

Documento de Trabajo: Nº 11/2015  
Madrid, abril de 2015

## Indicadores demográficos alternativos en el cálculo de las proyecciones de población para España y Portugal

Por Mercedes Ayuso, Jorge Miguel Ventura Bravo y Robert Holzmann



Informe PISA sobre Educación Financiera elaborado por



con el apoyo de BBVA

### Documento número 11 - Documentos Mi Jubilación

Indicadores demográficos alternativos en el cálculo de las proyecciones de población para España y Portugal - I Trimestre 2015

**Mercedes Ayuso** • Catedrática de Estadística Actuarial de la Universidad de Barcelona (Departamento de Econometría, Estadística y Economía española, Riskcenter-UB). Directora del Máster en Ciencias Actariales de la Universidad de Barcelona.

**Jorge Miguel Bravo** • Profesor de Economía en la Universidade de Évora, profesor invitado en la Universidade Nova de Lisboa - ISEGI y en la Université Paris-Dauphine (París IX), coordinador del ORBio - Observatorio del Riesgo Biométrico de la población asegurada de Portugal, Asociación Portuguesa de Aseguradoras.

**Robert Holzmann** • Profesor de Economía y Catedrático, Protección Financiera de la Tercera Edad, Universidad de Malasia (Kuala Lumpur); Presidente honorario, Centro de Excelencia en la Investigación del Envejecimiento de la Población, Universidad de Nueva Gales del Sur (Sídney); Investigador del IZA (Bonn) y del CESifo (Múnich) y miembro de la Academia Austríaca de Ciencias (Viena).

Las opiniones y conclusiones aquí expresadas no pueden atribuirse a ninguna institución con la que estemos asociados y todos los posibles errores son nuestra responsabilidad.

Vocales del Foro de Expertos del Instituto BBVA de Pensiones.

Barcelona/Kuala Lumpur/ Évora, 30 de abril de 2015

### Palabras clave

Proyección demográfica, Mediana de edad, Ratio de dependencia, Simulación de escenarios, Métodos estocásticos de previsión



## Resumen

Este trabajo investiga los valores proyectados de la mediana de edad y la ratio de dependencia en 65 o más años en España y Portugal, teniendo en cuenta las cifras presentadas por los diferentes organismos internacionales (ONU y Eurostat) y nacionales (Institutos Nacionales de Estadística de España y Portugal), y las propias proyecciones realizadas por los autores. La mediana de edad y la ratio de dependencia en 65 o más años *-old age dependency ratio-* son indicadores cada vez más utilizados en el análisis de las proyecciones sobre la estructura de la población en un país, dado que reflejan los cambios que se producen en dicha estructura como consecuencia no solo de la mortalidad, sino también de la fertilidad y los movimientos migratorios. El objetivo es comparar los valores que se espera tomen estos indicadores al incluir en las proyecciones de la población variantes más alejadas de los comportamientos centrales o medios, tradicionalmente utilizados como escenarios base en los cálculos proyectivos. Fundamentalmente, en el caso de la fertilidad, donde las series observadas para España y Portugal ponen de manifiesto valores claramente alejados del valor de reemplazo señalado como referencia en los escenarios centrales (2,1 hijos), y que siendo realistas, parece difícil de alcanzar.

Las proyecciones de población realizadas bajo escenarios realistas son relevantes a la hora de evitar errores de estimación respecto al envejecimiento de la población. Dichos errores podrían afectar seriamente a la sostenibilidad de los sistemas de pensiones.

---

## Índice

Sección 1. Introducción .....	4
Sección 2. Mediana de edad y ratio de dependencia para personas de 65 años o más.....	6
Sección 3. Indicadores demográficos en base a las proyecciones realizadas por los diferentes organismos nacionales e internacionales.....	7
Sección 4. Cálculo de proyecciones de población para España y Portugal bajo escenarios no convencionales .....	14
Sección 5. Conclusiones .....	21

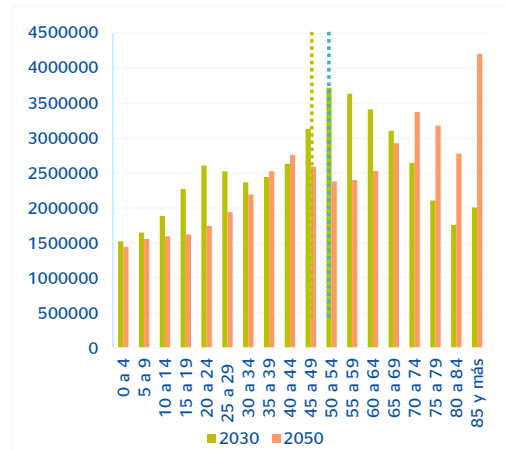
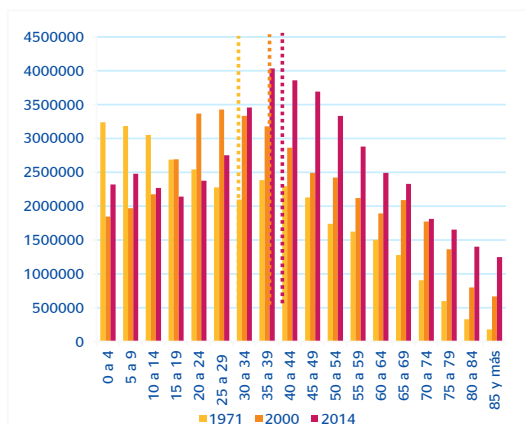
# 1. Introducción

En el análisis de los sistemas de pensiones resulta fundamental analizar cuál es y será la distribución de la población por edades, en el momento actual y a medio y largo plazo. El hecho de que, por ejemplo en España, las pensiones de jubilación que se pagan en un momento del tiempo estén directamente asociadas a las cotizaciones que pagan los trabajadores hace necesario llevar un control estricto de la ratio entre población activa y pasiva. De forma lógica, cualquier desequilibrio en dicha ratio afectará directamente al sistema de pensiones.

La composición de la población por edades en España y Portugal ha ido cambiando de forma significativa a lo largo del tiempo. En el caso de España, tal y como se pone de manifiesto en la Figura 1, la asimetría a la derecha que se observaba en la distribución de la población en el año 1971, donde la mediana de edad según el Instituto Nacional de Estadística de España (INE) era de aproximadamente 30 años, ha ido cambiando de forma progresiva, con una mayor concentración de población en las edades centrales en el año 2014 (mediana de edad de 41,8 años). Además, según las recientes proyecciones de población realizadas por dicho organismo oficial para el periodo 1914-1964, se espera que el desplazamiento hacia la derecha sea aún mayor (Figura 1- parte derecha, medianas de edad igual a 49 y 53 años, en 2030 y 2050, respectivamente). Recordemos que la mediana de una distribución de datos es el valor de la variable, en este caso la edad de los individuos, que ocupa el lugar central, es decir, aquel valor que nos deja el 50% de los individuos que componen la población de un país, a su izquierda y a su derecha respectivamente. Lógicamente, un desplazamiento del valor de la mediana de edad hacia la derecha indicará un aumento en el número de individuos en la parte derecha de la distribución, es decir, un número mayor de individuos en los intervalos de edad superiores, frente a una reducción en el número de individuos en los intervalos de menor edad.

**Figura 1. Población en España por edades y mediana de edad, ambos sexos**

**Años 1971, 2000, 2014 (izquierda), 2030 y 2050 (derecha)**



Fuente: elaboración propia. En línea discontinua se muestra la mediana de edad para cada período.

Las razones que pueden provocar un desplazamiento de la mediana son diversas. Como pusimos de manifiesto en la primera parte de este trabajo (véase Ayuso, Bravo y Holzman, 2015) los movimientos de la población dependen de diferentes componentes demográficas, fundamentalmente, fertilidad, mortalidad y movimientos migratorios, entre las que puede existir, y de hecho existe dependencia (a modo de ejemplo, el número medio de hijos en España es diferente según cual sea la nacionalidad de la madre) (INE, 2014).

Adicionalmente a la mediana, uno de los indicadores demográficos que está ganando mucho peso en el análisis de la sostenibilidad de los sistemas de pensiones es la ratio de dependencia para personas de 65 años o más (*old-age dependency ratio, OADR*), definida como el número personas con 65 o más años por cada 100 personas en un intervalo de inferior edad (normalmente 15-64 años, teniendo en cuenta la edad laboral de los individuos)<sup>1</sup>. Cuanto mayor sea el valor de este indicador, mayor será la dependencia de la población pasiva respecto a la población activa, con efecto directo en los sistemas de pensiones. Al igual que ocurre con el cálculo de la mediana este indicador está directamente afectado por las componentes demográficas de fertilidad, mortalidad y movimientos migratorios, por lo que en su análisis hay que tener en cuenta los efectos que las diferentes variantes de proyección de dichas componentes pueden tener.

El objetivo de este documento es comparar los valores esperados de la mediana de edad y de la ratio de dependencia para personas de 65 o más años, en España y Portugal, a partir de las proyecciones realizadas por diferentes organismos nacionales e internacionales, y con nuestras propias proyecciones de población. En primer lugar, en la Sección 2, presentamos la serie de la mediana de edad

<sup>1</sup> Este indicador suele calcularse contemplando diferentes rangos de edades en el denominador. Los más frecuentes son 15-64 años y 20-64 años.



y la ratio de dependencia en España y Portugal durante los últimos 40 años, para comprobar cómo dichos valores han ido aumentando de forma prácticamente lineal en los últimos años. El objetivo es plasmar cuál ha sido el comportamiento pasado de ambos indicadores para después poder valorar de forma comparada los resultados obtenidos mediante el cálculo de proyecciones de la población. En la Sección 3, centrado ya en proyecciones, comparamos los resultados obtenidos para ambos indicadores ante diferentes variantes de proyección. Es aquí donde analizamos las diferencias entre los valores esperados para la mediana y la ratio de dependencia en España y Portugal en los próximos periodos, teniendo en cuenta los diferentes escenarios propuestos por

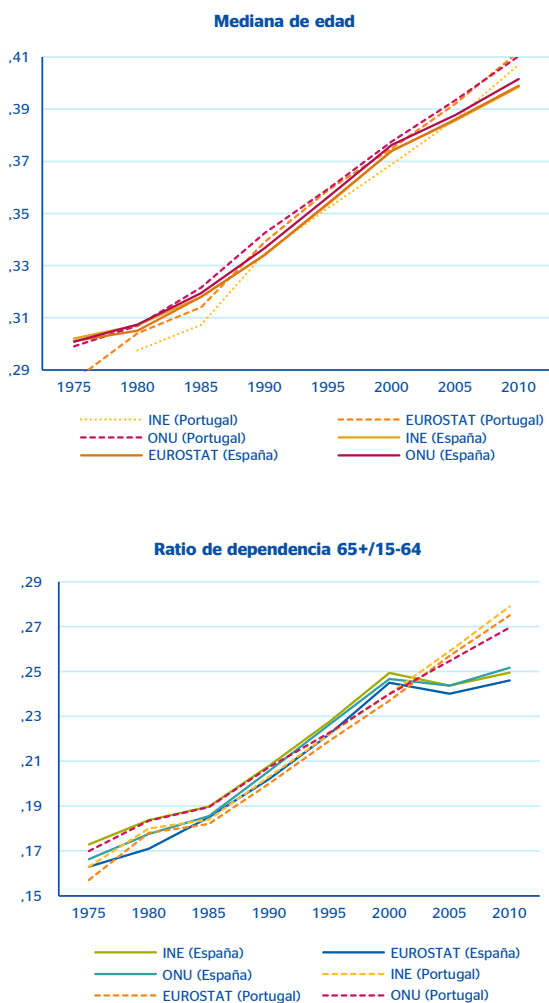
la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Eurostat y los Institutos Nacionales de Estadística (escenarios que fueron analizados en Ayuso, Bravo y Holzmann, 2015). En la Sección 4 calculamos proyecciones de población para España y Portugal ante escenarios extremos (y a partir de las mismas obtenemos medianas y ratios de dependencia) según la metodología *functional data approach* y el método Poisson-Lee-Carter. En el quinto y último apartado presentamos las principales conclusiones del trabajo realizado.

## 2. Mediana de edad y ratio de dependencia para personas de 65 años o más

La evolución de la mediana de edad y la ratio de dependencia para personas de 65 años o más en España y Portugal, para el periodo 1975-2014, aparece en la Figura 2. En la misma se tienen en cuenta las cifras presentadas por la ONU, Eurostat y los respectivos Institutos de Estadística de España y Portugal.

**Figura 2. Mediana de edad y Ratio de dependencia para personas de 65 o más años (base 15-64 años)**

**España y Portugal; Periodo 1975-2014**



Como se desprende de la Figura 2 (parte superior) la mediana de edad ha seguido un crecimiento lineal desde 1975, tanto en España como en Portugal. Ambos países presentaban una mediana de aproximadamente 30 años en 1975 (es decir, el 50% de la población en España y Portugal tenían como máximo 30 años y el 50% restante más de 30) mientras que en 2012 dicho indicador ha pasado a ser de 41 y 41,5 años respectivamente, lo que refleja un claro envejecimiento de la población (ligeramente más acusado en Portugal). La tendencia de la ratio de dependencia ha seguido un comportamiento similar (visualmente podemos observar cómo podríamos ajustar la ecuación de una recta), aunque en el caso de Portugal el crecimiento de este indicador está siendo más acusado en los últimos años. En 1975, en España, por cada 100 personas con edades comprendidas entre los 15 y los 64 años (asimilable a población activa) existían aproximadamente 17 personas jubiladas. Dicha cifra era similar en Portugal (16,3 jubilados por cada 100 personas en población activa). En 2012, en España, se estimaban 26,1 jubilados por cada 100 personas activas, cifra que ascendía a 29,1 en el caso de Portugal.

En sistemas de pensiones de reparto, como los vigentes en España y Portugal, ni que decir tiene la relevancia que puede tener la evolución de la ratio de dependencia en la sostenibilidad de los mismos. La predicción de la estructura de la población por edades cobra, por tanto, un papel fundamental, aunque se trata de un ejercicio nada fácil de realizar teniendo en cuenta la incertidumbre que puede rodear a la evolución de las diferentes componentes demográficas (fertilidad, mortalidad y movimientos migratorios).

## 3. Indicadores demográficos en base a las proyecciones realizadas por los diferentes organismos nacionales e internacionales

Como comentábamos en la primera parte de este documento el cálculo de proyecciones de población recae habitualmente en diferentes instituciones, aunque algunas de las más utilizadas son las realizadas por la ONU, Eurostat y los propios Institutos de estadística de los países analizados. En estas proyecciones las instituciones utilizan diferentes variantes o escenarios de proyección en relación con diferentes comportamientos para las componentes de fertilidad, mortalidad y migraciones. Los resultados obtenidos para los valores proyectados dependen lógicamente de las hipótesis adoptadas, existiendo, como veremos a continuación, diferencias significativas entre adoptar uno u otro escenario, con las consecuencias que ello puede tener si se pretende analizar la sostenibilidad de los sistemas de pensiones en el medio y largo plazo.

### 3.1. Proyección de la mediana de edad ante diferentes escenarios

En la Figura 3 se presentan los valores proyectados para la mediana de edad en España y Portugal presentados por la ONU. Con el ánimo de facilitar las comparaciones presentamos también las cifras para Europa, añadiendo en los gráficos las series observadas que ya han sido comentadas en la Sección 2.

A modo de síntesis podemos plantear las siguientes observaciones:

1) Bajo todos los escenarios analizados observamos un cambio de tendencia en el comportamiento de la mediana para España y Portugal respecto al resto de Europa. En este sentido, mientras que ambos países (especialmente Portugal) presentaban una mediana de edad inferior a la observada para el conjunto de Europa hasta el año 1990 aproximadamente, comienzan a presentar cifras superiores a partir del año 2010.

2) Tanto en España como en Portugal se espera un rápido crecimiento de la mediana de edad, que puede alargarse hasta el año 2040 en función del escenario seleccionado (incluso hasta el año 2100 en el caso de suponer baja fertilidad).

3) Cuando nos centramos en la componente de fertilidad, las diferencias entre adoptar como escenario fertilidad media (y, por tanto, 2,1 hijos por mujer), fertilidad alta (2,6 hijos por mujer) o fertilidad baja (1,6 hijos por mujer) son significativas. En el caso de suponer fertilidad media, la mediana de edad en Portugal se espera que sea de 51,4 años en 2040 y de 51 años en España. Si la fertilidad de las mujeres portuguesas y españolas aumentase, la mediana de edad en 2040 sería según las proyecciones realizadas de 48,2 y 47,6 años respectivamente para Portugal y España, cifras que aumentarían hasta 54,5 y 54,2 años respectivamente, en el caso de baja fertilidad. De mantenerse las mismas tasas de fertilidad estimadas para el periodo 2005-2010 (fertilidad constante) la mediana de edad se espera que sea de 51,9 años en Portugal y de 52,6 años en España, respectivamente, en el año 2040.

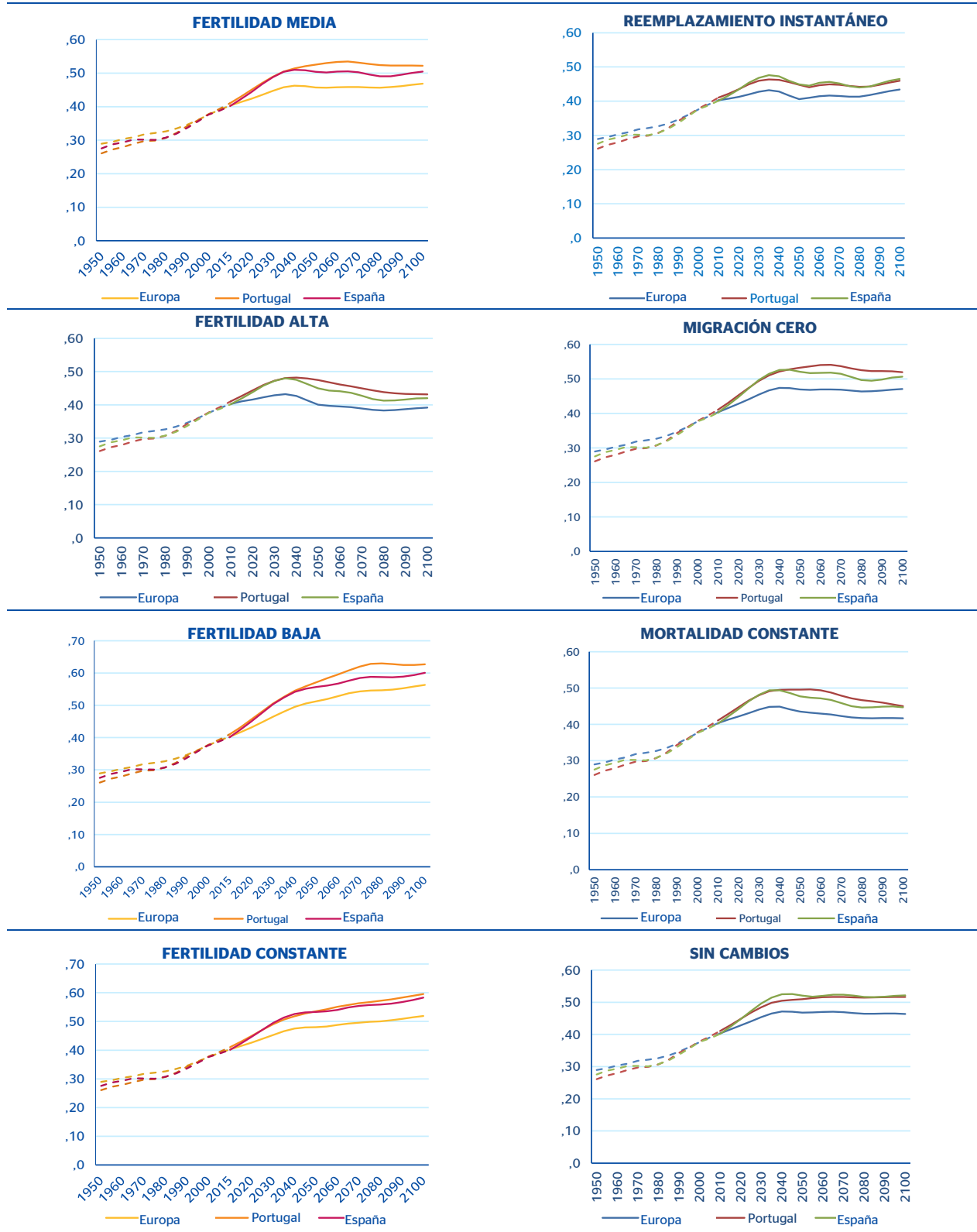
4) La variante de mortalidad constante refleja unos valores proyectados para la mediana de edad de 49,5 años aproximadamente en ambos países en 2040, prácticamente 8 años por encima de los valores actuales.

5) Si las tasas de fertilidad y mortalidad se mantienen constantes, la mediana en 2040 se proyecta en 50,5 y 52,5 años respectivamente para Portugal y España, prácticamente 10 años por encima de los valores actuales.

6) La variante de migración cero revela unos valores proyectados para la mediana de 52,1 y 52,5 para Portugal y España en 2040, prácticamente 11 años por encima de los valores actuales.

7) A partir del año 2040, los valores de la mediana tenderían a estabilizarse en los escenarios de fertilidad media, migración cero (descendiendo en el caso de España) y constancia en las tasas de fertilidad y mortalidad, disminuiría en los escenarios de mortalidad constante y fertilidad alta y aumentaría en el caso de baja fertilidad y fertilidad constante. En cualquiera de los casos se espera que los valores proyectados para Portugal sean superiores a los proyectados para España, y que ambos se encuentren por encima de los valores proyectados para el global de Europa.

Figura 3. Valores observados y proyecciones de la mediana de edad (ONU) / Europa, España y Portugal

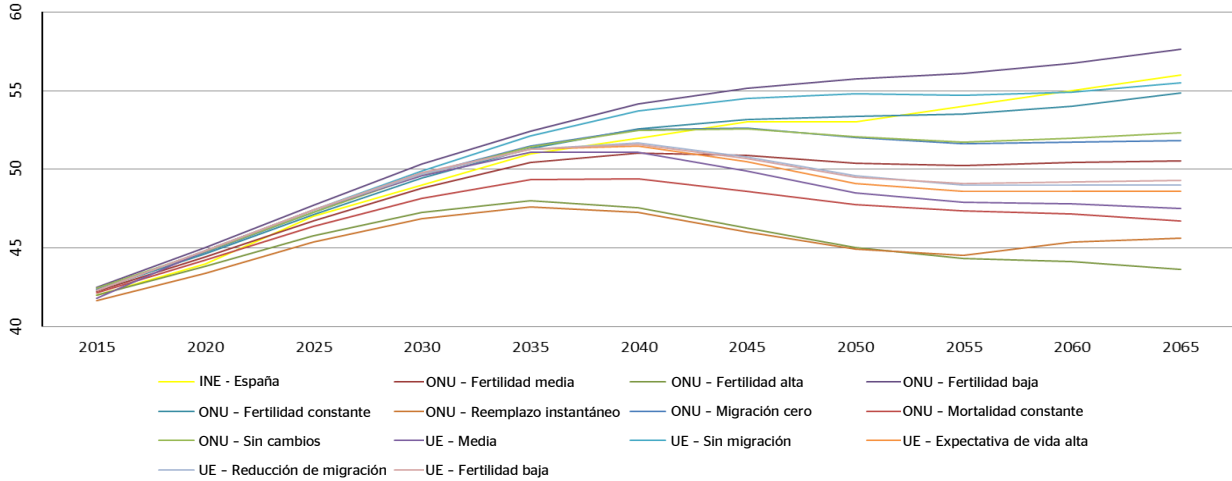


Fuente: elaboración propia a partir de ONU (2014)



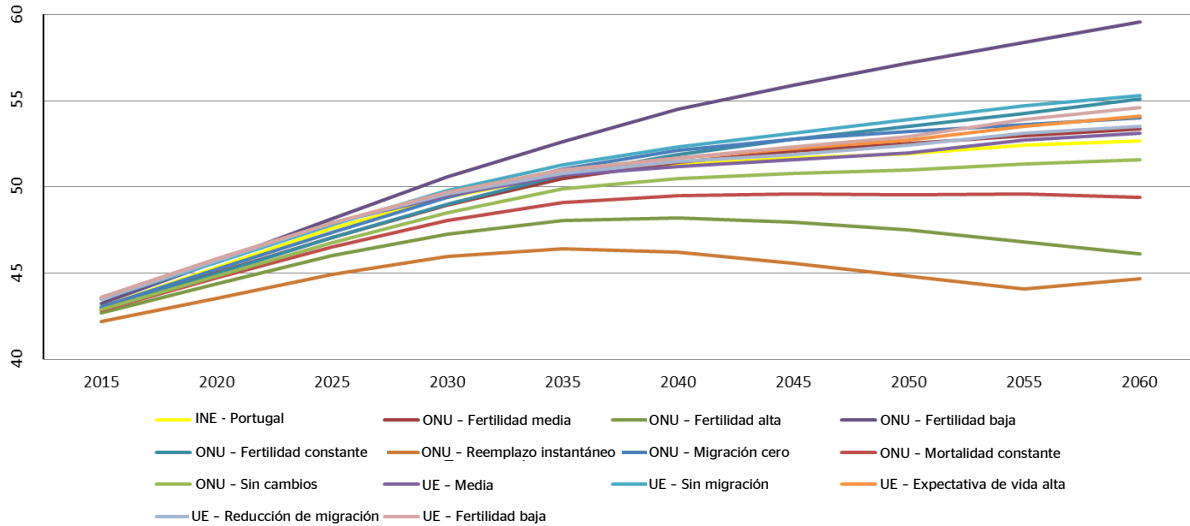
Cuando el análisis lo realizamos para cada uno de los dos países por separado, e incluimos en el análisis los escenarios de proyección utilizados por Eurostat y por los respectivos Institutos Nacionales de Estadística de España y Portugal, los resultados aparecen en las Figuras 4 y 5 respectivamente.

**Figura 4. Diferencias entre los valores proyectados de la mediana de edad por la ONU, Eurostat e INE (España)**



Fuente: elaboración propia en base a ONU (2014), Eurostat (2014), INE (2014). Valores de la mediana para España calculados a partir de las proyecciones de población 2014-2064.

**Figura 5. Diferencias entre los valores proyectados de la mediana de edad por la ONU, Eurostat e INE (Portugal)**



Fuente: elaboración propia en base a ONU (2014), Eurostat (2014), INE (2014). Proyecciones de los valores de la mediana calculados por los autores.

En el caso de España, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Los valores esperados para la mediana de edad que hemos calculado a partir de las proyecciones de población (periodo 2014-2064) realizadas por el INE están por encima de la mayoría de valores obtenidos bajo escenarios de proyección de la ONU y Eurostat a partir del año 2040. Hasta entonces se observan tendencias crecientes bajo todos los escenarios de proyección, aunque menos marcadas en el caso de las proyecciones de la ONU realizadas con escenarios de alta fertilidad y fertilidad constante.
2. En términos generales, las proyecciones realizadas a partir de los datos del INE (España) son más cercanas a las proyecciones realizadas para este país por la ONU que por Eurostat. Nótese que la tendencia obtenida a partir de los datos del INE es similar a la obtenida con las proyecciones realizadas por la ONU bajo el escenario de baja fertilidad.
3. Teniendo en cuenta el comportamiento observado para las tasas de fertilidad en España en los años precedentes, claramente alejados de los 2,1 hijos, adoptar hipótesis de baja fertilidad puede resultar más realista que proyectar escenarios medios de fertilidad. Estos escenarios ya han sido incorporados en las proyecciones realizadas por el INE que según vimos en la primera parte de este documento proyecta tasas de fecundidad ligeramente superiores a 1,2 hijos por mujer en España en 2050.

En el caso de Portugal:

1. Los valores proyectados para la mediana por el INE de Portugal revelan un comportamiento muy cercano a los proyectados por Eurostat para este país, fundamentalmente en los escenarios de fertilidad media y migración reducida. Un poco más alejados quedan las proyecciones realizadas por la institución europea suponiendo comportamientos de baja fertilidad. Aunque sin duda la mayor separación se encuentra respecto a las proyecciones proporcionadas por la ONU, tanto para escenarios de baja fertilidad (que proporcionan valores proyectados para la mediana notablemente superiores a las presentadas por el instituto estadístico portugués) como en el resto de escenarios de alta fertilidad o mortalidad constante que proporcionan valores sensiblemente inferiores.
2. De nuevo las diferencias entre las proyecciones realizadas por las diferentes instituciones ante los diferentes escenarios se hacen más evidentes en el largo plazo, fundamentalmente a partir del año 2040. No obstante, a partir del año 2030 aproximadamente ya comienzan a observarse diferencias en los valores de la mediana según la variante de proyección.
3. Los valores más bajos para la mediana en todo el horizonte de proyección se observan para la variante de reemplazo instantáneo, aunque conclusiones similares pueden observarse para la variante de fertilidad elevada.

4. Los valores proyectados para la mediana de edad por el Instituto de Estadística de Portugal son superiores a los proyectados por su homólogo en España hasta el año 2030. A partir de dicho año los valores proyectados para la mediana por el organismo estadístico español son superiores (a modo de ejemplo, la mediana de edad sería de 52,7 años en el caso de Portugal frente a los 55 años proyectados para España en el año 2060).

### 3.2. Proyección de la ratio de dependencia para personas de 65 o más años ante diferentes variantes

En la Figura 6 se presentan los valores proyectados para la ratio de dependencia (personas de 65 o más años respecto a la población comprendida entre 15 y 64 años de edad) para España y Portugal según cifras de la ONU. Al igual que hemos hecho con la mediana, presentamos también las cifras que dicho organismo presenta para Europa, con el ánimo de facilitar la realización de comparaciones.

En términos generales podemos señalar:

- 1) La ratio de dependencia de la población jubilada respecto a la población activa, que hasta el año 2010 había seguido en Portugal y España un comportamiento muy similar a la media de Europa, se espera que comience a distanciarse en estos dos países a partir del año 2030, con unos valores crecientes y claramente superiores al resto de países europeos.
- 2) Bajo cualquiera de los escenarios seleccionados se espera un aumento muy notable de la ratio de dependencia en los dos países analizados hasta el año 2050 aproximadamente. Bajo el escenario de fertilidad media cabría esperar que por cada 100 personas comprendidas en el intervalo entre 15 y 64 años de edad en Portugal, 64,3 estarían jubiladas (cifra notablemente alejada de las 29,1 observadas en 2012). En el caso de España el número de personas jubiladas se espera que en 2050 sea de 66,9 por cada 100 personas comprendidas en el intervalo de población activa, es decir, 1 pensionista por cada 1,5 personas en edad de trabajar (cifra similar a la estimada para Portugal). Si adoptamos el escenario de fertilidad constante las cifras son aún más preocupantes (en el caso de España, sobre todo). En 2050, las proyecciones estiman 1 persona jubilada por cada 1,54 personas en edad de trabajar en Portugal; en España, 1 persona jubilada por cada 1,41 en edad de trabajar.
- 3) Bajo escenarios realistas de baja fertilidad la ratio de dependencia tanto en Portugal como en España muestra cifras que merecen ser destacadas. En Portugal, en el año 2050, bajo este escenario, se espera una ratio de dependencia de 73,2 pensionistas por cada 100 personas en edad activa; en España, de 75,4 pensionistas por cada 100 personas en edad activa. Esto arroja las preocupantes

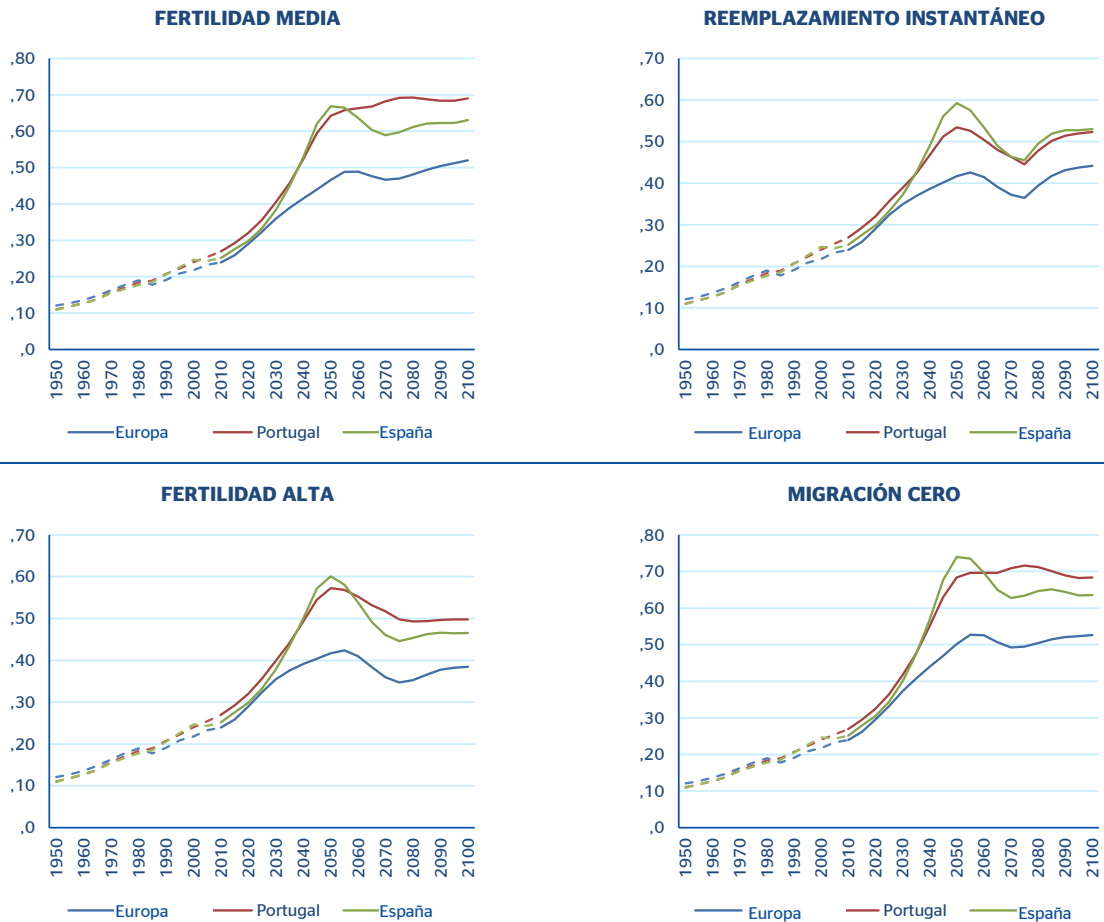
cifras de 1 jubilado por cada 1,37 personas en edad activa en Portugal, y 1 jubilado por cada 1,32 personas en edad de trabajar en España.

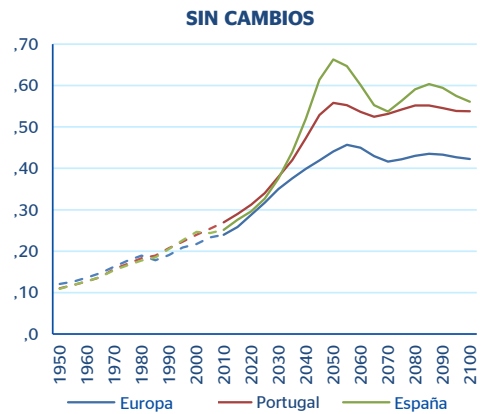
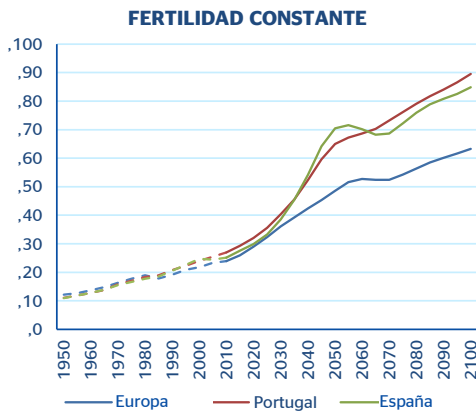
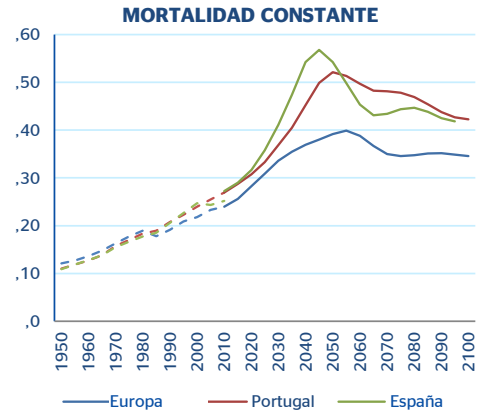
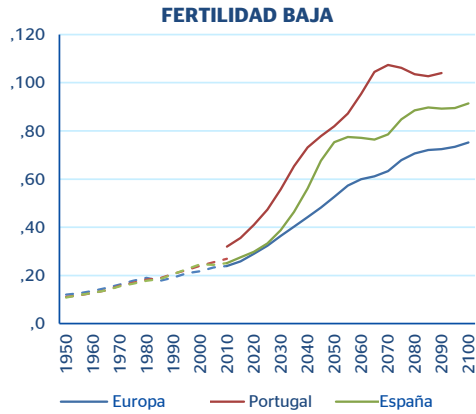
- 4) Aunque bajo escenarios de alta fertilidad las ratios de dependencia muestran cifras inferiores a las analizadas en los puntos anteriores, de fertilidad constante, media y baja, las cifras siguen siendo elevadas, de 1 persona jubilada por cada 1,74 personas en edad de trabajar en el caso de Portugal, y de 1 persona jubilada por cada 1,66 personas en edad de trabajar en el caso de España.
- 5) Para el resto de escenarios, las cifras no son mucho mejores. La variante de mortalidad constante refleja unos valores proyectados para la ratio de dependencia en 2050 de 52,1 para el caso de Portugal y 56,8 en el caso de España, es decir 1 persona jubilada por cada 1,92 personas en edad de trabajar en Portugal, y 1 persona

jubilada por cada 1,76 personas en edad de trabajar en España. Estas cifras son similares a las obtenidas bajo el escenario de reemplazo instantáneo.

- 6) En el caso de migración cero, de nuevo las cifras vuelven a aumentar: 1 persona jubilada por cada 1,46 de población activa en el caso de Portugal; 1 persona jubilada por cada 1,35 en edad activa en España. Las cifras son, por tanto, similares a las presentadas en el ítem 3, de baja fertilidad.
- 7) A partir del año 2050, los comportamientos esperados dependen del escenario adoptado, con valores aún superiores en los casos de baja fertilidad y fertilidad constante, y ligeros descensos en los casos de alta fertilidad y mortalidad constante. En cualquiera de los casos, se espera que los valores sean mayores a los esperados para la media europea.

Figura 6. Proyecciones de la ratio de dependencia para personas de 65 o más años (ONU) / Europa, España y Portugal

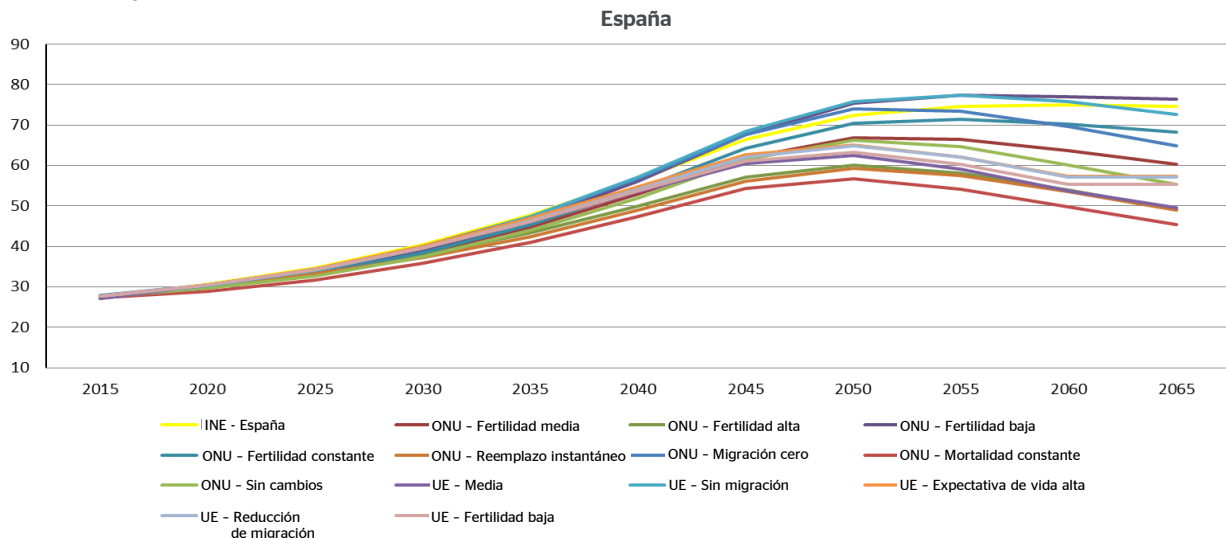




Fuente: elaboración propia

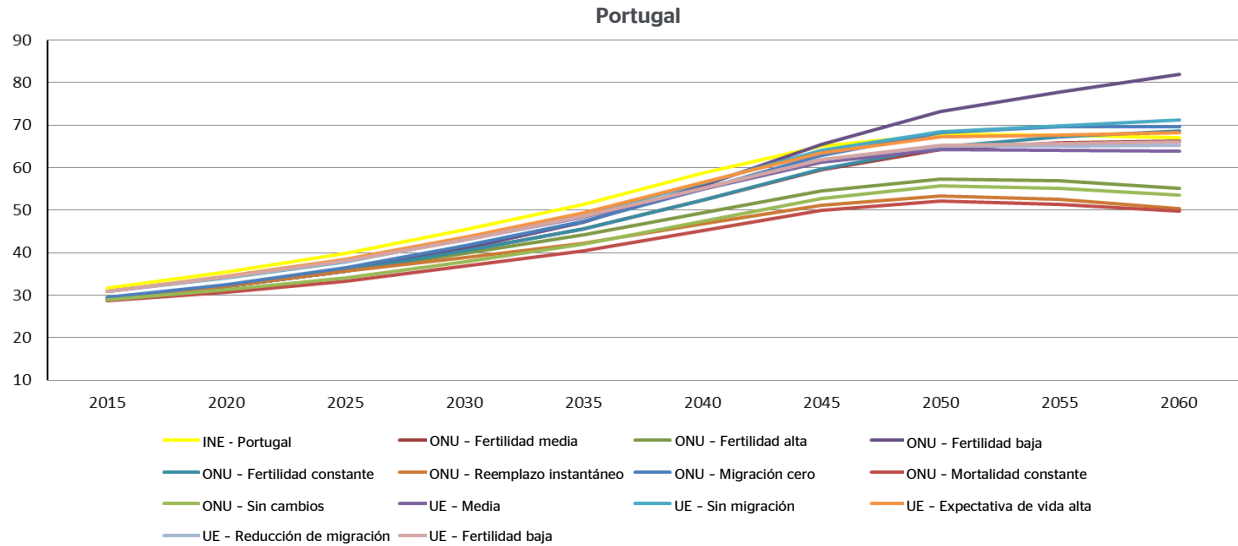
En las Figuras 7 y 8 presentamos el análisis para cada uno de los dos países por separado, e incluimos en el análisis los escenarios de proyección utilizados por Eurostat y por los respectivos Institutos Nacionales de Estadística de España y Portugal, al igual que hacíamos en páginas anteriores para la mediana.

**Figura 7. Diferencias entre los valores proyectados de la ratio de dependencia para 65 o más años entre el INE, la ONU y Eurostat - España**



Fuente: elaboración propia en base a ONU (2014), Eurostat (2014), INE (2014).

Figura 8. Diferencias entre los valores proyectados de la ratio de dependencia para 65 o más años entre el INE, la ONU y Eurostat - Portugal



Fuente: elaboración propia en base a ONU (2014), Eurostat (2014), INE (2014).

De nuevo el gráfico de los valores proyectados para la ratio de dependencia en España bajo los diferentes escenarios (Figura 7) pone de manifiesto una mayor cercanía de las proyecciones del INE de este país respecto a las estimaciones realizadas por la ONU con la variante de baja fertilidad. A continuación mostraría similitud con las proyecciones presentadas tanto por Eurostat como por la ONU, bajo el escenario de migración cero, y fertilidad constante. Claramente alejadas se encuentran las proyecciones del INE de España de las presentadas tanto por la ONU como por Eurostat, bajo las variantes de mortalidad constante.

En el caso de Portugal, los valores proyectados por el Instituto de Estadística muestran un crecimiento más suave que en el caso de España. Según las proyecciones de esta institución la ratio de dependencia en el año 2030 será de 45,5

pensionistas por cada 100 personas de población activa; la ratio de dependencia proyectada por el INE de España para dicho año es inferior, de 40,4 pensionistas por cada 100 activos. En el año 2060 dicho indicador es igual a 67 pensionistas por cada 100 activos en el caso de Portugal; 75 en el caso de España.

En términos generales, según las estimaciones presentadas, y a largo plazo, se espera que los efectos del envejecimiento sean más marcados en el caso de España que en Portugal, con una mayor ratio de dependencia de la población pensionista respecto a la población activa en este país. No obstante, a medio plazo (hasta el periodo 2030-2035) el comportamiento es muy similar en los dos países, incluso con valores superiores en el país luso.

## 4. Cálculo de proyecciones de población para España y Portugal bajo escenarios no convencionales

### 4.1. Metodología

Históricamente, las proyecciones a largo plazo de los indicadores de fecundidad preparadas por los organismos oficiales de estadística se han caracterizado por tener un cierto sesgo optimista, admitiéndose, en repetidas ocasiones, que a largo plazo el índice sintético de fecundidad convergirá hacia el nivel de reemplazo de generaciones naturales, o hacia el promedio de todos los Estados miembros de la Unión Europea. En lo que se refiere a la predicción de los indicadores de mortalidad usados en las proyecciones de población, la realidad es que la longevidad observada en Portugal y España supera sistemáticamente las previsiones más optimistas. Prever el número de nacimientos a largo plazo no es una tarea fácil. Pronosticar, por ejemplo, el comportamiento de la fecundidad en la década de 2040 significa proyectar el comportamiento de madres y padres que todavía no han nacido.

En este apartado calculamos proyecciones de población para España y Portugal ante escenarios no convencionales y extremos, a partir de las cuales obtenemos, entre otros indicadores demográficos, las medianas y ratios de dependencia. Nuestro objetivo es comparar los resultados obtenidos con los analizados en los epígrafes anteriores, a partir de estimaciones presentadas por organismos oficiales. En el proceso utilizamos información estadística base y metodologías estadísticas recientes que detallamos a continuación.

La fertilidad tiene un impacto importante en el tamaño y la estructura de la población por edades, ya sea por un efecto directo en el efectivo de población proyectada, o por un impacto diferido, ya que el mayor o menor número de nacimientos, en particular de niños del sexo femenino, en un determinado momento, influye en el número de nuevos nacimientos en el futuro. El método convencional utilizado para la proyección de nacimientos emplea sólo un regresor como indicador de la probabilidad de que una mujer tenga hijos, su edad. Desde este punto de vista, el nivel futuro de las tasas de fecundidad por edades se proyecta en base a las tendencias del pasado, las opiniones de los expertos (para incorporar posibles cambios de comportamiento) y gran parte de la modelización estocástica gira en torno a la estimación del comportamiento futuro de una sola medida - la tasa global de fecundidad.

A largo plazo, la tasa global de fecundidad se ve afectada por las actitudes, los valores y los cambios en las características socioeconómicas de la población. En el corto plazo, puede estar afectada por tendencias macroeconómicas, pero cuando la fertilidad es baja, estos efectos tienden a ser pequeños. La principal influencia sobre la fertilidad en el corto plazo son los cambios en el calendario de los primeros nacimientos y el impacto subsiguiente en posteriores nacimientos, un

fenómeno que los demógrafos llaman el "efecto tiempo". El retraso temporal en los nacimientos puede reducir su número, por razones diversas (reducción en la capacidad fisiológica de concebir al aumentar la edad, divorcios y separaciones, cambios en las prioridades vitales, entre otras). El efecto contrario puede aplicarse naturalmente para los embarazos anticipados (nacimientos interrumpidos, entre otras razones) por lo que el tiempo puede afectar la cuantía en términos de nacimientos. Las metodologías de proyección de la fecundidad más recientes tienen en cuenta la evolución esperada del índice sintético de fecundidad (ISF), la edad media de la madre al nacimiento de un hijo, el tiempo transcurrido desde el último nacimiento y el número de hijos.

En este trabajo obtenemos proyecciones de población para España y Portugal mediante *métodos estocásticos de previsión con componentes demográficas coherentes*. La metodología se basa en los trabajos de Hyndman y Booth (2008) y Hyndman, Booth y Yasmeen (2013). Utilizamos series de datos desde 1980 a 2013 para derivar previsiones hasta el año 2100.

Por previsiones "coherentes" nos referimos a las previsiones en las que se supone que las diferencias observadas entre hombres y mujeres (u otros subgrupos, como podrían ser las regiones) se mantienen en el tiempo. En otras palabras, se requiere que la diferencia entre los grupos pase a ser estacionaria. Con esta metodología se intenta garantizar que las proyecciones para poblaciones relacionadas mantienen ciertas relaciones estructurales fundamentadas en una extensa observación histórica y en consideraciones teóricas. Por ejemplo, la mortalidad masculina se ha observado que es consistentemente más alta que la mortalidad femenina en todas las edades. Mientras que la evidencia disponible apoya esta hipótesis en factores biológicos/genéticos pero también culturales, ambientales y sociales, Kalben (2002) concluye que el factor determinante es biológico.

La modelización de las tasas específicas de mortalidad y fecundidad por edad observadas durante los últimos años se ha llevado a cabo utilizando *functional data models* (Hyndman y Ullah, 2005). En términos formales, Sea  $y_t(x_i)$  el logaritmo de la mortalidad observada o de la tasa específica de fecundidad para la edad  $x$  en el año  $t$ . Suponemos que podemos ajustar una función  $f_t(x)$  que se observa con error. En nuestro caso hemos suavizado los datos utilizando *penalized regression splines*. De este modo, se observa la serie temporal funcional  $\{x_i; y_t(x_i)\} \quad t=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, p$ ,

$$y_t(x_i) = \log[f_t(x_i)] + \sigma_t(x_i)\varepsilon_{t,i} \quad (1)$$

donde  $\varepsilon_{t,i}$  una variable aleatoria normal estándar iid y  $\sigma_t(x_i)$  permite que el ruido varíe con  $x$ . Típicamente  $\{x_1, \dots, x_p\}$  son edades enteras o grupos de edades.

Para cada año se han suavizado los datos utilizando un método no paramétrico para estimar  $f_t(x)$  para  $x \in (x_1, x_p)$  con base en  $\{x_i; y_t(x_i)\}$   $t = 1, \dots, n$ . Se ha utilizado el método *constrained and weighted penalized regression splines* para la fertilidad y para la mortalidad.

Definimos las raíces cuadradas de los productos y los cocientes de las tasas suavizadas para cada sexo de la forma

$$p_t(x) = \sqrt{f_{t,M}(x)f_{t,F}(x)} \quad r_t(x) = \sqrt{f_{t,M}(x)/f_{t,F}(x)}$$

modelizando estas cantidades en lugar de las tasas originales. Utilizamos *functional data models*, descomponiendo las curvas ajustadas a través de la expansión de la función de base mediante el siguiente modelo:

$$\log[p_t(x)] = \mu_p(x) + \sum_{k=1}^K \beta_{t,k} \phi_k(x) + \varepsilon_t(x) \quad (2a)$$

$$\log[r_t(x)] = \mu_r(x) + \sum_{l=1}^L \gamma_{t,l} \varphi_l(x) + w_t(x) \quad (2b)$$

donde  $\mu_p(x)$  y  $\mu_r(x)$  son medidas de localización de  $f_t(x)$ .  $\phi_k$  y  $\varphi_l$  son un conjunto de funciones base ortonormales y  $\varepsilon_t(x) \sim N(0; v(x))$ . Para obtener predicciones, se utilizan métodos de series temporales para los coeficientes  $\beta_{t,k}$ ,  $\gamma_{t,l}$ .

Para la proyección de la mortalidad, además de los *functional time series models*, se ha utilizado el modelo Poisson-Lee-Carter desarrollado por Brouhns et al. (2002) con métodos de simulación de Monte Carlo para obtener intervalos de confianza para las proyecciones de los coeficientes de mortalidad por edad en escenarios extremos de longevidad. El modelo clásico (Age-Period) de Lee-Carter (LC) fue introducido por primera vez por Lee y Carter (1992), combinando un modelo demográfico de la tasa de mortalidad (función solamente de factores relacionados con la edad y el tiempo cronológico, que describen el cambio histórico en la mortalidad), un método de ajuste del modelo, y métodos de series temporales para modelizar y predecir el parámetro temporal del mismo. En base a esta predicción del nivel general de mortalidad, las tasas específicas de mortalidad por edad actuales se obtienen a partir de los efectos estimados para cada edad.

El modelo Poisson-Lee-Carter asume que el número de muertes por edad y año,  $D_{x,t}$ , sigue una distribución de Poisson con parámetro  $\mu_{x,t} E_{x,t}$

$$D_{x,t} \sim \text{Poisson}(\mu_{x,t} E_{x,t}) \quad (3)$$

con

$$\mu_{x,t} = \exp(\alpha_x + \beta_x k_t) \quad (4)$$

donde  $E_{x,t}$  denota la exposición al riesgo a la edad  $x$  en el año  $t$ , y  $\mu_{x,t}$  es la fuerza de mortalidad a la edad  $x$  en el año  $t$  (Ayuso et al., 2007). El vector de parámetros  $\alpha_x$  representa el patrón general de la mortalidad en el período de la muestra, el vector  $\beta_x$  representa los patrones específicos de cambio de mortalidad por edad, y el vector  $k_t$  representa la tendencia temporal general de la mortalidad.

Las estimaciones de los parámetros se han obtenido a través del método de máxima verosimilitud utilizando un algoritmo iterativo unidimensional del tipo Newton-Raphson (Goodman, 1979). Las estimaciones de los parámetros iniciales son sometidas a dos restricciones para asegurar la identificación del modelo. Se utilizan técnicas Box-Jenkins para estimar y predecir en el marco de un modelo ARIMA (p, d, q) para la serie  $k_t$  del modelo.

Para proyectar las tasas de mortalidad en edades avanzadas (85+), se ha utilizado el modelo log-cuadrático propuesto por Denuit y Goderniaux (2005). La predicción de las tasas de mortalidad específicas por edad se obtiene utilizando los efectos por edad estimados y la previsión de la componente temporal variable. A partir de aquí, las funciones biométricas que componen la tabla de vida y otros indicadores de mortalidad y longevidad pueden ser calculadas. Respecto a los saldos migratorios se consideran igualmente escenarios alternativos extremos, con el objetivo de analizar el efecto de esta componente en los resultados finales de las proyecciones.

En términos formales, el procedimiento de proyección se basa en el Método de las Componentes por cohorte, según el cual la dinámica de la población por género y generación se expresa según la siguiente ecuación de balance demográfico:

$$P_{t+n} = P_t + N_{t,t+n} - D_{t,t+n} + I_{t,t+n} - E_{t,t+n} \quad (5)$$

donde  $P_t$  y  $P_{t+n}$  denotan, respectivamente, la población en  $t$  y  $t+n$ ,  $N_{t,t+n}$  es el número de nacimientos entre  $t$  y  $t+n$ ,  $D_{t,t+n}$  representa el número de muertes entre  $t$  y  $t+n$ ;  $I_{t,t+n}$  y  $E_{t,t+n}$  denotan, respectivamente, el número de inmigrantes y emigrantes entre  $t$  y  $t+n$ .

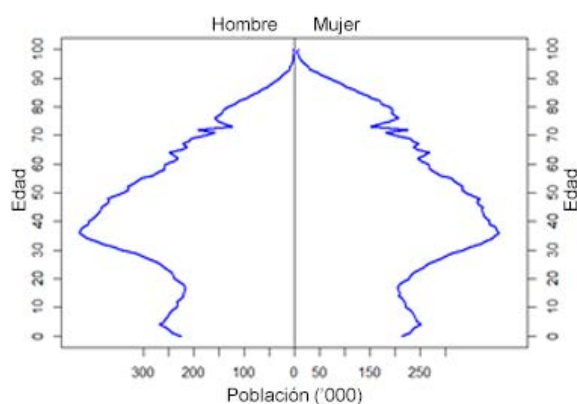
Obtenidas las proyecciones de población, se puede proyectar la evolución futura de las medianas y ratios de dependencia así como de otros indicadores demográficos. Las proyecciones obtenidas se basan en los datos demográficos (nacimientos, muertes, población, saldos migratorios) de España y Portugal disponibles en el repositorio *Human Mortality Database* (HMD), cuyas fuentes son los respectivos institutos nacionales de estadística. Las simulaciones de las trayectorias futuras para las poblaciones se basan en la utilización conjunta de modelos funcionales para la mortalidad, la fecundidad y la migración mediante métodos de Simulación de Monte Carlo<sup>2</sup>. Dichas simulaciones se utilizan para calcular determinadas funciones biométricas e indicadores estadísticos (esperanza de vida, edad media de la población, cuantiles, etc.), que se pueden derivar por sexo y edad. Se han generado igualmente intervalos de predicción para cada medida.

En el análisis de las simulaciones, el escenario medio corresponde al valor medio de las 10.000 simulaciones realizadas para cada variable aleatoria. Los escenarios pesimista y optimista representan, respectivamente, los límites inferior y superior del intervalo de confianza al 95% de las simulaciones.

## 4.2. Una síntesis de los resultados

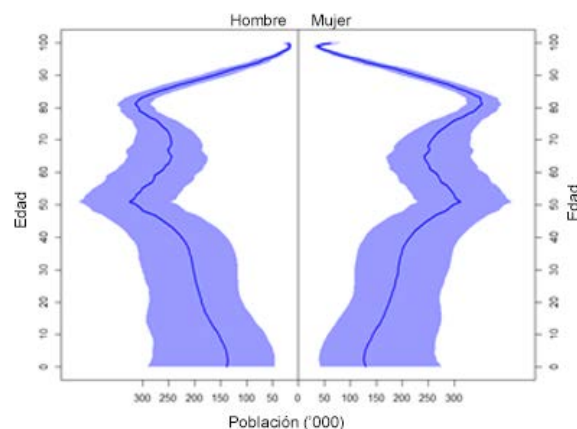
En esta sección se presenta un resumen de los resultados de la aplicación de la metodología descrita en la Sección 4.1, en particular los valores obtenidos para la mediana de edad y la ratio de dependencia en 65 o más años en España y Portugal. De forma previa presentamos la distribución de la población por edad obtenida con las proyecciones, representada mediante las correspondientes pirámides de población.

**Figura 9. Pirámide etaria de la población, España, 2013**



<sup>2</sup> Se han realizado 10.000 simulaciones para cada población.

**Figura 10. Pirámide etaria de la población y respectivos intervalos de predicción, España, 2060**



La población en España en el año 2060 será, según el escenario medio, una población notablemente envejecida con una mediana<sup>3</sup> de edad (Figura 11) de 54,45 años, prácticamente 13 años por encima del valor actual, de 41,8 años. Incluso en el escenario más optimista, la mediana de edad nos situaría en valores prácticamente 10 años superiores al actual, de 50,21 años aproximadamente.

De cumplirse el escenario pesimista hablaríamos de al menos un 50% de la población con edades superiores a los 60,6 años, dieciocho años por encima de los valores actuales. A destacar es el ensanchamiento de la pirámide en su parte superior. Los resultados de nuestras proyecciones reflejan en el escenario medio un 36,90% de la población con 65 o más años y un 10,78% de la población con 85 o más (estos valores son del 18,07% y del 2,3%, respectivamente en 2014). Los resultados lógicamente quedan también de manifiesto con la obtención de la ratio de dependencia (Figura 12).

En el escenario medio por cada 100 personas con edades comprendidas entre los 16 y los 64 años en 2060, 69,32 personas tendrán más de 65, lo que supone 1 pensionista por cada 1,44 personas en edad de trabajar (actualmente la ratio se estima en 1/3,7). De cumplirse el escenario pesimista, por cada pensionista se estimarían 1,11 personas en edad de trabajar. En el escenario optimista la ratio sería 1/1,73. De nuevo cifras notablemente alejadas de los valores actuales.

<sup>3</sup> Es importante destacar en este punto el efecto que en el cálculo de las proyecciones a largo plazo tiene el comportamiento observado de la serie histórica de la tasa de fertilidad en España que hace que a partir del año 2045 aproximadamente, y tras un largo periodo de caída, presente una tendencia ligeramente creciente (no obstante, hasta el año 2086 no se esperarían cifras similares a las observadas actualmente, de 1,29 hijos por mujer). La proyección de las tasas de fertilidad incorporando variables económicas sería fundamental en este punto (Ayuso, Bravo y Holzmann, 2015).



Figura 11. Valores proyectados de la mediana de edad utilizando *functional time series models* y respectivos intervalos de predicción, España

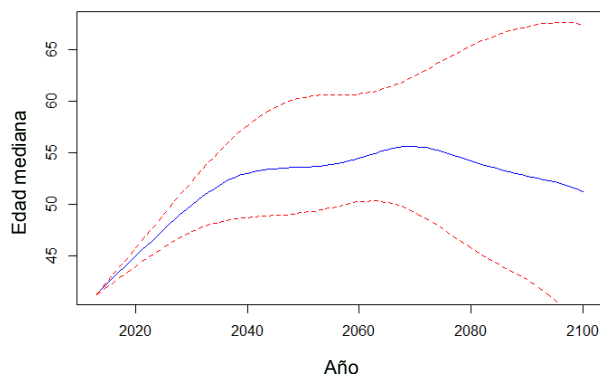
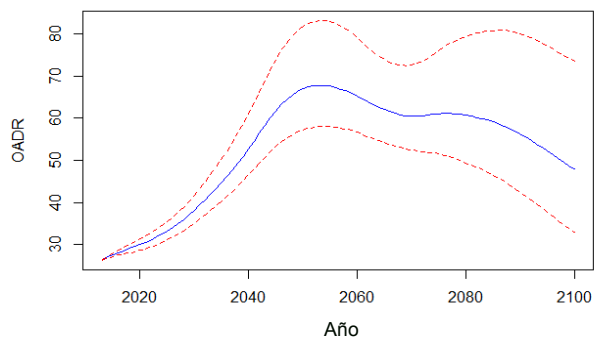


Figura 12. Valores proyectados de la ratio de dependencia para 65 o más años (OADR) utilizando *functional time series models* y respectivos intervalos de predicción, España



La pirámide de población para Portugal en el año 2013 y su correspondiente proyección al año 2014 aparece en las Figuras 13 y 14 respectivamente. Al igual que hemos observado para España, se espera que la población lusa sea una población envejecida con una mediana de edad en 2060 (Figura 15) obtenida bajo el escenario medio de 58,17 años (superior, por tanto, a la proyectada para España).

La mediana de edad en Portugal en 2014 se estima en 43,68 años, por lo que las proyecciones nos revelarían un aumento de un 33,17% en dicho indicador. De cumplirse el escenario pesimista, un 50% de la población en Portugal tendría más de 61,4 años en el año 2060, mientras que el escenario optimista nos posicionaría en cifras cercanas a los 55,7 años.

Figura 13. Pirámide etaria de la población, Portugal, 2013

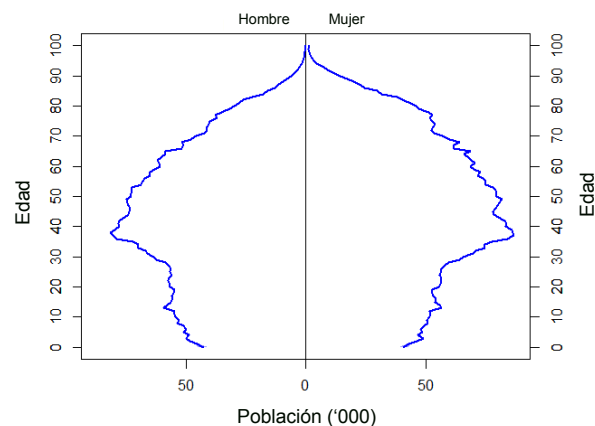


Figura 14. Pirámide etaria de la población y respectivos intervalos de predicción, Portugal, 2060

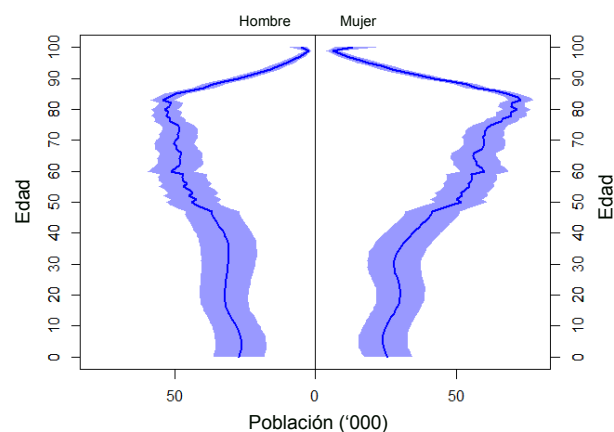
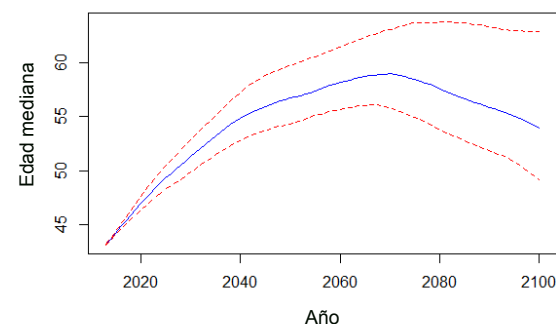
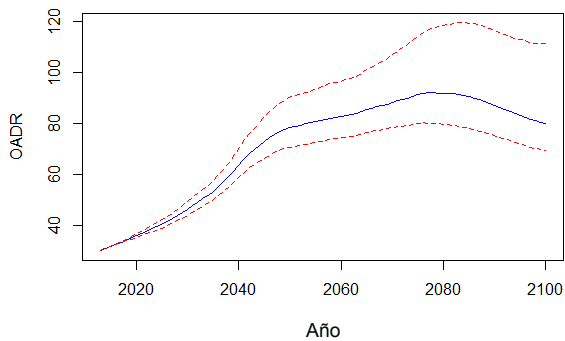


Figura 15. Valores proyectados de la mediana de edad utilizando *functional time series models* y respectivos intervalos de predicción, Portugal



Evidentemente, los resultados proyectados para la mediana de población quedan reflejados en la ratio de dependencia (Figura 16). Según las proyecciones realizadas por cada pensionista en Portugal en el año 2060 habrá solo 1,21 personas en edad activa, cifra que alcanzaría prácticamente la ratio 1/1 de cumplirse el escenario pesimista.

**Figura 16. Valores proyectados de la ratio de dependencia para 65 o más años (OADR) utilizando *functional time series models* y respectivos intervalos de predicción, Portugal**



Los valores proyectados de la mediana de edad y de la ratio de dependencia y su comparación con las proyecciones realizadas por los diferentes organismos nacionales e internacionales aparecen en las Figuras 16 y 17 respectivamente.

**Figura 17. Mediana de edad, España, Proyecciones propias, ONU, Eurostat, INE**  
España

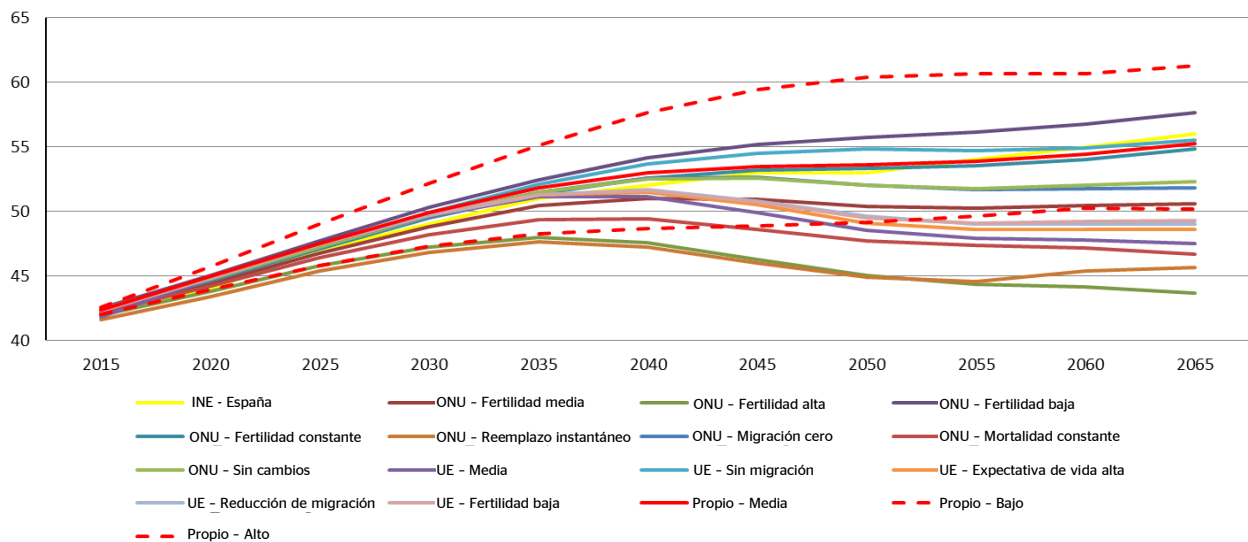


Figura 18. Ratio de dependencia 65+/15-64, España, Proyecciones propias, ONU, Eurostat, INE

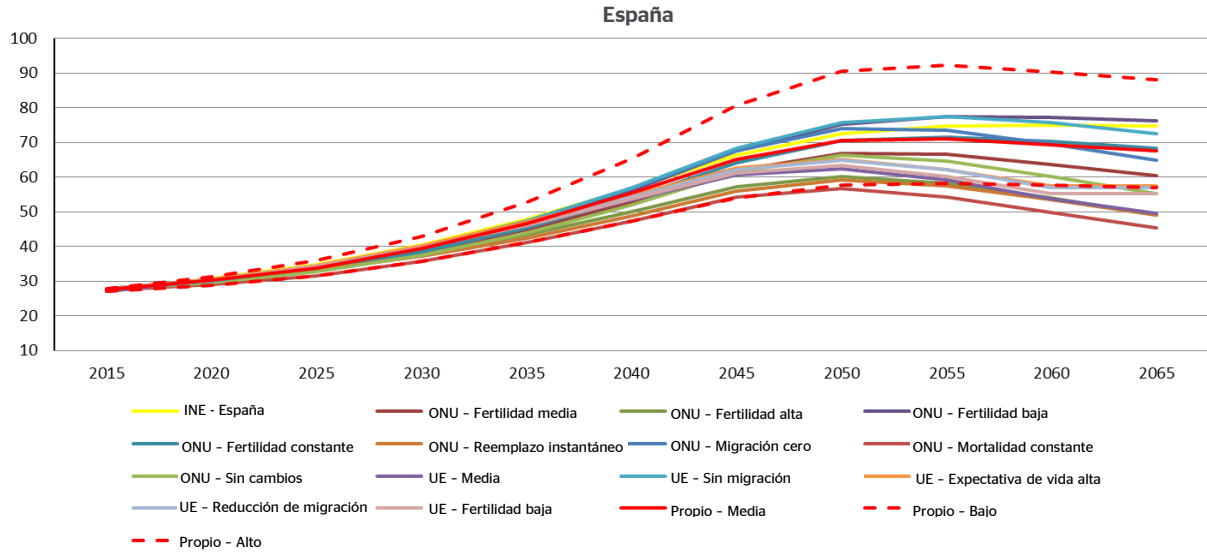


Figura 19. Mediana de edad, Portugal, Proyecciones propias, ONU, Eurostat, INE

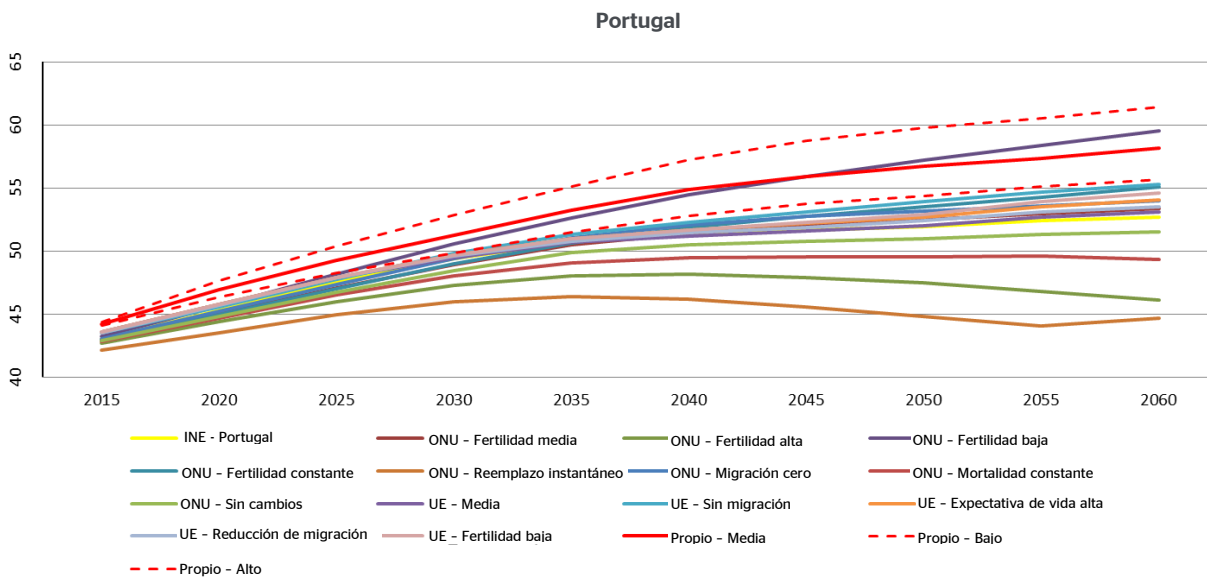
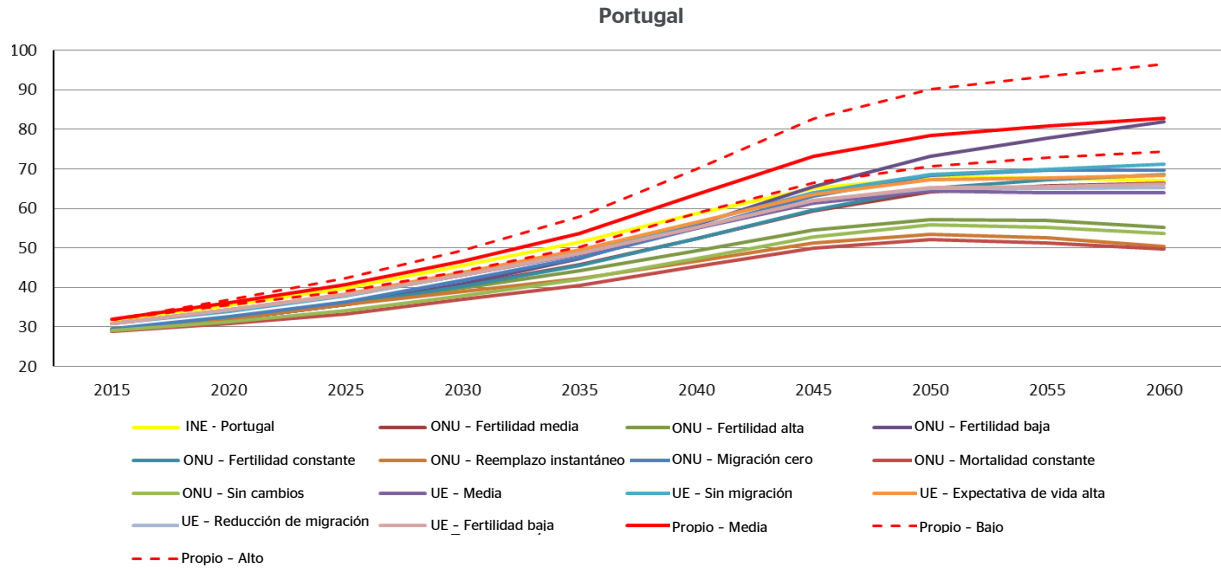


Figura 20. Ratio de dependencia 65+/15-64, Portugal. Proyecciones propias, ONU, Eurostat, INE



## 5. Conclusiones

El equilibrio demográfico, económico y financiero de los sistemas de pensiones (principalmente los de reparto) depende en cada momento de la existencia de una relación adecuada entre el número de financiadores (trabajadores cotizantes) y el número de beneficiarios (pensionistas). Por esta razón, en el análisis del efecto demográfico sobre el sistema de pensiones, tan importante como la evolución a medio y largo plazo del efectivo poblacional, es la distribución de la población por edad, que nos permite calcular la relación entre la población activa y pasiva. En el análisis del impacto de las proyecciones demográficas sobre la estructura de la población en un país se utilizan cada vez más indicadores como la mediana de edad y la ratio de dependencia en 65 o más años *-old age dependency ratio-*, dado que reflejan los cambios que se producen en dicha estructura como consecuencia no solo de la mortalidad, sino también de la fertilidad y los movimientos migratorios. Incrementos en la mediana de edad y la ratio de dependencia son sinónimos, normalmente, de una mayor dificultad de los sistemas de pensiones de reparto para generar los ingresos necesarios para financiar el gasto en pensiones.

En este documento comparamos los valores que se espera tomen estos indicadores según las más recientes proyecciones de población elaboradas por los organismos oficiales de estadística de España y Portugal, por Eurostat y por la ONU, en diferentes escenarios, con las generadas a partir de proyecciones propias de población para España y Portugal, elaboradas por los autores mediante métodos estocásticos y de simulación (en base a la metodología *functional data approach* y el método Poisson-Lee-Carter). Estas proyecciones de población nos permiten obtener variantes más alejadas de los comportamientos centrales o medios, tradicionalmente utilizados como base en los cálculos proyectivos.

Considerando los resultados de las proyecciones realizadas por los diferentes organismos nacionales e internacionales, bajo todos los escenarios analizados, se observa un cambio de tendencia en el comportamiento de la mediana de edad y la ratio de dependencia para España y Portugal respecto al resto de Europa, en el sentido de un envejecimiento

comparativamente más rápido de la población de los dos países ibéricos. Tanto en España como en Portugal se espera un rápido crecimiento de la mediana de edad y la ratio de dependencia, que puede prolongarse hasta mediados de siglo en algunos de los escenarios considerados en las proyecciones (incluso más allá en el caso de suponer baja fertilidad).

Teniendo en cuenta los resultados de las proyecciones propias calculadas en este documento, se anticipa igualmente un incremento en la mediana de edad y en la ratio de dependencia para España y Portugal en todos los escenarios hasta por lo menos mediados de siglo. En el caso de Portugal, el escenario medio o central de las proyecciones nos indica un envejecimiento más acentuado de la población que el proyectado por los organismos nacionales e internacionales, solo comparable con el escenario de baja fertilidad de la ONU. En el caso de España, el escenario medio o central pone de manifiesto cifras similares a las obtenidas por el Instituto Nacional de Estadística, cercanas a las proyectadas bajo el escenario de baja fertilidad por parte de la ONU y de Eurostat.

Lo que resulta más importante en nuestras proyecciones es que la amplitud de las diferencias entre los escenarios pesimista y optimista no está condicionada, en comparación con lo estimado por los organismos nacionales e internacionales, por opiniones subjetivas en cuanto a trayectorias probables de las componentes del cambio demográfico. Esto significa que en nuestra opinión la metodología tradicional de construcción de escenarios de población utilizada por estos organismos corre el riesgo de ofrecer una imagen equivocada sobre el desarrollo probable futuro y las diferentes variantes, atribuyendo en unos casos insuficiente importancia y en otros importancia exagerada a los escenarios más extremos de variación de la mortalidad, fertilidad y saldos migratorios. En el caso particular de las proyecciones para Portugal, se observa claramente que la mayoría de los escenarios considerados por los organismos nacionales e internacionales son demasiado optimistas con relación a la evolución de la estructura demográfica de la población portuguesa.

## Referencias

---

- [1] Ayuso, M., Bravo, J.M. y Holzmann, R. (2015). Population Projections Revisited: Moving beyond convenient assumptions on fertility, mortality and migration. Part 1: Revisiting the Projection' Assumptions on Demographic Drivers by International Organization, National Institutes, and Academic Literature. Instituto BBVA de Pensiones, Documento de Trabajo 10/2015.
- [2] Ayuso, M., Corrales, H., Guillen, M., Pérez-Marín, A.M. y Rojo, J.L. (2007) Estadística Actuarial Vida. 2º Edición. Barcelona: Ediciones UB.
- [3] Brouhns, N., Denuit, M. y Vermunt, J., 2002. A Poisson log-bilinear regression approach to the construction of projected lifetables. *Insurance: Mathematics and Economics*, 31, 373-393.
- [4] Denuit, M. y Goderniaux, A., 2005. Closing and projecting life tables using log-linear models. *Bulletin de l'Association Suisse des Actuaries*, 1, 29-49.
- [5] Eurostat. 2014. Statistics: Population. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/population/data/database>
- [6] Goodman, L.A. (1979). Simple models for the analysis of association in cross-classifications having ordered categories. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 537-552.
- [7] Hyndman, R. J. y Booth, H. (2008). Stochastic population forecasts using functional data models for mortality, fertility and migration. *International Journal of Forecasting*, 24(3), 323-342.
- [8] Hyndman, R. J. y Booth, H. y Yasmeena, F. (2013). Coherent mortality forecasting: the product-ratio method with functional time series models. *Demography*, 50(1), 261-283.
- [9] Hyndman, R.J. y Ullah, S. 2007. Robust forecasting of mortality and fertility rates: a functional data approach. *Computational Statistics & Data Analysis*, vol. 51, no. 10, pp. 4942-4956.
- [10] Instituto Nacional de Estadística (2014). Proyecciones de la población de España, 2014-2064, Metodología. INE.
- [11] Instituto Nacional de Estadística (2014). Projeções de População Residente em Portugal 2012-2060. INE, Lisboa.
- [12] Kalben, B. B. (2002). *Why men die younger: causes of mortality differences by sex*, Schaumburg, Illinois, Society of Actuaries.
- [13] Lee, R.D. y Carter, L.R. 1992. Modeling and Forecasting U. S. Mortality. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 87, no. 419, pp. 659-671.
- [14] ONU (2014). World Population Prospects - The 2012 Revision. Data and extended data set. New York: UN Economics and Social Affairs Department. [http://esa.un.org/wpp/ASCII-Data/DISK\\_NAVIGATION\\_ASCII.htm](http://esa.un.org/wpp/ASCII-Data/DISK_NAVIGATION_ASCII.htm)