

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA



Proyección de la Población de España a Largo Plazo (2012- 2052)

Metodología

Madrid, diciembre de 2012

Índice

	Introducción	4
1	Método general de cálculo	5
2	Población de partida	9
3	Proyección de la fecundidad	10
4	Proyección de la mortalidad	12
5	Proyección de la migración exterior	17
6	Difusión de resultados	24

Introducción

La Proyección de la Población de España a Largo Plazo constituye una simulación estadística de la población que residirá en España y de la evolución de cada uno de los fenómenos demográficos básicos en los próximos cuarenta años, en caso de mantenerse las tendencias y comportamientos demográficos actualmente observados.

De esta forma, sus resultados ofrecen la cifra de población residente a 1 de enero de cada año del periodo 2012-2052 y los sucesos demográficos (nacimientos, defunciones y movimientos migratorios) que han dado lugar a la evolución del volumen y estructura de la población que tales cifras representan. Ambos tipos de magnitudes, stocks de población y flujos demográficos, se encuentran desagregadas de acuerdo a características demográficas básicas, como el sexo, la edad y el año de nacimiento (generación).

Ha de tenerse en cuenta que todos los resultados detallados de esta operación estadística se ofrecen con cifras decimales, para así garantizar la total coherencia territorial de los mismos y la perfecta consistencia entre flujos demográficos y stocks de población en todos los niveles de desagregación considerados.

Por último, debe destacarse que esta operación estadística, puesta en marcha por el INE a partir de 2009, se lleva a cabo con periodicidad trienal, abarcando sus resultados los cuarenta años siguientes, con el objetivo de disponer de una perspectiva demográfica futura del país a medio y largo plazo actualizada a la evolución demográfica más reciente.

1 Método general de cálculo

El presente ejercicio de Proyección de la Población de España a Largo Plazo está basado en el *método clásico de componentes*. La aplicación de dicho método responde al siguiente esquema: partiendo de la población residente en un cierto ámbito geográfico y de los datos observados para cada uno de los componentes demográficos básicos, la mortalidad, la fecundidad y la migración, se trata de obtener la población correspondiente a fechas posteriores bajo ciertas hipótesis sobre el devenir de esos tres fenómenos, que son los que determinan su crecimiento y su estructura por edades.

El análisis retrospectivo de cada uno de los fenómenos demográficos básicos, haciendo uso de la información demográfica más actualizada disponible, ha permitido establecer hipótesis sobre la incidencia futura de los mismos en cada año del periodo proyectivo, cuantificada en tasas específicas de fecundidad por generación, tasas específicas de mortalidad y de emigración exterior por sexo y generación y en flujos de inmigración exterior para cada sexo y generación.

Pues bien, la proyección de la población de cada sexo y edad residente en España a 1 de enero de cada año del periodo proyectivo se ha llevado a cabo de acuerdo a un *modelo de proyección multirregional*,¹ que proporciona como resultados no sólo las cifras de población por sexo, año de nacimiento y edad residente en España, sino también las cifras proyectadas de nacimientos, defunciones y movimientos migratorios que tendrán lugar en cada uno de los años del periodo proyectivo, guardando todo ello la necesaria coherencia entre flujos y stocks demográficos.

De esta forma, partiendo de la población residente en España de sexo s y edad x a 1 de enero del año t ($P_{s,x}^t$), se obtiene la proyección de población residente de edad $x+1$ y sexo s en dicha área geográfica a 1 de enero del año $t+1$ ($P_{s,x+1}^{t+1}$) a partir de las siguientes expresiones:

- Para las edades $x = 0,1,2,\dots,98$:

$$P_{s,x+1}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,x}^t + e_{s,x}^t)] \cdot P_{s,x}^t + IM_{s,x}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,x}^t + e_{s,x}^t)]}$$

donde $m_{s,x}^t$ es la tasa de mortalidad en el año t de la generación de individuos residentes en España de sexo s y edad x a 1 de enero del año t ; $e_{s,x}^t$ es la tasa de emigración exterior en el año t de la generación de individuos residentes en España de sexo s y edad x a 1 de enero del año t ; e $IM_{s,x}^t$ es el flujo de inmigración procedente del extranjero en el año t de individuos de sexo s y edad x a 1 de enero del año t .

- Para los nacidos durante el año en curso t :

¹Willekens, F.J., "Demographic forecasting: state of the art and research needs", en Emerging Issues in Demographic Research, (ed) Hazeu y Frinking (1990), y Willekens, F.J. y Drewe, P., "A multiregional model for regional demographic projection", en Heide, H. y Willekens, F.J. Demographic Research and Spatial Policy, (ed) Academic Press, Londres (1984).

$$P_{s,o}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,-1}^t + e_{s,-1}^t)] \cdot N_s^t + IM_{s,-1}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,-1}^t + e_{s,-1}^t)]}$$

donde $m_{s,-1}^t$ es la tasa de mortalidad de la generación de individuos residentes en España, de sexo s , nacidos durante el año t ; $e_{s,-1}^t$ la tasa de emigración al exterior de los individuos residentes en España, de sexo s , nacidos durante el año t ; $IM_{s,-1}^t$ es el flujo de inmigración procedente del extranjero de nacidos de sexo s durante el año t ; y N_s^t son los nacidos en España de sexo s durante el año t , los cuales se derivan de la expresión siguiente:

$$N_s^t = r \cdot \left(\frac{P_{M,14}^t + P_{M,15}^{t+1}}{2} \right) \cdot f_{14}^t + r \cdot \left(\frac{P_{M,15}^t + P_{M,16}^{t+1}}{2} \right) \cdot \frac{f_{15}^t}{2} +$$

$$r \cdot \sum_{x=16}^{48} \left(\left(\frac{P_{M,x-1}^t + P_{M,x}^{t+1}}{2} \right) \cdot \frac{f_{x-1}^t}{2} + \left(\frac{P_{M,x}^t + P_{M,x+1}^{t+1}}{2} \right) \cdot \frac{f_x^t}{2} \right) +$$

$$r \cdot \left(\frac{P_{M,48}^t + P_{M,49}^{t+1}}{2} \right) \cdot \frac{f_{48}^t}{2} + r \cdot \left(\frac{P_{M,49}^t + P_{M,50}^{t+1}}{2} \right) \cdot f_{49}^t$$

siendo $r = \dots$ el ratio de masculinidad al nacimiento proyectado; $P_{M,x}^t$ la población de mujeres de edad x a 1 de enero del año t ; y f_x^t la tasa de fecundidad de la generación de mujeres residentes en España que tienen edad x a 1 de enero del año t durante dicho año.

- Para el grupo de edad abierto de 100 o más años:

$$P_{s,100+}^{t+1} = \frac{[1 - 0,5 \cdot (m_{s,99+}^t + e_{s,99+}^t)] \cdot (P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t) + IM_{s,99+}^t}{[1 + 0,5 \cdot (m_{s,99+}^t + e_{s,99+}^t)]}$$

donde $P_{s,99}^t$ es la población residente en España de sexo s y edad 99 a 1 de enero del año t ; $P_{s,100+}^t$ es la población residente en España de sexo s de 100 o más años a 1 de enero del año t ; $m_{s,99+}^t$ es la tasa de mortalidad de la generación de individuos de sexo s residentes en España de 100 o más años a 1 de enero del año t durante dicho año; $e_{s,99+}^t$ la tasa de emigración al exterior de la generación de individuos de sexo s residentes en España de 99 o más años a 1 de enero del año t durante dicho año; e $IM_{s,99+}^t$ el flujo de inmigración procedente del extranjero de individuos de sexo s y edad 99 años o más a 1 de enero del año t durante dicho año.

Además, se obtienen las defunciones de individuos residentes en España de sexo s y edad x a 1 de enero del año t a lo largo dicho año, $D_{s,x}^t$, a partir de:

- Para los individuos de la generación que tiene edad $x=0,1,\dots,98$ a 1 de enero del año t :

$$D_{s,x}^t = m_{s,x}^t \cdot \left(\frac{P_{s,x}^t + P_{s,x+1}^{t+1}}{2} \right)$$

- Para los nacidos a lo largo del año t :

$$D_{s,-1}^t = m_{s,-1}^t \cdot \left(\frac{N_s^t + P_{s,0}^{t+1}}{2} \right)$$

siendo $D_{s,-1}^t$ las defunciones en el año t de residentes en España de sexo s nacidos a lo largo del año y $m_{s,-1}^t$ la tasa de mortalidad de los mismos en dicho año.

- Para los individuos de las generaciones que tienen 99 o más años de edad a 1 de enero del año t :

$$D_{s,99+}^t = m_{s,99+}^t \cdot \left(\frac{P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t + P_{s,100+}^{t+1}}{2} \right)$$

donde $P_{s,100+}^t$ es la población residente en España de sexo s de 100 o más años a 1 de enero del año t y $D_{s,99+}^t$ las defunciones de individuos de sexo s y de 99 o más años de edad a lo largo del año t .

Y también se obtienen las emigraciones al extranjero de individuos residentes en España de sexo s y edad x a 1 de enero del año t a lo largo dicho año, $E_{s,x}^t$, a partir de:

- Para los individuos de la generación que tiene edad $x=0,1,\dots,98$ a 1 de enero del año t :

$$E_{s,x}^t = e_{s,x}^t \cdot \left(\frac{P_{s,x}^t + P_{s,x+1}^{t+1}}{2} \right)$$

- Para los nacidos a lo largo del año t :

$$E_{s,-1}^t = e_{s,-1}^t \cdot \left(\frac{N_s^t + P_{s,0}^{t+1}}{2} \right)$$

donde $E_{s,-1}^t$ son las emigraciones en el año t de nacidos en España de sexo s y $e_{s,-1}^t$ la tasa de emigración al extranjero de los mismos.

- Para los individuos de las generaciones que tienen 99 o más años de edad a 1 de enero del año t :

$$E_{s,99+}^t = e_{s,99+}^t \cdot \left(\frac{P_{s,99}^t + P_{s,100+}^t + P_{s,100+}^{t+1}}{2} \right)$$

donde $P_{s,100+}^t$ es la población residente en España de sexo s de 100 o más años de edad a 1 de enero del año t y $e_{s,99+}^t$ la tasa de emigración al extranjero de residentes en España de sexo s y de 99 o más años de edad a lo largo del año t .

2 Población de partida

La población de partida del ejercicio proyectivo por sexo y edad simple, hasta grupo abierto de edad de 100 años y más, a 1 de enero de 2012 está constituida por los resultados de las Estimaciones de la Población Actual² a dicha fecha, las cuales son consideradas como la mejor aproximación estadística a la población residente en España, sus comunidades autónomas y provincias en cada momento. Se garantiza así la consistencia de los resultados de esta operación con la serie retrospectiva de cifras poblacionales de referencia que el INE emplea en toda su producción estadística.

² <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft20%2Fp259&file=inebase&L=>

3 Proyección de la fecundidad

El método general de proyección de la evolución de la fecundidad de las mujeres residentes en territorio español en cada año del periodo proyectivo consiste en una modelización del comportamiento de las tasas específicas de fecundidad por edad observadas en los últimos diez años y una extrapolación de las mismas sobre la base de dicha modelización. De esta forma, el procedimiento de estimación sigue los siguientes pasos:

1. Modelización de la serie retrospectiva de tasas específicas de fecundidad por edad:

Se calcula la serie de tasas de fecundidad por edad que abarca el periodo 2002-2011, compuesta por la serie anual de resultados de los Indicadores Demográficos Básicos (datos avanzados para el año 2011), las cuales denotamos por f_x^t . Se establece entonces una evolución log-lineal en el tiempo de las tasas observadas en cada edad x , según la formulación que sigue:

$$f_x^t = a_x + b_x \ln(t), \text{ donde } x = 15, \dots, 49 \text{ y } t = 3, 4, \dots$$

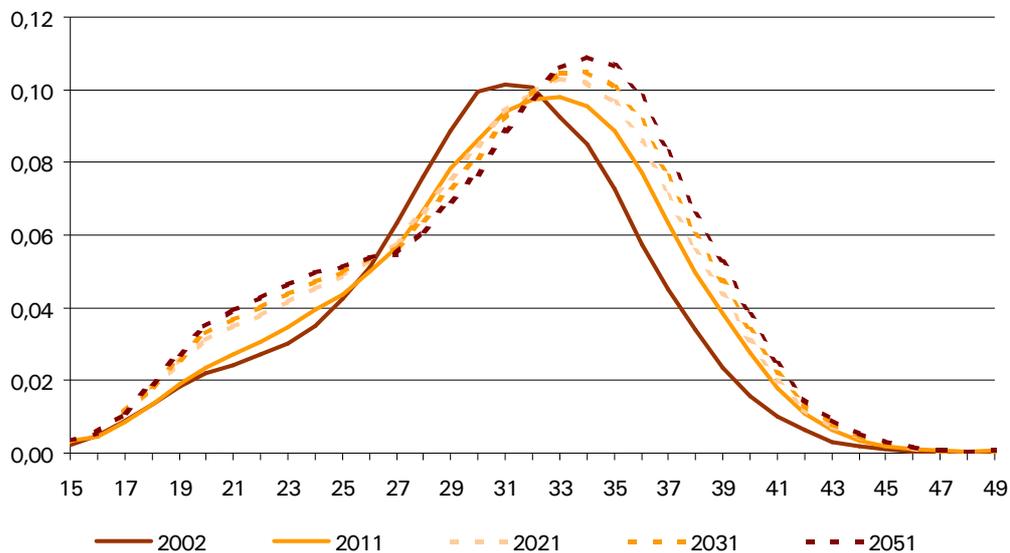
Los parámetros a_x y b_x se estiman por el método de *Mínimos Cuadrados Ordinarios*, obteniéndose los valores \hat{a}_x y \hat{b}_x .

2. Proyección de las tasas específicas por año de nacimiento de la madre en cada año del periodo 2012-2051:

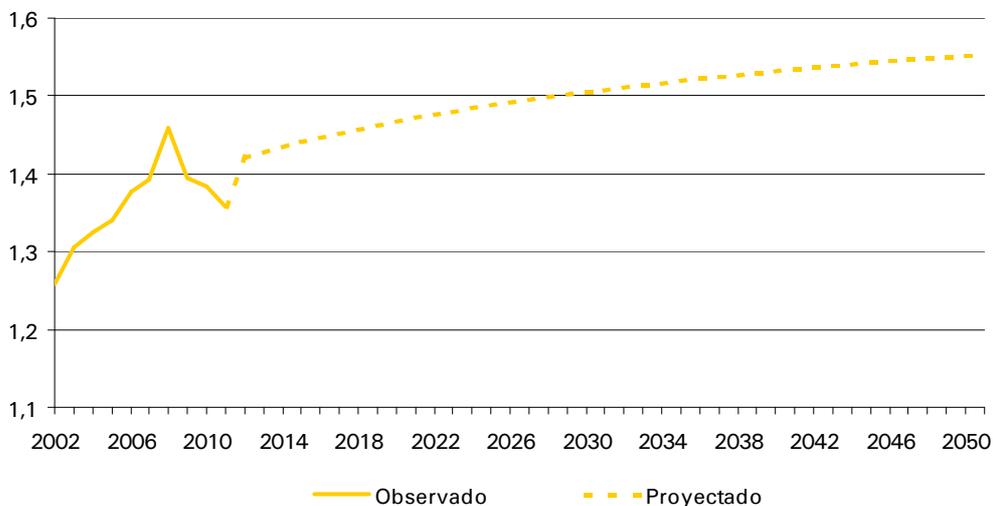
La proyección de la tasa específica de fecundidad a la edad x se lleva a cabo a partir del modelo log-lineal estimado.

En los gráficos que siguen se observan los valores observados y proyectados de las tasas de fecundidad por edad, así como los valores observados y proyectados del Indicador Coyuntural de Fecundidad y de la Edad Media a la Maternidad:

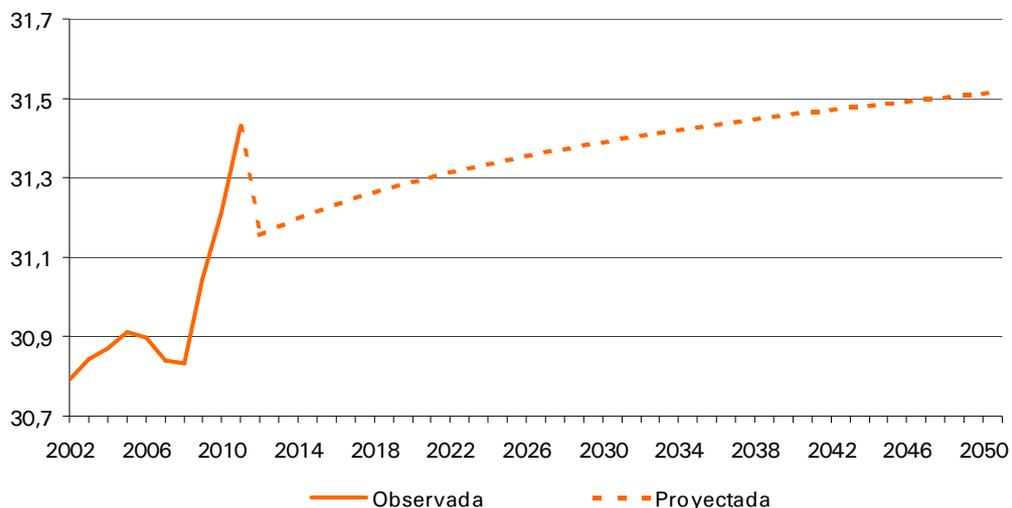
Tasas de Fecundidad por Edad observadas 2002, 2011 y proyectadas 2021, 2031 y 2051



Indicador Coyuntural de Fecundidad observado 2002-2011 y proyectado 2012-2051



Edad Media a la Maternidad observada 2002-2011 y proyectada 2012-2051



Finalmente, la tasa de fecundidad proyectadas por año de nacimiento de la madre para cada año se deriva de la semisuma de las tasas proyectadas para ese mismo año correspondiente a las dos edades que durante dicho año puedan tener cumplidas los individuos de tal generación.

Además, el ratio de masculinidad al nacimiento proyectado resulta del promedio de la serie del mismo observada en los últimos diez años, compuesta por los resultados de los Indicadores Demográficos Básicos (datos avanzados para el año 2011).

4 Proyección de la mortalidad

La metodología de proyección de la incidencia de la mortalidad en España se lleva a cabo a partir de una extrapolación de las tendencias observadas de los riesgos o probabilidades de muerte a cada edad, de acuerdo a una modelización exponencial negativa de las trayectorias suavizadas de las mismas en función del tiempo. Se desarrolla en las etapas que a continuación se describen:

1. En primer lugar, se suaviza la serie temporal, que abarca los años 2002-2011, compuesta por las probabilidades de muerte ($q_{s,x}$) en cada sexo s y edad x observadas, deducidas de las Tablas de Mortalidad del INE hasta el año 2010 y una estimación adelantada de dichas probabilidades obtenida a partir los datos avanzados de defunciones de las Estadísticas del Movimiento Natural de la Población para el año 2011. Dicho proceso se lleva a cabo a partir de un doble suavizado de medias móviles de orden cinco (cinco edades consecutivas).

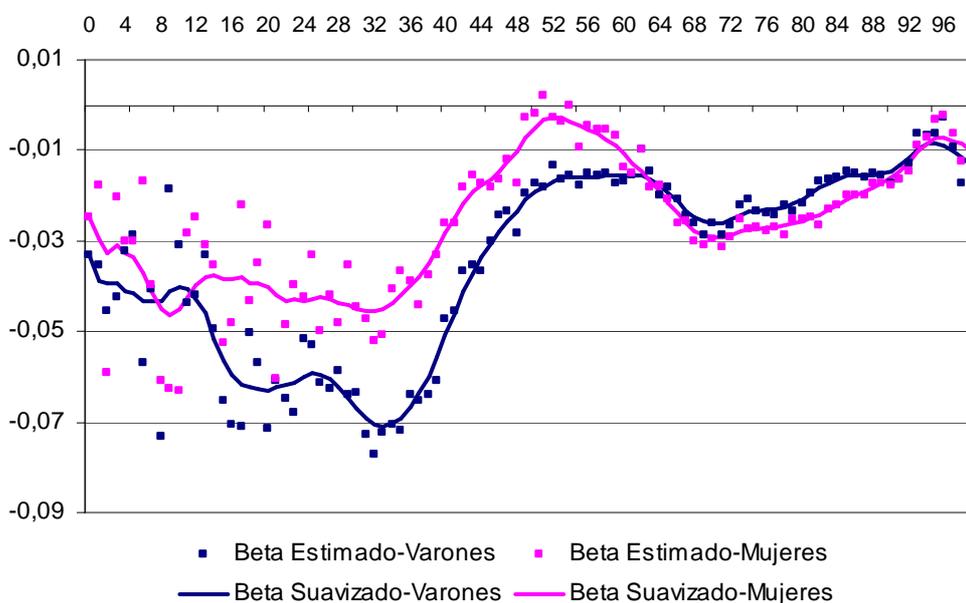
2. Se ajusta al siguiente modelo no lineal del tiempo (años) la serie suavizada de probabilidades de muerte en cada sexo y edad, que denotaremos por $\tilde{q}_{s,x}$:

$$\tilde{q}_{s,x} = e^{\alpha_{s,x} + \beta_{s,x}t}, \quad x=0,1,2,\dots,99.$$

3. Los parámetros $\alpha_{s,x}$ y $\beta_{s,x}$ de cada uno de estos modelos se estiman por *Mínimos Cuadrados Ordinarios* aplicados a los modelos lineales que resultan de la transformación logarítmica de los mismos, obteniéndose los valores $\hat{\alpha}_{s,x}$ y $\hat{\beta}_{s,x}$, respectivamente.

4. En cada sexo s , se suaviza la serie por edad estimada del parámetro $\beta_{s,x}$ (excepto para $x = 0$), que denotamos por $\hat{\beta}_{s,x}$, mediante un doble proceso de suavizado de medias móviles de orden cinco, con el objetivo de evitar divergencias indeseables en las evoluciones de las mejoras en mortalidad de edades consecutivas, tal y como se muestra ilustrativamente en los siguientes gráficos:

Parámetros beta estimados y suavizados

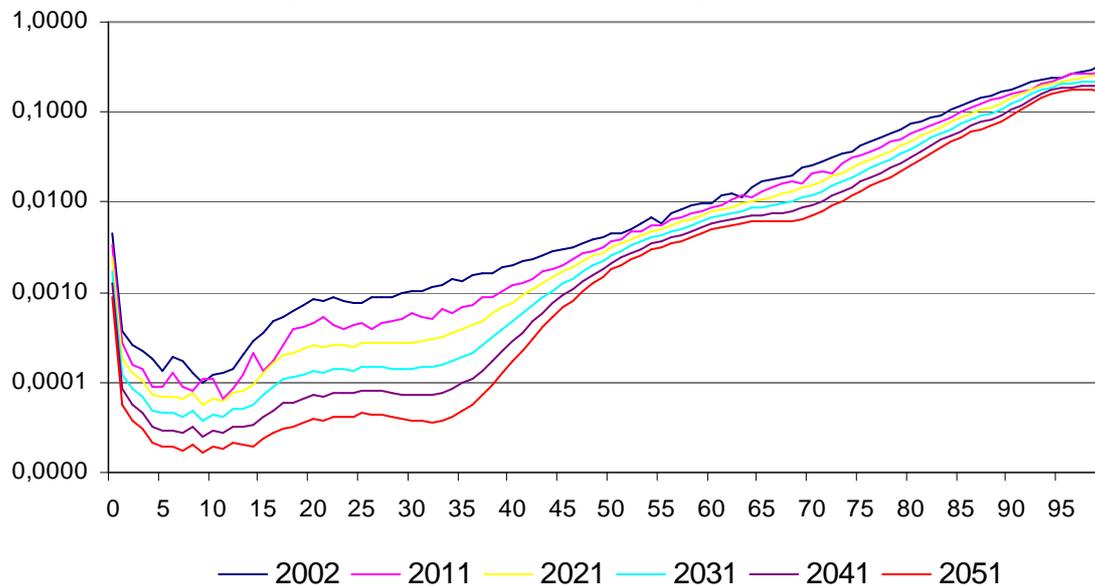


5. De esta forma, los parámetros estimados de la modelización no lineal en el tiempo planteada para las probabilidades de muerte en cada sexo y edad son los empleados para proyectar, según dicha modelización, la probabilidad de muerte, para cada sexo y edad, en cada año del periodo 2012-2051:

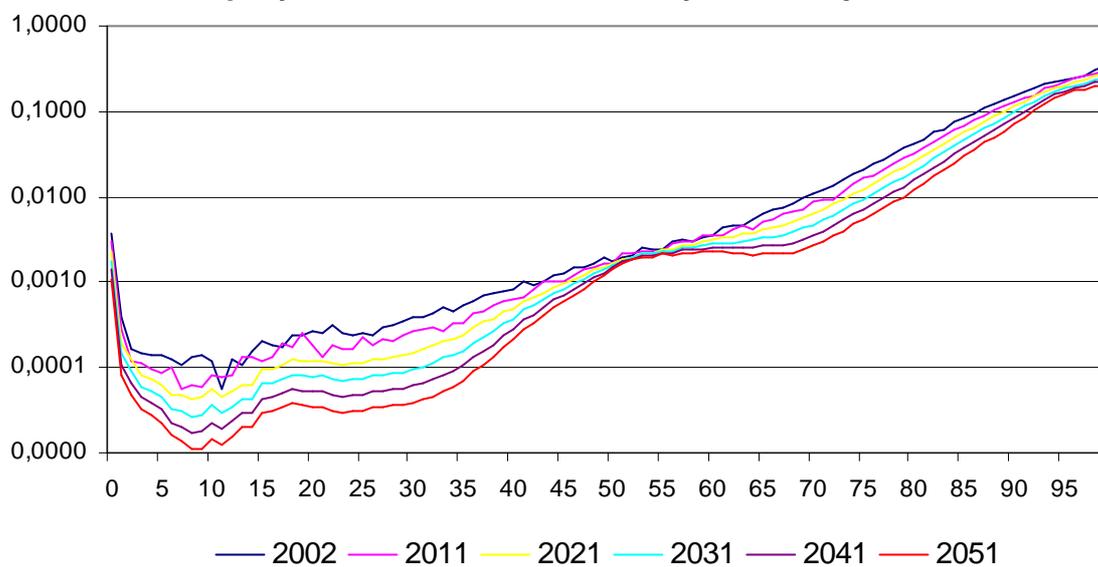
$$\hat{q}_{s,x} = e^{\hat{\alpha}_{s,x} + \hat{\beta}_{s,x}t}$$

En los gráficos que siguen se muestran los resultados obtenidos:

Probabilidades de muerte observadas 2002 y 2011 y proyectadas 2021, 2031, 2041 y 2051. Varones



Probabilidades de muerte observadas 2002 y 2011 y proyectadas 2021, 2031, 2041 y 2051. Mujeres



6. Finalmente, a partir de las probabilidades de muerte anuales proyectadas, se deriva cada una de las funciones biométricas de la tabla de mortalidad completa proyectada para cada sexo. Así, partiendo de una generación ficticia de $l_{s,0} = 100.000$ individuos de sexo s se obtienen:

- Las defunciones de edad x :

$$d_{s,x} = \widehat{q}_{s,x} \cdot l_{s,x}$$

- Los años vividos con edad x o *población estacionaria de edad x* :

$L_{s,x} = l_{s,x+1} + a_{s,x} \cdot d_{s,x}$, donde $a_{s,x}$ es el tiempo promedio de vida con edad x de los fallecidos con dicho sexo y edad, proyectado a partir de la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios de un modelo log-lineal sobre el tiempo t de sus valores anuales observados en los años 2002 a 2010, para cada sexo s y edad x , en las defunciones registradas en la Estadística del Movimiento Natural de la Población, es decir:

$$a_{s,x}(t) = \gamma_{s,x} + \delta_{s,x} \ln t, \text{ siendo } t = 1, 2, \dots, 9.$$

- Las tasas de mortalidad por generación:

$$m_{s,x} = \frac{L_{s,x} - L_{s,x+1}}{\frac{L_{s,x} + L_{s,x+1}}{2}}$$

- El tiempo vivido desde la edad x :

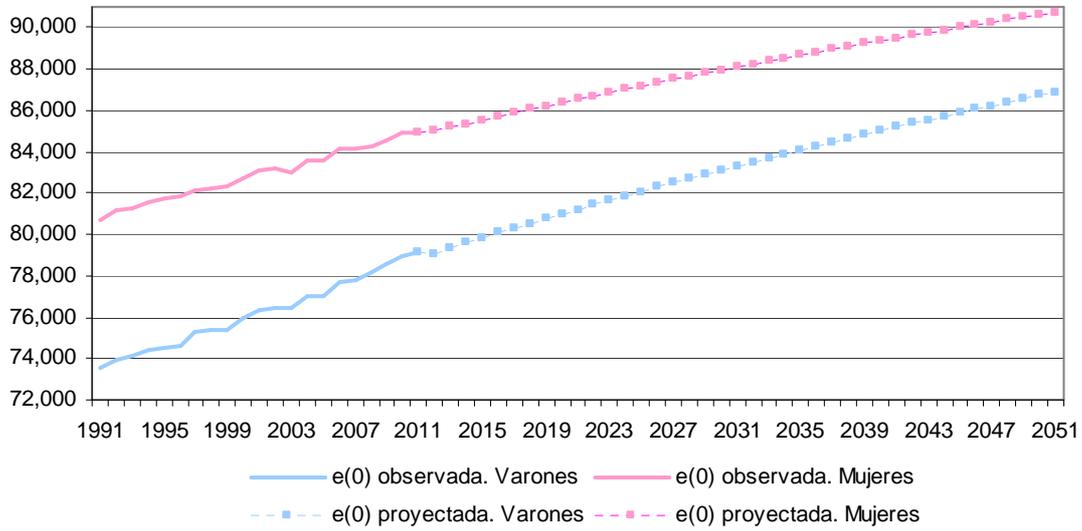
$$T_{s,x} = \sum_{i=x}^{100+} L_{s,i}$$

- La esperanza de vida a cada edad:

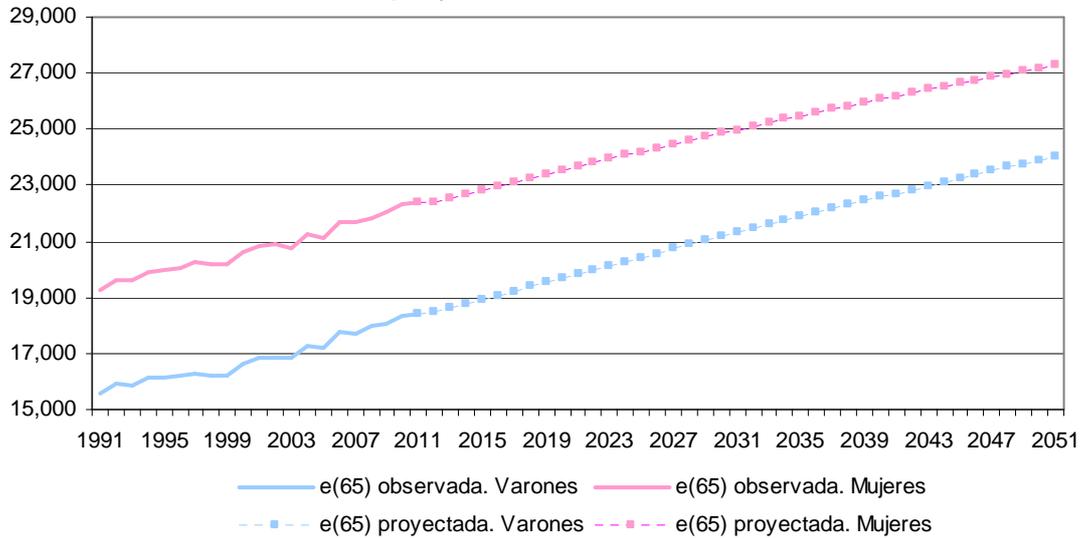
$$e_{s,x} = \frac{T_{s,x}}{l_{s,x}}$$

A continuación, se muestran las esperanzas de vida al nacimiento y a los 65 años de edad, por sexo, observadas y proyectadas según este procedimiento:

Esperanza de vida al nacimiento observada 1991- 2011 y proyectada 2012-2051



Esperanza de vida a los 65 años observada 1991- 2011 y proyectada 2012-2051



5 Proyección de la migración exterior

5.1 Proyección de la inmigración exterior

La metodología de proyección de la inmigración exterior que España recibiría en años futuros se desarrolla en los siguientes pasos:

1. Denotamos la tasa de inmigración recibida por España durante el año t desde un país (o agrupación de países) A de sexo s y perteneciente al grupo de edad quinquenal (de 0 a 4 años, de 5 a 9 años, ..., de 95 a 99 años y más de 99 años) x como $i_{s,x}^A(t)$. Se tiene, por definición, que:

$$i_{s,x}^A = \frac{I_{s,x}^{A,t}}{P_{s,x}^{A,t}}$$

Donde $I_{s,x}^{A,t}$ es el flujo de inmigraciones recibidas por España durante el año t de personas de sexo s y pertenecientes al grupo de edad x procedentes del país A y $P_{s,x}^{A,t}$ la población de sexo s , perteneciente al grupo etario x y residente en A , en promedio, a lo largo del año t .

Se ha procedido al cálculo de dichas tasas para el año 2012 considerando ocho zonas geográficas distintas de origen de la migración: Unión Europea (sin España), resto de Europa, África, América del Norte, Centro América y Caribe, Sudamérica, Asia y Oceanía. Para ello, se han utilizado las siguientes fuentes:

- El flujo inmigratorio por sexo, grupo de edad y país de origen se deriva de los resultados de las *Estimaciones de la Población Actual*³: el flujo inmigratorio total esperado para el año 2012⁴ se desagrega por sexo, grupo de edad y país de origen de acuerdo al flujo de inmigración exterior estimado de los años 2010 y 2011.
- Las cifras de población residente por término medio a lo largo de 2012 de cada sexo, grupo de edad y agrupación de países considerados se derivan de los resultados de la proyección de población realizada por la Oficina de Estadística de Naciones Unidas más actual disponible (*World Population Prospects: the 2010 revision*⁵), aproximando dicha población promedio por el stock de población residente a 1 de julio de 2012.

2. La hipótesis de proyección de la inmigración exterior en la que se concreta el objetivo de simular la población futura en caso de mantenerse las tendencias y

³ <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft20%2Fp259&file=inebase&L=0>.

⁴ Extrapolación al año completo del estimado para el periodo enero-septiembre en octubre de 2012.

⁵ <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>.

comportamientos demográficos recientes consiste en mantener inalteradas para cada año futuro las tasas de inmigración según sexo, grupo de edad y zona geográfica de origen calculadas para el año 2012 de partida. Así, para cada año proyectado t se fija una tasa de inmigración a España de población de sexo s , del grupo de edad x , procedente de países de la zona A , para el año t , $\hat{i}_{s,x}^{A,t}$:

$$\hat{i}_{s,x}^{A,t} = \hat{i}_{s,x}^{A,2012}, \text{ para } t = 2012, \dots, 2051$$

3. Con ello, el flujo inmigratorio que España recibiría en cada año t se deriva de aplicar tales tasas a la población que en un futuro residiría en cada agrupación de países extranjeros considerada, $\hat{P}_{s,x}^{A,t}$:

$$\hat{I}_{s,x}^{A,t} = \hat{i}_{s,x}^{A,t} \cdot \hat{P}_{s,x}^{A,t} = \hat{i}_{s,x}^{A,2012} \cdot \hat{P}_{s,x}^{A,t}, \text{ para } t = 2012, \dots, 2051$$

Como cifras de población de cada sexo y grupo de edad que en los próximos años residirá en cada una de las zonas geográficas definidas se emplearán, de nuevo, los resultados de las proyecciones de población de Naciones Unidas, en su versión más actualizada (*World Population Prospects: the 2010 revision*⁶). Diversas razones justifican la elección de dicha fuente:

- a. Se trata de la única referencia internacional disponible de alcance mundial en el ámbito de la estadística oficial.
- b. El uso de una proyección de la población residente en el extranjero como fuente auxiliar de la proyección de población de España introduce, inevitablemente, un nuevo elemento de incertidumbre sobre los resultados de la misma. No obstante, las hipótesis en que se fundamenta el escenario medio de las proyecciones de NNUU es el que mejor corresponde con una extrapolación a futuro de las tendencias demográficas mundiales observadas a tenor de su metodología de cálculo⁷ y, por ello, puede considerarse como el más plausible de entre todos los disponibles. En cualquier caso, hay que advertir que el gran tamaño de las zonas geográficas definidas inducen una gran robustez sobre las pirámides de población futuras resultantes para cada una de ellas.
- c. El hecho de que la proyección de NNUU incluya entre su población objetivo a España induce cierto grado de inconsistencia en el método, dado que los resultados de la misma para cualquier país extranjero también están determinados, al menos en parte, por intercambios migratorios de este con España, los cuales no serán coincidentes con las hipótesis fijadas en esta proyección. No obstante, el impacto de dicha circunstancia sobre los resultados se considera despreciable, dado el pequeño tamaño poblacional de España en relación a la población mundial.

⁶ Se han utilizado los resultados correspondientes a su escenario medio.

⁷ http://esa.un.org/wpp/Documentation/pdf/WPP2010_ASSUMPTIONS_AND_VARIANTS.pdf.

En las siguientes tablas se pueden ver los flujos totales y por lugar de origen observados en los años 2010 y 2011, según los resultados de la Estimaciones de la Población Actual, y proyectados para el periodo 2012-2051:

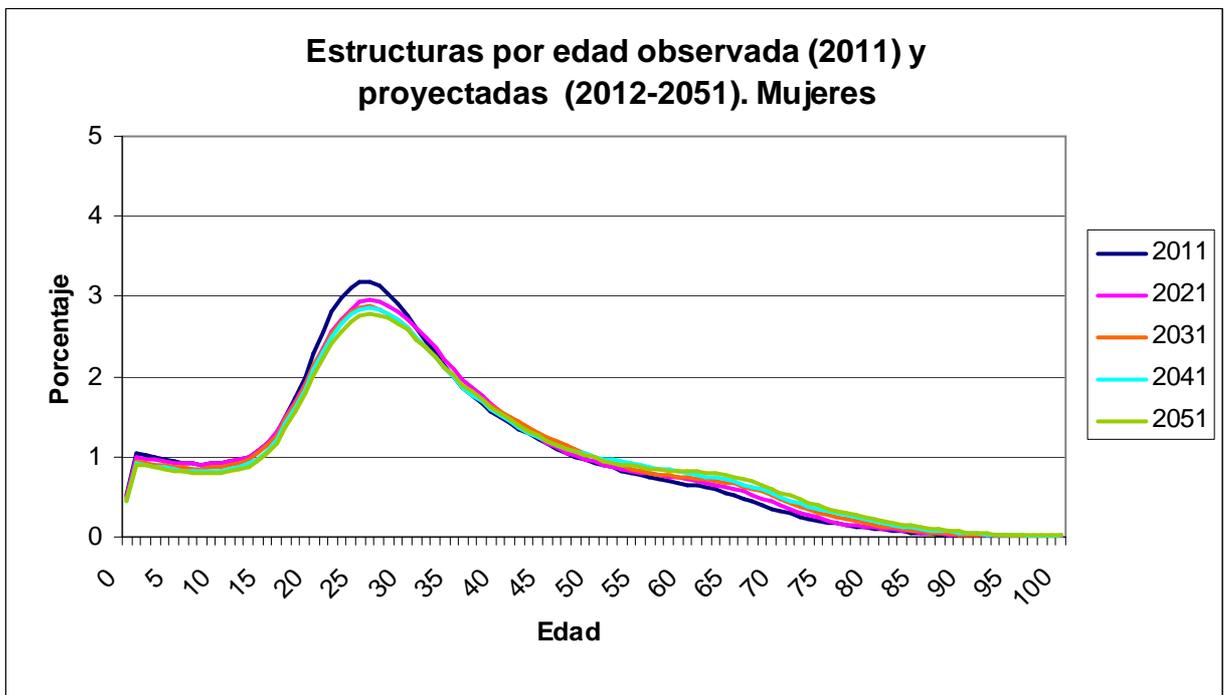
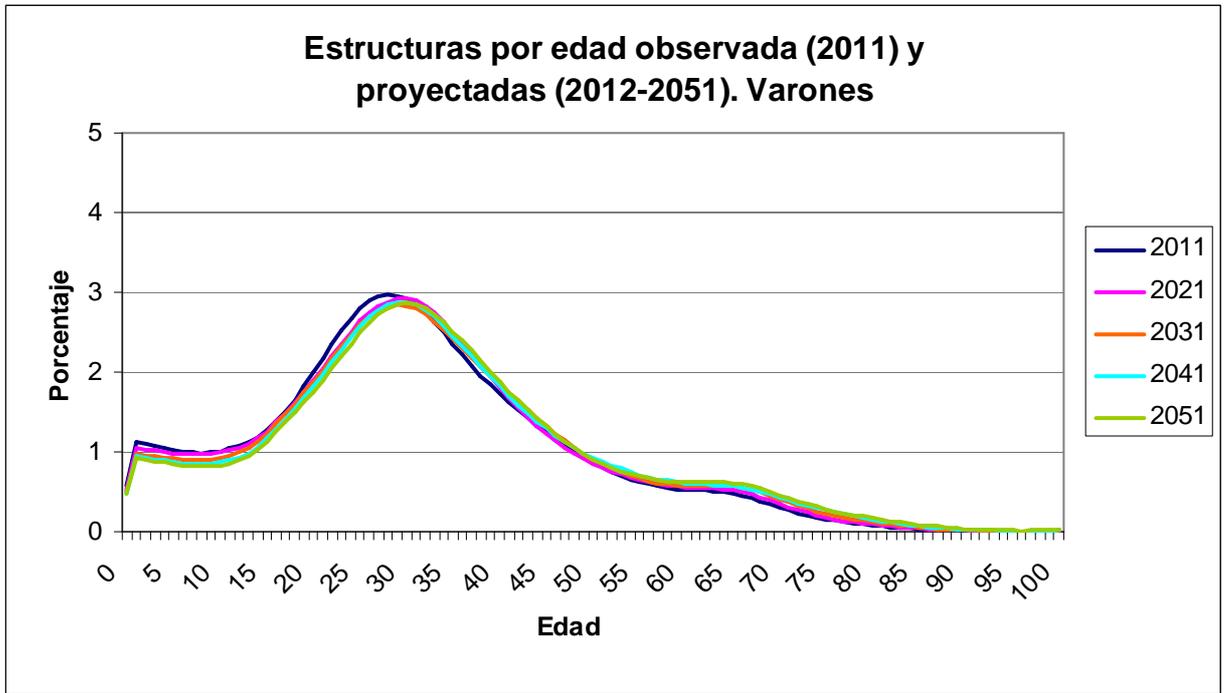
Flujo inmigratorio observado (2010-2011) y proyectado (2012-2051) según procedencia

	2010	2011	2021	2031	2041	2051
Total	465.169	457.650	397.992	418.374	436.065	450.665
Unión Europea	158.657	158.632	125.633	122.278	119.827	117.677
Resto de Europa	25.065	26.197	20.578	19.725	18.894	18.094
África	71.439	66.740	69.899	86.490	104.844	123.462
América del Norte	14.675	16.519	13.451	14.100	14.562	14.895
Centroamérica	32.125	40.637	33.388	36.791	39.144	40.507
Sudamérica	112.259	101.066	92.831	96.351	96.660	95.051
Asia	50.184	46.954	41.446	41.794	41.219	40.004
Oceanía	765	906	766	844	915	975

4. Los flujos proyectados de cada sexo, procedencia y grupo de edad se distribuyen por edades simples proporcionalmente a la composición observada en los dos últimos años (2010 y 2011). Además, los flujos resultantes del proceso anterior son suavizados por edad de acuerdo a un procedimiento de suavizado de medias móviles de orden cinco, a fin de no trasladar a los años futuros comportamientos puntuales del momento actual o reciente o inducidos por la desagregación original por grupos quinquenales de edad.

5. Finalmente, los flujos anuales proyectados de cada sexo y año de nacimiento se obtendrían a partir de semisumas del flujo proyectado del mismo sexo para las edades que en el año proyectado pueden cumplir los individuos de dicha generación que resultan del punto 4.

En los siguientes gráficos se pueden ver las estructuras por año de nacimiento (edad a 31 de diciembre) para cada sexo observadas y proyectadas:



5.2 Proyección de la emigración exterior

La simulación del comportamiento futuro de la emigración al extranjero en España se ha llevado a cabo a partir de la proyección para cada año del periodo proyectivo t de las tasas específicas de migración exterior por sexo s y generación x , $e_{s,x}^t$ ⁸.

1. Los resultados del ejercicio proyectivo corresponden a una intensidad emigratoria para cada año del periodo 2012-2051 idéntica a la estimada para el año en curso, 2012, en las Estimaciones de la Población Actual del tercer trimestre de 2012, llevada a cabo con toda la información disponible en el mes de septiembre del presente año. De esta forma, se establece un Índice Sintético de Emigración Exterior de España de 0,96 en cada año del periodo proyectivo.

2. Se proyecta un diferencial de intensidad de emigración al exterior según sexo en cada año del periodo 2012-2051, a partir del observado en los últimos dos años (2010-2011) según los resultados sobre flujos migratorios de las Estimaciones de la Población Actual, teniendo en cuenta la estabilidad en el tiempo que presenta tal indicador. A partir de las tasas específicas de emigración exterior de España por sexo y año de nacimiento del periodo 2010-2011⁹, se ha calculado el Índice Sintético de Emigración de la población total y de cada sexo residente en España, y a partir de los mismos el mencionado diferencial:

$$DE_s^t = DE_s^{2010-2011} = \frac{ISE_s^{2010-2011}}{ISE^{2010-2011}}, \text{ para } t = 2012, 2013, \dots, 2051.$$

De este modo, el Índice Sintético de Emigración Exterior por sexos para cada año del periodo proyectivo se obtiene como:

$$ISE_s^t = ISE^t \cdot DE_s^t, \text{ para } t = 2012, 2013, \dots, 2051.$$

3. Se proyecta un calendario de emigración por año de nacimiento (edad a 31 de diciembre) en cada sexo para cada año del periodo proyectivo, teniendo en cuenta la estabilidad observada del mismo en los últimos años. Dicha proyección se ha derivado en los siguientes pasos:

- 1) Obtención de las tasas específicas de emigración al extranjero por sexo s y año de nacimiento (edad a 31 de diciembre) x promedio del periodo 2010-2011, $e_{s,x}^{2010-2011}$.
- 2) Tales tasas son además sometidas a una transformación consistente en asignar el promedio de las tasas de emigración de las generaciones que tienen 84 años y más años cumplidos a 31 de diciembre de cada año a todas ellas, a fin de obviar la

⁸ La tasa de la generación de nacidos proyectada para cada año se introduce en el cálculo de la proyección dividida por 2, en coherencia con la formulación del mismo.

⁹ Calculadas como el promedio de las tasas por sexo y cohorte de nacimiento de los años 2010 y 2011, obtenidas como el cociente del flujo de emigración exterior de cada sexo y cohorte de cada año entre la población residente en España a 1 de julio de cada año para dicho sexo y cohorte según las Estimaciones de la Población Actual.

extrema variabilidad que presentan las mismas en las edades más avanzadas, debida únicamente a factores aleatorios.

- 3) A partir de las tasas anteriores obtenemos un calendario por año de nacimiento de emigración exterior dividiendo cada tasa por generación entre el Índice Sintético de Emigración Exterior de cada sexo:

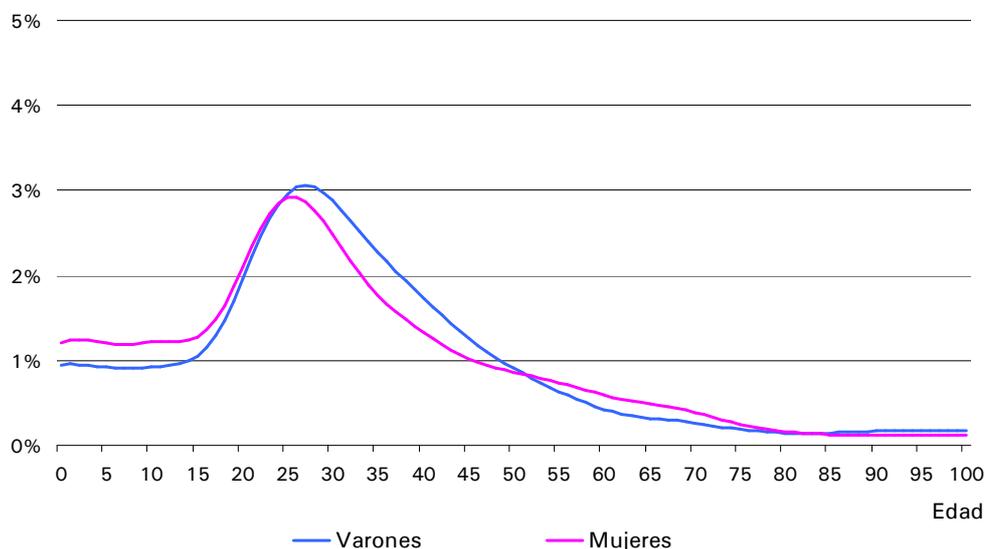
$$c_{s,x}^{2010-2011} = \frac{e_{s,x}^{2010-2011}}{ISE_s^{2010-2011}}$$

- 4) Finalmente, el calendario proyectado para cada año del periodo 2012-2051 se deriva de un procedimiento de suavizado del calendario obtenido en el punto 3), consistente en un triple proceso de medias móviles de cinco edades consecutivas:

$$c_{s,x}^t = \tilde{c}_{s,x}^{2010-2011}, \text{ para } t = 2012, 2013, \dots, 2051$$

El calendario de emigración exterior de España proyectado para cada sexo se puede ver en el siguiente gráfico:

**Calendario de emigración exterior proyectado.
Conjunto Nacional**



6 Difusión de resultados

El Instituto Nacional de Estadística elabora y difunde cada tres años, desde el año 2009, los resultados de una Proyección de Población a Largo Plazo, como simulación estadística de la población que residiría en España a 1 de enero de cada año de los próximos cuarenta y de la evolución de los fenómenos demográficos básicos durante dicha década. Se ofrecen resultados de:

- Población residente a 1 de enero de cada año según sexo, edad y año de nacimiento.
- Nacimientos anuales de madre residente en España según sexo y edad y año de nacimiento de la madre.
- Defunciones anuales según sexo, edad y año de nacimiento.
- Migraciones exteriores anuales según sexo, edad y año de nacimiento del migrante.

Adicionalmente, se difunden las hipótesis de evolución de cada uno de los fenómenos demográficos (fecundidad, mortalidad y migraciones) que dan lugar a tales resultados.