

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

DOCTORADO

TESIS

**REVERSE STRESS TESTING PARA EL ANÁLISIS DE LA
ESTABILIDAD FINANCIERA ESPAÑOLA**

Alumno: María Elizabeth Cristófoli

Directora: María Teresa Casparri

Co-director: Javier Ignacio García Fronti

Miembros del Tribunal de Tesis: Cesar H. Albornoz, Gustavo Tapia, Aurelio Fernández Bariviera

Fecha de Defensa de la Tesis: 21 de diciembre de 2017

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: REGULACIÓN DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA ESPAÑOLA	13
INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	14
1.1. LA REGULACIÓN DE LOS SISTEMAS FINANCIEROS	18
1.1.1. DIFERENTES INICIATIVAS REGULATORIAS	19
1.1.2. ESPECIFICACIONES DE LA ACTUAL ESTRUCTURA REGULATORIA EUROPEA	28
1.1.3. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA FINANCIERO ESPAÑOL	29
1.2. LA ESTABILIDAD FINANCIERA EN ESPAÑA	33
1.2.1. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FINANCIERA.....	34
1.2.2. LA ESTABILIDAD FINANCIERA Y LA POLÍTICA MACROPRUDENCIAL ESPAÑOLA	37
1.2.3. HERRAMIENTAS ACTUALES PARA MEDIR LA ESTABILIDAD FINANCIERA ESPAÑOLA	38
CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO	42
CAPÍTULO 2: LOS STRESS TEST Y LA SELECCIÓN DE INDICADORES	44
INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	45
2.1. LOS DIFERENTES RIESGOS INVOLUCRADOS EN EL SISTEMA BANCARIO	47
2.1.1. EL RIESGO DE CRÉDITO EN EL SISTEMA BANCARIO ESPAÑOL.....	50
2.2. EL AUGE DE LOS MODELOS DE <i>STRESS TESTING</i>	51
2.2.1. LOS ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LOS MODELOS DE STRESS TESTING.....	53
2.2.2. REQUISITOS REGULATORIOS ASOCIADOS A LOS MODELOS DE STRESS TESTING EN EUROPA.....	54
2.3. EL DESARROLLO DE LOS ESCENARIOS EN LOS MODELOS DE <i>STRESS TESTING</i>	56
2.3.1. DETERMINACIÓN DE “SHOCKS” SOBRE LOS FACTORES QUE DEFINEN EL ESCENARIO.....	57
2.3.2. SELECCIÓN DE NÚMERO DE ESCENARIOS A UTILIZAR	58
2.4. FACTORES/INDICADORES CLAVES PARA LA ESTABILIDAD FINANCIERA ESPAÑOLA	59
2.4.1. PRINCIPALES FACTORES/INDICADORES BANCARIOS.....	60
2.4.2. PRINCIPALES FACTORES/INDICADORES MACROECONÓMICOS	62
2.4.3. SELECCIÓN DE FACTORES/INDICADORES: MODELO ANDON	65
2.4.4. ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DE UN FACTOR FINANCIERO	73
CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO	75

<u>CAPÍTULO 3: MODELO PROPUESTO PARA ESPAÑA.....</u>	<u>77</u>
INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO	78
3.1. ESPECIFICACIONES METODOLÓGICAS DEL <i>REVERSE STRESS TESTING</i>.....	80
3.1.1. LOS MODELOS TOP-DOWN VS. BOTTOM-UP.....	81
3.1.2. METODOLOGÍAS ACTUALES DE REVERSE STRESS TESTING.....	83
3.1.3. MODELO PROPUESTO PARA EL RIESGO DE CRÉDITO	85
3.2. CÓPULA DE GUMBEL CON LOS FACTORES SELECCIONADOS.....	90
3.2.1. ANÁLISIS DE SUPUESTO DE CORRELACIÓN POSITIVA.....	91
3.2.2. SELECCIÓN DE DISTRIBUCIONES MARGINALES.....	96
3.2.3. CÁLCULO DEL PARÁMETRO DE LA CÓPULA	124
3.2.4. CÁLCULOS FINALES Y RESULTADOS	129
3.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	131
3.3.1. ESTIMACIÓN PARA EL TRIENIO 2017-2019	132
3.3.2. APLICACIÓN DEL MODELO SOBRE FACTORES SELECCIONADOS DE FORMA ARBITRARIA.....	134
CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO.....	138
<u>CONCLUSIÓN.....</u>	<u>141</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>147</u>
<u>APÉNDICE 1</u>	<u>158</u>
LISTA DE VARIABLES MICROECONÓMICAS	158
LISTA DE VARIABLES MACROECONÓMICAS	168
<u>APÉNDICE 2</u>	<u>196</u>
TAU DE KENDALL	196
RHO DE SPEARMAN.....	196
<u>APÉNDICE 3</u>	<u>198</u>
CÓPULA <i>T</i> STUDENT.....	198

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar estoy profundamente agradecida con mi directora, la Profesora Emérita Dra. María Teresa Casparri, por haber confiado en mí aquel día del año 2001 cuando comenzó mi carrera investigadora como becaria estudiante suya en el Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la economía y la gestión (CMA). Ha abierto una inquietud en mí por querer mejorar siempre y una visión cuestionadora que me permitió la apertura de líneas de investigación en mi área de actuación.

De igual modo estaré eternamente agradecida con mi co-director el Profesor Regular Titular Dr. Javier García Fronti, por su apoyo constante en cuestiones, no sólo relacionadas con el área académica, sino también de la vida misma. El CMA, sitio donde lo he conocido, me dio la posibilidad de conocer también a otros excelentes docentes, investigadores y amigos.

También quiero agradecer especialmente al Dr. Martín Masci, por su ayuda en esta carrera doctoral como compañero y amigo. Su apoyo ha sido fundamental para mis avances y mi conexión constante a pesar de la distancia.

Estoy profundamente agradecida con el Dr. Eddie Gerba por sus valiosos comentarios sobre mis avances en mi carrera doctoral, y con el Dr. Jorge Galán y la Dra. Clara González por sus excelentes consejos.

Agradezco también al IADCOM y a todos sus actuales integrantes, por haberme dado la posibilidad de tener centro de funcionamiento y apoyo en esta etapa tan importante.

Mi especial agradecimiento a mi familia, especialmente a Javi por todo el apoyo recibido, y a mis niños Gastón y Lucrecia, por haber sido un sostén absoluto aunque eso supusiera no tener a su mamá para jugar tanto como quisieran durante este camino. También a mi familia Argentina, que siempre me han apoyado y ayudado en todos mis nuevos proyectos demostrando su amor incondicional, y a mis amigos y amigas por entender mis ausencias.

Siento la necesidad de agradecer también a Alicia. Ojalá pudiese festejar este grato momento con ella.

RESUMEN

La necesidad de proteger a los depositantes y garantizar así un sistema de transacción monetaria estable, explica por qué la industria bancaria está tan fuertemente regulada (Focarelli & Pozzolo, 2016). Esta protección se debe llevar a cabo a nivel individual, comprobando las buenas prácticas y el cumplimiento de la regulación de cada entidad financiera, pero también a nivel sistémico, a través del análisis de la estabilidad del sistema financiero en su conjunto.

La reciente crisis financiera mundial, que golpeó fuertemente y por un período prolongado a potencias financieras mundiales, ha generado la necesidad de profundizar sobre los modelos de control y medición de la estabilidad, y proponer reformas sobre los previamente establecidos (Han, 2015). Entre los nuevos requisitos, se comenzó a ahondar en las mediciones macroprudenciales del sistema financiero, más concretamente en los modelos de *stress testing* individuales y también sistémicos.

Este tipo de modelos tienen como objetivo medir la resistencia de cada entidad o del sistema financiero ante eventuales escenarios hipotéticos de crisis, que pueden ser establecidos por el propio regulador o por la entidad ejecutora de la prueba, según el caso. Adicionalmente, se ha expandido también el desarrollo de modelos llamados de *reverse stress testing*, que buscan identificar la combinación de eventos que generarían que el modelo de negocio falle. En general este tipo de modelos está mayoritariamente difundido para conocer el resultado a nivel individual de las entidades. En esta tesis doctoral se presenta el desarrollo de un modelo de este calibre con el objeto de identificar el escenario de alerta del sistema financiero en su conjunto, propuesto como una herramienta complementaria a las mediciones ya implementadas por los reguladores.

Para llevar a cabo esta tarea, se focalizó el estudio en el sistema financiero español, por lo cual en primer lugar se presentan las principales características regulatorias españolas, enfocadas en las cuestiones de estabilidad financiera. Posteriormente se presentan los desarrollos actuales sobre los modelos de *stress testing* implementados, junto con una breve exposición de otras medidas macroprudenciales utilizadas.

Para desarrollar un modelo de este tipo, es necesario en primer lugar, llevar a cabo el análisis y selección de la información considerada relevante. Para ello se trabajó con más de 500 factores (propios de los sistemas bancarios y genéricos de nivel macroeconómico), asociados al riesgo de crédito y se aplicó la metodología Andon para seleccionar aquellos factores que cumplieran con los requerimientos SMART (*Specific, Measurable, Archivable, Relevant y Time-bond*).

Una vez seleccionados los factores a incorporar al modelo -representativos del escenario crítico de fallo del sistema financiero- se procedió a proyectar los valores de cada uno de ellos, para posteriormente comprobar el ajuste de estos datos proyectados a diferentes distribuciones de probabilidad, seleccionando el mejor ajuste. Esta información fue utilizada para conocer el grado de dependencia entre dichos factores, a través del cálculo de una cópula de Gumbel. La selección de este tipo de cópula se justifica por ser una cópula arquimediana y de eventos extremos. Finalmente se obtuvo el valor de alerta de cada uno de los factores.

La aplicación de esta metodología de selección de factores y modelo de obtención de escenario crítico a los datos disponibles previos a la última gran crisis, ha demostrado ser robusto, ya que su empleo en 2006 habría identificado alertas en tres de los cuatro factores finalmente incorporados en el modelo, aplicando los pasos y cálculos desarrollados.

Aplicando los mismos pasos sobre los datos disponibles hasta 2016, se comprobó que sólo se identifica una alerta asociada al precio de la vivienda, correspondiente al período proyectado 2017-2019. Este resultado está alineado con lo comentado por Gerba & Mencía (2017), quienes demuestran que la recuperación de este tipo de sectores tiene un decalaje importante respecto a la recuperación del sistema financiero luego de las crisis, que puede demandar hasta cuatro trimestres. Por lo cual se concluye que el sistema financiero se está estabilizando y no se identifica una nueva crisis en los siguientes tres años desde el punto de vista de riesgo de crédito.

Palabras clave: regulación para la estabilidad financiera, comportamiento del mercado según escenarios, modelo de *reverse stress testing*, proyecciones.

Código JEL: G18, G40, C53, C51

INTRODUCCIÓN

Es indiscutible que las crisis generan pánico en las sociedades afectadas, lo que conduce a una profundización de las crisis y a un estancamiento económico. Una muestra histórica de esta dinámica fue la quiebra del acuerdo de Bretton Woods, vigente desde 1944 a 1971, cuando el presidente de Estados Unidos de Norteamérica decidió devaluar el dólar (Bernstein, 1984) lo que generó la necesidad de comenzar a coordinar las finanzas a nivel internacional de una forma diferente a la conocida hasta el momento. Por ello en 1974 surgió el Comité de Regulación y Supervisión de las prácticas bancarias, a pesar de que los organismos creados a partir de dicho acuerdo seguían (y siguen) vigentes, siendo el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial.

Los cambios implementados con posterioridad a la quiebra de dicho acuerdo han demostrado no ser suficientes. Esto se pudo ver principalmente luego de la última gran crisis iniciada a mediados de 2007 en Estados Unidos de Norteamérica. Planteando el problema de esta nueva crisis, considerada de nivel mundial a partir de 2008, Tanzi, V. (2010) expresó en el XXXVII Seminario Internacional de Presupuesto Público realizado en Madrid, acerca de las particularidades del traslado de los límites de los problemas financieros a otras esferas, señalando que *“A veces estas crisis se convierten en fiscales o, incluso, en crisis de deuda soberana, cuando los gobiernos ya no pueden satisfacer sus obligaciones para con los acreedores que poseen su deuda soberana”* (pág. 1)

Este tipo de situaciones han provocado que problemas financieros iniciados en 2007 en un país, se hayan trasladado a otras geografías por las interrelaciones entre países y diferentes sectores económicos, llegando a tener que ser considerados problemas de índole mundial.

Mucho antes de esta crisis, Franklin & Gale (2000) ya estaban estudiando e identificando el efecto que podía desencadenar una pequeña crisis. Comentaban que un pequeño *shock* de liquidez en una región podía generar una espiral de contagios en la economía, que estaría condicionada por la estructura de interrelaciones entre las regiones.

Si bien los académicos e instituciones reguladoras no se ponen de acuerdo sobre el origen, el alcance y las conclusiones de esta crisis (Lo, 2012), sí se ha empezado a trabajar a nivel

mundial para intentar atenuar los efectos en caso de producirse situaciones similares, y para estabilizar los mercados de forma urgente. Ejemplos de estas iniciativas son las comentadas por Han (2015), quien detalla estudios llevados a cabo con propuestas de cambios regulatorios en diferentes áreas; concretamente la reforma de Dodd-Frank en Estados Unidos, el reporte de Larosière en la Unión Europea y Basilea III a nivel mundial. Estas propuestas han desencadenado una espiral de reformas regulatorias, ya que se debía solicitar requisitos a las entidades que fomenten la estabilidad del sistema según los resultados de los estudios comentados.

Con bastante antelación a esta última crisis, Minsky (1975) postulaba la idea de que las economías capitalistas debían estar contenidas por techos y pisos institucionales, aunque esto no sería suficiente porque la apariencia de estabilidad haría modificar esos pisos establecidos, lo que llevaría a una euforia especulativa insostenible. Este planteamiento buscaba definir las llamadas burbujas especulativas, que fueron las principales generadoras de crisis. Haciendo caso a este planteo, es fácilmente identificable que la gestión de la estabilidad económica por parte de las autoridades competentes es importante tanto en las épocas de crisis, cuando hay que tranquilizar a los inversores, como en las épocas de bonanza, cuando hay que controlar la especulación. Es decir, se debe velar por la búsqueda de estabilidad constantemente.

Enfocando la problemática al área financiera, es de especial interés tener en claro a qué se refiere la estabilidad financiera. Resumidamente, se puede postular que la estabilidad financiera de un país está condicionada a las políticas macroeconómicas que buscan establecer comportamiento prudentes y a su vez estas políticas macroprudenciales intentan, entre otras cosas, generar tranquilidad en los inversores, es decir, buscan la estabilidad, por lo que ambos conceptos están altamente asociados.

Entre las herramientas macroprudenciales existentes, actualmente se está profundizando en las metodologías de cálculo y análisis de la resistencia de las entidades a diferentes situaciones hipotéticas de crisis. Los actuales modelos implementados para llevar a cabo dichos análisis, son los *stress testing*, que diseñan las entidades reguladoras y supervisoras, y en algunos casos incluso los ejecutan, generalmente haciendo uso de escenarios históricos. En la definición de tales escenarios se debe tener en cuenta lo comentado por Dees, Henry & Martin (2017), quienes plantean que éstos deben reflejar una situación de crisis financiera suficientemente severa pero plausible. Cuanto más

severos o extremos son los escenarios definidos, menos plausibles se vuelven. Esto supone una complicación en la definición de los escenarios a considerar en estos modelos de análisis de resistencia y de medición de estabilidad financiera.

A pesar de los grandes avances alcanzados en este tipo de pruebas, hay mucho camino por recorrer. Uno de ellos es el desarrollo de propuestas metodológicas que permitan identificar hasta donde es capaz de soportar el sistema bancario o sistema financiero antes de considerar que se está acercando una nueva crisis. Una posible metodología para ello es el desarrollo de un *reverse stress testing*¹ del sistema financiero en su conjunto, ya que este tipo de modelos están ampliamente implementados a nivel individual por las propias entidades financieras, pero no a nivel global del sistema financiero completo.

Por ello, la presente tesis doctoral tiene por objetivo general elaborar una propuesta de modelo de *reverse stress testing* de utilidad para analizar los puntos de alerta de la estabilidad financiera de un país, aplicándolo a la realidad española, que permita identificar las alertas sobre la resistencia del sistema financiero español para la toma de medidas oportunas sobre los factores que se identifiquen más vulnerables. Un modelo de *reverse stress testing* como el que se plantea desarrollar ayudaría también a conocer la plausibilidad de los escenarios definidos en los modelos de *stress testing* tradicionales, aplicando los *shocks* establecidos en los escenarios hipotéticos de crisis a partir de los valores proyectados, para conocer los niveles de alerta.

Para lograr el objetivo general planteado, se proponen tres objetivos específicos. En primer lugar, realizar un estudio evolutivo y comparativo sobre algunos sistemas de regulación relevantes que buscan la estabilidad financiera regional, incorporando una explicación de sistemas de medición existentes para analizar dicha estabilidad. En segundo lugar, se propone focalizar las especificaciones sobre los modelos de *stress testing* actualmente utilizados y los escenarios que se deben definir para su aplicación. Junto con ello, se propone una metodología de identificación de los factores clave para la estabilidad del sistema financiero, seleccionando aquellos que son relevantes con la aplicación del criterio del monitoreo inteligente (*SMART Indicator*). Finalmente en tercer lugar, y partiendo de los postulados presentados en los pasos anteriores, se propone un nuevo objetivo específico que es el de desarrollar un modelo de identificación de los

¹ El *Reverse Stress Testing* es un proceso iterativo que permite identificar el tipo y severidad de un evento o combinación de eventos (factores de riesgo) que pueden causar que un modelo de negocio falle.

niveles de alerta sobre la estabilidad financiera aplicable a las finanzas españolas, incorporando un análisis sobre resultados obtenidos.

Para cumplir con estos objetivos, y analizar las hipótesis planteadas en los párrafos anteriores, la presente tesis doctoral se estructura en tres capítulos. En primer lugar es menester conocer la estructura actual de la regulación asociada a la gestión y manejo prudencial del sistema financiero, abordando el tema desde la generalidad, para ir focalizando posteriormente las cuestiones a la estructura regulatoria europea y centrar el planteamiento posterior en la regulación de las entidades financieras españolas. Como se describe en los párrafos anteriores, esta regulación está íntimamente relacionada con la búsqueda de estabilidad financiera, por lo que el apartado siguiente del capítulo realiza una descripción de esta cuestión en el ámbito español y diferentes formas de medición actualmente implementadas. En este capítulo se busca así resaltar la validez de las metodologías de medición de la estabilidad financiera actualmente vigentes y la aportación que generaría en estas mediciones la inclusión de un modelo del tipo propuesto en esta tesis.

Posteriormente, en el segundo capítulo se aborda una de las medidas que en la actualidad es fuertemente implementada a nivel mundial. Concretamente se hace referencia a los análisis de *stress testing*, y su desarrollo está estructurado en cuatro apartados. El primero detalla la justificación de su empleo desde el punto de vista del riesgo de crédito del sistema financiero español. A continuación se realiza una recopilación de diferentes modelos actualmente vigentes y los requisitos regulatorios asociados. En tercer lugar se describen cuestiones asociadas a la definición de los escenarios que se deben llevar a cabo en este tipo de modelos, y finaliza el capítulo con el detalle de la lista de factores posibles a incorporar en el mismo, ya que para poder desarrollar una herramienta de este calibre, es necesario hacer una previa selección de factores que describan perfectamente el mercado financiero objeto de análisis, incluyendo los efectos de posibles contagios como los comentados en párrafos anteriores. Con ese fin se propone la utilización de herramientas ampliamente empleadas en los sistemas logísticos de los procesos productivos, concretamente el sistema Andon, seleccionando los factores que sean SMART: *Specific* (el factor incorporado debe tener sentido específico en el modelo en el que se está incorporando; concretamente se puede analizar si el signo obtenido del factor genera una interpretación acorde para el resultado final buscado), *Measurable* (todos los factores deben ser cuantificables y objetivamente verificables), *Archivable* (sólo se

deben incorporar factores que tengan la información necesaria disponible), *Relevant* (cada factor debe tener información relevante en el modelo incorporado), *Time-bond* (todos los factores seleccionados deben tener variabilidad a lo largo del tiempo). A continuación se utilizarán técnicas estadísticas que permitan realizar estimaciones teniendo en cuenta la multicolinealidad de los datos con los que se estará trabajando y considerando las restricciones e interacciones propias de un sistema financiero y de las entidades bancarias en particular. En la definición de estos factores se debe tener en cuenta que en todo sistema bancario conviven diferentes tipos de riesgos, de los cuales los principales son: crédito, mercado y operacional. Pero dado que el objetivo principal de los bancos es el de prestar dinero a cambio de un interés, el mayor riesgo que afrontan es el de que los deudores no hagan frente a sus deudas. Esta situación queda reflejada si se tienen en cuenta que en los últimos 5 años, más del 55% de los activos de los bancos españoles estuvo constituido por préstamos a clientes. Un supuesto de suma relevancia en el tipo de modelos que se propone, es el planteado por Hull (2006) quien indica que la interrelación entre los factores tiende a incrementarse en épocas de crisis; dicho de otra manera, los contagios son más pronunciados.

Luego de conocer los factores que describen el sistema, se propone un modelo que busca el valor de alerta del sistema financiero para dichos factores, es decir, la cola de la distribución de la solvencia del sistema financiero con una probabilidad de ocurrencia previamente establecida. Por ello el tercer y último capítulo comienza con las especificaciones metodológicas del modelo propuesto, un relevamiento de metodologías actualmente vigentes desarrolladas con objetivos similares al planteado en esta tesis doctoral, la presentación de los cálculos y resultados obtenidos, y por último la interpretación de los resultados finales. Muchas metodologías actuales proponen la utilización de la técnica del *Value at Risk* para llevar a cabo este tipo de análisis (ver Wang, Peng & Yang, 2013), pero estas metodologías implican la aceptación de la hipótesis de que las variables tienen un comportamiento con distribución Normal. Otras técnicas desarrolladas para encontrar el escenario buscado en el *reverse stress testing*, como las de mapeo cognitivo presentada por Cantle, Charmaille, Clarke, & Currie (2013), o la aplicación de la metodología de componentes principales con la ortogonalización de Gram-Schmidt desarrollada por Kopeliovich, Novosyolov, Satchkov, & Schachter (2013), y otras presentadas en el desarrollo de esta tesis, implican hipótesis que difícilmente puedan ser contrastadas en la realidad.

Es imprescindible tener en cuenta que se debe adaptar el método al contexto al que se desea aplicar el modelo y al tipo de información disponible, debido a que se está buscando medir riesgo a través de la proyección de comportamientos individuales consolidados y de variables macroeconómicas. Cada uno de los factores que se incorpora al modelo tendrá su propia estimación de comportamiento, partiendo de la proyección de los valores de cada una de las series temporales y ajustando posteriormente esos valores proyectados a distribuciones de probabilidad que permitan realizar estimaciones posteriores. Dado que la cópula es un método que permite unir funciones de distribución multivariada a sus funciones de distribución marginales unidimensionales (aplicando el teorema de Sklar), se propone su aplicación para llevar a cabo la medición de nivel de interrelación que presentan los factores previamente seleccionados para identificar las alertas buscadas. Debido a que se desean conocer los resultados de la cola de la distribución multivariada (cópulas arquimedianas) y de eventos raros, como la ocurrencia de crisis (cópulas de valores extremos), se propone el empleo de la cópula de Gumbel para analizar la dependencia entre las variables ya que es la que cumple ambos requisitos. La aplicación de las técnicas propuestas permite obtener los valores sobre los factores previamente seleccionados, que ayudarían a los reguladores y supervisores a identificar la necesidad de llevar a cabo acciones para intentar prevenir o aminorar los efectos de una posible crisis futura. De esta forma se estaría cumplimentando una de las funciones primordiales de la regulación financiera, muy difícilmente aplicable, que es la determinación de reglas o normas a las que debe ajustarse el sistema para conseguir determinados fines, como es el de evitar la inestabilidad financiera.

Por último se presentan las conclusiones integrales del trabajo desarrollado y el modelo propuesto, comentando las fortalezas de este nuevo método de medición de la estabilidad financiera y las debilidades, focalizadas principalmente a las limitaciones en los diferentes modelos estadísticos utilizados en cada paso. La lectura de estas conclusiones permitirá identificar los resultados obtenidos y la propuesta de futuros desarrollos en línea con los planteos de la investigación presentada en esta tesis doctoral.

CAPÍTULO 1:
REGULACIÓN DE LA
ESTABILIDAD
FINANCIERA ESPAÑOLA

Introducción al capítulo

En los últimos años se ha generado una gran crisis financiera de la cual algunos países no han conseguido despegar completamente. Ello estuvo muy condicionado por los sistemas regulatorios preexistentes para contener el sistema financiero, la falta de una estructura de control adecuada y el menoscabo sobre la real interacción entre los diferentes actores a nivel mundial.

Particularmente en España, la gran crisis mundial iniciada en 2007-2008 ha generado un fuerte impacto en la sociedad y su estabilidad financiera, ocasionada principalmente por su alta exposición a los préstamos hipotecarios, por la propia estructura de su sistema financiero, y por la falta de iniciativas preventivas regulatorias/gubernamentales que permitieran aminorar el impacto local.

Para comprender correctamente la hipótesis planteada, es necesario previamente entender los mecanismos disponibles que permitirían contrarrestar sus efectos, haciendo referencia no sólo a sus aspectos metodológicos y/o automáticos sino también a la regulación y las estructuras supervisoras existentes, y a la falta de homogeneidad a nivel internacional sobre los requisitos de los diferentes actores financieros.

Para ello, se plantea este capítulo estructurado en dos apartados. El primero de ellos busca enmarcar, la estructura regulatoria actual de los sistemas financieros a nivel mundial, incluyendo las modificaciones implementadas² buscando la estabilidad, con el objeto de evitar la existencia de nuevas crisis. El sistema regulatorio bancario actual, y la interacción mundial, tiene su origen en el acuerdo de Bretton Woods de 1944, firmado para intentar frenar el proteccionismo existente en la posguerra. La quiebra del mismo en los años 70, generó la necesidad de comenzar a coordinar las finanzas a nivel internacional. Por ello, en 1974 surgió el Comité de Regulación y Supervisión de las prácticas bancarias.

Estas iniciativas, al igual que otras implementadas luego de la última gran crisis financiera mundial, han demostrado que éstas generan pánico, lo cual profundiza aún más sus efectos y conducen a un estancamiento económico. Esta situación pudo verse tras la

² El análisis de las estructuras regulatorias existentes antes de la última crisis financiera mundial y las iniciativas adoptadas en diferentes sitios, no es objeto de este trabajo, por lo que se incorpora un resumen de estas modificaciones, pero se pueden consultar más detalles en el libro de Han (2015).

última gran crisis, que comenzó en un país y terminó extendiéndose a nivel mundial. Se puede ver mayor detalle en la publicación de Farhi & Macedo Cintra (2009), donde explican los efectos de la crisis originada en Estados Unidos de Norteamérica a mediados de 2007 y su posterior impacto en países como Brasil y México.

Si bien los académicos e instituciones reguladoras no se ponen de acuerdo sobre el origen y conclusiones de esta crisis, sí se ha empezado a trabajar a nivel mundial para intentar solventar los problemas en caso de producirse situaciones similares, y para intentar estabilizar los mercados de forma urgente. Algunos ejemplos de las reformas acometidas por las grandes potencias financieras son las presentadas por Han (2015): la reforma de Dodd-Frank en Estados Unidos (US), el reporte de Larosière en la Unión Europea (EU), Basilea III a nivel mundial a través del Comité de Basilea.

En España, el Banco de España ha publicado un informe detallado con todas las iniciativas adoptadas a nivel mundial, ya sea por requerimientos mundiales (por ejemplo, requerimientos del *European Central Bank*), o por iniciativas propias (creación del FROB – Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria) (Banco de España, 2017c). El sistema financiero español tiene particularidades que lo han hecho especialmente vulnerable en la crisis financiera mundial de 2007-2008 por lo que se considera sumamente importante clarificar su estructura y funcionamiento.

Todas estas reformas regulatorias han tenido el mismo objetivo de tranquilizar a los inversores y controlar los mercados. Minsky (1975) comenzó a postular la idea de que las economías capitalistas debían estar contenidas por techos y pisos institucionales, aunque la apariencia de estabilidad haría modificar los pisos establecidos, lo que llevaría a una euforia especulativa insostenible. La estabilidad es importante tanto en las épocas de crisis, cuando hay que tranquilizar a los inversores, como en las épocas de bonanza, cuando hay que controlar la especulación. Entonces es importante tener en claro que la regulación busca mantener la estabilidad financiera y muchas veces las medidas de estabilidad financiera también buscan cumplir con la regulación establecida según acuerdos regionales para conseguir la estabilidad financiera total de la región.

Entonces es importante tener en claro qué es la estabilidad financiera. Al intentar definirla, se debe considerar que es un concepto que involucra múltiples dimensiones, como indican Ponce & Tubio (2010). Estas son: marco institucional adecuado y sistema de pagos eficiente; transparencia de los mercados para transmitir confianza a los agentes;

que las entidades financieras sean responsables; que los consumidores de servicios y productos financieros estén implicados en la gestión financiera.

La estabilidad financiera de un país está condicionada a las políticas macroprudenciales que se establezcan y éstas buscan, entre otras cosas, generar tranquilidad en los inversores, es decir, buscan la estabilidad.

Entre las herramientas macroprudenciales que existen en Banco de España, se destacan tres: cálculo de un Indicador de Riesgo Sistémico, alineado con los requerimientos del ECB (Hollo, Kremer, & Lo Duca, 2012); monitorización de 100 indicadores macroprudenciales (detallados por Banco de España en su Informe de Estabilidad Financiera de noviembre de 2016); análisis de resistencia ante eventuales crisis, a través de los *stress testing*.

Este capítulo centra la atención en estos análisis, ya que la propuesta que desarrolla esta tesis es incorporar una nueva herramienta que complemente los actuales. Los análisis de *stress testing* (en lo sucesivo ST) son una herramienta muy útil para conocer si el sistema financiero está en condiciones de sobrellevar los escenarios hipotéticos que se creen, pero no permiten conocer cuál es el punto de inflexión a partir del cual éste colapsaría. Por esta razón se propone el desarrollo de una herramienta que permita cubrir tal análisis, lo que ayudaría a los reguladores a tomar acciones oportunas en caso de vislumbrar una nueva crisis, antes de que ocurra.

Actualmente en España existen principalmente dos tipos de pruebas de *stress testing*, las desarrolladas por la *European Banking Authority* (EBA) -que tienen un objetivo microprudencial buscando analizar si las entidades individualmente pueden sobrellevar el escenario definido, a través de una metodología relativamente homogénea- y otro llevado a cabo por el propio Banco de España (FLESB) - que persigue un objetivo macroeconómico para analizar si el sistema bancario español podría afrontar las situaciones hipotéticas de crisis que se establecen en los escenarios-. El *European Central Bank* (ECB) también realiza sus propios ejercicios de *stress testing* pero no publica los resultados. La normativa aplicable en España donde se regulan las cuestiones asociadas a los *stress testing* se pueden consultar en el Reglamento llamado CRR (Parlamento Europeo y Consejo, 2013b), en la Directiva llamada CRD (Parlamento Europeo y Consejo, 2013a) y en las guías que publica la EBA bienalmente. Aquí se vuelve a ver la asociación entre estabilidad financiera y regulación, ya que España realiza los ejercicios

de *stress testing* comentados para cumplimentar los requisitos establecidos en esta regulación, pero además también utiliza esta herramienta por los beneficios que aportan a la gestión del sistema financiero.

A continuación se expone en detalle las cuestiones planteadas, estructuradas en dos apartados: en el primero los temas asociados a la regulación de los sistemas financieros con las especificaciones aplicables a España y el segundo con la explicación de la estabilidad financiera, incluyendo los actuales debates existentes sobre su definición y las diferentes medidas de medición macroprudenciales que buscan valorar la estabilidad. Finaliza este apartado la descripción de los diferentes mecanismos actualmente existentes en España para medir y analizar la estabilidad financiera local, que permite introducir los conceptos que se tratarán en mayor detalle en el siguiente capítulo, centrado en los temas metodológicos de los *stress testing*.

1.1. La regulación de los sistemas financieros

Al hablar de regulación es necesario en primer lugar definir a qué se está refiriendo dicho concepto. Literalmente extraído de la definición otorgada por la Real Academia Española (RAE), la regulación es la acción o efecto de regular. Esto lleva a la necesidad de definir qué es regular. En este caso, la RAE incorpora varias definiciones, de las cuales es necesario extraer dos: ajustar el funcionamiento de un sistema a determinados fines y determinar las reglas o normas a que debe ajustarse alguien o algo (Real Academia Española, 2016). En el caso concreto que atañe a este capítulo, se debe realizar una conjunción de ambas definiciones, a partir de lo cual se puede concluir que la regulación es la determinación de reglas o normas a las que debe ajustarse el sistema para conseguir determinados fines. El cumplimiento de estas reglas o normas debe ser controlado por los gobiernos, imponiendo algún tipo de sanción en caso de incumplimiento, hasta conseguir que la sociedad se concientice de su necesidad. La siguiente frase resume el objetivo de la regulación: *“It is not difficult to see why regulation is all about changing and managing behavior and market practices”*³ (SOAS University of London, pág. 5).

El caso concreto de regulación que concierne a este trabajo atañe al sistema financiero. Dentro del mismo se distinguen dos funciones diferenciadas asociadas a la regulación: los que definen las reglas o normas y los encargados de velar por su cumplimiento. En general, la definición de estas reglas y normas está centralizada en los Ministerios de Economía y Bancos Centrales de los diferentes países y la tarea de revisión de su cumplimiento está a cargo de los supervisores. En muchos países, las funciones de Banco Central y Supervisión recaen sobre un mismo ente (por ejemplo, en Argentina y en España), mientras que en otros está totalmente separado (por ejemplo en México, Chile, Costa Rica). Es importante tener presente que las funciones de los Bancos Centrales no se limitan sólo al desarrollo y publicación de normativa, sino que tiene muchas otras funciones, como se detalla en Han (2015). Como indica el autor, los Bancos Centrales tienen dos objetivos primordiales, ser el banco de los gobiernos y ser el banco de los bancos. Para poder cumplir con estos objetivos, entre otras funciones, debe establecer reglas claras para todos los actores del sistema, buscando en todo momento mantener la estabilidad del entorno, y dar apoyo en caso de necesidad. Focalizando en el sistema

³ “No es difícil ver por qué la regulación es todo lo referente al cambio y a la gestión del comportamiento y las prácticas del mercado”, traducción propia.

bancario, Focarelli & Pozzolo (2016) señalan que la necesidad de proteger a los depositantes y garantizar así un sistema de transacción monetaria estable explica por qué la industria bancaria está tan fuertemente regulada.

Teniendo en cuenta entonces estas cuestiones, se puede deducir que uno de los fines primordiales que debe perseguir la regulación de los sistemas financieros es el de establecer y mantener la estabilidad financiera, concepto desarrollado en detalle en el apartado 1.2 de este capítulo. Pero para ello es importante en primer lugar entender el sistema regulatorio vigente actualmente, con sus peculiaridades en diferentes países, para focalizar posteriormente la descripción al sistema regulatorio de España, ya que es el entorno sobre el que está basado el modelo que se presenta en los siguientes capítulos de esta tesis. Para hacerlo, en primer lugar se detalla la evolución de los diferentes tipos de regulación existentes, para posteriormente ahondar en la compleja estructura actual regulatoria europea y finalmente se comentan las especificaciones del caso español.

1.1.1. Diferentes iniciativas regulatorias

Hasta los años '70 las entidades reguladoras y supervisoras de la actividad bancaria aplicaban un sistema de supervisión basado en una regulación simple, buscando mantener el sistema bancario a salvo.

Después del quiebre del sistema de Bretton Woods⁴ instaurado en 1944, con el que se buscaba mantener una estabilidad financiera en los países firmantes, muchos bancos tuvieron grandes pérdidas, generando la necesidad de una coordinación internacional. Por ello en 1974 surgió el Comité de Regulación y Supervisión de las Prácticas Bancarias formado por los gobernadores del G10 (Gran Bretaña, Italia, Japón, Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Bélgica, Holanda, Suecia y Suiza⁵). Posteriormente se le modificó el nombre al de Comité de Supervisión Bancaria (*Basel Committee on Banking Supervision*) y se amplió el número de miembros hasta alcanzar las 28 jurisdicciones en

⁴ Se puede consultar un resumen de este tratado en <https://efxto.com/diccionario/acuerdos-de-bretton-woods>

⁵ Suiza ha entrado a formar parte del G10 con posterioridad al resto de países, pero de todas formas se decidió mantener el nombre del grupo como G10, a pesar de que a partir de dicho momento estaría conformado por 11 países.

2014 (BIS, 2015). Su objetivo desde entonces es mejorar la coordinación internacional en las prácticas de la supervisión bancaria.

Desde su creación se han publicado varios documentos de consulta que han ido evolucionando de acuerdo a las modificaciones sufridas en el mercado financiero. Los principales documentos son: Concordat (BIS, 1975), Basilea I (BIS, 1998), Basilea II (BIS, 2004), Basilea III (BIS, 2011). Penikas (2015) presenta un análisis histórico de las modificaciones en la regulación originadas por las recomendaciones del comité de Basilea.

Estos documentos no representan normativa sino recomendaciones que cada país puede incorporar en su legislación o no, según su propia decisión, y dan cuenta que las buenas prácticas han ido cambiando y se han complejizado a lo largo del tiempo. Esto ha ido acompañando a las transformaciones visualizadas en el sistema financiero mundial: las relaciones entre los actores y los productos ofrecidos son cada vez más complejas.

Estas iniciativas y otras implementadas en diversos países o continentes, han demostrado que las crisis, incluso las más modestas, generan pánico en los inversores y en el pueblo en general que conducen recurrentemente a una profundización de las crisis y a un estancamiento de la economía. Abordar tales situaciones han incentivado a diferentes actores con responsabilidad en las economías de los países, para estudiar y proponer opciones que permitan revertirlas.

Relacionado con ello, en los últimos años se ha generado una nueva crisis económica y financiera en diferentes puntos del planeta, principalmente en la zona europea. El origen se puede centrar en las pérdidas ocasionadas en el mercado hipotecario, que generaron grandes impactos en otras áreas financieras, Brunnermeier (2009) comenta su punto de vista sobre los mecanismos económicos que causaron los arrastres de las pérdidas desde el mercado hipotecario a otras áreas del mercado financiero.

Adicionalmente ha afectado fuertemente la actual internacionalización de las empresas y procesos, ya que estas situaciones afectaron económicamente no sólo a la zona o país generador de la crisis, sino a todos con los que interactuaba y mantenía relaciones comerciales. Esta situación está ejemplificada en el artículo publicado por Farhi & Macedo Cintra (2009), donde explican los efectos de la crisis originada en EEUU en 2007 y su posterior impacto en países como Brasil y México.

Geithner (2014) comenta que para resolver una crisis, los gobernantes deben mostrar la capacidad y voluntad para terminar con ella. Las entidades financieras y bancos son parte responsable de mantener la estabilidad financiera del país; las estampidas bancarias profundizan las crisis. Castro & Mencía (2014) afirman que si un activo está en riesgo, el regulador debería hacer algo al respecto, es decir, la regulación prudencial debería asegurar que los bancos tuvieran suficiente capacidad de absorción de pérdidas para hacer frente a las crisis.

Luego de la crisis financiera global iniciada por la caída de Lehman Brothers en 2008, se ha generado una nueva necesidad de transformación de los requisitos regulatorios hacia las entidades financieras y en la forma de llevar a cabo la supervisión, teniendo en cuenta la globalidad de las economías. Es decir, considerando la existencia de las redes de contacto que pueden generar contagios, pero sin olvidar las diferencias existentes en las economías locales. Se han realizado muchos estudios y publicaciones relacionados con esta crisis financiera mundial con perspectivas y conclusiones diferenciadas. Lo (2012) presenta un estudio sobre diferentes trabajos publicados sobre la crisis (11 escritos por académicos y 10 escritos por periodistas y un ex secretario del Tesoro), concluyendo que la gran variedad de interpretaciones advierten sobre la necesidad de que se establezca un conjunto único de hechos, a partir de los cuales puedan construirse inferencias y narraciones más precisas sobre lo acontecido.

Si bien no se puede extraer una conclusión clara y unificada sobre la crisis, sí se ha comenzado a trabajar a nivel mundial para intentar solventar los problemas en caso de producirse situaciones similares. En esta línea, a finales de 2008 se comenzaron a tratar posibles modificaciones regulatorias y de supervisión a nivel internacional en la cumbre de líderes del G-20, donde se asumió el compromiso de reformar el sistema financiero internacional, buscando estabilizar urgentemente los mercados. Entre las iniciativas adoptadas, está la creación del *Financial Stability Board* (FSB) con el objeto de llevar a cabo una coordinación internacional del ámbito financiero y la definición de un marco regulatorio especial para las entidades G-SIB (instituciones financieras consideradas “*too-big-to-fail*”), ya que en caso de tener problemas, afectaría al conjunto del sistema financiero (Banco de España, 2017c).

Todos los cambios iniciados a partir de estas y otras iniciativas gubernamentales obedecen al hecho de que la nueva regulación conduce a que los métodos y modelos

financieros sean dinámicos e innovadores para poder responder a ella, “*But if finance is dynamic, then so too must be its regulation.*”⁶ (Caprio, 2013, pág. 287).

A nivel europeo, comenta Torres (2015, pág. 11) que “*se ha desencadenado la adopción de un amplio conjunto de medidas orientadas a mejorar la regulación y la supervisión en el sector financiero*”, en referencia al origen del Mecanismo Único de Supervisión (MUS). En este punto de la explicación, es menester detallar qué es el MUS, creado el 4 de noviembre de 2014 por los países que forman parte del Banco Central Europeo -es decir los países de la zona euro- encargado de liderar este mecanismo. Su razón de ser es realizar la supervisión bancaria de las entidades bajo su jurisdicción con criterios homogéneos y comparables. Ugena Torrejón (2014) presenta un análisis de los impactos jurídicos y de toma de decisiones en la gestión de la supervisión bancaria de los países de la zona euro por la entrada en funcionamiento del MUS, resaltando la profundidad e impacto que supone su existencia en el sistema financiero de su influencia.

Dentro de la Unión Europea se han dictado diferentes reglamentos y normativas a los que se debe ajustar la legislación de cada país miembro del Parlamento Europeo. Las más relevantes son la CRR (Reglamento 575/2013/UE, 2013b) y la CRD (Directiva 2013/36/UE, 2013a), en las cuales se establecen requerimientos prudenciales a las entidades de crédito y se regulan las metodologías prudenciales de supervisión que se deben llevar a cabo sobre las entidades, que aseguren la estabilidad del sistema financiero global europeo.

En línea con este tipo de reformas regulatorias, se han realizado modificaciones en Estados Unidos (US), la Unión Europea (EU) y en el Comité de Basilea (BCBS). Han (2015) expone dichas transformaciones, en base a ellas se ha construido el siguiente cuadro comparativo, para identificar los diferentes tipos de iniciativa realizadas en instituciones regulatorias relevantes a nivel mundial:

⁶ “Pero si las finanzas son dinámicas, entonces más lo debería ser su regulación”, traducción propia.

País	US	EU	BCBS
Nombre asignado	Dodd-Frank Reform. <i>Financial Stability Oversight Council</i> (FSOC).	Larosière Report. <i>European System of Financial Supervision.</i>	Basilea III.
Objetivo	Cambios en regulación, supervisión y resolución de grandes bancos y otras instituciones financieras sistemáticamente importantes (SIFIs), derivados OTC y generación de ratings por las <i>Credit Rating Agencies</i> (CRAs).		Modificación del marco regulatorio que genera un aumento radical de los requisitos de capital, liquidez y apalancamiento.
	Gestionar el riesgo de las entidades SIFIs (<i>'too-big-to-fail'</i>) y los riesgos relacionados con la innovación financiera y los <i>shadow banking</i> .	Fortalecer la supervisión del sector financiero de la Unión Europea (EU) y facilitar la implementación de reglas homogéneas.	Resolver problema de baja capitalización que generó los rescates masivos de entidades.
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Volcker Rule: regular la utilización de formas especulativas de inversión por parte de los bancos de inversión, reduciendo su involucración/exposición a los <i>shadow banking</i>. • FSOC regula la industria de los servicios financieros, monitoriza el riesgo sistémico y promueve la disciplina de mercado. • FSOC y FRB tienen poderes para solicitar información a las entidades extranjeras que operan en US para 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar una estructura de supervisión pan-Europea de 3 órganos: sector bancario, sector de los valores (<i>securities</i>) y sector de los seguros y pensiones. También la creación del <i>European System Risk Council</i>. • CRR y CRD IV. • Creación del ESRB, como cuerpo separado con personalidad no legal, con una posición fuerte para establecer una supervisión formal del riesgo sistémico pan-Europeo. 	• Basilea III.

	<p>comprobar si son sistémicamente significativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ESRB, tiene el objetivo de identificar los riesgos de la estabilidad financiera en la EU. Está compuesta por las ESAs, separada en 3 grupos: EBA, EIOPA y ESMA. 	
<p>Reformas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dos tipos de supervisión diferentes: (1) SIFIs (supervisadas por el FRB y el FSOC) (2) compañías no financieras pero sistémicamente significativas (supervisadas por el FRB). • Se exige a las entidades SIFIs pasar regularmente unos <i>stress-testing</i> y entregar planes de recuperación y resolución. 	<ul style="list-style-type: none"> • El ESRB realiza la vigilancia macroprudencial y monitoreo del riesgo sistémico, e identifica las entidades SIFIs en EU, según los criterios del IMF, BIS y FSB, y el establecimiento de reglas comunes en la EU. • Las ESAs implantan criterios comunes regulatorios y estándares de supervisión, coordinan la supervisión para crear una cultura común entre los miembros, aseguran la aplicación consistente de la legislación homogeneizada, promueven la protección de inversores, depositantes e inversores, buscan prevenir el riesgo sistémico, llevan a cabo acciones para defensa del consumidor, y más. Las ESAs no tienen poder supervisor directo sobre las instituciones financieras, el cual recae sobre los supervisores nacionales (en la euro-zona, corresponde al ECB y al MUS). También, junto con el ESRB, llevan a cabo el monitoreo del riesgo sistémico (<i>stress-testing</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Foco microprudencial y macroprudencial (incorporación de una regulación macroprudencial), incorporación de requisitos de liquidez (liquidity coverage ratio – LCR, y net stable funding ratio – NSFR) y ratios de apalancamiento (leverage ratio), propuesta de herramientas de monitoreo de la liquidez (desajuste de vencimientos, medidas de concentración del financiamiento, disponibilidad de activos libres de cargas, y otras). También requisitos para mejorar la gestión de riesgos y el <i>governance</i>. • Reducir las interconexiones (buscando reducir los riesgos de contagio). • Incrementar los requisitos de capital para los bancos: incremento de mínimo del common equity (common equity tier 1 y additional tier 1, ambos utilizables mientras la entidad esté en funcionamiento), capital tier 2

		<ul style="list-style-type: none"> •Traslado de aspectos supervisores de entidades <i>cross-border</i> a estructuras transnacionales. Propuesta regulatoria para el problema de las G-SIFIs, según propuesta de BCBS. •Llevó a cabo 4 puntos principales: (1) criterios para el tratamiento de los instrumentos de capital híbridos como originadores de fondos propios, (2) ajustar los límites a las grandes exposiciones, (3) nuevas reglas de titulización, (4) nuevo acuerdo supervisor. •Las instituciones crediticias deben calcular sus posibles pérdidas sobre los activos en un escenario adverso (peor escenario), y deben tener políticas de remuneración que premien la gestión efectiva del riesgo. •Nueva regulación sobre las agencias de rating (CRAs), sujetas a la supervisión de la European Securities and Markets Authority (ESMA). Deben cumplir con estrictos estándares de integridad, calidad y transparencia. 	<p>(utilizable en caso de liquidación de la entidad), incorporación del <i>capital conservation buffer</i>, el <i>countercyclical buffer</i> (se activa en momentos de mucho crecimiento del crédito para contener las burbujas). Se abre la opción de requerimientos adicionales específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Aumentar la transparencia del mercado, con reconciliación detallada de las cuentas reportadas.
<p>Mercado de derivados</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Regula la comercialización de derivados, generando requerimientos de márgenes y de capital, límites de posición, reglas de 	<ul style="list-style-type: none"> •La propuesta de nueva regulación de los derivados OTC impone requerimientos de transparencia, <i>reporting</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> •Los bancos deben determinar sus requerimientos de capital en base a datos estresados, los bancos pueden

	<p>conducta de mercado, y requerimientos de transparencia de post-venta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La SEC y la CFCT tienen la jurisdicción sobre los <i>security-based swaps</i> y sobre los <i>swaps</i> respectivamente (son <i>Applicable Agency</i>). Las disputas entre estos dos agentes son resueltas por la FSOC. • Los agentes autorizados por la SEC o CFCT a comercializar un tipo de <i>swap</i> o actividad, no pueden comercializar ningún otro tipo, categoría o clase. 	<p>requerimientos de compensación, y límites de posición.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La información sobre los contratos de los derivados OTC debe ser reportada a los repositorios y debe estar accesible a las autoridades supervisoras (incrementar la transparencia). • Reglas específicas establecidas sobre: (1) centralización de la compensación de los derivados OTC y los contratos elegibles, (2) compensación de las obligaciones de las contrapartes no-financieras, (3) regulación y supervisión de contraparte central (CCPs), no discriminación e interoperabilidad, (4) gestión del riesgo para los contratos no compensados, (5) obligaciones de <i>reporting</i> y depositarios comerciales. 	<p>necesitar capital adicional por pérdidas potenciales del <i>mark-to-market</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para direccionar el riesgo sistémico generado por las interconexiones por el mercado de derivados, BCBS se basa en los fuertes estándares establecidos por el CPSS y IOSCO.
<p>Críticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No erradica el problema de las <i>'too-big-to-fail'</i>. • Su implementación es muy costosa, lo que genera un impacto adverso para la competencia • Es poco útil para la coordinación internacional y genera fuertes conflictos y obstáculos para la coordinación supervisora 	<ul style="list-style-type: none"> • El incremento de la transparencia en la negociación de derivados OTC acarrea un coste, el mayor es la pérdida en el volumen de negocio y en la liquidez porque la comercialización de estos productos se puede desviar a jurisdicciones donde no existen estas reglas. • Las reglas establecidas para la gestión y supervisión de las entidades <i>cross-</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • El valor del capital Tier 2 que comprende la deuda no convertible está fuertemente disputada. Las entidades prefieren las deudas ya que son más baratas para ellas porque reciben tratamientos fiscales ventajosos frente al pago de dividendos sobre el capital. • Siempre está la duda de si la medida de capital basada en los activos

	<ul style="list-style-type: none"> • Los requisitos sobre los mercados de derivados genera que las entidades bancarias trasladen sus actividades de derivados a otras filiales no bancarias, que no tienen la asistencia federal y no tienen prohibiciones. 	<p><i>border</i> es compleja y burocrática, lo que genera que se solapen competencias y genere retrasos en la toma de acciones drásticas.</p>	<p>ponderados por riesgo (RWAs), lo cual se implantó con Basilea II, es realmente creíble.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al igual que Basilea II, la modelización del riesgo en Basilea III no tiene en cuenta las colas pesadas. El riesgo de la cola es generalmente ignorado. • Los beneficios de tener un sistema financiero más estable reduciendo el riesgo de futuras crisis bancarias, según los requisitos del nuevo acuerdo, son obvios pero a la vez muy difíciles de modelar y cuantificar.
--	--	---	--

Tabla 1: *Iniciativas regulatorias a nivel mundial*

Fuente: elaboración propia

Adicionalmente, en España se adoptaron un conjunto de medidas tendientes a solucionar los problemas generados por la crisis mundial y evitar que vuelva a ocurrir. Todas estas iniciativas están detalladas en el Informe sobre la Crisis Financiera publicado por Banco de España (Banco de España, 2017c), donde se indica de forma cronológica, las medidas adoptadas durante el período 2008-2011, agrupadas por año: durante el año 2008 fueron medidas que buscaban fortalecer la liquidez de las entidades y la confianza de los actores, durante 2009 medidas de reestructuración para consolidar el sistema financiero (incluyendo la creación del Fondo de Reestructuración Ordenada Bancaria – FROB⁷), en 2010 medidas que buscaban fortalecer la solidez de las entidades y que reformaron el sector de las cajas de ahorro, y en 2011 medidas que reforzaron la solvencia de las entidades financieras. Todos estos cambios han estado acompañados por la reformulación regulatoria correspondiente, que se puede consultar en el mismo informe (Banco de España, 2017c, pág. 114).

1.1.2. Especificaciones de la actual estructura regulatoria europea

Como se indicó en el apartado anterior, Europa publicó el informe de Larosière (2009), producido por un grupo de expertos, presididos por Jacques de Larosière, a quienes se les encomendó revisar el marco institucional de regulación supervisora (Banco de España, 2017c). A partir de sus recomendaciones, se buscó crear una única cultura de supervisión e incentivar el desarrollo del mercado financiero único europeo con el objeto de limitar los efectos de las crisis. Para ello se llevaron a cabo varias iniciativas - resumidas en la **Tabla 1**, entre las que se debe destacar la creación de un Sistema Europeo de Supervisión Financiera (SEFS) donde existe una supervisión macroprudencial (a cargo de la Junta Europea de Riesgo Sistémico, ESRB por sus siglas en inglés) y otra microprudencial (compuesto por la Autoridad Bancaria Europea, EBA, la Autoridad Europea de Valores y Mercados, ESMA, y la Autoridad Europea de Seguros y Pensiones de Jubilación, EIOPA), constituidas por supervisores nacionales y europeos (Kolassa, 2016). Para ampliar las facultades de la supervisión a nivel europeo, en 2012 se creó también el Mecanismo Único de Supervisión (MUS, o SSM por sus siglas en inglés) y un Mecanismo

⁷ Objetivos del FROB: “i) gestionar los procesos de reestructuración de entidades de crédito que no hubieran sido capaces de superar sus dificultades, y ii) reforzar los recursos propios de las entidades de crédito participantes en procesos de integración que así lo necesitaran (y solicitaran)” (Banco de España, 2017c, pág. 117)

Único de Resolución (MUR, o SSR por sus siglas en inglés); adicionalmente se propuso la creación de un Sistema Europeo de Garantía de Depósito (SEGD), según recoge el Dictamen 2016/C 252/01 (European Central Bank, 2016) del Banco Central Europeo.

Pero para que todos estos sistemas y organismos puedan ejercer sus funciones de forma homogénea, es necesario la existencia de reglamentos y manuales de aplicación por parte de todos los reguladores y supervisores que forman parte de la unión. El órgano principal que ejerce la función de legislar en la Unión Europea es el Parlamento Europeo o Europarlamento, cuyas funciones principales son las competencias legislativas, de supervisión y presupuestarias (Parlamento Europeo, s.f.). Ejemplo de ello es que *“La propuesta de Reglamento sobre medidas estructurales para aumentar la resiliencia de las entidades de crédito de la UE se publicó en enero de 2014 y se está negociando actualmente entre el Parlamento y el Consejo”* (Kolassa, 2016, pág. 5).

Es decir que todas las normativas aprobadas por el Europarlamento deben ser acatadas por los países miembros de la Unión Europea. Por esta razón España está directamente afectada por las medidas decididas en dicho Parlamento, las que debe implementar, adaptándolas a la realidad local (generalmente a través de Circulares publicadas por Banco de España, y que son de obligado cumplimiento por parte de las entidades financieras con base en territorio español). Para ello es necesario comprender cómo está estructurado el sistema financiero español, y de esa forma entender las medidas aplicadas en las finanzas españolas.

1.1.3. Especificaciones del sistema financiero español

El sistema financiero de un país está formado por el conjunto de instituciones, mercados y medios que buscan canalizar el ahorro que generan los prestamistas o unidades de gasto con superávit, hacia los prestatarios o unidades de gasto con déficit, así como facilitar y otorgar seguridad al movimiento de dinero y al sistema de pagos. Las instituciones son las encargadas de llevar a cabo una tarea de intermediarios entre unos y otros.

Es posible listar las diferentes partes del sistema financiero de la siguiente forma: instrumentos, que son los activos financieros que se intercambian entre los agentes; instituciones, es decir los intermediarios financieros; mercados financieros, donde se genera el intercambio de los instrumentos financieros entre las distintas partes;

reguladores, organismos encargados de velar por el cumplimiento de las normas establecidas para asegurar la estabilidad del sistema.

Para determinar los factores influyentes en el sistema financiero español, es necesario analizar en primer lugar las instituciones españolas que forman parte de él, es decir, los diferentes tipos de intermediarios financieros, su estructura pre-crisis y su modificación posterior. Estas instituciones financieras, o entidades de crédito, desempeñan un papel esencial en la vinculación del sistema financiero español con el internacional, por lo que la amenaza a la estabilidad puede ser transmitida a través de ellas (Banco de España, 2006).

Como comentan los investigadores de BBVA: “Los múltiples y profundos avances provocados por la Unión Bancaria han conseguido situar a Europa en la vía correcta para la integración y han reducido la fragmentación financiera. Los bancos de la UE deben adaptarse a esta nueva realidad” (BBVA, 2015, pág. 3). Al hacer referencia a la Unión Bancaria en la Unión Europea (UE), aluden a la conformación del Banco Central Europeo (ECB por sus siglas en inglés), responsable del Mecanismo Único de Supervisión Bancaria (MUS)⁸. En España, una de las acciones emprendidas para afrontar estos cambios ha sido entre otras, la reestructuración del sistema financiero.

Para comprender correctamente el proceso de adaptación y reestructuración, se requiere detallar el marco sobre el que se está estudiando. Hay dos tipos de instituciones financieras que influyen en la estabilidad del sistema financiero español, los supervisores/reguladores y las entidades. Dentro de las primeras se debe distinguir las internacionales, entre las que se destacan por su influencia la *European Banking Authority* (EBA), el *European Central Bank* (ECB). Como España pertenece a la Unión Europea, sus entidades deben regirse por las reglamentaciones establecidas por la EBA, y al haber adoptado el euro como moneda de curso legal dentro del territorio español el 1 de enero de 1999 (Ley N° 46/1998, 1998; Ley N° 26/1988, 1988) está supervisada por el ECB. Por otra parte, dentro de las nacionales, se destaca el Banco de España en tanto responsable de la supervisión y regulación de las entidades financieras, es decir es el ente supervisor y regulador del sistema bancario español y quien tiene una activa participación en la política monetaria regulada desde el ECB.

⁸ Ver detalles y objetivos en la página web <https://www.bankingsupervision.europa.eu/>

Por otra parte, es posible diferenciar las instituciones no monetarias del sistema financiero (auxiliares financieros, entidades aseguradoras y fondos de pensiones, y otros intermediarios) y las instituciones monetarias (entidades de crédito –bancos, cajas de ahorro, cooperativas de crédito o cajas rurales, otras entidades de crédito-, establecimientos financieros de crédito, entidades de dinero electrónico, entidades de pago, y fondos del mercado monetario).

Debido a la reciente crisis financiera y económica mundial, que ha tenido un fuerte impacto en la economía española, las entidades de crédito han enfrentado problemas: pérdida de valor de sus activos (la mayor parte de ellos relacionados al sector inmobiliario), titulización de los derechos, incremento del número de préstamos dudosos por su baja calidad crediticia, problemas para la obtención de financiación internacional, rigidez en la oferta de crédito a empresas, disminución de la actividad, exceso del número de oficinas, restricción de la oferta de crédito, lo que ha tenido una repercusión directa sobre la economía española como indican Bentolila, Jansen, Jiménez & Ruano (2015), entre otros.

Las cajas de ahorro españolas⁹ son un tipo de entidad financiera que no está presente en otros países de la Unión Europea y que han sufrido fuertemente los efectos de la última gran crisis iniciada en 2007-2008. Son entidades de crédito con forma jurídica de fundaciones privadas, que operan de forma similar a los bancos, aplicando criterios de competencia, pero parte de su beneficio se reinvierte en la sociedad a través de sus obras sociales, concediendo becas, recuperando patrimonio histórico-artístico y patrocinando exposiciones de arte (Cantalapiedra Arenas, Gutiérrez Fernández, & Palomo Zurdo, s.f.). Previo a la última crisis europea, tenían una amplia red de oficinas locales especializadas en la financiación a familias y pequeñas y medianas empresas, ya que su modelo de negocio está orientado a la banca minorista. Los propietarios de estas entidades eran fundaciones, ayuntamientos, diputaciones provinciales o comunidades autónomas. Ellas eran la parte más dinámica del mercado crediticio ya que durante las últimas dos décadas previas a la crisis, se han expandido agresivamente alcanzando alrededor del 50% de los

⁹ Otro tipo de entidades fuertemente implantada en las finanzas españolas son las cooperativas de crédito, o Cajas Rurales. Su principal diferencia con las cajas de ahorro es que las cajas rurales han surgido como cooperativas agrarias en sus comienzos, cuyo objetivo, como comenta Lamo de Espinosa (2012), era el de prestar un servicio, siendo el beneficio económico una consecuencia.

créditos y depósitos españoles justo antes del comienzo de la crisis financiera mundial. (Santos, 2014)

Se debe tener en cuenta que este tipo de entidades han tenido un fuerte impacto tras la última crisis financiera, como comenta Cantalapiedra Arenas, Gutiérrez Fernández y Palomo Zurdo (s.f):

“(..) El sector de las cajas de ahorros ha sido, sin duda alguna, el que ha protagonizado el proceso de reestructuración de la banca española a raíz de la crisis financiera, concretamente, desde la primavera del año 2010. Ello ha sido consecuencia de los mayores desequilibrios, derivados de la expansión crediticia, que registraron en el período previo a la crisis. Destacaba así el exceso de capacidad instalada en el sector y la elevada exposición al sector inmobiliario y constructor, con la consecuente elevación de la tasa de morosidad y la dificultad de acceso a la financiación de los mercados mayoristas. (...)”
(Cantalapiedra Arenas, Gutiérrez Fernández, & Palomo Zurdo, s.f.)

Las dificultades que han tenido que atravesar estas instituciones ha generado la necesidad de reestructurarlas, provocando fusiones, conversión en bancos, venta a otras entidades bancarias y demás acciones que han modificado la perspectiva de este sector, como señalan Ontivero Baeza & Valero López (2013). Incluso algunos de los bancos creados con la fusión de varias cajas de ahorro han salido a cotización en bolsa a partir de 2011.

Esta reestructuración del sistema financiero español, impulsado en parte por el compromiso adoptado para efectuar modificaciones en la regulación bancaria a cambio de recibir ayuda exterior de otros Estados de la zona euro¹⁰, ha generado la reducción del número de entidades financieras, disminución del número de oficinas, empleados y costes de estructura, lo que conlleva a una mayor concentración por el incremento del tamaño financiero individual. El Banco de España ha publicado detalles sobre los reajustes sobre la capacidad instalada en el sistema financiero desde 2008 a 2015 (2017c, pág. 242), mostrando que la reducción del número de oficinas en dicho período fue del 32,3% y el número de empleados se redujo en 27%. También señala que la principal reducción en número de entidades se produjo principalmente en el sector de las cajas de ahorro,

¹⁰ Ver detalles en el Memorando del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (2012).

pasando de 45 cajas a 10 en 8 años. Cristófoli & Casparri desarrollaron un trabajo, presentado en un congreso de Toledo en 2016, analizando la reestructuración de las cajas españolas que puede consultarse para mayores detalles. (Cristófoli & Casparri, 2016)

El papel de la Confederación Española de Cajas de Ahorro (CECA)¹¹ en esta reestructuración fue especialmente relevante, ya que la mayor parte de las fusiones y absorciones se han producido entre entidades que formaban parte de ella.

Como se señaló anteriormente, todas las iniciativas y modificaciones implementadas en el sistema financiero y su regulación, tenían como finalidad mantener la estabilidad y tranquilidad de los agentes actuantes en el mismo, para fortalecer el sistema nuevamente y estabilizar la economía. Por ello, es menester explicar en el siguiente apartado las cuestiones relacionadas con la Estabilidad Financiera y las diferentes herramientas utilizadas para medirla.

1.2. La estabilidad financiera en España

La primera cuestión de obligado planteamiento es especificar qué se entiende por estabilidad financiera. La respuesta parece sencilla pero no lo es, tal como expone Schinasi (2004), muchos autores prefieren definir lo que es el riesgo sistémico o la inestabilidad financiera en vez de dar una definición completa sobre estabilidad financiera y lo que ello implica.

Más allá de una definición propia, se requiere revisar los postulados de Minsky (1975), quien defendía la idea de que las economías capitalistas son explosivas, por lo que deben ser contenidas por techos y pisos institucionales. Advertía que la apariencia de estabilidad haría modificar los pisos establecidos, lo que conduciría a una euforia especulativa insostenible (Randall Wray, 2016). Por esta razón, la estabilidad hay que analizarla con sumo cuidado no sólo en los momentos de crisis, cuando hay que tranquilizar a los actores del sistema, sino también en las épocas de bonanza porque una relajación de las exigencias por el crecimiento acelerado, puede llevar a una crisis mucho más profunda.

¹¹ Es una organización fundada en 1928 que agrupa a las cajas de ahorros españolas, cuyos objetivos principales son aunar los esfuerzos de sus integrantes y ejercer representación en distintos foros.

Por ello en los siguientes subapartados se intentará proponer en primer lugar, una definición de lo que se entiende por sistema financiero que permita más tarde analizar y medir su estabilidad. A continuación, en el mismo subapartado, se definirá estabilidad financiera, justificando su alcance y aplicación en esta tesis. En el siguiente subapartado se desarrolla la relación entre la estabilidad financiera y las políticas macroprudenciales, actualmente en boga en la mayor parte de los países. Finaliza este apartado la presentación de diferentes tipos de análisis que se llevan a cabo para medir la estabilidad financiera, explicando en detalle aquellos relacionados a los análisis de *stress testing*.

1.2.1. Definición y análisis de la Estabilidad Financiera

Es necesario definir el sistema financiero para explicar, analizar o medir su estabilidad. En líneas generales se puede decir que el sistema financiero es la vía de conexión entre los inversores y los ahorradores, y su correcto funcionamiento ayuda al crecimiento y desarrollo económico del área de acción de la que se esté hablando (país, región, o incluso el mundo entero). Diamond & Dybvig (1983) llevan a cabo un análisis en el que plantean que el equilibrio y la confianza en el sistema de oferta y demanda de los bancos es fundamental, ya que si los agentes entran en pánico, todos buscarán retirar sus depósitos antes de que el banco se queden sin activos, lo que generará pánicos bancarios y el total desequilibrio del sistema.

Ponce & Tubio (2010) señalan que “la estabilidad financiera es un concepto que involucra múltiples dimensiones”. Para analizar si las finanzas de un país se encuentran estables o no, se deben tener en cuenta las siguientes dimensiones: la existencia de un marco institucional adecuado y de sistemas de pagos eficientes; que los mercados sean transparentes de manera que transmitan confianza a los agentes; que las entidades financieras sean responsables; y que los consumidores de servicios y productos financieros estén implicados en la gestión financiera. Es importante analizar cada una de estas dimensiones para comprobar si se está en un período de estabilidad o de inestabilidad, ya que como comentan Ríos Bolívar & Gómez Rodríguez (2015): “La inestabilidad tiene su origen en la discrepancia que existe entre los activos de un banco (prestamos de largo plazo) y sus pasivos en la forma de depósitos de corto plazo.”. Tanto

los activos como los pasivos están fuertemente afectados por las dimensiones comentadas.

Para poder comprobar la existencia de estabilidad financiera a través de las dimensiones planteadas, es posible emplear diferentes tipos de análisis:

- 1) Marco institucional adecuado y sistema de pagos eficiente: en este caso, es importante que exista un regulador que ordene las operaciones del mercado entre los diferentes agentes asociados al sistema financiero. Para ello, en los últimos años, y como consecuencia de la última crisis financiera global, se han llevado a cabo grandes modificaciones, tanto estructurales como regulatorias, resumidas en la **Tabla 1**.
- 2) Transparencia de los mercados para transmitir confianza a los inversores: entre los diferentes análisis que llevan a cabo los reguladores de las entidades, están los asociados a la confianza que se pueda transmitir al resto de actores del sistema. En los últimos años se ha puesto énfasis en los estudios asociados a la resistencia de las entidades a posibles crisis hipotéticas que pudiera afrontar un país o región, y al análisis del sistema financiero en su conjunto. Los nuevos reglamentos y normativas generales, buscan analizar si las entidades están en condiciones de sobrellevar una nueva crisis, fortaleciendo los requisitos reguladores y de capital para evitar la caída de una entidad que pudiera arrastrar al sistema financiero nuevamente. Muestra de ello es el Art. 100 de la CRD IV (Directiva 2013/36/UE, 2013a), donde se especifican los requisitos asociados a las pruebas de resistencia (o *stress testing*) con fines de supervisión. Adicionalmente, como se puede comprobar en el documento de la EBA (European Banking Authority, 2016b), se han incrementado los análisis y requisitos en busca de la transparencia de las operaciones y gestiones que llevan a cabo las entidades, para que los inversores y el público en general puedan acceder a los datos que consideren necesarios. A las pruebas de resistencia individuales de las entidades, se ha comenzado a incorporar otras cuestiones, como las interrelaciones existentes entre los diferentes agentes que intervienen en el sistema financiero y no sólo las entidades bancarias. Ya en el año 2013 Jérôme & Kok (European Central Bank, 2013) dedicaron un apartado del documento publicado a los contagios entre entidades (apartado 2.5). También se dispone de herramientas macroprudenciales para los resultados del análisis

sobre el riesgo sistémico que en muchos casos, como por ejemplo en Banco de España, se publican periódicamente (ver detalles en el apartado 1.2.3).

- 3) Responsabilidad de las entidades: en España existe legislación sobre la disciplina y responsabilidad de las entidades de crédito desde 1988 que ha sido modificada tras la última crisis financiera (la última corresponde al año 2014). Concretamente el párrafo 1bis del artículo 30 establece lo siguiente:

“Las entidades de crédito y los grupos consolidables de entidades de crédito dispondrán, en condiciones proporcionadas al carácter, escala y complejidad de sus actividades, de una estructura organizativa adecuada, con líneas de responsabilidad bien definidas, transparentes y coherentes, así como de procedimientos eficaces de identificación, gestión, control y comunicación de los riesgos a los que estén o puedan estar expuestos, junto con mecanismos adecuados de control interno, incluidos procedimientos administrativos y contables sólidos y políticas y prácticas de remuneración coherentes con la promoción de una gestión del riesgo sólida y efectiva.” (Ley N° 26/1988, 1988).

Esta responsabilidad exigida a las entidades de crédito, ha generado la ampliación de la información que éstas están obligadas a publicar para que pueda acceder el público en general, como es el caso de los datos de los altos cargos de las entidades, incluyendo su salario, como puede verse en el Informe Anual de Gobierno Corporativo publicado por Banco Santander (2016).

- 4) Implicación de los consumidores en la gestión financiera: entre las modificaciones adoptadas tras la última crisis financiera, se ha solicitado a los reguladores la implementación de programas de formación financiera para el público general, es decir para no especialista, como una medida adicional a la protección de los consumidores, quienes han sido los más afectados. Junto con este requisito, se estableció la limitación que sólo se puedan vender productos financieros sencillos a los clientes minoristas, de manera que sean capaces de entender los riesgos que están asumiendo y la existencia de medios de comercialización adecuados. (García Santos, 2011)

Como se puede ver, se afronta cada una de las dimensiones de una manera diferente, pero siempre buscando cumplir con el mismo objetivo, tranquilizar a los diferentes agentes intervinientes en el mercado financiero.

A continuación se presenta en detalle la relación entre la estabilidad financiera y las políticas macroprudenciales en España, fortalecidas enormemente en estos últimos años.

1.2.2. La estabilidad financiera y la política macroprudencial española

La política macroprudencial tiene dos objetivos diferenciados, por un lado busca mantener la estabilidad financiera intentando frenar el desarrollo de riesgos sistémicos, y por otro fortalecer la solvencia de las entidades para protegerlas en caso de que los riesgos sistémicos se terminen materializando (Mencía & Saurina, 2016).

Es posible afirmar que la estabilidad financiera de un país está condicionada a las políticas macroprudenciales que se asocian a ella, y a su vez las políticas macroprudenciales que se establecen buscan, entre otras cosas, generar tranquilidad en los inversores financieros, es decir, la estabilidad financiera.

Pero es importante tener presente que al analizar la estabilidad financiera desde una perspectiva macroprudencial, se deben analizar los riesgos a los que se enfrentará el sistema financiero. Éstos como comentan Basso & Costain (2016, pág. 9), no son sólo la suma de los riesgos individuales, ya que tienen una propagación estructural entre los bancos y otra propagación cíclica en el tiempo.

Para medir tales riesgos, en Banco de España disponen de una herramienta de monitorización de más de cien indicadores macroprudenciales (Banco de España, 2016c), categorizados en los siguientes grupos: crédito (análisis del crecimiento del crédito y endeudamiento), liquidez (análisis de la transformación de vencimientos e iliquidez de mercado), concentración, mercados financieros (riesgos en la cola de la distribución, estrés sistémico), desequilibrios macroeconómicos (incorporando análisis de dependencia externa y desequilibrios fiscales), economía real y morosidad/recursos del Banco Central. Estos indicadores han sido construidos a partir de los trabajos del *European Systemic Risk Board* (ESRB), donde se incorpora la recomendación de cumplimentar los objetivos de la política macroprudencial mediante la construcción y

análisis de instrumentos e indicadores adecuados (European Systemic Risk Board, 2013)¹².

Una vez analizados los indicadores, es necesario tomar acciones en función de los resultados obtenidos. Para ello, el Banco de España cuanta con varios instrumentos explicados en detalle por Mencía & Saurina (2016) quienes los agrupan en instrumentos de capital, instrumentos de liquidez e instrumentos que impactan sobre el activo de los bancos, siempre para buscar el control del riesgo sistémico. Muchos de los instrumentos ya se encuentran regulados en la CRR (Reglamento 575/2013/UE, 2013b) y CRD IV (Directiva 2013/36/UE, 2013a).

Pero es necesario que exista un marco regulatorio adecuado para poder implementar todas las medidas comentadas hasta aquí. Para ello se expone en el siguiente apartado, la estructura existente y algunas de las herramientas disponibles y utilizadas para los análisis y posterior implementación.

1.2.3. Herramientas actuales para medir la estabilidad financiera española

El Banco de España publica un Informe de Estabilidad Financiera semestralmente desde noviembre de 2002¹³. En él se busca presentar los resultados de diferentes análisis que se han realizado en los últimos meses en la entidad para comprobar la solidez del sistema bancario.

La estructura del informe ha ido evolucionando a lo largo de los años y en las últimas ediciones se segmenta en tres apartados: riesgos macroeconómicos y mercados financieros; riesgos bancarios, rentabilidad y solvencia; y análisis y política macroprudencial (Banco de España, 2016a).

En cada una de estas secciones, se incorporan análisis retrospectivos, como los referentes a la solvencia actual de las entidades o su rentabilidad, y análisis prospectivos, como pueden ser los resultados de las pruebas de resistencia (o *stress testing*) a nivel europeo o los nacionales.

¹² Se incorpora más detalle de esta medición en el apartado 2.4.2 de este documento.

¹³ Se puede acceder a todos los Informes de Estabilidad Financiera publicados por Banco de España en el siguiente enlace: http://www.bde.es/bde/es/secciones/informes/boletines/Informe_de_Estab/

Focalizando el detalle en los análisis prospectivos, en los apartados 1.2.2 y 2.4.2 de este trabajo, se ha incorporado una explicación resumida de las herramientas disponibles en Banco de España para analizar los riesgos macroprudenciales (el IRS comentado en el apartado 2.4.2 y el análisis de más de 100 indicadores agrupados en 7 categorías detalladas en el apartado 1.2.2). Por ello el siguiente subapartado sólo se centra en los análisis de *stress testing* que se llevan a cabo en España, que buscan comprobar la resistencia del sistema ante escenarios de crisis hipotéticas.

Concretamente se detallan los ejercicios llevados a cabo por la EBA y los propios de Banco de España (visión *bottom-up* y visión *top-down*), ya que cada uno de ellos tiene objetivos diferentes. Independientemente del objetivo perseguido en cada ejercicio, es importante remarcar que ellos se basan sobre la previa especificación de escenarios, definidos y enmarcados en un grupo de indicadores y supuestos sobre su futura evolución. Para hacerlo, se seleccionan los indicadores a incorporar, se proyecta su evolución sobre las perspectivas económicas que posea el país en cuestión, y se establecen unos desvíos sobre esa primera proyección, que permita definir los posibles escenarios adversos acotados. Es una herramienta muy útil para conocer si el sistema financiero, o cada entidad en particular (según el objetivo perseguido en cada modelo de estrés test que se defina) está en condiciones de sobrellevar los escenarios hipotéticos que se creen, pero no permite conocer cuál es el punto de inflexión a partir del cual el sistema actual no sería capaz de sobreponerse sin generar una nueva crisis.

El desarrollo de una herramienta que permita conocer este punto de inflexión permitiría aumentar la tranquilidad de los agentes del sistema financiero y ayudaría a las entidades reguladoras y supervisoras a tomar las acciones pertinentes en caso de vislumbrar un acercamiento a las situaciones límites identificadas por el modelo. El objetivo que persigue este trabajo es el de definir una herramienta y una metodología de selección de factores, que facilite la construcción de esta nueva medida de estabilidad financiera, acotada al ámbito bancario.

Pero para poder llevar a cabo dicho desarrollo, es sumamente importante conocer las metodologías implementadas actualmente, por ello en los siguientes dos subapartados se exponen los análisis de estrés test actualmente llevados a cabo en España.

1.2.3.1 Ejercicios de Estrés de la Autoridad Económica Europea (EBA)

El objetivo de las pruebas de resistencia promovidas por la EBA es proveer a los supervisores, bancos y demás participantes del mercado, de resultados comparables entre determinadas entidades ante situaciones extremas. Para ello, en el ejercicio publicado en 2016, se realizó el análisis sobre los principales bancos de 15 países de la Unión Europea y del Área Económica Europea (European Banking Authority, 2016c).

La forma de ejecución de este tipo de ejercicios consiste en que la EBA, con ayuda del ESRB, define una única metodología (European Banking Authority, 2016a) y escenarios (European Systemic Risk Board, 2016) que deben ser aplicables por las entidades seleccionadas para participar. Cada una de las entidades es la encargada de ejecutar su propio *stress testing*. Con esta forma de trabajo, se busca homogeneizar las metodologías para mejorar la comparabilidad entre las entidades. Es un ejercicio ordenado por un supervisor, pero ejecutado por las propias entidades, lo que a nivel internacional se llama *institution-run stress testing*.

Con respecto a las características técnicas, la proyección hasta el momento ha establecido que se debe realizar sobre un horizonte temporal de 3 años, en los cuales se establecen los supuestos shocks que generarían los escenarios definidos. El ejercicio de la EBA se basa en las estimaciones de un escenario base, el cual debería representar los resultados esperados con mayor probabilidad, es decir según la situación esperada real, y un escenario adverso, en el que se deben incorporar los shocks definidos por la EBA que buscan representar una situación macroeconómica adversa con muy poca probabilidad de ocurrencia. Un punto metodológico relevante y que ha generado muchos debates (Magnus & Duvillet-Margerit, 2016), es que se solicita la aplicación de un supuesto de balance estático, es decir, se supone que no se otorga crédito nuevo ni se pueden dar de baja activos en mora o modificar la estructura de vencimientos existentes en el punto de partida establecido (que para el ejercicio llevado a cabo en 2016 fue fijada en los datos disponibles a diciembre de 2015).

Este tipo de ejercicios de estrés corresponden a lo que se llama ejercicios *bottom-up*, ya que son los que llevan a cabo las propias entidades con información granular (la especificación de *bottom-up* o *top-down* se desarrollará en profundidad en el apartado

3.1.1 del siguiente capítulo). Adicionalmente a estos ejercicios, muchos reguladores llevan a cabo los modelos llamados *top-down*, que parten de información menos granular, disponible por los supervisores/reguladores y que permite alcanzar conclusiones a partir de la agregación y análisis de datos del sistema financiero o bancario en su conjunto.

1.2.3.2. Ejercicios de Estrés de Banco de España

Los países miembros de la Unión Europea realizan también sus ejercicios de estrés; en general con objetivos macroprudenciales, en vez de microprudenciales como el realizado por la EBA. Este es el caso de España, donde se dispone de una metodología interna llamada *Forward Looking Exercise on Spanish Banks* (FLESB)¹⁴ para analizar anualmente la resistencia del sistema financiero español.

Los resultados presentados hasta 2016 (Banco de España, 2016b) buscan comprobar si las pérdidas esperadas por riesgo de crédito ante posibles escenarios adversos, en un determinado horizonte temporal, puede ser absorbido por los elementos de absorción de pérdidas (provisiones ya constituidas, beneficios antes de provisiones y exceso de capital disponible).

A diferencia del ejercicio que lleva a cabo la EBA, en el FLESB se utiliza un modelo *top-down*, suponiendo balance dinámico, para lo que se basa en las presunciones de evolución de las propias entidades sobre su volumen de negocio y resultados.

En cuanto a los escenarios, el FLESB estipula la existencia de dos escenarios adversos, uno peor que el otro. Pero se debe remarcar que uno de dichos escenarios, en general, es el mismo que propone la EBA en su ejercicio bienal.

Una vez llevado a cabo el ejercicio, se publican los resultados obtenidos en el informe de estabilidad financiera del segundo semestre del año.

¹⁴ Los detalles metodológicos de esta herramienta se pueden consultar en el Informe de Estabilidad Financiera de Banco de España de noviembre de 2013 (Banco de España, 2013).

Conclusión del capítulo

Como se puede apreciar a lo largo del capítulo, a nivel europeo y español se están llevando a cabo muchas acciones con el objeto de prevenir o, en caso de no poder evitarlo, afrontar correctamente y con la solidez suficiente, nuevas crisis financieras.

Para ello se han consolidado los análisis de la estabilidad financiera y se han llevado a cabo muchas modificaciones a nivel mundial y a nivel nacional sobre diferentes cuestiones: sobre la regulación, permitiendo fortalecer a las entidades, incorporando mayores análisis y requisitos, y sobre la estructura del propio sistema financiero (bancario más concretamente), buscando contraer el sector y poder tener mayor control sobre el sistema en su conjunto.

Adicionalmente se ha incrementado la interacción de los diferentes reguladores/supervisores a nivel mundial, buscando obtener una mayor homogeneización sobre las acciones y políticas del sistema. También se han llevado a cabo diferentes acciones a nivel nacional (se expone el caso español porque es el objeto de este estudio), que han buscado mejorar la situación sistémica.

Entre las iniciativas adoptadas, se desarrollaron fuertemente las pruebas de resistencia o *stress testing*, incorporándolos como requisito obligado para todas las entidades financieras y reguladores (a nivel europeo). Esta, junto con otras medidas adoptadas, permitió tranquilizar los mercados, pero es importante seguir ahondando en esta cuestión de los riesgos sistémicos, e ir mejorando los análisis, lo que permitirá afrontar el futuro con mayor fortaleza financiera global.

Una propuesta que se destaca (incorporada en el apartado 1.2.3), es la utilidad que puede otorgar para los análisis macroprudenciales de los reguladores, el desarrollo de herramientas de *Reverse Stress Testing*, lo que permitiría identificar las zonas de riesgo de diferentes indicadores financieros, para que los reguladores/supervisores puedan tomar las medidas oportunas con suficiente antelación y así intentar evitar una nueva crisis financiera (o al menos aminorarla).

La regulación seguramente se irá adaptando a las rápidas modificaciones del mercado financiero, pero quizás sea también un buen momento para replantear la necesidad de acelerar los procesos burocráticos para ir adaptándose al cambiante sistema financiero,

sin caer en el error de disminuir los controles y exigencias sobre la sanción de nueva reglamentación, y la confirmación de su cumplimiento.

Adicionalmente, en las últimas modificaciones propuestas a nivel mundial, algunas de las cuales se presentan en el apartado 1.1, se busca alinear los comportamientos entre los diferentes reguladores de una misma entidad con presencia internacional. Pero el camino por recorrer en esta línea es muy largo aun, debiendo conseguir la completa colaboración entre los diferentes reguladores (y supervisores), lo que se conseguiría sólo demostrando los beneficios que este tipo de prácticas daría al sector. Uno de ellos sería aplicable a los actuales análisis de *stress test*, ya que, como se comenta en el siguiente capítulo, se están comenzando a tener en cuenta los “contagios” entre entidades, y no sólo a nivel nacional sino también a nivel internacional; este módulo de análisis se vería muy fuertemente beneficiado en caso de conseguirse la total colaboración de los reguladores/supervisores internacionalmente.

CAPÍTULO 2:
*LOS STRESS TEST Y LA
SELECCIÓN DE
INDICADORES*

Introducción al capítulo

Como se describe en el capítulo anterior, la reciente crisis financiera mundial ha incrementado la necesidad de las autoridades de analizar y estudiar la situación real de las finanzas. Una de las herramientas implementadas actualmente por muchas de las autoridades financieras (supervisores y bancos centrales) son las metodologías de *Stress Testing* que permitan analizar la fortaleza de las entidades o del sistema financiero frente a diferentes escenarios.

Este planteamiento exige la previa definición de uno o varios escenarios de análisis, sobre los que se basarán los cálculos y que forzosamente deben estar contextualizados a un grupo de indicadores (variables), que serán los que condicionarán el escenario seleccionado.

Para poder definir dicho o dichos escenarios, en primer lugar se debe conocer el objeto que se desea analizar; en este caso concreto, es el tipo de riesgos a poner a prueba. En este capítulo se definirán en primer lugar los diferentes tipos de riesgos, que son los que comúnmente afrontan las entidades bancarias. Posteriormente, se focaliza la atención en el riesgo de crédito, que es el de mayor importancia en el sistema bancario español.

El capítulo sigue con la presentación de diversos desarrollos de modelos de *Stress Testing*, con el objeto de detallar y especificar las diferencias con los análisis de sensibilidad y aspectos regulatorios desarrollados asociados al mismo. Uno de los mayores problemas de los desarrollos actuales es que los escenarios definidos condicionan fuertemente el resultado de las pruebas, lo que genera la posibilidad de manipulaciones en caso de querer un resultado determinado y la necesidad de demostrar la fortaleza y veracidad de los escenarios que se definan, para evitar esas arbitrariedades. Esta situación genera un nuevo tipo de incertidumbre en los diferentes actores económico, provocando que el resultado obtenido con estas pruebas aumente la inseguridad, en vez de conseguir la tranquilidad deseada.

Para resolver esta disyuntiva, esta tesis plantea la posibilidad de desarrollar un modelo de *Reverse Stress Testing*, para encontrar el escenario de riesgo sólo condicionado a la selección de los factores o indicadores que definirán dicho escenario. El desarrollo de un modelo macro de Reverse Stress Testing, que sea aplicable por parte de los reguladores, permitirá identificar las alertas sobre la resistencia del sistema financiero para la toma de

medidas oportunas sobre los factores que se identifican más vulnerables. Para poder llevarlo a cabo, un apartado de este capítulo está dedicado a la selección de indicadores para desarrollar el modelo deseado desde el punto de vista de la autoridad reguladora. Allí se ha tenido en cuenta la existencia de diferentes tipos de indicadores, sin perder de vista el objetivo de que sea un modelo *top-down*, es decir que los indicadores son de información agregada del sistema y no datos individuales de las entidades. Se incorporan dos grupos de indicadores, en primer lugar los llamados en esta tesis como indicadores micro- que hacen referencia a datos agregados de los balances y cuentas de resultados de las entidades bancarias españolas-, y en segundo lugar datos macro -referidos a factores e indicadores económicos de publicación oficial.

Además de la selección de factores, es necesario conocer los desarrollos actualmente vigentes relacionados a la metodología de *Reverse Stress Testing* y las herramientas estadísticas disponibles que permitan diseñar el modelo deseado. Se debe resaltar que el punto de vista propuesto está muy poco explorado en los trabajos actuales, y las metodologías de *Reverse Stress Testing* que se emplean actualmente para identificar situaciones de alerta financiera, centran los estudios en la información disponible a nivel individual de las entidades/carteras (visión *bottom-up*). Esto es lo que fortalece el modelo que se propone en esta tesis doctoral.

En los siguientes apartados se profundiza en el estudio de cada uno de los puntos señalados en los párrafos anteriores. El capítulo está estructurado en cuatro apartados, comenzando por la descripción de los tipos de riesgos del sistema financiero, a continuación se incorporan detalles sobre los modelos de *Stress Testing* y la regulación actualmente vigente asociada a ellos, en tercer lugar se presentan especificaciones sobre la construcción de los escenarios necesarios para ejecutar los modelos de *Stress Testing* previamente introducidos, y finalmente se describen cuestiones y metodologías asociadas a la selección de factores que permitan identificar las vulnerabilidades del sistema financiero, incluyendo los cálculos y selección de los factores que se utilizarán en el modelo propuesto en el capítulo siguiente. Finaliza este capítulo incorporando una conclusión sobre los aspectos incluidos.

2.1. Los diferentes riesgos involucrados en el sistema bancario

Teniendo en cuenta que el objetivo principal de las entidades financieras es prestar dinero a diferentes agentes (personas físicas o jurídicas), el mayor riesgo que deben gestionar es que los prestatarios, a quienes se les ofrecieron créditos, no hagan frente a los mismos. Esto generaría una pérdida de solvencia que debería ser absorbida con diferentes instrumentos creados por los reguladores para evitar el colapso de las entidades, o incluso del sistema.

Como indica Lynch (2013), a partir de 1990 la medición y gestión del riesgo de crédito ha tenido una gran evolución, y los estudios realizados entre los años 2000 y 2006 sentaron las bases para el desarrollo de las cuestiones regulatorias conocidas como Basilea II (BIS, 2004). Consultando este documento, se puede ver que a nivel regulatorio se recomienda a las entidades la gestión y cálculo de diferentes tipos de riesgos, además del riesgo de crédito. Ellos son: riesgo de mercado, riesgo operativo, posiciones accionariales y riesgo de tipo de interés en la cartera de inversión.

En este punto lo más importante es tener en claro a qué se refiere cada tipo de riesgo. Para su definición existe mucha bibliografía, pero se resumirán las principales definiciones utilizadas por la EBA, dado que son las aplicadas uniformemente en Europa:

- **Riesgo de Mercado:** contempla los riesgos de pérdidas en posiciones dentro y fuera de balance generadas por movimientos adversos en los precios de mercado. (European Banking Authority, s.f.)
- **Riesgo de Crédito:** contempla los riesgos derivados por la disminución de la calidad crediticia de una obligación (European Banking Authority, s.f.), lo que genera un aumento de la probabilidad de impago, y su posterior morosidad, según definición de la CRR (Reglamento 575/2013/UE, 2013b, págs. 112, art 178).
- **Riesgo Operacional:** contempla los riesgos de pérdidas derivadas de procesos internos inadecuados o fallidos, personas y sistemas o de acontecimientos externos. El riesgo operacional incluye los riesgos legales, pero excluye el riesgo de reputación y está incluido en todos los productos y actividades bancarias. (European Banking Authority, s.f.)

En el análisis de estos diferentes tipos de riesgos, se interactúa también con otras variables que se deben tener en cuenta al momento de analizar los riesgos a los que se expone una entidad. En el caso de las entidades españolas, en el Informe de Estabilidad Financiera de noviembre 2016 (Banco de España, 2016a) se puede ver la evolución de los tipos de riesgo que las afectan: exposición internacional y exposición doméstica (lo que incluye la evolución del activo total), el comportamiento del crédito, los activos dudosos, los activos adjudicados, las refinanciaciones y finalmente el ratio de morosidad (que reflejaría en forma resumida el riesgo de crédito). Todos estos componentes estarían incorporados en los tipos de riesgo de crédito y sistémico. Además, si se busca analizar el riesgo sistémico, se debe incorporar al análisis los riesgos de contagio entre entidades. Para cada uno de estos análisis se han desarrollado diferentes metodologías, algunas alineadas con las recomendaciones regulatorias y otras que han tenido que ir adaptándose rápidamente a la velocidad cambiante del mercado actual, generando modificaciones.

El mercado bancario español tiene un fuerte componente de riesgo de crédito, como se detallará en el apartado 2.1.1, lo que ha generado que se haya trabajado fuertemente en estudiar, medir y estimar este tipo de riesgos, tanto en el ámbito del propio regulador como en el de las entidades bancarias y financieras, y también en el sector de investigaciones académicas. Ello se justifica porque el principal objetivo de una entidad financiera es el de obtener ganancias a través del *spread* de la tasa de interés, es decir, por la diferencia entre el precio que paga por el dinero que los diferentes agentes depositan en la entidad y el dinero que obtiene por prestarlo a otros agentes. Este tipo de negocios lleva aparejado un alto riesgo de crédito, ya que si los agentes a quienes se les prestó no realizan los pagos correspondientes, se enfrenta a un riesgo de solvencia por no poder pagar sus propias deudas con los agentes que han depositado el dinero en la entidad. Las entidades bancarias españolas son en general muy tradicionalistas, por lo que en general históricamente han enfocado su negocio en la concesión de préstamos. Por ello se decidió enfocar el desarrollo de esta tesis en la profundización de los mecanismos de análisis y medición en determinados aspectos del riesgo de crédito español, por lo que se considera sumamente importante profundizar en su descripción (apartado 2.1.1).

Para poder llevar a cabo su medición, Basilea II (BIS, 2004) propone dos formas diferentes de medir el riesgo de crédito; a través de un método que llama Estándar y a través de metodologías internas llamadas *Ratings Based Approach* (IRB). En el caso de la metodología estándar, cada entidad bancaria debe aplicar coeficientes establecidos en

el propio documento, en función de diversos parámetros que buscan homogeneizar los perfiles de riesgo (por ejemplo, para los créditos que las entidades financieras otorgan a grandes empresas, llamadas *corporate*, se establecen unos parámetros en función de la calificación crediticia de las mismas). En el caso de las metodologías internas IRB, las entidades deben disponer de unos modelos de calificación, a través de los cuales asignan un *rating* a cada cliente, o un *scoring* en el caso de clientes minoristas, lo que se utilizará como input en el cálculo de la pérdida esperada por los créditos otorgados en cada caso. Esta pérdida esperada tiene 3 componentes principales, probabilidad de *default* (PD), exposición en caso de *default* (EAD) y pérdida generada por el *default* (LGD). Cada uno de estos parámetros ha sido objeto de numerosos desarrollos metodológicos, buscando la mejor estimación posible, siempre que se cumplan los requisitos regulatorios específicos de cada país.

Uno de los puntos principales que ha generado controversias a nivel europeo, es la definición de operaciones en *default*. Por ello en 2016 la EBA ha publicado un documento (European Banking Authority, 2016d) con el objeto de homogeneizar la definición dentro de la Unión Europea, haciendo especial hincapié en las modificaciones necesarias una vez implementadas las nuevas normas contables IFRS 9, ya que éstas basan los registros en la pérdida esperada en vez de hacerlo en la incurrida. Las modificaciones necesarias a partir de la implementación de la nueva definición establecida por la EBA, debe ser monitoreada por las entidades, ya que generará migraciones de operaciones normales a operaciones en *default*, por lo que quizás sea necesario la reestimación de parámetros y adaptación de metodologías internas (en el caso de las entidades que la posean).

Pero es importante tener en cuenta que estas modificaciones en las definiciones y tratamientos de operaciones y clientes, deben ser trasladadas no sólo a la contabilización de las operaciones y al cálculo de provisiones, sino también a los modelos de *stress testing* de solvencia que tenga desarrollada cada entidad y cada regulador. Como ya se mencionó antes, estos permiten analizar la fortaleza de las entidades y del sistema bancario ante situaciones hipotéticas de crisis, por lo que una modificación en la forma de considerar los *defaults* y los requisitos regulatorios que ello acarrea, genera nuevos escenarios de contingencia y nuevas situaciones de definición de riesgo sistémico (al menos desde el punto de vista del riesgo de crédito).

2.1.1. El Riesgo de Crédito en el sistema bancario español

En todo sistema bancario, el riesgo de crédito (solventía) al que se encuentran expuestas las entidades es el de mayor impacto. Esto se puede contrastar observando la distribución de los activos del sistema bancario español durante los últimos cinco años en el **Gráfico 1**. Allí se advierte que del total de activos, más del 55% está constituido por préstamos a clientes, lo que refleja su alta exposición al riesgo de impago.

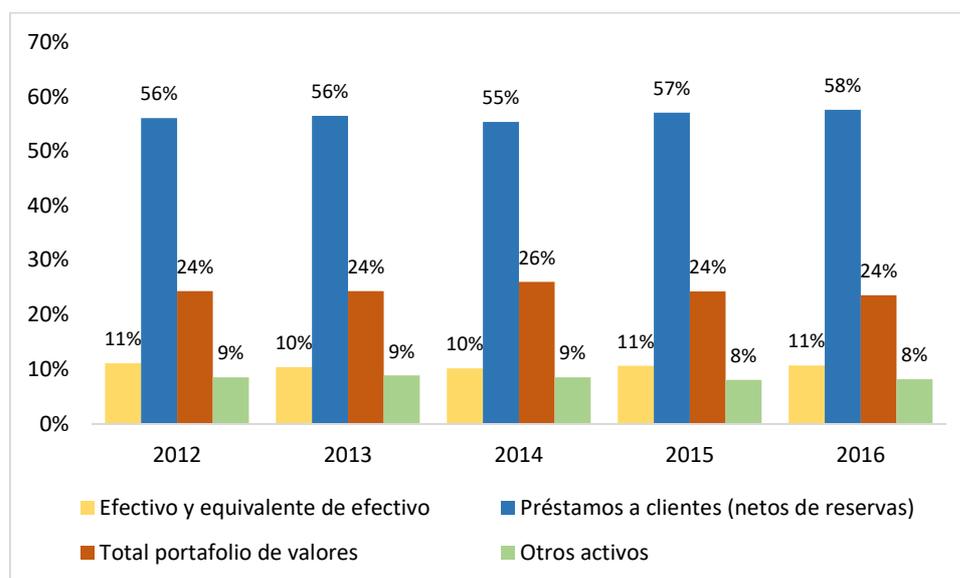


Gráfico 1: Distribución de los activos del sistema bancario español (%)¹⁵

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de SNL.

En el Informe de Estabilidad Financiera de Banco de España (Banco de España, 2017a) se puede ver la evolución de este tipo de riesgos, encuadrado en dos categorías que reflejan las principales pérdidas que pueden sufrir las entidades: dudosos y adjudicados. Se clasifica como dudosos a operaciones en las que los clientes llevan más de 90 días de retraso en el pago de sus obligaciones para con las entidades financieras. La categoría adjudicados hace referencia a la evolución del número de operaciones y precio de los activos que han pasado a ser propiedad de las entidades bancarias porque estaban como garantía de operaciones que no han sido saldadas, o que han recibido en pago de deudas.

¹⁵ El sistema bancario contemplado incluye entidades bancarias, banco central, aseguradoras y auxiliares financieros. Sólo hace referencia a la economía doméstica, a partir de la información de los balances individuales de las entidades.

Como se puede ver en dicho informe, dado que España está finalizando su período de crisis iniciado en 2007, la evolución de este riesgo ha ido mejorando en los últimos años de forma acelerada. Según el informe, esto se debe a la mejora en el comportamiento del crédito (es decir, disminución de dudosos), por aumentos del Producto Bruto Interno y mejoras de la tasa de empleo. Sin embargo es importante no bajar la guardia en los períodos de auge, dado que se debe monitorear constantemente el sistema financiero con el fin de predecir una nueva posible futura crisis.

2.2. El auge de los modelos de *Stress Testing*

Con el objeto de generar tranquilidad en los inversores, se han desarrollado metodologías que analizan cuán estable es el sistema financiero frente a una situación crítica. Algunos de estos tipos de análisis son los llamados *Stress Test* o Pruebas de Resistencia. La reciente crisis internacional ha puesto de manifiesto la importancia de estas herramientas. En esta línea Pérez & Trucharte (2011) destacan que las pruebas de resistencia publicadas en Estados Unidos en 2009 y las llevadas a cabo por la *European Banking Authority* (EBA) a nivel europeo, tenían por objeto usar sus resultados para recuperar la confianza de los mercados financieros en el sector bancario. La forma de llevarlas a cabo, es plantear una coyuntura económica extrema y analizar si las empresas o entidades bajo estudio son capaces de afrontarla. Este tipo de pruebas buscan conocer el nivel de pérdidas bajo la ocurrencia de determinado conjunto de eventos, a los que se llama escenarios.

Las autoridades supervisoras mundiales están definiendo metodologías para llevar a cabo estos análisis que devuelvan la confianza a los inversores. Ejemplos de ello son las notas metodológicas publicadas por la *European Banking Authority* (EBA) en abril de 2014 (European Banking Authority, 2014) y febrero de 2016 (European Banking Authority, 2016a), el documento del Banco Central Europeo (European Central Bank, 2014) y el documento sobre *stress testing* macroprudencial del BCE (European Central Bank, 2017).

Como indican Pérez Montes & Trucharte Artigas (2013), este tipo de estudios se deben llevar a cabo siguiendo los siguientes pasos: 1° delimitación del alcance del análisis; 2° definición, diseño y calibración de los shocks con los que el sistema va a ser estresado; 3° estimación del impacto de los shocks seleccionados y cuantificación del impacto en

términos de las variables determinantes de las condiciones financieras del sistema que va a ser testado y 4º identificación de las posibles consideraciones y medidas políticas derivadas de los resultados obtenidos.

A pesar de llevar varios años de ejecución de este tipo de análisis en diferentes países, se ha podido apreciar la falencia en su definición, en varios aspectos. Algunos de los errores cometidos fueron los siguientes: se realizaban como ejercicios aislados, mecánicos, que no generaban resultados que puedan ser de utilidad a la alta dirección o a los reguladores; había dificultades para poder agregar las exposiciones de toda la entidad; existían problemas para la obtención de un único resultado integrador; en la selección de escenarios no se han tenido en cuenta los eventos extremos sino que tendían a reflejar *shocks* suaves; faltaba tener en consideración las consecuencias por los contagios entre entidades.

La identificación de estas y otras cuestiones han generado impacto a nivel internacional, lo que originó discusiones, revisión de programas existentes, adecuación de estándares, entre otras medidas. Algunas de dichas iniciativas corresponden a las que se están llevando a cabo a partir de las recomendaciones surgidas en grupos de trabajo internacionales de expertos, como los del *Bank of International Settlements* (BIS) o los de la *European Banking Authority* (EBA), que cada país o región adapta a su realidad y teniendo en cuenta que ya en el documento de Basilea II (BIS, 2004) se recomendaba la incorporación del requisito de uso de pruebas de resistencia en el cómputo directo de las exigencias de capital por riesgo de crédito o mercado (Pilar 1) y en el proceso de evaluación interna de suficiencia del capital.

Adicionalmente, para poder desarrollar estas pruebas, es necesario identificar qué tipo de análisis se desea llevar a cabo, ya que se pueden identificar tres tipos diferentes de *stress testing* (ST): ST de las entidades, su objetivo es cumplimentar los requisitos regulatorios y mejorar la gestión del capital y de la liquidez; ST de los supervisores, su objetivo es confirmar la solidez de las entidades y para llevarlo a cabo se utilizan datos y resultados individuales; y macro ST, donde el objetivo es analizar la estabilidad financiera del sistema, incorporando los análisis de los contagios entre diferentes entidades.

Cualquiera de ellos sólo será completo si incluye los impactos en diferentes tipos de riesgos, como por ejemplo los listados por el Banco Central Europeo (European Central Bank, 2014): riesgo de crédito, riesgo de mercado, titulizaciones, margen de interés, otras

ganancias antes de provisiones, y otros elementos importantes, como los que se desarrollarán en el siguiente apartado.

2.2.1. Los análisis de sensibilidad en los modelos de Stress Testing

Como advierte la publicación de la Universidad Italiana Luiss Guido Carli (2016), los modelos de *Stress Testing* pueden ser pensados como modelos de sensibilidad, donde sólo se modifica un factor para ver la reacción de la entidad (o del sistema); o bajo un análisis de escenarios, donde se modifican varios factores al mismo tiempo. Pero, a su vez, los análisis de *stress testing* sobre escenarios pueden ser mejorados con la incorporación de un análisis de sensibilidad sobre los factores que se haya decidido incorporar en el escenario, buscando conocer las reacciones del mercado ante *shocks* específicos en cada uno de dichos factores.

Pero ¿qué son los análisis de sensibilidad? Para responder a ello Saltelli, Tarantola, Campolongo & Ratto (2004, pág. ix) proponen dar respuesta a la siguiente pregunta: “*which of the uncertain input factors is more important in determining the uncertainty in the output of interest?*” Al respecto, plantean diferentes técnicas para llevar a cabo los análisis de sensibilidad. Cuando se hace referencia a los análisis de sensibilidad en estadística, hay que entenderlo como las modificaciones que se obtienen en los resultados de una estimación ante variaciones en un factor que se haya incorporado en la proyección. De esta forma, es posible conocer cuáles son los elementos incorporados en el estudio que afectan en mayor medida a las estimaciones que se estén realizando.

Para seleccionar qué tipo de análisis se puede llevar a cabo en esta situación, un buen referente es el trabajo publicado por Hamby (1994), donde resumen las principales técnicas para llevar a cabo análisis de sensibilidad en función del objetivo que se persiga. Éste señala que los métodos para llevar a cabo estos análisis se deben diferenciar en tres grupos: los que operan sobre una variable a la vez; los que buscan generar una matriz con los datos de entrada para obtener un vector de resultados; y los que requieren particionar un vector particular de valores de entrada basados en los efectos del vector de resultados.

Una parte importante del análisis de sensibilidad que se debe llevar a cabo en el tipo de modelos que se proponen en el apartado 3.1.3 es el que analiza las relaciones entre los

factores a incorporar en el modelo. Para ello Hamby (1994) identifica varios análisis, algunos de los cuales se indicarán a continuación: gráficos de dispersión (que ayudan a ver relaciones entre las variables input y output, además de revelar relaciones inesperadas que pueden condicionar los siguientes pasos del proceso), coeficiente de correlación lineal de Pearson, coeficiente de correlación de Spearman, coeficiente de correlación parcial y técnicas de regresión.

Otras medidas también mencionadas por Hamby (1994), que son de gran utilidad en los siguientes pasos de la tesis, son las que analizan las distribuciones de diferentes variables o factores, entre ellas: el test de Smirnov (que mide el grado de similitud entre dos distribuciones, es decir, analiza si dos variables provienen de la misma distribución), el test de Cramer-von Mises (similar al test anterior, pero con cálculos diferentes) y el test de Wilcoxon (para testear si dos distribuciones tienen la misma media).

Es importante llevar a cabo dos tipos de análisis de sensibilidad diferentes en el modelo de *reverse stress testing* que aquí se propone: en primer lugar, el que permita analizar la interacción y asociación entre los diferentes factores a incorporar en el modelo (ver apartado 2.4) y en segundo lugar, el análisis posterior al desarrollo y ejecución del modelo, que permita analizar el aporte de cada uno de los factores incorporados al resultado final, presentado en el apartado 3.3.

Pero es importante tener siempre presente que la práctica actual en la mayor parte de los países, consiste en llevar a cabo los análisis de *stress testing* de escenarios, principalmente por el tipo de requisitos regulatorios actualmente existentes y que se describirán en el siguiente apartado.

2.2.2. Requisitos regulatorios asociados a los modelos de Stress Testing en Europa

Como se indica en Luiss Guido Carli (2016), las principales cuestiones legales europeas referentes a *stress testing* se pueden consultar en la CRD IV (Directiva 2013/36/UE, 2013a), CRR (Reglamento 575/2013/UE, 2013b) y en las guías que la EBA publica bianualmente. Estas normativas hacen referencia tanto a los requerimientos que aplican a las entidades (por ejemplo, el artículo 177 de la CRR), como a los que deben llevar a cabo las autoridades competentes (por ejemplo, el artículo 100 de la CRD IV).

Las entidades europeas deben realizar sus pruebas de resistencia en línea con esos requerimientos y alinearse a lo exigido por el regulador de los países donde llevan a cabo su actividad comercial (lo cual no siempre es en territorio europeo), y con lo recomendado por el *Bank of International Settlement* (BIS, 2009).

Adicionalmente la *European Banking Authority* realiza análisis a nivel global, enfocados en la obtención de resultados para los grandes bancos europeos, según las metodologías publicadas (European Banking Authority, 2016a) y los escenarios definidos por ellos (European Banking Authority, 2016b). Los resultados obtenidos en este ejercicio son a nivel de entidad, análisis microeconómicos, teniendo en cuenta aspectos macroeconómicos. Su objetivo es analizar la estabilidad de las entidades particulares ante una situación de crisis hipotética. En línea con este proceso, la Autoridad Bancaria Europea (EBA) ha publicado un documento de consulta sobre las guías de trabajo para los ejercicios de *stress testing* y la supervisión de los *stress testing* (European Banking Authority, 2015). El documento está estructurado en tres grandes secciones: la primera se refiere a las pruebas de resistencia/estrés de las entidades, la segunda, a la supervisión de las pruebas de estrés de las entidades y la tercera, a las pruebas de estrés de los supervisores. Además incluye un apartado relevante, en el cual se propone la unificación de las definiciones/taxonomías de diferentes conceptos ampliamente utilizados en el contexto de este tipo de pruebas.

El Banco Central Europeo (BCE) también realiza sus propias pruebas de estrés (Jiménez, 2015), adaptadas a los requisitos de la EBA pero ampliando el marco de actuación al resto de entidades medianas de sus países de influencia y enfocando el resultado a la obtención de un análisis macro-financiero (European Central Bank, 2013). A este modelo lo llaman STAMP€ (*Stress Test Analytics for Macroprudential Purposes in the euro area*), y en base a él se ha publicado un documento (European Central Bank, 2017) proponiendo herramientas analíticas como marcos de referencia del *stress testing* macroeconómico que aplica a las entidades que forman parte del *Single Supervisory Mechanism (SSM)*.

Además de los ejercicios de estrés que llevan a cabo los reguladores a nivel europeo, cada uno de los reguladores nacionales pueden realizar sus propios ejercicios. Este es el caso del regulador español, como se indicó en el subapartado 1.2.3.2 del capítulo 1, que tiene desarrollada su propia metodología llamada *Forward Looking Exercise on Spanish Banks* (Banco de España, 2013) que utiliza modelos propios del supervisor, y no los

desarrollados por cada entidad en particular. Como en los ejercicios de la EBA y del BCE, este modelo parte del diseño de los escenarios macroeconómicos sobre los que se llevará a cabo la prueba, “*En el diseño de estos escenarios se ha empleado un modelo macroeconómico en el que se han introducido un conjunto de supuestos técnicos acerca de la evolución de las principales variables exógenas*” (Banco de España, 2013, pág. 50). Es decir, el resultado final del ejercicio está fuertemente condicionado a los escenarios previamente definidos y a los supuestos empleados.

2.3. El desarrollo de los escenarios en los modelos de *Stress Testing*

Independientemente del tipo de prueba que se desea llevar a cabo, todo análisis de *stress testing* debe comenzar por la definición de los escenarios (Dees, Henry, & Martin, 2017) que reflejarían una situación de crisis financiera suficientemente severa pero plausible. Como exponen Breuer, Jandacka, Rheinberger, & Summer (2009, pág. 206) “*The quality of a stress test crucially depends on the definition of stress scenarios*”¹⁶, pero existe un paradigma sobre la decisión entre escenarios que sean plausibles, es decir que puedan ocurrir, pero que a la vez sean suficientemente severos. Breuer, Jandacka, Mencia & Summer (2012) comentan que cuanto más extremo son los escenarios considerados en los análisis, menos plausibles se vuelven. Se han desarrollado diferentes metodologías que buscan comparar la severidad entre distintos escenarios, algunos de ellos comparando variables por separado, otros utilizando diferentes metodologías estadísticas para incorporar en el modelo comparativo las variables seleccionadas para definir el escenario. Un resumen de estos puntos se puede consultar en Yuen (2013). Dicha publicación reúne diferentes trabajos realizados y metodologías propuestas por Yuen, a partir de los escenarios que se definen en el *Comprehensive Capital Analysis and Review* (CCAR), nombre asignado a la metodología de *stress tests* llevada a cabo anualmente por la Reserva Federal de Nueva York. Un punto que resalta es que la severidad de un escenario dependerá principalmente de la calidad crediticia de la cartera que se esté analizando. Pero si esto se quiere trasladar a nivel sistémico, como es el objetivo de esta tesis, se debe

¹⁶ “La calidad de la prueba de resistencia depende crucialmente de la definición de los escenarios”, traducción propia.

considerar la calidad crediticia del sistema como un todo, analizando las ventajas y desventajas de la aplicación de modelos *top-down* o *bottom-up* (ver detalles en apartado 3.1.1 del capítulo 3).

Un posible camino para resolver esta disyuntiva es la construcción de modelos de *Reverse Stress Testing*, buscando encontrar el escenario más severo pero plausible con la combinación de factores de riesgo relevantes. Pero este tipo de pruebas puede ser matemática y estadísticamente un ejercicio engorroso (Counterparty Risk Management Policy Group, 2008), ya que se deben combinar un gran número de factores correlacionados entre sí para encontrar el escenario hasta el cual la entidad sería capaz de sobrevivir sin inconvenientes. Algunos de dichos factores pueden ser identificados en 4 grupos:

- 1) Tipos de riesgo: crédito, mercado, operacional, liquidez, otros.
- 2) Factores macro: índice de precios, índice de desocupación, precio de la vivienda, y más.
- 3) Contagios: otro tipo de entidades financieras, *shadow banking*¹⁷, mercados, y más.
- 4) Sustentabilidad: nuevos requisitos a las entidades, medición de cumplimiento de nuevos requisitos.

Como indican Grundke y Pliszka (2013), el *Reverse Stress Testing* es matemática y conceptualmente exigente, dado que para “n” factores de riesgo, se debe trabajar con “n” escenarios dimensionales, y para cada escenario individual, se debe calcular su probabilidad de ocurrencia, para poder identificar el escenario más probable.

2.3.1. *Determinación de “shocks” sobre los factores que definen el escenario*

Como se puede apreciar en los párrafos anteriores, uno de los mayores inconvenientes en los estudios de *stress testing* es la definición de los escenarios, ya que generalmente se construyen en función de la información histórica y la historia no necesariamente refleja la posible crisis futura que pueda ocurrir. Pero existe otro tipo de escenarios a definir u

¹⁷ “Credit intermediation involving entities and activities (fully or partly) outside the regular banking system” (FSB, 2015:1).

obtener, como se especifica en el documento de la *International Actuary Association* (International Actuarial Association, 2013), donde se indica la existencia de siete tipos diferentes de escenarios: *Reverse*, Históricos, Sintéticos, *Company-specific*, de evento único, de evento múltiple y escenarios globales. Se elige un tipo de escenario u otro, en función del objetivo que se persiga con el estudio.

Concretamente en los *stress testing* tradicionales, la selección de los *shocks* a incorporar en los factores que definen el escenario generalmente se basa en los datos históricos (en el caso de países con historial de crisis) y/o en el conocimiento de expertos. Pero sobre esos datos históricos, es necesario aplicar modelos que buscan predecir el comportamiento futuro de cada factor incorporado. Entonces, en la definición de cada escenario se deben tener en cuenta muchos supuestos e hipótesis que permitan aplicar cada modelo de estimación elegido. Un ejemplo claro se puede ver en el documento de la Fed (Dodd-Frank, 2017), donde indican en cada escenario cuales fueron los supuestos asumidos para poder definir los *shocks* incorporados en cada caso. Adicionalmente se debe tener en cuenta la interacción de los diferentes factores que se incorporen.

Es decir, hay entidades bancarias e incluso reguladoras con equipos de expertos dedicados exclusivamente a la definición y estimación de los escenarios y de las proyecciones económicas, que serán la base para la incorporación de los “*shocks*”, generalmente definidos por los expertos en *stress testing*. Dichos *shocks* deben ser establecidos teniendo en cuenta el objetivo perseguido con el *stress testing* que se va a aplicar. De esto se deduce que no es lo mismo diseñar un escenario para analizar la capacidad individual de cada entidad bancaria o la del conjunto del sistema, porque en este caso se deberían incorporar efectos adicionales, como los contagios o el impacto de una crisis a nivel global de la economía por falta de liquidez.

2.3.2. Selección de número de escenarios a utilizar

Como comenta Yuen (2013), la comparación de la severidad entre diferentes escenarios es muy compleja. En general, depende de la interacción entre las diversas variables que se están incorporando al escenario. Además, si se tiene en cuenta que cada escenario no tiene por qué estar diseñado con las mismas variables, su comparación resulta más dificultosa.

De la experiencia en el campo, se conoce que las autoridades supervisoras aplican sus análisis de *stress testing* sobre tres escenarios, diseñados con las mismas variables pero con diferentes shocks, como ocurre en el modelo CCAR de la Reserva Federal (Dodd-Frank, 2017). Estos son un escenario base, que es el que tiene mayor probabilidad de ocurrir ya que se basa en las proyecciones reales, sin la incorporación de *shocks* adicionales; un escenario 1 (algunas entidades lo llaman medianamente adverso), y un escenario 2 (o severamente adverso). Pero como indicaba en el párrafo anterior, no siempre ocurre que el escenario 2 arroje resultados más severos que el escenario 1.

2.4. Factores/Indicadores claves para la estabilidad financiera española

Un factor altamente importante en el desarrollo de modelos es la selección de las variables explicativas que se utilizan en su estimación. El desarrollo de un modelo que permita analizar la estabilidad de un país o región no está ajeno a este problema. En esta tesis se presenta un modelo para analizar la estabilidad financiera desde la perspectiva del riesgo de crédito y con técnicas que exigen la previa selección de variables relevantes. Como se puede ver en las fórmulas propuestas por Jorion (2006, pág. 361), el componente principal en la definición de los escenarios que permitirían llevar a cabo un análisis de resistencia, es la selección de los factores de riesgo que lo definirán, independientemente del tipo de escenario del que se trate (histórico, de evento múltiple, de *reverse*, o cualquier otro). En el caso de los ejercicios de estrés, serían las variables o factores que definen un escenario las que deben ser seleccionadas en primer lugar, para poder llevar a cabo el análisis de resistencia.

Una situación similar enfrentan las agencias de rating internacionales, como Standard & Poors o Moody's cuando deben diseñar los modelos que asignarán los rating soberanos, que son sumamente importantes porque fijan la máxima valoración que podrá obtener una industria que opera en cada país. Las agencias, en el caso de calificar a los soberanos, deben tener en cuenta factores no sólo cuantitativos sino también cualitativos, como la estabilidad política, la coherencia social y económica, y la integración en la economía mundial. (Caouette, Altman, Narayanan, & Nimmo, 2008, pág. 89).

Relacionado al tema de los factores a incorporar en el modelo, es menester tener en cuenta uno de los principios que expone BIS (2009, pág. 12). Concretamente el principio número 7 indica que los ejercicios de estrés deben cubrir un conjunto de riesgos y áreas de negocio, teniendo en cuenta todos los factores de riesgo relevantes, a un nivel de granularidad acorde con el ejercicio que se esté llevando a cabo.

La selección de los factores a incorporar en un modelo de estrés, o *de reverse stress testing* como es en este caso concreto, es sumamente relevante. Para ello se desarrolla esta sección del capítulo, donde en primer lugar se comentarán las principales variables de las entidades bancarias españolas y los datos disponibles para poder realizar los cálculos posteriores. A continuación se lleva a cabo el mismo tipo de descripción, pero para el caso de las variables macroeconómicas, ya que el modelo que se presenta en esta tesis es macroeconómico. Estos dos subapartados permiten exponer las dos áreas que se considera debe tener el modelo, es decir, el componente propio de las entidades bancarias españolas (apartado 2.4.1) y el componente macroeconómico (apartado 2.4.2) que permite contextualizar el mercado bancario.

El problema que se plantea a partir de este momento es que, como se señaló en el apartado 2.3, en el *Reverse Stress Testing* para n factores de riesgo, se debe trabajar con n escenarios dimensionales, y para cada escenario individual, se debe calcular su probabilidad de ocurrencia, para poder identificar el escenario más probable. Por ello es importante analizar los posibles factores que se pueden incorporar en el modelo, pero posteriormente es necesario llevar a cabo una reducción de los mismos, utilizando técnicas que se comentarán en el último subapartado de este capítulo. Es decir, se proponen diferentes pasos para poder realizar una selección de las variables que formarán parte del modelo final (capítulo 3) sustentada en cálculos estadísticos, y en la experiencia personal y conocimiento sobre el mercado bancario español de esta tesista.

2.4.1. Principales factores/indicadores bancarios

La información básica de toda entidad bancaria es la disponible en los estados financieros públicos. Ésta permite conocer en forma detallada la composición de las cuentas de las entidades, en función de datos agregados definidos por cada regulador. En el caso de España, la regulación referente a los estados financieros se puede consultar en la página

web de Banco de España (Banco de España, 2017b). La normativa regulada referente a los estados financieros, indica que existen dos tipos de estados: los individuales y los consolidados que permite diferenciar los resultados de los grupos o holdings financieros del de las entidades de forma individual.

Cada entidad debe realizar una publicación anual referente a sus cuentas y sus estados financieros públicos. Por su parte, la Asociación Española de Banca (2017) publica de forma individual y de forma agregada los datos referentes a los principales estados financieros públicos de todas las entidades bancarias españolas.

En base a dicha información, se han extraído los datos sobre Activo, Pasivo, Patrimonio Neto y Cuentas de Resultados de forma mensual y agregada para España en su conjunto, desde 2005 a 2016¹⁸. Los datos sobre los estados individuales se presentan con frecuencia mensual y los consolidados trimestralmente. Para ampliar la base de información en el modelo detallado en el punto 3.1, se decidió trabajar con los balances individuales. Esto permite tener en cuenta de forma indirecta el posible contagio entre las entidades, independientemente de que pertenezcan o no a un mismo grupo.

Con los datos obtenidos, es posible construir indicadores de productividad, liquidez, rentabilidad, eficiencia, solvencia, tamaño, pero se decidió trabajar con la información directa, sin construir los ratios, para comprobar los datos de balance que tienen impacto directo sobre la estabilidad financiera del país, ya que el objetivo final no es obtener una evaluación individualizada de las entidades sino un resultado agregado.

Esto permite obtener una base de datos con 175 variables (algunas de ellas, desgloses de otras) sobre datos puramente financieros de las entidades. En el Apéndice 1 se incorpora la lista de variables (**Tabla A1.2**) y un mapeo llevado a cabo entre los balances publicados desde enero de 2005 hasta noviembre 2008 y los siguientes publicados desde diciembre de 2008 a diciembre de 2016 (**Tabla A1.1**). Esta modificación de la estructura y forma de presentación de los balances regulatorios corresponde a la implementación de la circular 6/2008 de Banco de España (2008). El mapeo permitió trabajar con los datos históricos de las entidades, independientemente del cambio normativo indicado.

¹⁸ La Asociación Española de Banca publica la información desde el año 2001, pero los primeros 4 años sólo están disponibles en formato PDF. Para evitar riesgos operacionales, se ha decidido trabajar con los datos desde 2005.

Adicionalmente la EBA publica trimestralmente los resultados sobre los indicadores de riesgo que calcula sobre una muestra de bancos de la Unión Europea (European Banking Authority, 2016e). Su objetivo es detectar vulnerabilidades en el sector bancario, a través de 4 grupos de ratios o valores: solvencia, riesgo de crédito y calidad de los activos, rentabilidad y estructura del balance y liquidez. Pero los datos utilizados para los resultados y gráficos presentados en estos informes, no son publicados, por lo que la información se extrajo de la fuente de datos SNL *Financial*, obteniendo 19 variables. Todas ellas tienen valores no informados, lo que genera una mala calidad de datos. Por esta razón, se decidió descartar dicha información. La calidad de los datos es un condicionante muy fuerte de la calidad de los resultados de un modelo estadístico.

Por último también se decidió incorporar una base de datos que publica el Banco Central Europeo (European central Bank, 2017b) que permite obtener una serie de datos de 36 variables desde 1997 al 2016. La lista de variables y su definición se puede consultar en el Apéndice 1, **Tabla A1.2**.

Una vez identificadas las principales variables microeconómicas potencialmente relevantes para el modelo que se pretende definir, es necesario ampliar la base de datos con los factores/indicadores macroeconómicos, lo cual se detalla en el siguiente punto.

2.4.2. Principales factores/indicadores macroeconómicos

Entre los indicadores o factores macroeconómicos que pueden afectar a la solvencia de una entidad bancaria, se propone trabajar con la clasificación utilizada en Banco de España (Banco de España, 2016c), como se justifica en el capítulo 1, dado que ésta se adecua más al objetivo que persigue esta tesis, orientado a controlar el riesgo macroprudencial del sistema financiero. Entonces los indicadores seleccionados estarían agrupados en: crédito (incluyendo indicadores sobre la evolución, el nivel de endeudamiento y el comportamiento del crédito del sector privado no financiero¹⁹, el tipo de interés que se aplica, y la evolución de precios²⁰), liquidez (factores e indicadores que

¹⁹ Sector privado no financiero hace referencia a hogares y sociedades no financieras.

²⁰ Precios principalmente referidos a la vivienda por la alta exposición de la banca española a este sector.

hacen referencia a la liquidez de las entidades bancarias y a la liquidez del mercado), concentración (son factores e indicadores que buscan medir la concentración del crédito total y bancario, teniendo en cuenta tipo de acreditado, tipo de portafolio o sector, tipo de entidad), mercados financieros (incorporando factores e indicadores que hacen referencia a las relaciones e interconexiones entre las diferentes entidades bancarias y de estrés sistémico), desequilibrios macroeconómicos (factores e indicadores que hacen referencia a la deuda externa, al sector público en general y a las cuentas nacionales), economía real (engloba indicadores sobre crecimiento económico y desempleo) y morosidad/recurso al Banco Central (datos sobre los activos dudosos y los préstamos del propio banco central a las diferentes instituciones financieras). Pero los detalles de los indicadores que se calculan no se publican, por lo que no es posible incorporar esta información en el modelo final.

En el Informe de Estabilidad Financiera de mayo 2013 (Banco de España, 2013), se indica que el Banco de España (BdE) calcula un Indicador de Riesgo Sistémico (IRS) alineado con los requerimientos establecidos por el Banco Central Europeo (Hollo, Kremer, & Lo Duca, 2012). El Banco de España calcula doce indicadores individuales, agrupados en cuatro segmentos diferentes del sistema financiero:

I) Mercado de deuda pública: 1. Volatilidad del bono español a diez años. 2. Diferencial de rentabilidad entre el bono español a diez años y el bono alemán a diez años. 3. *Credit default swap* a cinco años de la deuda soberana española.

II) Mercado de dinero: 4. Volatilidad del tipo de interés del euríbor a 3 meses. 5. Diferencial de tipos de interés entre el euríbor a tres meses y el bono francés a tres meses. 6. Facilidad marginal de crédito solicitada en el Banco Central Europeo.

III) Mercado de valores: 7. Volatilidad del índice de mercado del sector no financiero en España. 8. Máxima pérdida (en un período de dos años) del índice de mercado del sector no financiero en España. 9. Volatilidad de las opciones sobre el IBEX 35.

IV) Mercado de financiación bancaria: 10. Volatilidad de la rentabilidad idiosincrásica del sector bancario sobre la rentabilidad del IBEX 35. 11. Diferencial de rentabilidad entre la renta fija privada española y la deuda pública española a diez años. 12. Máxima pérdida (en un período de dos años) del índice de mercado del sector financiero en España

multiplicada por el inverso del *price-to-book ratio* (cociente entre el valor de mercado y en libros) del mismo índice.

Es posible replicar tales indicadores y han demostrado ser buenos marcadores de los períodos de crisis, como señala el Informe de Estabilidad Financiera del Banco de España (Banco de España, 2013). De todas formas, un indicador no es válido por sí solo como predictor de las crisis, sino que condensa la información de los diferentes segmentos del mercado financiero en un único valor.

Adicionalmente y alineado con el IRS del BdE, Estévez & Cambón (2015) proponen un indicador muy similar para hacer una medición en tiempo real del riesgo sistémico. Dicho indicador (*Spanish Financial Market Indicator*, FMSI) intenta cuantificar el estrés del sistema financiero español y describir la contribución de cada segmento de mercado (mercado de bonos, mercado de renta variable, mercado monetario, intermediarios financieros, mercados extranjeros y derivados). Su construcción se ha basado en los requerimientos del Banco Central Europeo (Hollo, Kremer, & Lo Duca, 2012). Pero los valores históricos de este indicador no se publican, por lo que no es posible utilizarlo.

Es de destacar que los factores que se incorporan en el cálculo de dichos indicadores son considerados relevantes para identificar los períodos de crisis, no así para predecirlos. Es sumamente necesario realizar el análisis de estos factores y su posible incorporación en el modelo de *reverse stress testing* que se presenta en el siguiente apartado, ya que permiten identificar los momentos críticos y conocer de qué segmento del mercado proviene. El Banco de España realiza el cálculo del IRS, que incorpora los datos de todos estos factores, en forma semanal pero no publica sus resultados. Dado que la información que se utiliza para construirlo es pública, se incorporarán sus componentes a la lista de indicadores del modelo propuesto. Como el riesgo de crédito o solvencia que se quiere medir busca predecir el comportamiento del sistema en un período anual, se realizarán los cálculos sobre las variaciones mensuales, tema que se desarrolla en el próximo apartado.

Se incorpora también información macroeconómica de diferentes variables que publica el Banco de España, junto a su información histórica. Se trata de una serie de indicadores estructurales, otra de indicadores financieros y por último indicadores económicos. Finalmente se incorpora a la lista de factores el índice de precios de la vivienda, ya que

las entidades bancarias españolas están fuertemente expuestas a los productos hipotecarios, como se puede ver en el **Gráfico 2**, referente a datos de marzo 2017:

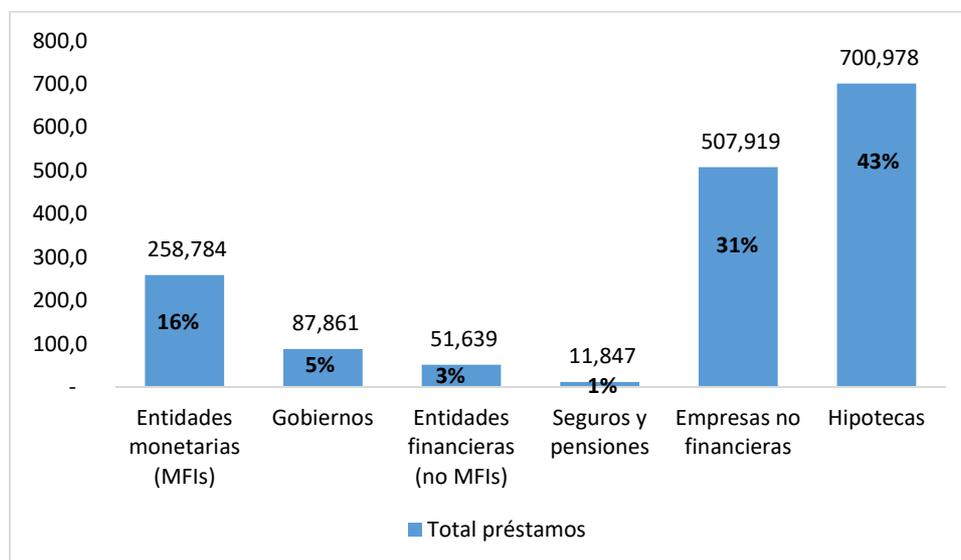


Gráfico 2: Distribución de los préstamos del sistema bancario español - Marzo de 2017 (Miles de Millones). *Fuente:* Elaboración propia con datos publicados por Banco de España.

En total se incorporan al análisis 388 factores macroeconómicos, con datos históricos mensuales. El listado y definición se puede consultar en la **Tabla A1.3** incorporada en el Apéndice 1 de este documento.

Una gran cantidad de factores pueden afectar la estabilidad financiera y son potencialmente adecuados para incorporar en el modelo final descrito en el apartado 3.1. Una preselección de los factores, se realiza en el siguiente punto, con el fin de disminuir los cálculos numéricos y mejorar las predicciones, evitando duplicidades.

2.4.3. Selección de factores/indicadores: Modelo ANDON

Como se detalla en los dos apartados anteriores, se encuentran disponibles aproximadamente 600 factores potenciales para incorporar en el modelo final. Pero, como se dijo en el apartado 2.3 de este capítulo, incorporar ese número de indicadores no es viable ni eficiente; por esta razón se llevará a cabo una selección.

Para seleccionar los factores/indicadores a incorporar en el modelo final, existen varios trabajos con diferentes propuestas metodológicas. El de Skoglund & Chen (2009)

propone un método no paramétrico para extraer información relativa de factores de riesgo, que es válida para carteras generales no lineales. La medida se basa en la teoría de la información de Kullback e indica que puede utilizarse para juzgar la importancia relativa de los factores de riesgo en la determinación de ganancias y pérdidas, lo cual es útil para seleccionar los factores que se deberían incorporar en los modelos de *reverse stress testing*.

Licari & Suárez-Lledó (2012) proponen diferentes opciones para reducir el número de variables y factores a incorporar en el cálculo del *reverse stress testing*; para ello presentan dos métodos: el análisis de factor (FA) y el análisis de componentes principales (PCA). Establecen que, una vez reducidos el número de factores, se puede proceder a los cálculos del RST con modelos lineales o no-lineales (como logarítmicos o logísticos).

Nelsen (Nelsen, 2006) describe diferentes técnicas de análisis de relaciones entre variables, para comprobar la asociación entre ellas, ya sea por concordancia, dependencia u otras medidas (como las basadas en el coeficiente de GINI). Completa el análisis con la descripción de las medidas de dependencia de las colas de las distribuciones, regresiones, cópulas empíricas y dependencias multivariantes.

Chok (2008) presenta una comparación entre los métodos de análisis de relación entre factores, la correlación de Pearson, el Rho de Spearman y la tau de Kendall, demostrando un claro apoyo a la utilización del coeficiente de Pearson aunque las observaciones no tengan distribución normal.

Sin descartar las metodologías que se plantean en estos trabajos, se propone desarrollar este importante paso en los modelos de RST incorporando enseñanzas obtenidas del *Project Management* para la selección y/o elaboración de indicadores. Como comenta Seen (2013), el punto más importante en el desarrollo de indicadores (en este caso, en la selección de variables/factores) es empezar con lo que realmente se puede hacer, sino el fracaso está asegurado. No se debe ser ambicioso pretendiendo abarcar más de lo que materialmente puede ser posible.

En este punto es menester recordar que el objeto perseguido es desarrollar un modelo que permita encontrar el escenario que pondría en riesgo al sistema financiero, pero es preciso establecer una metodología que permita hacer una selección de factores entre todos los disponibles. Para ello, se emplearán la terminología y herramientas de la logística que

propone el Sistema Andon (Vázquez, 2013), que permiten identificar alertas en el proceso productivo del sistema financiero. Como comenta Vázquez, “Las variantes para los sistemas Andon son ilimitadas y el diseño depende del tipo de proceso y cantidad de líneas o máquinas que se deseen controlar.” (Vázquez, 2013, pág. 30). Pero, como se señaló en apartados anteriores, el mayor problema en el RST es la existencia de un infinito número de variables a considerar, lo que estadísticamente se llama multiplicidad, ya que un mismo resultado final (una misma pérdida por ejemplo) se podría obtener con múltiples combinaciones de los factores y variables macroeconómicas (Licari & Suárez-Lledó, 2012). Por este motivo es necesario estimar cuál de esos posibles escenarios tiene mayor probabilidad de ocurrencia, preseleccionando los factores o indicadores que definirán el escenario.

Existe una metodología utilizada en la gestión de proyecto que permite seleccionar objetivos, que puede ser aplicada a la selección de factores para la creación de los posibles escenarios en un *reverse stress testing*. Seen (2013) comenta que los indicadores deberían ser contruidos con buen criterio, para lo cual éstos han de ser SMART (hace referencia a las propiedades de los indicadores). La palabra SMART es un acrónimo de *Specific Measurable Achievable Relevant Time-bound*, es decir, que los indicadores deben ser específicos, medibles, factibles, relevantes y delimitados en el tiempo. Esto ayudaría a seleccionar aquellos para incorporar al modelo. La selección de factores SMART, permitiría reducir drásticamente el número de factores, para posteriormente continuar con la metodología que conduzca a obtener el resultado final perseguido (Vázquez, 2013).

Para cumplir con cada uno de esos objetivos que deben cumplir todos los factores, es necesario emplear diferentes técnicas, dependiendo a cuál de ellos esté haciendo referencia.

- 1) *Specific*: el factor/variable capta la esencia del resultado deseado, vinculando clara y directamente el logro de un objetivo y sólo ese objetivo (Fondo para el Medio Ambiente Mundial Oficina de Evaluación, 2010, pág. 33).

Este punto se analiza con el modelo final, en el apartado 3.1. Concretamente se debe ver si el signo del factor que acompañe a la variable tiene sentido para el resultado final. Por ejemplo, si es una variable que hace referencia a la tasa de desocupación del país, el signo debe ser positivo ya que a mayor desocupación, mayor riesgo de inestabilidad financiera del sistema.

- 2) *Measurable*: el indicador es cuantificable y verificable objetivamente (Byron-Cox, 2013).

Dado que todos los factores seleccionados son numéricos, extraídos de información pública, cuya construcción es objetiva siguiendo criterios especificados por las autoridades, entonces todos ellos cumplen este objetivo.

- 3) *Archivable*: los datos requeridos por el indicador/factor pueden ser actualmente recolectados (Byron-Cox, 2013).

Para cumplimentar este punto, es necesario analizar si todos los factores seleccionados tienen información actualizada disponible. Para considerar que la información está actualizada, y dado que las variables/indicadores contenidos en la base de datos que se han construido tienen información mensual (o trimestral pero mensualizada), sólo se seleccionan aquellos que dispongan de dato en diciembre de 2016.

Luego de la aplicación de este criterio, se reduce el número de indicadores macroeconómicos de 388 a 185. En el caso de los factores/indicadores microeconómicos, de las 211 variables (175 datos de balance más 36 datos del ECB), la lista se reduce a 126 variables.

Entonces, luego de este primer paso, el total de datos *input* del modelo se reduce de 599 indicadores a 311.

- 4) *Relevant*: el factor/indicador provee de información importante al modelo que se desea definir (Byron-Cox, 2013).

Para ello es necesario confirmar que la información que aporta cada factor no está recogida también por otro de ellos, ya que en ese caso la información de uno de los dos factores sería redundante. Para llevar a cabo este análisis, y dado que el modelo para conocer el escenario de riesgo que se propone en esta tesis busca la relación entre diferentes variables, es importante conocer la dependencia entre dichas variables antes de decidir incorporarlas o no en la cópula resultante (ver apartado 3.1 del siguiente capítulo). A pesar del análisis presentado por Chok (2008), en el que destaca las ventajas del análisis de correlación de Pearson, se considera necesario realizar los tres análisis diferentes sobre los factores a incorporar: correlación de Pearson y dos análisis de concordancia (estimadores de

la Rho de Spearman²¹ y la Tau de Kendall²²). Fundamenta tal elección que, como indica Chok (2008, págs. 29-30), el estudio presentado no es totalmente conclusivo, por lo que existen situaciones, como la existencia de posibles *outliers*, que no han sido contempladas en su estudio. Entonces, para evitar incorporar factores que están correlacionados en la lista final, se propone la utilización de los tres coeficientes.

El análisis se lleva a cabo en primer lugar, separando los factores que se han llamado microeconómicos (apartado 2.4.1) y los macroeconómicos (apartado 2.4.2), para confirmar la incorporación de información relativa a ambos aspectos del sistema bancario. Luego se analizará también la interacción de los dos grupos de variables.

En el caso de los factores microeconómicos, de las 126 variables disponibles en este paso, la lista queda reducida a sólo 2 luego de aplicar los análisis de correlación (Pearson, Spearman y Kendhall). Se trata de la A20_2200, que hace referencia al total de préstamos no MFIs, y la P31, que hace referencia a los depósitos de Bancos Centrales en el sistema bancario español (ver Apéndice 1, **Tabla A1.2**).

En el caso de los indicadores/factores macroeconómicos, luego de llevar a cabo los cálculos de la correlación de Pearson, Spearman y Kendhall, y decidiendo subjetivamente qué factores seleccionar entre los correlacionados, de los 185 factores/indicadores macroeconómicos disponibles hasta este punto, se termina seleccionando sólo 23²³.

A continuación se vuelven a realizar los cálculos pero estimando la correlación entre todos los indicadores seleccionados, tanto micro como macroeconómicos. Como resultado de este análisis, la lista final de variables seleccionadas por *Relevant* son 19.

²¹ Ver información en Apéndice 2.

²² Ver información en Apéndice 2.

²³ Las variables macroeconómicas seleccionadas son: FRINTER3, IBEX35IRI, SI_1_314, SI_1_316, SI_1_319, SI_1_320, SI_1_342, SI_1_350, SI_1_353, SI_1_114, SI_1_125, SI_1_128, SI_1_131, SI_1_136, SI_1_189, SI_1_190, SI_1_1100, SI_1_1108, SI_1_1110, SI_1_1111, SI_1_1112, SI_1_1127, HousePriceIndexG. La definición de cada una de ellas se puede consultar en el Apéndice 1.

- 5) *Time-bond*: el factor/indicador tiene una referencia temporal (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2013, pág. 26), es decir es posible identificar la variación de su valor a lo largo del tiempo.

Todos los factores seleccionados hasta este punto cumplen tal requisito, ya que son variables que muestran variabilidad a lo largo del tiempo.

Luego de la aplicación de los criterios definidos en los párrafos anteriores, se logró reducir drásticamente el número de variables/indicadores para su análisis en el modelo final. A pesar de ello, el número sigue siendo elevado, por lo que es necesario introducir otra metodología adicional que permita reducir aún más el número de factores. Para ello se toma como base el trabajo de Alpay & Akturk Hayat (2017), quienes proponen un método objetivo para la selección de variables que permitan realizar un análisis envolvente de datos (*Data Envelopment Analysis DEA*) para evaluar la eficiencia relativa de las unidades organizacionales, haciendo uso de una función de cópula básica.

Se centrará en la obtención de los resultados para la *output-oriented* DEA, donde la programación lineal empleada busca determinar los resultados potenciales de una firma dado unos valores *inputs* determinados, si la firma opera eficientemente (Alpay & Akturk Hayat, 2017). La selección se fundamenta en considerar que los agentes que intervienen en el sistema financiero se comportan de manera eficiente, en función de los indicadores dados por el mercado, buscando optimizar sus resultados.

Para poder aplicar esta metodología de selección de variables, se debe decidir la cópula (ver apartado 3.1) de dos variables; se emplea entonces lo que Alpay & Akturk Hayat definen como la función de dependencia local (LDF). Dado que el objetivo es analizar el comportamiento de las variables en situaciones extremas, se debe seleccionar una LDF que tenga en cuenta el comportamiento de las variables en la cola de la distribución y, aplicando un criterio conservador, se seguirá lo presentado por Hull (2006, pág. 63) quien indica que la correlación entre las variables tiende a incrementarse en condiciones extremas. Muestra que la correlación en la cola de la distribución es mayor con la distribución *t* bivalente que en una distribución normal. Por ello se aplicará la LDF de la copula *t* de Student²⁴.

²⁴ Ver fórmula en Apéndice 3.

Previo a la incorporación de los resultados obtenidos con el método propuesto, se lleva a cabo una preselección experta de los factores obtenidos hasta este punto. Este paso se fundamenta en que, debido a la amplia experiencia de esta tesista acerca del mercado financiero español, existe un grupo de variables que, a pesar de haber pasado los filtros previamente indicados y no estar correlacionadas con otras variables finales, no deben considerarse relevantes, por su influencia o relación subjetiva con otras incorporadas en la misma lista. Por lo cual, la lista de variables con las que se lleva a cabo este último paso de selección, se reduce a las 12 incorporadas en la **Tabla 2**.

Número	Nombre	Descripción
1	A20_2200	Préstamos, todos los vencimientos, contraparte de la zona del euro, Sector de compañías de seguros y fondos de pensiones
2	FRINTER3	EUROBIR A 3 MESES (MEDIA MENSUAL)
3	IBEX35IRI	RENTABILIDAD DEL IBEX 35
4	SI_1_316	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. LETRAS DEL TESORO
5	SI_1_320	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. RENTA FIJA PRIVADA. PAGARÉS
6	SI_1_342	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS. PORCENTAJE SOBRE EL PIB
7	SI_1_353	RESERVAS
8	SI_1_128	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). EXPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO. IMPORTE EN ESPAÑA. TOTAL. TOTAL. DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS.
9	SI_1_190	IPC DE ENERGÍA EN ESPAÑA
10	SI_1_1100	BALANZA DE PAGOS.C/C.SERVICIOS.TURISMO Y VIAJES.SALDO. DATOS ACUMULADOS
11	SI_1_1110	AAPP.ESTADO.INGRESOS LÍQUIDOS:IRPF.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL
12	HousePriceIndexG	STOCK PRICE INDEX GROWTH

Tabla 2: Variables preseleccionadas de forma experta

Fuente: Elaboración propia

Llevando a cabo los pasos recomendados por Alpay & Akturk Hayat (2017, págs. 30-31), se calcula la función de dependencia local con una cópula t Student para cada binomio²⁵, lo que implica obtener 66 posibles combinaciones. Con dicho resultado, se separa la lista de variables en dos grupos²⁶, indicados en la **Tabla 3**.

Grupo 1	Grupo 2
X2	X9
X3	X1
X5	X8
X6	X11
X7	X12
X10	

Tabla 3: Grupos de variables, separadas de acuerdo a la función de dependencia local

Fuente: Elaboración propia

Las variables 2 y 9 mostradas en la **Tabla 3**, son las cabeceras porque es la combinación que cumple con la condición propuesta por Alpay & Akturk Hayat (2017, pág. 31) de ser $Max|H(x_i, x_j)|$. Una vez seleccionadas las variables cabeceras, el resto de variables se incorporan en uno u otro grupo en función de la combinación que vuelva a cumplir la misma condición de ser la máxima entre la variables que se esté analizando y ambas cabeceras (por ejemplo, para decidir en qué grupo debo incorporar la variable 3, comparo $|H(x_2, x_3)|$ con $|H(x_9, x_3)|$, dado que $|H(x_2, x_3)| > |H(x_9, x_3)|$, entonces se asigna al grupo cuya cabecera es la variable 2).

²⁵ Con la salvedad de que ellos proponen el cálculo del mínimo de la función de dependencia local y del máximo, para cada binomio, y aquí se calculó el resultado global de la cópula con la metodología máxima pseudo-verosimilitud, porque previamente se han calculado las pseudo-observaciones de los datos.

²⁶ Como paso adicional, se decidió que si alguna de las variables sobre las que hay que seleccionar el grupo de pertenencia, no cumple las condiciones para poder realizar el cálculo de la función de dependencia local, entonces es eliminada del modelo. Concretamente este problema ocurre con la variable X4 - SI_1_316 (emisión de letras del tesoro), por lo cual se quita del modelo. Esta eliminación se justifica, no sólo por cuestiones numéricas sino también porque desde el ingreso de España al Eurosistema, la emisión de letras del tesoro está fuertemente condicionada a las decisiones políticas y de estabilidad propias del conjunto de países que forman parte de la zona euro, y no sólo de la economía española. En el año 2012 España ha sufrido fuertemente los efectos de la crisis, pero la decisión de su posibilidad de acceso a deudas que permitieran solucionar los problemas estaba guiada a nivel europeo desde el *European Central Bank* (Pérez Rivarés, 2013), por lo que la incorporación de esta variable en el modelo implicaría estar incorporando el comportamiento de cuestiones que no son decisión del gobierno español, sino del Parlamento en su conjunto. El modelo final estaría influenciado por cuestiones que no son las que se pretenden incorporar en el modelo final.

Finalmente, para elegir entre el grupo 1 y el grupo 2, se selecciona aquel que tiene el $MaxH(x_i, x_j)$ ²⁷. Las variables seleccionadas son las siguientes e integrarán el modelo específico que se presenta en el capítulo 3.

Nombre	Descripción
A20_2200	Préstamos, todos los vencimientos, contraparte de la zona del euro, Sector de compañías de seguros y fondos de pensiones
SI_1_128	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). EXPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO. IMPORTE EN ESPAÑA. TOTAL. TOTAL. DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS.
SI_1_190	IPC DE ENERGÍA EN ESPAÑA
SI_1_1110	AAPP.ESTADO.INGRESOS LÍQUIDOS:IRPF.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL
HousePriceIndexG	STOCK PRICE INDEX GROWTH

Tabla 4: Variables seleccionadas para incorporar al modelo final
 Fuente: Elaboración propia

2.4.4. Análisis de la necesidad de un factor financiero

Tras la justificación de los factores seleccionados en el apartado anterior, una cuestión de obligado cuestionamiento es por qué no se incorpora en el modelo final uno que sea puramente financiero, que llevaría a pensar que de este modo se incluirá a este sector en el análisis del escenario final.

Para poder comprobar la aportación que obtendría en el modelo la incorporación de un factor de este tipo, se realiza un análisis con el factor EURIBOR (FRINTER3 según listado en apéndice 1) en los datos seleccionados y se analiza si aporta información relevante al conjunto de factores finales a través del análisis de componentes principales (Mei, 2009). Para ello, se realiza el cálculo de la importancia de cada factor en la variabilidad del conjunto de datos (los cinco factores previamente seleccionados y este nuevo factor)²⁸. Se comprueba la porción de la varianza que explican los datos antes de la incorporación

²⁷ Según se puede ver en el trabajo publicado por Alpay & Akturk Hayat (2017), al ser todas las variables de dependencia local positivas, entonces se debe seleccionar el máximo.

²⁸ Previamente se calculó las pseudo-observaciones a través de una fórmula llamada pobs disponible en el software estadístico R, tras lo cual se obtienen las observaciones pero transformadas al intervalo (0,1). Esto permite mantener la objetividad al medir la variabilidad de cada una de las componentes. Otra opción puede ser estandarizar los valores, pero se estarían forzando todas las componentes a tener un comportamiento ajustado a una distribución normal.

del nuevo factor y cuánto aumentó con su incorporación al modelo²⁹. El resultado obtenido es el que se presenta en la **Figura 1**.

Importance of components:						
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Standard deviation	0.3670	0.3138	0.2914	0.2827	0.2542	0.18624
Proportion of Variance	0.2709	0.1980	0.1708	0.1607	0.1299	0.06975
Cumulative Proportion	0.2709	0.4689	0.6396	0.8003	0.9303	1.00000

Siendo PC1 = A20_2200, PC2 = SI_1_128, PC3 = SI_1_190, PC4 = SI_1_1110, PC5 = HousePriceIndexG y PC6 = FRINTER3.

Figura 1: Resultado del análisis de componentes principales, comprobación de la necesidad de incorporar una variable financiera (PC6).

Es decir, la nueva variable sólo explicaría el 7% de la variabilidad de los datos, ya que el 93% estaría explicado por las variables previamente seleccionadas, según se detalla en el apartado 2.4.3. Incorporar esta variable, no aportaría información relevante al modelo, en cambio sí incrementaría los problemas de cálculo, como se señala en el apartado 2.3 haciendo referencia a los problemas de cálculo del *reverse stress testing* que explican Grundke y Pliszka (2013).

Adicionalmente, es preciso recordar que esta variable está altamente relacionada con la variable SI_1_190 (es decir, el grado de dependencia entre ambas variables es muy alto), según se dijo en la selección de factores con la aplicación de cópulas para medir las dependencias, razón por la cual ha sido descartada del conjunto de factores seleccionados.

²⁹ Se pueden consultar ejemplos de interpretación de resultados en Saber (1984, págs. 188-197).

Conclusión del capítulo

En este capítulo se pretendía en primer lugar, analizar la hipótesis de que el riesgo de crédito es el de mayor importancia desde el punto de vista de riesgo asumido por parte de las entidades bancarias españolas - aspecto desarrollado en el apartado 2.1.- Posteriormente se describen desarrollos y requisitos actuales asociados a los modelos de *stress test* aplicados sobre riesgo de crédito. En este tipo de modelos es necesario previamente definir un escenario, que será el principal componente a la hora de obtener los resultados. Ello requiere elegir los diferentes factores que interactuarán, para ser incorporados en el modelo.

Una vez seleccionados es necesario establecer los *shocks* a aplicar sobre ellos, para establecer los escenarios que se incorporarán en el modelo de *stress testing*. Se pueden diseñar tantos escenarios como se quiere, a partir de los mismos factores aplicándoles diferentes *shocks*, o con la previa selección de diferentes factores. Incluso, estos mismos se pueden preseleccionar para ser incorporados en el modelo de *reverse stress testing*, pero sin la previa especificación de los *shocks* a incorporar a cada uno de ellos, ya que el modelo será el encargado de buscar y definir los *shocks* que pondrán en alerta a los reguladores.

Ello demuestra que la preselección de los factores es clave en la identificación de alertas. Por esta razón en este capítulo se propone una metodología para llevarla a cabo. Para ello, se parte de un gran número de factores (de disponibilidad pública), que hacen referencia a datos propios del sistema financiero (focalizando las variables a las que puedan afectar al riesgo de crédito del sistema bancario), y a cuestiones macroeconómicas, lo que permitirá tener en cuenta la vinculación del sistema bancario con otras áreas de la economía que puedan interactuar para transferirse riesgos entre sí.

Se han llevado a cabo diferentes tipos de análisis, con el objeto de seleccionar las variables o factores más relevantes. Estas metodologías vinculan cálculos estadísticos (entre ellas, correlaciones, dependencias) con criterio experto resultante del conocimiento previo del sistema bancario español, para obtener factores o variables que cumplan con el criterio SMART, que es el objetivo planteado al inicio del capítulo.

Esto ha permitido acotar el número a 5 variables o factores, sobre las que se deben realizar proyecciones y cálculos que posteriormente permitirán obtener el resultado del modelo

propuesto en el apartado 3.1.3 del siguiente capítulo. Para fortalecer los pasos propuestos para la preselección de variables, se incorpora un análisis adicional, con el objeto de comprobar qué aportación generaría a los datos previamente seleccionados incluir una variable puramente financiera, comprobando que la previa selección realizada ya está recolectando la mayor parte de la variabilidad correspondiente a esta nueva posible componente, por lo que su incorporación al modelo final no sería necesaria.

CAPÍTULO 3:
MODELO PROPUESTO
PARA ESPAÑA

Introducción al capítulo

En general los *reverse* escenarios (ver apartado 2.3) han sido aplicados en las metodologías de *reverse stress testing* (RST) para la obtención de resultados a nivel entidad con metodologías *bottom-up*. A diferencia de los análisis de *stress testing* tradicionales, donde se predefinen unos *shocks* para conocer el impacto que tendrán en el capital o pérdidas y ganancias de la entidad, en el *reverse stress testing* de las entidades se predefinen unas pérdidas y ganancias o nivel de capital y se busca conocer cuáles son los *shocks* que generarían esos resultados. Pero el objetivo perseguido con este modelo es conocer el nivel de alerta de esos *shocks*, es decir, el momento límite a partir del cual se podría desencadenar una nueva crisis. En este capítulo se pretende demostrar que el desarrollo de un modelo macro de *Reverse Stress Testing* que sea aplicable por parte de los reguladores, permite identificar las alertas sobre la resistencia del sistema financiero para la toma de medidas oportunas sobre los factores que se identifican más vulnerables.

Para poder obtener el resultado buscado, en primer lugar es necesario conocer el tipo de información disponible para hacer los cálculos, el nivel de agregación deseado en el resultado y diferentes metodologías actualmente utilizadas para llevar a cabo análisis similares. Una vez conocida esta información, se presentará el modelo propuesto para obtener el resultado final. Para ello se presentan los diferentes pasos a seguir con los datos disponibles. Estos pasos están segmentados en tres partes: en el primero se busca proyectar los factores seleccionados para ser incorporados en el modelo, es decir, estimar su evolución futura; luego se selecciona la distribución marginal que mejor se ajuste a los datos proyectados de cada factor y por último se considera la dependencia entre las variables proyectadas y se obtiene el resultado final.

En el tercer paso, se incorpora el concepto de cópula como metodología de consideración de la dependencia entre las variables, ya que hay estudios que demuestran que la dependencia entre los factores aumenta en épocas de crisis (Hull, 2006).

Una vez justificada la metodología propuesta, el siguiente apartado presenta los resultados obtenidos en cada paso y la interpretación de los resultados finales. Es menester indicar que se busca analizar si el modelo propuesto hubiese sido capaz de predecir la crisis financiera iniciada en 2007-2008, por lo cual se utiliza la información del quinquenio 2002-2006 y se proyectan los factores a tres años. Para ello, en primer

lugar se analiza una condición relevante para la aplicación del tercer paso, que es la necesidad de inexistencia de correlaciones negativas entre las variables a incorporar en el cálculo de la cópula. A continuación se presentan los análisis realizados para la selección de las distribuciones marginales de cada factor y el cálculo de los estimadores correspondientes. Posteriormente se calcula el parámetro de la cópula, que indica el nivel de dependencia entre las variables. Dado que se busca analizar la posible presentación de una nueva crisis, se estresa este facto, considerando el percentil 99.9 como parámetro a incorporar en el siguiente cálculo. Finalmente se obtiene el valor proyectado para cada parámetro simulando 1.000.000 de escenarios, y seleccionando el que tiene mayor probabilidad de ocurrencia. Los resultados obtenidos en dicho escenario son los que determinarían los niveles de alerta.

Finaliza el capítulo incorporando la interpretación detallada de los resultados obtenidos y ampliando el análisis con dos nuevas situaciones: análisis de la situación futura en función del modelo propuesto y con los factores previamente seleccionados en el apartado correspondiente; posteriormente se utiliza el modelo sobre una selección arbitraria de factores para demostrar que sigue siendo útil aunque los factores no cumplan las condiciones SMART (apartado 2.4). Esta última cuestión puede ser de suma utilidad empleada junto con los *stress test* tradicionales, para comparar los niveles de alerta obtenidos con los escenarios diseñados para los cálculos.

3.1. Especificaciones metodológicas del *Reverse Stress Testing*

El objetivo es proponer una metodología que permita encontrar el escenario en el cual el sistema financiero colapsaría, y con ello poder establecer valores de alerta a partir de los cuales las autoridades reguladoras deberían tomar acciones.

Para ello, se centra en el análisis de factores que afectan al riesgo de crédito del sistema financiero, es decir, a su solvencia. El modelo entonces, busca el valor de la cola de la distribución de la solvencia de la entidad, con una probabilidad de ocurrencia previamente establecida.

El punto de partida en el análisis es encontrar la función de distribución conjunta de los factores previamente definidos y seleccionados mencionados en el apartado 2.4. Como señalan Yamai & Yoshiva (2005), una técnica ampliamente utilizada para este tipo de estimaciones es la del *Value at Risk* (VaR), pero las técnicas convencionales para el cálculo del VaR se basan en la hipótesis de normalidad multivariante. En el caso del diseño de un escenario de *stress testing*, se debe suponer la existencia de un escenario con colas más pesadas de lo habitual, porque se está modelizando una situación hipotética de crisis. Por ello se deben modelizar distribuciones con colas pesadas.

Dado que, como comenta Cintas del Río (2007), “*las pérdidas pasadas resultan no ser buenos estimadores de las pérdidas futuras*”, entonces no es conveniente utilizar la metodología de simulación histórica. Al respecto, propone la utilización de cópulas para evitar los problemas derivados de la utilización de series históricas (como la sensibilidad a la ventana temporal que se utilice). Esta herramienta permite establecer la relación entre una función de distribución multidimensional y sus marginales, que en este estudio corresponden a las funciones de distribución de los factores a incorporar en el modelo. Como comentan Casparri, García Fronti & Bianco (2010), el concepto de cópula “*permite capturar relaciones no lineales y en particular nos permite relacionar eventos extremos que ocurren en la naturaleza y diferentes variables del mercado*”.

En la actualidad, en las metodologías de análisis de *stress testing* existen dos enfoques contrapuestos para el tratamiento de los datos, y el tipo de modelo a emplear está condicionado por la disponibilidad de éstos y el enfoque seleccionado. Los enfoques son el *top-down* y el *bottom-up*. En ambos casos se puede aplicar la metodología de cópulas

comentada, pero los datos a incorporar en el modelo difieren. Para ello se explicará detalladamente las diferencias en el siguiente subapartado.

3.1.1. *Los modelos top-down vs. bottom-up*

Existe controversia entre la diferenciación de estos dos conceptos, ya que se pueden definir desde diferentes perspectivas, como puede ser el diseñador-ejecutor del ejercicio de estrés, o desde el punto de vista del tipo de datos que se incorpora en el ejercicio.

Como ejemplo de ello tenemos, por un lado lo planteado por Herrera & García Fronti (2013), quienes establecen que los *stress testing* se pueden implementar desde una perspectiva *bottom-up*, donde el regulador o supervisor diseña los escenarios y solicita a las entidades que lleven a cabo sus pruebas de resistencia, para posteriormente agregar dichos resultados y obtener la visión global del sistema. Por otro lado, los autores advierten que existen modelos *top-down* donde el regulador diseña un modelo que representa al conjunto del sistema financiero y analiza su resistencia ante un escenario adverso.

En línea con sus comentarios, está el documento publicado por Pérez Montes & Trucharte Artigas (2013), quienes indican que en la visión *bottom-up* cada banco evalúa su solvencia individual y su capacidad de recuperación bajo el escrutinio de los supervisores microprudenciales, mientras que las pruebas *top-down* son las que llevan a cabo las autoridades macroprudenciales buscando evaluar la capacidad de absorción de pérdidas de un sistema en su conjunto. La misma diferenciación es la que aplica el Fondo Monetario Internacional (International Monetary Found, 2012), donde se indica que el *stress testing top-down* es el que llevan a cabo las autoridades locales o el FMI con información banco a banco, en cambio el *stress testing bottom-up* es el que es llevado a cabo por las propias entidades.

También haciendo referencia a la misma definición, la EBA indica que utiliza un modelo de *stress testing* que es *constrained bottom-up* (European Banking Authority, 2016a, pág. 13), ya que los bancos deben hacer sus propios cálculos de estrés, pero bajo estrictas restricciones que establece la EBA.

Por otro lado, en trabajos como el presentado en el Informe de Estabilidad Financiera de Banco de España (Banco de España, 2013), se enfoca la definición al tipo de datos que se incorporan en el análisis: “...modelos propios del supervisor (*top-down*), y por lo tanto sin la necesidad de descansar en los modelos propios de cada entidad, enriquecido con numerosos elementos granulares (*bottom-up*) al nivel de préstamo...” (Banco de España, 2013, pág. 43).

Alineado con este criterio, Krayn & Day (2013) indican que en los modelos *top-down* las exposiciones son tratadas como un *pool*, en cambio en los modelos *bottom-up* se realizan los análisis a nivel de transacción o a nivel cliente.

También se plantea el mismo criterio en el trabajo publicado por Čihák (2007), donde concretamente especifica:

“There are two main approaches to translating macroeconomic shocks and scenarios into financial sector variables: the “bottom-up” approach, where the impact is estimated using data on individual portfolios, and the “top-down” approach, where the impact is estimated using aggregated data.” (Čihák, 2007, pág. 12)

En función a las cuestiones analizadas para el desarrollo de esta tesis, se propone diferenciar las situaciones entre, si se está haciendo referencia al modelo, o a los datos utilizados. Puede ser que se aplique un modelo *top-down* con datos *bottom-up*, por ejemplo en el caso de un modelo diseñado y calculado por los supervisores, pero utilizando información a nivel transaccional.

En el trabajo que se presentará en el apartado 3.1.3, se hace referencia a un modelo *top-down* en el sentido definido en este último párrafo, independientemente del tipo de dato a incorporar. En este caso, la información a utilizar será también *top-down*, ya que no son datos a nivel de operación o cliente, sino agregada de las entidades. El objetivo perseguido es desarrollar un modelo *top-down* de *reverse stress testing* que pueda ser ajustado y calculado por las autoridades/supervisores con objetivos macroprudenciales.

3.1.2. Metodologías actuales de reverse stress testing

Como se expresó antes en este documento, no existen muchos trabajos publicados sobre modelos de *reverse stress testing*, y la mayoría de los publicados hacen referencia a modelos *bottom-up* a aplicar por las propias entidades financieras y no por los reguladores (ya sean bancos centrales, para análisis más macroeconómicos, o supervisores, para los análisis enfocados en los resultados microeconómicos).

Un trabajo interesante es el comentado en la introducción de esta sección, propuesto por Dridi, EL Ghourabi & Limam (2015), donde aplican una metodología de *Reverse Stress Testing* basada en la combinación de factores de riesgo, para encontrar el peor caso a partir del cual los bancos tunecinos se vuelven insolventes, focalizándose en el riesgo de crédito. Para ello utilizan una metodología propuesta por Wang, Peng & Yang (2013), quienes presentan un método para encontrar el *worst VaR*, a partir de una clase especial de cópula cuando todas las distribuciones marginales son idénticas y tienen una densidad monótona (o cola de distribución monótona).

Cantle, Charmaille, Clarke, & Currie (2013) proponen la utilización de técnicas de mapeo cognitivo para calcular el escenario de stress testing (*reverse stress testing*) del fondo de pensiones de Reino Unido. Uno de los puntos relevantes que señalan, es que el *reverse stress testing* es más un ejercicio cualitativo que cuantitativo, ya que los *Board* de la institución son los que mejor conocen los factores que deben ser considerados en el modelo final, una vez construido el mapa cognitivo.

Kopeliovich, Novosyolov, Satchkov, & Schachter (2013) proponen una metodología para el *reverse stress testing* aplicando la metodología de componentes principales con la ortogonalización de Gram-Schmidt para la determinación de los escenarios que conducen al nivel de pérdida previamente especificado. Basan sus cálculos en la metodología de descomposición del VaR para calcular 5 escenarios plausibles.

McNeil & Smith (2012) proponen una metodología para encontrar la solución al problema de *reverse stress test* a la que llaman “*Most Likely Ruin Event*”.

Por su parte, Papanek (2011) explica brevemente las diferentes metodologías que se pueden aplicar para realizar el *reverse stress testing*. Plantea que se las puede dividir en dos grandes grupos: análisis de sensibilidad, que pueden ser de un factor o de múltiples

factores, y análisis de escenario, que se puede construir en función de datos históricos o por simulación de Montecarlo. En este punto es necesario diferenciar esos dos grupos de metodologías, Holmes Flórez Castaño (2012) plantea esta diferencia expresando que el análisis de sensibilidad

“(..) *permite identificar la vulnerabilidad del sistema ante los cambios en las variables individuales; mide, por tanto, el impacto de un evento particular sobre el conjunto de los mismos. El segundo (análisis de escenarios), por su parte, toma en cuenta las interacciones entre las variables a partir de un modelo macroeconómico (...)*” (Holmes Florez Castaño, 2012, pág. 95)

Grundke & Pliszka (2015) proponen un método cuantitativo para aplicar la metodología de *reverse stress testing* en entidades bancarias expuestas a riesgo de crédito y de tipo de interés, y demuestran cómo se puede calibrar el modelo. Plantean la resolución de la siguiente ecuación, indicando que corresponde al escenario de *reverse stress test* más probable:

$$\operatorname{argmax}_{\omega \in \Omega^*} P(\omega)$$

$$\begin{aligned} \text{Con } \Omega^* &= \{\omega \in \Omega \mid \underbrace{\mathbb{E}[V_E(H)] - \mathbb{E}[V_E(H)|\omega]}_{= \text{pérdida esperada, si ocurre } \omega} + \underbrace{\mathbb{E}[V_E(H)|\omega] - q_{1-\alpha}(V_E(H)|\omega)}_{= \text{VaR}_{\alpha,H}(V_E(H)|\omega)} = B\} \\ &= \{\omega \in \Omega \mid \mathbb{E}[V_E(H)|\omega] - q_{1-\alpha}(V_E(H)|\omega) = B\} \end{aligned}$$

Siendo: Ω^* conjunto de escenarios de *reverse stress test*, ω escenario, Ω conjunto de todos los escenarios, \mathbb{E} valor esperado, $V_E(H)$ valor de mercado del *equity* en H, $V_E(H)|\omega$ valor de mercado del *equity* en H condicionado al escenario ω , B el capital bancario regulatorio.

Adicionalmente especifican que la probabilidad de ocurrencia de un escenario $\omega = (z, x, c_1, \dots, c_p)$ se calcula como $P(z^- < Z < z^+, x^- < X < x^+, c_1^- < C_1 < c_1^+, \dots, c_p^- < C_p < c_p^+)$, donde c_j representa la j-ésima realización del componente principal³⁰.

³⁰ Ya que utilizan la técnica de componentes principales para disminuir el número de factores a incorporar en el escenario. Ver detalles en el apartado 2.4.

Como se puede apreciar en las líneas anteriores, las metodologías publicadas son diversas y difícilmente homogeneizables. Es necesario adaptar el método al contexto al que se desea aplicar el modelo y al tipo de información disponible, no perdiendo de vista el objetivo.

3.1.3. Modelo propuesto para el riesgo de crédito

En la introducción de esta sección se ha hecho referencia a las cópulas; en este apartado se profundizará en su definición justificando la elección del empleo del método estadístico en el modelo que se propone en esta tesis.

Al trabajar con funciones multidimensionales, es decir, distribuciones conjuntas de más de una variable, y buscar realizar proyecciones, se llevarán a cabo tres pasos que se describen a continuación.

Primer paso: proyección de los factores

En primer lugar, es necesario conocer los datos con los que se podrá trabajar (en general será información histórica) respecto a las variables o factores que se deseen incorporar en el modelo. En el modelo propuesto, se trabaja con información histórica sobre la selección de factores realizada en el apartado 2.4.3. El primer paso a considerar en los cálculos es conocer la mejor forma de proyectar los datos disponibles. Para ello se propone trabajar con la información y estimar la proyección con las técnicas de modelización de series de tiempo (Enders, 1995).

En este caso se decidió trabajar con modelos de series autoregresivos (modelos AR), integrados (modelos MA) y/o de media móvil (modelos ARIMA), dado que se pretende diseñar un modelo capaz de predecir una alerta de crisis estando en una situación macroeconómica y principalmente financiera, estable. Si se incorpora *shocks* a través de la modelización de la serie temporal (a través de modelos GARCH o ARCH, por ejemplo), entonces se estaría incorporando un supuesto adicional que podría condicionar la posible identificación de alerta de crisis en situaciones de estabilidad.

Segundo paso: selección de distribución marginal

Una vez obtenidos los datos proyectados, es necesario analizar las estadísticas descriptivas de los datos univariantes, y el posible ajuste de ellos a diferentes distribuciones de probabilidad. Es habitual suponer que los datos se ajustan a distribuciones normales para proceder a los cálculos del tercer paso, como comentan Mendoza Velázquez & Galvanovskis (2014), pero esta simplicidad de cálculos no se condice con la robustez del modelo presentado en esta tesis. Conocer el mejor ajuste de los datos para luego realizar las estimaciones posteriores genera resultados más confiables y estimaciones más robustas.

Para seleccionar la mejor distribución de probabilidades para cada factor, se llevan a cabo dos test de hipótesis: el test de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) para comprobar el ajuste de los datos proyectados a una distribución normal, y el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) (Chakravarti, Laha, & Roy, 1967) probando diferentes distribuciones continuas, dado que el tipo de información con la que se trabaja (factores) son continuos.

Las distribuciones de probabilidad analizadas en cada factor son las siguientes: normal, chi-cuadrado, exponencial, gamma, t-student, uniforme, Weibull y Pareto, según el caso (Sarabia Alegría, Gómez Déniz, & Vázquez Polo, 2007). La selección del mejor ajuste no se basa sólo en los resultados de los test comentados, sino también en la visualización gráfica de los ajustes (evolución temporal, boxplot o Caja de Tukey, histograma y gráfico de puntos) y en el propio conocimiento de la autora sobre el sector financiero español.

En el siguiente paso se calcula la dependencia entre los factores que incorpora el modelo, teniendo en cuenta la proyección realizada en el paso uno y la distribución de probabilidad seleccionada para cada una de dichas proyecciones. Ello se lleva a cabo a través de cópulas, lo que posibilita tener en cuenta la dependencia entre los factores y no acotar el análisis sólo a la interrelación lineal.

Tercer paso: consideración de la dependencia entre las variables

La cópula es un método que permite unir funciones de distribución multivariada a sus funciones de distribución marginal unidimensional (Nelsen, 2006). Es decir, permite

crear una distribución de probabilidad conjunta para dos o más funciones de distribución marginales (Hull, 2006), teniendo en cuenta la dependencia entre las funciones, y no sólo su correlación lineal. Muestra de ello es el trabajo publicado por Feo Cediell (2016), quien muestra que las pérdidas inesperadas sobre los retornos de índices de mercado latinoamericanos calculadas según las metodologías tradicionales, no tienen en cuenta la interrelación entre las variables, lo que se puede ajustar con la estimación de estas interrelaciones a través de cópulas.

Por ello, luego de conocer los datos proyectados según se señaló en el paso uno, y analizar la distribución de probabilidades que mejor se ajusta a esos datos estimados, es necesario calcular la cópula de los datos, para finalmente obtener el resultado final buscado. Este es el escenario de alerta que mayor probabilidad de ocurrencia presenta teniendo en cuenta todos los supuestos comentados.

Para comprender el funcionamiento de las cópulas, se parte de la definición de cópula bivalente (Universidad de Granada, 2017, págs. 1-2):

“Una cópula C , es una función de distribución multivariante cuyas distribuciones marginales se distribuyen uniformemente entre $[0,1]$. En el caso bivalente, $C(\mu, v) = p[U \leq \mu, V \leq v]$ es una función definida en $[0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ que verifica las siguientes tres propiedades:

- $C(\mu, v)$ es una función creciente para cada una de sus componentes.
- $C(\mu, 1) = \mu$ y $C(1, v) = v$.
- $\forall a_1 \leq a_2$ y $\forall b_1 \leq b_2$ $C(a_1, b_1) + C(a_2, b_2) - C(a_1, b_2) - C(a_2, b_1) \geq 0$.”

Esta relación de fórmulas es ampliable a casos multivariantes, como se puede consultar en Cintas del Río (2007), es decir incorporando más variables (más dimensiones) a la función.

Para poder aplicar este método, es importante establecer la relación probabilística entre las cópulas y las funciones de distribución de variables aleatorias. El Teorema de Sklar (Tenney, 2003) establece que las cópulas son funciones de distribución conjunta y a la vez, las funciones de distribución conjunta se pueden reescribir en términos de las marginales y una única subcópula, que a su vez puede extenderse (en general, no de forma única) a una cópula.

Teorema de Sklar (Sklar, 1959):

Sea H una función de distribución n -dimensional con marginales F_1, \dots, F_n . Entonces, existe una cópula n -dimensional C tal que $\forall X \in \bar{\mathbb{R}}^n$,

$$H(x_1 \dots x_n) = C(F_1(x_1), \dots, F_n(x_n))$$

Si F_1, \dots, F_n son todas continuas, entonces C es única, por tanto, está unívocamente determinada sobre $\text{ran}(F_1) \times \dots \times \text{ran}(F_n)$.

Este teorema permite construir las funciones de distribución con marginales de diferente tipo.

Existen diferentes tipos de cópulas y, como señalan Casparri, García Fronti & Bianco (2010), en general no se cumple el supuesto de conocer de antemano el tipo de cópula que describe la estructura de dependencia que existe entre las series de datos a utilizar. Allí se postulan dos criterios de selección de la cópula a escoger sobre un mismo conjunto de datos que se esté analizando. Pero en el caso del modelo que se propone aquí, no es necesario aplicar criterios de selección ya que se centrará en dos grupos de ellas, las arquimedianas y las de valores extremos, que independientemente de las series de datos a incorporar, son las cópulas que cumplen los criterios necesarios en este modelo de *Reverse Stress Testing*, como se justificará a continuación.

Las estructuras de las cópulas arquimedianas permiten reducir el estudio de una cópula multivariante a una única función univariante, y permiten capturar las dependencias en las colas superiores e inferiores de las funciones. Las tres familias de cópulas arquimedianas más utilizadas en el entorno financiero son: cópula de Clayton (es una cópula asimétrica, mostrando mayor dependencia en la cola negativa que en la positiva), cópula de Frank (muestra dependencia en ambas colas, es una cópula radicalmente simétrica) y cópula de Gumbel (es una cópula asimétrica, mostrando mayor dependencia en la cola positiva que en la negativa) (Naifar, 2011).

Las cópulas de valores extremos permiten modelar estructuras multidimensionales de eventos raros (Gudendorf & Segers, 2009). Es decir, permiten construir estructuras de valores extremos multivariantes. La cópula arquimediana de Gumbel es también una cópula de valores extremos. Dado que la cópula de Gumbel es arquimediana y de valores

extremos, se utilizará para realizar las estimaciones del modelo de *reverse stress testing* propuesto.

Es importante destacar las propiedades de esta cópula. En primer lugar, se detallan las propiedades que cumple por ser una cópula arquimediana, y posteriormente se especifican las fórmulas para esta cópula.

Una cópula es arquimediana si su función de distribución se puede escribir de la siguiente manera:

$$C(u_1, \dots, u_n) = \begin{cases} \Phi^{-1}(\Phi(u_1) + \dots + \Phi(u_n)) & \text{si } \sum_{i=1}^n \Phi(u_i) \leq \Phi(0) \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Entonces la función $\Phi : [0, 1] \rightarrow [0, \infty]$ es continua y satisface el siguiente grupo de condiciones:

- $\Phi(1) = 0$
- $\Phi(0) = \infty$
- Para todo $t \in (0, 1)$, $\Phi'(t) < 0$, entonces Φ es decreciente.
- Para todo $t \in (0, 1)$, $\Phi''(t) \geq 0$, entonces Φ es convexa.

A la función $\Phi(t)$ se la llama generador de la cópula, que a su vez satisface las siguientes propiedades:

- Es simétrica, es decir $C(\mu, \nu) = C(\nu, \mu)$ para todo $\mu, \nu \in [0, 1]$.
- Es asociativa, es decir $C(C(\mu, \nu), w) = C(\mu, C(\nu, w))$ para todo $\mu, \nu, w \in [0, 1]$.
- Dada una constante $k > 0$, entonces $k \Phi$ es también generador de C .

Dadas estas propiedades, ya se puede presentar la cópula de Gumbel, la cual tiene las siguientes fórmulas:

- Generador: $\Phi(t) = (-\ln(t))^\theta$ con $\theta \geq 1$
- Primera derivada: $\Phi'(t) = -\theta(\ln t)^{\theta-1} \frac{1}{t}$
- Coeficiente de correlación de Kendall, o tau de Kendall, para un caso bivalente (Genest & MacKay, 1986): $\tau = 1 + 4 \int_0^1 \frac{\Phi(t)}{\Phi'(t)} dt = 1 - \frac{1}{\theta}$

Es importante tener presente que el objeto perseguido en este trabajo es encontrar un modelo que permita identificar las situaciones de riesgo que enfrente el sistema financiero a través de diferentes factores (como se indicó en el apartado 2.4). Estos factores entonces, buscarán identificar los valores extremos, es decir, el momento a partir del cual comienza la cola de la distribución del comportamiento del sistema financiero. Para ello es importante trabajar con datos a nivel agregado, en vez de información a nivel individual de las entidades financieras, ya que se debe considerar la interacción entre los diferentes componentes del sistema.

Por ello, en el siguiente apartado de este capítulo se presentan los resultados obtenidos con la metodología seleccionada y los factores explicados y seleccionados según se indicó en el apartado 2.4 del capítulo anterior.

3.2. Cópula de Gumbel con los factores seleccionados

Para poder llevar a cabo los cálculos necesarios para obtener los resultados del modelo planteado en el apartado anterior, se utilizó el software libre llamado R, dado que como indican Jaramillo-Elorza & Lozano (2014), sus facilidades llevaron a Jun Yan a diseñar el paquete estadístico llamado *copula*, que permite realizar las estimaciones necesarias.

Existen dos formas de realizar las estimaciones de las cópulas en el paquete utilizado; la primera y más sencilla es a través de las funciones *copula*, y la segunda, a través de las funciones *mvdc* (Yan, 2007). Es importante resaltar que las funciones *mvdc* permiten realizar las estimaciones de las cópulas multivariadas a partir de unas distribuciones marginales establecidas, que es lo que pretende modelizarse en esta tesis.

Los pasos a desarrollar para obtener el resultado final son varios, y tienen por objetivo obtener todos los datos a incorporar en la fórmula *mvdc* comentada en el párrafo anterior. Éstos son: la selección del tipo de cópula a utilizar (cuestión detallada en el apartado 3.1.3); análisis de los supuestos que deben cumplir los datos para el tipo de cópula seleccionada; selección del tipo de distribución marginal para cada parámetro y cálculo de los estimadores correspondientes; y finalmente cálculo del parámetro de la cópula, junto con el cual se debe incorporar la dimensión de la cópula, que corresponde al número de factores seleccionados. Toda esta información se incorpora en la fórmula de estimación

para obtener el resultado final. Estos pasos son abordados en los siguientes subapartados de esta sección.

3.2.1. Análisis de supuesto de correlación positiva

Antes de poder avanzar con los cálculos, es importante especificar que en el caso de las cópulas arquimedianas de dimensión mayor a 2, sólo se admiten asociaciones positivas entre las variables (Jaramillo-Elorza & Lozano, 2014, pág. 25). Por ello, en primer lugar es necesario analizar el cumplimiento de esta condición. Para ello se realiza el cálculo de la matriz a través de la tau de Kendall³¹, la cual se presenta en la **Tabla 5**.

Tau de Kendall	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	SI_1_1110	HousePriceIndexG
A20_2200	1	0,019	0,211	-0,048	-0,044
SI_1_128	0,019	1	0,223	0,076	-0,052
SI_1_190	0,211	0,223	1	0,127	-0,059
SI_1_1110	-0,048	0,076	0,127	1	0,032
HousePriceIndexG	-0,044	-0,052	-0,059	0,032	1

Tabla 5: *Matriz de correlación con la Tau de Kendall*

Fuente: Elaboración propia

El primer paso a llevar a cabo para solucionar este problema, es rotar las variables (Patton, 2012), de manera que la relación negativa se convierta en positiva, y esto permita realizar el cálculo de la cópula buscada. Esta metodología, llevada a cabo directamente en el software estadístico seleccionado para realizar los cálculos, permite solucionar el

³¹ Antes de calcular la matriz, se obtuvieron las pseudo-observaciones para llevar a cabo los siguientes cálculos. La explicación sobre este tipo de transformaciones se puede ver en el apartado 3.2.3 de este capítulo.

problema con la variable HousePriceIndexG, pero no completamente, como se puede apreciar en la siguiente matriz de correlaciones de la **Tabla 6**.

Tau de Kendall	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	SI_1_1110	HousePriceIndexG
A20_2200	1	0,019	0,211	-0,048	0,044
SI_1_128	0,019	1	0,223	0,076	0,052
SI_1_190	0,211	0,223	1	0,127	0,059
SI_1_1110	-0,048	0,076	0,127	1	0,032
HousePriceIndexG	0,044	0,052	0,059	0,032	1

Tabla 6: Matriz de correlación con la Tau de Kendall (variable rotada)

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, aún existen relaciones negativas entre la variable SI_1_1110, que muestra los ingresos líquidos del Estado por las recaudaciones asociadas al Impuesto a la Renta de las Personas Físicas (IRPF), y la variable A20_2200, que muestra los préstamos otorgados por las entidades bancarias españolas a compañías de seguros y de planes de pensiones. Para cumplimentar este primer requisito, entonces es necesario analizar si es posible eliminar alguna de las dos variables que genera problemas, de forma experta, teniendo en cuenta un análisis de datos y el conocimiento personal sobre el sistema financiero español. Con la eliminación de una de las variables, se soluciona el requisito del modelo, además de que la eliminación de estas variables genera la obtención de un modelo más sencillo y de cálculo más fácil, según lo comentado en el apartado 2.4.

En primer lugar, se analiza el comportamiento de la variable SI_1_1110 que, como se mencionó antes, hace referencia a la variación interanual de la recaudación por el Ingreso de las Rentas de Personas Físicas (IRPF). Esta variable refleja el nivel de actividad de las personas físicas en España, es decir, del mercado minorista, el mayor afectado en la crisis de este último período ya que muestra los ingresos de los consumidores, como se señaló en el apartado 1.2.1. Esta variable ha sufrido variaciones durante el período de análisis,

muchas de las cuales han correspondido a decisiones políticas que no es posible predecir. Las reformas implementadas hasta 2012 son listadas por Rueda López (2012, págs. 28-30). El **Gráfico 3** muestra la variación a la que se hacía referencia, a lo largo del período de datos considerado en los cálculos (datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016).

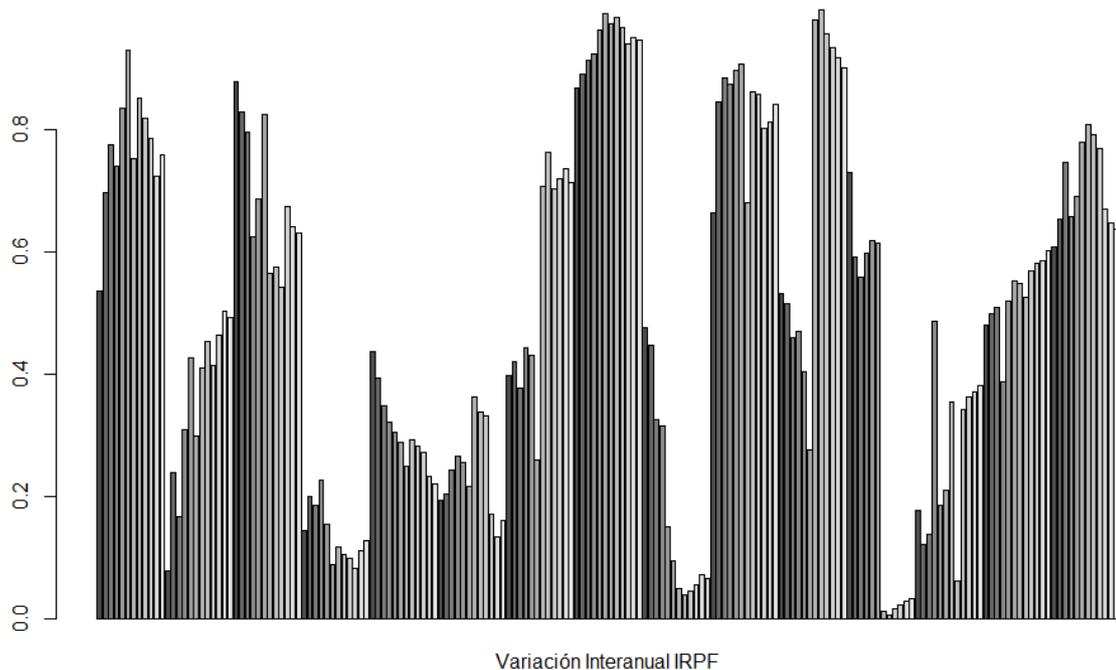


Gráfico 3: Gráfico de barras de la variable SI_1_1110, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. *Fuente:* elaboración propia

La otra variable que se debe analizar es la llamada A20_2200. Su comportamiento en el período de análisis, refleja perfectamente el comportamiento del mercado en el período considerado, mostrando un aumento muy significativo de los préstamos otorgados en los períodos de crisis, alcanzando el pico de actividad entre 2008 y 2010, y la disminución de los préstamos otorgados a medida que se mejoraba la credibilidad en el sistema financiero español - a partir de 2011-, como se puede apreciar en el **Gráfico 4**.

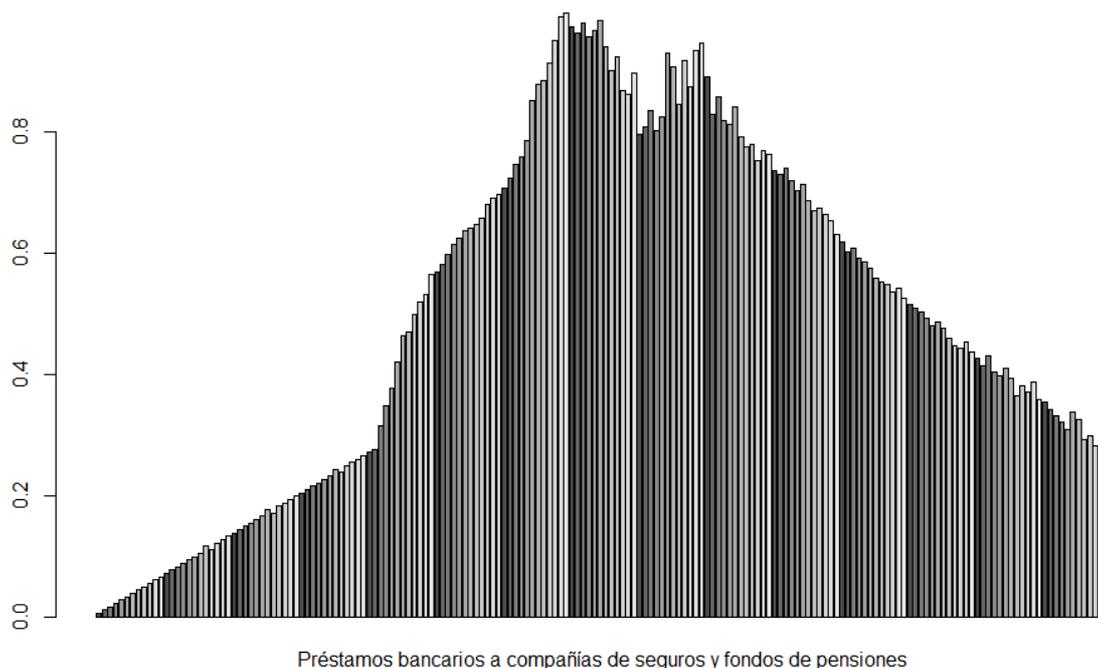


Gráfico 4: Gráfico de barras de la variable A20_2200, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. *Fuente:* elaboración propia

Si bien conceptualmente se podría considerar que la variable SI_1_1110 reflejaría mejor la realidad del sistema financiero por hacer referencia a recaudación impositiva, los datos muestran que la realidad es muy diferente. Esto fortalece la idea que previamente se ha planteado, mostrando que su variación está en función de cuestiones no modelizables, sino a cuestiones políticas que varían con los gobiernos. Esta situación genera que se haya decidido extraer del modelo esta variable, lo que podría interpretarse como una acotación de la información en el modelo propuesto. Pero es necesario tener en cuenta la cultura popular de la sociedad española de querer tener la casa propia (García Montalvo, 2008). El bienestar de las personas físicas estaría representado en la variable que muestra el crecimiento del precio de las viviendas, ya que ésta es la manera en que lo expresan las clases medias españolas. Cuando hay un *boom* económico, éste se refleja en el aumento en la industria de la construcción de viviendas dirigido a ellas.

El siguiente paso es comprobar nuevamente el cumplimiento de la correlación positiva entre las variables restantes. El resultado de esta comprobación, a través del cálculo de la matriz de correlación con la Tau de Kendall, se muestra en la **Tabla 7**.

Tau de Kendall	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
A20_2200	1	0,019	0,211	0,044
SI_1_128	0,019	1	0,223	0,052
SI_1_190	0,211	0,223	1	0,059
HousePriceIndexG	0,044	0,052	0,059	1

Tabla 7: *Matriz de correlación con la Tau de Kendall (variables finales)*
Fuente: Elaboración propia.

El problema identificado ya está solucionado; el modelo final entonces estará construido con las siguientes variables mostradas en la **Tabla 8**.

Nombre	Descripción
A20_2200	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE COMPAÑÍAS DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES
SI_1_128	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). EXPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO. IMPORTE EN ESPAÑA. TOTAL. TOTAL. DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS.
SI_1_190	IPC DE ENERGÍA EN ESPAÑA
HousePriceIndexG	STOCK PRICE INDEX GROWTH

Tabla 8: *Variables seleccionadas*
Fuente: Elaboración propia.

Es decir, una variable micro (ver apartado 2.4), que refleja los movimientos en el nivel de préstamos otorgados a las compañías de seguros y fondos de pensiones, lo que permite ver reflejado el nivel de inversiones que este tipo de empresas están dispuestas a afrontar según la perspectiva económica que exista en el sector, y tres variables macro (ver apartado 2.4), una reflejando la fortaleza de España en comercializar con otros países y mejorar su balanza de pagos, el segundo que refleja el nivel de actividad industrial a través de los precios de la energía, y el tercero que muestra el movimiento de los precios de las viviendas, factor que ha influido mucho en la última crisis.

Una vez seleccionadas las variables, es necesario conocer su comportamiento para poder inferir su distribución. Para ello, en el siguiente apartado se analiza cada uno de los factores seleccionados y sus principales características, para poder ajustar los datos a una función de distribución en cada caso.

3.2.2. Selección de distribuciones marginales

Como se consignó en el apartado 3.1.3, para obtener el resultado final de la cópula, es necesario definir la distribución marginal de los factores incorporados al modelo para aplicar el Teorema de Sklar.

La metodología que se propone para este análisis se realiza en tres pasos: primero se calculan las principales características y se visualiza el comportamiento de cada una de las cuatro variables finalmente seleccionadas (ver apartado anterior); en segundo término se proyectan los datos a través de series temporales; por último se selecciona la distribución que mejor se adapte a los datos proyectados.

El primer paso consiste en calcular las principales estadísticas descriptivas de las variables, y graficar la evolución histórica, el histograma, boxplot y su gráfico de puntos.

Respecto al segundo paso, y dado que los datos disponibles son mensuales desde el año 2002, entonces se realiza el análisis del modelo de series de tiempo que mejor se adapta a cada variable para proyectarla. Se decidió utilizar los datos desde 2002 a 2006 para proyectar aquellos que son previos a la crisis y comprobar si el modelo propuesto hubiese sido capaz de identificar con antelación la última gran crisis financiera. Se proyectan 3 años en cada variable, adaptándose al horizonte temporal mayormente utilizado para los análisis de *stress test* europeos (ver apartado 1.2.3).

En relación al tercer paso, se calculó, como se mencionó en el apartado anterior, en primer lugar el test Shapiro-Wilk y posteriormente el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Luego se obtuvo los Q-Q Plot de 4 de las distribuciones para cada variables, para finalmente seleccionar el mejor ajuste.

A continuación se presentan los análisis y test correspondientes para cada variable, junto con la proyección final y la distribución de probabilidades seleccionada para incorporar en el cálculo de la cópula.

Variable A20_2200: Préstamos

Las principales estadísticas descriptivas de las variables permiten conocer algunas de sus características. Por esta razón se emplean para decidir la función de distribución que mejor se adapta a los datos, incluyendo mínimo, máximo, primer percentil, tercer percentil, media y mediana.

A20_2200	
Min.	: 630.224
1st Qu.:	1.160.394
Median	: 1.441.702
Mean	: 1.417.266
3rd Qu.:	1.816.158
Max.	: 1.896.910

Figura 1: Estadísticas descriptivas de la variable A20_2200

Visualización gráfica de los datos originales

Para conocer gráficamente los datos y poder interpretarlos, se presentarán los de evolución temporal, boxplot o Caja de Tukey, histograma y gráfico de puntos. Visualizar el comportamiento de cada una de las variables permitirá tener una primera impresión sobre la posible distribución de probabilidades que mejor se ajustará a los datos proyectados.

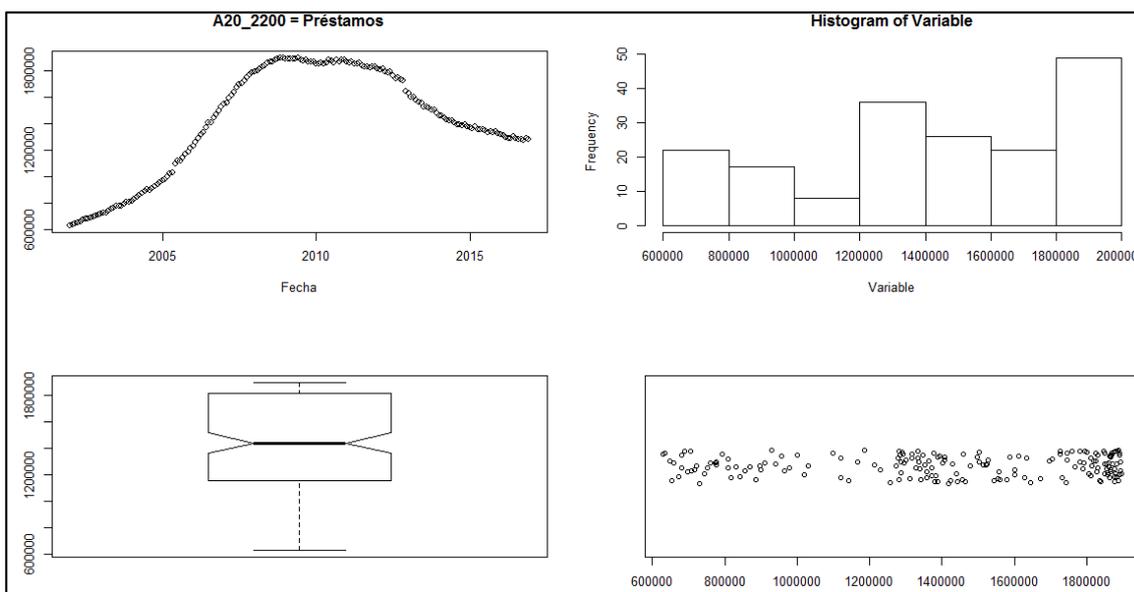


Gráfico 5: Comportamiento de la variables A20_2200, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. *Fuente:* elaboración propia

Claramente se puede observar que esta variable ha tenido un gran crecimiento durante la crisis. Es importante recordar que estos datos corresponden al volumen de préstamos que las entidades bancarias españolas han otorgado a compañías de seguros y pensiones (ver Apéndice 1). Según comenta Harrington (2009), las aseguradoras en su mayoría han estado sobrecapitalizadas, es decir, constituyen más capital del que se les exige por regulación. Esto hace que sean empresas atractivas para los bancos ya que tienen menor riesgo de crédito. Además, durante la crisis española, los seguros de vida aumentaron considerablemente (Arechederra, 2012), situación que aprovecharon las entidades bancarias para consolidarse también en dicho sector, y otorgar más préstamos a este tipo de empresas, ya que estaban siendo más solventes que el resto de posibles clientes.

Proyección de datos

En este apartado se muestran los detalles de la serie temporal, separada en 4 subgráficos: 1) datos observados, 2) tendencia, 3) componente estacional (estacionalidad), y 4) datos irregulares (residuos), utilizando promedios móviles.

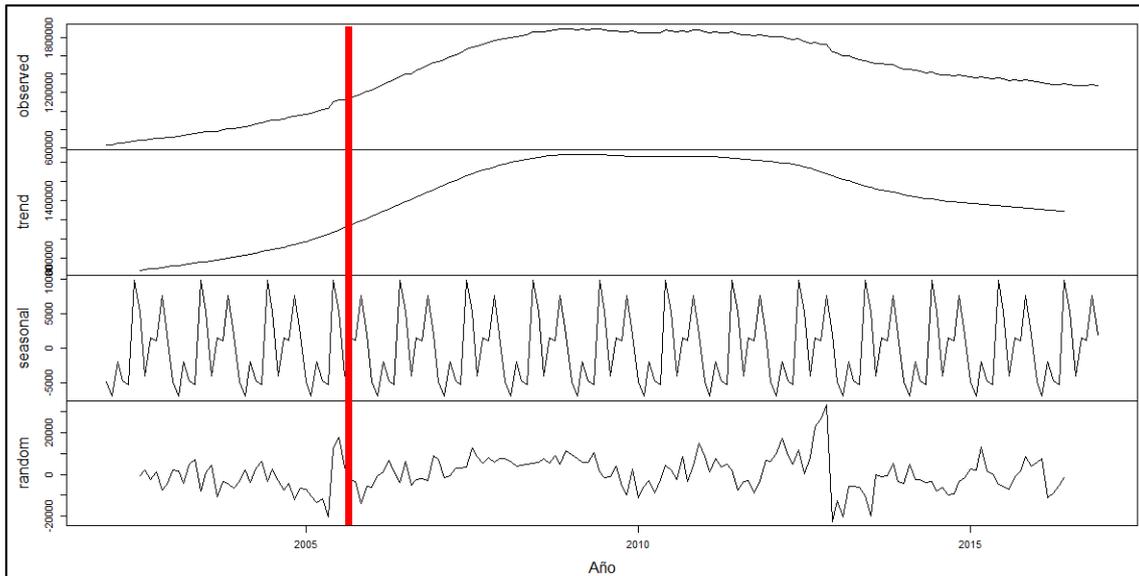


Gráfico 6: Descomposición de la serie temporal A20_2200, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016³². Fuente: elaboración propia

A continuación se presentan los mismos gráficos pero con los datos acotados al período temporal utilizado en los cálculos (2002 a 2006).

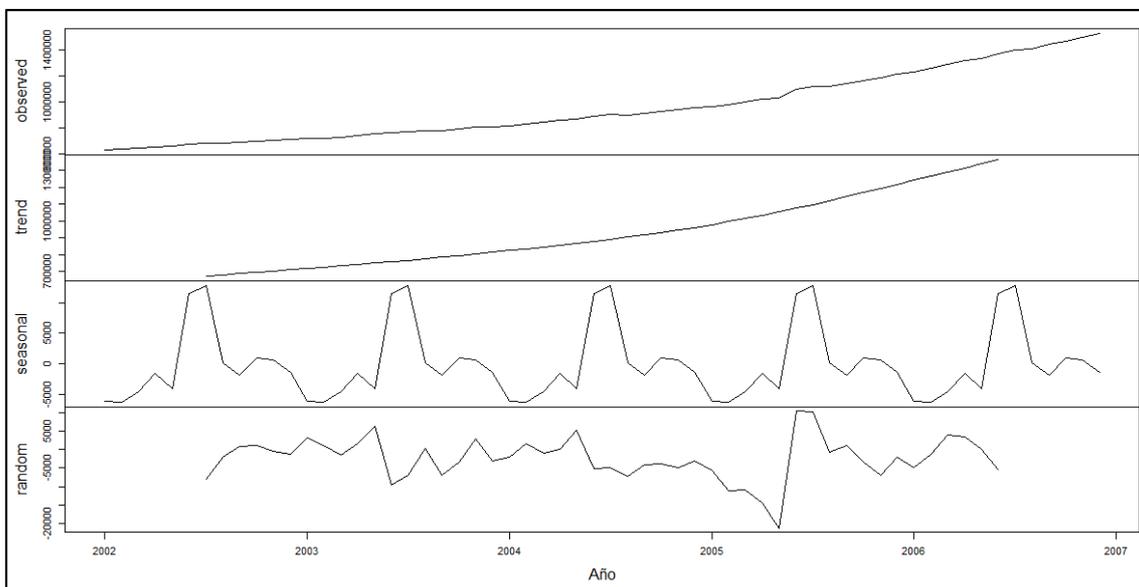


Gráfico 7: Descomposición de la serie temporal A20_2200, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2006. Fuente: elaboración propia

³² La línea roja del **Gráfico 6** muestra la fecha de corte definida para realizar la proyección.

El siguiente paso es comprobar, a través del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), la existencia de raíz unitaria, lo que indicaría que es necesario desestacionalizar la serie (Enders, 1995). El resultado es el mostrado en la **Figura 1**.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: param20$A20_2200
Dickey-Fuller = 0.83382, Lag order = 3, p-value = 0.99
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 1: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos de la variable A20_2200

En este caso es necesario transformar la variable para quitarle tendencia y estacionalidad (recordar que se está trabajando con los datos hasta 2006, por eso en el **Gráfico 7** se puede comprobar claramente la tendencia existente).

Luego de transformar la variable, en este caso a través de ecuaciones en diferencia, se vuelve a comprobar la existencia de raíz unitaria con el test, y el problema se ha solucionado.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: dif1.x
Dickey-Fuller = -4.4034, Lag order = 3, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 2: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos desestacionalizados de la variable A20_2200 transformados (dif1.x)

Una vez desestacionalizada, se comprueban los gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial sobre los datos corregidos.

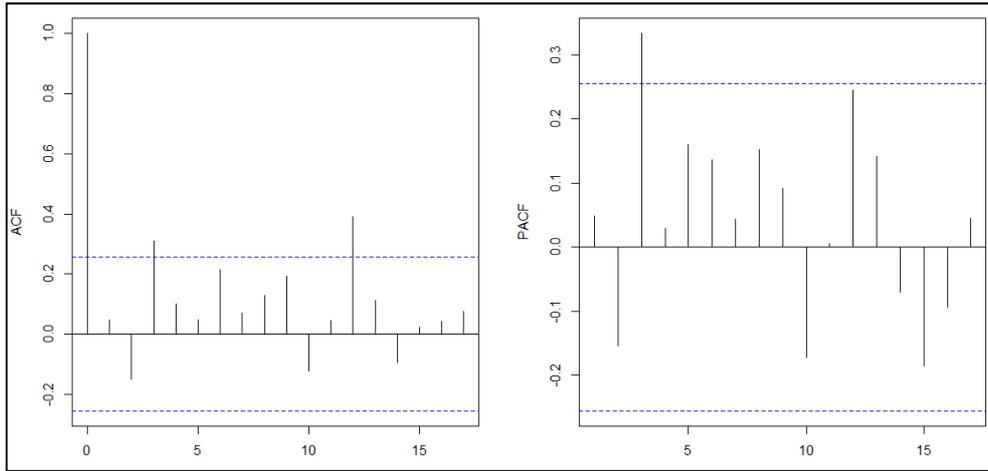


Gráfico 8: Autocorrelación y autocorrelación parcial de la variable A20_2200 desestacionalizada y sin tendencia. *Fuente:* elaboración propia

Basándonos en la información gráfica, combinada con los resultados del criterio de Akaike, se selecciona una función $AR(1)^{33}$ para proyectar esta variable.

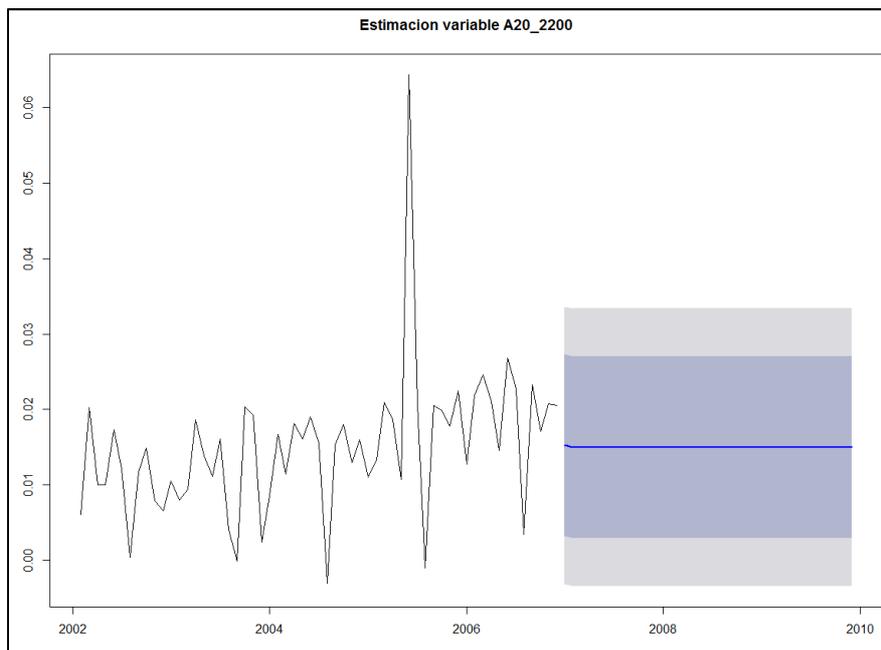


Gráfico 9: Valores proyectados a 3 años para la variable A20_2200.

Fuente: elaboración propia

³³ Se ha valorado entre 8 y 10 series para cada variable, incluyendo el modelo recomendado por el paquete estadístico “forecast” del software R, que tiene una función llamada auto.arima que selecciona el mejor modelo ARIMA basándose en los criterios AIC, AICc y/o BIC. Se considera que los datos se ajustan mejor a un modelo autoregresivo de orden 1 en vez del recomendado por el sistema, que en este caso era un SARIMA(0,0,0)(1,1,0)¹².

Posteriormente se realiza dicha proyección teniendo en cuenta las transformaciones realizadas sobre la variable para obtener los resultados finales.

Selección de función de distribución marginal

En el caso de esta variable, el resultado del primer test se muestra en la **Figura 3**.

```
Shapiro-wilk normality test
data: P95_v1
W = 0.93874, p-value = 0.04643
```

Figura 3: Resultado del test de Shapiro-Wilk para los datos proyectados de la variable A20_2200

Ello sugiere que no hay evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis nula, por lo cual se llevará a cabo el ajuste a una distribución normal. La misma conclusión se alcanza al analizar los resultados del test K-S, mostrado en la **Figura 4**.

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: P95_v1
D+ = 0.099476, p-value = 0.4603
alternative hypothesis: the CDF of x lies above the null hypothesis
```

Figura 4: Resultado del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para los datos proyectados de la variable A20_2200

Los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) se han forzado a la cola máxima de esta variable. Se seleccionó la mayor (*greater*) porque esta variable informa el volumen de préstamos otorgados por el sistema financiero a compañías de seguros. Se ha visto en el **Gráfico 5**, que en épocas de crisis esta variable crece de una manera

desproporcionada, por lo que un aumento considerable de ella podría estar reflejando un acercamiento a una nueva crisis.

Para confirmar la elección, analizo los QQ-Plot de diferentes distribuciones:

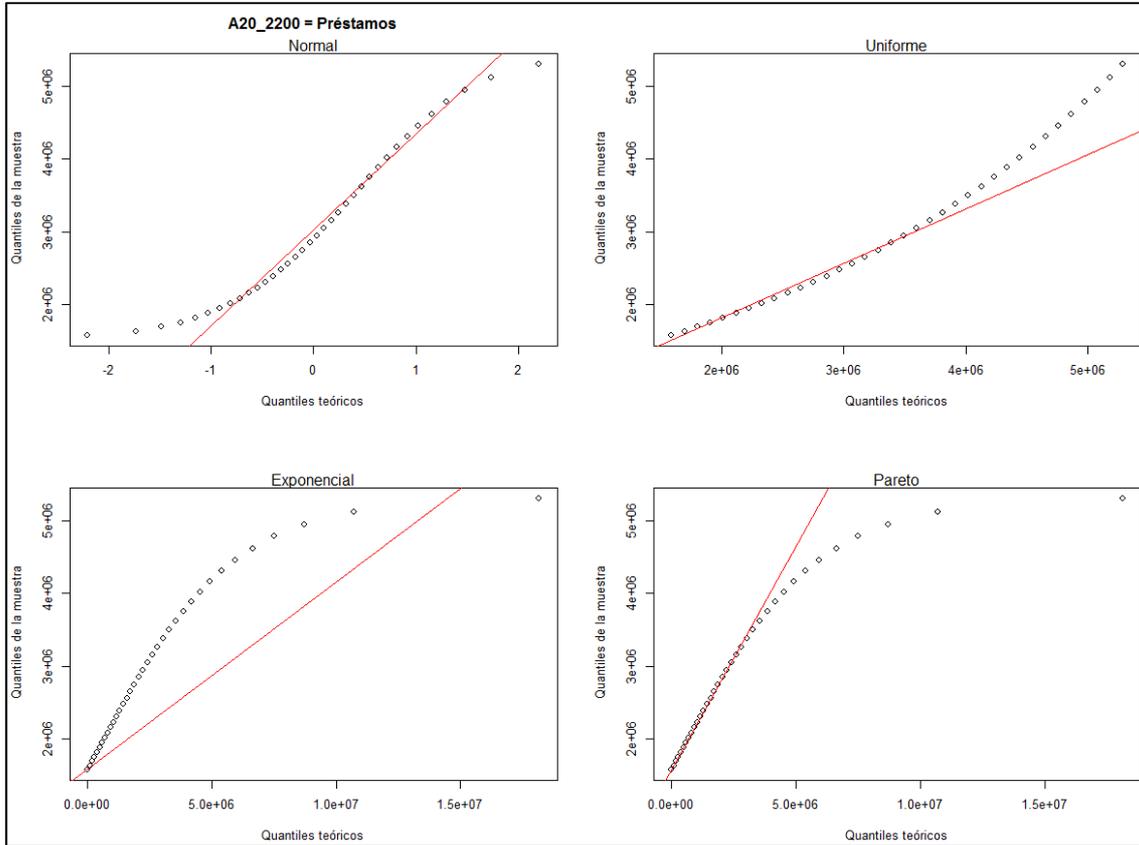


Gráfico 10: QQ-plot de la variables A20_2200 sobre distribuciones Normal, Uniforme, Exponencial y Pareto. *Fuente:* elaboración propia

En estos gráficos se puede ver que la distribución tiene colas pesadas; a pesar de ello se decide ajustar a una distribución normal porque los test analizados sugieren que esto es posible.

Teniendo en cuenta las conclusiones sobre los gráficos observados y el resultado del test K-S, se decide que su distribución marginal corresponde a una distribución Normal:

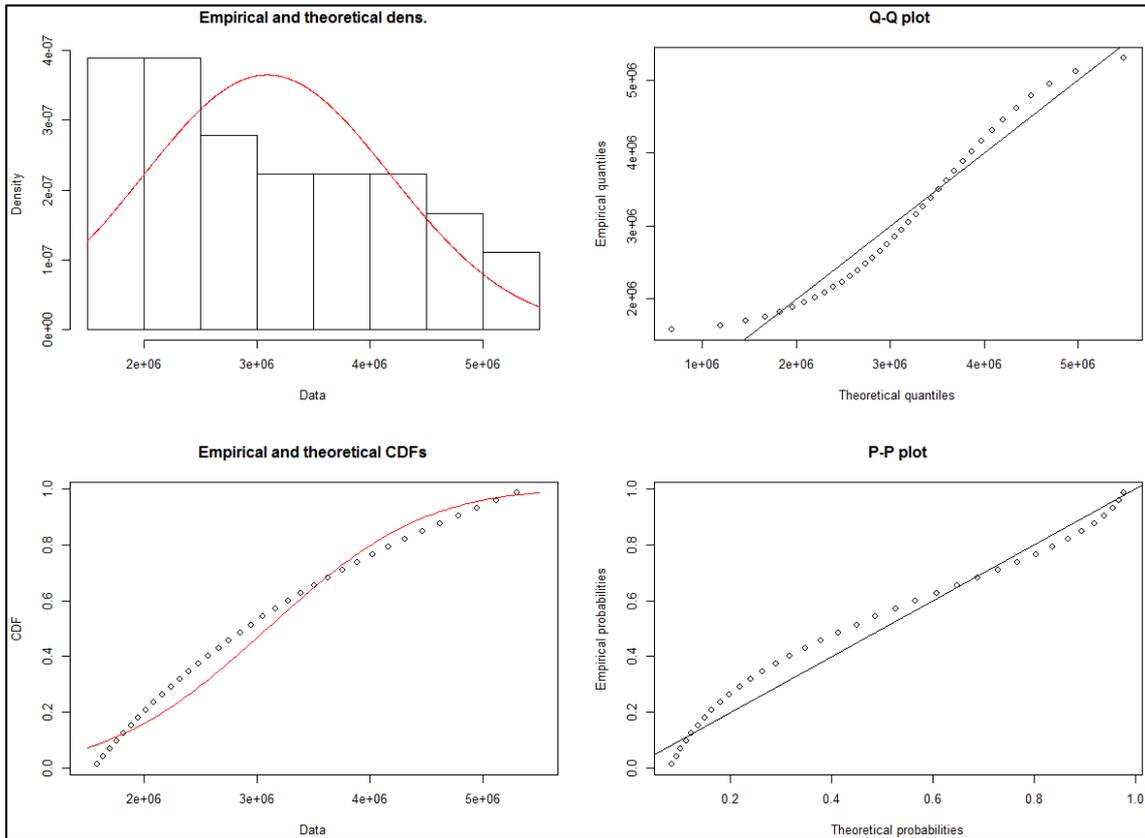


Gráfico 11: Ajuste de la distribución empírica a la distribución teórica para la variable A20_2200.
Fuente: elaboración propia

Los parámetros de esta variable que deben ser incorporados en el cálculo de la cópula son los mostrados en la **Figura 5**.

mean	sd
3085944	1093443

Figura 5: Parámetros de la distribución seleccionada para los datos proyectados de la variable A20_2200

Variable SI_1_128: Comercio exterior – exportaciones de bienes

Los datos descriptivos de esta variable son los incorporados en la **Figura 6**.

SI_1_128	
Min.	:-22.4900
1st Qu.:	-0.1825
Median :	4.9650
Mean :	4.2084
3rd Qu.:	8.7325
Max.	: 24.6600

Figura 6: Estadísticas descriptivas de la variable SI_1_128

Visualización gráfica de los datos originales

Nuevamente se presentan los gráficos: evolución temporal, boxplot o Caja de Tukey, histograma y gráfico de puntos para esta variable.

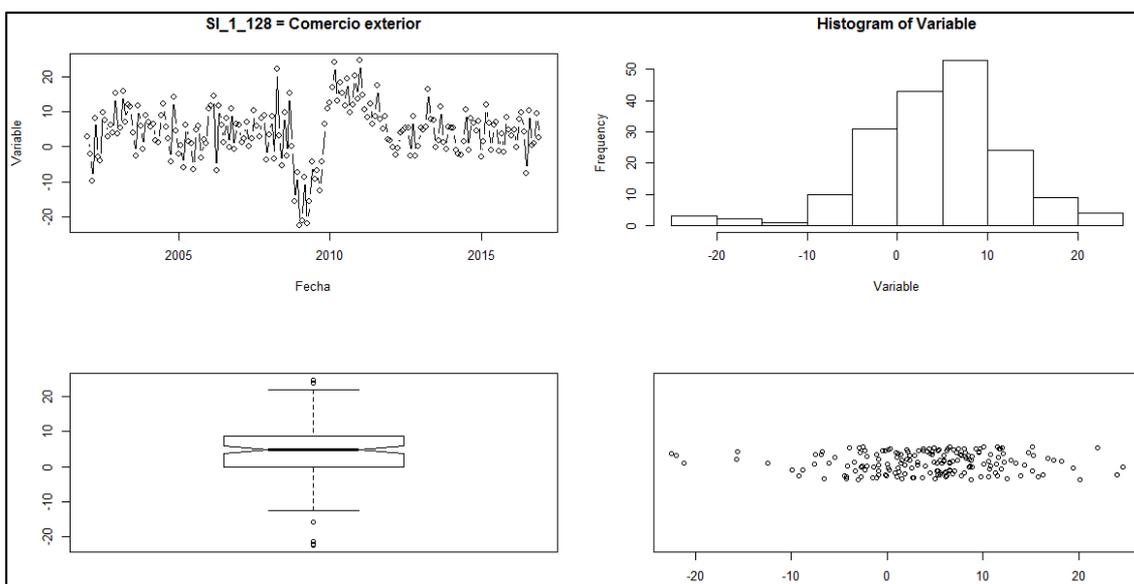


Gráfico 12: Comportamiento de la variable SI_1_128, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. Fuente: elaboración propia

Se puede ver que la misma ha tenido un gran descenso durante la crisis. Es importante recordar que estos datos corresponden al volumen de exportaciones realizadas por España. Dado que la última crisis ha sido a nivel mundial, es lógico pensar que la demanda global ha disminuido (no sólo la demanda interna sino también la externa).

Proyección de datos

A continuación se presentan los mismos gráficos sobre descomposición de series temporales que fueron realizados con la variable anterior³⁴, pero en este caso con los datos acotados al período temporal que se emplean en los cálculos.

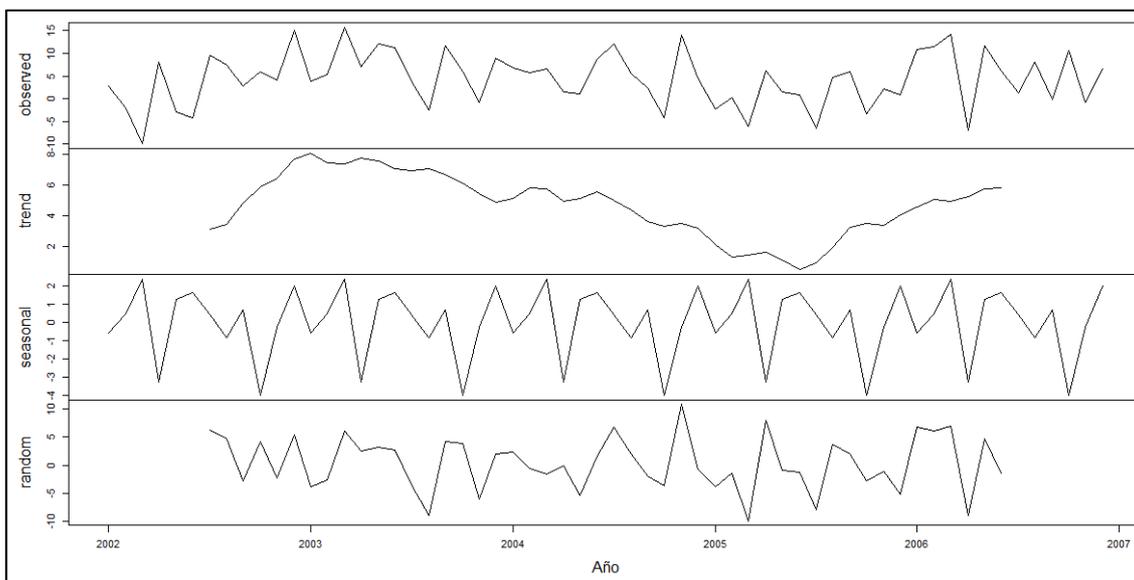


Gráfico 13: Descomposición de la serie temporal SI_1_128, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2006. *Fuente:* elaboración propia

En esta variable, el test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), también muestra la necesidad de realizar transformaciones sobre la variable. En este caso no es por existencia de tendencia, como en la variable anterior, sino por estacionalidad. El resultado es el presentado en la **Figura 7**.

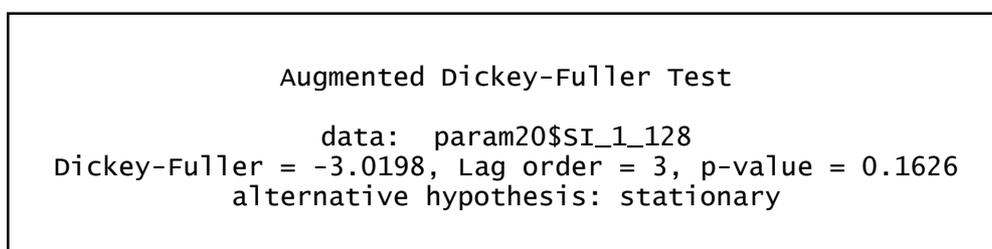


Figura 7: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos de la variable SI_1_128

³⁴ Datos observados, tendencia, componente estacional (estacionalidad), y datos irregulares (residuos), utilizando promedios móviles.

Luego de transformar la variable, se vuelve a comprobar la existencia de raíz unitaria con el test, y el problema se ha solucionado.

```
Augmented Dickey-Fuller Test  
  
data: dif12.dif1.x2  
Dickey-Fuller = -7.2456, Lag order = 3, p-value = 0.01  
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 8: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos desestacionalizados de la variable SI_1_128 transformados (dif12.dif1.x2)

Una vez desestacionalizada, se comprueban los gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial sobre los datos corregidos.

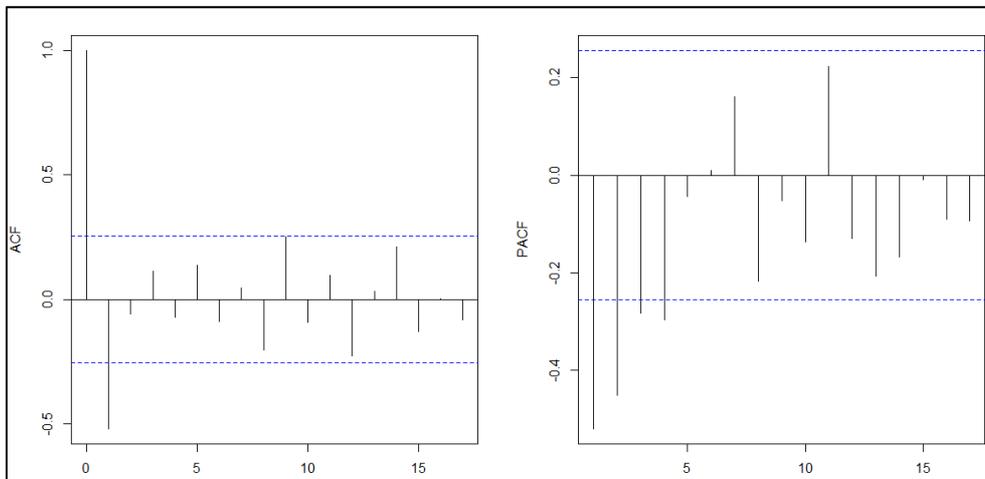


Gráfico 14: Autocorrelación y autocorrelación parcial de la variable SI_1_128 desestacionalizada y sin tendencia. *Fuente:* elaboración propia

A partir de la información gráfica³⁵, combinada con los resultados del criterio de Akaike, se selecciona una función MA(1) para proyectar esta variable³⁶, teniendo en cuenta las transformaciones realizadas sobre la variable para obtener los resultados finales.

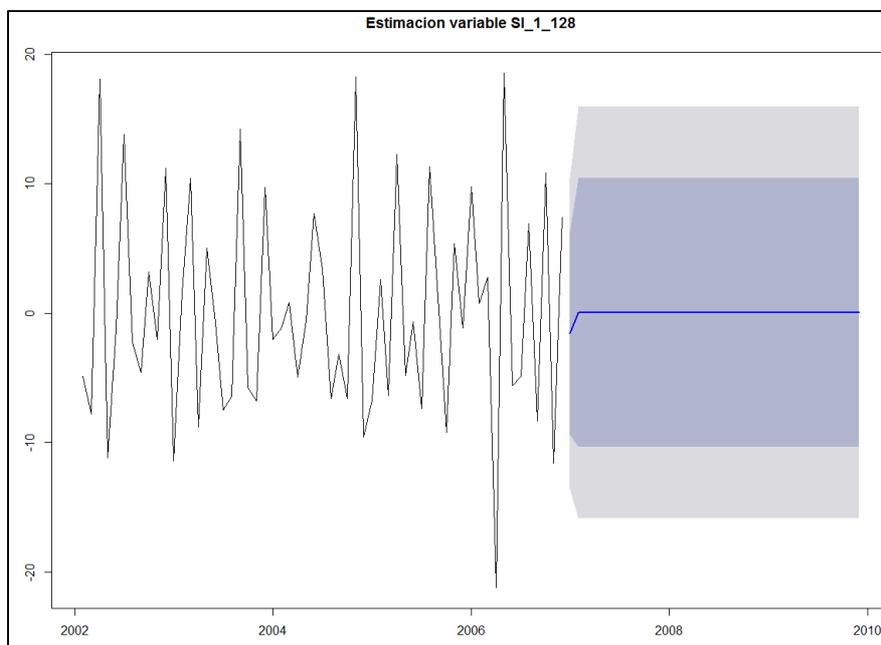


Gráfico 15: Valores proyectados a 3 años para la variable SI_1_128. Fuente: elaboración propia

Selección de función de distribución marginal

En el caso de esta variable, el resultado del primer test se muestra en la **Figura 9**.

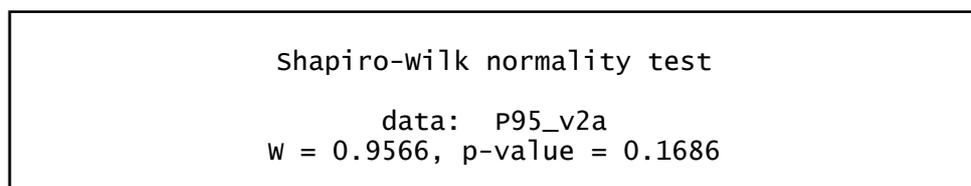


Figura 9: Resultado del test de Shapiro-Wilk para los datos proyectados de la variable SI_1_128

³⁵ Según se indicó en el apartado 3.1.3, Enders (Enders, 1995) señala que en este tipo de series no sería correcto suponer homocedasticidad en la serie, es decir que la variación es constante, ya que las series económicas como esta, suelen presentar *shocks* que debe ser incorporados en la estimación a través de, por ejemplo, modelos ARCH o GARCH. Pero el objetivo es encontrar un modelo que permita predecir grandes *shocks* capaces de generar una crisis. Si se incorpora esa información a la estimación, se estaría sesgando los resultados. En el modelo se supone que el período anterior es de estabilidad, con varianza constante.

³⁶ Se considera que era mejor un ajuste a un modelo de medias móviles de orden 1, MA(1), que a la recomendada por el sistema, que era una SARIMA(0,0,2)(0,0,1)₁₂.

Lo que sugiere que no hay evidencia suficiente como para rechazar la hipótesis nula. La misma conclusión se alcanza al analizar los resultados del test K-S, como se puede ver en la **Figura 10**.

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: P95_v2a
D = 0.071164, p-value = 0.9871
alternative hypothesis: two-sided
```

Figura 10: Resultado del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con una distribución normal ajustada a los datos proyectados de la variable SI_1_128

A continuación se analiza los QQ-Plot de diferentes distribuciones (**Gráfico 16**), y los test K-S para poder decidir la distribución de probabilidades teórica³⁷ que mejor se ajuste a los datos.

El resultado del test K-S para una distribución uniforme es el mostrado en la **Figura 11**.

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: P95_v2a
D = 0.027778, p-value = 1
alternative hypothesis: two-sided
```

Figura 11: Resultado del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con una distribución uniforme ajustada a los datos proyectados de la variable SI_1_128

³⁷ Ver lista de distribución analizadas en el apartado 3.1.3.

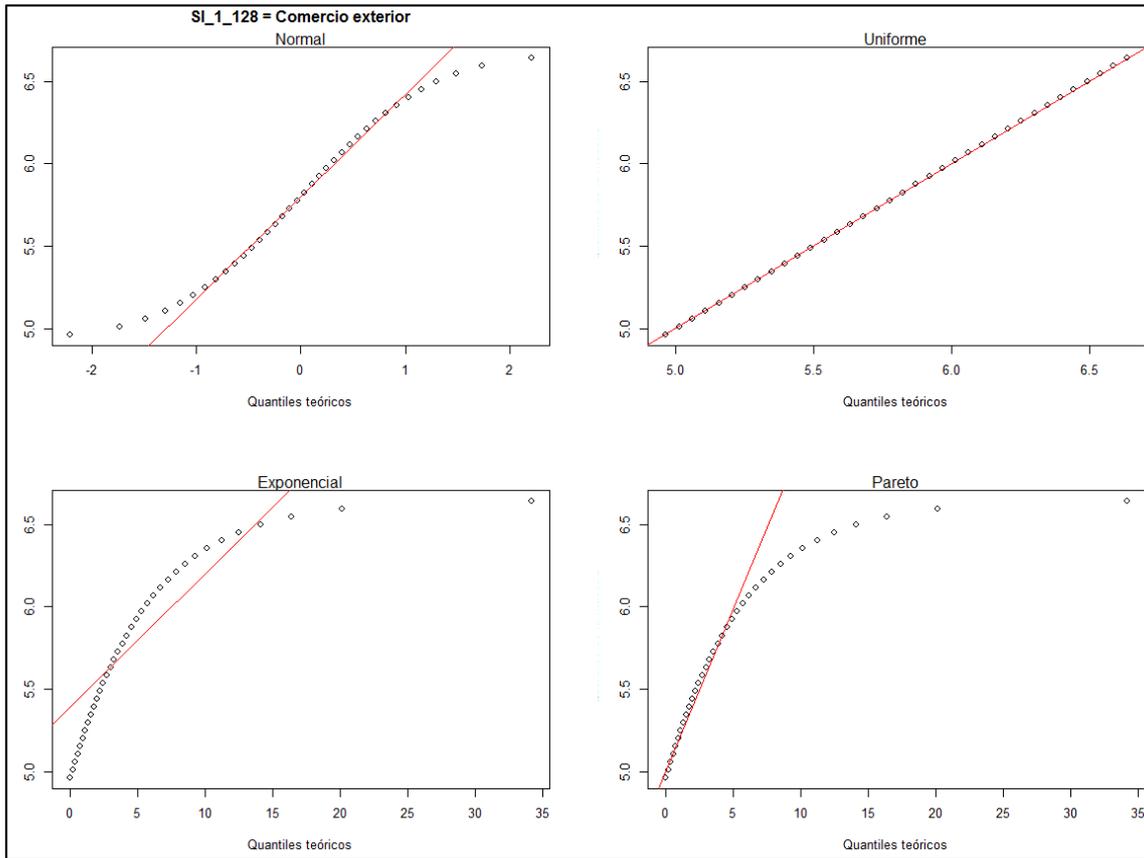


Gráfico 16: QQ-plot de la variables SI_1_128 sobre distribuciones Normal, Uniforme, Exponencial y Pareto. Fuente: elaboración propia

Debido a la información recabada sobre las características de la variable, y a los ajustes observados en los QQ-plot del **Gráfico 16**, se considera que el mejor ajuste es el que se obtiene a través de una distribución uniforme. Entonces, se decide que su distribución marginal corresponde a una distribución Uniforme.

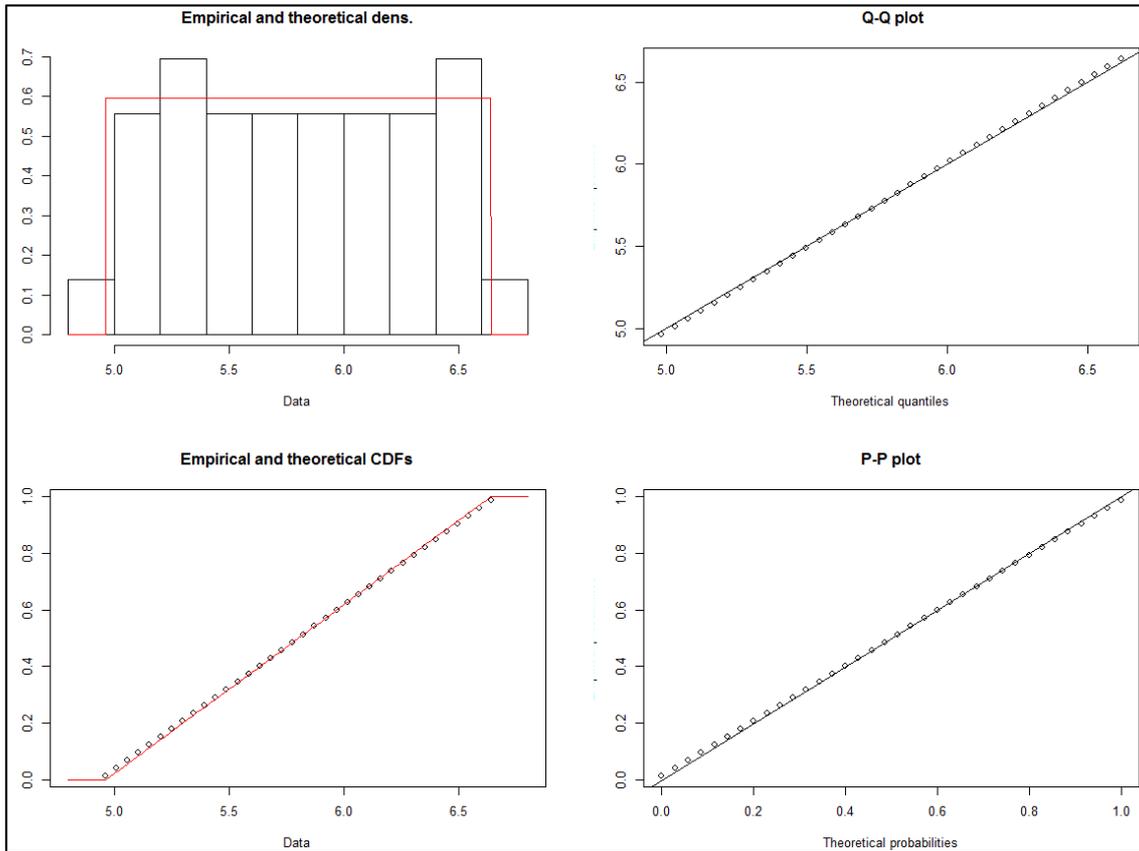


Gráfico 17: Ajuste de la distribución empírica a la distribución teórica para la variable SI_1_128. *Fuente:* elaboración propia

Los parámetros de esta variable que deben ser incorporados en el cálculo de la cópula son los indicados en la **Figura 12**.

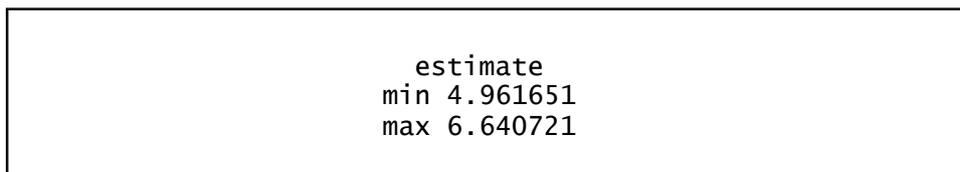


Figura 12: Parámetros de la distribución seleccionada para los datos proyectados de la variable SI_1_128

Variable SI_1_190: IPC de energía

La tercera variable del modelo es la que hace referencia al precio de la energía consumida en España a lo largo del período de análisis. A continuación se puede ver el comportamiento de esta variable y sus principales características.

SI_1_190	
Min.	:-15.90
1st Qu.:	-1.90
Median :	2.60
Mean :	3.21
3rd Qu.:	10.75
Max.	: 21.40

Figura 13: Estadísticas descriptivas de la variable SI_1_190

Visualización gráfica de los datos originales

En el caso de esta nueva variable, los gráficos de la evolución temporal, boxplot o Caja de Tukey, histograma y gráfico de puntos son los presentados en el **Gráfico 18**.

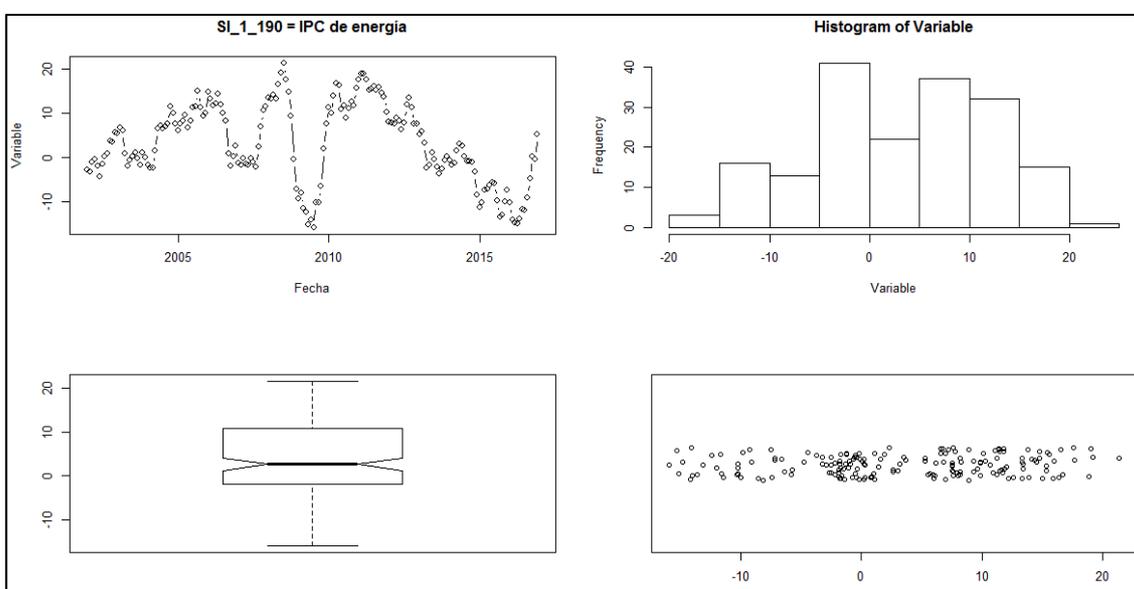


Gráfico 18: Comportamiento de la variables SI_1_190, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. Fuente: elaboración propia

Esta variable, que muestra la evolución del Índice de Precios al Consumo en la energía (IPC de energía) también ha tenido un gran descenso durante la crisis. Esta situación denota la baja en la demanda de energía a nivel nacional, lo que genera una disminución de precios por la interacción de la oferta y la demanda. El gran crecimiento de la demanda (y por consiguiente del precio de la energía) durante el período anterior a la crisis, provocó el sobredimensionamiento del sector, lo que lo ha llevado a tener que afrontar grandes problemas durante la crisis. Una clara explicación sobre la energía y su

sobredimensionamiento se puede consultar en el libro de Giulio & Vives (2008, pág. 82). Allí se advierte que en el año 2005 se liberalizó el sector, lo que permitió el ingreso de nuevos competidores en el mercado intentando evitar las características del oligopolio colusorio (Samuelson & Nordhaus, 1993, pág. 219).

Proyección de datos

Los siguientes gráficos muestran la descomposición de la serie temporal de esta variable con los datos acotados al período temporal que se utiliza en los cálculos.

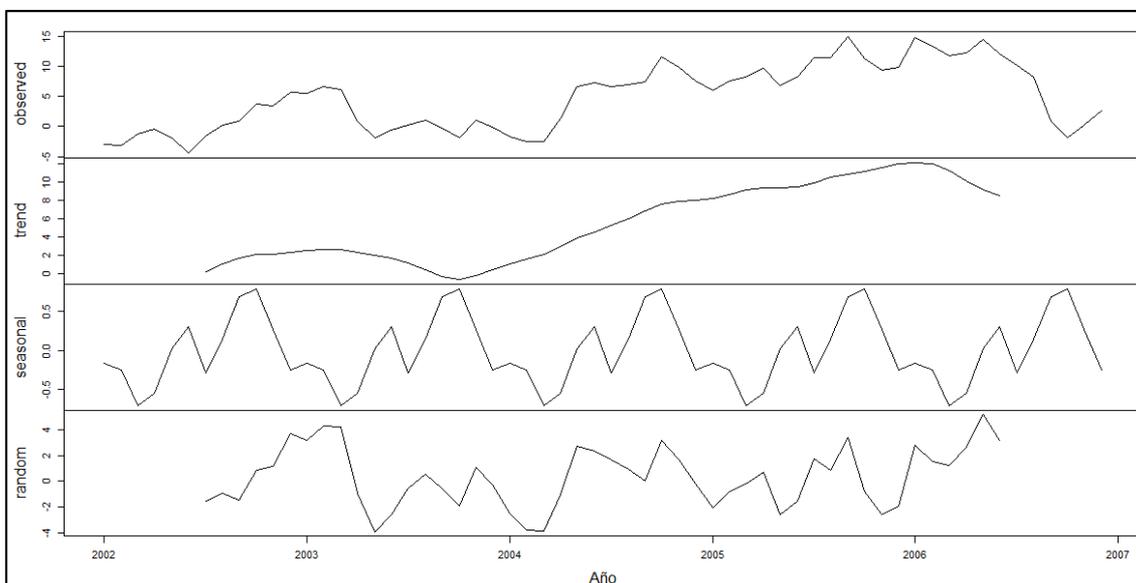


Gráfico 19: Descomposición de la serie temporal SI_1_190, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2006. *Fuente:* elaboración propia

En esta variable, el test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), también muestra la necesidad de realizar transformaciones sobre ella. El resultado es el mostrado en la **Figura 14**.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: param20$SI_1_190
Dickey-Fuller = -1.532, Lag order = 3, p-value = 0.7639
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 14: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos de la variable SI_1_190

Una vez transformada la variable para quitarle la tendencia y estacionalidad, se vuelve a comprobar la existencia de raíz unitaria con el test, y el problema se ha solucionado.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: dif12.dif1.x3
Dickey-Fuller = -6.0953, Lag order = 3, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 15: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos desestacionalizados de la variable SI_1_190 transformados (dif12.dif1.x3)

Una vez desestacionalizada, se comprueban los gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial sobre los datos corregidos.

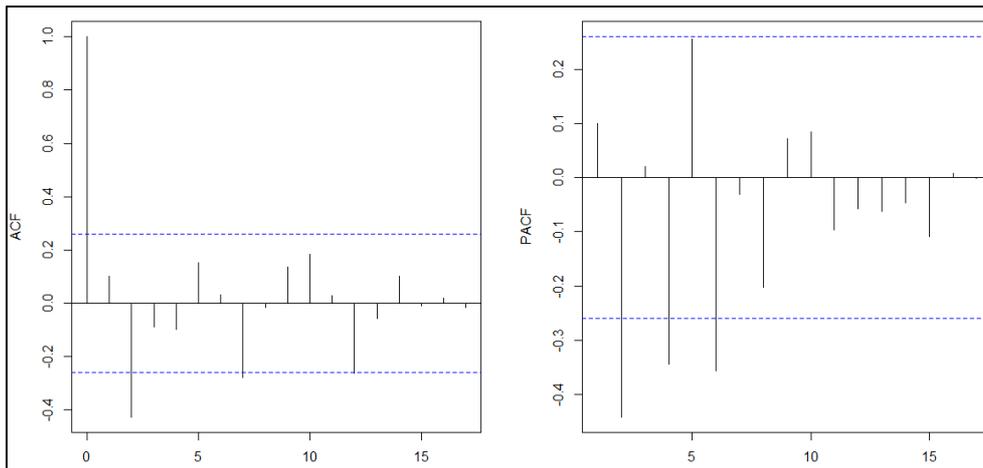


Gráfico 20: Autocorrelación y autocorrelación parcial de la variable SI_1_190 desestacionalizada y sin tendencia. *Fuente:* elaboración propia

A partir de la información gráfica, combinada con los resultados del criterio de Akaike, y la recomendación obtenida por los cálculos del software, se selecciona una función SARIMA (0,0,0) (1,0,0)₁₂ para proyectar esta variable³⁸, teniendo en cuenta las transformaciones realizadas sobre la variable para obtener los resultados finales.

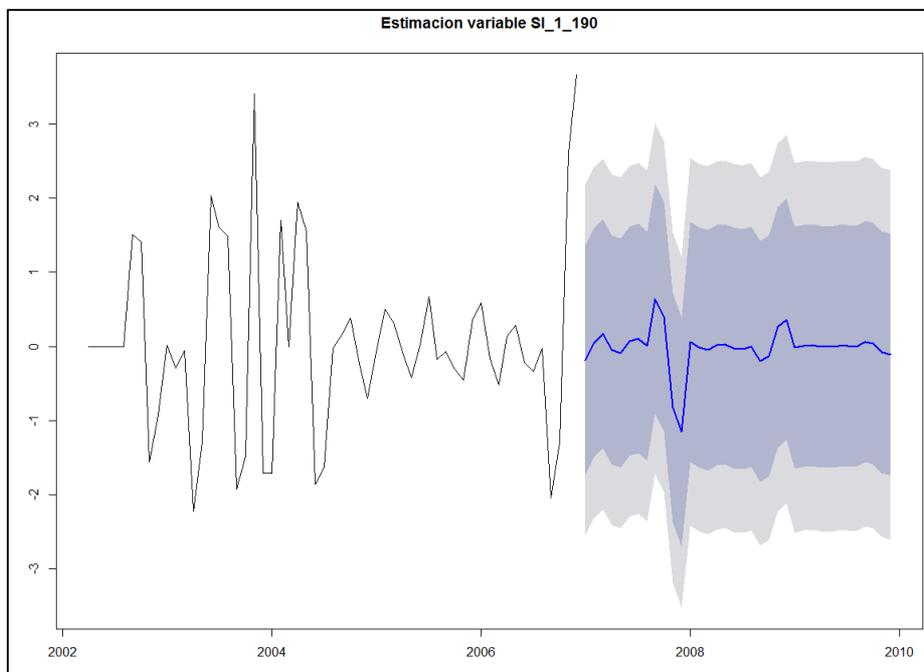


Gráfico 21: Valores proyectados a 3 años para la variable SI_1_1290. *Fuente:* elaboración propia

Selección de función de distribución marginal

En el caso de esta variable, el resultado del primer test es el mostrado en la **Figura 16**.

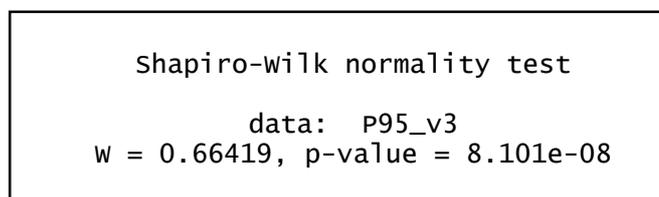


Figura 16: Resultado del test de Shapiro-Wilk para los datos proyectados de la variable SI_1_128

³⁸ Este modelo corresponde a un modelo AR(1) con período estacional de 12 meses. Los datos mensuales están condicionados sólo por el valor del mismo mes del año anterior. Esta situación muestra que, a pesar de haber desestacionalizado la serie según el test de Dickey-Fuller, ha quedado un componente estacional de 12 meses. La forma de solucionarlo es aplicando este tipo de modelos que incorpora un componente estacional a la serie temporal.

Lo que sugiere que en este caso se debe rechazar la hipótesis nula de normalidad, por lo cual se prosigue con los análisis necesarios sobre otro tipo de distribuciones para ver cuál es la que mejor se ajusta a los datos proyectados. La misma conclusión se alcanza al analizar los resultados del test K-S, como se puede comprobar en la **Figura 17**.

```
One-sample Kolmogorov-Smirnov test
data: P95_v3
D^+ = 0.31507, p-value = 0.0005625
alternative hypothesis: the CDF of x lies above the null hypothesis
```

Figura 17: Resultado del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con una distribución normal ajustada a los datos proyectados de la variable SI_1_190

Los análisis gráficos a través de los QQ-Plot de diferentes distribuciones no son muy conclusivos en este caso. A continuación, en el **Gráfico 22**, se presentan los gráficos de ajuste a algunas de las opciones analizadas³⁹.

³⁹ Ver nota al pie 35.

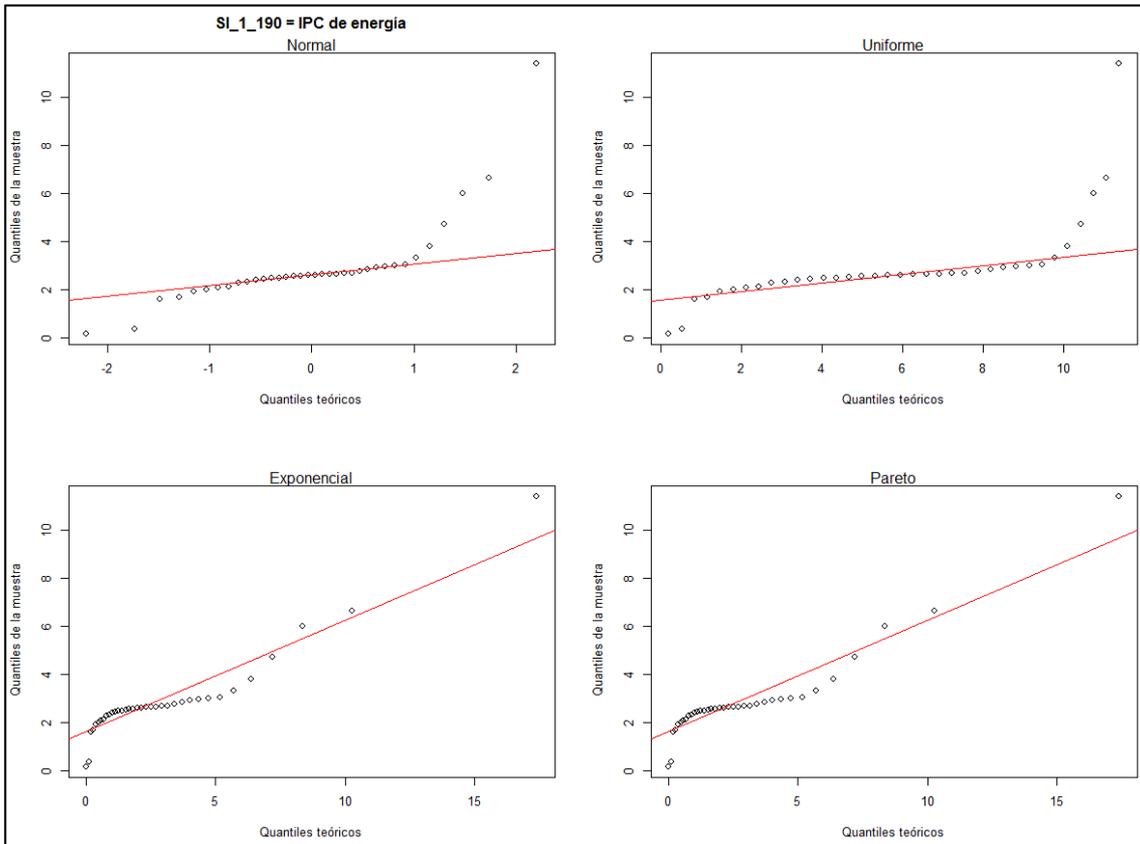


Gráfico 22: QQ-plot de la variables SI_1_190 sobre distribuciones Normal, Uniforme, Exponencial y Pareto. *Fuente:* elaboración propia

A pesar de que los gráficos QQ-plot no son conclusivos, teniendo en cuenta los resultados de los diferentes test K-S para la lista de distribuciones consideradas, se decide ajustar los datos de esta variable a una distribución exponencial.

El parámetro de esta variable que debe ser incorporado en el cálculo de la cópula es el mostrado en la **Figura 18**.

<p>rate 0.3383459</p>

Figura 18: Parámetro de la distribución seleccionada para los datos proyectados de la variable SI_1_190

Variable HousePriceIndexG: crecimiento del precio de las viviendas

Por último se analiza la variable que muestra el comportamiento del precio de las viviendas en España a lo largo del período de análisis, siendo esta la cuarta y última variable seleccionada para ser incorporada en el modelo final. En primer lugar se muestran las estadísticas descriptivas de estas variables.

HousePriceIndexG
Min. :-0.0077750
1st Qu.: -0.0010779
Median : 0.0004336
Mean : 0.0001332
3rd Qu.: 0.0015960
Max. : 0.0075468

Figura 19: Estadísticas descriptivas de la variable HousePriceIndexG

Visualización gráfica de los datos originales

Los gráficos de la evolución temporal, boxplot o Caja de Tukey, histograma y gráfico de puntos son los presentados en el **Gráfico 23**.

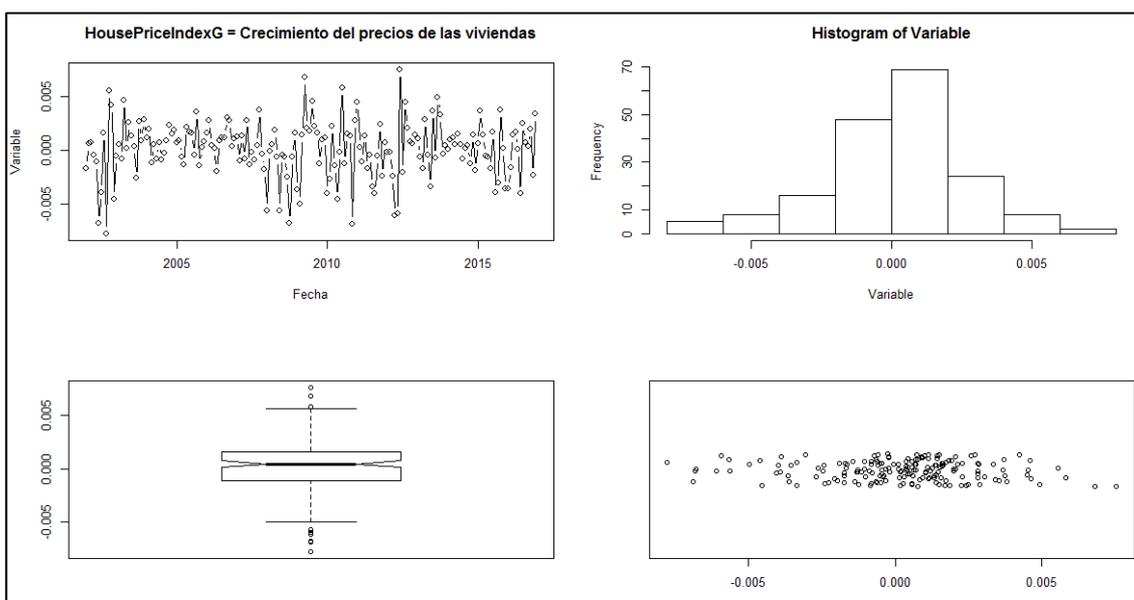


Gráfico 23: Comportamiento de la variables HousePriceIndexG, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2016. *Fuente:* elaboración propia

Esta variable, ha tenido una mayor volatilidad durante el período de la crisis financiera. Es necesario recordar en este punto que la variable muestra el crecimiento del índice de precios y no el índice de precios en sí.

Proyección de datos

Los siguientes gráficos muestran la descomposición de la serie temporal de esta variable con los datos acotados al período temporal que se utiliza en los cálculos.

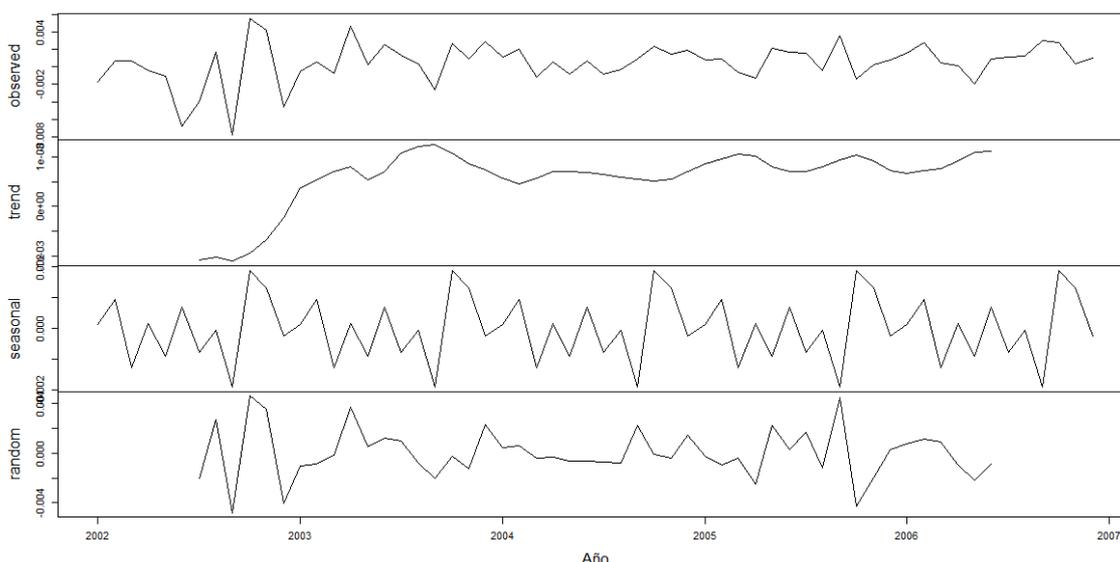


Gráfico 24: Descomposición de la serie temporal HousePriceIndexG, datos mensuales desde enero 2002 a diciembre 2006. Fuente: elaboración propia

En esta variable, el test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), indica que no sería necesario aplicar las transformaciones.

```
Augmented Dickey-Fuller Test
data: var4_ts
Dickey-Fuller = -4.4879, Lag order = 3, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 20: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos de la variable HousePriceIndexG

A pesar de ello, se decide aplicar una corrección para eliminar la estacionalidad que se observa en el **Gráfico 24**.

Luego de transformar la variable, se vuelve a comprobar la existencia de raíz unitaria con el test, y el resultado vuelve a indicar que no existe raíz unitaria.

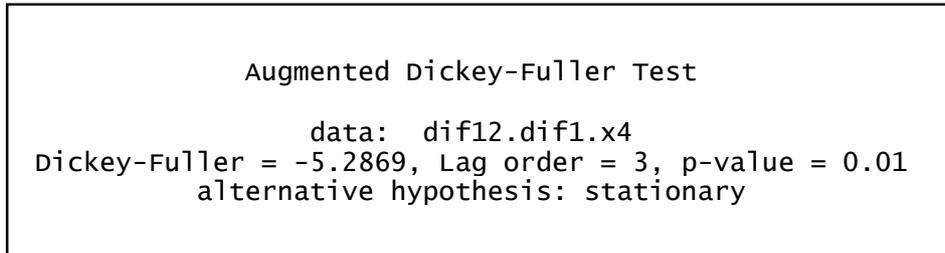


Figura 21: Resultado del test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para los datos transformados de la variable HousePriceIndexG (dif12.dif1.x4)

A continuación se comprueban los gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial sobre los datos corregidos.

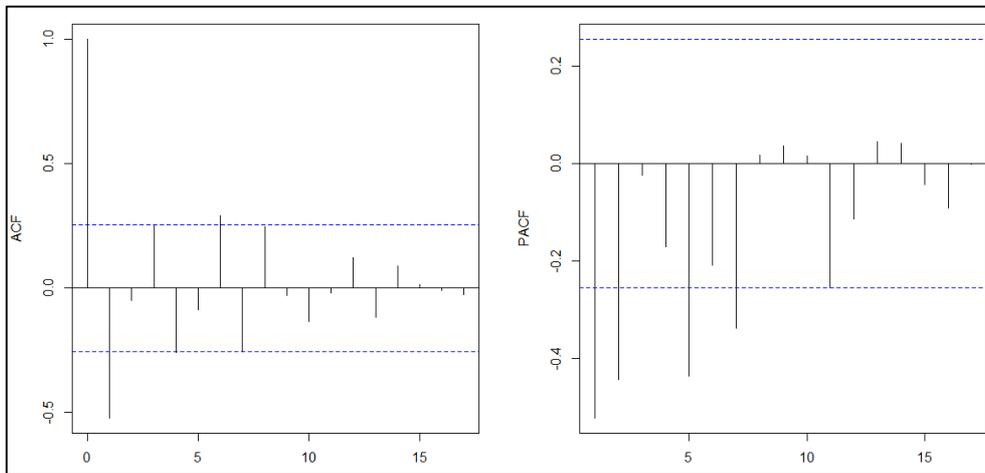


Gráfico 25: Autocorrelación y autocorrelación parcial de la variable HousePriceIndexG. Fuente: elaboración propia

A partir de la información gráfica, combinada con los resultados del criterio de Akaike, se selecciona una función ARMA (1,1)⁴⁰ para proyectar esta variable, teniendo en cuenta las transformaciones realizadas sobre la variable para obtener los resultados finales.

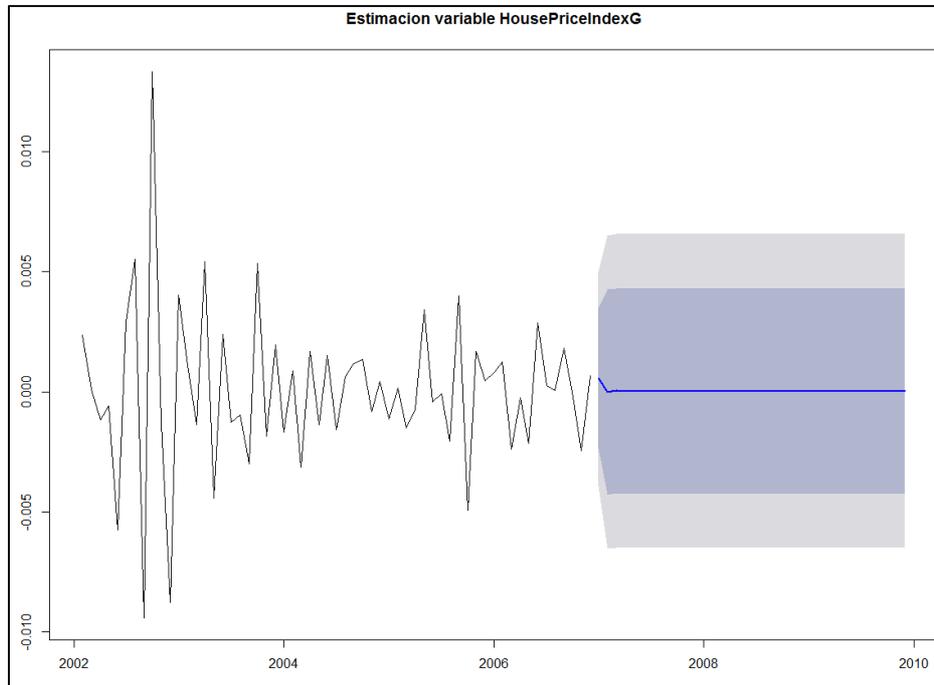


Gráfico 26: Valores proyectados a 3 años para la variable HousePriceIndexG. Fuente: elaboración propia

Selección de función de distribución marginal

En el caso de esta variable, el resultado del primer test es el mostrado en la **Figura 22**.

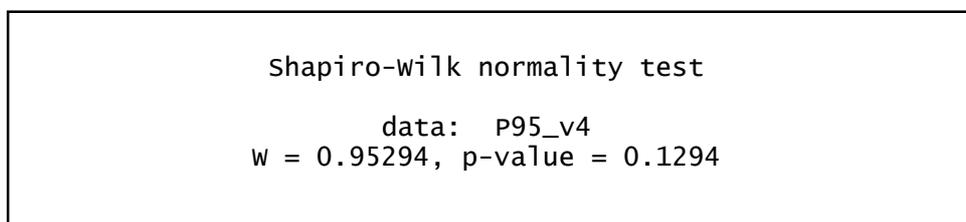


Figura 22: Resultado del test de Shapiro-Wilk para los datos proyectados de la variable HousePriceIndexG

⁴⁰ En esta serie se decide no seguir la recomendación del software, que era MA(1) (ver nota al pie 33), porque se considera que el modelo seleccionado se ajusta más a la realidad, incorporando a la proyección también la autoregresión de grado 1.

A continuación se comprueba el resultado con el test K-S, presentado los resultados en la **Figura 23**.

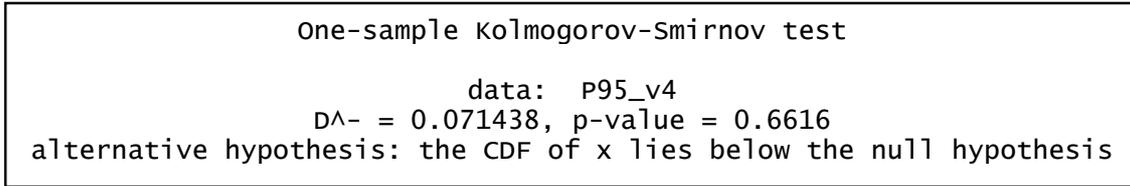


Figura 23: Resultado del test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) con una distribución normal ajustada a los datos proyectados de la variable HousePriceIndexG

En ambos casos no existe evidencia como para rechazar la hipótesis nula de distribución normal. A pesar de ello se decide comprobar el resto de distribuciones incorporadas en el análisis, algunas de las cuales se presentan en el **Gráfico 27**.

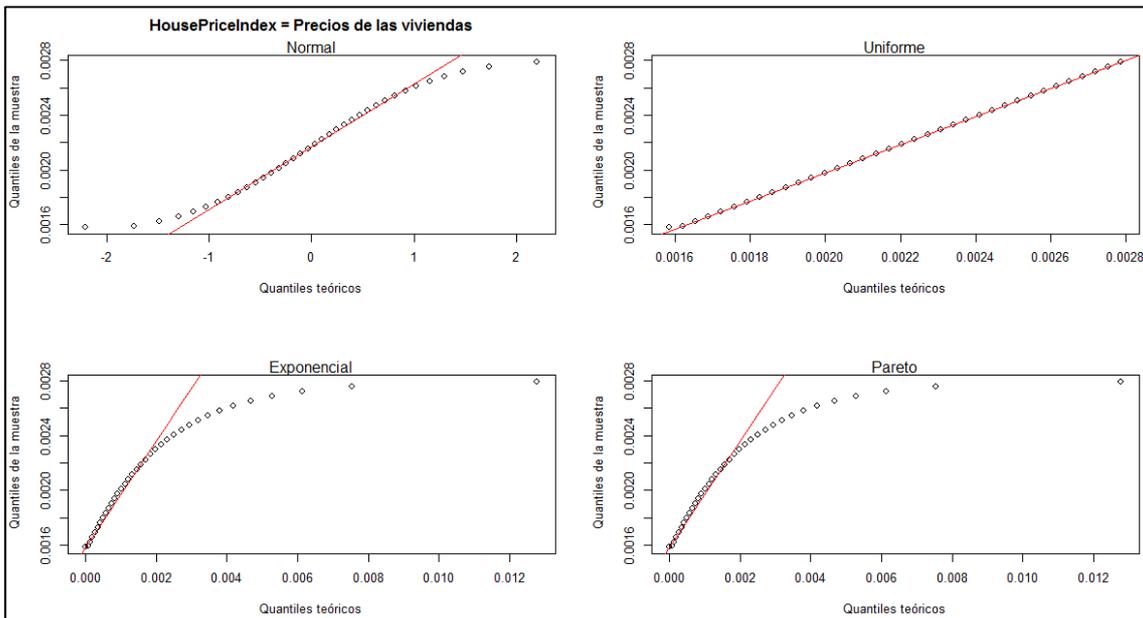


Gráfico 27: QQ-plot de la variables SI_1_190 sobre distribuciones Normal, Uniforme, Exponencial y Pareto. Fuente: elaboración propia

En este caso se ha decidido ajustar los datos a una distribución uniforme porque es la que genera el mejor ajuste entre las analizadas, como se puede comprobar en el QQ-plot.

Los parámetros de esta variable que deben ser incorporados en el cálculo de la cópula son los mostrados en la **Figura 24**.

<p>estimate min 0.001581972 max 0.002790910</p>

Figura 24: Parámetros de la distribución seleccionada para los datos proyectados de la variable HousePriceIndexG

El ajuste de los datos sobre esta variable y la distribución Uniforme se pueden ver en el **Gráfico 28**.

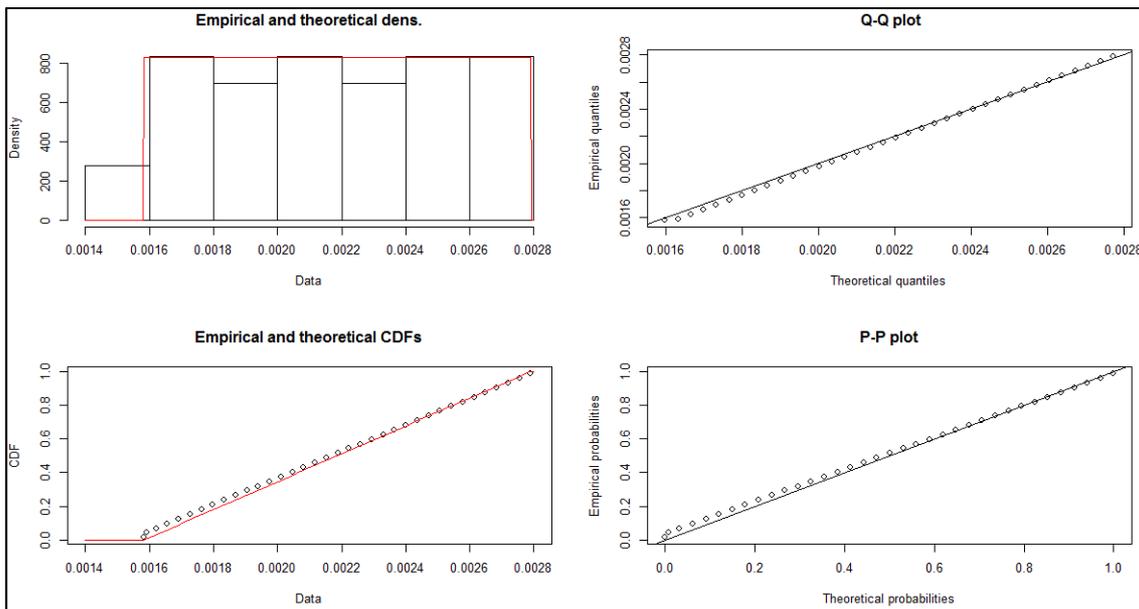


Gráfico 28: Ajuste de la distribución empírica a la distribución teórica para la variable HousePriceIndexG. Fuente: elaboración propia

El análisis realizado sobre cada variable en este apartado, ha permitido identificar y seleccionar las distribuciones marginales de las variables del modelo que propone esta tesis, para poder incorporarlos a los cálculos de la cópula. En el siguiente apartado se calcula el parámetro de la cópula, para luego incorporar los resultados obtenidos y las distribuciones marginales seleccionadas para obtener el resultado final del modelo.

3.2.3. Cálculo del parámetro de la Cópula

Una vez seleccionados los factores finales, sus distribuciones marginales y el modelo a utilizar para la estimación, es necesario analizar cuál es el mejor método de estimación para obtener el parámetro de la cópula de Gumbel.

El parámetro a estimar se lo llama comúnmente el parámetro de dependencia de la cópula, que mide la dependencia entre las marginales a incorporar en el cálculo. Un punto que se considera relevante en esta sección es que, si bien los parámetros se han seleccionado intentando asegurar la independencia entre ellos (ver el principio *Relevant* detallado en el apartado 2.4.3 del capítulo 2), en épocas de crisis la interrelación entre los factores (dependencia) tiende a aumentar en condiciones extremas del mercado (Hull, 2006), tal como se comentó en el apartado 3.1.3. Entonces, se aseguró que en condiciones normales los factores no están correlacionados, para confirmar que se incorpora en el modelo diferentes aspectos del mercado financiero español. Esta independencia tiende a desaparecer en épocas de crisis por los contagios que se producen entre distintos sectores, y será recogido a través de la cópula en el modelo que se propone.

Como se indicó anteriormente, el paso siguiente es el cálculo del parámetro de la cópula. Para realizar el cálculo del parámetro se tiene en cuenta las explicaciones dadas por Kojadinovi & Yan (2010). Ellos exponen los pasos a seguir en la modelización de una cópula con marginales continuas, como es el caso del modelo aquí propuesto, a través del paquete *copula*; indican que la estimación de este tipo de cópulas se puede realizar a través de tres métodos: “*mpl*” (*máximum pseudo-likelihood*), “*itau*” (*inversión of Kendall’s tau*), y “*irho*” (*inversion of Spearman’s rho*).

Antes de seleccionar el método de estimación, es necesario señalar la transformación efectuada sobre las variables para poder llevar a cabo los cálculos. Se han utilizado pseudo-observaciones, ya que en el caso del método “*mpl*” es un requisito. Esta transformación, comentada en el apartado 2.4.4 y realizada a través de una fórmula llamada *pobs* disponible en el software estadístico R, genera que las observaciones estén todas en el intervalo (0,1). A pesar de este cambio, esta transformación no implica

modificaciones sobre el comportamiento de las variables, como se muestra en el **Gráfico 29**⁴¹:

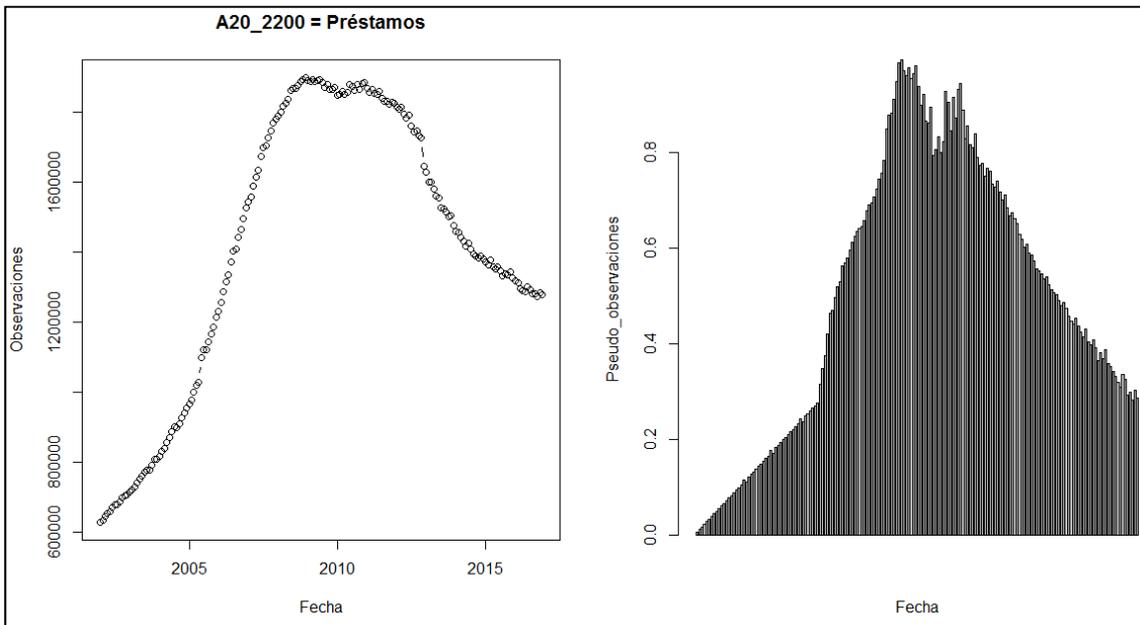


Gráfico 29: Comportamiento de las variables A20_2200, datos proyectados y pseudo-observaciones.

Fuente: elaboración propia

⁴¹ Las figuras presentadas en el **Gráfico 29** muestran datos desde enero de 2002 a diciembre de 2016 porque se busca mostrar los efectos de la transformación de los datos observados a las pseudo-observaciones. En los pasos siguientes de los cálculos se utilizan las pseudo-observaciones de los datos proyectados para los años 2007, 2008 y 2009, según explicación incorporada en el apartado 3.2.1.

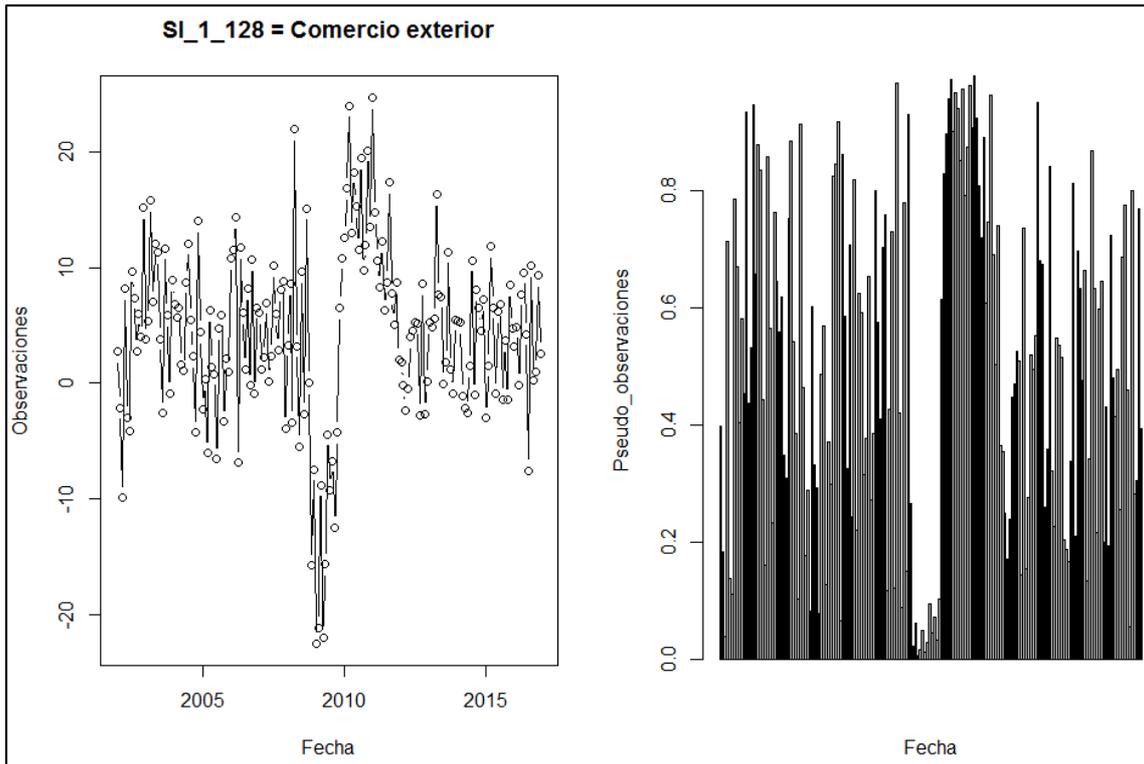


Gráfico 30: Comportamiento de las variables SI_1_128, datos observados y pseudo-observaciones.

Fuente: elaboración propia

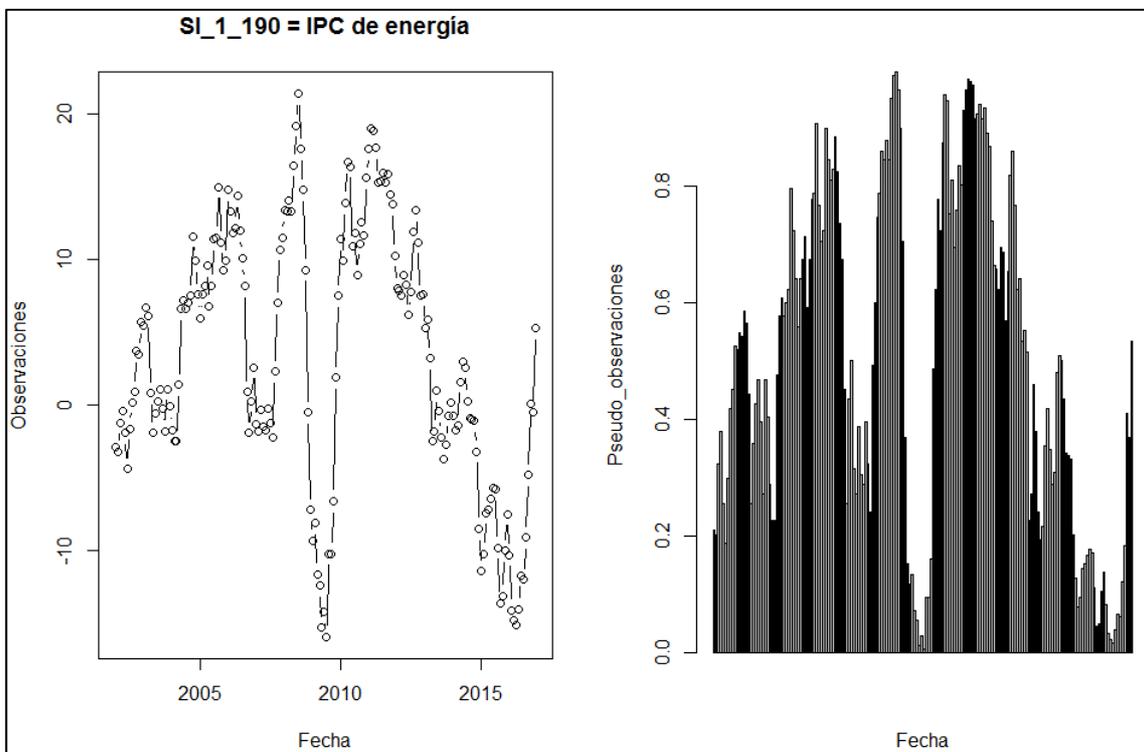


Gráfico 31: Comportamiento de las variables SI_1_190, datos observados y pseudo-observaciones.

Fuente: elaboración propia

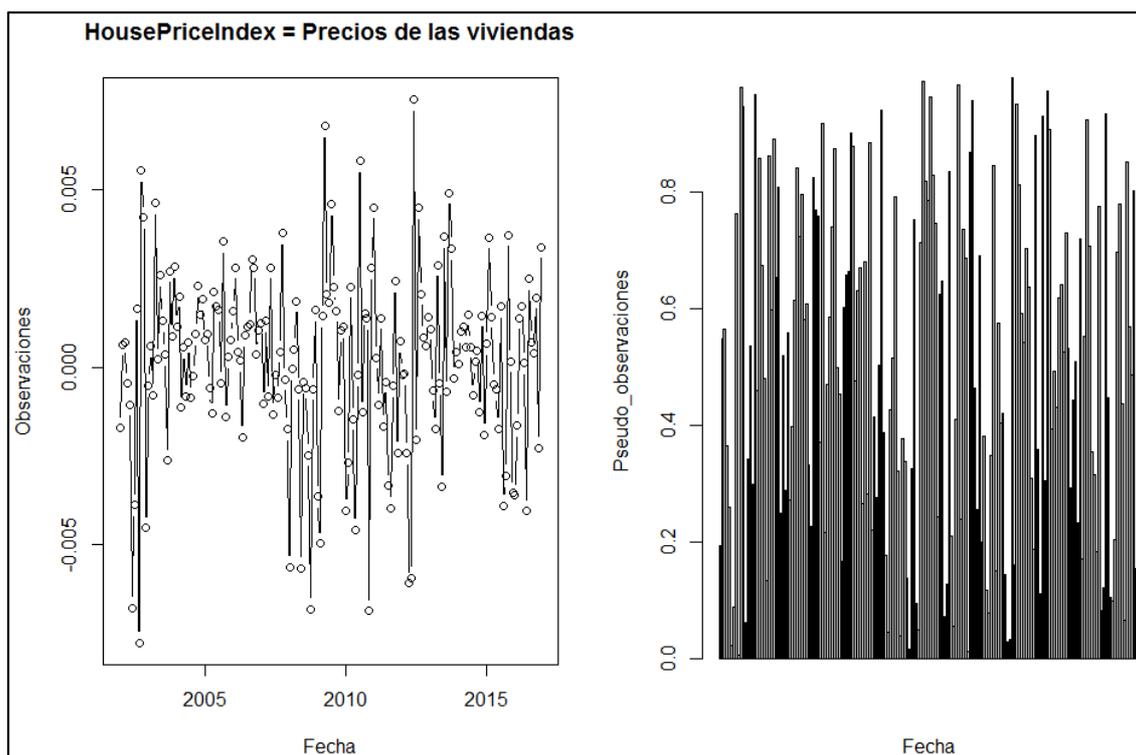


Gráfico 32: Comportamiento de la variables HousePriceIndexG, datos observados y pseudo-observaciones. *Fuente:* elaboración propia

Los cálculos llevados a cabo a partir de aquí para obtener los resultados de la cópula, se basan en las pseudo-observaciones de los datos proyectados.

Es necesario recordar en este punto que esta transformación se ha realizado para poder seleccionar el método de estimación del parámetro de la cópula que mejor se adapte a los datos. Para decidir cuál de los tres es el mejor, se utiliza el test de Cramer-von-Mises (Anderson, 1962). El resultado, en los tres casos, arroja un p-value muy pequeño (menor al 1%), por lo que cualquiera de los métodos sería válido; finalmente se selecciona el “mpl” alineado con lo recomendado por Kojadinovi & Yan (2010), quienes indican que para estimaciones de cópulas con dimensiones mayores que 3 en la familia Gumbel, se debe utilizar este método de estimación.

Entonces, el resultado obtenido en la estimación del parámetro es el mostrado en la **Figura 25**.

```
Gumbel copula, dim. d = 4
      Estimate Std. Error
alpha    1.115    0.028
The maximized loglikelihood is 14.02
      Optimization converged
```

Figura 25: Resultados de la estimación del parámetro de la cópula de Gumbel para los datos proyectados (2007-2009) de las variables seleccionadas.

Este valor estaría indicando la concordancia (interrelación) entre las variables en un escenario normal. Pero el objetivo que se persigue es conocer la interrelación de las variables del modelo propuesto en un escenario adverso, de crisis. En esos momentos, como se comentó anteriormente en este apartado, la interacción entre las variables es mayor. Para comprobar este supuesto, se realiza el cálculo del parámetro de la cópula (que mide dicha interacción), con la información de los datos reales de estos factores en los años 2009 a 2012 (plena crisis financiera y económica), y el resultado se puede ver en la **Figura 26**.

```
      Estimate Std. Error
alpha    1.279    0.082
The maximized loglikelihood is 7.198
      Optimization converged
```

Figura 26: Resultados de la estimación del parámetro de la cópula de Gumbel para los datos reales del período 2009-2012, con las variables seleccionadas para el modelo propuesto

Como se puede ver, el factor con los datos reales ha sido bastante mayor que el calculado. Por ello se decide calcular el percentil 99.9% y asignar dicho valor a los cálculos posteriores de la estimación; no se puede utilizar el del período de crisis calculado porque se busca un modelo que estime los riesgos de crisis; no es posible utilizar los datos reales

de la crisis ya ocurrida. De esta forma se asegura estar utilizando un escenario adverso, teniendo en cuenta el posible contagio entre los diferentes sectores incorporados al modelo (a través de las variables o factores incorporados). El resultado es el mostrado en la **Figura 27**.

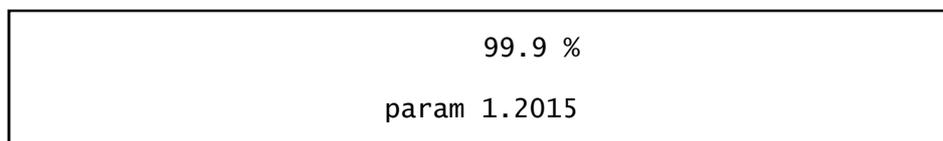


Figura 27: Percentil 99.9% del parámetro de la cópula de Gumbel sobre los datos proyectados para el período 2007-2009.

3.2.4. Cálculos finales y resultados

Con los datos obtenidos hasta este punto ya es posible obtener la estimación final de los parámetros buscados, ya que se dispone de las cuatro componentes necesarias: el tipo de cópula a utilizar (seleccionada según las especificaciones del apartado 3.1.3 de este capítulo); el parámetro de esta cópula, calculado según se detalla en la sección anterior; las marginales (distribuciones de probabilidad a utilizar para cada factor incorporado al modelo según he detallado en la sección 3.2.2 de este capítulo); y los parámetros de cada una de esas marginales, también indicados en la misma sección.

Con la información disponible, se realizan las estimaciones correspondientes (Universidad de Granada), lo que permite obtener los datos para cada una de las variables incorporadas al modelo⁴², que se presentan en la **tabla 9**.

Matriz de resultados Percentiles	1	2	3	4
	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
0%	N.D.	4.96	0.00	0.00158
25%	2,348,000	5.38	0.85	0.00188
50%	3,085,000	5.80	2.04	0.00218
75%	3,821,000	6.21	4.09	0.00248
100%	8,303,000	6.64	41.63	0.00279

Tabla 9: Resultados de las marginales luego de la aplicación de la cópula de Gumbel.
 Fuente: Elaboración propia.

⁴² Los valores de cada variable están redondeados para evitar las variaciones debidas a las simulaciones necesarias llevadas a cabo en el proceso de estimación.

En la **Tabla 10** se muestra la media de los valores estimados, es decir, los que mayor probabilidad de ocurrencia tienen por ser el escenario que con mayor frecuencia se ha presentado en las simulaciones realizadas.

	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
Media	3,085,000	5.80	2.954	0.00218

Tabla 10: *Media de las marginales luego de la aplicación de la cópula de Gumbel.*

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se calculan los valores de los factores en los percentiles 99.9% y 0.01% para identificar los escenarios extremos, los que se presentan en la **Tabla 11**.

Percentil	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
P99.9%	6,477,000	6.63	20.326	0.00278
P0.01%	- 296,000	4.96	0.002	0.00158

Tabla 11: *Percentiles extremos de la cópula calculada*

Fuente: Elaboración propia.

La forma de interpretar estos resultados surge de considerar que el escenario definido en el percentil 50 es la mediana de la distribución, y los valores de la media se presentan con mayor frecuencia en la simulación realizada a partir de las marginales calculadas y teniendo en cuenta la correlación de las variables a través del cálculo de la cópula. Como el tipo de cópula seleccionada es la de Gumbel, que enfatiza la relación entre las variables en la cola de la distribución, y se busca el cálculo de un escenario límite para las variables (es decir, un escenario severo pero a la vez suficientemente probable, según se comenta en el apartado 2.3, a partir del cual el sistema financiero podría entrar nuevamente en crisis), se ha seleccionado la media para identificar alertas en cada variable. De esta forma se asegura que el escenario es altamente probable (porque se ha seleccionado la media de la estimación final), pero que comenzaría a generar inquietudes en los agentes económicos y reguladores, y podría llevar a una crisis por la interacción entre los sectores. Pero también se controla que la variable sobrepasa el percentil 75 (en la cuarta variable,

es el percentil 25⁴³), lo que identifica un escenario menos probable pero más severo, y con una suficientemente alta probabilidad de ocurrencia.

La forma de saber si sería necesario para el regulador/supervisor estar alerta, es identificar si las variables seleccionadas comienzan a tener valoraciones por encima de las de los dos escenarios establecidos, excepto en el caso de la variable que refleja el grado de crecimiento del precio de la vivienda, ya que la crisis se declararía en caso de que los valores disminuyeran más allá del límite establecido. Este análisis detallado se presenta en el siguiente apartado.

3.3. Interpretación de los resultados

En los apartados anteriores se presentaron los cálculos y los resultados que han permitido conocer el valor límite de las variables seleccionadas en el escenario a partir del cual el regulador debería estar alerta. Para comprobar la veracidad de estos resultados, es necesario que se realice la comprobación con los valores alcanzados por estas variables en el año 2006, para saber si el modelo hubiese sido capaz de anticipar la crisis posterior. Es necesario recordar que los datos utilizados para la estimación corresponden al período 2002-2006 y los proyectados, a los siguientes 3 años, 2007-2009.

Los valores de estas variables en el año 2006 son los presentados en la **Tabla 12**. Se ha incorporado el valor medio del año, para no acotar el resultado a un único momento, pero el ejercicio sería válido también comparando los valores estáticos de un día determinado.

	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
2006	1,378,109.00	6.08	8.23	0.00112

Tabla 12: *Media de los valores reales de los parámetros durante el año 2006.*

Fuente: Elaboración propia.

Comparando los valores obtenidos en la **Tabla 12**, con los estimados en las **Tablas 9 y 10**, se puede ver que tres de los cuatro factores sobrepasan (en el caso del último factor, está por debajo) el umbral establecido como valor límite a partir de la media; incluso dos

⁴³ En el caso de la cuarta variable, HousePriceIndexG, que estima el crecimiento del precio de la vivienda, es necesario recordar que la variable ha sido previamente rotada (ver apartado 3.2.1), por ello la interpretación de esta variable es inversa al resto.

de los parámetros están por encima del percentil límite establecido (P75 para las primeras tres variables, P25 para la cuarta). Esta situación muestra claramente la identificación de la situación de alerta de crisis para los siguientes tres años de análisis, como se puede comprobar en los resultados presentados en la **Tabla 13**.

	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
2006	1,378,109.00	6.08	8.23	0.00112
Resultado		ALERTA	ALERTA y >P75%	ALERTA y <P25%

Tabla 13: *Análisis de los resultados en el año 2006.*

Fuente: Elaboración propia.

Al interpretar estos resultados es posible ver la validez del modelo propuesto. Pero sería interesante ver la estimación que el modelo indica para el siguiente trienio, con la información disponible hasta diciembre de 2016. Para ello se deben llevar a cabo los pasos comentados en la sección 3.2 para relanzar las estimaciones, lo cual se presenta en el siguiente subapartado.

3.3.1. Estimación para el trienio 2017-2019

En la sección anterior se han presentado las conclusiones que hacen referencia a la estimación para la última crisis financiera; a continuación se muestran los resultados teniendo en cuenta los valores disponibles hasta 2016, para conocer la posibilidad de una nueva crisis, teniendo en cuenta las mismas variables incorporadas en el modelo anterior.

Los datos utilizados para la proyección de las variables y selección de distribuciones marginales son los correspondientes al período 2011-2016, para asegurar la utilización de los últimos años de historia. Con ellos se proyectan los valores para los siguientes tres años - es decir 2017 a 2019- y se obtienen los resultados de la cópula correspondiente, en la **Tabla 14**.

Matriz de resultados Percentiles	1	2	3	4
	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
0%	1491000	0.01	0.01	0.00158
25%	1544000	3.21	0.20	0.00188
50%	1548000	4.61	0.40	0.00218
75%	1550000	6.14	0.59	0.00248
100%	1561000	17.81	0.78	0.00279

	A20_2200	SI_1_128	SI_1_190	HousePriceIndexG
Media	1,547,000	4.76	0.400	0.00218

Tabla14: Resultados del escenario estimado para 2017-2019.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente en **Tabla 15** presenta los resultados reales para el año 2016, a partir de los cuales se obtienen las conclusiones para el nuevo período de análisis⁴⁴.

2016	1,291,220.00	3.75	- 8.42	0.00005
Resultado				ALERTA y <P25

Tabla 15: Resultados reales de las variables seleccionadas para el año 2016.

Fuente: Elaboración propia.

Sigue existiendo un indicador que marca una alerta, pero corresponde al crecimiento del precio de la vivienda. Este sector tiene un proceso de recuperación muy lento, porque depende de la estructura industrial para poder prosperar. La transmisión de los cambios en el crédito (y se entiende que en el sector financiero en su conjunto) a la macroeconomía tiene un retardo entre el crédito a las empresas y a las familias (Gerba & Mencia, 2017). Estos autores cuantifican este retardo e indican que es de entre 2 y 4 trimestres.

Actualmente el mercado inmobiliario ya está cambiando su tendencia y se ha comenzado a fomentar la construcción y venta de viviendas porque ha comenzado a crecer el precio. Esto muestra que el gobierno/regulador ha identificado la alerta comentada y realizado las acciones oportunas para que la salida de la última crisis sea absoluta.

⁴⁴ Ver nota al pie 40.

3.3.2. Aplicación del modelo sobre factores seleccionados de forma arbitraria

Los resultados presentados hasta el apartado anterior se basan en el conjunto de indicadores seleccionado según la metodología propuesta en el capítulo 2. Pero la metodología de identificación de alertas que se propone en este capítulo final, permite incorporar los indicadores que se consideren relevantes en cada momento, incluso aunque estén altamente relacionados entre sí. Para demostrarlo, a continuación se presentan los resultados de la estimación para el trienio 2017 a 2019, teniendo en cuenta dos grupos de indicadores diferentes.

En primer lugar se incorporan tres de los factores que comúnmente se consideran en los escenarios diseñados en los modelos de *stress testing* en España: SI_1_1.85 (tasa de variación interanual del Producto Bruto Interno), SI_1_1.115 (variación interanual de las prestaciones sociales por desempleo) y HousePriceIndexG (crecimiento del índice de precios de la vivienda). En este caso, el resultado del análisis es el mostrado en la **Tabla 16**⁴⁵.

Matriz de resultados Percentiles	1	2	3
	SI_1_1.85	SI_1_1.115	HousePriceIndexG
0%	-0.6960	2.97E-06	0.00031
25%	0.2183	1.12E-05	0.00194
50%	0.3762	1.94E-05	0.00220
75%	0.5345	2.75E-05	0.00244
100%	1.5313	3.57E-05	0.00340

	SI_1_1.85	SI_1_1.115	HousePriceIndexG
Media	0.3765	0.0000193	0.00217

2016	0.3050	- 10.84	0.00005
Resultado			

Tabla 16: Resultados del escenario 2 estimado para 2017-2019.

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁵ En este análisis no ha sido necesario rotar la variable HousePriceIndexG (ver nota al pie 43), por lo cual la comparación debe hacerse respecto a si es mayor a la media y al percentil 75, en vez de menos a la media y al percentil 25 como en los casos anteriores.

Como se puede observar, la variable que indica el crecimiento del precio de las viviendas en esta ocasión no otorga un valor de alerta, como sí ocurría en los análisis presentados en el apartado 3.3.1. El resultado estimado como nivel de alerta en el escenario más probable es ligeramente diferente (0.00217 vs 0.00218), debido a que las variables con las que está interactuando en los cálculos son diferentes, por lo que el posible contagio entre ellas no tiene por qué ser exactamente el mismo, y el dato obtenido en 2016 es el mismo, ya que no depende de estimaciones sino que son datos reales. Esta diferenciación en la interpretación del resultado respecto al presentado en la **Tabla 15** demuestra la importancia de llevar a cabo el análisis previo de selección de variables o factores. Una mala selección de los factores incorporados al modelo puede generar la falta de identificación de situaciones de alerta, como en este caso.

De todas formas, un análisis de este estilo, seleccionando arbitrariamente los factores, sería sumamente válido si se desarrolla con el objeto de comparar los resultados obtenidos con los escenarios creados en un análisis de *stress testing* en el que se incorporen las mismas variables. La interacción de estos valores con los que se propongan en un escenario de *stress testing*, debe indicar que el que se diseñe debería mostrar *shocks* sobre los valores obtenidos en el resultado del *reverse stress testing* (siempre que se consideren exactamente las mismas variables).

El segundo caso que se presentará para concluir con el análisis de los resultados que puede arrojar el modelo, es el de un escenario en el que las variables se seleccionan arbitrariamente, sin ningún tipo de restricción previa. Este sería el caso, por ejemplo, si se quiere realizar el análisis sobre un sector determinado de la economía.

Aquí las variables seleccionadas son las siguientes: TOTLIES (índice de precios del sector no financiero), SI_1_3.11 (tipos bancarios para préstamos al consumo y otros fines, TAE), SI_1_1.5 (venta de automóviles), SI_1_1.39 (índice de producción industrial). Seleccionando estas variables, claramente se está intentando analizar la existencia de alertas en el sector no financiero. El resultado obtenido es el presentado en la **Tabla 17**.

Matriz de resultados Percentiles	1	2	3	4
	TOTLIES	SI_1_3.11	SI_1_1.5	SI_1_1.39
0%	622	4.30	30,748	69
25%	654	5.56	102,394	99
50%	659	5.78	113,980	105
75%	663	5.99	125,536	111
100%	692	7.28	200,295	151

	TOTLIES	SI_1_3.11	SI_1_1.5	SI_1_1.39
Media	659	5.78	113,968	105

2016	650	6.18	95,584	96
Resultado				

Tabla 17: Resultados del escenario 3 estimado para 2017-2019.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, con esta selección no se detectan alertas, es decir, el sector industrial no presenta valores que puedan indicar la necesidad de intervención por parte del gobierno o los reguladores financieros. Para comprender la interpretación de estas variables, se incorpora el siguiente detalle en la **Tabla 18**.

Variable	Detalle
TOTLIES	Si está por encima del P50, alerta porque los precios estarían comenzando a subir más de lo debido, lo que podría generar burbujas en determinados sectores no financieros en el mediano/largo plazo.
SI_1_3.11	Si está por debajo del P50, alerta porque está indicando que los tipos de interés (TAE) están demasiado bajos, lo que podría generar un parón de actividad en el corto plazo.
SI_1_1.5	Si está por encima del P50, alerta porque el crecimiento de la venta de automóviles se está disparando, lo que podría generar una burbuja
SI_1_1.39	Si está por encima del P50, alerta porque el crecimiento industrial estaría sobrepasando los límites, lo que podría llevar a una crisis en el mediano/largo plazo.

Tabla 18: Definición de las variables seleccionadas arbitrariamente para el análisis del sector no financiero

Fuente: Elaboración propia.

Es importante entender por qué se considera una situación de alerta cuando el valor de la segunda variable (SI_1_3.11) está por debajo del percentil 50, mientras que en el resto de variables la alerta se genera cuando está por encima. Como se comentaba en la sección anterior, el sector industrial presenta un desfase respecto al financiero en cuanto a reacción frente a las crisis, por lo que una aceleración prolongada de la actividad puede generar burbujas que son más lentas de frenar. Esto obedece a la estructura física que necesita el sector industrial para funcionar, bastante más compleja que la del sector financiero.

Conclusión del capítulo

En el presente capítulo se han desarrollado varios aspectos metodológicos clave, que buscan contrastar dos de las hipótesis planteadas previamente. Una de ellas es que las metodologías actuales que buscan identificar situaciones de alerta financiera, centran los estudios en la información disponible a nivel individual de las entidades/carteras (visión *bottom-up*), lo cual, según se puede ver en el apartado 3.1, en primer lugar debe ser contextualizado para conocer a qué se está haciendo referencia con visión “*bottom-up*”, ya que desde el punto de vista de los reguladores ya se han comenzado a desarrollar metodologías que utilizan información a nivel transaccional (datos *bottom-up*) pero muchas de ellas son requeridas, modeladas y calculadas por el propio regulador (lo que se consideraría una metodología *top-down*). En este capítulo se propone y desarrolla un modelo con visión *top-down* y datos *top-down* que permitiría a los reguladores identificar situaciones de alerta.

Para ello, en primer lugar se presentaron las metodologías actualmente utilizadas con fines similares y posteriormente se detallan las propuestas metodológicas y los cálculos finales del modelo que se sostienen en esta tesis doctoral, desplegados a lo largo de los capítulos previos.

Los pasos llevados a cabo para obtener los resultados finales de alerta se pueden agrupar en cinco: primero, selección de factores; segundo, proyección de los factores seleccionados; tercero, selección de la distribución de probabilidades que mejor se ajusta a los datos proyectados en cada factor; cuarto, estimación de la interrelación entre los factores; y quinto, obtención del resultado final para el escenario definido con los factores seleccionados.

El primero paso ha sido expuesto en el capítulo 2. Los siguientes cuatro pasos han sido desarrollados en este capítulo. Concretamente en el segundo paso se utiliza la teoría de series temporales para llevar a cabo las proyecciones; en el tercero se realizaron los cálculos necesarios para seleccionar la distribución que mejor se ajusta a los datos y se calcularon los parámetros correspondientes; en el paso cuatro se empleó la teoría de cópulas, concretamente se estimó el factor de dependencia de las variables a través de una cópula de Gumbel por ser arquimediana y de valores extremos, y en el quinto paso se obtuvo el valor para cada factor que permite obtener el nivel de alerta.

El nivel de alerta obtenido indica los valores a partir de los cuales el sistema financiero español podría comenzar a entrar en crisis nuevamente, es decir, aquellos a partir de los cuales los reguladores deberían utilizar las herramientas que tengan a su disposición para evitar la ocurrencia de una nueva crisis económica.

Como se puede ver en los resultados presentados, la selección de factores llevada a cabo en el capítulo 2, permite identificar una situación de alerta para el trienio 2017-2019 presentada en la sección 3.3.1, que no es identificada con la selección arbitraria de factores. Esta situación da robustez a lo expuesto en el capítulo 2, pero a la vez no invalida la posibilidad de utilizar la selección arbitraria en caso de pretender utilizar el modelo como complemento a un análisis de *stress testing* en el que se quiera comparar el escenario más probable para identificar alertas con los escenarios definidos para dicho estudio.

Respecto a los resultados obtenidos, el primer estudio - expuesto en el apartado 3.2.4-, muestra que el modelo identifica alertas para predecir la crisis del año 2008. Aplicando el mismo modelo para analizar la situación futura (proyección del período 2017-2019), se identifica una alerta respecto al crecimiento del precio de las viviendas. Con relación a ella, es importante recordar un aspecto comentado en la interpretación de resultados, donde se advierte sobre el rezago en la recuperación de diferentes sectores de la economía española, referenciando el trabajo desarrollado por Gerba & Mencía (2017) quienes estiman que la recuperación del sector financiero y el industrial (como es el de la construcción de viviendas, directamente relacionado con el precio de las mismas) puede llegar a ser de entre 2 y 4 trimestres, siendo más lento en el sector industrial.

Las conclusiones obtenidas demuestran la robustez del modelo propuesto, pero a la vez es necesario entender que, como todo modelo estadístico, tiene debilidades, las cuales se considera relevante mencionar:

- (1) En primer lugar se debe tener en cuenta el sesgo en la selección de las variables. Como se indicó en el apartado 2.4.3, es sumamente importante el conocimiento sobre el sector financiero español en la selección llevada a cabo, y el sesgo que no puede ser extraído en esta selección.
- (2) Adicionalmente, como se indica en el apartado 3.1.3, la proyección de los datos se realizó con series temporales ARIMA, por lo cual se está pre-condicionando el modelo y los datos a la no existencia de *shocks* que se podrían incorporar a través

de otro tipo de modelos de series temporales como los GARCH o ARCH. Justifica tal decisión el hecho de que se busca presentar un modelo que permita identificar las alertas en situaciones de estabilidad, sin predecir la interacción con crisis pasadas, como se expuso en el apartado 2.3.1, donde se dijo que la historia no necesariamente refleja la posible crisis futura que pueda ocurrir.

- (3) Otro aspecto que podría considerarse una debilidad del modelo es que los factores incorporados tienen en cuenta el riesgo de crédito del sistema, no considerando otros aspectos como los riesgos políticos, situación sumamente importante actualmente en España. Es decir, el modelo busca predecir el nivel de alerta de una posible crisis pero sólo desde una perspectiva de riesgo de crédito, suponiendo que el resto de riesgos permanecen constantes, ya que no forman parte del alcance modelizado.

A pesar de las debilidades listadas, el modelo ha mostrado ser útil para identificar las alertas de la crisis financiera que afectó fuertemente a España a partir de 2008, según se expuso en el apartado 3.3. Por ello se espera sea de suma utilidad en el futuro, contribuyendo a evitar futuras crisis o al menos disminuir los fuertes impactos que éstas generan en la sociedad.

CONCLUSIÓN

La presente tesis doctoral tiene como principal aporte el desarrollo de un modelo de *reverse stress testing* (RST) a nivel sistémico para la detección de situaciones de alerta sobre la estabilidad financiera, a partir de la aplicación de una metodología de preselección de factores. La implementación de este modelo se plantea como ayuda para los reguladores en la identificación de focos de atención para la prevención de inestabilidades que puedan derivar en una posterior crisis.

Para identificar las alertas buscadas, se llevaron a cabo cinco pasos fácilmente identificables, los cuales fueron: selección de los factores, proyección de los factores seleccionados, ajuste de los factores proyectados a alguna distribución de probabilidad, cálculo de la interrelación entre los factores proyectados (para posteriormente aplicar un *shock*), y finalmente obtención del escenario de alerta.

Para poder alcanzar dicho objetivo se focalizó el estudio en el análisis del riesgo de crédito, ya que previamente se demostró que los créditos a los clientes son el principal activo que disponen los bancos españoles, por lo cual el riesgo de crédito, es decir el riesgo de no recibir los pagos correspondientes por los préstamos concedidos, es el más relevante desde el punto de vista de los activos. En este punto es importante señalar que sólo se incorporaron al modelo factores asociados al riesgo de crédito, sin tener en cuentas otros aspectos como los riesgos políticos, que pueden tener una influencia directa sobre el sistema financiero. Por esta razón, los resultados presentados se deben considerar presuponiendo que el resto de riesgos (mercado, liquidez, político, operacional, y otros) permanecen constantes.

Por lo expuesto, la metodología propuesta se focalizó en los factores financieros y macroeconómicos asociados al riesgo de crédito, identificando cuáles son los más relevantes y aplicando el análisis de criterio SMART para cada uno de ellos. La aplicación de la metodología propuesta para cumplimentar cada uno de los criterios SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant y Time-bound*) ha permitido incorporar factores que tienen en cuenta la interrelación entre diferentes sectores que afectan a la estabilidad financiera y que pueden generar impactos negativos en la sociedad. De forma

directa, se incorporaron factores que contemplan la relación entre el sistema bancario y el sistema asegurador, el energético, con la producción industrial a través de la demanda exterior (por las exportaciones) y con el sector minorista a través del crecimiento del precio de las viviendas. Pero a su vez, estos sectores económicos están dependientemente relacionados con otros, por lo que la aplicación de criterios de dependencia en la selección, principalmente por el criterio *Relevant*, como el análisis de la correlación de Pearson, la Rho de Spearman, la Tau de Kendall, y el análisis de una cópula t-student, permiten al modelo tener en cuenta una amplia área económica que podría generar una nueva crisis con impacto directo sobre el sistema bancario. Es importante tener presente que la metodología de selección propuesta no está exenta del sesgo propio del conocimiento del ejecutor sobre el sector financiero que se esté analizando, ya que al detectar variables dependientes, la elección de aquella que continuará en los pasos posteriores es principalmente a partir de la aplicación de un criterio subjetivo.

Posteriormente se ha incorporado un análisis adicional a la metodología de selección, para comprobar la necesidad o no de adicionar un factor específicamente financiero, como es el EURIBOR, que es un referente en el mercado bancario español. Se ha comprobado que incluirlo no genera aportes relevantes a la variabilidad del modelo (el 93% de la variabilidad está explicada por los factores previamente seleccionados). Esta validación demostró la fortaleza de la metodología de selección de factores propuesta.

La metodología de selección de factores tiene otra debilidad asociada a la aplicación del modelo posterior de cálculo de dependencia entre ellos. Concretamente, los cálculos⁴⁶ para la aplicación de la cópula de Gumbel, metodología seleccionada por considerar la dependencia entre factores en la búsqueda de un escenario extremo y de eventos raros como son las crisis, exigen que si los factores o variables incorporadas en el cálculo son más de dos, la relación entre ellas debe ser positiva. En determinadas situaciones se puede solventar este problema rotando la variable, pero no siempre es posible. En el modelo propuesto ha sido necesario incorporar una validación posterior entre los factores que previamente se habían seleccionado, debiendo rotarse una de las variables inicialmente seleccionadas y eliminando otra de ellas para poder continuar con el modelo.

Un supuesto muy fuerte del modelo desarrollado es el propuesto por Hull (2006), previamente referenciado en esta tesis doctoral, quien postula que la interrelación entre

⁴⁶ Los cálculos se llevaron a cabo con el paquete Copula del software R.

los factores tiende a incrementarse en épocas de crisis. Trasladar esta interpretación al tipo de factores incorporados en el modelo, es equivalente a postular que los contagios entre diferentes sectores de la economía son más pronunciados en épocas de crisis. Este supuesto ha sido contrastado en esta tesis para la situación española en la época de la última crisis financiera iniciada en 2008. Basado en este postulado, en el modelo en cuestión se estresó esta interrelación con el fin de identificar las alertas. Para ello, el método estadístico que permite tener en cuenta la dependencia entre factores que tienen comportamientos diferentes es la cópula, el cual permitió, haciendo uso del teorema de Sklar, considerar la proyección y estimación de comportamiento de cada factor por separado y posteriormente unirlos para encontrar el escenario de alerta buscado.

Para realizar el cálculo de dependencia, en primer lugar se han proyectado los factores seleccionados, haciendo uso de la teoría de series de tiempo y con la aplicación de modelos ARIMA. Sería discutible la posibilidad de incorporar modelos que tengan en cuenta la existencia de *shocks*, como podrían ser los modelos GARCH o ARCH, pero el objetivo final del modelo de RST propuesto es identificar alertas en una situación de estabilidad previa a la existencia de una crisis. Si se incorporase un supuesto de *shock* en la proyección de las variables, se estaría presuponiendo una crisis futura que puede no ocurrir, es decir, se estarían estresando los factores con antelación. Y como se expone en el desarrollo de esta tesis doctoral, la historia de los *shocks* pasados no necesariamente refleja la posible crisis futura.

Una aplicación adicional de la metodología de identificación de alertas propuesta en esta tesis, es decir el modelo de RST, también es aplicable para conocer la plausibilidad de los escenarios definidos en los modelos de *stress testing* (ST) tradicionales, ya que el objetivo macroprudencial de cada tipo de medición es diferente. El RST aquí propuesto presenta un escenario de alerta, que no tiene por qué ser crítico, en cambio los modelos de ST tradicionales analizan la resistencia del sistema financiero sobre escenarios que se presuponen críticos. El RST posibilita la construcción de los escenarios de los modelos de ST aplicando *shocks* sobre las alertas identificadas. Esto facilita la identificación de escenarios plausibles pero a la vez suficientemente severos, ya que son peores que el nivel de alerta identificado.

Pero para llegar a la definición del modelo final, ha sido necesario previamente comprender y conocer la estructura regulatoria que rodea los requerimientos sobre la

estabilidad financiera a nivel español y a nivel europeo. La situación actual regulatoria ha sido la consecuencia de diferentes iniciativas adoptadas a nivel mundial abogadas por la búsqueda de la tan ansiada tranquilidad inversora. Este contexto ideal es el que permite a los reguladores proyectar los requerimientos para la búsqueda del progreso financiero nacional. Por ello, en esta tesis se han presentado las propuestas e iniciativas regulatorias llevadas a cabo en diferentes regiones relevantes luego de la crisis mundial iniciada a mediados de 2007 en Estados Unidos de Norteamérica y trasladada a nivel mundial a partir de 2008, enfatizando en las diferentes herramientas de medición de la estabilidad buscada que se han ido implementando y fortaleciendo.

La explicación presentada sobre las medidas adoptadas ha sido focalizada sobre los modelos de ST, ya que como se expresó en los párrafos anteriores, el modelo que se propuso en esta tesis busca ser un complemento para los estudios ya implantados en prácticamente todas las regiones con fortaleza financiera a nivel mundial. Los resultados que se obtienen con estos modelos están fuertemente condicionados a los escenarios que se establezcan como críticos, en cambio el modelo de RST propuesto está condicionado sólo al *shock* que se quiera establecer sobre el indicador de dependencia entre los factores que se seleccionan para incorporar al modelo.

La opción elegida para la aplicación del *shock* sobre el índice de dependencia fue la de emplear el percentil 99.9 de la estimación del factor a los cálculos posteriores de la cópula. De esta forma, en vez de tener en cuenta la dependencia en momentos de estabilidad, en función de los factores proyectados a través de modelos estables de series temporales, se considera una mayor interacción, como ocurre en situaciones de crisis, según se puede comprobar en el capítulo 3 de esta tesis.

Para comprobar la fortaleza del modelo en la detección de la crisis iniciada en 2008, se utilizó la información disponible de 2002 a 2006, se proyectaron los factores para los años 2007 a 2009 y se detectaron alertas, correspondientes a tres de los cuatro factores que finalmente se incorporaron en el modelo final. Estas alertas corresponden al comercio exterior, al índice de precios de la energía y al crecimiento del precio de la vivienda. Es importante tener en cuenta que la interpretación de los resultados se debe realizar teniendo mucho cuidado, ya que es necesario recordar los supuestos llevados a cabo en los cálculos del modelo. Concretamente si hubo variables que han sido rotadas para el cálculo de la

cóputa. En tal caso, la interpretación correcta de la variable rotada es inversa del resto de variables.

A continuación en esta tesis se ha aplicado el mismo modelo (con los mismos factores) para analizar si se identifican situaciones de alerta para el período 2017-2019. Para ello se utilizaron los datos mensuales correspondientes a los años 2011-2016. Se ha realizado la proyección de cada factor nuevamente y estimado la distribución de probabilidades a la que mejor se ajustaba cada factor proyectado y se ha calculado el nuevo indicador de dependencia. Nuevamente se seleccionó el percentil 99.9 de este valor estimado y se analizó la existencia de alertas teniendo en cuenta los valores de ocurrencia reales de 2016. En este caso, se identifica una alerta respecto al crecimiento del precio de la vivienda. Ello se justifica porque, según se explica en el capítulo correspondiente, se ha demostrado que la recuperación en el sector financiero es más rápida que en el industrial, quedando ésta rezagada entre 2 y 4 trimestres.

Finalmente, en este trabajo también se ha aplicado el modelo a dos opciones de selección arbitraria de factores. En primer lugar, seleccionando factores que habitualmente son utilizados en los escenarios diseñados en los modelos de ST. En este caso no se identifican alertas, lo que muestra la necesidad de llevar a cabo la metodología previa de selección de factores para evitar la arbitrariedad en la elección de los escenarios de crisis en los modelos de ST. En segundo lugar se aplicó a un conjunto de indicadores correspondientes a un sector específico, concretamente se llevó a cabo la prueba con el sector no-financiero. En este nuevo estudio tampoco se identificaron alertas, lo que permite interpretar que internamente el sector no-financiero no necesita la intervención de los reguladores para evitar una nueva crisis financiera (como podría ser el fomento de créditos al consumo).

Encuadrado en el modelo propuesto, es posible profundizar en los desarrollos aportando nuevas líneas de investigación y acción académica. En primer lugar, teniendo en cuenta que el modelo Andon para la selección de factores SMART no es un criterio habitual en el entorno de ciencias económicas, sería posible introducir nuevas opciones para la implementación de dichos criterios en la introducción de factores que afecten también a otro tipo de riesgos, y no sólo al riesgo de crédito. Incorporar información referente a los riesgos de crédito, de liquidez e incluso al riesgo operacional del sistema financiero es una posibilidad abierta y a la vez compleja, debido a la multiplicidad de datos que se podrían incorporar.

En segundo lugar, la tesis ha abierto otra línea de investigación relacionada con la posibilidad de aplicar esta metodología y modelo propuesto a otro sistema bancario, como puede ser el argentino, adaptando cada paso a las particularidades del sistema financiero en cuestión. Si bien el modelo fue desarrollado para su implementación en el sistema bancario español, la metodología es perfectamente aplicable a otro centro de gestión financiera de características similares. La adaptación de este modelo al mercado argentino es una vía de actuación abierta a partir del aporte planteado en esta tesis.

Finalmente, relacionando los dos párrafos anteriores, las propuestas presentadas en esta tesis se plantean también como una posibilidad para la transferencia de conocimientos en la unidad académica. Concretamente, mostrar las posibilidades de la implementación de teorías ampliamente utilizadas en otras áreas (como el *project management* en este caso concreto) a la identificación, gestión y medición de riesgos que posibilitarían una optimización de las acciones regulatorias a nivel regional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpay, O., & Akturk Hayat, E. (2017). Copula approach to select input/output variables for DEA. *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications*, 7(1), 28-34. doi:<http://dx.doi.org/10.11121/ijocta.01.2017.00334>
- Anderson, T. W. (1962). On the distribution on the two-sample Cramér-Von-Mises criterion. *Annals of Mathematical Statistics*, 33(3), 1148–1159.
- Arechederra, L. P. (20 de febrero de 2012). El sector de los seguros resiste el golpe de la crisis. *ABC*.
- Asociación Española de Banca. (6 de Junio de 2017). *AEB Asociación Española de Banca*. Obtenido de <http://www.aebanca.es/es/index.htm>
- Banco de España. (2006). El Banco de España y la Evaluación del Sistema Financiero. *Notas de Estabilidad Financiera*, 5. Madrid: Banco de España. Recuperado el 10 de octubre de 2016, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadadas/NotasEstabilidadFinanciera/06/Fic/no0602.pdf>
- Banco de España. (26 de noviembre de 2008). CIRCULAR 6/2008, de 26 de noviembre, del Banco de España, a entidades de crédito, de modificación de la Circular 4/2004, de 22 de diciembre, sobre normas de información financiera pública y reservada, y modelos de estados financieros. España.
- Banco de España. (Noviembre de 2013). Desarrollo de una herramienta para realizar análisis prospectivos de forma regular de los bancos españoles. Metodología y primeros resultados agregados. *Informe de Estabilidad Financiera*, 43-53. Madrid: Banco de España. Recuperado el 2016 de mayo de 12, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/13/IEF-Noviembre2013.pdf>
- Banco de España. (Mayo de 2013). Indicador de Riesgo Sistémico. *Informe de Estabilidad Financiera*, 17-19. Madrid. Recuperado el 8 de mayo de 2017, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/13/IEF-Mayo2013.pdf>
- Banco de España. (Noviembre de 2016a). *Informe de Estabilidad Financiera*. Madrid. Recuperado el 22 de enero de 2017, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/16/IEFNoviembre2016.pdf>
- Banco de España. (Noviembre de 2016b). Evaluación prospectiva de la capacidad de resistencia del sistema bancario español ante escenarios macroeconómicos adversos. *Informe de Estabilidad Financiera*, 63-70. Madrid. Recuperado el 28 de enero de 2017, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/16/IEFNoviembre2016.pdf>

- Banco de España. (Noviembre de 2016c). Análisis y Política Macropprudencial. *Informe de Estabilidad Financiera*, 71-78. Madrid. Recuperado el 23 de enero de 2017, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/16/IEFNoviembre2016.pdf>
- Banco de España. (Mayo de 2017a). Riesgos Bancarios, Rentabilidad y Solvencia. *Informe de Estabilidad Financiera*, 27-60. Madrid. Recuperado el 4 de mayo de 2017, de <http://www.bde.es/f/webbde/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/InformesEstabilidadFinanciera/17/ficheros/IEFMayo2017.pdf>
- Banco de España. (6 de mayo de 2017b). *Banco de España - Normativa*. Obtenido de <http://www.bde.es/bde/es/secciones/normativas/>
- Banco de España. (2017c). *Informe sobre la crisis financiera y bancaria en España, 2008-2014*. Madrid: Banco de España.
- Banco Santander. (2016). *Informe Anual de Gobierno Corporativo*. Recuperado el 3 de febrero de 2017, de <http://www.santander.com/cs/gs/StaticBS?blobcol=urldata&blobheadername1=content-type&blobheadername2=Content-Disposition&blobheadername3=applID&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3Bfilename%3D634%5C668%5CInforme+de+gob.+corp1.pdf&blob>
- Basso, H. S., & Costain, J. (2016). Macroprudential Theory: advances and challenges. *Documentos Ocasionales, 1604*. Madrid: Banco de España.
- BBVA. (2015). Situación Banca. *BBVA Research*. Recuperado el 10 de octubre de 2016, de <https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2015/02/Situacion-Banca-Febrero-20151.pdf>
- Bentolila, S., Jansen, M., Jiménez, G., & Ruano, S. (2015). When Credit Dries Up: Job losses in the Great Recession. *CEMFI Working Paper, 1310*. Recuperado el 18 de octubre de 2016, de <https://www.cemfi.es/ftp/wp/1310.pdf>
- Bernstein, E. M. (Mayo de 1984). Reflections on Bretton Woods. *The International Monetary System: Forty Years After Bretton Woods*, 15-20.
- BIS. (26 de Septiembre de 1975). Report to the Governors on the supervisions on banks' foreign establishment. (*BS/75/44e*). Committee on Banking Regulations and Supervisory Practices. Recuperado el 27 de abril de 2016, de <http://www.bis.org/publ/bcbs00a.pdf>
- BIS. (Abril de 1998). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards- A revised framework. Bank of International Settlements. Basel Committee on Banking Supervision. Recuperado el 27 de abril de 2016, de <http://www.bis.org/publ/bcbsc111.pdf>
- BIS. (Junio de 2004). International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A revised framework. Bank of International Settlements. Basel Committee on Banking Supervision. Recuperado el 27 de abril de 2016, de <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>

- BIS. (Enero de 2009). Principles of sound stress testing practices and supervision. Bank of International Settlements. Basel Committee on Banking Supervision. Recuperado el 29 de marzo de 2017, de <http://www.bis.org/publ/bcbs147.pdf>
- BIS. (Junio de 2011). Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. Bank of International Settlements. Basel Committee on Banking Supervision. Recuperado el 27 de abril de 2016, de <http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf>
- BIS. (Octubre de 2015). A brief history of the Basel Committee. Bank of International Settlements. Basel Committee on Banking Supervision.
- Bolancé, C., Guillén, M., & Padilla, A. (2015). Estimación del riesgo mediante el ajuste de cópulas. *UB Riskcenter Working Paper Series(01)*. Barcelona: University of Barcelona.
- Breuer, T., Jandacka, M., Mencia, J., & Summer, M. (2012). A systemic approach to multiperiod stress testing of portfolio credit risk. *Journal of Banking & Finance*, 36, 332-340.
- Breuer, T., Jandacka, M., Rheinberger, K., & Summer, M. (2009). How to Find Plausible, Severe, and Useful. *International Journal of Central Banking*, 5, 205-224. Recuperado el 19 de abril de 2016, de <http://www.ijcb.org/journal/ijcb09q3a7.pdf>
- Brunnermerer, M. (2009). Deciphering the Liquidity and Credit Crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 77-100.
- Byron-Cox, R. (Marzo de 2013). The place of the indicators in the aligned NAP. Action Programme Alignment & Capacity Building Officer UNCCD Secretariat . Recuperado el 8 de junio de 2017, de <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/actionProgrammes/The%20place%20of%20indicators%20in%20the%20NAP%20alignment%20process.pdf>
- Cantalapiedra Arenas, M. (2015). Caja de Ahorros. *Expansión*. Recuperado el 18 de octubre de 2016, de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/caja-de-ahorros.html>
- Cantalapiedra Arenas, M., Gutiérrez Fernández, M., & Palomo Zurdo, R. (s.f.). *Caja de Ahorros*. Recuperado el 18 de octubre de 2016, de Wolters Kluwer: http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAEAMtMSbF1jTAAASmJE3MDtBLUouLM_DxblwMDS0NDA1OQQGZapUt-ckhIQaptWmJOcSoA-2IxsDUAAAA=WKE
- Cantle, N., Charmaille, J.-P., Clarke, M., & Currie, L. (2013). An application of modern social sciences techniques to reverse stress testing at the UK pension protection fund. *2012 ERM Symposium, Enterprise Risk Management at the UK Pension Protection*. Recuperado el 13 de marzo de 2017, de https://web.actuaries.ie/sites/default/files/erm-resources/erm_2013_paper_clarke_social_sciences_techniques.pdf
- Caouette, J., Altman, E., Narayanan, P., & Nimmo, R. (2008). *Managing Credit Risk: The Great Challenge for Global Financial Markets* (2da edición ed.). Nueva York: John Wiley & Sons.
- Caprio, G. J. (2013). Financial Regulation after the Crisis: How did we get here, and how do we get out? En J. Williams (Ed.), *2013 Asia Economic Policy Conference*, (págs. 285-319).

- Federal Reserve Bank of San Francisco, USA. Recuperado el 20 de abril de 2016, de <http://www.frbsf.org/economic-research/files/Caprio-AEPC2013.pdf>
- Casparri, M. T., García Fronti, J., & Bianco, M. J. (2010). Nota introductoria al concepto de "Cópula" y la problemática de riesgos extremos. En M. T. Casparri, & J. García Fronti (Edits.), *Algunas innovaciones financieras para la gestión del riesgo global* (Primera ed., págs. 49-60). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas.
- Castro, C., & Mencia, J. (2014). Sovereign risk and financial stability. *Revista de Estabilidad Financiera*, 26, 73-107. Recuperado el 9 de marzo de 2015, de <http://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/RevistaEstabilidadFinanciera/14/Mayo/restfin2014264.pdf>
- Chakravarti, I. M., Laha, R. G., & Roy, J. (1967). Handbook of Methods of Applied Statistics. *John Wiley and Sons*, 1, 392-394.
- Chok, N. S. (26 de Mayo de 2008). Pearson's versus Spearman's and Kendall's correlation coefficients for continuous data. Petesburgo: University of Pittsburg, Faculty of the Graduate School of Public Health. Recuperado el 7 de marzo de 2017, de http://d-scholarship.pitt.edu/8056/1/Chokns_etd2010.pdf
- Čihák, M. (Marzo de 2007). Introduction to Applied Stress Testing. *IMF Working Paper*(No. 07/59), 1-74. Recuperado el 22 de noviembre de 2016, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=973989
- Cintas del Río, R. (2007). Teoría de Cópulas y Control de Riesgo Financiero. *Tesis doctoral*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Matemáticas, Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Recuperado el 17 de noviembre de 2016, de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/mat/ucm-t29659.pdf>
- Counterparty Risk Management Policy Group. (2008). Containing systemic risk: the road to reform. The report of the CRMPG III. Recuperado el 9 de marzo de 2015, de <http://www.crmgroup.org/docs/CRMPG-III.pdf>
- Cristófoli, M. E., & Casparri, M. T. (2016). Análisis de la reestructuración de cajas de ahorro españolas. Causas micro y macroeconómicas. En J. López Fidalgo (Ed.), *XXXVI Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa y X Jornadas de Estadística Pública*. Toledo: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Dees, S., Henry, J., & Martin, R. (2017). *STAMP€: Stress-Test Analytics for Macroprudential Purposes in the euro area*. European Central Bank. doi:10.2866/86845
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (noviembre de 2013). Adaptation made to measure. A guidebook to the design and results-based monitoring of climate change adaptation projects. (Segunda). Eschborn, Alemania: Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), Division: Climate policy and climate financing. Recuperado el 9 de junio de 2017, de https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/me/me-guides-manuals-reports/GIZ-2013_Adaptation_made_to_measure_second_edition.pdf

- Diamond, D., & Dybvig, P. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401-419.
- Dodd-Frank. (10 de Febrero de 2017). 2017 Supervisory Scenarios for Annual Stress Tests Required under the Dodd-Frank Act Stress Testing Rules and the Capital Plan Rule. Fed. Recuperado el 30 de marzo de 2017, de <https://www.federalreserve.gov/newsevents/pressreleases/files/bcreg20170203a5.pdf>
- Dridi, A., El Ghourabi, M., & Limam, M. (2015). On Reverse Stress Testing for Worst Case Scenarios: An Application to Credit Risk Modelling of Tunisian Economic Sectors. *International Journal of Economic Sciences*, IV(2), 40-56. doi:10.20472/ES.2015.4.2.004
- Enders, W. (1995). *Applied econometric time series*. John Wiley & Sons, INC.
- Estévez, L., & Cambón, M. I. (2015). A Spanish Financial Market Stress Index (FMSI). *Documento de Trabajo*, 60. Madrid, España: CNMV.
- European Banking Authority. (2014). Methodological Note EU-Wide Stress Test. Version 2.0. EBA.
- European Banking Authority. (2015). Consultation Paper, Draft Guidelines on stress testing and supervisory stress testing. EBA.
- European Banking Authority. (2016a). EU-Wide Stress Test. Methodological Note. EBA.
- European Banking Authority. (2016b). Risk Assessment of the European Banking System. EBA.
- European Banking Authority. (2016c). EU-Wide Stress Test. Results. EBA.
- European Banking Authority. (2016d). Final report. Guidelines on the application of the definition of default under Article 178 of Regulation (EU) No 575/2013. EBA.
- European Banking Authority. (Q4 de 2016e). Risk Dashboard. *Data as of Q4 2016*. Londres, Reino Unido: EBA.
- European Banking Authority. (s.f.). *Regulation and Policy*. Recuperado el 13 de julio de 2017, de <https://www.eba.europa.eu/regulation-and-policy/market-risk>
- European Central Bank. (Octubre de 2013). A macro stress testing framework for assessing systemic risks in the banking sector. *Occasional Paper Series*, 152. (H. Jérôme, & C. Kok, Edits.) ECB.
- European Central Bank. (2014). Comprehensive assessment stress test manual. ECB.
- European Central Bank. (2016). Diario Oficial de la Unión Europea. *Dictamen 2016/C 252/01*.
- European Central Bank. (2017). STAMP€: Stress-Test Analytics for Macroprudential Purposes in the euro area. ECB.
- European central Bank. (25 de mayo de 2017b). *Aggregated balance sheet of euro area monetary financial institutions, excluding the Eurosystem*. Obtenido de http://www.ecb.europa.eu/stats/ecb_statistics/escb/html/table.en.html?id=JDF_BSI_MFI_BALANCE_SHEET

- European Systemic Risk Board. (Abril de 2013). Recommendation of the European Systemic Risk Board. Intermediate objectives and instruments of macro-prudential policy. ESRB.
- European Systemic Risk Board. (Enero de 2016). Adverse macro-financial scenario for the EBA 2016 EU-wide bank stress testing exercise. ESRB.
- Farhi, M., & Macedo Cintra, M. (2009). Crisis financiera internacional: contagio y respuestas regulatorias. *Nueva Sociedad*, 224.
- Feo Cediel, Y. (noviembre de 2016). Regular vine cópulas: una aplicación al cálculo de valor en riesgo. *Revista de investigación en modelos financieros*, 2(II), 29-64.
- Focarelli, D., & Pozzolo, A. (2016). Banking industry. En J. Garrett (Ed.), *Banking crisis* (págs. 25-27). Estados Unidos: PALGRAVE MACMILLAN. doi:10.1057/9781137553799
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial Oficina de Evaluación. (2010). *Política de Seguimiento y Evaluación del FMAM 2010*. Washington: Oficina de Evaluación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Recuperado el 8 de junio de 2017, de <http://www.gefio.org/sites/default/files/ieo/evaluations/gef-me-policy-2010-spa.pdf>
- Franklin, A., & Gale, D. (2000). Financial Contagion. *The Journal of Political Economy*, 108(1), 1-33.
- García Montalvo, J. (Julio de 2008). El sector inmobiliario español a principios del siglo XXI: entre la domografía y las expectativas. *Revista de economía de Castilla-La Mancha*, 11, 57-79. Obtenido de http://www.clmeconomia.jccm.es/pdfclm/montalvo_11.pdf
- García Santos, N. (2011). La defensa del consumidor de productos financieros. Mecanismos de prevención y gestión de futuras crisis bancarias. *Fundación de estudios financieros*, 42, 137-149.
- Genest, C., & MacKay, J. (1986). The joy of copulas: bivariate distributions with uniform marginals. *The American Statistician*, 40(4), 280-283.
- Gerba, E., & Mencia, J. (2017). How effective are capital-based macroprudential measures in taming the macro-financial cycles? A structural enquiry into Spain. *Forthcoming Banco de España WP and submitted to Journal of Banking and Finance*.
- Giulio, F., & Vives, X. (2008). *Competencia y Regulación en los Mercados Españoles del Gas y la Electricidad*. IESE Business School.
- Grundk, P., & Pliszka, K. (2015). A macroeconomic reverse stress test. *Deutsche Bundesbank*, 30, 0-35.
- Grundke, P., & Pliszka, K. (2013). A macroeconomic reverse stress test. *Discussion paper*. Deutsche Bundesbank.
- Grupo Larosière. (25 de Febrero de 2009). The High Level Group on Financial Supervision in the EU. Bruselas. Recuperado el 30 de enero de 2017, de http://ec.europa.eu/internal_market/finances/docs/de_larosiere_report_es.pdf
- Gudendorf, G., & Segers, J. (7 de Diciembre de 2009). *Extreme-Value Copulas*. (F. Durante, W. Haerdle, P. Jaworski, & T. Rychlik, Edits.) doi:arXiv:0911.1015v2

- Hamby, D. (1994). A review of Techniques for Parameter Sensitivity Analysis of Environmental Models. *Environmental Monitoring and Assessment*, 32, 135-154.
- Han, M. (2015). *Central Bank Regulation and the Financial Crisis: A Comparative Analysis*. (P. Molyneux, Ed.) Inglaterra: Palgrave Macmillan Studies in Banking and Financial Institutions.
- Harrington, S. E. (Septiembre de 2009). *Issue Analysis*. Recuperado el 30 de septiembre de 2017, de A Public Policy Paper of the National Association of Mutual Insurance Companies: http://www.naic.org/documents/topics_white_paper_namic.pdf
- Herrera, P., & García Fronti, J. (2013). Nota introductoria a la metodología de stress-testing utilizada en el sistema financiero. *Revista de Investigación en Modelos Financieros*, 2, 1.
- Hollo, D., Kremer, M., & Lo Duca, M. (2012). CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System. *Working Paper*, 1426. European Central Bank.
- Holmes Florez Castaño, C. (Febrero de 2012). Pruebas de tensión financiera (PTF). Una aproximación a la banca colombiana: Análisis de su impacto en la cartera de créditos. Manizales, Colombia: Universidad Autónoma de Manizales. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/318/1/final%2BTesis%2BCarlos%20Holmes%2BAbril%202017%20de%202012.pdf>
- Hull, J. (2006). *Risk Management and Financial Institutions*. Prentice Hall.
- International Actuarial Association. (2013). Stress Testing and Scenario Analysis. *Insurance Regulation Committee*. IAA.
- International Monetary Found. (22 de Agosto de 2012). Macrofinancial Stress Testing- Principles and Practices. IMF. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de <http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2012/082212.pdf>
- Jaramillo-Elorza, M., & Lozano, J. (Enero-Junio de 2014). Construcción de Distribuciones Multivariadas con Marginales Dependientes Usando Cópulas en R. *Revista Ciencia en Desarrollo*, 5(1), 21-29.
- Jiménez, M. (5 de Noviembre de 2015). Solo seis bancos españoles tendrán test de estrés europeos en 2016. *El País: Economía*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de http://economia.elpais.com/economia/2015/11/05/actualidad/1446716716_995450.html
- Jorion, P. (2006). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk* (Tercera ed.). Nueva York: McGraw-Hill Companies.
- Kojadinovic, I., & Yan, J. (Mayo de 2010). Modeling Multivariate Distributions with Continuous Margins Using the copula R Package. *Journal of Statistic Software*, 34(9), 1-20.
- Kolassa, D. (Marzo de 2016). El Sistema Europeo de Supervisión Financiera (SESF). *Fichas técnicas sobre la Unión Europea*. Recuperado el 27 de enero de 2017, de http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/es/FTU_3.2.5.pdf
- Kopeliovich, Y., Novosyolov, A., Satchkov, D., & Schachter, B. (2013). *Robust Risk Estimation and Hedging: A Reverse Stress Testing Approach*. Edhec Business School.

- Krayn, A., & Day, T. (1 de Febrero de 2013). *Stress Testing: Top Down or Bottoms Up?* Recuperado el 21 de marzo de 2017, de BankDirector.com: <http://www.bankdirector.com/index.php/issues/risk/stress-testing-top-down-or-bottoms-up/>
- Lamo de Espinosa, J. (2012). Cajas de ahorro y cajas rurales, dos modelos bien diferentes. *Vida Rural*, 346, 5-7.
- Ley Nº 26/1988. (29 de Julio de 1988). *Boletín Oficial del Estado*. España. Recuperado el 31 de enero de 2017, de <https://www.boe.es/buscar/pdf/1988/BOE-A-1988-18845-consolidado.pdf>
- Ley Nº 46/1998. (17 de Diciembre de 1998). *Boletín Oficial del Estado*, 302. Recuperado el 24 de noviembre de 2016, de <http://www.boe.es/boe/dias/1998/12/18/pdfs/A42460-42471.pdf>
- Licari, J. M., & Suárez-Lledó, J. (Octubre de 2012). Reverse Stress Testing from a Macroeconomic viewpoint: Quantitative Challenges & Solutions for its Practical Implementation. *Economic & Consumer Credit Analytics*. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de <https://www.economy.com/home/products/samples/whitepapers/2012-10-10-Reverse-Stress-Testing-From-Macroeconomic-View-Point.pdf>
- Lo, A. W. (marzo de 2012). Reading about the Financial Crisis: A TwentyOne-Book Review. *Journal of Economic Literature*, 50(1), 151-178. doi:10.1257/jel.50.1.151
- Luiss Guido Carli. (2016). *European banking supervision, the role of stress test*. Italia: Simone Manduchi.
- Lynch, D. (2013). The evolution of Stress Testing Counterparty Exposures. En A. Siddique, & I. Hasan (Edits.), *Stress Testing* (págs. 37-55). Londres, Gran Bretaña: Risk Books.
- Magnus, M., & Duillet-Margerit, A. (2016). *Bank stress testing: stock taking and challenges*. European Parliament, Directorate-General for internal policies. Recuperado el 2 de febrero de 2017, de [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/587358/IPOL_BRI\(2016\)587358_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/587358/IPOL_BRI(2016)587358_EN.pdf)
- McNeil, A. J., & Smith, A. D. (2012). Multivariate stress scenarios and solvency. *Insurance: Mathematics and Economics*, 50, 299-308.
- Mei, M. (21 de Agosto de 2009). *Principal Component Analysis*. Recuperado el 11 de octubre de 2017, de The University of Chicago - Department of Mathematics: <http://www.math.uchicago.edu/~may/VIGRE/VIGRE2009/REUPapers/Mei.pdf>
- Mencía, J., & Saurina, J. (2016). Política Macroprudencial: objetivos, instrumentos e indicadores. *Documentos ocasionales*, 1601. Banco de España.
- Mendoza Velázquez, A., & Galvanovskis, E. (septiembre de 2014). La cópula GED bivariada. Una aplicación en entornos de crisis. *El Trimestre Económico*, LXXXI(323), 721-746.
- Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación. (2012). *Memorando de entendimiento sobre condiciones de política sectorial financiera*. Recuperado el 15 de abril de 2016, de

http://www.mineco.gob.es/stfls/mineco/prensa/ficheros/noticias/2012/120720_MOU_espanyol_2_rubrica_MECC_VVV.pdf

- Minsky, H. (1975). *John Maynard Keynes*. Nueva York: Columbia University Press.
- Naifar, N. (2011). Modelling dependence structure with Archimedean copulas and applications to the iTraxx CDS index. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 235, 2459-2466. doi:10.1016/j.cam.2010.10.047
- Nelsen, R. (2006). *An Introduction to Copulas*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Ontivero Baeza, E., & Valero López, F. J. (2013). Las Crisis Bancarias en España, 1977-2012. *Revista de la Historia de la Economía y de la Empresa*, VII, 277-317.
- Papanek, R. (2011). Reverse Stress Testing. [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de msci.com: <http://docslide.us/download/link/mscicom-2011-all-rights-reserved-mscicom-reverse-stress-testing-ron-papanek>
- Parlamento Europeo. (s.f.). *europa.eu*. Recuperado el 30 de enero de 2017, de https://europa.eu/european-union/about-eu/institutions-bodies/european-parliament_es
- Parlamento Europeo y Consejo. (2013a). Directiva 2013/36/UE. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Parlamento Europeo y Consejo. (26 de Junio de 2013b). Reglamento 575/2013/UE. *Diario Oficial de la Unión Europea*. Unión Europea.
- Patton, A. (2012). A review of copula models for economic time series. *Journal of Multivariate Analysis*, 110, 4-18.
- Penikas, H. (2015). History of banking regulation as developed by the Basel Committee on Banking Supervision in 1974-2014 (Brief Overview). *Revista de Estabilidad Financiera*, 28, 8-48.
- Pérez Montes, C., & Trucharte Artigas, C. (2013). Top-down stress test as macro-prudential tool: methodology and practical application. *Revista de Estabilidad Financiera*, 24, 89-107.
- Pérez Rivarés, J. A. (2013). Instrumentos de Coordinación de la Unión Europea en materia de rescate y resolución de entidades financieras. *Revista de derecho bancario y bursátil*(131), 97-120. Recuperado el 19 de septiembre de 2017, de Uría Menéndez: http://www.uria.com/documentos/publicaciones/3900/documento/5222010_1.pdf?id=4776
- Pérez, D., & Trucharte, C. (2011). Los ejercicios de estrés test: experiencia reciente y reflexiones sobre su futuro. *Revista de Estabilidad Financiera*, 21, 63-82.
- Ponce, J., & Tubio, M. (2010). Estabilidad Financiera: conceptos básicos. *Documento de trabajo del Banco Central del Uruguay(004)*. Banco Central del Uruguay. Recuperado el 26 de abril de 2016, de <http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Documentos%20de%20Trabajo/4.2010.pdf>

- Randall Wray, L. (2016). Minsky Crisis. En G. Jones (Ed.), *Banking Crises. Perspectives from The New Palgrave Dictionary* (págs. 230-240). Nueva York: Palgrave Macmillan.
- Real Academia Española. (15 de 10 de 2016). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=VkMYOa2|VkMn9cm>
- Ríos Bolívar, H., & Gómez Rodríguez, T. (2015). Competencia, eficiencia y estabilidad financiera en el sector bancario mexicano. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 10(1), 41-60.
- Rueda López, N. (2012). Evolución del sistema tributario en España. *eXtoikos*(7), 25-37.
- Saber, G. (1984). *Multivariate observations*. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.
- Saltelli, A., Tarantola, S., Campolongo, F., & Ratto, M. (2004). *Sensitivity Analysis in Practice. A Guide to Assessing Scientific Models*. Nueva Delhi, India: John Wiley & Sons, Ltd.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (1993). *Economía* (Decimocuarta ed.). (M. J. Norte, Ed., E. Rabasco, & L. Toharia, Trads.) McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA S.A.
- Santos, T. (2014). Antes del Diluvio: The Spanish banking system in the first decade of the euro. *(forthcoming) in Après le Déluge: Finance and the Common Good After the Crisis*. Chicago, Estados Unidos: University of Chicago Press.
- Sarabia Alegría, J., Gómez Déniz, E., & Vázquez Polo, F. (2007). *Estadística actuarial: Teoría y aplicaciones*. Madrid: Pearson Educación.
- Schinasi, G. J. (2004). Defining Financial Stability. *IMF Working Paper, 04/187*. doi:10.5089/9781451859546.001
- Seen, D. (2013). Using indicators to measure progress and performance. Sustainable sanitation and water management. *[diapositivas de PowerPoint]*. Recuperado el 19 de abril de 2016, de <http://www.sswm.info/sites/default/files/ppts/SENN%202013%20Using%20Indicators%20to%20Measure%20Progress%20and%20Performance-131218.ppt>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (Diciembre de 1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Sklar, A. (1959). Fonctions de repartitionan dimensions et leurs marges. *Institut Statistique de l'Université de Paris*, 8, 229-231.
- Skoglund, J., & Chen, W. (2009). Risk contributions, information and reverse stress testing. *The Journal of Risk Model Validation*, 3(2), 61-77. doi:10.21314/JRMV.2009.041
- SOAS University of London. (s.f.). Unit 1 Introduction to Financial Regulation. En *Regulation of International Capital Markets*. Londres: SOAS - Centre for Financial and Management Studies. Recuperado el 7 de agosto de 2017, de <https://www.soas.ac.uk/courseunits/C343.html>
- Tanzi, V. (5 al 8 de julio de 2010). La crisis financiera y económica de 2008-2009: Efectos fiscales y monetarios. *XXXVII Seminario Internacional de Presupuesto Público*. Madrid, España. Recuperado el 09 de enero de 2017, de <http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2011/08050.pdf>

- Tenney, M. S. (18 de Julio de 2003). *Introduction to Copulas*. Recuperado el 7 de marzo de 2017, de mathematical-finance.com:
<https://www.casact.org/education/rcm/2003/ERMHandouts/tenney1.pdf>
- Torres, X. (2015). El Mecanismo Único de Supervisión y el Papel de las Autoridades Nacionales. *Revista de Estabilidad Financiera*, 29, 9-28.
- Ugena Torrejón, R. (2014). El Mecanismo Único de Supervisión Europeo. *Actualidad Jurídica Uría Menéndez*(36), 7-18.
- Universidad de Granada. (2017). Teoría de cópulas y aplicaciones en simulación de riesgos financieros e ingeniería civil. Granada, España. Recuperado el 25 de enero de 2017, de <http://masteres.ugr.es/moea/pages/tfm0809/teora-de-cpulas-y-aplicaciones-en-simulacin-de-riesgos-financieros-e-ingeniera-civil>
- Universidad de Granada. (s.f.). *Teoría de cópulas y aplicaciones en simulación de riesgos financieros y en ingeniería civil*. Recuperado el 20 de junio de 2017, de Master Oficial Universitario UGR: <http://masteres.ugr.es/moea/pages/tfm0809/teora-de-cpulas-y-aplicaciones-en-simulacin-de-riesgos-financieros-e-ingeniera-civil>
- Vázquez, J. M. (13 de Septiembre de 2013). Indicadores de evaluación de la implementación del Lean Manufacturing en la industria. (*Tesis de Maestría*). Valladolid, España: Universidad de Valladolid. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6470/1/TFM-P-107.pdf>
- Wang, R., Peng, L., & Yang, J. (2013). Bounds for the sum of dependent risks and worst Value-at-Risk with monotone marginal densities. *Finance Stoch*, 17, 395-417. doi:10.1007/s00780-012-0200-5.
- Yamai, Y., & Yoshiba, T. (2005). Value-at-risk versus expected shortfall: A practical perspective. *Journal of banking & finance*, 29(4), 997-1015. doi:10.1016/j.jbankfin.2004.08.010
- Yan, J. (11 de septiembre de 2007). Enjoy the Joy of Copulas: With a Package copula. *Journal of Statistical Software*, 21(4), 1-21.
- Yuen, K. (2013). Determining the Severity of Macroeconomic Stress Scenarios. En A. Siddique, & I. Hasan (Edits.), *Stress Testing* (págs. 193-224). Londres, Gran Bretaña: Risk Books.

APÉNDICE 1

Lista de variables microeconómicas

A continuación se presentan dos tablas referentes a datos microeconómicos; la primera muestra la lista de variables de balance y el mapeo entre los balances desde enero 2005 a noviembre 2008 y diciembre 2008 en adelante (fuente AEB). La segunda tabla detalla la lista de variables procedentes de la base de datos del ECB. Todos los datos referentes a las siguientes variables se han utilizado en la unidad de medida de Millones de Euros.

Variable	Ene05-Nov08	Dic08-Dic16
A1	1 CAJA Y DEPÓSITOS EN BANCOS CENTRALES	1. CAJA Y DEPÓSITOS EN BANCOS CENTRALES
A2	2 CARTERA DE NEGOCIACIÓN	2. CARTERA DE NEGOCIACIÓN
A21	21 Depósitos en entidades de crédito	2. 1. Depósitos en entidades de crédito
A22	23 Crédito a la clientela	2. 2. Crédito a la clientela
A23	24 Valores representativos de deuda	2. 3. Valores representativos de deuda
A24	25 Otros instrumentos de capital	2. 4. Instrumentos de capital
	22 Operac del mercado monet través de entidad de contrapartida	
A25	26 Derivados de negociación	2. 5. Derivados de negociación
PMA2	Pro-memoria: Prestados o en garantía	<i>Pro-memoria: Prestados o en garantía</i>
A3	3 OTROS ACTIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN PÉRDIDAS Y GANANCIAS	3. OTROS ACTIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN PÉRDIDAS Y GANANCIAS
A31	31 Depósitos en entidades de crédito	3. 1. Depósitos en entidades de crédito
A32	33 Crédito a la clientela	3. 2. Crédito a la clientela
A33	34 Valores representativos de deuda	3. 3. Valores representativos de deuda
A34	35 Otros instrumentos de capital	3. 4. Instrumentos de capital
	32 Operac del mercado monet través de entidad de contrapartida	
PMA3	Pro-memoria: Prestados o en garantía	<i>Pro-memoria: Prestados o en garantía</i>
A4	4 ACTIVOS FINANCIEROS DISPONIBLES PARA LA VENTA	4. ACTIVOS FINANCIEROS DISPONIBLES PARA LA VENTA
A41	41 Valores representativos de deuda	4. 1. Valores representativos de deuda
A42	42 Otros instrumentos de capital	4. 2. Instrumentos de capital

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

<i>PMA4</i>	Pro-memoria: Prestados o en garantía	<i>Pro-memoria: Prestados o en garantía</i>
A5	5 INVERSIONES CREDITICIAS	5. INVERSIONES CREDITICIAS
A51	51 Depósitos en entidades de crédito	5. 1. Depósitos en entidades de crédito
	55 Otros activos financieros	
	52 Operac del mercado monet través de entid de contrapartida	
A52	53 Crédito a la clientela	5. 2. Crédito a la clientela
A53	54 Valores representativos de deuda	5. 3. Valores representativos de deuda
<i>PMA5</i>	Pro-memoria: Prestados o en garantía	<i>Pro-memoria: Prestados o en garantía</i>
A6	6 CARTERA DE INVERSIÓN A VENCIMIENTO	6. CARTERA DE INVERSIÓN A VENCIMIENTO
<i>PMA6</i>	Pro-memoria: Prestados o en garantía	<i>Pro-memoria: Prestados o en garantía</i>
A7	9 AJUSTES A ACTIVOS FINANCIEROS POR MACRO-COBERTURAS	7. AJUSTES A ACTIVOS FINANCIEROS POR MACRO-COBERTURAS
A8	10 DERIVADOS DE COBERTURA	8. DERIVADOS DE COBERTURA
A9	11 ACTIVOS NO CORRIENTES EN VENTA	9. ACTIVOS NO CORRIENTES EN VENTA
A10	12 PARTICIPACIONES	10. PARTICIPACIONES
A101	121 Entidades asociadas	10. 1. Entidades asociadas
A102	122 Entidades multigrupo	10. 2. Entidades multigrupo
A103	123 Entidades del grupo	10. 3. Entidades del grupo
A11	13 CONTRATOS DE SEGUROS VINCULADOS A PENSIONES	11. CONTRATOS DE SEGUROS VINCULADOS A PENSIONES
A13	15 ACTIVO MATERIAL	13. ACTIVO MATERIAL
A131	SUMA	13. 1. Inmovilizado material
A1311	151 De uso propio	13. 1. 1. De uso propio
A1312	153 Otros activos cedidos en arrendamiento operativo	13. 1. 2. Cedido en arrendamiento operativo
A1313	154 Afecto a la Obra social	13. 1. 3. Afecto a la Obra Socias (sólo Cajas de Ahorro y Cooperativas de Crédito)
A132	152 Inversiones inmobiliarias	13. 2. Inversiones inmobiliarias
<i>PMA13</i>	Pro-memoria: Adquirido en arrendamiento financiero	<i>Pro-memoria: Adquirido en arrendamiento financiero</i>
A14	16 ACTIVO INTANGIBLE	14. ACTIVO INTANGIBLE
A141	161 Fondo de comercio	14. 1. Fondo de comercio
A142	162 Otro activo intangible	14. 2. Otro activo intangible
A15	17 ACTIVOS FISCALES	15. ACTIVOS FISCALES
A151	171 Corrientes	15. 1. Corrientes
A152	172 Diferidos	15. 2. Diferidos
A16	19 OTROS ACTIVOS	16. RESTO DE ACTIVOS
	18 PERIODIFICACIONES	

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

ACTIVOTOT	TOTAL ACTIVO	TOTAL ACTIVO
P1	1 CARTERA DE NEGOCIACIÓN	1. CARTERA DE NEGOCIACIÓN
P1.1		1. 1. Depósitos de bancos centrales
P1.2	11 Depósitos de entidades de crédito	1. 2. Depósitos de entidades de crédito
P1.3	13 Depósitos de la clientela	1. 3. Depósitos de la clientela
P1.4	14 Débitos representados por valores negociables	1. 4. Débitos representados por valores negociables
P1.5	15 Derivados de negociación	1. 5. Derivados de negociación
P1.6	16 Posiciones cortas de valores	1. 6. Posiciones cortas de valores
P1.7	12 Operac del mercado monet través de entidad de contrapartida	1. 7. Otros pasivos financieros
P2	2 OTROS PASIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN PÉRDIDAS Y GANANCIAS	2. OTROS PASIVOS FINANCIEROS A VALOR RAZONABLE CON CAMBIOS EN PÉRDIDAS Y GANANCIAS
P21		2. 1. Depósitos de bancos centrales
P22	21 Depósitos de entidades de crédito	2. 2. Depósitos de entidades de crédito
P23	22 Depósitos de la clientela	2. 3. Depósitos de la clientela
P24	23 Débitos representados por valores negociables	2. 4. Débitos representados por valores negociables
P25		2. 5. Pasivos subordinados
P26		2. 6. Otros pasivos financieros
P3	4 PASIVOS FINANCIEROS A COSTE AMORTIZADO	3. PASIVOS FINANCIEROS A COSTE AMORTIZADO
P31	41 Depósitos de bancos centrales	3. 1. Depósitos de bancos centrales
P32	42 Depósitos de entidades de crédito	3. 2. Depósitos de entidades de crédito
	43 Operac del mercado monet través de entidad de contrapartida	
P33	44 Depósitos de la clientela	3. 3. Depósitos de la clientela
P34	45 Débitos representados por valores negociables	3. 4. Débitos representados por valores negociables
P35	46 Pasivos subordinados	3. 5. Pasivos subordinados
P36	47 Otros pasivos financieros	3. 6. Otros pasivos financieros
P4	10 AJUSTES A PASIVOS FINANCIEROS POR MACRO-COBERTURAS	4. AJUSTES A PASIVOS FINANCIEROS POR MACRO-COBERTURAS
P5	11 DERIVADOS DE COBERTURA	5. DERIVADOS DE COBERTURA
P6	12 PASIVOS ASOCIADOS CON ACTIVOS NO CORRIENTES EN VENTA	6. PASIVOS ASOCIADOS CON ACTIVOS NO CORRIENTES EN VENTA
P8	14 PROVISIONES	8. PROVISIONES
P81	141 Fondos para pensiones y obligaciones similares	8. 1. Fondo para pensiones y obligaciones similares

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

P82	142 Provisiones para impuestos	8. 2. Provisiones para impuestos y otras contingencias legales
P83	143 Provisiones para riesgos y compromisos contingentes	8. 3. Provisiones para riesgos y compromisos contingentes
P84	144 Otras provisiones	8. 4. Otras provisiones
P9	15 PASIVOS FISCALES	9. PASIVOS FISCALES
P91	151 Corrientes	9. 1. Corrientes
P92	152 Diferidos	9. 2. Diferidos
P10	171 Fondo Obra social	10. FONDO DE LA OBRA SOCIAL (solo Cajas de Ahorros y Cooperativas de Crédito)
P11	172 Resto	11. RESTO DE PASIVOS
P12	18 CAPITAL CON NATURALEZA DE PASIVO FINANCIERO	12. CAPITAL REEMBOLSABLE A LA VISTA (solo Cajas de Ahorros y Cooperativas de Crédito)
PASIVOTOT	TOTAL PASIVO	TOTAL PASIVO
PN1	3 FONDOS PROPIOS	1. FONDOS PROPIOS
PN11	31 Capital o fondo de dotación	1. 1. Capital/Fondo de dotación (a)
PN111	311 Emitido	1. 1. 1. Escriturado
PN112	312 Pendiente de desembolso no exigido (-)	1. 1. 2. <i>Menos: Capital no exigido</i>
PN12	32 Prima de emisión	1. 2. Prima de emisión
PN13	33 Reservas	1. 3. Reservas
PN14	34 Otros instrumentos de capital	1. 4. Otros instrumentos de capital
PN141	341 De instrumentos financieros compuestos	1. 4. 1. De instrumentos financieros compuestos
PN142		1. 4. 2. Cuotas participativas y fondos asociados (solo Cajas de Ahorros)
PN143	342 Resto	1. 4. 3. Resto de instrumentos de capital
PN15	35 Menos: Valores propios	1. 5. <i>Menos: Valores propios</i>
PN16	37 Resultado del ejercicio	1. 6. Resultado del ejercicio
PN17	38 Menos: Dividendos y retribuciones	1. 7. <i>Menos: Dividendos y retribuciones</i>
PN2	2 AJUSTES POR VALORACIÓN	2. AJUSTES POR VALORACIÓN
PN21	21 Activos financieros disponibles para la venta	2. 1. Activos financieros disponibles para la venta
PN22	23 Coberturas de los flujos de efectivo	2. 2. Coberturas de los flujos de efectivo
PN23	24 Coberturas de inversiones netas en negocios en el extranjero	2. 3. Coberturas de inversiones netas en negocios en el extranjero
PN24	25 Diferencias de cambio	2. 4. Diferencias de cambio
PN25	26 Activos no corrientes en venta	2. 5. Activos no corrientes en venta
PN27	22 Pasivos finan a valor razonable con cambios en el patrim neto	2. 7. Resto de ajustes por valoración
PATRNETOTOT	TOTAL PATRIMONIO NETO	TOTAL PATRIMONIO NETO

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

PASIVOYPN	TOTAL PATRIMONIO NETO Y PASIVO	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO NETO
PM	PRO-MEMORIA	PRO-MEMORIA
RC	1 RIESGOS CONTINGENTES	1. RIESGOS CONTINGENTES
CC	2 COMPROMISOS CONTINGENTES	2. COMPROMISOS CONTINGENTES
PYG1	1 INTERESES Y RENDIMIENTOS ASIMILADOS	1. INTERESES Y RENDIMIENTOS ASIMILADOS
PYG2	2 INTERESES Y CARGAS ASIMILADAS	2. INTERESES Y CARGAS ASIMILADAS
PYG3		3. REMUNERACIÓN DE CAPITAL REEMBOLSABLE A LA VISTA (SOLO COOPERATIVAS DE CRÉDITO)
PYGA	A) MARGEN DE INTERMEDIACIÓN	A) MARGEN DE INTERESES
PYG4	3 RENDIMIENTO DE INSTRUMENTOS DE CAPITAL	4. RENDIMIENTO DE INSTRUMENTOS DE CAPITAL
PYG6	5 COMISIONES PERCIBIDAS	6. COMISIONES PERCIBIDAS
PYG7	6 COMISIONES PAGADAS	7. COMISIONES PAGADAS
PYG8	8 RESULTADOS DE OPERACIONES FINANCIERAS (NETO)	8. RESULTADO DE OPERACIONES FINANCIERAS (NETO)
PYG81	81 Cartera de negociación	8. 1. Cartera de negociación
PYG82	82 Otros instrum finan a valor razonable con cambios en perd y ganan	8. 2. Otros instrumentos financieros a valor razonable con cambios en pérdidas y ganancias
	84 Inversiones crediticias	
PYG83	83 Activos financieros disponibles para la venta	8. 3. Instrumentos financieros no valorados a valor razonable con cambios en pérdidas y ganancias
PYG84	85 Otros	8. 4. Otros
PYG9	9 DIFERENCIAS DE CAMBIO (NETO)	9. DIFERENCIAS DE CAMBIO (NETO)
PYG10	12 OTROS PRODUCTOS DE EXPLOTACIÓN	10. OTROS PRODUCTOS DE EXPLOTACIÓN
PYG11	16 OTRAS CARGAS DE EXPLOTACIÓN	11. OTRAS CARGAS DE EXPLOTACIÓN
PYGB	B) MARGEN ORDINARIO	B) MARGEN BRUTO
PYG12	SUMA	12. GASTOS DE ADMINISTRACIÓN
PYG121	13 GASTOS DE PERSONAL	12. 1. Gastos de personal
PYG122	14 OTROS GASTOS GENERALES DE ADMINISTRACIÓN	12. 2. Otros gastos generales de administración
PYG13	15 AMORTIZACIÓN	13. AMORTIZACIÓN
PYG14	18 DOTACIONES A PROVISIONES (NETO)	14. DOTACIONES A PROVISIONES (NETO)
PYG15	SUMA	15. PÉRDIDAS POR DETERIORO DE ACTIVOS FINANCIEROS(NETO)

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

PYG151	172 Inversiones crediticias	15. 1. Inversiones crediticias
	171 Activos financieros disponibles para la venta	
PYG152	173 Cartera de inversión a vencimiento	15. 2. Otros instrumentos financieros no valorados a valor razonable con cambios en pérdidas y ganancias
	174 Activos no corrientes en venta	
	175 Participaciones	
	176 Activo material	
PYGC	SUMA	C) RESULTADO DE LA ACTIVIDAD DE EXPLOTACIÓN
PYG16	SUMA	16. PÉRDIDAS POR DETERIORO DEL RESTO DE ACTIVOS (NETO)
PYG161	177 Fondo de comercio	16. 1. Fondo de comercio y otro activo intangible
	178 Otro activo intangible	
PYG162	179 Resto de activos	16. 2. Otros activos
PYG17	22 OTRAS PÉRDIDAS	17. GANANCIAS (PÉRDIDAS) EN LA BAJA DE ACTIVOS NO CLASIFICADOS COMO NO CORRIENTES EN VENTA
PYG18		18. DIFERENCIA NEGATIVA EN COMBINACIONES DE NEGOCIOS
PYG19	21 OTRAS GANANCIAS	19. GANANCIAS (PÉRDIDAS) DE ACTIVOS NO CORRIENTES EN VENTA NO CLASIFICADOS COMO OPERACIONES INTERRUMPIDAS
PYGD	D) RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	D) RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS
PYG20	23 IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS	20. IMPUESTO SOBRE BENEFICIOS
PYG21	24 DOTACIÓN OBLIGATORIA A OBRAS Y FONDOS SOCIALES	21. DOTACIÓN OBLIGATORIA A OBRAS Y FONDOS SOCIALES (SOLO CAJAS DE AHORROS Y COOPERATIVAS DE CRÉDITO)
PYGE	E) RESULTADO DE LA ACTIVIDAD ORDINARIA	E) RESULTADO DEL EJERCICIO PROCEDENTE DE OPERACIONES CONTINUADAS
PYG22	25 RESULTADO DE OPERACIONES INTERRUMPIDAS (NETO)	22. RESULTADO DE OPERACIONES INTERRUMPIDAS (NETO)
PYGF	F) RESULTADO DEL EJERCICIO	F) RESULTADO DEL EJERCICIO
REA	2 Resultado del ejercicio	A) RESULTADO DEL EJERCICIO
REB	1 Ingresos netos reconocidos directamente en el patrimonio neto	B) OTROS INGRESOS Y GASTOS RECONOCIDOS
RE1	11 Activos financieros disponibles para la venta	1. Activos financieros disponibles para la venta
RE11	111 Ganancias/pérdidas por valoración	1.1. Ganancias (pérdidas) por valoración

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

RE12	112 Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias	1.2. Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias
RE13	113 Impuesto sobre beneficios	1.3. Otras reclasificaciones
	114 Reclasificaciones	
RE2	13 Coberturas de los flujos de efectivo	2. Coberturas de los flujos de efectivo
RE21	131 Ganancias/pérdidas por valoración	2.1. Ganancias (pérdidas) por valoración
RE22	132 Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias	2.2. Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias
RE23	133 Importes transferidos al valor contable inicial de las partidas cubiertas	2.3. Importes transferidos al valor inicial de las partidas cubiertas
RE24	134 Impuesto sobre beneficios	2.4. Otras reclasificaciones
	135 Reclasificaciones	
RE3	14 Coberturas de inversiones netas en negocios en el extranjero	3. Coberturas de inversiones netas en negocios en el extranjero
RE31	141 Ganancias/pérdidas por valoración	3.1. Ganancias (pérdidas) por valoración
RE32	142 Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias	3.2. Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias
RE33	143 Impuesto sobre beneficios	3.3. Otras reclasificaciones
	144 Reclasificaciones	
RE4	15 Diferencias de cambio	4. Diferencias de cambio
RE41	151 Ganancias/perdidas por conversión	4.1. Ganancias (pérdidas) por valoración
RE42	152 Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias	4.2. Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias
RE43	153 Impuesto sobre beneficios	4.3. Otras reclasificaciones
	154 Reclasificaciones	
RE5	16 Activos no corrientes en venta	5. Activos no corrientes en venta
RE51	161 Ganancias por valoración	5.1. Ganancias (pérdidas) por valoración
RE52	162 Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias	5.2. Importes transferidos a la cuenta de pérdidas y ganancias
RE53	163 Impuesto sobre beneficios	5.3. Otras reclasificaciones
	164 Reclasificaciones	
RE6		6. Ganancias (pérdidas) actuariales en planes de pensiones
RE8		8. Resto de ingresos y gastos reconocidos
RE9		9. Impuesto sobre beneficios
REC	3 Ingresos y gastos totales del ejercicio	C) TOTAL INGRESOS Y GASTOS RECONOCIDOS (A+B)

Tabla A1.1: Mapeo entre los balances 01/2005-08/2008 y 09/2008-12/2016
Fuente: Elaboración propia

Variable	Definición	Fuente
A20_0000	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
A20_1000	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE INSTITUCIONES MONETARIAS FINANCIERAS (MFIS)	ECB
A20_2100	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE GOBIERNO GENERAL, DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A20_2200	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO GENERAL, DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A20_2210	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CORPORACIONES FINANCIERAS EXCLUYENDO MFIS Y COMPAÑÍAS DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES (ICPFS) ,DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A20_2220	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE COMPAÑÍAS DE SEGUROS Y FONDOS DE PENSIONES	ECB
A20_2240	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CORPORACIONES NO FINANCIERAS	ECB
A20_2250	PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, HOGARES E INSTITUCIONES SIN FINES DE LUCRO AL SERVICIO DE LOS HOGARES	ECB
A21_2250	CRÉDITO AL CONSUMO, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, HOGARES E INSTITUCIONES SIN FINES DE LUCRO AL SERVICIO DE LOS HOGARES	ECB
A22_2250	PRÉSTAMO PARA COMPRA DE VIVIENDA, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, HOGARES E INSTITUCIONES SIN FINES DE LUCRO AL SERVICIO DE LOS HOGARES	ECB
A23_2250	OTROS PRÉSTAMOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, HOGARES E INSTITUCIONES SIN FINES DE LUCRO AL SERVICIO DE LOS HOGARES	ECB
A30_0000	TÍTULOS DE DEUDA MANTENIDOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

A30_1000	TÍTULOS DE DEUDA MANTENIDOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE INSTITUCIONES MONETARIAS FINANCIERAS (MFIS)	ECB
A30_2100	TÍTULOS DE DEUDA MANTENIDOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE GOBIERNO GENERAL ,DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A30_2200	TÍTULOS DE DEUDA MANTENIDOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO GENERAL ,DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A42_1000	ACCIONES/UNIDADES MMF, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE INSTITUCIONES MONETARIAS FINANCIERAS (MFIS)	ECB
A50_0000	ACCIONES Y PARTICIPACIONES EN FONDOS DE INVERSIÓN DE ACCIONES NO-MMF, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
A50_1000	ACCIONES Y PARTICIPACIONES EN FONDOS DE INVERSIÓN DE ACCIONES NO-MMF, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE INSTITUCIONES MONETARIAS FINANCIERAS (MFIS)	ECB
A50_2200	ACCIONES Y PARTICIPACIONES EN FONDOS DE INVERSIÓN DE ACCIONES NO-MMF, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO GENERAL ,DATOS NO AJUSTADOS POR TEMPORADA NI POR DÍAS LABORABLES	ECB
A60_0000	ACTIVOS NO FINANCIEROS (INCLUYENDO ACTIVOS FIJOS),CONTRAPARTE MUNDIAL NO ASIGNADA (GEOGRÁFICAMENTE), SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
A7C_0000	ACTIVOS RESTANTES Y EFECTIVO DE LOS CUALES EUROS, CONTRAPARTE MUNDIAL NO ASIGNADA (GEOGRÁFICAMENTE), SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
AXG_0000	ACTIVOS EXTERNOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA FUERA DEL EURO,SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L20_0000	DEPÓSITOS PASIVOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L20_1000	DEPÓSITOS PASIVOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE INSTITUCIONES MONETARIAS FINANCIERAS (MFIS)	ECB

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

L20_2110	DEPÓSITOS PASIVOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, CENTRAL GOVERNMENT SECTOR	ECB
L20_2300	DEPÓSITOS PASIVOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO CENTRAL	ECB
T00_0000	TOTAL ACTIVOS/PASIVOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE MUNDIAL NO ASIGNADA (GEOGRÁFICAMENTE), SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L21_2300	DEPÓSITOS NOCTURNOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO CENTRAL	ECB
L22_2300	DEPÓSITOS CON VENCIMIENTO ACORDADO, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO CENTRAL	ECB
L23_2300	DEPÓSITOS REEMBOLSABLES CON PREAVISO, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO CENTRAL	ECB
L24_2300	ACUERDOS DE RECOMPRA, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, NO-MFIS EXCLUYENDO SECTOR DE GOBIERNO CENTRAL	ECB
L30_0000	PARTICIPACIONES EN FONDOS DEL MERCADO MONETARIO, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L40_0000	VALORES DE DEUDA EMITIDOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L60_0000	CAPITAL Y RESERVAS, CONTRAPARTE MUNDIAL NO ASIGNADA (GEOGRÁFICAMENTE), SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
L70_0000	PASIVOS RESTANTES, CONTRAPARTE MUNDIAL NO ASIGNADA (GEOGRÁFICAMENTE), SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB
LXG_0000	PASIVOS EXTERNOS, TODOS LOS VENCIMIENTOS, CONTRAPARTE DE LA ZONA FUERA DEL EURO, SECTOR DE CONTRAPARTIDA NO ESPECIFICADO	ECB

Tabla A1.2: *Lista de variables microeconómicas*

Fuente: Elaboración propia

Lista de variables macroeconómicas

Variable	Definición	Nota	Fuente
BE_2_10.11	RENDIMIENTO DE BONOS Y OBLIGACIONES A 10 AÑOS. CRITERIO DE CONVERGENCIA. COMPRAVENTA CONTADO.	Dato mensual	Boletín Oficial BdE
SI_1_2.4	RENTABILIDAD DE BONOS A 10 AÑOS. MERCADO DE DEUDA	Datos diarios, calculada media mensual	BdE Estadísticas
SI_1_2.9	DIFERENCIAL A 10 AÑOS ENTRE EL BONO ESPAÑOL Y EL BONO ALEMÁN	Datos diarios, calculada media mensual	BdE Estadísticas
CDS_Spain_5	CDS ESPAÑOL A 5 AÑOS	Datos diarios, calculada media mensual	SNL
FRINTER3	EUROBIR A 3 MESES (MEDIA MENSUAL)	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
FRI60C	IMF-IFS TREASURY BILL RATE FRANCIA. RENDIMIENTO PROMEDIO MENSUAL DE LOS BONOS DEL TESORO FRANCÉS A TRES MESES	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
EMEBSMLFA	FACILIDAD MARGINAL DE CRÉDITO, CONTRAPARTE EURO. LOS DATOS SE REFIEREN A LA COMPOSICIÓN CAMBIANTE DE LA ZONA DEL EURO.	Dato mensual	Datastream
TOTLIES	ÍNDICE DE PRECIOS DEL SECTOR NO FINANCIERO	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
IBEIDELTA35C	VOLATILIDAD IMPLÍCITA A 1 MES DEL IBEI DELTA 35 CALL	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
IBEIDELTA35P	VOLATILIDAD IMPLÍCITA A 1 MES DEL IBEI DELTA 35 PUT	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
BANKSES(RI)	RENTABILIDAD IDIOSINCRÁTICA DEL SECTOR BANCARIO	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
IBEX35I(RI)	RENTABILIDAD DEL IBEX 35	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
ESBDSRP.R	RENTABILIDAD DE LA DEUDA ESPAÑOLA DEL SECTOR NO FINANCIERO PRIVADO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	Datastream
ES10YRZ	ÍNDICE DE PRECIOS DEL BONO ESPAÑOL A 10 AÑOS	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream

F3ESGFE(PI)	ÍNDICE DE PRECIOS DEL FTSE ESPAÑOL	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
F3ESGFE(MV)	PRECIO DE MERCADO DEL FTSE ESPAÑOL	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
SI_1_4.1	PIB PER CAPITA EN ESPAÑA.	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.2	PIB PER CAPITA PPC CONSTANTES DE 2005 EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.3	POBLACIÓN 15/64 AÑOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL EN ESPAÑA.	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.4	TASA DE EMPLEO EN ESPAÑA.	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.5	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO EN ESPAÑA.	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.6	PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.7	STOCK DE CAPITAL /EMPLEO EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.8	STOCK DE CAPITAL PRODUCTIVO/EMPLEO EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.9	CAPITAL FISICO PRIVADO/EMPLEO EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.10	CAPITAL PUBLICO/POBLACION EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.11	STOCK DE CAPITAL RESIDENCIAL/EMPLEO EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.12	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.13	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPRENDIDA ENTRE 16-64 AÑOS EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.14	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.15	GASTO EN I+D /PIB. ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.16	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB. ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.17	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB. ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.18	PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES POR CADA MILLON DE HABITANTES EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.19	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.20	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.21	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PRIVADA/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.22	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.23	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO RESIDENCIAL/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.24	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO CONSTRUCCION NO RESIDENCIAL/PIB EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.25	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 AÑOS EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.26	FORMACIÓN CONTINUA EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.27	ESTUDIOS SUPERIORES EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.28	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.29	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.30	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.31	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.32	TASA DE PARO EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.33	TASA DE DEPENDENCIA EN ESPAÑA	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.34	PIB PER CAPITA EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.35	PIB PER CAPITA A PRECIOS CONSTANTES DE 1995 EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.36	POBLACIÓN 15/64 AÑOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.37	TASA DE EMPLEO EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.38	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.39	PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.40	STOCK DE CAPITAL /EMPLEO EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.41	STOCK DE CAPITAL PRODUCTIVO/EMPLEO	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.42	CAPITAL FISICO PRIVADO/EMPLEO EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.43	CAPITAL PUBLICO/POBLACION EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.44	STOCK DE CAPITAL RESIDENCIAL/EMPLEO	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.45	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.46	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPRENDIDA ENTRE 16-64 AÑOS EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.47	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD EN ESPAÑA. TASA DE VARIACION QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.48	GASTO EN I+D /PIB. ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.49	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.50	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.51	PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES POR CADA MILLON DE HABITANTES EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.52	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.53	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.54	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PRIVADA/PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.55	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.56	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO RESIDENCIAL /PIB	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.57	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO CONSTRUCCION NO RESIDENCIAL/PIB. ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.58	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 AÑOS EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.59	FORMACION CONTINUA EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.60	ESTUDIOS SUPERIORES EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.61	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.62	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.63	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.64	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.65	TASA DE PARO EN ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.66	TASA DE DEPENDENCIA.ESPAÑA. TASA DE VARIACIÓN QUINQUENAL	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.67	PIB PER CAPITA. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.68	PIB PER CAPITA PPC CONSTANTES DE 2005. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.69	POBLACIÓN 15/64 AÑOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.70	TASA DE EMPLEO. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.71	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.72	PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.73	STOCK DE CAPITAL /EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.74	STOCK DE CAPITAL PRODUCTIVO/EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.75	CAPITAL FISICO PRIVADO/EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.76	CAPITAL PUBLICO/POBLACION. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.77	CAPITAL RESIDENCIAL/POBLACION. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.78	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.79	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPRENDIDA ENTRE 16-64 ANNOS. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.80	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD. RELACION ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.81	GASTO EN I+D /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.82	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.83	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.84	PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES POR CADA MILLION DE HABITANTES. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.85	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.86	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.87	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PRIVADA/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.88	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.89	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO RESIDENCIAL/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.90	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO CONSTRUCCION NO RESIDENCIAL/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.91	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 ANNOS. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.92	FORMACION CONTINUA. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.93	ESTUDIOS SUPERIORES. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.94	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.95	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.96	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.97	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.98	TASA DE PARO. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.99	TASA DE DEPENDENCIA. RELACIÓN ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.100	PIB PER CAPITA. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.101	PIB PER CAPITA A PRECIOS CONSTANTES DE 1995. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.102	POBLACIÓN 15/64 ANOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.103	TASA DE EMPLEO. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.104	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.105	PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.106	STOCK DE CAPITAL /EMPLEO. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.107	STOCK DE CAPITAL PRODUCTIVO/EMPLEO	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.108	CAPITAL FISICO PRIVADO/EMPLEO. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.109	CAPITAL PUBLICO/POBLACION. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.110	STOCK DE CAPITAL RESIDENCIAL/EMPLEO	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.111	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB EN ESPAÑA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.112	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPRENDIDA ENTRE 16-64 ANOS. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.113	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACION QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.114	GASTO EN I+D /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.115	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.116	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.117	PATENTES CONCEDIDAS POR LA EPO/POBLACION. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.118	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.119	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.120	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PRIVADA/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.121	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.122	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO RESIDENCIAL /PIB	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.123	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO CONSTRUCCION NO RESIDENCIAL/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.124	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 ANNOS. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.125	FORMACION CONTINUA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.126	ESTUDIOS SUPERIORES. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.127	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.128	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.129	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.130	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.131	TASA DE PARO. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UEM	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.132	TASA DE DEPENDENCIA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.133	PIB PER CAPITA. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.134	PIB PER CAPITA PPC CONSTANTES DE 2005. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.135	POBLACIÓN 15/64 AÑOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.136	TASA DE EMPLEO. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.137	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.138	PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.139	STOCK DE CAPITAL /EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.140	STOCK DE CAPITAL PRODUCTIVO/EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.141	CAPITAL FISICO PRIVADO/EMPLEO. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.142	CAPITAL PUBLICO/POBLACION. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.143	CAPITAL RESIDENCIAL/POBLACION. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.144	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.145	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPRENDIDA ENTRE 16-64 ANNOS. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.146	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD. RELACION ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.147	GASTO EN I+D /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.148	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.149	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.150	PATENTES SOLICITADAS POR RESIDENTES POR CADA MILLION DE HABITANTES. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.151	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.152	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.153	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PRIVADA/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.154	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.155	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO RESIDENCIAL/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.156	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO CONSTRUCCION NO RESIDENCIAL/PIB. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_4.157	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 ANNOS. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.158	FORMACION CONTINUA. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.159	ESTUDIOS SUPERIORES. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.160	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.161	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.162	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.163	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.164	TASA DE PARO. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.165	TASA DE DEPENDENCIA. RELACIÓN ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.166	PIB PER CAPITA. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.167	PIB PER CAPITA A PRECIOS CONSTANTES DE 1995. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.168	POBLACIÓN 15/64 ANNOS SOBRE POBLACIÓN TOTAL. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.169	TASA DE EMPLEO. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.170	PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO. DIFERENCIAL DE LAS TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.171	CAPITAL TECNOLOGICO/PIB EN ESPAÑA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.172	CAPITAL HUMANO/POBLACION COMPREDIDA ENTRE 16-64 ANNOS. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.173	CAPITAL HUMANO CORREGIDO DE CALIDAD. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACION QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.174	GASTO EN I+D /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.175	GASTO EN I+D PUBLICO /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.176	GASTO EN I+D PRIVADO /PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.177	PATENTES CONCEDIDAS POR LA EPO/POBLACION. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.178	CAPITALIZACION DE VALORES CAPITAL RIESGO / PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.179	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.180	FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO PUBLICA/PIB. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.181	GASTO PUBLICO EN EDUCACION /POBLACION 16-64 ANNOS. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.182	FORMACION CONTINUA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.183	ESTUDIOS SUPERIORES. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.184	GASTO SOCIAL TOTAL POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas

SI_1_4.185	GASTO EN SANIDAD POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.186	GASTO EN PRESTACIONES SOCIALES POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.187	GASTO PUBLICO EN VIVIENDA POR HABITANTE. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.188	TASA DE PARO. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE27	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_4.189	TASA DE DEPENDENCIA. DIFERENCIAL TASAS DE VARIACIÓN QUINQUENAL ANUALIZADAS ESPAÑA-UE	Dato anual	BdE Estadísticas
SI_1_3.1	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FONDOS DE INVERSIÓN	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.2	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIAMM	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.3	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIM. TOTAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.4	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIM. RENTA FIJA EN EUROS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.5	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIM. RESTO RENTA FIJA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.6	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIM. RENTA VARIABLE	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.7	RENTABILIDAD ÚLTIMOS DOCE MESES. FIM. RESTO FONDOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.8	TIPOS BANCARIOS. ACTIVO. PREFERENCIAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.9	TIPOS BANCARIOS. PRÉSTAMOS Y CRÉDITOS. TIPO SINTÉTICO (TAE)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.10	TIPOS BANCARIOS. PRÉSTAMOS Y CRÉDITOS PARA LA ADQUISICIÓN DE VIVIENDA. HOGARES (TAE)	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_3.11	TIPOS BANCARIOS. PRÉSTAMOS Y CRÉDITOS AL CONSUMO Y OTROS FINES (TAE)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.12	TIPOS BANCARIOS. PRÉSTAMOS Y CRÉDITOS. SOCIEDADES NO FINANCIERAS (TAE)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.13	TIPOS BANCARIOS. DEPÓSITOS. TIPO SINTÉTICO (TEDR)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.14	MERCADOS DE DEUDA. VOLÚMENES/SALDO VIVO. ROTACIÓN A CORTO PLAZO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.15	MERCADOS DE DEUDA. VOLÚMENES/SALDO VIVO. ROTACIÓN A MEDIO Y LARGO PLAZO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.16	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. LETRAS DEL TESORO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.17	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. BONOS DEL ESTADO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.18	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. OBLIGACIONES DEL ESTADO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.19	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. OTRAS AAPP	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.20	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. RENTA FIJA PRIVADA. PAGARÉS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.21	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. RENTA FIJA PRIVADA. BONOS PRIVADOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.22	MERCADOS PRIMARIOS DE VALORES. EMISIÓN NETA EN EUROS. RENTA VARIABLE	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.23	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. M3. COMPONENTE ESPAÑOL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.24	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. CRÉDITO. COMPONENTE ESPAÑOL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.25	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. ACTIVOS FINANCIEROS DE SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. MEDIOS DE PAGO. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas

SI_1_3.26	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. ACTIVOS FINANCIEROS DE SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. OTROS PASIVOS BANCARIOS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.27	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. ACTIVOS FINANCIEROS DE SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. FONDOS DE INVERSIÓN. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.28	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. ACTIVOS FINANCIEROS DE SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. FONDOS DE INVERSIÓN DE RENTA FIJA EN EUROS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.29	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. ACTIVOS FINANCIEROS DE SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. RESTO DE FONDOS DE INVERSIÓN. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.30	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN TOTAL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.31	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN A SOCIEDADES NO FINANCIERAS Y HOGARES E ISFL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.32	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN A SOCIEDADES NO FINANCIERAS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.33	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN A SOC. NO FINANC. DEL CUAL: CRÉDITO DE ENTIDADES DE CRÉDITO RESIDENTES Y FONDOS DE TITULIZACIÓN. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.34	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN A HOGARES E ISFL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.35	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. FINANCIACIÓN. NECESIDADES FINANCIERAS DE LAS AAPP. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas

SI_1_3.36	MAGNITUDES FINANCIERAS NACIONALES. POSICIÓN NETA EXTERIOR DE LAS ENTIDADES DE CRÉDITO RESIDENTES FRENTE AL RESTO DEL MUNDO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.37	CRÉDITO POR FINALIDADES. A ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.38	CRÉDITO POR FINALIDADES. A PERSONAS FÍSICAS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.39	CRÉDITO POR FINALIDADES. A PERSONAS FÍSICAS. ADQUISICIÓN DE VIVIENDA. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.40	CRÉDITO POR FINALIDADES. A PERSONAS FÍSICAS. BIENES DURADEROS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.41	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LA NACIÓN. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.42	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.43	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.44	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LAS SOCIEDADES NO FINANCIERAS. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.45	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. AHORRO FINANCIERO DE LOS HOGARES E ISFL. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.46	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. ENDEUDAMIENTO DE LOS HOGARES E ISFL. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.47	CUENTAS FINANCIERAS TRIMESTRALES. POSICIÓN FINANCIERA DE LAS ENTIDADES DE CRÉDITO FRENTE AL RESTO DEL MUNDO. PORCENTAJE SOBRE EL PIB	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.48	CUENTA DE RESULTADOS DE LAS ENTIDADES DE DEPÓSITO. RESULTADO DE LA ACTIVIDAD DE EXPLOTACIÓN	Datos trimestrales,	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

		réplica de valor en los 3 meses	
SI_1_3.49	CUENTA DE RESULTADOS DE LAS ENTIDADES DE DEPÓSITO. MARGEN DE INTERESES	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_3.50	CUENTA FINANCIERA NACIONAL (BALANZA DE PAGOS). INVERSIÓN DIRECTA Y DE CARTERA DE ESPAÑA EN EL EXTERIOR EN PORCENTAJE DEL PIB	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.51	CUENTA FINANCIERA NACIONAL (BALANZA DE PAGOS). INVERSIÓN DIRECTA Y DE CARTERA DEL EXTERIOR EN ESPAÑA EN PORCENTAJE DEL PIB	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.52	CUENTA FINANCIERA NACIONAL (BALANZA DE PAGOS). DERIVADOS Y OTRAS INVERSIONES	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_3.53	RESERVAS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.1	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. ÍNDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. GASTO EN CONSUMO FINAL NACIONAL. SECT	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.2	ENCUESTA DE OPINIÓN DEL CONSUMIDOR. ÍNDICE DE CONFIANZA.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.3	ENCUESTA DE OPINIÓN. ÍNDICE DE CONFIANZA DEL COMERCIO MINORISTA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.4	ÍNDICES DE COMERCIO AL POR MENOR.ÍNDICE DE CIFRA DE NEGOCIOS.SERIE DEFLACTADA.TODOS LOS ESTABLECIMIENTOS.DESESTACIONALIZADO Y CORREGIDO DE EFECTO DE CALENDARIO.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.5	VENTAS DE AUTOMÓVILES (ANFAC)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.6	ECI.BIENES DE CONSUMO:CARTERA DE PEDIDOS TOTAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.7	INDICADORES DE COYUNTURA INDUSTRIAL. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL. AÑO BASE 2010. ÍNDICE. ACTIVIDAD ECONÓMICA:BIENES DE CONSUMO (CNAE 2009)	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_1.8	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). IMPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.9	INDICADOR DE DISPONIBILIDADES DE BIENES DE CONSUMO.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.10	CNE.SEC2010.BASE 2010. INDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. GASTO EN CONSUMO FINAL NACIONAL , AAPP	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.11	FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO MAQUINARIA Y BIENES DE EQUIPO. CONTABILIDAD NACIONAL TRIMESTRAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.12	ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL (IPI). AÑO BASE 2010. ÍNDICE. ACTIVIDAD ECONÓMICA:BIENES DE EQUIPO (CNAE 2009)	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.13	ECI.BIENES DE INVERSIÓN:CARTERA DE PEDIDOS TOTAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.14	IMPORTACIÓN DE BIENES DE EQUIPO REALES EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.15	INDICADOR DE DISPONIBILIDADES DE BIENES DE EQUIPO.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.16	VEHICULOS DE CARGA: MATRICULACIONES ORDINARIAS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.17	FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO EN CONSTRUCCIÓN. CONTABILIDAD NACIONAL TRIMESTRAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.18	PRODUCCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.TOTAL (CNAE 2009).ÍNDICE DE VOLUMEN DE LASPEYRES CON BASE FIJA. AJUSTADO DE EFECTOS ESTACIONALES Y CALENDARIO.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.19	PRODUCCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN. EDIFICACIÓN (CNAE 2009). ÍNDICE DE VOLUMEN DE LASPEYRES CON BASE FIJA. AJUSTADO DE EFECTOS ESTACIONALES Y CALENDARIO.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.20	PRODUCCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.INGENIERÍA CIVIL (CNAE 2009). ÍNDICE DE VOLUMEN DE LASPEYRES CON BASE FIJA. AJUSTADO DE EFECTOS ESTACIONALES Y CALENDARIO.	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_1.21	VISADOS OBRA NUEVA: SUPERFICIE	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.22	VISADOS OBRA NUEVA.SUPERFICIE A CONSTRUIR. VIVIENDAS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.23	LICITACIÓN OFICIAL (INCLUYENDO LAS ENTIDADES PÚBLICAS ESTATALES DEL GRUPO FOMENTO). ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. TOTAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.24	LICITACIÓN OFICIAL (INCLUYENDO LAS ENTIDADES PÚBLICAS ESTATALES DEL GRUPO FOMENTO). INGENIERÍA CIVIL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.25	EXISTENCIAS. CONTABILIDAD NACIONAL TRIMESTRAL	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.26	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.NIVEL DE EXISTENCIAS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.27	CNE.SEC2010.BASE 2010. INDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. EXPORTACIONES DE BB Y SS.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.28	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). EXPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO. IMPORTE EN ESPAÑA. TOTAL. TOTAL. DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.29	BP.CCC. SERVICIOS. TURISMO. INGRESOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.30	NÚMERO DE VIAJEROS ALOJADOS EN HOTELES. RESIDENTES EN EL EXTRANJERO.TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.31	NÚMERO DE PERNOCTACIONES. RESIDENTES EN EL EXTRANJERO.TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.32	CNE.SEC2010.BASE 2010. INDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. IMPORTACIONES DE BB Y SS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.33	SERIES COMERCIO EXTERIOR DE ESPAÑA (DXE). IMPORTACIONES. DATOS PROVISIONALES DEFLACTADOS POR EL ÍNDICE DE VALOR UNITARIO. IMPORTE EN	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

	ESPAÑA. TOTAL. TOTAL. DIRECCIÓN GENERAL DE ADUANAS.		
SI_1_1.34	BP.CCC. SERVICIOS. TURISMO. PAGOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.35	CNE.SEC2010.BASE2010.ÍNDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS.PIB. TOTAL ECONOMÍA.DATOS CORREGIDOS DE EFECTOS ESTACIONALES Y DE CALENDARIO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.36	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. ÍNDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. VALOR AÑADIDO BRUTO. SECTOR DE SALDO:	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.37	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. ÍNDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. VALOR AÑADIDO BRUTO. SECTOR DE SALDO:	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.38	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. ÍNDICES DE VOLUMEN ENCADENADOS. VALOR AÑADIDO BRUTO. SECTOR DE SALDO:	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.39	INDICADORES DE COYUNTURA INDUSTRIAL. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL. AÑO BASE 2010. ÍNDICE	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.40	INDICADORES DE COYUNTURA INDUSTRIAL. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL. AÑO BASE 2010. ÍNDICE. DATOS CORREGIDOS DE EFECTOS ESTACIONALES Y DE CALENDARIO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.41	INDICADORES DE COYUNTURA INDUSTRIAL. ÍNDICE DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL. AÑO BASE 2010. ÍNDICE. ACTIVIDAD ECONÓMICA:BIENES INTERMEDIOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.42	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA. INDICADOR DE CONFIANZA.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.43	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.CARTERA DE PEDIDOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.44	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA.NIVEL DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_1.45	TRABAJADORES AFILIADOS EN ALTA LABORAL. RÉGIMEN GENERAL Y ESPECIAL DE MINERÍA DEL CARBÓN. INDUSTRIA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.46	VALOR AÑADIDO BRUTO EN LA CONSTRUCCIÓN. CONTABILIDAD NACIONAL TRIMESTRAL EN ESPAÑA	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.47	CONSUMO APARENTE DE CEMENTO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.48	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN:INDICADOR DE CONFIANZA EN LA CONSTRUCCIÓN	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.49	ENCUESTA DE OPINIONES EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: CARTERA DE PEDIDOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.50	TRABAJADORES AFILIADOS EN ALTA LABORAL. RÉGIMEN GENERAL Y ESPECIAL DE MINERÍA DEL CARBÓN. CONSTRUCCIÓN	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.51	VALOR AÑADIDO BRUTO EN LOS SERVICIOS. CONTABILIDAD NACIONAL TRIMESTRAL EN ESPAÑA	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.52	TRABAJADORES AFILIADOS EN ALTA LABORAL. RÉGIMEN GENERAL Y ESPECIAL DE MINERÍA DEL CARBÓN. SERVICIOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.53	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. EMPLEO. OCUPADOS (PUESTOS DE TRABAJO EQUIVALENTES A TIEMPO COMPLETO).	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.54	CONTABILIDAD NACIONAL DE ESPAÑA.METODOLOGÍA DEL AÑO SEC2010. AÑO BASE 2010. EMPLEO. OCUPADOS (PUESTOS DE TRABAJO EQUIVALENTES A TIEMPO COMPLETO).	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.55	EPA.POBLACIÓN ACTIVA	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.56	EPA.POBLACIÓN ACTIVA	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.57	EPA.OCUPADOS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas

SI_1_1.58	EPA.OCUPADOS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.59	EPA.PARADOS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.60	EPA.PARADOS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.61	EPA.ASALARIADOS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.62	AFILIADOS EFECTIVOS POR REGÍMENES. TOTAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.63	MLR. PARO REGISTRADO.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.64	PARO DE LARGA DURACIÓN RESPECTO AL PARO TOTAL. EPA (RATIO)	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.65	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. ACTIVOS. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE ACTIVIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.66	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. ACTIVOS. SEXO: HOMBRES. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE ACTIVIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.67	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. ACTIVOS. SEXO: MUJERES. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE ACTIVIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.68	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. ACTIVOS. EDAD: DE 20 A 29 AÑOS. TASA DE ACTIVIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.69	EPA.TASA DE PARO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.70	EPA.TASA DE PARO.HOMBRES	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas

SI_1_1.71	EPA.TASA DE PARO.MUJERES	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.72	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. PARADOS. EDAD: DE 20 A 29 AÑOS. TASA DE PARO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.73	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. OCUPADOS. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE OCUPACIÓN	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.74	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. OCUPADOS. SEXO: HOMBRES. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE OCUPACIÓN	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.75	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. OCUPADOS. SEXO: MUJERES. EDAD: DE 16 A 64 AÑOS. TASA DE OCUPACIÓN	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.76	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. OCUPADOS. EDAD: DE 20 A 29 AÑOS. TASA DE OCUPACIÓN	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.77	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. ASALARIADOS. TIPO DE CONTRATO: CONTRATO TEMPORAL. RATIO DE TEMPORALIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.78	ENCUESTA DE POBLACIÓN ACTIVA.METODOLOGÍA DEL AÑO 2005 CON CENSO 2011. OCUPADOS. TIPO DE JORNADA: JORNADA A TIEMPO PARCIAL. RATIO DE PARCIALIDAD	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.79	REMUNERACION POR ASALARIADO EN PUESTO DE TRABAJO EQUIVALENTE A TIEMPO COMPLETO (BASE 2010)	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.80	PRODUCTIVIDAD POR OCUPADO EN PUESTO DE TRABAJO EQUIVALENTE A TIEMPO COMPLETO (BASE 2010 =100). DATOS CORREGIDOS DE EFECTOS ESTACIONALES Y DE CALENDARIO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_1.81	COSTES LABORALES UNITARIOS. PUESTOS DE TRABAJO EQUIVALENTE A TIEMPO COMPLETO.(BASE 2010)	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.82	ETCL. COSTE LABORAL TOTAL POR TRABAJADOR Y MES	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.83	ETCL. COSTE SALARIAL TOTAL POR TRABAJADOR Y MES	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.84	INCREMENTO SALARIAL MEDIO PACTADO.CONVENIOS SEGÚN MES DE REGISTRO.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.85	CNE.SEC2010.BASE 2010. TASAS DE VARIACIÓN INTERANUAL. DEFLACTOR DEL PIBPM.DATOS CORREGIDOS DE EFECTOS ESTACIONALES Y CALENDARIO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.86	ÍNDICES DE PRECIOS DE CONSUMO. AÑO BASE 2016. ENLACE LEGAL (SERIES PUBLICAS). ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMO. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.87	IPC DE ALIMENTOS NO ELABORADOS EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.88	IPC DE ALIMENTOS ELABORADOS EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.89	IPC DE BIENES INDUSTRIALES SIN PRODUCTOS ENERGÉTICOS EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.90	IPC DE ENERGÍA EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.91	IPC DE SERVICIOS EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.92	ÍNDICE DE PRECIOS DE LOS SERVICIOS Y DE LOS BIENES NO ENERGÉTICOS (IPSEBENE) EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.93	ÍNDICES ARMONIZADOS DE PRECIOS DE CONSUMO.ÍNDICE GENERAL.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.94	DIFERENCIAL DE INFLACIÓN CON LA UEM	Dato mensual	BdE Estadísticas

TESIS DOCTORAL – Act. Ma. Elizabeth Cristófoli – Diciembre 2017
Reverse Stress Testing para el análisis de la estabilidad financiera española

SI_1_1.95	INDICADORES DE COYUNTURA INDUSTRIAL. IPRI. AÑO BASE 2010. ÍNDICE GENERAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.96	VALOR UNITARIO IMPORTACIONES	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.97	VALOR UNITARIO EXPORTACIONES	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.98	BP.CCC. CUENTAS CORRIENTE Y DE CAPITAL. SALDO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.99	BP.CCC. BIENES Y SERVICIOS. SALDO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.100	BALANZA DE PAGOS.C/C.SERVICIOS.TURISMO Y VIAJES.SALDO. DATOS ACUMULADOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.101	B.P. C/C. CUENTA DE LA RENTA PRIMARIA Y SECUNDARIA. DATOS ACUMULADOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.102	BP.CCC. CUENTA CORRIENTE. SALDO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.103	BP.CCC. CUENTA DE CAPITAL. SALDO	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.104	CUENTAS TRIMESTRALES NO FINANCIERAS DE LOS SECTORES INSTITUCIONALES (CTNFSI) EN ESPAÑA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.105	SEC2010.AAPP.ESTADO.CAPACIDAD O NECESIDAD DE FINANCIACIÓN. ACUMULADOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.106	SEC2010.AAPP. ESTADO (MENSUAL). CAPACIDAD O NECESIDAD DE FINANCIACIÓN. % PIB.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.107	ESTADO. DEFICIT DE CAJA	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.108	ESTADO. INGRESOS LIQUIDOS	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.109	AAPP.ESTADO.INGRESOS LIQUIDOS: IVA. TASA DE VARIACION ANUAL.	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.110	AAPP.ESTADO.INGRESOS LÍQUIDOS:IRPF.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas

SI_1_1.111	ESTADO. PAGOS LÍQUIDOS.TOTAL.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.112	AAPP.ESTADO.PAGOS LÍQUIDOS:INTERESES.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.113	SEC2010.AAPP.ASSSS.COTIZACIONES SOCIALES EFECTIVAS COBRADAS POR EL SISTEMA DE SS.SS.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.114	SEC2010.AAPP.ASSSS.PRESTACIONES SOCIALES.PENSIONES CONTRIBUTIVAS.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.115	SEC2010.AAPP.ASSSS.PRESTACIONES SOCIALES.POR DESEMPLEO.ACUMULADA.TASA VARIACIÓN INTERANUAL	Dato mensual	BdE Estadísticas
SI_1_1.116	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. RENTABILIDAD ORDINARIA DEL ACTIVO (NETO DE PROVEEDORES) R.1. RATIO.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.117	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. INTERESES POR FINANCIACIÓN RECIBIDA SOBRE RECURSOS AJENOS CON COSTE R.2. RATIO.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.118	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. RENTABILIDAD DE LOS RECURSOS PROPIOS R.3. RATIO.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.119	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. DIFERENCIA RENTABILIDAD-COSTE FINANCIERO (R.1-R.2)R.4. RATIO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.120	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. MARGEN DE EXPLOTACIÓN R.5. RATIO	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.121	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. VALOR AÑADIDO BRUTO. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.122	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. GASTOS DE PERSONAL. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas

SI_1_1.123	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. REMUNERACIÓN MEDIA. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.124	SÍNTESIS DE INDICADORES ECONÓMICOS. GASTOS FINANCIEROS. TASA DE VARIACIÓN INTERANUAL.	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.125	CENTRAL DE BALANCES TRIMESTRAL. APORTACIÓN AL CRECIMIENTO DE LOS GASTOS FINANCIEROS DEBIDA AL COSTE	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.126	CENTRAL DE BALANCES TRIMESTRAL. APORTACIÓN AL CRECIMIENTO DE LOS GASTOS FINANCIEROS DEBIDA A LA FINANCIACIÓN	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
SI_1_1.127	CENTRAL DE BALANCES TRIMESTRAL. APORTACIÓN AL CRECIMIENTO DE LOS GASTOS FINANCIEROS DEBIDA A OTROS GASTOS FINANCIEROS	Datos trimestrales, réplica de valor en los 3 meses	BdE Estadísticas
HousePriceIndexG	STOCK PRICE INDEX GROWTH	Datos diarios, calculada media mensual	Datastream
HHI	HERFINDAHL INDEX FOR CREDIT INSTITUTIONS (CIS) TOTAL ASSETS	Dato anual	ECB
CR5	SHARES OF THE 5 LARGEST CIS IN TOTAL ASSETS (CR5)	Dato anual	ECB

Tabla A1.3: *Lista de variables macroeconómicas*
Fuente: Elaboración propia

APÉNDICE 2

Tau de Kendall

Se utiliza para cuantificar de una manera sencilla la discrepancia entre el número de variables concordantes⁴⁷ y el número de variables discordantes según la siguiente ecuación (Nelsen, 2006, pág. 158):

$$t = \frac{c - d}{c + d}$$

Siendo: t la probabilidad de concordancia menos la probabilidad de discordancia para un par de observaciones, c el número de pares concordantes, d el número de pares discordantes.

La versión poblacional de la Tau de Kendall para un vector de dos variables aleatorias continuas con distribución conjunta H se define como:

$$\tau = \tau_{X,Y} = P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) > 0] - P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) < 0]$$

Se pueden consultar mayores detalles sobre los cálculos y los teoremas asociados a la Tau de Kendall en el libro *An Introduction to Copulas* (Nelsen, 2006).

Rho de Spearman

Este método se utiliza para medir la relación monótona entre variables, mide la asociación no lineal entre variables (a diferencia del índice de correlación de Pearson que mide la asociación lineal entre variables).

⁴⁷ Dos variables son concordantes si los valores altos de una variable se asocian a valores altos de la otra, y valores bajos de una de ellas se asocia a valores bajos de la otra. (Nelsen, 2006, pág. 157)

Se calcula como la probabilidad de concordancia menos la probabilidad de discordancia de dos vectores, uno de los cuales tiene sus componentes con distribución marginal igual, mientras que el otro tiene componentes con funciones de distribución diferentes:

$$\rho_{X,Y} = 3(P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_3) > 0] - P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_3) < 0])$$

Se pueden consultar mayores detalles sobre los cálculos y los teoremas asociados a la Tau de Kendall en el libro *An Introduction to Copulas* (Nelsen, 2006).

APÉNDICE 3

Cópula *t* Student

Esta cópula debe su nombre a que su función de distribución estándar tiene la forma de una *t*-Student bivalente con ν grados de libertad y correlación $-1 \leq \rho \leq 1$. Su función de densidad es la siguiente (Bolancé, Guillén, & Padilla, 2015):

$$C_{\nu, \rho}(u_1, u_2) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+2}{\nu}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu+2}{\nu}\right) 2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left(1 + \frac{2\rho t_1 t_2 - t_1^2 - t_2^2}{\nu(1-\rho^2)}\right)$$