

Capítulo 4

Proyección de la Población Económicamente Activa

Para la proyección de la población económicamente activa, se usará el método de los componentes, descrito en el capítulo anterior. Primero se estimará una población base confiable a través de diferentes métodos demográficos y posteriormente se analizarán las tasas de Natalidad, Mortalidad y Migración, con el fin de predecir su comportamiento y con esto estimar la población en el año deseado.

4.1. Población Base

En el presente estudio se usará como población base la obtenida del XII Censo General de Población y Vivienda del 2000 con fecha oficial el 14 de febrero del mismo año para la República Mexicana y para el estado de Puebla. La población fue tomada separadamente para hombres y mujeres y en grupos quinquenales de edad que van hasta el grupo de 85 años de edad o más. Primero, se le realizaron ajustes por declaraciones inexactas de edad y/o empadronamiento defectuoso de los grupos de edad de población¹. Debido a que con la serie de ajustes llevada a cabo la suma total de la población no coincide con la población inicial, cada una de las cifras obtenidas deben ser prorrateadas con la finalidad de que al sumar la población total corregida, ésta coincida con la población total tomada inicialmente. Es decir, para el caso de la República Mexicana cada uno de los grupos de edad fue multiplicado por $46558578/46578312=0.999576$ para

¹ Ver apartado 3.2.1.2

el caso de los hombres y $48871033/48906101=0.999282947$ en el caso de las mujeres. Para el caso de Puebla cada uno de los grupos de edad fue multiplicado por $2368520/2369611=0.999539402$ para el caso de los varones y $2547483/2549842=0.999074943$ para el caso de las mujeres².

Continuando con los cálculos, se necesita ubicar la población ajustada a mitad de año, es decir, al 30 de Junio del 2000 donde se utilizaron los datos proporcionados por el CONAPO³ de la población existente tanto para la República Mexicana como para el estado de Puebla en dicha fecha. En este punto, se empleó la técnica denominada prorrateo para lo cual sólo fue necesario sacar la proporción de la población estimada por el CONAPO al 30 de Junio y la población corregida y ajustada al 14 de febrero. En este caso, la población estimada por el CONAPO para la República Mexicana para hombres y mujeres fue de 50059744 y 50499519 respectivamente. Para el estado de Puebla la población estimada varonil y femenil por el CONAPO fue de 2583195 y 2650330 respectivamente. Por otra parte, la población total ajustada para el caso de la República Mexicana al 14 de febrero ascendió 48871033 mujeres habitantes y la varonil 46558578 dando como resultado que las relaciones sean iguales a 1.033322 y 1.075414 respectivamente. Estas cantidades son multiplicadas por la población existente en cada grupo de edad para cada sexo, de esta forma se obtiene la población para la República Mexicana en grupos quinquenales de edad a mitad de año del 2000, la cual es tomada como punto de partida para la proyección de la población económicamente activa. Lo mismo se hace para el caso del estado de Puebla donde la población total ajustada al 14

² Ver Anexo: Población base.

³ <http://www.conapo.gob.mx>

de febrero ascendió 2368520 en hombres y 2547483 en mujeres dando como resultado 1.090678989 y 1.040372006 respectivamente.

Además de calcular esta población base, se debe estimar la población media \bar{N}^z ⁴ de 1990 y 1995, esto con el fin de posteriormente analizar las tasas de Natalidad, Mortalidad y Migración. De esta manera, se tomaron datos del XI Censo Nacional de Población 1990 con fecha oficial 12 de marzo del mismo año y del Conteo de Población y Vivienda de 1995 con fecha oficial 5 de noviembre. A estas poblaciones se les aplicaron los ajustes por mal empadronamiento o declaración defectuosa y posteriormente se pusieron en fecha 30 de junio.

En el caso del XI Censo Nacional de Población se usó la técnica descrita en el apartado 3.2.1.1 denominada interpolación respecto al tiempo. De esta manera, primero, se tiene que de la fecha oficial del censo de 1990 a el 30 de junio faltan 3.5 meses y del 30 de junio de 1990 al 5 de noviembre de 1995, fecha del conteo de 1995, faltan aproximadamente 5 años y cuatro meses. Con lo anterior y si se considera que un año tiene 12 meses y tomamos al mes como unidad, tendremos que 3.5 meses son $7/24$ y los 5 años con 4 meses, representarían $5 \frac{1}{3}$. Para evitar el uso de fracciones basta multiplicar esta relaciones por su máximo común divisor, que en este caso es 24, así obtenemos una relación 7 a 128. Así solo resta multiplicar la población ajustada de 1990

⁴ Ver Anexo: Conceptos y Medidas Poblacionales.

por 128 y la del conteo por 7 para cada grupo de edad; a continuación ambas cantidades son sumadas y divididas entre 135⁵.

⁵ Ver Anexo: Población base.

Para el Censo de Población y Vivienda de 1995 la técnica a emplear es diferente, ya que la fecha oficial es 5 de noviembre, que es posterior a la deseada. De esta manera utilizaremos el método matemático de crecimiento exponencial⁶. Primeramente se necesita conocer la tasa de crecimiento de la población r para cada grupo de edad, por ejemplo, para el grupo de varones, de 10 a 14 años, en el caso de la República Mexicana en el año 1990, tenemos una población de 5230658 y para el año 1995 la población asciende a 5404261, para conocer la razón de cambio antes mencionada, basta con hacer la diferencia entre la población de 1995 y la de 1990 y posteriormente dividirla entre la de 1990. De esta manera la tasa de crecimiento es $r = 0,033190$, esto se hace para cada grupo de edad. Ahora solo falta conocer el tiempo que ha transcurrido desde el 12 de marzo de 1990 hasta el 30 de junio de 1995. En este periodo han transcurrido aproximadamente 62 meses, pero la tasa que tenemos de crecimiento corresponde al crecimiento de la población en 68 meses, es decir, del 12 de marzo al 5 de noviembre, fechas del censo y del conteo, respectivamente. De esta manera, la razón de tiempo a emplear en la fórmula de crecimiento exponencial es $62/68$. Una vez que se poseen estos datos se procede a obtener la población media de 1995, para hacerlo basta tomar la población de 1990 y sustituirla en el modelo exponencial.

Ya con nuestras poblaciones corregidas y ajustadas, podemos comenzar a trabajar en la proyección y en la determinación de nuestras tasas de Natalidad, Mortalidad, Migración y Participación.

⁶ Ver apartado 3.1.3

4.2 Obtención de Poblaciones Medias

Para poder analizar el comportamiento que tendrán en el futuro las tasas en las que estamos interesados, debemos conocer las poblaciones medias de los años 1996,1997, 1998 y 1999. Desgraciadamente, no contamos con esta información, pero mediante el modelo poblacional descrito en el apartado 3.4 se puede obtener una estimación. Primero de debe conocer la tasa media anual de crecimiento de la población, entre los periodos que se posee información, para nuestro caso, la tasa de crecimiento media anual del periodo 1995-2000. Según datos del INEGI, el crecimiento experimentado por la población mexicana es de 1.6% y de 2.2% para el Estado de Puebla. Ahora, solo falta conocer los valores de a y de b para poder hacer nuestra estimación. Algunos ecólogos estiman que el valor de a es de .029 y mediante un pequeño despeje se puede conocer el valor de b , el despeje se muestra a continuación:

$$b = \frac{a - \text{tasa_de_crecimiento}}{P_0}$$

Una vez conociendo estos valores bastará sustituirlos para grupo de edad y para cada sexo en la siguiente ecuación:

$$p(t) = \frac{ap_0}{bp_0 + (a - bp_0) \cdot \exp[-a \cdot (t - t_0)]}$$

Este proceso se debe repetir para cada año del que se desea conocer la población media.⁷. Por ejemplo, para conocer la población de varones a nivel nacional del grupo de edad 5-9 del año 1996, se toma la población de este mismo grupo en el año 1995, que en nuestro caso es igual 5515644, al sustituir en la fórmula obtenemos que la población en el próximo periodo será de 5673412. Así, el proceso se debe repetir para cada grupo de edad.

4.3 Evolución y Proyección de la Mortalidad

Como es sabido, la supervivencia y la salud constituyen una aspiración fundamental para la sociedad, debido a esto la mayor parte de las personas se han dado a la tarea de buscar formas para prolongar la esperanza de vida. Dentro de los mayores logros que ha obtenido México se encuentra la disminución de la mortalidad. Por ejemplo, en 1930 la esperanza de vida de los varones era de 35 años y las mujeres alcanzaban los 37 años de edad. Posteriormente, en 1994 este indicador mostraba 69 y 75 años respectivamente.

Para la elaboración de las proyecciones de la mortalidad fue necesario recopilar datos que permitieran calcular las tasas de mortalidad específicas por grupos de edad ${}_n m_x$. Esta información fue tomada de los cuadernos 4, 9-13 de Estadísticas Demográficas, proporcionados por el INEGI. La información a emplear corresponde a los años 1990, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999.

⁷ Ver Anexo: Poblaciones Medias.

Una vez obtenido el número de defunciones en cada uno de estos años y para cada grupo de sexo y edad, se procede a calcular las tasas centrales de mortalidad para cada año y grupo de edad, para obtenerlas basta dividir el número de defunciones entre la población media correspondiente. Las tasas resultantes pueden observarse en el anexo Mortalidad. Es importante diferenciar entre las tasas de mortalidad masculinas y femeninas, ya que la esperanza de vida femenina varía en gran medida de la masculina.

Por otra parte, el grupo de edad 0-4 debe ser dividido en dos, aquellos que son menores de 1 año y los que tienen entre 1 y 4 años de edad debido a la diferencia que existe en las tasas de mortalidad en esas edades.

Ya con las tasas centrales de mortalidad, es preciso conocer las probabilidades de muerte ${}_nq_x$. Primeramente, se define esperanza de vida al nacer ${}_nm_x$ como el número de defunciones en un año dado de personas entre edades cumplidas x y $x+n-1$, entre la población media de personas que tenían esas edades en el mismo año. Lo anterior da como resultado una tasa de mortalidad que involucra varias generaciones lo que impide aplicarla directamente a la población expuesta al riesgo de muerte.

Es necesario calcular la probabilidad de muerte para una sola generación o cohorte que pueda ser aplicada a los grupos de edad, esta probabilidad es ${}_nq_x$. Para tales efectos, se

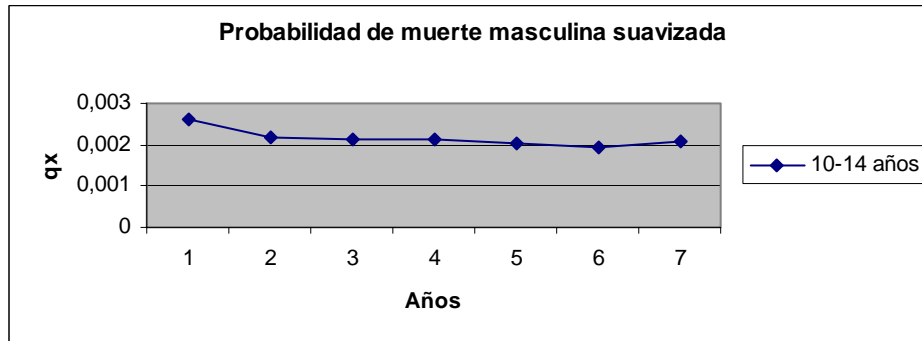
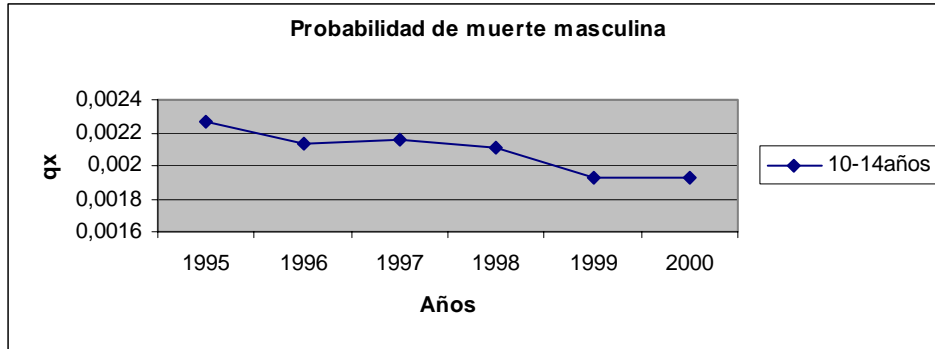
debe emplear el artificio de cohorte ficticia⁸. Mediante la siguiente fórmula podemos obtener las ${}_n q_x$:

$${}_n q_x = \frac{n \cdot m_x}{1 + \frac{n}{2} \cdot m_x} = \frac{2 \cdot n \cdot m_x}{2 + n \cdot m_x}$$

Una vez obtenidas las probabilidades de muerte para cada grupo de edad y año disponible, se procede a graficarlas por grupos de edad con la finalidad de analizar el comportamiento que han tenido en los últimos años. De esta manera, la población nacional masculina, presenta un comportamiento razonable, ya que su descenso es gradual. Este comportamiento se presenta en todos los grupos excepto en los que se mencionan a continuación: 10-14, 40-44, 65-69, 60-64. Para estos grupos se ha procedido a suavizar sus curvas por medio de medias móviles en grupos de dos años⁹. De este modo, ya se pueden considerar dentro de los grupos con un descenso gradual de la mortalidad. Para el caso de Puebla, los grupos varoniles que presentaron estas características fueron: 10-14, 45-49, 60-64, 65-65.

⁸ Ver Anexo: Probabilidad de Muerte.

⁹ Ver apartado 3.2.5.3.



En el caso de las mujeres a nivel nacional, los grupos que necesitaron suavizamiento fueron: 10-14, 25-29, 40-44, 45-49, 50-55, 65-69, 70-74, 75-79. Por su parte a nivel estado, los grupos que presentaron problemas fueron, para los varones: 5-9, 10-14, 40-44, 80-84; para las mujeres 15-19, 45-49 y 60-65.

Una vez obtenidas y analizadas las probabilidades de muerte hasta 1999 se busca obtener aquella que prevaleció en el año 2000. En este caso y debido a la poca variación en el descenso de las probabilidades se considera el promedio de las mismas en los últimos 5 años, para todos los grupos que presentaron un comportamiento normal. Para los grupos que presentaron una variación mayor se hizo uso de los resultados obtenidos por medio del método de promedio móviles.

Las probabilidades de vida obtenidas para el año 2000 se pueden observar en el anexo Mortalidad. Una vez alcanzado el 2005, las probabilidades que prevalecerán serán las obtenidas mediante la aplicación de la tasa de decremento a las probabilidades observadas en cada grupo de edad.

Las tasas de decremento para cada grupo de edad fueron obtenidas sacado los cambios en las tasas de 1990 a 1995 y de 1995 a 1999 para cada grupo de edad. Por ejemplo, para el grupo de varones de 5 a 9 años tenemos que el cambio experimentado en el primer quinquenio en interés es 0,00047028 y para el segundo quinquenio 0,00041957, con lo que se obtiene la siguiente tasa de decremento:

$$(1 - r)^9 = (1 - \underset{1990-1995}{.00047}) * (1 + \underset{1995-1999}{.00041})$$

$$r \approx -9,8855E - 05$$

Una vez obtenida la tasa de decremento anual para cada grupo de edad, éstas son aplicadas 5 veces a las probabilidades de sobrevivencia obtenidas para el periodo 2000-2005 con lo que se obtienen las probabilidades de sobrevivencia que serán usadas para el periodo que comprende desde el año 2005 al 2010.

A continuación, se procede a aplicar las probabilidades de supervivencia a la población base del año 2000 pero sustituyendo la cifra censal de menores de 5 años por la cifra

resultante considerando el número de nacimientos obtenidos desde el 1 de Julio de 1995 hasta el 30 de julio de 2000 y aplicando a éstos, las tasa de supervivencia prevalecientes para el periodo 1995 a 2000, así como la tasa de migración correspondiente. Para la obtención del número total de nacimientos entre estas fechas se hace uso del método de fecundidad que se describe en el apartado siguiente.

Para el cálculo del número de personas que habrá en el año 2005 pertenecientes a los grupos de menores de 1 año y de 1 a 4 años, se hace uso del número total de nacimientos obtenidos para el periodo del 1 de julio del 2000 al 30 de junio de 2005. Esta cantidad debe ser dividida entre 5 para representar el número de de nacimientos que hubo cada año. Este supuesto puede causar desconfianza, ya que es imposible que en cada año nazca un número igual de personas, pero dicha variación suele ser pequeña debido a que se trata del número de nacimientos sucesivos en 5 años. Las primeras cuatro quintas partes representan los nacimientos que ocurrieron entre el 1 de julio del 2000 y el 30 de junio de 2004, la última quinta parte son aquellos nacimientos ocurridos entre el 1 de julio de 2004 y el 30 de junio de 2005. Esta división se hace para poder clasificar las tasas de supervivencia que le corresponden a cada uno de estos grupos.

Por ejemplo, a la última parte se le aplica una vez la ${}_1p_0$ correspondiente a los menores de un año para el 2000 para que formen al 30 de junio del 2005 el grupo de menores de un año. Por su parte, las 4 quintas partes restantes que son los nacimientos del 1 de julio del 2000 al 30 de junio del 2004 serán multiplicadas por ${}_1p_0$ y posteriormente, las sumas de estas es multiplicada una vez por la probabilidad de sobrevivir un año más.

Para el cálculo del grupo de 5 a 9 años, se emplea el grupo de menores de un año así como el de 1 a 4 años de la población base. El de menores de un año se debe multiplicar por la probabilidad de sobrevivir ese año y posteriormente, por la de sobrevivir cuatro años más. El segundo grupo solo se multiplica por la probabilidad de sobrevivir años más.

Para el resto de los grupos basta con multiplicar el grupo de edad por su respectiva probabilidad de vida que da lugar al número de personas que pasan al siguiente grupo. Del mismo modo se procede para los grupos restantes y una vez obtenida la población en el año 2005, se sigue el mismo procedimiento para el cálculo de la población que se espera en 2010 y 2015.

4.4 Proyecciones y Evolución de la Fecundidad

En el caso de la fecundidad, México también ha presentado una gran evolución, según datos de CONAPO el número de hijos por mujer ha descendió de 6 en 1960 a 3.4 en 1990. Además, según diversos cálculos el número de hijos esperados en el 2000 es de 2.4 hijos. Esto se debe en gran medida al uso de anticonceptivos y a su vez a la etapa de transición por la que pasa la población mexicana.

Para el análisis de la fecundidad fue necesaria la recopilación de información que fuera de utilidad, para obtener las tasas de fecundidad específica por grupo de edad. La información fue obtenida de los libros 4 y 9 a 12 de Estadísticas Demográficas. Primero se obtuvo el número de nacimientos por grupo de edad de la madre que van desde los 15 a 19 años hasta los 45 a 49 años, esto debido a que los nacimientos registrados fuera de estos grupos son muy pequeños.

Posteriormente se procede de igual manera que en la mortalidad para el cálculo de las tasas de natalidad, de cada año y grupo de edad. A continuación se analizó la tendencia de la natalidad y ningún grupo arrojó resultados fuera de lo normal. De esta manera se procedió a calcular la tasa de natalidad que prevalecerá en el periodo 2000-2005, para esto bastó con calcular el promedio aritmético del periodo de años comprendidos entre 1995 y 1999.

Lo anterior fue realizado para cada grupo de edad desde los 15 a 19 años hasta los 45 a 49 años, con lo que se obtuvieron las tasas de natalidad a nivel nacional y estatal, los resultados se pueden observar en el anexo Natalidad.

Posteriormente supusimos que las tasas de fecundidad presentan un descenso, para calcular este decremento se procedió a calcular la tasa anual de decremento. Para poder calcular la r , se procedió de igual manera que con la mortalidad. Una vez con la r calculada esta será de utilidad para el cálculo de las tasas de fecundidad de los años 2005, 2010, 2015.

Ahora debemos proceder a calcular el número de nacimientos en el primer quinquenio de nuestra proyección. Primero debemos calcular el número de nacimientos totales para cada uno de los años, esto se obtiene multiplicando la población media femenina en edad reproductiva por sus respectivas tasas de fecundidad.

4.5 Evolución y Proyección de la Migración

Como se mencionó en el capítulo anterior la migración constituye uno de los mayores retos dentro de las proyecciones ya que su comportamiento no es puramente demográfico, depende factores económicos internos y externos. Por otra parte, la recopilación de información también presenta problemas. Afortunadamente a partir del año 2000 se cuentan con registros más amplios sobre la migración, pero estos no son suficientes como para estudiar a fondo el comportamiento de esta variable. Por otra parte, los censos ofrecen también información, pero esta es muy deficiente. Por esta razón para el cálculo de la migración en el caso de la República Mexicana se hará uso de unas tablas de migración tomadas del CONAPO¹⁰ y se supondrá que para los siguientes quinquenios esta se mantendrá constante.

Para el caso de Puebla, se usará un método indirecto descrito en el capítulo 2. Para poder estimar la migración se hará uso de las tablas de mortalidad proporcionadas por la CELADE. La idea básica será estimar la supuesta población que debía existir en el

¹⁰ <http://www.conapo.gob.mx>

Estado mediante el uso de la probabilidad de que un grupo quinquenal pase al siguiente grupo, definida como $P(x,x+5)$. La idea es contrastar la población que teóricamente debe de existir con la real y su diferencia constituirá el saldo migratorio. Una vez que se cuente con esta información, las tasas de migración se supondrán constantes, debido a que no se cuenta con información suficiente que nos permita hacer una mejor estimación.

Para estimar la población migrante del 2000 a nivel nacional basto con tomar los datos recopilados por la CONAPO, aquí se muestran el número de migrantes por grupos quinquenales de edad y sexo¹¹. Posteriormente, estas tasas serán multiplicadas por la población obtenida de cada quinquenio y así se tendrá la población para cada quinquenio.

En el caso de Puebla se hizo uso de un método indirecto. El primer paso que se siguió, fue obtener las tablas de mortalidad para los periodos 1990-1995 y 1995-2000, estas fueron proporcionadas por CELADE. Posteriormente, para calcular la migración por grupo quinquenal de edad y sexo del año 1995, se procedió a proyectar la población de cada grupo. Por ejemplo, para el grupo de varones con edad 20-24, que en el año 1990 era de 176262 personas, bastó multiplicarlo por la probabilidad correspondiente a que el grupo quinquenal pase al siguiente grupo, 0.98738 para este caso. Posteriormente se procede a hacer la diferencia entre la población real y la proyectada, este saldo representará el saldo migratorio. Si este es positivo, quiere decir, que existió más inmigración que emigración y por tanto el país o estado es una zona de aceptación. Este

¹¹ Ver Anexo: Migración.

proceso se debe hacer para cada grupo de edad y posteriormente repetirlo, para el periodo 1995-2000¹².

Una vez que se conocen el número de migrantes, se procede a calcular la tasa de migración que se supondrá constante durante los periodos posteriores.

4.6 Evolución y Proyección de la Participación Económica

La participación económica en México ha mostrado desde hace varios años un comportamiento muy claro, para el caso de los hombres sus tasas de participación se han mantenido constantes para la mayor parte de los grupos de edad, el único grupo que ha registrado aumento es aquel que va de los 60 en adelante, esto se debe a que los programas de pensiones en México muestran deficiencias, lo que obliga a la personas mayores a continuar trabajando o a buscar un empleo después de su jubilación. Para el caso de las mujeres, se ha venido observando un aumento gradual en sus tasas de participación, esto se debe a que las mujeres cada vez se van incorporando más al mercado laboral.

Para la elaboración de las proyecciones fue necesaria la recopilación de datos que fueran de utilidad, los datos fueron tomados de la Encuesta Nacional de Empleo para el periodo 1991 a 2000, proporcionada por INEGI. La información que nos interesaba de esta Encuesta era la población económicamente activa por grupos quinquenales de edad.

¹² Ver anexo: Migración.

Posteriormente se procedió a la elaboración de las tasas de participación por grupos de edad, en esta ocasión no se empleo la población media calculada en los primeros apartados, sino la estimación hecha por el INEGI y que se encuentra dentro de la encuesta. Es importante mencionar que esta encuesta no fue levantada en los años 1992 y 1994, para estos años se procedió a sacar el promedio aritmético entre los años anterior y posterior¹³.

Una vez que se tiene las tasas de participación por grupos de edad, se procede a analizarlas mediante series de tiempo, el método que se empleó esta descrito en el apartado 3.2.5.3. Este método consiste en estimar el valor de la serie de tiempo en el periodo siguiente, mediante la aplicación de una α que debe ser mayor a cero y menor a uno. Posteriormente, se obtiene el error cuadrático medio, entre la serie de tiempo original y la estimada, para proceder a encontrar la α óptima que minimice este error cuadrático medio. Este proceso se sigue para cada grupo de edad y sexo, para obtener el valor de la tasas en el periodo 2001 y se repite hasta llegar al periodo deseado, en nuestro caso 2015.

Los resultados arrojados, fueron los esperados, para el grupo de varones a nivel nacional las tasas de participación se mantendrán constantes hasta la fecha de la proyección, con excepción del grupo 60-64 años, el cual presenta un aumento, para el año 2000 su tasa de participación fue de 73.71% y para el 2015 será de 79.32%. Para el caso de las mujeres todas presentan un pequeño incremento, por ejemplo, para el grupo de edad 20 a 24 años para el 2000 la tasa fue de 42.91% y para el 2015 será de 42.97%. El único grupo que no

¹³ Ver Anexo: Tasas de participación

presentó aumento fue el de 12 a 14 años, este por el contrario registró un descenso siendo en el 2000 de 9.5% y para el 2015 de 9.4%, esto se puede explicar, por el aumento en el grado de escolarización, este grupo de edad cada vez preferirá más ir a la escuela que comenzar a trabajar.

Para el caso de Puebla los varones mantendrán su comportamiento en los próximos 15 años, siendo el grupo de 65 y más el que presenta un pequeño aumento, en el 2000 fue de 57.86% y para el año de la proyección será de 58.4%. En el caso de las mujeres todos los grupos presentan un ligero aumento, con excepción de los grupos 12 a 14 años y 15 a 19, los cuales se mantendrán constantes, el grupo que presenta mayor aumento es el de 45 a 19 años, ya que en el 2000 mostraba una tasa de 47.5% y en el 2015 será de 51.2%.

Una vez que se cuenta con estas tasas proyectadas bastará multiplicarlas por la población que se ha obtenido para 2015 y se tendrá la población económicamente activa para el 2015.

Es importante hacer notar que para el primer grupo de edades activas se debe hacer un cambio, ya que nuestra población se encuentra en grupos quinquenales y la primera tasa esta formada por personas en edades de 12 a 14 años. Como no se cuenta con información acerca de éste cohorte multiplicará este grupo por $\frac{3}{5}$ que representarán a as personas de edades 12, 13,14. De esta manera se tendrá la población econmicamente activa del año 2015.