

LA POSIBILIDAD DE UN INDICE DE LONGEVIDAD PARA LA UNIÓN EUROPEA BAJO LAS DIRECTRICES DE SOLVENCIA II

Amancio Betzuen Zalbidegoitia¹. y Amaia Jone Betzuen Álvarez².

ABSTRACT

We believe that a proper calibration and a well-defined algorithm are necessary for the construction of an adequate longevity index, regarding a given country or population, but the adequacy of a generalised longevity index it is less clear to us. Further to this, in our view, the use of a longevity index *benchmark* is not always suitable.

At the same time, while the mathematical model is important for the process of obtaining the index. Our investigations advocate the importance of the data collection source justification, the data cleansing and improvement, as well as, the analysis of the data.

Our work follows the guidelines set by Solvency II regarding the risk of an aging population and we understand that is the way to build a *LifeMetrics* that meets best-estimate's requirements of objectivity, transparency, robustness and accuracy.

With the aim of simplifying the results of the research done, we only present the results for three countries which we consider the most significant ones, such as: England and Wales, USA and Germany. We obtained an index of longevity for those three different countries using HMD database in order to use data from their own government statistics entity. We have found that the differences between the results obtained for each country applying its own model and those obtained by us using the Lee-Carter model, are slightly insignificant, what indicates that our Lee-Carter model is acceptable enough. Therefore, we have used this model for the construction of a longevity index for four new countries, such as: Italy, Spain and Japan.

Once all the results were obtained using homogeneous criteria for each of the countries observed, and after the analysis of the estimation of the evolution of mortality and its improvement through the calendar years, we

¹ Catedrático de la UPV/EHU. amancio.betzuen@ehu.eus.

² Profesora de la UPV/EHU. amaiajone.betzuen@ehu.eus.

Este artículo se ha recibido en versión revisada el 28 de septiembre de 2015.

found that the improvement in mortality is not homogeneous. It is not distributed equally, nor by gender, nor by age sections, or by calendar year, nor has the same percentage of improvement in each country analysed. The outcome of our research allows us to conclude that, a common index for all the European Union countries would not reflect, with sufficient guarantee, the longevity risk features of each European country.

We also believe that, a longevity index should not represent a static scenario, as it would appear from the document submitted by Life and Longevity Markets Association (LLMA), it rather should extend to a dynamic scenario with the aim to reduce the risk of an aging population that generates long term benefits' payments in the future. The periodic calculation of a longevity index does not seem the best solution.

Following these guidelines we have built a longevity index for Spain, taking into account the guidelines of Solvency II related to the risk of aging. As a result of our research, we conclude that a unique and dramatic increase of mortality improvement is not advisable. The improvement is not constant; it depends on the age and calendar year considered in the estimation. And we also add that it also depends on the contractual timing of the event.

In addition, apart from the purge we have carried out through all the steps when obtaining the data and the results of the research, we have also analyzed the volatility of the results of the mortality improvement over the recent calendar years, obtaining results that we could qualify as very acceptable. These represents an additional guarantee of the reliability of the longevity index we obtained.

Keywords: Longevity index, Lifemetric, Graduation, Population, Mortality improvement and Forecasting.

RESUMEN

Nuestras investigaciones nos han conducido a creer en la necesidad de una adecuada calibración y un algoritmo fiable para la construcción de un adecuado índice de longevidad, ya sea para un determinado país o población pero su generalización no es aconsejable. A nuestro juicio, no siempre está justificado un *benchmark* de un índice de longevidad.

Si bien es importante el modelo matemático para el proceso de obtención del índice nosotros investigamos, que más importante es la justificación de la fuente de obtención de los datos, su dimensión, su análisis, depuración y mejora de los mismos.

Nuestro trabajo sigue las directrices marcados por Solvencia II en cuanto al riesgo de envejecimiento de una población y entendemos que es la forma de construir un *Lifemetrics* que cumpla con las garantías de un *best estimate* en cuanto a objetividad, transparencia, robustez y exactitud.

Siguiendo esta línea y con el objeto de simplificar el trabajo, solamente presentamos los resultados correspondientes a tres países, los cuales hemos considerado más significativos como son: Inglaterra y País de Gales, EE. UU. Y Alemania y para ellos hemos obtenido un índice de longevidad pero utilizando la base de datos del HMD, frente a los datos propios de sus entes oficiales. Hemos constatado que las diferencias entre los resultados obtenidos para cada país aplicando su propio modelo y los obtenidos por nosotros utilizando el modelo del Le-Carter, son muy pequeñas, lo cual indica que nuestro modelo de Lee-Carter es aceptable. Por lo tanto, hemos utilizado este modelo para obtener el índice de longevidad para otros tres países nuevos, como son: Italia, España y Japón.

Una vez obtenidos todos los resultados utilizando criterios homogéneos para cada uno de los países y después de analizar la estimación de la evolución de la mortalidad, y la mejora de la misma a través de los años de calendario, hemos detectado que la mejora no es homogénea, no se distribuye de igual manera, ni por género, ni por tramos de edades, ni por periodos de calendario, ni tiene la misma dimensión, entre los diferentes países. Es por ello que no aconsejamos una unificación del índice de longevidad, entre diferentes países.

Además creemos que un índice de longevidad no debe representar a un escenario estático como parece desprenderse del documento presentado por Life and Longevity Markets Association (LLMA) sino que debe extenderse a un escenario dinámico, con el objeto de disminuir el riesgo de envejecimiento de la población que genera prestaciones de pagos futuros a largo plazo. El cálculo periódico de un índice de longevidad no parece la mejor solución. Nosotros proponemos un índice dinámico a través de la esperanza matemática de vida futura.

Siguiendo estas pautas hemos construido un índice de longevidad para España, teniendo en cuenta las pautas establecidas en Solvencia II, en cuanto

al riesgo de envejecimiento. Del resultado del mismo llegamos a la conclusión de que un incremento drástico, y único, de la mejora de mortalidad no es aconsejable. La mejora no es constante, depende de la edad y del periodo de años de calendario que se considere. Y añadimos que también depende de la temporalidad contractual de la operación.

Además de todos los pasos en los que hemos procedido a una depuración de los datos y resultados, también hemos analizado la volatilidad³ de los resultados de la mejora de la mortalidad durante los últimos años de calendario, obteniendo unos resultados que los calificamos de muy aceptables, lo cual representa una garantía más de la fiabilidad del índice de longevidad obtenido.

Palabras clave: Índice de Longevidad, Lifemetric, Ajuste, Población, Mejora de la mortalidad y Previsión.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años y conforme íbamos profundizando en el estudio del envejecimiento de las personas mayores, observamos que las estimaciones que se publicaban de forma oficial diferían de los resultados que realmente se estaban produciendo en la sociedad.

Este hecho supuso que durante la última década, los gestores de los fondos de pensiones relativos a los planes de pensiones de prestación definida, se encontrasen con un aumento considerable en lo relativo a las prestaciones futuras en relación con las pensiones comprometidas previamente.

Esta evolución del envejecimiento del colectivo de personas mayores, a día de hoy, sigue suponiendo una enorme preocupación en los gestores de los fondos de pensiones, pero también lo es para las entidades aseguradoras, e incluso para los propios gobiernos.

La falta de previsión en cuanto a la estimación de las probabilidades de supervivencia, está conduciendo a una subestimación de la esperanza matemática de vida y por consiguiente, a una subestimación de las provisiones matemáticas de obligada teneduría por la entidades comercializadoras en relación con ciertos productos financieros de previsión,

³ Estos resultados no se incluyen en este trabajo por no formar parte del núcleo del mismo.

y por consiguiente, a una inadecuada cobertura de la solvencia de una entidad o de un fondo de pensiones, por ejemplo.

Esta situación supone un aumento en la inseguridad en el mercado por parte de ambas partes (entidad y cliente), y se plasma en una falta de confianza en cuanto a los cálculos realizados por las entidades a cerca de estos productos de previsión. Esta falta de seguridad se ve aumentada en aquellos casos en los que los cálculos supongan proyecciones futuras.

Nosotros hemos podido comprobar cómo esta inseguridad se está extendiendo, a distintos productos utilizados como complemento adicional a la renta proveniente del sistema público de pensiones. Entre ellos se encuentran aquellos que se basan en la transformación en líquido de un inmueble como son las hipotecas inversas y que están destinados básicamente, a personas de avanzada edad con insuficiencia económica, para mantener un nivel de vida aceptable en relación al mantenido en su situación de activo. En los países de nuestro entorno, donde parecía que se estaba generando un mercado para negociar productos de cobertura ante situaciones de riesgo de supervivencia o de mortalidad, no se ha logrado dar un paso definitivo para el desarrollo de este tipo de productos. A nuestro juicio, la causa se debe mayormente a la falta de seguridad y confianza en una medida fiable del riesgo de longevidad de las personas mayores.

Aunque nosotros entendemos, por nuestra experiencia, que un índice único no sería el adecuado para medir dicho riesgo de forma estandarizada, ya que cada colectivo expuesto a un cierto tipo de riesgo tiene su comportamiento ante la mortalidad o supervivencia, sí creemos que sirve de referencia, y desde luego, marca una pauta de comportamiento y conlleva una metodología estricta y robusta en su construcción que dé confianza al mercado.

Para abordar con rigor este trabajo lo hemos distribuido en diferentes apartados. Comenzamos señalando los antecedentes sobre este tipo de investigación. A continuación presentamos los tres índices realizados según la publicación LLMA ya citado pero calculado en base a nuestra metodología y, posteriormente añadimos tres índices más contruidos también siguiendo nuestra metodología. De esta manera disponemos de información suficiente como para obtener conclusiones sobre la idoneidad o no de utilizar un único índice de longevidad en la unión europea.

2. ANTECEDENTES

Recientemente el LLMA, una organización sin ánimo de lucro y constituida por varias entidades aseguradoras de renombre mundial, se puso en marcha con el objetivo de desarrollar un mercado, en el que se pudieran negociar de una manera fluida los riesgos relacionados con la mortalidad y la longevidad.

De este modo, en marzo de 2012, LLMA publicó varios índices de longevidad correspondientes a cuatro países, a saber: Inglaterra y País de Gales, Alemania, Países Bajos y Estados Unidos.

La LLMA, en su documento técnico define lo que se conoce como *longevity index* o índice de longevidad, de la siguiente manera: “*a body of data relating to the mortality, survivorship and life expectancy of a specified group of individuals, calculating according to robust and well-defined algorithms and processes*”. Dicho de otra forma, “*el conjunto de datos relacionados con la mortalidad, la supervivencia y la esperanza de vida, a cerca de un grupo específico de individuos y calculada haciendo uso de procesos y algoritmos bien definidos y con la robustez necesaria*”.

También creemos que un índice de longevidad es algo diferente, e incluso más completo que un índice financiero. Por ejemplo, podemos construir un vector para reflejarlo y podría estar referenciado a la edad o al tiempo de calendario, y además por género. Evidentemente, podríamos construir un índice del tanto de mortalidad, o del tanto de supervivencia, pero un índice de esperanza de vida creemos que es algo diferente y más acertado.

Aunque LLMA establece una serie de criterios o pautas para la construcción de un buen índice de longevidad, desde el punto de vista investigador, los resumiríamos a los siguientes: fiabilidad, objetividad y robustez:

- Fiabilidad, que debe ser ofrecida tanto en su origen, como en su desarrollo y su finalización. Los datos de partida deben ser analizados con detenimiento. Chequear las posibles irregularidades y claros errores en la información inicial es de vital importancia.
- Objetividad, tanto en la búsqueda de información como en el tratamiento de la misma, donde se debe ser lo más objetivo posible.
En este caso, el papel del experto es sumamente importante.
- Robustez, en cuanto a la metodología utilizada para su desarrollo.

Los métodos de estimación de los valores del índice deben ser los más adecuados al objetivo que se persigue y para los datos disponibles. Por ello, se debe elegir el mejor método o modelo de estimación, así como el mejor procedimiento de cálculo.

Todo ello, teniendo en cuenta que se pretende que sea una referencia fiable para las entidades aseguradoras, planes de pensiones de prestación definida, rentas de supervivencia, etc. Su objetivo principal es el de garantizar que las obligaciones futuras de pagos se desvíen lo mínimo posible de la realidad hacia el futuro.

Un índice de esta calidad podría ser utilizado para operar en un mercado líquido, transparente, fiable, objetivo, y negociable con productos derivados de cobertura tales como bonos de supervivencia, bonos de mortalidad, swaps de mortalidad, etc.

Teniendo en cuenta las razones argumentadas en este punto, nosotros analizaremos dos subcolectivos, es decir, separaremos a la población por género: mujeres y hombres. Por lo tanto, en lo sucesivo, los consideraremos como colectivos independientes a todos los efectos.

3. ÍNDICES DE LONGEVIDAD VIGENTES

Si bien el documento técnico sobre un índice de longevidad publicado por LLMA (2012) establece unas líneas maestras a seguir para construir una métrica de garantía, se puede observar que no todos los países que hasta el momento han dado este paso han seguido estrictamente dichas líneas, si bien han procedido, en cada uno de los casos, de la manera más racional y próxima posible.

En el citado documento aparecen publicados los índices correspondientes a los siguientes países: Inglaterra y País de Gales, Estados Unidos, Alemania y Holanda⁴. Para ello cada uno de estos ha tomado referencias de sus respectivas estadísticas oficiales.

Con el objeto de poder estudiar la posibilidad de aconsejar un único índice entre diferentes países, sobre todo en la Unión Europea, nosotros tomaremos los datos de una fuente común como es HMD. Aunque los resultados son

⁴ El análisis sobre este país no lo incluimos en este documento.

ligeramente diferentes, esta diferencia es tan pequeña que no invalida nuestro objetivo.

Sin embargo, en aras a una escrupulosa operativa tanto de metodología como de cálculo, nosotros entendemos que un buen cálculo de un índice comienza por el análisis de los datos de partida. Por esta razón hemos estudiado el comportamiento de los colectivos correspondientes a los índices ya publicados.

4. CALIBRACIÓN Y TANTOS DE MEJORA

Si bien la mayoría de los trabajos y publicaciones hacen referencia a los tantos de mortalidad o supervivencia, o en su caso, a los tantos de envejecimiento, son muy escasas las publicaciones que hacen referencia a la mejora de la mortalidad. Sin embargo, es precisamente en esta medida donde radica realmente la medida del riesgo del envejecimiento. Por ello analizamos en primer lugar la evolución de la mejora en la mortalidad a través del tiempo histórico, para ciertas edades tipo y por género.

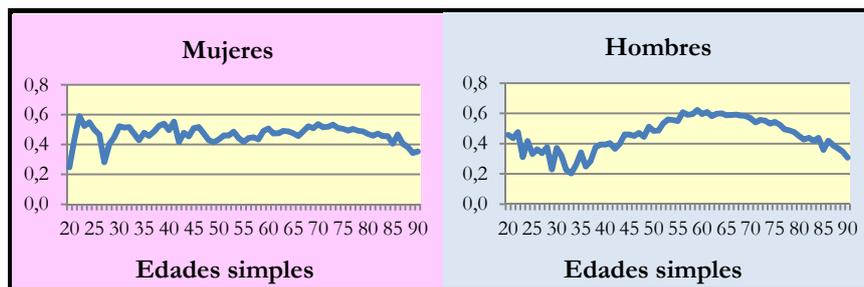
Para todos los países a los que nos referimos a continuación se ha procedido bajo el mismo criterio: cálculo del tanto central bruto de mortalidad, cálculo del ratio de la mejora de mortalidad de años de calendario siguiente respecto del año anterior, para cada edad simple y para todo el periodo de años de calendario.

Con el objeto de realizar una comparación homogénea ajustamos la gama de edades al intervalo [20,90] y el periodo de calendario [1961, 2003]. De esta forma capturamos la información utilizada en LLMA para los países citados.

4.1 El caso de Inglaterra y País de Gales

Los resultados los presentamos a continuación:

Gráfico N° 1 y N° 2
 Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en Inglaterra y País de Gales



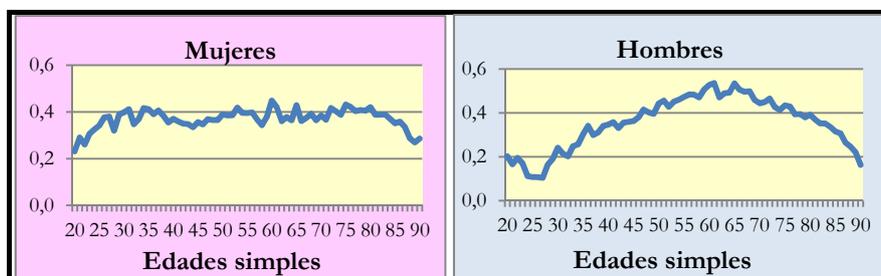
Fuente: elaboración propia

De los resultados que mostramos en los gráficos anteriores se puede comprobar que en el colectivo de mujeres de Inglaterra y País de Gales, el tanto de mejora es más regular que en el de los hombres. En este caso no es regular. Esto está en consonancia con nuestras estimaciones de la tendencia de mortalidad a través del modelo LC, como se verá más adelante. Por consiguiente un único índice, sin diferencia de género no estaría aconsejado.

4.2 El caso de Estados Unidos

En este país se han producido circunstancias diferentes a las de Inglaterra y País de Gales, sobre todo en el caso de la migración y de personal militar.

Gráfico N° 3 y N° 4
 Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en EE.UU.



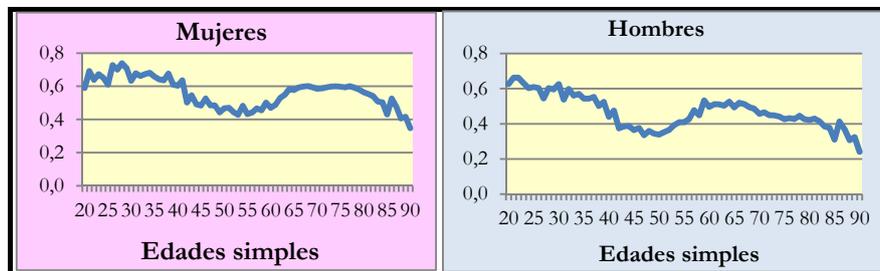
Fuente: elaboración propia

Para el colectivo de mujeres se observa una mejora regular para las diferentes edades, salvo para las edades más jóvenes y para las mayores. Se percibe claramente que el comportamiento para el rango de edades comprendidas entre los 25 y los 35 años aproximadamente, el comportamiento de los jóvenes ante el riesgo difiere del de Inglaterra y País de Gales. En el caso de los hombres se da cierta similitud en el comportamiento de la mejora para diferentes edades pero la intensidad es en este caso inferior a la de Inglaterra y País de Gales.

4.3 El caso de Alemania

Dado que se trata de un país con amplia experiencia y tradición en demografía es de esperar que obtengamos evidencias interesantes en cuanto a sus colectivos.

Gráficos N° 5 y N° 6
Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en Alemania



Fuente: elaboración propia

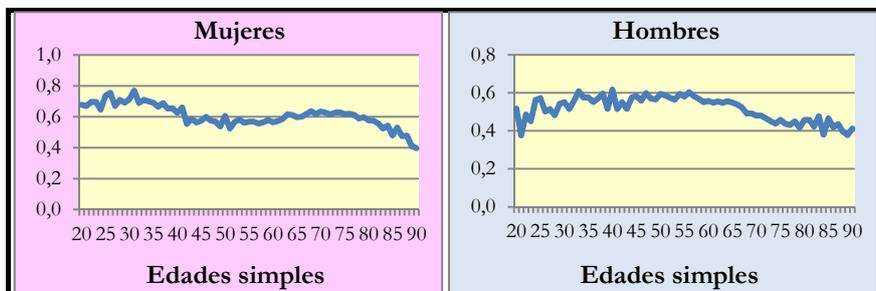
Se aprecia claramente que el comportamiento de la mejora es diferente a la de Inglaterra, tanto en hombres como en mujeres. Esta diferente distribución de las mejoras promedio influye en la estimación de la tendencia futura a través del modelo que estamos utilizando y su influencia tiene un efecto diferente al de los países citados anteriormente. Por lo tanto un índice común para Inglaterra y Alemania no parece aconsejable.

4.4 El caso de Italia

Este país no se encuentra entre los publicados en LLMA pero lo incorporamos nosotros para el análisis. Hemos elegido este país por cercanía, tanto en características sociológicas como geográficas.

Observamos que el comportamiento de la mejora es similar a la de las mujeres en Alemania, pero sin embargo para el colectivo de hombres el comportamiento de la mejora es claramente diferente. Se observa que la mejora para el colectivo de hombres es diferente entre los tres países europeos.

Gráficos N° 7 y N° 8
Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en Italia

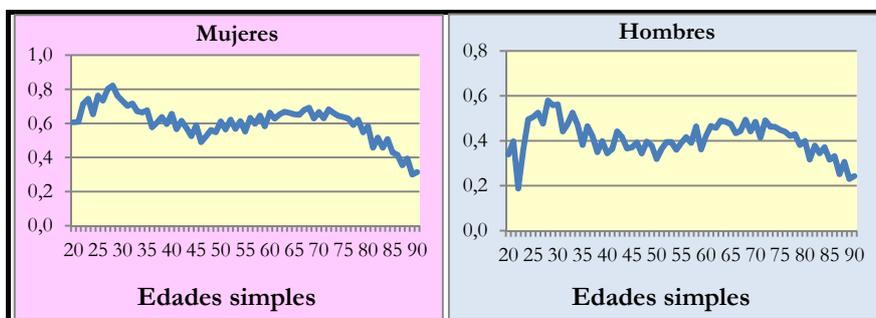


Fuente: elaboración propia.

4.5 El caso de España

Para el caso de España, en líneas generales, la mejora sigue una tendencia similar en ambos géneros. Este no es el caso común en los demás países hasta ahora analizados. No obstante, la mejora tiene una dimensión claramente superior en el caso del género femenino. Esto no ocurre, por ejemplo, en el caso de Italia.

Gráficos N° 9 y N° 10
Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en España



Fuente: elaboración propia

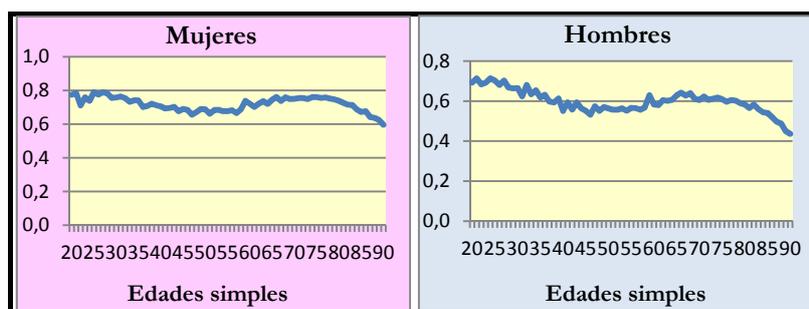
En el colectivo de mujeres, la mejora es muy alta entre los 25 y los 35 años, y desciende entre los 30 y los 60 años, aunque manteniéndose a unos niveles altos. A su vez, y como en la mayoría de los países analizados, decrece para los últimos años. Algo parecido sucede en el colectivo de hombres pero la mejora presenta una clara menor intensidad.

4.6 El caso de Japón

El caso de Japón lo podríamos considerar de fantástico. La mejora sigue una tendencia muy llamativa para todos los años de edad contemplados en el estudio. La regularidad de los tantos centrales brutos es sorprendente. Se comportan casi como si estuvieran graduados por defecto.

La mejora a cada edad es más que notable, claramente por encima de las mejoras que presentan el resto de los países que estamos considerando en este trabajo. También en este caso, en las edades finales se observa una disminución en la mejora de la mortalidad.

Gráficos N° 11 y N° 12
Tanto de Mejora de la Mortalidad (%) en Japón



Fuente: elaboración propia

En el caso del colectivo de hombres, sin ser tan regular como en el caso de las mujeres, los resultados se presentan bastante alineados. Su forma es similar a la de Alemania pero la magnitud es claramente superior a este.

Se puede afirmar que la mejora experimenta una ligera disminución a medida que aumenta la edad de las personas, sobretodo en el caso de los hombres.

Si bien los gráficos anteriores muestran una clara evidencia de que las mejoras experimentadas, en los últimos años, en cada uno de los países analizados no son uniformes, es decir, no se distribuyen de forma similar, se podría confirmar que un único índice de longevidad que representa a la evolución de la mejora en la mortalidad, no sería representativo para el conjunto de países de la unión europea.

En lo que sigue mostramos los resultados, solo para el caso español, con el objeto de no extendernos demasiado en este trabajo. Similares conclusiones se obtienen para los demás países.

5. INCIDENCIA DEL TRAMO DE AÑOS DE CALENDARIO

Antes de proceder a un estudio del riesgo de longevidad es necesario estudiar la incidencia de los intervalos de los años de calendario que se consideran para el estudio.

Para todos los países ya citados hemos hecho el correspondiente estudio con el objeto de analizar la idoneidad del intervalo elegido. Presentamos la metodología solo para el caso español pero hemos procedido de igual manera para todos los países. Este análisis nos proporciona información sobre en qué medida los cambios en la mortalidad no se han producido de forma similar a lo largo de los años.

Del párrafo anterior se concluye que el tramo elegido para determinar el índice es importante y su impacto en el pronóstico futuro es vital. Por consiguiente, la elección del tramo debe ser estudiado con sumo detenimiento. Nosotros hemos elegido el tramo [1961,2005] al dar prioridad al contemplado en el documento LLMA.

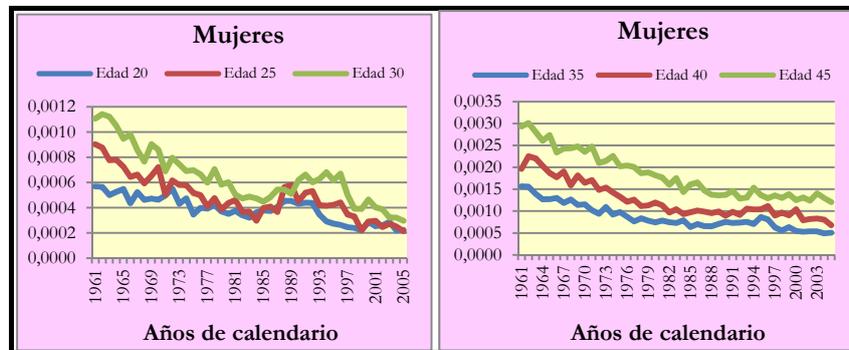
5.1 El caso de España

5.1.1 Análisis del colectivo de mujeres

Lo más llamativo de la evolución de la mortalidad en el colectivo de mujeres a lo largo de los años de calendario y para las edades que se muestran a continuación, es la pequeña loma que se forma entre los años 1989 y 1995 aproximadamente.

La tendencia durante los años anteriores, para las edades 20, 25 y 30, fue de una mejora suave pero continuada hasta el año 1989. A partir de 1995 aproximadamente, la tendencia de nuevo fue de mejora continuada aunque con una ligera disminución en la intensidad.

Gráficos N° 13 y N° 14
Evolución de las Frecuencias Centrales de Mortalidad en España

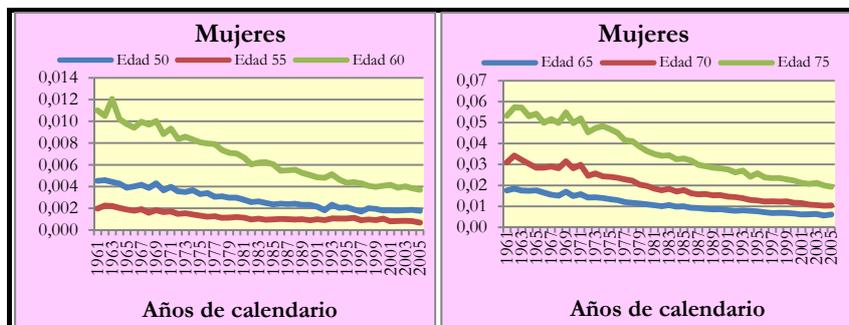


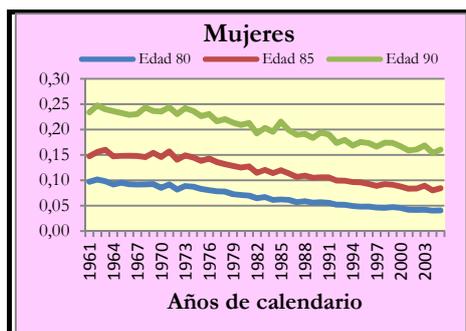
Fuente: elaboración propia

Para las edades 35, 40 y 45, la forma de la colina prácticamente desaparece y la mejora de la mortalidad es continua tendiendo a la minoración de la magnitud de mejora a partir de 1988 aproximadamente.

Al comparar los dos gráficos anteriores, vemos que la evolución de las frecuencias centrales es claramente diferente según la edad considerada.

Gráficos N° 15 , N° 16 y N° 17
Evolución de las Frecuencias Centrales de Mortalidad en España





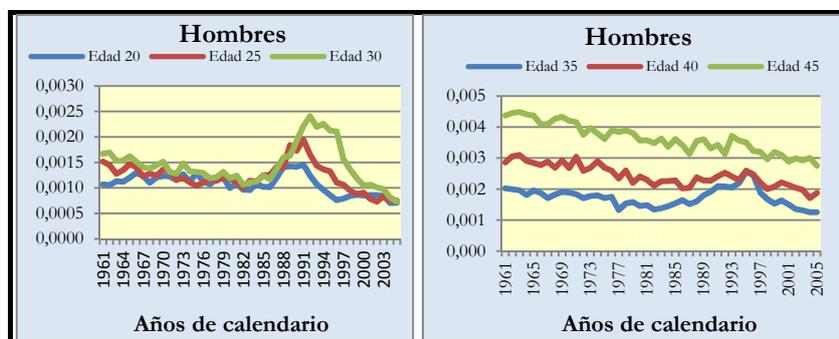
Fuente: elaboración propia

Para edades superiores a los 50 años la mejora es continuada incluso para las edades más altas.

5.1.2 Análisis del colectivo de hombres

Los resultados que obtuvimos para el colectivo de hombres, en cuanto al comportamiento de la frecuencia central de mortalidad es que para edades más jóvenes, 20, 25 y 30 años no se ha producido mejora sino más bien, un empeoramiento con el transcurso de los años y actualmente se puede decir que el empeoramiento está desapareciendo⁵.

Gráfico N° 18 y N° 19
Evolución de las Frecuencias Centrales de Mortalidad en España

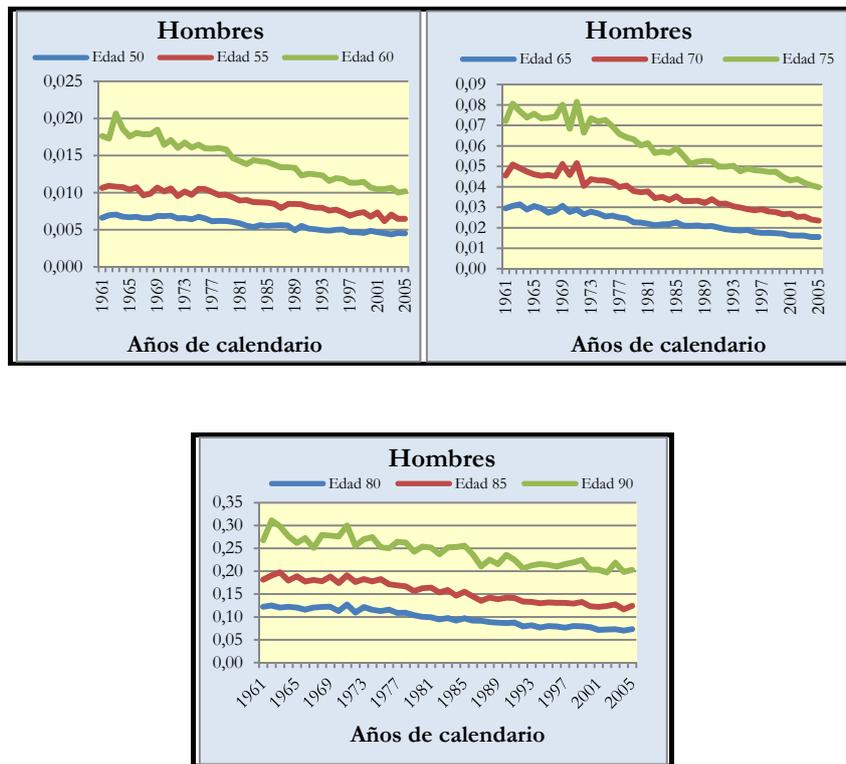


Fuente: elaboración propia.

⁵ Esta circunstancia no aparece reflejado en el gráfico, dado que el intervalo de años de calendario se circunscribe al periodo de años contemplados en el informe LLMA.

En el colectivo de los hombres la falta de mejora, entre los años 1995 y 2000 aproximadamente se extiende a las edades más altas, que corresponde a las personas mayores. Para edades superiores la tendencia es de mejora continuada. Esto es lo que sucede para edades superiores a los 65 años que corresponde al grupo de personas a las que estamos prestando mayor atención.

Gráfico N° 20, N° 21 y N° 22
Evolución de las Frecuencias Centrales de Mortalidad en España



Fuente: elaboración propia.

Resumiendo, se puede apreciar que la mejora en los últimos años, no es uniforme para todas las edades, ni mantiene la misma intensidad a través de los años de calendario, ni se puede afirmar que es similar entre géneros ni entre países.

No obstante hemos procedido a la estimación futura de la mortalidad a través de la mejora de la misma, comenzando por los países que ya disponen de

dicho índice y lo comparamos con nuestra estimación de la mejora futura. Para ello establecemos los mismos requisitos de gama de edades, tramos de años de calendario, utilizamos el mismo modelo de graduación y el mismo estimador. Todo ello por razones de homogeneidad. Los datos de partida proceden todos de DHM y fueron chequeados y analizados tal y como se mostró en los dos puntos anteriores.

Los resultados obtenidos sobre las tendencias de las mejoras se muestran a continuación para los países citados, en los que se puede apreciar la evolución de la mejora del índice de mortalidad hacia el futuro. Nosotros hemos elegido la esperanza matemática de vida como índice, a través de la graduación del tanto central de mortalidad.

6. JUSTIFICACIÓN DE UNA GRADUACIÓN

6.1 Índice de graduación

Como se ha observado la evolución de la mejora no es uniforme. Este comportamiento queda plasmado en el cociente entre el número de fallecidos y los años de exposición al riesgo, para cada edad, año de calendario y por género. Este cociente proporciona unos valores que presentan ruido, por ello, la graduación está justificada tanto para reducir el ruido, como para proporcionar una evolución continuada y progresiva, tanto en función de la edad, como a través de los años de calendario.

Para la graduación se debe elegir un modelo que capture lo más fielmente posible la información disponible en valores brutos, para cada edad y a menudo, para cada año de calendario. Intuimos que en este sentido, el índice de longevidad, fue pensado en LLMA, en un primer momento, para valores estáticos, aunque construidos de forma periódica.

Si el número de datos disponible es suficiente, entendemos que la graduación se debe realizar de forma separada por género, dado que la incidencia en los resultados de los valores de primas, provisiones matemáticas, etc. son claramente diferentes dependiendo del género a tratar, y por consiguiente, el resultado que se obtiene es mucho más preciso procediendo de esta manera. Un elemento biométrico muy significativo de la incidencia de género nos lo muestra muy claramente, la esperanza matemática de vida.

Los modelos de graduación son múltiples y hoy en día, muy variados entre sí, aunque la realidad es que los resultados obtenidos por cada uno de ellos

no distan demasiado. En el *LifeMetrics Technical Document* (2012) se publican varios modelos de posible utilización para proceder a la graduación, de los que más adelante, en un apartado posterior, se realizará una elección para el desarrollo de nuestra investigación.

Nosotros entendemos que el rango de edades a considerar en el modelo depende del colectivo objeto de estudio. Por ejemplo, para un mercado como el de la hipoteca inversa no tiene sentido computar para la graduación edades jóvenes, ya que sencillamente no tendría aplicación en el mercado de dicho producto. Por lo tanto, no sólo es importante el intervalo de años de calendario a incluir en la graduación, sino también el intervalo de edades. Este último está claramente relacionado con el producto al que se quiere aplicar el índice.

Por otra parte, y para la totalidad de los países que hemos estudiado, también se sabe que para edades inferiores a los 30 años, el comportamiento de las frecuencias de mortalidad no proporciona unas mejoras comparables a las mejoras que se observan para edades superiores, por ejemplo a partir de los 40 años. Este diferente comportamiento de las mejora de la mortalidad influye claramente en la estimación que proporciona el modelo de graduación.

Por otra parte, y a modo de ejemplo, para tramos de edades superiores a los 40 años y para la mayoría de los escenarios, el modelo matemático de graduación no requiere de expresiones complicadas para obtener una más que aceptable graduación.

Para el caso de planes de pensiones de prestación definida, por ejemplo, no es necesario computar un rango que incluya edades por debajo de los 30 años, con lo cual no se computaría el rango de edades entre los 20 y los 30, que en algunos años de calendario y sobre todo para el caso de hombres, presenta un claro cambio de evolución de las frecuencias de mortalidad en la mayoría de países de nuestro entorno.

Uno de los datos que llamó poderosamente nuestra atención en el documento de LLMA lo supone el que la edad última para el cálculo del índice alcanzase los 120 años. Nosotros entendemos que esta edad está lejos del alcance habitual por parte de la población en todos los países de nuestro entorno. Por otra parte, tampoco influye en la industria de las operaciones de seguros y de previsión.

Nosotros graduamos como índice de longevidad la esperanza matemática de vida, para cada edad y para cada año de calendario, la fórmula usual a través del tanto anual de mortalidad graduado sería la siguiente:

$$e_x = \sum_{j=1}^{105-x} \left[\prod_{r=0}^{j-1} (1 - q_{x+r}) \right]$$

donde los tantos q_{x+r} son los correspondientes al índice para cada año.

6.2 Elección del estimador y del modelo de graduación.

Es práctica habitual, en el mundo actuarial, elegir para la estimación cualquiera de los siguientes elementos biométricos:

- El tanto central de mortalidad,
- El tanto anual de mortalidad, o
- El tanto instantáneo de mortalidad.

No obstante, también se podría elegir el tanto anual de supervivencia o cualquier transformada de los anteriores si dicha transformada facilitase y/o mejorase los cálculos. También es posible utilizar cualquier otra aplicación tipo *logit* como se indica en el documento *LifeMetrics*. Nosotros, siguiendo con nuestra coherencia, hemos elegido el tanto central de fallecimiento y para ello, hemos recabado información de los datos brutos como cociente entre el número de fallecidos a cada edad y años de calendario, y el número de años de exposición al riesgo, para la misma edad y año de calendario.

Por otra parte, y como mencionábamos anteriormente, en el citado documento de *LifeMetrics* se hace referencia a diferentes modelos para proceder a una graduación de los datos brutos con la suficiente solvencia y robustez, como para garantizar la mejor estimación de los tantos teóricos o ajustados de mortalidad.

De entre los citados modelos destacamos el modelo de Lee-Carter (1992), ampliamente conocido en la literatura actuarial y por lo tanto, exento de toda

duda en cuanto a sus resultados. Nosotros lo hemos utilizado en diferentes trabajos⁶, y hemos constatado que tiene sus ventajas e inconvenientes.

Su fortaleza estriba en que es bastante simple y fácil de comprender, y además, los parámetros que intervienen en el modelo cuentan con una interpretación precisa: dos de ellos vinculados a la edad y uno vinculado al tiempo de calendario. Además, se trata de un modelo que captura la información disponible, tanto para el rango de edades como para el rango de años de calendario.

Básicamente, el modelo es el siguiente:

$$\ln m_{x,t} = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$$

En líneas generales, cada concepto representa lo siguiente:

$m_{x,t}$: El tanto central de mortalidad a la edad x y el año t .

a_x : Corresponde al parámetro que representa la forma de los tantos promedio centrales en función de la edad, para todo el rango de edades de las personas de un colectivo.

b_x : Corresponde al parámetro que representa la variación de los tantos centrales en función de la edad con el transcurso del tiempo.

k_t : Corresponde al parámetro que representa la evolución de la mortalidad a través del tiempo de calendario. Junto con el parámetro anterior, refleja la mejora en la mortalidad con el transcurso del tiempo.

$\varepsilon_{x,t}$: Representa el término error de estimación.

7. GRADUACIÓN Y TENDENCIA DE LA MEJORA DE LA LONGEVIDAD

7.1 El caso de Inglaterra y País de Gales

Para la mejora de la información de partida, se estableció el criterio de que los extranjeros que falleciesen en Inglaterra y/o País de Gales fuesen incluidos en la base de datos de los fallecidos. Por otra parte, los residentes

⁶ Betzuen, A. (2010)

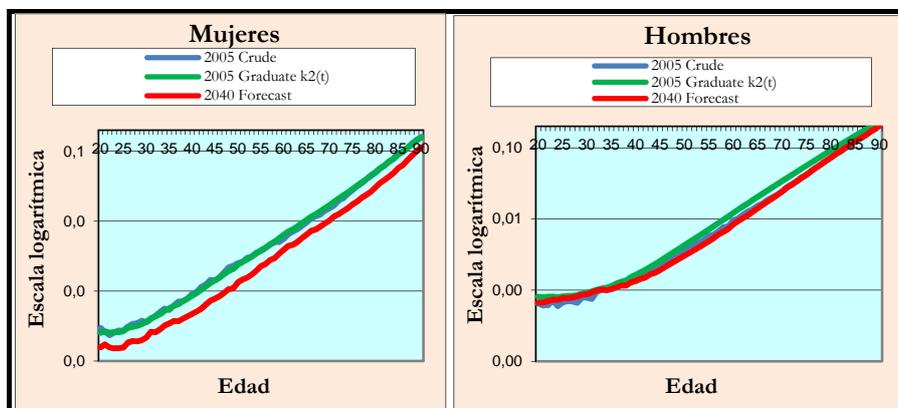
en Inglaterra y País de Gales que falleciesen en el extranjero, no se debían incluir en la base de datos de los fallecidos.

El índice se construyó diferenciando dos tramos dentro de los años de calendario. Para el periodo de calendario desde 1961 hasta 1970, ambos inclusive, la construcción se realizó sobre el rango de edades desde los 20 a los 84 años de edad, ambos inclusive. Para el periodo de calendario desde 1971 y hasta 2010, sin embargo, se construyó sobre el rango de edades desde los 20 a los 89 años de edad, ambos inclusive. Nosotros hemos ajustado estos tramos en la graduación al intervalo [20,90].

Como estimador biométrico, se hizo uso del tanto central de mortalidad, computando la frecuencia bruta central de fallecimiento como relación entre el número de fallecidos para una edad y unos años de calendario y el tamaño de la población.

Hemos considerado para la estimación de la longevidad, todos estos aspectos de la gama de edades y del periodo de años de calendario, pero a diferencia de los trabajos anteriores que utilizaron cifras oficiales, nosotros hemos utilizado la base de datos de HMD. En consecuencia hemos obtenido unos resultados ligeramente diferentes. También contribuyó a ello el uso del modelo Lee-Carter para la graduación. Los resultados que hemos obtenido, en cuanto a la estimación futura de la mejora de la mortalidad se muestra gráficamente a continuación:

Gráficos N° 23 y N° 24
Tantos de Mortalidad en Inglaterra y País de Gales



Fuente: elaboración propia

El modelo proporciona unos resultados de mejora hacia el futuro, hasta el año 2040, prácticamente uniforme para todas las edades de la gama de edades que estamos considerando en el estudio, para el colectivo de mujeres. En el colectivo de hombres no se cumple la uniformidad para las edades inferiores a los 40 años aproximadamente. Se observa que la intensidad de la mejora también es diferente entre géneros.

7.2 El caso de Estados Unidos (EE.UU.)

La información analizada para el caso de EE.UU. ha sido tomada de la publicación oficial de LLMA, y denominada: *Longevity Index for USA* (2012).

Para la construcción del índice referente a los EE.UU. acudieron a la información oficial proporcionada por US Census Bureau sobre una base censal decenal. La estimación intercensal lo construyeron basandose en las estadísticas de nacimientos, fallecimientos, migración neta y movimiento neto de personal militar. Los datos de referencia, se centraron en la fecha de 1 de julio de cada año, esto es, se tomó la población a mitad de año. En cuanto al registro de los fallecimientos se consideró el área geográfica, la edad, el género y la raza.

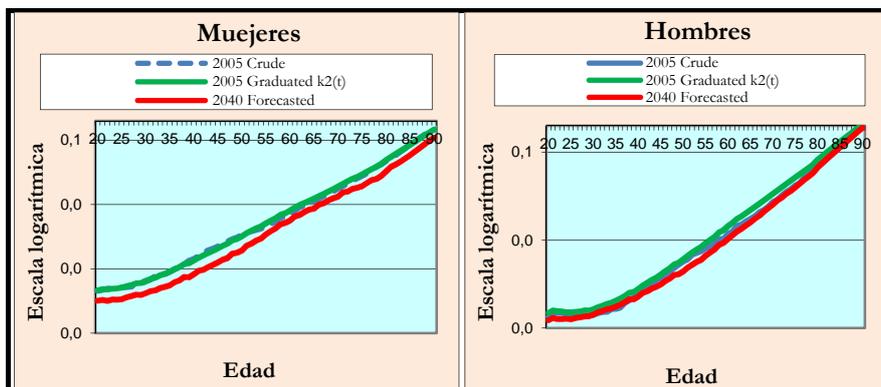
Para la depuración de dichos datos, se procedió de la siguiente manera: para el año de calendario 1970 y posteriores, y en lo relativo al número de fallecimientos, los fallecidos de no residentes no fueron incluidos en la base de datos de fallecimiento.

Como estimador, se tomo el tanto central de mortalidad. Tanto que se construyó de la siguiente manera: en el numerador, el número de fallecidos de la base de datos ya indicada, y en el denominador, la población considerada en el punto medio del año.

La graduación se extendió para el rango de edades desde los 20 hasta los 84 años de edad, y para el periodo de años de calendario desde el año 1968 y hasta el año 2009. El índice se construyó de forma separada por género.

Con toda esta referencia y tomando los datos del HMD, con el objeto de mantener la misma base de datos para todos los países en términos de homogeneidad. También aquí ajustamos los tramos para medir la graduación. A continuación aplicando el modelo de Lee-Carter hemos obtenido los resultados que se muestran a continuación.

Gráfico N° 25 y N° 26
Tantos de Mortalidad en Estados Unidos



Fuente: elaboración propia

En este caso el modelo no muestra una tendencia bastante uniforme de la mejora futura en el colectivo de mujeres. En particular, hacia las edades 60 y 65 la intensidad de la mejora resulta inferior al resto de las edades. Sin embargo en el colectivo de hombres el pronóstico es diferente, en este caso para las edades intermedias se produce una mayor mejora. Se concluye que ambos colectivos tienen comportamientos diferentes. Además dentro de cada colectivo la intensidad de la mejora es diferente según tramos de edades.

7.3 El caso de Alemania

Alemania supuso un caso peculiar, ya que como es sabido, este país estuvo dividido hasta épocas recientes. Debido a ello, desde 1990, la Statistisches Bundesamt (SB) es la responsable de recabar información para la construcción de la base de datos censal para toda Alemania.

La SB utiliza básicamente información censal para la construcción inicial de la población. La construcción de la base intercensal es similar a la de los países precedentes, esto es, los datos censales se proyectan hacia el futuro computando los fallecimientos y la migración neta en el periodo intercensal.

Para el cómputo de la base de datos de los fallecidos, se incluyeron a todas las personas cuyos fallecimientos fueron registrados en Alemania, excluyendo de la misma a aquellos extranjeros no residentes. Sin embargo,

los ciudadanos alemanes que hubieran fallecido en el extranjero, se incluyeron siempre y cuando previo a su fallecimiento se hubiera registrado en Alemania. Los datos de fallecimientos fueron registrados para cada año de calendario.

En cuanto a la mejora en la elaboración de la base de datos acerca de la cual nosotros hacemos hincapié, hemos de subrayar el dato de que la Statistisches Bundesamt no ha incluido la migración en el ajuste del computo de la población.

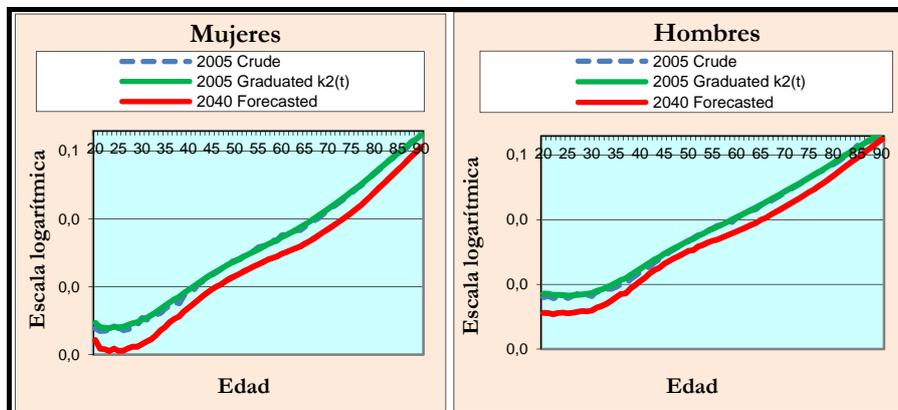
El tramo de edades para los cuales se construyó el índice se ciñó al rango 20-90 años, ambos inclusive, y el periodo de años de calendario fue desde 1964 a 2010, ambos inclusive.

La base de datos de fallecidos disponible está referida a cada año de calendario y para cada edad simple, siempre separada por género.

El estimador utilizado fue el tanto central de mortalidad, que se obtuvo de la siguiente manera: en el numerador, el número de fallecidos en la forma ya indicada, y en el denominador, el tamaño de la población computada a mitad de año, como promedio del tamaño de la población para dos años consecutivos tomados a final de dos años consecutivos.

Con esta referencia, también aquí ajustamos los tramos para nuestra graduación, tomando los datos del HMD y utilizando el modelo Lee-Carter hemos obtenido los resultados que se muestran en el siguiente gráfico.

Gráficos n° 27 y n° 28
Tantos de Mortalidad en Alemania



Fuente: elaboración propia

Es interesante observar una distribución similar de la mejora en ambos géneros, si bien con diferente intensidad. Pero este comportamiento no se asemeja al de Inglaterra y País de Gales.

Del análisis de los resultados obtenidos para los tres países anteriores llegamos a la siguiente conclusión. Teniendo en cuenta que analizamos la mejora de la mortalidad con el mismo modelo de graduación, la gama de edades y el periodo de calendario, los resultados son claramente diferentes, tanto en cuantía como en forma. La mejora es diferente por género, es diferente en intensidad por tramos de edades y es diferente para cada país. Por lo tanto del análisis realizado con el mismo modelo de graduación obtenemos unos resultados del índice de longevidad claramente diferentes. A la vista de la evidencia obtenida no parece aconsejable elegir un único índice de longevidad para Europa, a la vez que se comprueba que la mejora no es única ni del 20% sino que es progresiva y de diferente intensidad, según edades, plazos de la operación, género, país, etc.

7.4 El caso de España, Italia y Japón

Con el objeto de ahondar en la posibilidad de construir un único índice de longevidad para la Unión Europea, incluimos por nuestra cuenta tres países más de las siguientes características: España e Italia con el objeto de estudiar si la proximidad cultural, territorial, zona mediterránea, etc., pudiera mostrar la posibilidad del uso de un único índice de longevidad. Por otra parte, incluimos a Japón en el análisis comparativo por su bien conocida notable evolución de la mejora en la mortalidad.

En nuestro país, disponemos de información sobre el número de fallecidos brutos, y tamaño de la población bruta con suficiente garantía desde 1908, separada por género y también de forma conjunta. A su vez, disponemos de datos correspondientes al número de años de individuos expuestos al riesgo, para cada edad y género.

Con el objeto de llevar a cabo lo que nos proponíamos con este trabajo de investigación, hemos analizado tanto los datos que aparecen publicados en Human Mortality Database (HMD), como los datos disponibles en el Instituto Nacional de Estadística (INE), y hemos comprobado que aunque con pequeñas diferencias no coinciden exactamente. Por ello hemos utilizado los de la base de datos de HMD por razones de homogeneidad con la fuente de datos para todos los países en estudio. De esta manera hemos preparado las frecuencias centrales brutas de mortalidad.

Una vez depurada la información con criterios de objetividad, y con el aporte de la experiencia (como experto), procedemos al tratamiento de los datos para su inclusión en el modelo de estimación. Este tratamiento de la información inicial, forma parte del primer paso de la metodología de una graduación y creemos es indispensable. Este paso nos dio pie a la corrección de algunas frecuencias brutas a edades elevadas dado que su magnitud no resultaba dentro del intervalo de valores $[0,1]$, al obtener como cociente de los datos directos de la base de datos HMD, entre el número de fallecidos brutos y el número de años de exposición al riesgo, por edad simple y para cada año de calendario. El suavizado se realizó mediante medias móviles de amplitud tres.

Como apuntamos, además de nuestro país, creemos interesante incorporar para el estudio países aparentemente similares en cuanto a la evolución de la longevidad, como Italia. Así mismo, hemos creído conveniente incorporar un país tan claramente diferente, tanto geográficamente como en cuestión de estilo de vida y de cultura, como es el caso de Japón.

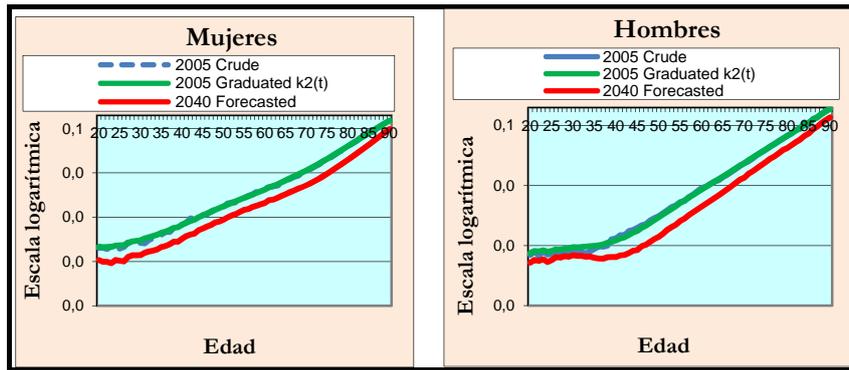
Para estos nuevos países, hemos procedido de la misma forma que procedimos para los países inicialmente comentados. Por consiguiente, hemos capturado la información de la misma base de datos que para los países iniciales de referencia, esto es la base HMD.

Así mismo, hemos obtenido la información separada por género, para el rango de edades de 20-90 años de edad, y para el mismo rango de años de calendario desde 1961 y hasta 2005 por razones de homogeneidad.

El estudio del comportamiento de los tantos de mortalidad y su evolución prevista según el modelo que hemos utilizado, arroja el siguiente comportamiento:

Para el caso de Italia, los resultados fueron los que se detallan a continuación en el gráfico nº 29 y nº 30:

Gráficos nº 29 y nº 30 Tantos de Mortalidad en Italia



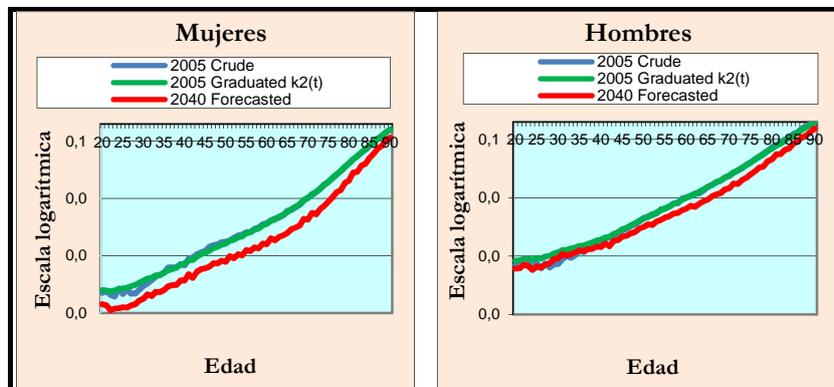
Fuente: elaboración propia

Es llamativo el regular comportamiento de la mejora de la mortalidad para el colectivo de mujeres como se puede apreciar en el gráfico nº 29. Esto proporciona un índice de longevidad bastante uniforme.

En cuanto al colectivo de hombres, hasta la edad 35 se producen una serie de turbulencias en la evolución de las frecuencias centrales de mortalidad, en la mayoría de los países desarrollados para este tramo de edades, debido principalmente a los accidentes y otros tipos de riesgos asociados a las personas de estas edades.

Para el caso de España, los resultados fueron los siguientes:

Gráfico nº 31 y nº 32
Tantos de Mortalidad en España



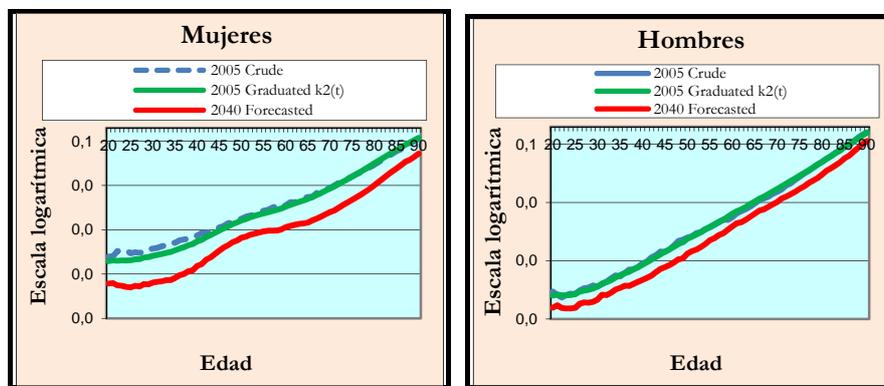
Fuente: elaboración propia

Para el caso de España, el comportamiento de los colectivos básicamente es similar al de Italia. En el caso de las mujeres, el comportamiento es muy racional y acorde al comportamiento observado en los países de nuestro entorno europeo. En el caso de los hombres, el comportamiento es similar al caso de Italia, pero no al de otros países de nuestro entorno como Inglaterra y País de Gales, Alemania, Holanda, etc.

Al ser el comportamiento de la mejora de la mortalidad similar en Italia y España, se podría pensar en un índice de longevidad común. Incluso en el pronóstico de la tendencia de la esperanza matemática de vida, el resultado también es similar.

Para el caso de Japón se presentan los siguientes resultados:

Gráfico nº 33 y nº 34
Tantos de Mortalidad en Japón



Fuente: elaboración propia

El modelo muestra una clara mejora en la mortalidad para esta población. Mejora que es superior a la de las poblaciones estudiadas anteriormente. Además, esta mejora no se reparte uniformemente, siendo superior en las edades más jóvenes y en las mayores. No obstante, en un estudio más profundo hemos detectado que esta mejora va disminuyendo en los últimos años.

En el caso del colectivo de hombres la mejora se distribuye de manera más uniforme prácticamente por toda la gama de edades a estudio. Se observa que el modelo proporciona una mejora superior para Japón de la que consideramos como razonable. Ello es debido a que se ha introducido, en el

modelo, un periodo de años de calendario en el que Japón gozaba de una importante mejora en la mortalidad. Por lo tanto se hace necesario un cuidadoso seguimiento de este colectivo en los próximos años.

8. RESULTADOS

Como paso previo a nuestros cálculos, hemos contrastado los datos publicados en *LifeMetrics* con los capturados por nosotros de la citada base de datos. Los valores brutos los publicamos en los cuadros adjuntos para mostrar que no existen diferencias destacables entre los datos utilizados en los cálculos de los índices publicados oficialmente y los utilizados por nosotros.

Para el caso de Inglaterra y País de Gales, Estados Unidos y Alemania, los resultados obtenidos se presentan en la primera fila y los resultados de los nuevos países elegidos por nosotros para el estudio, en la segunda fila de las siguientes tablas:

Tabla Nº 1 Frecuencias Brutas de Mortalidad (%). Mujeres				Tabla Nº 2 Frecuencias Brutas de Mortalidad (%) Hombres			
Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania	Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania
20	0,03	0,04	0,02	20	0,06	0,13	0,06
45	0,14	0,22	0,15	45	0,23	0,37	0,27
65	0,96	1,12	0,77	65	1,54	1,74	1,70
75	2,78	2,80	2,41	75	4,13	4,19	4,49
90	15,95	15,42	18,22	90	21,50	19,99	22,73
Edad	España	Italia	Japón	Edad	España	Italia	Japón
20	0,02	0,02	0,02	20	0,07	0,07	0,05
45	0,12	0,11	0,11	45	0,27	0,19	0,22
65	0,61	0,66	0,54	65	1,54	1,38	1,30
75	1,93	2,00	1,57	75	3,97	3,96	3,56
90	16,03	15,15	11,32	90	20,27	19,29	18,03
Fuente: elaboración propia				Fuente: elaboración propia			

En la Tabla N° 1 se presentan los tantos brutos de mortalidad para el colectivo de mujeres. En la Tabla N° 2 se presentan los tantos brutos de mortalidad para el colectivo de hombres. Datos referidos al año 2005.

En la Tabla N° 3 y N° 4 se presentan los valores obtenidos mediante el modelo Lee-Carter.

Tabla N° 3 Tanto de Mortalidad (%) Mujeres				Tabla N° 4 Tanto de Mortalidad (%) Hombres			
Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania	Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania
20	0,02	0,04	0,03	20	0,08	0,14	0,07
45	0,14	0,20	0,15	45	0,25	0,40	0,29
65	1,04	1,23	0,83	65	2,05	2,20	1,72
75	2,88	2,94	2,48	75	4,64	5,16	4,51
90	15,83	15,69	15,89	90	21,41	20,78	20,09
Edad	España	Italia	Japón	Edad	España	Italia	Japón
20	0,02	0,02	0,02	20	0,08	0,07	0,06
45	0,11	0,10	0,09	45	0,28	0,15	0,22
65	0,57	0,67	0,49	65	1,52	1,41	1,34
75	1,97	2,07	1,58	75	3,95	3,94	3,68
90	15,83	15,11	11,89	90	19,01	18,36	18,91

Fuente: elaboración propia

Se puede comprobar que los resultados graduados se asemejan a los valores brutos.

En la siguiente tabla se presentan los valores proyectados al año 2040.

Tabla N° 5 Tanto de Mortalidad (%) Mujeres				Tabla N° 6 Tanto de Mortalidad (%) Hombres			
Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania	Edad	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania
20	0,02	0,03	0,02	20	0,05	0,11	0,03
45	0,08	0,12	0,09	45	0,12	0,29	0,21
65	0,64	0,86	0,43	65	0,75	1,47	1,00
75	1,72	1,92	1,23	75	2,57	3,75	2,66
90	11,37	10,96	11,00	90	16,58	18,61	15,97
Edad	España	Italia	Japón	Edad	España	Italia	Japón
20	0,01	0,01	0,01	20	0,06	0,05	0,03
45	0,06	0,05	0,03	45	0,21	0,08	0,11
65	0,24	0,33	0,14	65	0,93	0,76	0,59
75	0,88	0,95	0,47	75	2,51	2,44	1,58
90	11,53	10,72	6,20	90	15,38	14,81	10,60

Fuente: elaboración propia

Los resultados estimados hacia el futuro muestran ciertas diferencias entre los distintos países. Es llamativo el resultado que presenta el modelo para Japón. Realizado un análisis más profundo detectamos que el tramo de años elegido influye claramente en los resultados proyectados. Esto nos muestra la prudencia con la que hay que elegir el tramo de años de calendario histórico antes de proceder a una estimación futura. Nosotros lo hemos mantenido por homogeneidad y a efectos comparativos entre los diferentes países elegidos.

Con la incorporación de estos tres nuevos países a nuestro análisis nos ratificamos en las conclusiones señaladas anteriormente.

Esto justificaría las razones que tanto anunciábamos en apartados anteriores, la importancia de la elección del periodo de años de calendario que cobra vital importancia en este tipo de estudios, donde es necesario hacer uso de un gran volumen de datos históricos.

En la siguiente tabla se presentan los valores correspondientes a la evolución de la esperanza matemática de vida que proporciona el modelo Lee-Carter, en base a los datos históricos utilizados en nuestra base de datos. Estos resultados son los que consideramos como índice de longevidad futura para los países estudiados a partir de los 20 años.

Tabla N° 7 Esperanza de Vida Mujeres.				Tabla N° 8 Esperanza de Vida Hombres.			
Año	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania	Año	Ing y Gales	EE.UU.	Alemania
1965	56,5	55,9	55,6	1965	52,3	50,7	50,2
1985	58,6	59,2	58,5	1985	54,6	52,5	51,9
2005	62,1	61,0	62,7	2005	57,8	54,7	57,1
2025	64,7	63,2	65,7	2025	60,1	56,2	59,8
2040	66,6	64,8	67,7	2040	61,8	57,3	61,7
Año	España	Italia	Japón	Año	España	Italia	Japón
1965	57,0	56,1	54,3	1965	52,3	51,9	49,5
1985	60,7	59,9	61,2	1985	54,6	53,7	55,4
2005	64,5	64,4	66,5	2005	58,8	59,0	59,2
2025	67,3	67,5	70,5	2025	61,1	61,8	62,4
2040	69,1	69,7	73,7	2040	62,8	62,8	65,3
Fuente: elaboración propia				Fuente: elaboración propia			

Del análisis de los resultados presentados en los cuadros anteriores se desprenden las siguientes evidencias:

No todos los índices son intercambiables. No lo son por edad, en el momento presente (2005 a efectos de comparar resultados publicados), pero tampoco lo van a ser en el futuro a medio y largo plazo. A estos efectos, consideramos medio plazo para el año 2025 y largo plazo para el año 2040.

La comparativa anterior la hemos realizado entre los países cuyo índice de longevidad está vigente. Lo hemos complementado con resultados que hemos obtenido de otros países, en base a los cuales nos hemos tomado la libertad de estudiar su mortalidad, con el único propósito de contribuir a aportar luz sobre la mejora de la mortalidad en diferentes países del entorno europeo. Hemos incluido a Japón por sus peculiares características, y por su destacada evolución demográfica.

Para el caso de España, Italia y Japón, cuyos resultados los visualizamos en las segundas filas de las tablas del nº 1 al nº 8, indican que el comportamiento de la mortalidad en países mediterráneos como Italia y España es, hasta cierto punto, asemejable.

9. CONCLUSIONES

1. Parece evidente que un único índice de longevidad no reflejaría la realidad del riesgo de envejecimiento de cada país. A lo largo de toda nuestra investigación se han ido plasmando evidencias a cerca de claras diferencias en la estructura y comportamiento de la longevidad para cada uno de los países a estudio.

Sin embargo, y en base a las muestras que hemos ofrecido, creemos posible un acercamiento en los resultados entre países del entorno mediterráneo, del entorno escandinavo, del entorno centro europeo o de Reino Unido, aunque observamos la existencia de diferencias notables en las mejoras, pues no se distribuyen de forma uniforme por tramos de edades en todos los países analizados.

2. El comportamiento de las mejoras es claramente diferente también por género, tanto por tramos de edades como por tramos de calendario y para cada uno de los casos estudiados.

Dado que existen diferentes grados de mejora y con diferente intensidad, creemos que posiblemente, si lo que pretendiéramos fuera obtener el índice óptimo de longevidad se tendrían que aplicar diferentes modelos en cada caso. Lo ideal se basaría en la construcción de un índice específico para un

colectivo concreto, teniendo en cuenta el país de pertenencia, tramo de edades y de años de calendario específico y género concreto. A nuestro juicio, esta es la única forma de que este índice se adecúe a productos financieros diseñados para colectivos y contingencias concretas.

3. Matemáticamente el modelo nos proporcionó unos valores de los parámetros claramente diferentes tanto en valor, como en su evolución a través de las edades, para los parámetros a_x y b_x . Así por ejemplo, el diferente comportamiento del parámetro b_x nos señala claramente la diferente evolución de la mejora de la mortalidad hacia la longevidad en cada uno de estos países. El índice de longevidad es, hasta cierto punto similar, entre España e Italia, pero no así si nos comparamos con Suecia⁷, y sobre todo con Japón. En este último país el comportamiento de la mejora de la mortalidad es claramente superior. El modelo también proporcionó diferentes valores tanto para Inglaterra y País de Gales como para Alemania. Así mismo, el parámetro k_t proporcionó diferentes valores en los seis países analizados. Todo ello se observa en los gráficos 23 al 34.

4. Entendemos que sí es posible construir un índice siguiendo las pautas marcadas en la normativa europea de Solvencia II con respecto al rigor en la captación de información, objetividad en el tratamiento de los datos, transparencia en la obtención del índice, adecuación en la elección del modelo de graduación, rigor metodológico en el análisis de los resultados, etc. Sin embargo, el recargo por garantía en la mejora de la mortalidad contemplada en Solvencia II no se ajusta a la realidad, ni es comparable con la previsible evolución de la mortalidad de ningún país analizado por nosotros.

Hay que tener en cuenta que este índice así construido está elaborado a partir de datos de la población general de cada país, lo cual salvo para prestaciones de la Seguridad Social, difícilmente estaría justificado. Esta opción, a nuestro modo de ver, y en base a todas las evidencias mostradas en apartados previos, no sería aconsejable ni para planes de pensiones, ni para seguros de vida, ni para hipotecas inversas, etc. Creemos que debe prevalecer un índice para cada tipo de cobertura, si bien siguiendo las pautas establecidas para este índice general.

5. Con el objeto de mejorar el análisis del índice de longevidad, hemos realizado un estudio sobre las mejoras en la mortalidad que creemos tienen mayor incidencia en el riesgo de la longevidad. También con el objeto de mejorar en lo posible la calidad del índice, hemos calculado la volatilidad de la mejora para la gama de datos utilizados a lo largo de esta investigación. A este respecto, podemos afirmar que las volatilidades⁸ son claramente diferentes entre países y por rangos de edades.

⁷ El estudio de este país no se incluye en este trabajo.

⁸ No se incluyen en este trabajo por no ser el objeto principal del mismo.

Por todas estas razones, y habiendo realizado ya distintas aportaciones a lo largo del trabajo acerca del comportamiento observable de la mejora de la mortalidad, creemos que un índice general único, de las características que hemos tratado en este estudio, no sería una buena referencia. Por otra parte, estos índices no coinciden con los recomendados en Solvencia II, que se simplifica en un impacto de mejora único y constante del 20%

6. Dado que hemos analizado en profundidad, desde la recogida de datos, pasando por el procedimiento (metodología), graduación y chequeo final incluyendo la volatilidad, sugerimos como índice de longevidad para España el correspondiente al que resulta de la tabla N° 9 y N° 11, correspondiente a la esperanza matemática de vida, del que se obtienen las probabilidades de fallecimiento y supervivencia para la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alho, J. y B.D., Spencer (1985). *Uncertain population forecasting*. Journal of American Statistical Association., 80, 306-314.
- Betzuen, A. (2010). *Un análisis sobre las posibilidades de predicción de la mortalidad futura aplicando el modelo Lee-Carter*. Anales del Instituto de Actuarios Españoles, Número 16, p.111-140. Madrid.
- Cairns, A. et al (2007). *A Quantitative Comparison of stochastic Mortality Models Using Data from England and Wales and the United States*. North American Actuarial Journal.
- Continuous Mortality Investigation Bureau (CMIB) (2005a). *Projecting Future Mortality: towards a Proposal for a Stochastic Methodology*. Working paper, 20. Continuous Mortality Investigation.
- Continuous Mortality Investigation Bureau (CMIB) (2005b). *Stochastic Projection Methodologies: Lee-Carter Model Features, Example, Results and Implications*. Working paper, 25. Continuous Mortality Investigation.
- DIRECTIVA 2009/138/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio (Solvencia II).
- Fupuy, C. y Haberman, S. (2007). *Projecting mortality trends: recent developments in the united kingdom and the United States*. North American Actuarial Journal. Vol. 8, N° 2.
- Life and Longevity Markets Association (LLMA) (2012): *Longevity Index Technical Document*. Description of the construction of various country-specific longevity indices produced by the LLMA.
- Murphy, M. (1995). *The Prospect of Mortality: England and Wales and the United States of America, 1962–1989*. British Actuarial Journal 1: 331–50.
- Office for National Statistics (ONS) (1996). *1994-Based National Population Projection Series*. PP2, N° 20. Office for National Statistics. London: Government Actuary's Department.

BASES DE DATOS

Human Mortality Database (HMD): <http://www.mortality.org/>
Instituto Nacional de Estadística (INE): www.ine.es