuo o diferencia de los respectivos vectores que contienen la población del nivel nacional y los del área urbana. En el punto que sigue se explica, con mayor detalle, el proceso que usa el programa de computación elaborado para este propósito.

- b) Se pueden obtener, para cada quinquenio, los nacimientos por edad de la madre y, en consecuencia, derivar las tasas de fecundidad por edad de la población femenina del área rural.
- c) El componente migratorio por sexo y grupos de edades de dichos períodos para la población rural es construido, a su vez, en forma interna por el programa, a partir de los saldos migratorios a nivel nacional (migración internacional, en caso de existir) y los saldos migratorios netos que se han estimado para el área urbana. Estos saldos se calculan como la diferencia de las cifras nacionales y las cifras urbanas. En aquellos casos en que la migración internacional es nula, la migración para el área rural será igual en valor absoluto a la migración que se incorporó para la población urbana, solo que debe ser considerada con signo contrario.
- d) Se pueden determinar, asimismo, las relaciones de sobrevivencia por sexo y grupos de edades, implícitas en las cifras de la población rural; esto se logra a partir de las cifras de población calculadas como diferencia o residuo. En el capítulo 5 se explica con detalle este punto.
- e) En base a estas relaciones de sobrevivencia por sexo y grupos de edades, se determinan los niveles de mortalidad implícitos en ellas, en términos de la esperanza de vida al nacer.
- f) Una vez obtenida la población base y los componentes demográficos, por sexo y grupos de edades, correspondientes a la población rural de cada quinquenio, es fácil elaborar la proyección de la población rural, por sexo y grupos de edades, por el método de los componentes.

3.3 -Proyección residual de la población rural por sexo y grupos de edades. Algunas limitaciones fundamentales de los resultados así obtenidos

A partir de las cifras de población, por sexo y grupos de edades, correspondientes a las proyecciones de población del total del país y las del área urbana, elaboradas en ambos casos por el método de los componentes, se derivan - por diferencia de las dos y para cada momento - cifras de la población rural, igualmente clasificada por sexo y grupos de edades.

Consiste, en realidad, de la diferencia de las dos matrices que representan las estimaciones de población, a nivel del total del país y de la población urbana, por sexo y grupos de edades, esto es, las matrices A y B indicadas anteriormente con los números (1) y (2). t corresponde a la fecha, año base de las proyecciones regionales (corrientemente el 30 de junio de un año en particular).

Tratándose de un residuo, estas cifras son complementarias y absolutamente coherentes con las que se generaron para la población urbana por el método de los componentes. Esta condición se satisface, por sexo y grupos de edades, en cada fecha de la proyección. De esta manera las cifras de la población rural por sexo y grupos de edades, definen una nueva matriz que se deriva de las dos anteriores, en base a una simple diferencia de los respectivos vectores de población de las dos proyecciones, esto es:

$$\begin{matrix} C \\ 17 \times n+1 \end{matrix} = \begin{matrix} A \\ 17 \times n+1 \end{matrix} - \begin{matrix} B \\ 17 \times n+1 \end{matrix} \quad (3)$$

o lo que es lo mismo.

$$\begin{bmatrix} R \\ x, x+4 \end{matrix}^i = \begin{bmatrix} N \\ x, x+4 \end{matrix}^i - \begin{bmatrix} U \\ x, x+4 \end{matrix}^i \quad (3.a)$$

$$i = 0, 5, 10, \dots, 30 \quad ; \quad x = 0, 5, 10, \dots, 80$$

en donde la primera columna corresponde igualmente a la población por sexo y grupos de edades en el momento inicial - en este caso la fecha base de la proyección del área rural - y las restantes columnas, contienen la población del mismo sexo, por grupos de edades para cinco, diez, etc. años, proveniente de la población base inicial con las leyes de mortalidad, fecundidad y migración interna del área rural.

Estas cifras constituyen, por sí mismas, una proyección de la población rural, aunque los resultados - en la medida en que no han sido derivados por el método de los componentes - tienen las siguientes limitaciones:

- No se logra con ellas disponer de todos los elementos que definen la dinámica de las variables demográficas, las que a su vez están determinando la evolución de esta población rural.

- No es posible , con las solas cifras de población, establecer la coherencia necesaria que debe existir entre los resultados de las proyecciones de las dos áreas, así como entre los componentes demográficos que están condicionando la evolución de la población de cada zona.
- Finalmente, se produce una limitación más importante, si estas nuevas proyecciones quisieran usarse para elaborar las correspondientes a áreas geográficas de menor tamaño. No es posible continuar con el proceso de elaboración de proyecciones a niveles más desagregados, ya que no se puede con sólo esas cifras, hacer una proyección por componentes. Además, como se señaló anteriormente, para proyectar áreas de menor tamaño utilizando la metodología que aquí se propone, se hace necesario una proyección por componentes de las áreas mayores, que incluyan las de menor tamaño que deban proyectarse.

En el capítulo 5 se hace la presentación de las ideas básicas del sistema propuesto para obtener los insumos requeridos para la elaboración de la proyección de la población del área rural - complemento de la urbana en este caso - por sexo y grupos de edad, por el método de los componentes.

Los insumos necesarios, esto es el INPUT de la proyección en la población rural, se obtienen todos a partir de la proyección residual de la propia área y de los demás elementos incluidos para la preparación de la proyección nacional y la del área urbana.

Se debe proceder, por tanto, a construir el INPUT para proyectar la población rural por el método de los componentes y así lo hace el programa que se preparó para tal fin. Estos insumos son generados al interior del programa de computación e incorporados en forma automática para producir la proyección del área en cuestión, por el método de los componentes.

CAPITULO 4

PROGRAMA DE PROYECCIONES DE POBLACION POR COMPONENTES ELABORADO POR LAS NACIONES UNIDAS. DATOS BASICOS NECESARIOS.

4.1 fundamentos del método.

La metodología para elaborar proyecciones de población conocida como "Método de los componentes", es uno de los modelos para el estudio de la dinámica poblacional más elaborado y útil en el campo del análisis demográfico y para propósitos de la preparación de las proyecciones de población ya que, en base a este modelo, se obtiene información más amplia y detallada, así como también una gama de elementos analíticos para fines de planificación.

Un aspecto característico del modelo de los componentes es que incorpora en forma simultánea la información respecto al comportamiento de la mortalidad, la fecundidad y la migración, en forma separada para cada sexo. Adicionalmente, se considera a la edad como la variable fundamental para analizar y describir el comportamiento de estas variables tanto respecto a diferencias regionales como su comportamiento histórico pasado y para su evolución futura. El sistema de componentes demográficos es, a su vez, una generalización del modelo descrito por la ecuación compensadora cuya forma general es:

$$N_{t+5} = N_t + B - D + I - E \quad (4)$$

B , representa los nacimientos, D las defunciones, I los inmigrantes y E a los emigrantes. A su vez, N_t y N_{t+5} , son las poblaciones en dos momentos, separados en el tiempo por una diferencia de 5 años.

Cuando se incorpora la edad como variable de clasificación de la población y explicativa del comportamiento de la mortalidad, fecundidad y migración, el modelo de la ecuación compensado-

ra hace que la relación entre las dos poblaciones se establezca más bien en base a cohortes. En este caso, los términos de la proyección tendrán la forma:

$$N_{x+5, x+9}^{t+5} = N_{x, x+4}^t + B_{(x, x+9)}^{t/t+5} - D_{(x, x+9)}^{t/t+5} + I_{x+4, x+9}^{t+5} - E_{x+4, x+9}^{t+5} \quad (5)$$

En este caso, la expresión $D_{(x, x+9)}^{t, t+5}$, representa las defunciones de la cohorte de personas que en el momento inicial tienen edades $x, x+4$ y que al final de la misma, cinco años más tarde, alcanzan la edad $x+4, x+9$.

En la proyección, estas defunciones resultan de aplicar una ley de mortalidad que refleje las condiciones de la mortalidad del periodo, a la población que está viva al inicio del mismo. es decir a partir de relaciones de sobrevivencia quinquenales. El modelo queda finalmente expresado por:

$$N_{x+5, x+9}^{t+5} = N_{x, x+4}^t \cdot P_{x, x+4}^{t/t+5} + B_{x+5, x+9}^{t+5} + I_{x+5, x+9}^{t+5} - E_{x+5, x+9}^{t+5} \quad (6)$$

Se requiere, por tanto, la preparación previa de los diversos insumos básicos, que constituyen la entrada de datos y que, en esencia, son:

- a.- Una población por sexo y grupos de edades a la fecha del momento que se tome como punto de inicio de la proyección. Esta población que se conoce como la "población base", se establece corrientemente al 30 de junio de un año específico y puede ser la que proviene de un censo, el de mejor calidad si existen varios, o una estimación aceptable proveniente de otras fuentes. Se trata, en definitiva, de construir un vector de población de la forma.

$$N_{x, x+4}^t \quad \text{para } x = 0, 5, 10, 15, \dots, 80$$

b.- Un conjunto de relaciones de sobrevivencia por sexo y grupos quinquenales de edad que reflejen las condiciones de mortalidad por sexo y edad de cada quinquenio y las respectivas esperanzas de vida al nacimiento que resuman el nivel de mortalidad implícito en dichas relaciones de sobrevivencia, es decir :

$$P_{5 \ x, \ x+4}^{t/t+5} \quad \text{para } x = 0, 5, 10, 15, \dots, 75$$

c.-El conjunto de tasas femeninas de fecundidad por grupos de edad, o las distribuciones relativas de la fecundidad por grupos de edades, que reflejen las probables condiciones de fecundidad que tendrá la población a lo largo de cada quinquenio y sus correspondientes niveles de fecundidad expresados por las tasas globales de fecundidad o las tasas brutas de reproducción, que correspondan a las tasas por edad. El modelo usa estas tasas para generar los nacimientos por grupos de edad de las mujeres en edad fértil.

$$f_{x, \ x+4}^{t/t+5} \quad \text{para } x = 15, 20, 25, \dots, 45$$

d.-Los volúmenes de migrantes netos, o las tasas netas de migración por sexo y grupos de edades para cada quinquenio, en este caso cifras estimados a la fecha o momento final del respectivo quinquenio. En ambos casos deben incluirse los volúmenes de la migración neta.

$$M_{x, x+4}^{t+5} = I_{x, x+4}^{t+5} - E_{x, x+4}^{t+5} \quad (7)$$

e.-Los niveles de masculinidad al nacimiento esto es una hipótesis sobre las condiciones como se distribuirán, por sexo, los nacimientos futuros. Lo corriente es utilizar una relación de masculinidad igual a 1,05.

A continuación se incluye un esquema que explica el funcionamiento del modelo de proyecciones por componentes que se sigue en el programa de proyecciones de población elaborado por las Naciones Unidas.

CAPITULO 5

Construcción de los elementos del INPUT de la proyección que se obtiene como proceso residual.

Se trata, en realidad, de una serie de elaboraciones algebraicas y cálculos demográficos que se realizan en forma automática y como un proceso interno de este programa de proyecciones regionales. Se va construyendo en forma sucesiva la población base, las leyes de mortalidad y fecundidad de cada período quinquenal y las cifras de la migración interna, estimadas estas últimas, para el final de cada uno de los períodos quinquenales.

Se definen así los elementos requeridos, por el método de los componentes para producir, adicionalmente, la proyección de la población residual, la proyección rural en el caso de que estar elaborando las proyecciones urbano-rural. El orden en que se explican los cálculos realizados esta en función de la forma como se van determinando o que van quedando definidos, por el programa de computación, los distintos componentes.

5.1 Determinación de la estimaciones de migración interna neta por sexo y grupos de edades del periodo de proyección para la población rural.

En principio, el primer componente demográfico que queda definido para la población residual es el relativo a la migración interna neta del periodo de proyección.

En el método de los componentes, los saldos migratorios deben darse en términos de saldos migratorios netos de cada período, por sexo y grupos de edad, o de tasas netas de migración, estimados para la fechas finales de cada quinquenio.

En el caso particular de las proyecciones urbano-rural, áreas que, por construcción, son complementarias respecto al total del país, se cumple que la migración interna neta asignada a una de ellas (la zona urbana, por ejemplo) debe, por la misma razón, ser en valor absoluto la misma para la zona rural, sólo que con signo contrario. Esta situación ocurriría siempre que se trabaje con dos áreas que sean complementarias con el nivel nacional.

Cabe mencionar, por otra parte, que si en la proyección nacional han sido considerados saldos migratorios internacionales deben ser incluidas junto con las cifras de la migración interna, teniendo en cuenta a su vez que podría afectar en forma diferencial a cada zona.

Si $MI_{x,x+4}^{t+5}$, representa la migración neta internacional de un sexo, de edad $x,x+4$, estimada al final del periodo en $t+5$, y si $MU_{x,x+4}^{t+5}$ representa los saldos migratorios netos para la zona urbana, incluyendo los efectos de la migración internacional, la estimación de los migrantes netos del mismo sexo y grupos de edad, estimados a la misma fecha $t+5$ para la zona rural, son calculados por el programa mediante la relación :

$$MR_{x,x+4}^{t+5} = MI_{x,x+4}^{t+5} - MU_{x,x+4}^{t+5} \quad (8)$$

$$x = 0, 5, 10, \dots, 80$$

MI, MU y MR representan la migración neta internacional, migración neta del área urbana y migración rural, respectivamente.

Resulta así que habiéndose efectuado, como paso previo, una proyección de la población urbana por el método de los componentes, la migración requerida para elaborar la proyección de la población rural es calculada, en forma interna por el programa de proyecciones regionales, a partir de los volúmenes de la migración internacional y la migración interna neta del área urbana.

Es importante tener presente este punto al preparar los insumos (INPUT) de cualquier tipo de área, ya que en la medida que en la migración interna es muy diferente según las zonas que se consideren, el programa define la migración de las áreas que se van obteniendo por residuo, conforme a la ecuación (8).

En general, la migración interna de un periodo de proyección queda definido por una matriz que tiene tantas líneas como grupos de edad, y tantas columnas como quinquenios se estén proyectando, o sea:

$$MR_{17 \times n} = MI_{17 \times n} - MU_{17 \times n} \quad (9)$$

o,

$$\begin{bmatrix} MR \\ x, x+4 \end{bmatrix}^{t+i} = \begin{bmatrix} MI \\ x, x+4 \end{bmatrix}^{t+i} - \begin{bmatrix} MU \\ x, x+4 \end{bmatrix}^{t+i} \quad (10)$$

$$i = 5, 10, 15, \dots, 30$$

$$x = 0, 5, 10, \dots, 80$$

Cuando deba trabajarse con un número elevado de áreas geográficas seña necesario hacer las identificaciones en forma adecuada de tal manera que sea posible establecer en cada caso si se trata de una región, una subregión dentro de una región de un sector de una región o subregión, etc.

Se dispondrá, en todo caso y cualquiera sea el nivel de la proyección, de una matriz con cifras de migrantes o tasas de migración que contienen tantas líneas como grupos de edades y tantas columnas como períodos de proyección.

$$\begin{matrix} MR \\ 17 \times n \end{matrix} = \begin{bmatrix} MR \\ x, x+4 \end{bmatrix}^{t+i} \quad i = 5, 10, 15, \dots, 30$$

Estas nuevas cifras de migración son incluidas en forma automática como INPUT del programa de computación para la elaboración de la proyección de la otra región, en este caso de la proyección de población del área rural.

5.2 Determinación de la población base del área rural o de la poblaciones residuales en general.

En toda proyección de población por el método de los componentes uno de los aspectos básicos del modelo es la necesidad de disponer de una población base. La misma, por lo regular, proviene de un censo evaluado y corregido. Es fundamental, entonces, que en el caso de las proyecciones regionales se haga la determinación de lo que constituye la población base para el total del país y para cada una de las regiones geográficas o áreas que se van a proyectar.

Debe controlarse que la suma de las poblaciones bases de las diversas áreas sea igual a la población nacional, tanto para el total como por sexo y grupos de edades. Esto, en el caso de hacerlo para las zonas urbana y rural, implica que para cada sexo y grupo de edad se satisfaga la relación:

$$N_{x,x+4}^t = U_{x,x+4}^t + R_{x,x+4}^t \quad (11)$$

$$x = 5, 10, 15, \dots, 80$$

$U_{x,x+4}^t$ y $R_{x,x+4}^t$, representan las poblaciones

por sexo de la zona urbana y rural, respectivamente, con edades $x, x+4$, en la fecha base de la proyección y $N_{x,x+4}^t$, la población total del país en el mismo momento.

Respecto al proceso de definición de la población base del área que surge por residuo, su población base, en cada caso, se construye en forma directa durante el proceso de cálculo simplemente como residuo de las poblaciones bases de las dos poblaciones que se construyen en forma directa, esto es, la población base nacional menos la población base del área urbana.

5.3 Determinación de la mortalidad implícita en las cifras de la población rural producidas por residuo

Tal como se requiere para una proyección por componentes, es necesario disponer de una proyección de la mortalidad en términos del nivel y del comportamiento por sexo y grupos de edades, para cada uno de los periodos proyectados. Eso significa que se requiere determinar cuáles son las relaciones de sobrevivencia por grupos de edad de cada sexo, y sus correspondientes esperanzas de vida al nacer.

Tales elementos son construidos sucesivamente, apoyándose cada vez en dos vectores que representan las poblaciones proyectadas de la zona rural de dos momentos, con diferencia de cinco años, y que quedan disponibles a partir de los residuos entre las poblaciones nacionales y las poblaciones urbanas; además debe

considerarse la migración interna neta del quinquenio, definida y determinada de la forma que se indicó en el punto 5.1

Como primera medida se han de determinar las relaciones de sobrevivencia de cada sexo, por grupos de edad, en base a un proceso inverso, a partir de las poblaciones definidas para dos momentos, por lo regular con intervalos de cinco años.

Las relaciones de sobrevivencia implícitas de cada quinquenio para cada grupo de edad y sexo, resultan así, por construcción, compatibles con las usadas para la proyección nacional y las de la zona urbana. Estas relaciones de sobrevivencia de la población rural son obtenidas a partir de ecuaciones del siguiente tipo.

$$P \frac{t+i/t+i+5}{5 \quad x, x+4} = \frac{R \frac{t+i+5}{x+5, x+9} - MR \frac{t+i+5}{x+5, x+9}}{R \frac{t+i}{x, x+4}} \quad (12)$$

$$i = 0, 5, 10, \dots, 25$$

$$x = 0, 5, 10, \dots, 75$$

en donde $R \frac{t+5}{x, x+4}$, constituye la población rural con edades $x, x+4$ al inicio de un periodo quinquenal (el año base cuando $i = 0$) y $R \frac{t+i}{x, x+4}$ la población rural i años más tarde, es decir, cifras proyectadas de la población rural. En este cálculo interviene además los saldos migratorios netos por sexo y grupos de edad, estimados, en cada caso, al final del respectivo periodo quinquenal esto es los términos identificados como :

$$MR \frac{t+5+i}{x+5, x+9}$$

Al final resulta, entonces, que las relaciones de sobrevivencia quinquenales por grupos de edades están dadas por la relación entre la población que se estima al final del periodo - sin considerar la migración - y la población inicial, esto es:

$$P_{5 \times x, x+4}^{t+i/t+i+5} = \frac{R_{x+5, x+9}^{t+i+5}}{R_{x, x+4}^{t+i}} \quad (13)$$

en la que $R_{x+5, x+9}^{t+5}$, representa la estimación de la población sobreviviente en el momento $t+5$, de la cohorte correspondiente a las personas que en el año base tenían edades comprendidas entre x y $x+4$.

Se dispondrá, en general, de una matriz con relaciones de sobrevivencia por grupos de edad para cada sexo formadas por tantas líneas como grupos de edades menos uno (el último grupo de edad es el de 75 y más) y tantas columnas como periodos de proyección).

$$P_{17 \times n} = [P_{5 \times x, x+4}^{t+i/t+i+5}] \quad i = 0, 5, 10, 15, 20, 25$$

Las relaciones de sobrevivencia obtenidas mediante este proceso serán, en principio, las relaciones de sobrevivencia requeridas para reproducir la población por sexo y grupos de edades de la población rural, utilizando a su vez el método de los componentes y, claro está, a partir del programa de computación elaborado por las Naciones Unidas. En la parte final del documento se incluye un listado del programa e información adicional sobre la forma de proceder.

Con este proceso de construcción de las relaciones de sobrevivencia se asegura un aspecto fundamental cual es que las sumas de las poblaciones urbana y rural de cada sexo y por grupos de edades sea igual a la población total del país proyectada previamente.

Cabe señalar que en cualquier caso en que se consideren dos áreas específicas, las cuales han de ser complementarias en relación a un área de mayor nivel, deben efectuarse las estimaciones sobre movilidad espacial y definir los saldos migratorios netos que se asignan a cada una de ellas. En todos los casos debe contener, además, los efectos respecto al resto del país, lo cual significa que los saldos netos se calculan como la suma algebraica de la migración que se produce al interior de las dos áreas específicas y la migración que afecta a cada una de ellas respecto al resto del país y con el exterior.

5.4 Cálculo de los niveles de mortalidad por sexo correspondientes a las relaciones de sobrevivencia construidas conforme a lo señalado en el punto 5.3

La estructura de la mortalidad definida por el conjunto de relaciones de sobrevivencia, lleva implícito un nivel de mortalidad, nivel que por la forma de derivación de las relaciones de sobrevivencia, es - por construcción - compatible con los definidos para la zona urbana y con los del total del país.

En base a estas nuevas relaciones de sobrevivencia del área rural, calculadas conforme a lo indicado en el punto 5.3, se puede determinar a su vez los niveles de mortalidad por sexo, en términos de la esperanza de vida al nacimiento, utilizando la siguiente relación:

$$e_o = 5 \cdot \frac{P}{5b} + 5 \cdot \frac{P}{5b} \cdot \frac{P}{0-4} + \dots + 5 \cdot \frac{P}{5b} \cdot \frac{P}{0-4} \cdot \frac{P}{5-9} \dots \frac{P}{1-75y+} \quad (14)$$

75Y+

Mediante esta relación se llega a la esperanza de vida al nacimiento de cada uno de los sexos. Dichos niveles permiten un análisis comparativo con los definidos para el área urbana y el total del país y, por tanto, la evaluación y control de aspectos de interés, como son:

- a.- asegurar que las diferencias de mortalidad entre los sexos, que se define para cada zona, ya sea por construcción o las derivadas en forma interna mantengan la coherencia esperada en cuanto a sobremortalidad femenina y que las diferencias de mortalidad entre zonas se mantengan a los niveles adecuados.
- b.- que la evolución de los niveles de mortalidad de cada uno de los sexos en todas y cada una de las áreas mantengan una coherencia satisfactoria, esto es, que en todas las áreas se produzcan ganancias entre un quinquenio y otro.

Al final se obtienen cifras para la serie de quinquenios proyectados, que permiten efectuar una comparación respecto a los niveles y tendencias de la mortalidad de cada zona y sus relaciones respecto al total del país, según sexo y edad.

Se logra conseguir así indicaciones precisas sobre la validez de los supuestos utilizados en el establecimiento de los niveles de mortalidad por sexo y edad, usados en la proyección de la población urbana, y de esa manera tener evidencias sobre la conveniencia de aceptarlos, o modificarlos en caso de que los

valores resultantes para la población del área rural parezcan inaceptables e incluso contradictorios.

De este proceso pueden resultar indicaciones sobre la conveniencia de efectuar cambios en los supuestos de las tendencias de las proyecciones de la mortalidad, de la fecundidad, o incluso sobre la migración neta de cada área. Se pueden hacer modificaciones buscando establecer la dinámica de evolución demográfica más adecuada para las áreas en conjunto, teniendo en cuenta el conocimiento que se tenga sobre el comportamiento histórico del pasado y que muestre una coherencia satisfactoria en términos de la diferencias por sexo, y de cada área respecto a las demás.

También, cuando las proyecciones se realizan para un mayor número de áreas, se podrían efectuar los controles y modificaciones para lograr proyecciones regionales coherentes en términos de las diferencias regionales que suelen existir y sobre las cuales pueda haber algún tipo de evidencia.

5.5 Derivación de la fecundidad de la población del área rural

El otro componente demográfico requerido para elaborar una proyección de población por el método de los componentes es la fecundidad. Como en el caso de la mortalidad el comportamiento histórico y su proyección plantean la necesidad de poder hacer un diagnóstico de cuáles han sido sus niveles más recientes y las características según la edad de las mujeres.

El nivel, corrientemente se expresa en tasas globales de fecundidad o en tasas brutas de reproducción y su estructura, mediante las tasas de fecundidad por edad de las mujeres en edad fértil. Otra vez, lo más importante del sistema es que tales elementos, para la población rural y todas las que se obtengan por residuo, deberán ser compatibles con las cifras definidas para la población total y para el área urbana.

5.6- Determinación de los nacimientos por grupos de edad de las mujeres, de cada quinquenio.

El programa de proyecciones de población de las Naciones Unidas, modificado en Celade, permite obtener, en base a las tasas de fecundidad por edad, $f_{x,x+4}$, y a las poblaciones medias de cada período quinquenal, el número de nacimientos por grupos de edad de las mujeres. Este cálculo se realiza tanto para el total del país como para la población proyectada del área urbana.

$$\begin{matrix} t+i/t+i+5 \\ \text{BN} \\ (x, x+4) \end{matrix} = 5. \begin{matrix} t, t+5 \\ f \\ x, x+4 \end{matrix} \cdot \begin{matrix} _t/t+5 \\ N \\ x, x+4 \end{matrix} \quad (15)$$

$$\begin{matrix} t+i/t+i+5 \\ \text{BU} \\ (x, x+4) \end{matrix} = 5. \begin{matrix} t/t+5 \\ f \\ x, x+4 \end{matrix} \cdot \begin{matrix} _t/t+5 \\ N \\ x, x+4 \end{matrix} \quad (16)$$

para $i = 5, 10, \dots, 25$; $x = 15, 20, \dots, 45$

$(x, x+4)$ representa los grupos de edad de las mujeres en edada fértil, esto es, $15 < x < 50$. Quedan, por tanto, definidas dos matrices de nacimientos que tienen tantas líneas como grupos de mujeres y tantas columnas como períodos proyectados.

$$\begin{matrix} \text{BN} \\ 7 \times n \end{matrix} = \begin{bmatrix} t+i/t+i+5 \\ \text{BN} \\ (x, x+4) \end{bmatrix}$$

$$\begin{matrix} \text{BU} \\ 7 \times n \end{matrix} = \begin{bmatrix} t+i/t+i+5 \\ \text{BU} \\ (x, x+4) \end{bmatrix}$$

$i = 0, 5, \dots, 25$; $x = 15, 20, \dots, 45$

Por diferencia, de los nacimientos estimados para el nivel nacional, y los estimados para el área urbana, en cada edad, se obtiene una estimación de los nacimientos que se esperan han de ocurrir, por quinquenio, entre las mujeres rurales.

$$\begin{matrix} \text{BR} \\ 7 \times n \end{matrix} = \begin{matrix} \text{BN} \\ 7 \times n \end{matrix} - \begin{matrix} \text{BU} \\ 7 \times n \end{matrix} \quad (17)$$

Estas nuevas cifras de nacimientos resultan compatibles, por construcción, con los totales nacionales y con los que se estima han de ocurrir entre las mujeres del área urbana. En líneas generales, se tiene:

$$\begin{matrix} t+i \\ \text{BN} \\ (x, x+4) \end{matrix} = \begin{matrix} t+i \\ \text{BU} \\ (x, x+4) \end{matrix} + \begin{matrix} t+i \\ \text{BR} \\ (x, x+4) \end{matrix} \quad (18)$$

Los subíndices (x,x+4), indican en estos casos los grupos de edad de las mujeres a que corresponden los nacimientos. De otro lado, BN, BU Y BR, se refieren a nacimientos del total del país, nacimientos urbanos y rurales, respectivamente.

5.7 Determinación de las tasas de fecundidad por edad de la población rural

Una vez que han sido obtenidos los nacimientos de cada quinquenio o periodo, por grupos de edad de las mujeres del area rural, y contando asimismo con las estimaciones de las poblaciones medias femeninas por grupos de edad, se pueden determinar las tasas de fecundidad por edad correspondientes a la población del area rural, mediante la siguiente relación:

$$f_{x,x+4}^{t/t+5} = \frac{BR_{(x,x+4)}^{t/t+5}}{R_{x,x+4}^{t/t+5}}$$

$$t = 0, 5, 10, \dots, 30$$

$$x = 15, 20, \dots, 45$$

Siendo $R_{x,x+4}^{t/t+5}$, la población media femenina del área rural, por grupos de edad, estimada a mitad del periodo quinquenal respectivo.

El promedio por grupos de edad de la población femenina en edad fértil se puede obtener con los datos ya procesados anteriormente en base a las cifras residuales, simplemente como un promedio aritmético de los grupos de edad de dos vectores contiguos correspondientes a dos periodos de proyección separados por cinco años, es decir:

$$R_{-t/t+t} = \frac{1}{2} (R_t + R_{t+5})$$

Con dichas tasas se calcula el nivel de fecundidad (tasa global de fecundidad) mediante la siguiente relación.

$$TGF^r = 5 \cdot \frac{\sqrt[t/t+5]{f}}{x, x+4}$$

Por otra parte, como en el caso particular de la mortalidad, es posible efectuar un análisis de la consistencia en los niveles y tendencias de la fecundidad en cada zona - y de las dos en conjunto respecto al total del país. Si se dispone de información del pasado, se podrá analizar la coherencia y compatibilidad de los niveles y estructuras de la fecundidad resultantes y, en todo caso, hacer ajustes buscando resultados más acordes con las condiciones particulares de las áreas que se consideran.

5.8 - Proyección de la población por sexo y grupos de edades de la zona rural, por el método de los componentes

Una vez construidos los diversos componentes demográficos, la mortalidad, la fecundidad y la migración neta, así como la población base por sexo y grupos de edad, que constituyen los insumos requeridos para elaborar una proyección por componentes, el programa elabora la proyección de la población rural utilizando ahora el método de los componentes de las Naciones Unidas, al igual que se hizo para el total del país y para la zona urbana.

De esta manera, cuando los niveles y estructuras de la mortalidad y fecundidad son los aceptados, se llega a tener un juego de proyecciones de población por sexo y grupos de edades para las zonas urbana y rural, en este caso, compatibles en forma total con las proyecciones nacionales elaboradas en primera instancia, las cuales, a su vez, han servido de cota o marco de la evolución demográfica del país en su conjunto.

Se obtienen resultados que, sin duda, aseguran evoluciones coherentes de las variables demográficas, al interior de cada zona, y de cada una de ellas respecto a la otra y al total del país. Se llega, además a resultados de población que son coherentes en todo momento y, lo que es más, a construir para las dos áreas toda la gama de indicadores con que se resume la dinámica demográfica en una proyección por el método de los componentes.

Partiendo de una proyección nacional, y si el interés es producir proyecciones de población para un total de n áreas, es necesario repetir el proceso de las proyecciones regionales n-1 veces.

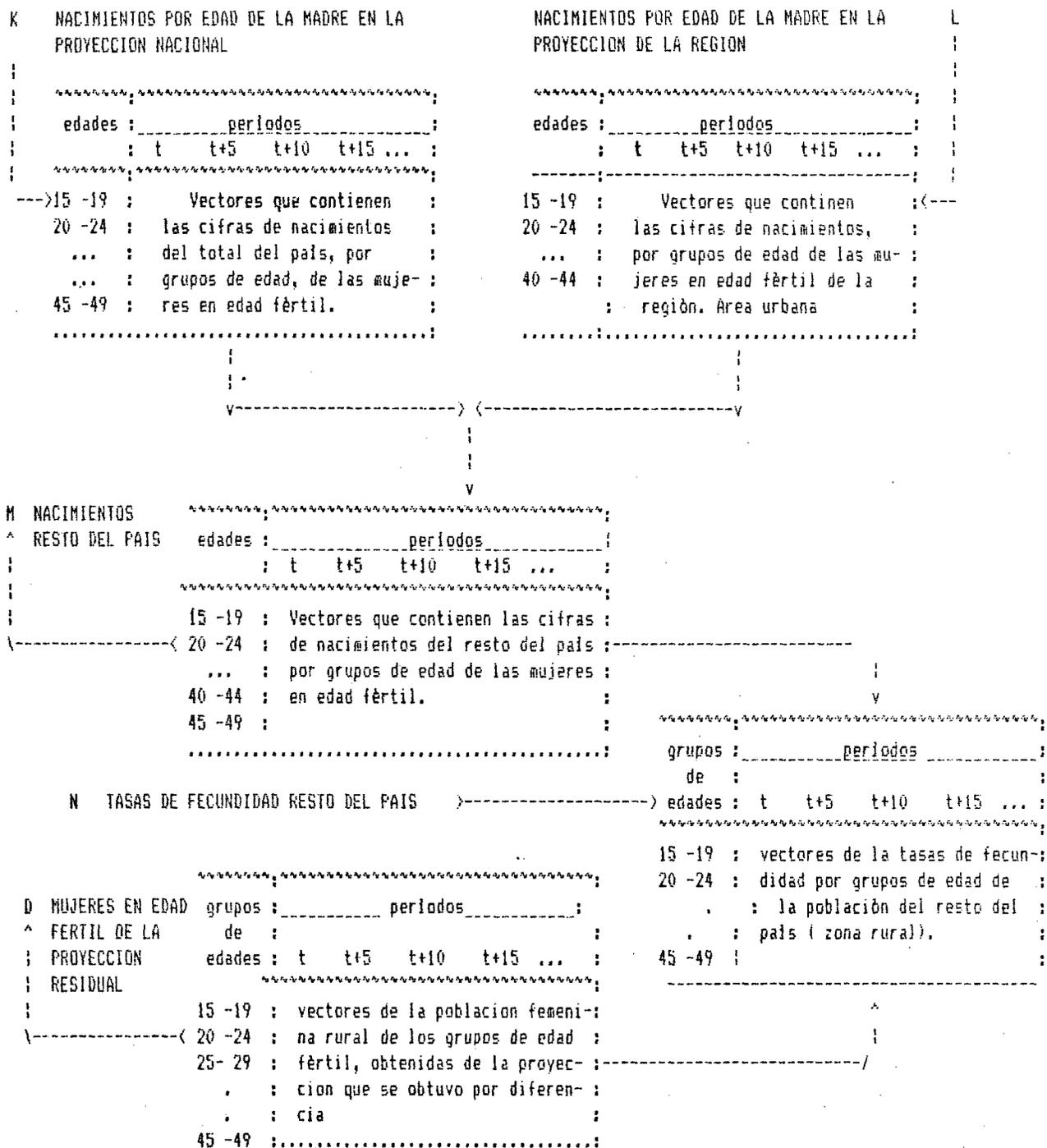
En cada oportunidad, a su vez, será necesario ir incorporando información adicional necesaria sobre mortalidad, fecundidad, y migración interna de cada una de las áreas que se desea proyectar. Es necesario que la migración interna se refiera a la movilidad respecto al nuevo resto que se crea.

Todos los pasos anteriores, sin embargo, están incorporados en el programa de proyecciones el cual, se describe en forma más amplia en el capítulo 6. A continuación se presenta un diagrama general sobre la forma de funcionamiento, del programa de proyecciones regionales expuesto anteriormente y, con el cual se busca resumir las ideas básicas del sistema propuesto acá para elaborar las proyecciones de áreas geográficas.

2.- derivación de la migración interna de la región complementaria

E	MIGRACION INTERNACIONAL	MIGRACION INTERNA DE LA REGION(URBANA)	F
;;	
	grupos : _____ periodos y sexo _____ :	grupos : _____ periodos y sexo _____ :	
	de : t t+5 t+10 t+15 ... :	de : t t+5 t+10 t+15 ... :	
	edades : m f m f m f m f :	edades : m f m f m f m f :	
;;	
	0 - 4 : Vectores que contienen las :	0 - 4 : Vectores que contienen las :	
----->	5 - 9 : cifra de migración interna- :	5 - 9 : cifras de migrantes internos :	
	10-14 : cional neta por grupos de :	10-14 : netos, por sexo y grupos de :<---	
	. : edades. :	. : edad, de la región (urbana) :	
	. : :	. : incluido el componente inter- :	
	. : :	. : nacional si existe. :	
	80 y+ :.....:	80 y+ :.....:	
	v	v	
	-----> <-----		
	v	v	
;;	
G	grupos : _____ periodos y sexo _____ :		
^	de : t t+5 t+10 t+15 ... :		
MIGRANTES NETOS DEL	edades : m f m f m f m f :		
RESTO DEL PAIS(RURAL);		
	0 - 4 : vectores de la migracion :		
	5 - 9 : interna neta del resto del :		
	10-14 : pais (rural), por grupos de :		
	. : edades. Diferencia entre la :		
-----<	. : migración internacional y :		
	. : la de la región urbana. :		
	80 y+ :.....:		

4.- Derivacion de los nacimientos por edad de la madre resto pais.



CAPITULO 6

FUNCIONAMIENTO Y USO DEL PROGRAMA DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA DEL SISTEMA DE PROYECCION REGIONAL

Para facilitar la utilización de la metodología desarrollada en este documento (la producción de proyecciones regionales de población), se elaboró un programa de computadora que facilita la generación de los datos básicos de la región complementaria o residual en base a los datos para la proyección nacional y los datos para la proyección de la región. Lo que se logra entonces es construir los datos de entrada para la otra región conforme a lo requerido por el programa de proyecciones de las Naciones Unidas.

En este capítulo se presentan algunos aspectos sobre el funcionamiento y forma de operación del sistema de proyecciones regionales. Se incluye también un listado del programa fuente del programa, en lenguaje FORTRAN IV, el cual puede ser instalado en casi cualquier computadores que posean un compilador de Fortran. Recientemente se ha elaborado una versión para uso en microcomputadores compatibles con IBM.

6.1- Función del programa

El programa proyecta la población de una región, luego la de un sector de esta región y, finalmente, lo hace con la población de la región complementaria a la del sector ya proyectado. O sea, en un proceso de proyección para dos áreas de un país, y considerando una vez más como ejemplo el caso urbano - rural, se tendrá:

- Proyección del total del país.
- Proyección del área urbana (sector particular del país).
- Proyección del área rural (sector complementario del área urbana).

Las proyecciones se hacen mediante el Programa de Proyecciones de Población de las Naciones Unidas, el cual utiliza el método de los componentes.

6.2- Datos de entrada.

El programa requiere dos conjuntos de datos de entrada, es decir, dos archivos de datos con el mismo tipo de estructura y con el formato requerido por el programa de proyecciones de las Naciones Unidas. Estos archivos que deben ser creados previamente son:

- datos para la proyección de la región mayor (país, región o resto). Por ejemplo: total país

- datos para la proyección de la región menor (región o resto). Por ejemplo: área urbana

Ambos archivos deben contener los datos en el formato que lo requiere el programa de proyecciones de las Naciones Unidas, con las correspondientes poblaciones bases, hipótesis de migración, fecundidad y mortalidad. Este formato debe consultarse en la documentación correspondiente del programa de proyecciones de las Naciones Unidas 1/.

Los datos para la tercera proyección son construidos por el programa mismo, en forma automática y en base a los datos de la proyección nacional y los datos correspondientes al área urbana. Los incorpora automáticamente, creando un nuevo archivo, y produce los resultados de la tercera proyección - los del área rural- usando, como en los casos anteriores, el programa de Naciones Unidas.

6.3- Resultados obtenidos.

El Sistema de Proyecciones Regionales genera las siguientes tres proyecciones de población a través de programa de proyecciones de las Naciones Unidas:

- proyección de población de la región mayor (país, región o resto). Por ejemplo: total país

- proyección de población de la región menor (región o resto). Por ejemplo: área urbana.

Además el Sistema de Proyecciones Regionales genera otro archivo, con los datos construidos por el programa de proyecciones para la tercera proyección, en este caso la del área

rural.

1/ United Nations. A user's manual to the population projection computer programme of the Population Division of the United Nations. ESA/P/WP. 77. 26 January 1982.

6.4- Algunas limitaciones o restricciones que deben ser tenidas en cuenta al usar el programa de proyecciones regionales

- a) El programa de proyecciones de las Naciones Unidas no puede ser utilizado en toda su extensión y con todas sus posibilidades. Por una parte solo es posible proyectar una variante a la vez, lo que implica que en caso de requerir proyecciones regionales con más de una variante deberá correrse el programa tantas veces como variantes se desee.
- b) La proyección de la región inicial, corrientemente el total del país, puede hacerse hasta por los 250 años que permite el programa de proyecciones (50 quinquenios) en la versión del sistema para computadores grandes, y hasta 75 años (15 quinquenios) en la versión para microcomputadores. En el caso de las regiones menores del mismo que se hagan con este sistema, solo es posible hacer la proyección hasta por un periodo de 30 años (6 quinquenios). Además, las proyecciones de las áreas menores sucesivas quedarán - por la misma razón- limitadas en su extensión de proyección al mismo periodo de la región de la cual se obtienen. Este periodo debe ser menor o a lo sumo igual al de la proyección del país.
- c) Las proyecciones deben ser prospectivas (de tipo cero). Tampoco es posible proyectar utilizando las tablas modelo de las Naciones Unidas.
- d) Una limitación adicional del programa de proyecciones regionales es que no se puede utilizar la opción que calcula las poblaciones proyectadas por edades simples en el tramo 5 a 24 años.

6.5- Construcción de archivos para el resto del sector

Para la proyección del área residual (sector rural en este ejemplo) se necesitan datos de la población por grupos de edad, migración interna, mortalidad y fecundidad. Estos datos son calculados en base a los datos nacionales y los de la región como se indica en este documento.

La población base del área rural resulta de la diferencia

entre la población total del país y la población de la región urbana. Por este motivo, el año base de la proyección de la región debe estar incluido en el período de proyección del total nacional.

La migración, al igual que la población, se calcula como la diferencia entre la migración del total del país y la migración de la región en el período correspondiente.

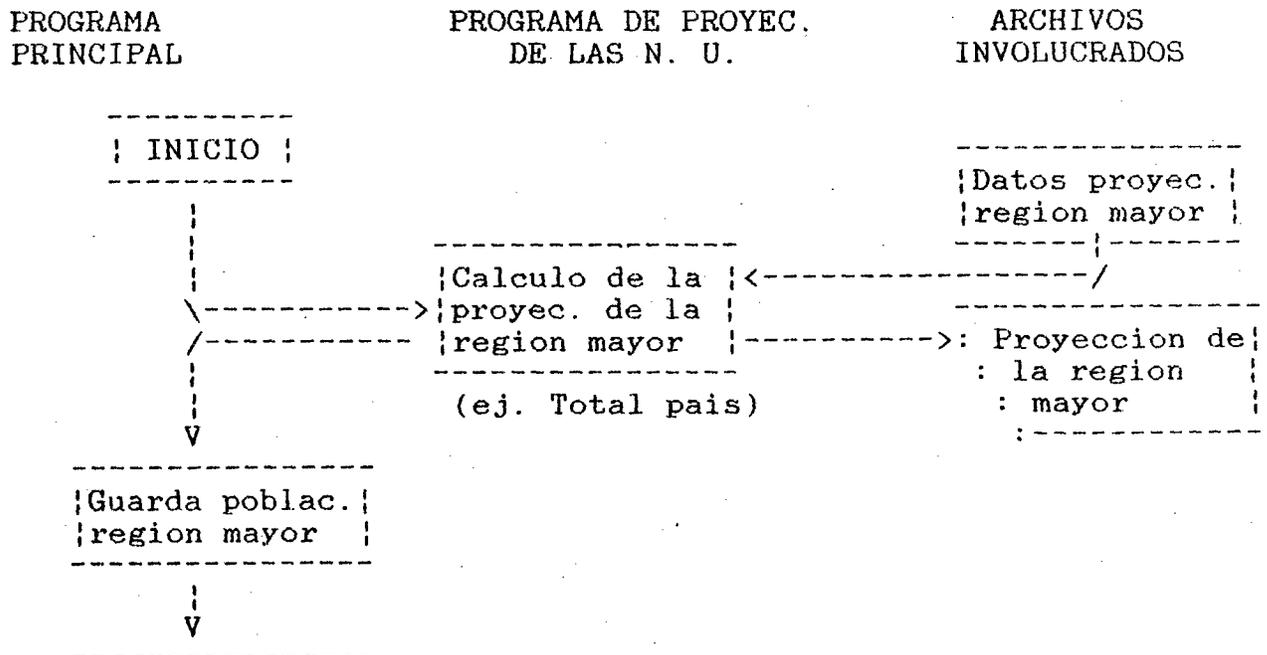
Las tasas de fecundidad son calculadas en base a los datos de población y de nacimientos por edad de la madre. También se obtiene la tasa global de fecundidad. La mortalidad es calculada en base a los datos de población y migración y las esperanzas de vida son obtenidas en base a la mortalidad por edad que se calcula previamente.

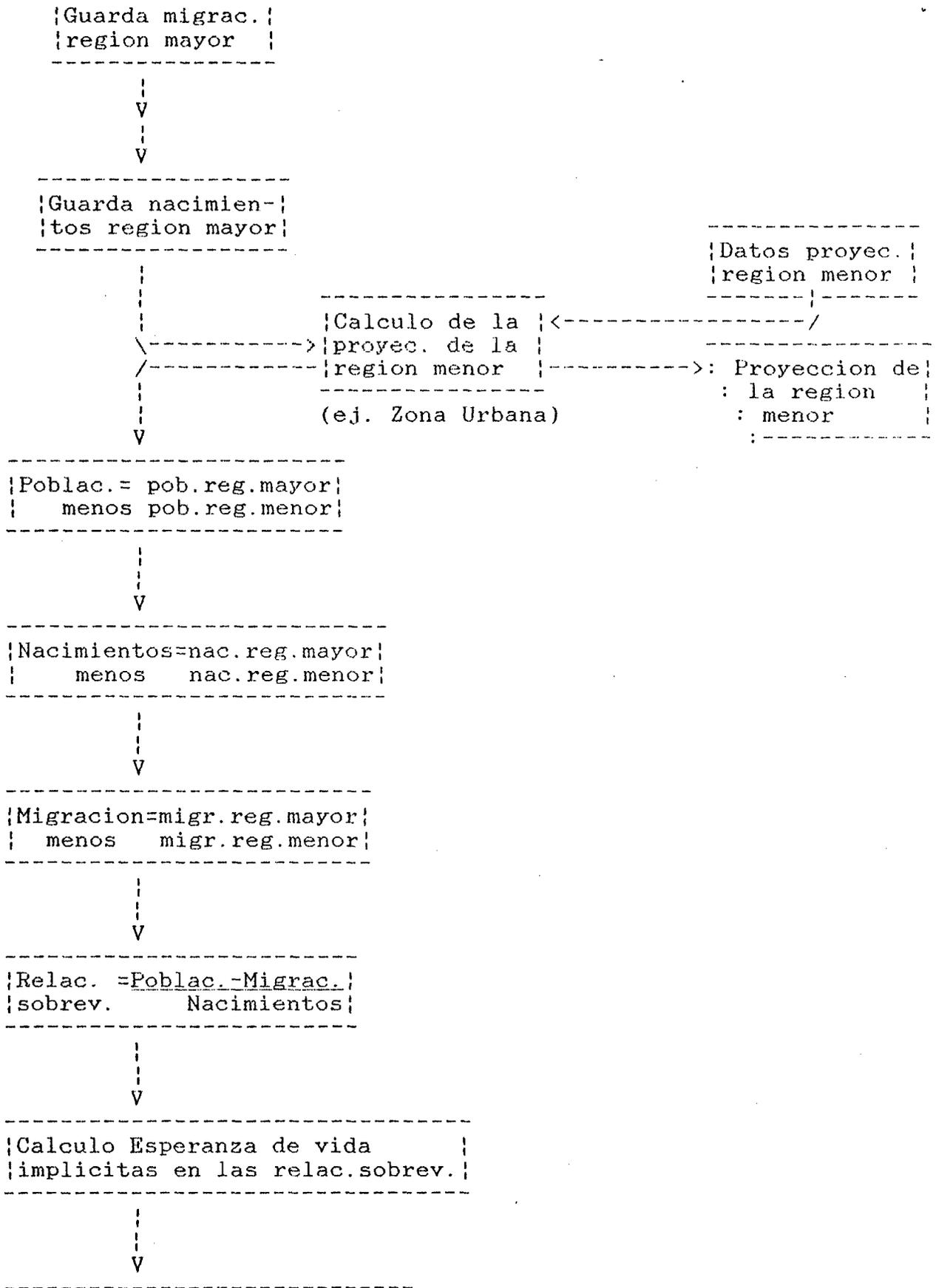
Con estos resultados se crea un archivo con el formato requerido por el programa de proyecciones. Otros datos (parámetros, comentarios, variantes, etc.), son tomados de los que se especifican en la proyección del sector particular.

6.6- Esquema del funcionamiento del sistema de proyecciones regionales

Se puede resumir el funcionamiento del sistema de proyecciones regionales, mostrando la forma como interactúa el programa principal de este sistema con el programa de proyecciones de las Naciones Unidas y los archivos de datos involucrados.

SISTEMA DE PROYECCIONES REGIONALES





```

|Tasas = Nacimientos *.4|
|fecund. (Pob.(j)+Pob.(j+1))|
-----

```

```

|
| V
|
| V

```

```

|Creacion del archivo |
|con los datos del resto|-----\
|de la region         |
|-----|

```

```

|-----|
|Datos proyec. |
|resto region  |
|-----|

```

```

|-----|
|Calculo de la | <-----/
|proyec. del   |
|resto region  |
|-----|

```

```

|-----|
|: Proyeccion  |
|: del resto   |
|: la region   |
|:-----|

```

```

(ej. Zona Rural)

```

```

|-----|
| FIN |
|-----|

```

6.7- Implementación del programa

El programa original fue escrito en Fortran 66 (equivalente a Fortran IV) para un computador Burroughs 6900, pero existen versiones para computadores IBM utilizando los sistemas operativos OS, DOS y CMS.

Por la extensión de las matrices de trabajo que manipula este programa requiere gran capacidad de memoria. En términos generales se requiere disponer de una máquina de por lo menos 256k de memoria principal para la versión de computadores grandes y al menos 220k libres para la versión de microcomputadores.

El programa utiliza tres archivos en disco y un archivo de impresión, como se describe a continuación.

UNIDAD LOGICA	UTILIZACION	CONTENIDO DEL ARCHIVO
6	salida	impresión de resultados
7	entrada	datos para proyección nacional.
8	entrada	datos para proyección de la región (área urbana).

sector particular (área urbana en este caso). Su formato también es el que necesita el programa de proyecciones de las Naciones Unidas.

<archivo3>= Nombre del archivo, como va a quedar en disco con los datos de la población del resto del país y con el formato utilizado por el programa de proyecciones. Como este archivo va a ser creado, no debe existir otro archivo en disco con ese nombre.

6.9- Versión para microcomputadores

La versión para microcomputadores IBM y compatibles, consiste en un programa objeto que requiere al menos 220k de memoria RAM libres. Este programa correrá en cualquier microcomputador que utilice el sistema operativo MS_DOS.

Creación de los archivos de datos

Para generar los archivos con los datos de población base, migración, fecundidad y mortalidad, en el formato que lo exige el programa de proyecciones de las Naciones Unidas, es necesario utilizar un editor de texto o un procesador de palabras. El editor de líneas del MS-DOS (EDLIN) puede ser utilizado para este propósito, o bien, el procesador de palabras WORD-STAR en su modo de NO DOCUMENTO; en ambos casos se debe tener el siguiente cuidado: **cada línea de datos debe llenarse con caracteres blancos hasta la columna 80**, pues de lo contrario probablemente el programa se cancelará.

Ejecución del programa

Para ejecutar el programa simplemente hay que montar el diskette donde se encuentra el archivo "DIFREGR.EXE", y dar la instrucción:

DIFREGR

con lo cual se cargará a memoria y empezará su ejecución, en seguida saldrá el siguiente mensaje:

De el nombre del archivo de salida

al cual hay que responderle con el nombre del archivo en el cual se quieren dejar las tres proyecciones, o bien, se contesta con el nombre "PRN" que indica que las proyecciones se deben enviar directamente a la impresora.

Seguidamente el programa dará el mensaje:

De el nombre del archivo con los datos de la region mayor

y debe responderse con el nombre del archivo donde residen los

datos de la region mayor (ej. total país).

Luego el programa dará el mensaje:

De el nombre del archivo con los datos de la region menor

debe responderse con el nombre del archivo donde residen los datos de la region menor (ej. área urbana).

Y finalmente, el programa dará el mensaje:

De el nombre del archivo con los datos del resto de la region

el cual debe responderse con el nombre del archivo donde residen los datos del resto de la region (ej. área rural).

En adelante el programa calculará las proyecciones deseadas, y dará el mensaje "Stop - program terminated" cuando termine su ejecución.