

MARCO DE ANÁLISIS SISTÉMICO
DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS
ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

2023

BANCO DE **ESPAÑA**
Eurosistema

Documentos Ocasionales
N.º 2311

Carlos Pérez Montes, Jorge E. Galán, María Bru,
Julio Gálvez, Alberto García, Carlos González,
Samuel Hurtado, Nadia Lavín, Eduardo Pérez Asenjo
e Irene Roibás

**MARCO DE ANÁLISIS SISTÉMICO DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS ECONÓMICOS
Y FINANCIEROS**

MARCO DE ANÁLISIS SISTÉMICO DEL IMPACTO DE LOS RIESGOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

Coordinación

CARLOS PÉREZ MONTES
carlos.perezmontes@bde.es

JORGE E. GALÁN
jorge.galan@bde.es

Autores y contribuciones:

Dirección General de Economía y Estadística

JULIO GÁLVEZ
julio.galvez@bde.es

SAMUEL HURTADO
samuel.hurtado@bde.es

IRENE ROIBÁS
irene.roibas@bde.es

Dirección General de Estabilidad Financiera, Regulación y Resolución

MARÍA BRU
maria.bru@bde.es

JORGE E. GALÁN
jorge.galan@bde.es

ALBERTO GARCÍA
alberto.garciagarcia@bde.es

NADIA LAVÍN
nadia.lavin@bde.es

EDUARDO PÉREZ ASENJO
eduardo.perez@bde.es

CARLOS PÉREZ MONTES
carlos.perezmontes@bde.es

Dirección General de Operaciones, Mercados y Sistemas de Pago

CARLOS GONZÁLEZ
carlos.gpedraz@bde.es

<https://doi.org/10.53479/29873>

Documentos Ocasionales. N.º 2311
Abril 2023

La serie de Documentos Ocasionales tiene como objetivo la difusión de trabajos realizados en el Banco de España, en el ámbito de sus competencias, que se consideran de interés general.

Las opiniones y análisis que aparecen en la serie de Documentos Ocasionales son responsabilidad de los autores y, por tanto, no necesariamente coinciden con los del Banco de España o los del Eurosistema.

El Banco de España difunde sus informes más importantes y la mayoría de sus publicaciones a través de la red Internet en la dirección <http://www.bde.es>.

Se permite la reproducción para fines docentes o sin ánimo de lucro, siempre que se cite la fuente.

© BANCO DE ESPAÑA, Madrid, 2023

ISSN: 1696-2230 (edición electrónica)

Resumen

Este documento presenta el marco de referencia del Banco de España para el análisis del impacto de la materialización de riesgos macroeconómicos y financieros sobre la actividad real y la estabilidad financiera. Este marco incluye un amplio conjunto de modelos y métodos, tanto empíricos como teóricos, con el fin de capturar la heterogeneidad de las diversas fuentes de riesgo y sus distintas características. En particular, se describe su aplicación para medir el impacto de riesgos, derivados tanto de fuentes endógenas (como la acumulación de desequilibrios macroeconómicos y financieros a lo largo del ciclo) como de fuentes exógenas. Respecto a estas últimas, se presenta la aplicación de estos modelos en el contexto de la irrupción de la pandemia de COVID-19 y de las medidas de política económica adoptadas en respuesta a la crisis resultante, tanto en los ámbitos fiscal y monetario como en el prudencial. Igualmente, se presenta su aplicación en el contexto de la invasión rusa de Ucrania y de la intensificación de las tensiones inflacionarias y de incertidumbre económica.

Palabras clave: estabilidad financiera, mercados financieros, modelos macrofinancieros, modelos de previsión macroeconómica, riesgo macroeconómico, riesgo financiero, pruebas de resistencia.

Códigos JEL: E17, E58, G10, G21, G28, G32, G50.

Abstract

This paper presents the Banco de España's reference framework for the analysis of macroeconomic and financial risk, and the impact of the materialisation of this risk on financial stability and the real economy. The framework encompasses a broad set of empirical and theoretical models and methods, with the aim of capturing heterogeneity in the characteristics of different sources of risk. In particular, the paper describes how these models are used to identify the impact of endogenous sources of risk, such as the build-up of macro-financial imbalances over the cycle, and of exogenous shocks. Regarding the latter, the paper presents an application of the models to the main exogenous events that have occurred recently: the COVID-19 pandemic, including the fiscal, monetary and prudential measures adopted as a response to this shock; the Russian invasion of Ukraine; and the subsequent high inflation and economic uncertainty environment.

Keywords: financial markets, financial stability, macroeconomic forecasting models, macro-financial models, macro-financial risk, stress testing.

JEL classification: E17, E58, G10, G21, G28, G32, G50.

Índice

Resumen 5

Abstract 6

1 Introducción 8

2 Modelos teóricos 9

2.1 Modelos para el análisis de impacto de riesgos cíclicos sobre la actividad 9

2.2 Modelos macrofinancieros 10

El efecto de las restricciones de colateral 10

El papel de los intermediarios financieros 12

Presencia de agentes heterogéneos 13

3 Análisis empírico 16

3.1 Modelos de previsión macroeconómica 16

3.2 Modelos de interacción macrofinanciera 18

Modelos de identificación de desequilibrios de crédito 18

Modelos de crecimiento en riesgo 19

3.3 Análisis de los mercados financieros 21

Modelos de sobrevaloración de acciones 22

Instrumentación de política monetaria, gestión de activos e inteligencia de mercado 23

Indicadores de riesgo sistémico 26

3.4 Pruebas de resistencia 28

4 Aplicación del marco de análisis de impacto de riesgos macrofinancieros a episodios de crisis recientes 30

4.1 La crisis del COVID-19 30

Previsiones macroeconómicas 30

Resultados agregados del FLESB con impacto de medidas 31

4.2 Tensiones macrofinancieras en el contexto de la guerra en Ucrania 34

5 Conclusiones 38

Bibliografía 40

1 Introducción

Este documento tiene como objetivo reunir los modelos y los métodos, tanto empíricos como teóricos, que constituyen el marco de referencia del Banco de España para el análisis del impacto en la actividad real y la estabilidad financiera de la materialización de riesgos macroeconómicos y financieros.

Los riesgos para la actividad económica y la estabilidad financiera pueden derivarse de fuentes tanto endógenas como exógenas al propio sistema económico-financiero. En el primer caso, estos surgen de la acumulación de desequilibrios macroeconómicos y financieros a lo largo del ciclo o en la dimensión estructural del sistema. La crisis financiera global es un ejemplo claro, donde el crecimiento excesivo del crédito al sector privado no financiero, de los precios de la vivienda, de la balanza por cuenta corriente y de la concentración de la actividad sectorial indujeron una alta acumulación de desequilibrios y riesgos, que tuvieron consecuencias muy profundas una vez que estos últimos se materializaron. Por otra parte, los recientes episodios de crisis causados por la pandemia de COVID-19 o la guerra en Ucrania son ejemplos de factores exógenos que generan, no obstante, riesgos macrofinancieros e impactan de manera inesperada en la actividad económica y la estabilidad financiera.

La diversidad de las posibles fuentes de riesgo y de sus características hace necesario contar con distintos tipos de modelos que puedan capturar de manera apropiada esta heterogeneidad e identificar de forma precisa su impacto. La variación temporal en las características de las crisis y en las interacciones entre los sectores real y financiero requieren también un proceso de aprendizaje continuo sobre el desarrollo y el impacto de nuevos y distintos tipos de riesgo, que se refleje en el perfeccionamiento y el desarrollo de nuevas metodologías.

En ese contexto, este documento presenta las metodologías utilizadas por el Banco de España tanto para la evaluación de riesgos derivados de desequilibrios macrofinancieros como para medir el impacto económico de factores exógenos recientes. En particular, se describen la aplicación de diversos modelos para la identificación y el seguimiento de riesgos tras la irrupción de la pandemia de COVID-19, los efectos de las medidas de política fiscal, monetaria y prudencial adoptadas como respuesta, y el impacto de la invasión de Ucrania por Rusia y de la intensificación de las tensiones inflacionarias y de la incertidumbre económica que le han proseguido.

El resto del documento se organiza como sigue. La sección 2 considera la aplicación de modelos teóricos para identificar los canales de impacto de los riesgos macrofinancieros y permitir un análisis anticipado de la implementación de distintas políticas económicas. La sección 3 describe los modelos empíricos más relevantes. En la sección 4 se describe la aplicación de estos modelos para evaluar el impacto del estallido de las crisis del COVID-19 y de la guerra en Ucrania. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y perspectivas de desarrollo.

2 Modelos teóricos

En la literatura económica moderna, el análisis teórico del impacto macroeconómico de políticas y perturbaciones se apoya fundamentalmente en el uso de modelos dinámicos y estocásticos de equilibrio general (DSGE, por su acrónimo en inglés), que permiten considerar de manera consistente el comportamiento de los distintos agentes económicos. Asimismo, este tipo de modelos son capaces de reproducir las consecuencias intertemporales de las decisiones de los agentes económicos, tomadas no en un entorno de certidumbre, sino de riesgo.

Estos modelos suponen, necesariamente, una representación simplificada de la realidad; un modelo determinado tendrá relativamente mayores fortalezas o debilidades al analizar ciertos problemas, en función del distinto grado de detalle con el que se modelicen sus diferentes elementos y, en particular, los canales de transmisión de *shocks* y de la política económica. Es, por tanto, necesario disponer de distintas herramientas para poder abordar preguntas diferentes. En este sentido, los modelos de equilibrio parcial, que tienen como objeto mercados o agentes específicos que toman como exógenas el resto de las condiciones macroeconómicas, resultan útiles también para obtener una descripción más completa de ciertos canales de transmisión de riesgos, que pueden guiar posteriormente el desarrollo de nuevos modelos DSGE.

Dado el amplio abanico de cuestiones que se pueden analizar dentro de su mandato, el Banco de España ha desarrollado en los últimos años una gran variedad de modelos DSGE. Estos han incorporado diferentes rigideces o imperfecciones en distintos mercados (p. ej., diferentes tipos de fricciones financieras), variaciones en las preferencias de los agentes (presencia de hábitos, especificación de la aversión al riesgo, etc.) y el impacto del cambio tecnológico. En las siguientes subsecciones se presentan los ejemplos más destacados.

2.1 Modelos para el análisis de impacto de riesgos cíclicos sobre la actividad

El modelo BEMOD, descrito en Andrés, Burriel y Estrada (2006) y cuya estimación se presenta en Andrés, Hurtado, Ortega y Thomas (2010), es un modelo DSGE de gran escala para España y el resto del área del euro, que incorpora fricciones nominales en la fijación de precios y salarios, desglose sectorial, etc., y que está centrado en estudiar el efecto de *shocks* generales de productividad y de demanda, flujos comerciales, inflación dual¹, etc. Al tratarse de un modelo que utiliza estimaciones empíricas, puede ser usado también para evaluar las proyecciones macroeconómicas generadas por los expertos, ofreciendo una descomposición de estas en términos de los *shocks* estructurales² incluidos en el modelo. Asimismo, BEMOD permite elaborar diferentes escenarios de riesgo en función del impacto de sendas alternativas para la evolución de estas perturbaciones estructurales.

¹ El término «inflación dual» se refiere a un aumento desigual de los precios en distintos bienes y servicios, en particular superior sobre los bienes no comerciables internacionalmente.

² La literatura se refiere a los *shocks* de modelos DSGE como estructurales en el sentido de que tratan de capturar conceptos fundamentales (como cambios en las preferencias de los consumidores, la productividad o los márgenes) en lugar de ser simplemente los residuos de una ecuación especificada en forma reducida.

Recientemente el modelo BEMOD ha sido sustituido para propósitos de análisis de impacto por el modelo JoSE (*Joint Spain-Euro area*), que añade fricciones financieras y un mayor detalle para el mercado de la vivienda. Tanto BEMOD como JoSE son modelos generalistas que incorporan una gran variedad de canales de transmisión, a menudo mediante elementos simplificados que permiten una funcionalidad sencilla, pero sin eliminar el carácter microfundamentado y el rigor analítico que esto supone.

Para tareas específicas se han desarrollado modelos con mayor nivel de detalle en algunos aspectos. Por ejemplo, para evaluar riesgos relacionados con la política fiscal se ha empleado el modelo FiMOD de Stähler y Thomas (2012), que incorpora una gran variedad de impuestos y de formas de gasto público. Posteriormente, Hurtado, Nuño y Thomas (2023) han investigado la interacción entre estabilidad de precios y sostenibilidad de la deuda soberana en el marco de un modelo de economía abierta de pequeña escala, en la que el Gobierno emite deuda nominal y elige la política fiscal. En relación con la política monetaria, se contemplan en este modelo dos posibilidades: 1) elección discrecional, y 2) fijación exógena por vinculación a una divisa extranjera o integración en una unión monetaria, y es este el régimen que produce un nivel más elevado de bienestar social bajo la calibración más relevante.

Por su parte, el modelo ELMo (*Extended Learning Model*), descrito en Aguilar y Vázquez (2018), relaja el supuesto de expectativas racionales en el que se basan la mayoría de los modelos DSGE³, añadiendo un supuesto de aprendizaje de los agentes. Esto le permite evaluar, entre otras cuestiones, el anclaje de las expectativas de inflación y los riesgos asociados a la transición, que requiere un proceso de aprendizaje de los agentes, hacia un nuevo equilibrio del conjunto de la economía tras adoptarse distintas estrategias de política monetaria, etc.

2.2 Modelos macrofinancieros

Para analizar la relación entre variables macroeconómicas (como el PIB o la inflación) y otras financieras (como el crédito, el apalancamiento o los diferenciales de los tipos de interés) es necesario que los modelos contengan canales por los que estas variables puedan afectar unas a otras⁴.

El efecto de las restricciones de colateral

Una de las formas más habituales de introducir el crédito y multiplicadores financieros en un modelo DSGE es mediante restricciones de colateral: límites en la cantidad de crédito que pueden conseguir los agentes, como función del valor de aquellos activos que pueden

³ El supuesto de expectativas racionales asume que los agentes económicos forman sus expectativas sobre el futuro conociendo correctamente el funcionamiento de la economía y utilizando de forma eficiente toda la información existente.

⁴ Para un análisis general de los modelos macrofinancieros, véase Cochrane (2017). Los supuestos que pueden motivar modelos con una interacción significativa de variables macroeconómicas y financieras son amplios (p. ej., variación cíclica de la aversión al riesgo) y no se limitan solo a las fricciones financieras en modelos como Brunnermeier y Sannikov (2017).

actuar como garantía o colateral (p. ej., la vivienda o el capital productivo). Estos mecanismos amplifican el ciclo económico, ya que el precio del colateral correlaciona positivamente con este (i. e., estos activos tienen un mayor valor de mercado cuando la economía se encuentra en una fase expansiva), lo que provoca a su vez cambios endógenos en el endeudamiento de los agentes (i. e., el mayor valor del colateral permite un acceso mayor y más ventajoso a la deuda).

En este contexto, Ortega, Rubio y Thomas (2011) utilizan un modelo con restricciones de colateral para evaluar el efecto en el grado de desarrollo del mercado del alquiler de varias posibles modificaciones fiscales que homogeneizasen el tratamiento de la adquisición de la vivienda y el alquiler. El uso de este tipo de modelos les permite incorporar adecuadamente los cambios en los incentivos de los agentes introducidos por las distintas formas regulatorias consideradas.

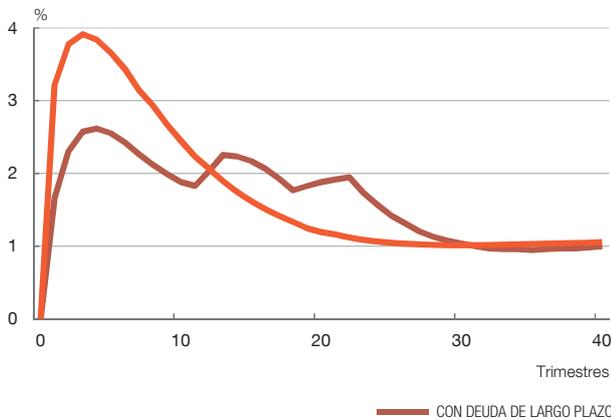
En un artículo posterior, Andrés, Arce y Thomas (2017) introducen la presencia de deuda de largo plazo en un modelo DSGE con restricciones de colateral, lo que impone un límite al ritmo al que los agentes pueden verse forzados a reducir su endeudamiento⁵. Los autores analizan entonces cómo un posible *shock* financiero que genere un proceso de desapalancamiento puede alterar la efectividad de reformas estructurales en los mercados de bienes o de trabajo⁶. El gráfico 1 muestra cómo varía en este modelo la estimación de los efectos de estas reformas en función de que solo exista deuda a corto plazo, o también deuda a largo plazo capaz de generar episodios de desapalancamiento progresivo. En esa situación, las reformas en mercados de bienes estimulan la actividad en el corto plazo en menor medida de lo que indicaría un modelo que solo contemplase deuda a un período (corto plazo), debido a que parte de los agentes se encuentran en una situación de exceso de endeudamiento de la que se están recuperando de manera lenta y continua. A lo largo de ese proceso de desapalancamiento, responden en menor medida al estímulo a la actividad que genera la reforma en el mercado de bienes. Aun así, el efecto es positivo, pese a los efectos deflacionarios de la reforma. Este canal no aparece en el caso de las reformas en el mercado de trabajo, que generan un impacto más modesto en la actividad económica en el corto plazo, debido a que los efectos de estas reformas son en cualquier caso dilatados en el tiempo por la presencia de otras rigideces nominales, como los ajustes de los salarios.

Arce, Hurtado y Thomas (2016) emplean una versión de este modelo con dos países que forman una unión monetaria y analizan el efecto del desapalancamiento y la presencia de un límite inferior de los tipos de interés (*Zero Lower Bound* en inglés⁷) sobre

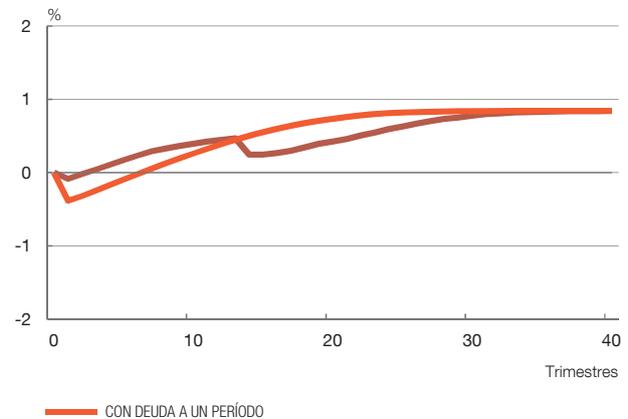
-
- 5 En este modelo, en los períodos bajos del ciclo financiero, el colateral pierde valor, y el flujo de crédito nuevo se reduce o detiene, y la amortización contractual de los contratos de deuda a largo plazo implica un proceso de desapalancamiento lento.
 - 6 Se consideran aquellas reformas conducentes a reducir los márgenes, tanto en precios en el mercado de bienes como de salarios en el mercado laboral, y que tienen como propósito recuperar la competitividad internacional en costes y precios en los países periféricos del área del euro. En el mercado de bienes, un ejemplo de reforma contemplado es una disminución del impuesto a los ingresos minoristas, mientras que en el mercado de trabajo un ejemplo es el aumento de la flexibilidad salarial.
 - 7 En el modelo, los tipos de interés nominales no pueden ser negativos. Esto aproxima lo observado en el mundo real, donde, aunque pueden ser levemente negativos, en la práctica no pueden ser fuertemente negativos.

IMPULSO-RESPUESTA DEL PIB REAL ANTE LA ADOPCIÓN DE REFORMAS ESTRUCTURALES (a)

1 EFECTO DE UNA REFORMA EN EL MERCADO DE BIENES



2 EFECTO DE UNA REFORMA EN EL MERCADO DE TRABAJO



FUENTE: Andrés, Arce y Thomas (2017).

a El gráfico presenta el impacto en el PIB real de la implementación de reformas estructurales en los mercados de bienes y de trabajo en un modelo macroeconómico con restricciones de crédito, que depende de la existencia de deuda a largo plazo capaz de generar episodios de desapalancamiento.

la transmisión internacional de los efectos generados por la política fiscal y las reformas estructurales. Finalmente, Andrés, Arce, Fernández-Villaverde y Hurtado (2020) amplían este análisis, utilizando el mismo modelo, para explorar dimensiones como el tamaño de la región que realiza las reformas o la secuencia óptima de reformas a lo largo de un proceso de despegue de los tipos de interés desde su límite inferior.

El papel de los intermediarios financieros

En los modelos arriba citados, el crédito que obtienen los deudores proviene directamente de los ahorradores y no se analiza el papel especial de los bancos como agentes que intermedian entre unos y otros. Andrés, Arce y Thomas (2013) utilizan un modelo con restricciones de colateral y bancos que operan bajo competencia monopolística para analizar la política monetaria óptima en presencia de *spreads* endógenos de los tipos de interés. Por su parte, Nuño y Thomas (2017) estudian la relación entre las fluctuaciones cíclicas del PIB y las del apalancamiento de las instituciones financieras, en un modelo donde bancos regulados y otros intermediarios financieros muestran comportamientos muy diferentes a lo largo del ciclo debido a los distintos incentivos que genera la regulación específica de unos y otros.

De manera similar, Abbate y Thaler (2019), desarrollan un modelo DSGE en el que los problemas de agencia distorsionan los incentivos de los bancos y les llevan a elegir inversiones excesivamente arriesgadas. Utilizando este modelo, documentan cómo, cuando el tipo de interés real baja, el peso de esas distorsiones aumenta y los bancos asumen más riesgos, lo que tiene un impacto negativo sobre la eficiencia de sus inversiones y hace

que para el banco central termine resultando óptimo aceptar más volatilidad en la inflación a cambio de reducir la toma de riesgos. La fundamentación microeconómica rigurosa de los modelos DSGE permite capturar este tipo de efectos a través de los incentivos de los intermediarios financieros.

En Aguilar, Fahr, Gerba y Hurtado (2019) se utiliza el modelo 3D, desarrollado por Clerc *et al.* (2015), que además incorpora la posibilidad de que los deudores, incluidos los bancos, puedan quebrar de manera endógena. Esto permite explorar los efectos de la política macroprudencial (en este caso, la fijación de un requisito de capital para la banca, que puede evolucionar de manera contracíclica) y buscar una especificación que maximice el bienestar de la economía al encontrar el equilibrio adecuado entre los beneficios de implementar este tipo de medidas, en términos de reducción de riesgos y volatilidad, y los costes, medidos como reducción del tamaño medio de la economía resultante de unos menores niveles de crédito con adopción de medidas.

Presencia de agentes heterogéneos

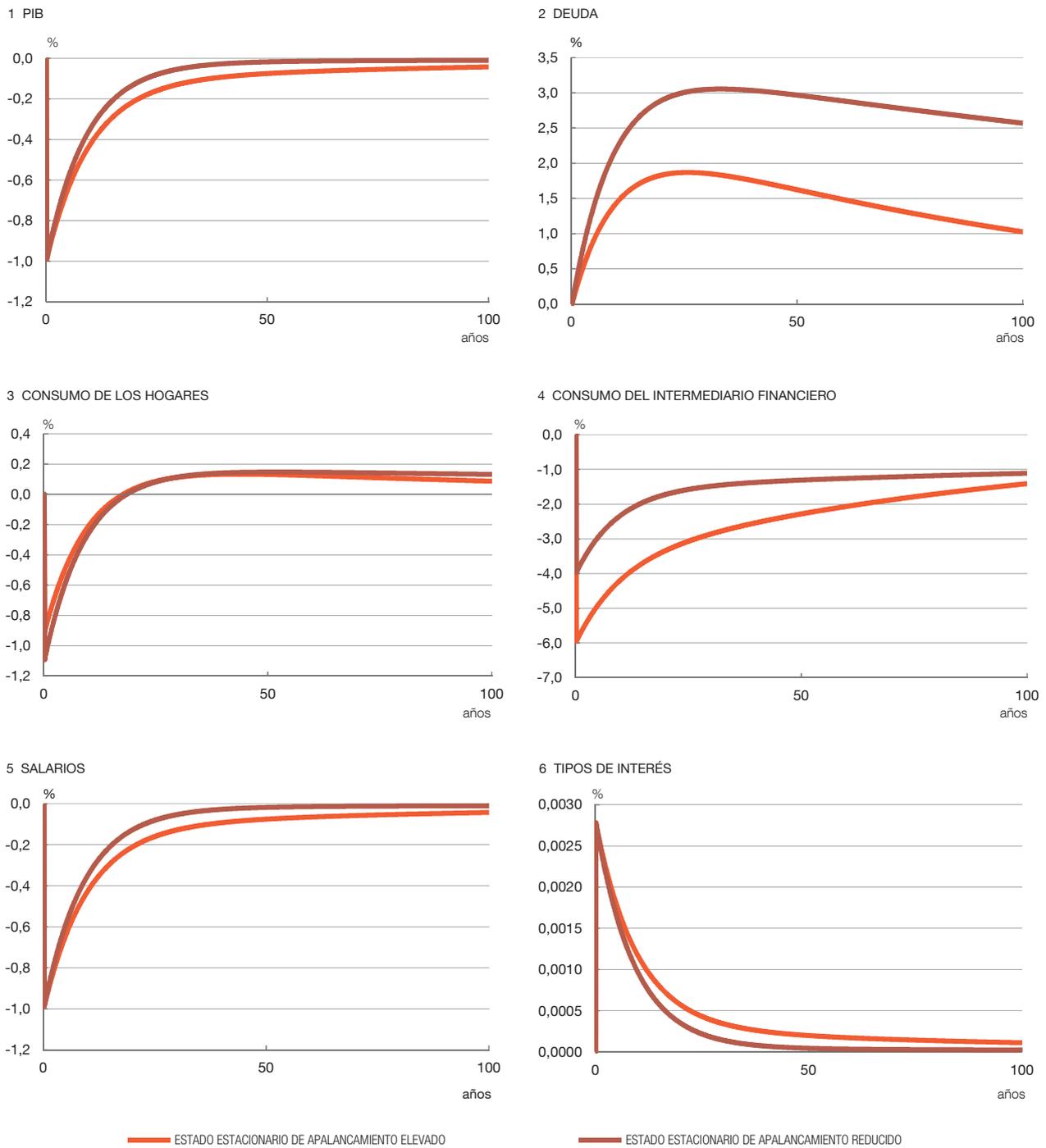
Estos modelos llegan a incluir, en los casos más complejos, una variedad considerable de tipos de agentes: consumidores que ahorran y otros que se endeudan, bancos que intermedian entre ellos, empresarios que acumulan capital y producen bienes y servicios, comercializadores que fijan los precios de los productos, exportadores e importadores que intermedian los flujos comerciales internacionales, etc. Sin embargo, cada categoría está normalmente compuesta por un único agente representativo que resuelve un problema de optimización basado únicamente en las variables agregadas relevantes. Frente a esto, la inclusión de agentes heterogéneos presenta ventajas, en tanto que permite tratar cuestiones de distribución y desigualdad de renta, riqueza, tamaño de las empresas, etc. Al mismo tiempo, permite una mejor evaluación del impacto de las políticas, cuyos efectos pueden ser diferentes para agentes situados en distintos puntos de la distribución, o incluso pueden variar a nivel agregado al considerarse esta heterogeneidad.

Kaplan, Moll y Violante (2018) analizan los efectos de la política monetaria en un modelo neokeyniano⁸ con agentes heterogéneos, y encuentran que los efectos indirectos, que se generan a través de los ajustes de equilibrio general en el mercado de trabajo, son más relevantes que el efecto directo de la modificación de los tipos de interés en las decisiones de sustitución intertemporal de los hogares. Fernández-Villaverde, Hurtado y Nuño (2020) introducen intermediarios financieros en un modelo DSGE no lineal con agentes heterogéneos, con el que ilustran la generación endógena de riesgo agregado que se produce al interaccionar la oferta de bonos por parte de estos intermediarios y la demanda de los hogares por motivo de precaución. Esta interacción produce cambios en el estado agregado de la economía, que se desplaza entre dos equilibrios diferentes con alto y bajo apalancamiento, con variaciones a lo largo del tiempo en la volatilidad y

⁸ Este término se refiere a un conjunto de modelos macroeconómicos caracterizados por la presencia de competencia imperfecta y rigideces nominales, que los hacen especialmente indicados para el análisis de los efectos de la política monetaria.

Gráfico 2

EFFECTO DE UNA PERTURBACIÓN DE PRODUCTIVIDAD EN UN MODELO NO LINEAL CON AGENTES HETEROGÉNEOS E INTERMEDIARIOS FINANCIEROS (a)



FUENTE: Fernández-Villaverde, Hurtado y Nuño (2020).

a El gráfico presenta el impacto en un conjunto de variables macrofinancieras, en términos de variaciones porcentuales, de una perturbación de productividad negativa. Se presentan los resultados para dos estados estacionarios estocásticos de la economía diferentes, uno con apalancamiento elevado y otro con apalancamiento reducido.

asimetría de las distribuciones de variables como la producción y los tipos de interés. Como muestra el gráfico 2, los efectos de una perturbación de la productividad en este modelo son también diferentes, dependiendo de si la economía se encuentra en la región de alto o bajo apalancamiento: cuando el apalancamiento es elevado, aunque el efecto de la perturbación sobre la deuda es menor en términos porcentuales, la economía muestra una mayor persistencia, y variables como el PIB, los salarios y los tipos de interés tardan más tiempo en volver a sus niveles iniciales previos a la perturbación.

3 Análisis empírico

Dentro de los modelos empíricos que utiliza el Banco de España para analizar el impacto de los diferentes riesgos agregados, se pueden distinguir tres grandes categorías. La primera incluye los modelos de previsión macroeconómica, que buscan determinar las expectativas más precisas posibles sobre la evolución de la actividad económica. La segunda categoría cubre los modelos de interacción macrofinanciera, cuyo principal objetivo es identificar y analizar los desequilibrios financieros y el nivel de riesgo que estos implican sobre el crecimiento económico. Por último, encontramos los modelos de análisis de los mercados financieros, que abarcan multitud de variables y mercados, y buscan diferentes objetivos, pero con el objetivo común de localizar posibles desequilibrios que aumenten la probabilidad o severidad de crisis financieras.

3.1 Modelos de previsión macroeconómica

En la tarea de previsión macroeconómica, pueden utilizarse modelos DSGE como los presentados en la sección 2, pero también es habitual utilizar modelos con una fundamentación microeconómica menos estricta, que se ajusten de manera más flexible a la evolución de los datos observados. Este es el caso del Modelo Trimestral del Banco de España (MTBE), un modelo macroeconómico semiestructural⁹ de gran escala especificado como un elevado número de ecuaciones de mecanismo de corrección del error¹⁰ que describen el comportamiento agregado de variables como el consumo de los hogares, la inversión productiva privada, la inversión en vivienda, las exportaciones e importaciones de bienes o servicios al área del euro o al resto de mundo, el empleo y los salarios, etc. El modelo replica con gran detalle la estructura de la Contabilidad Nacional, y, especialmente en el corto plazo, su comportamiento está determinado principalmente por los canales de demanda. Su primera versión está detallada en Estrada, Fernández, Moral y Regil (2004), y desde entonces ha sido desarrollado de manera continuada en versiones sucesivas¹¹, hasta llegar a la actual, documentada en Arencibia, Hurtado, de Luis López y Ortega (2017).

Dentro del proceso de elaboración de las previsiones de medio plazo de la economía española, el MTBE se utiliza para proveer de una proyección neutral (sin juicio) que sirva de referencia para los expertos que elaboran las previsiones, así como para interpretar esta en términos de las contribuciones de las distintas variables incluidas en las ecuaciones del modelo. Adicionalmente, se utiliza también para generar escenarios contrafactuales: simulaciones de medidas de política económica, escenarios de riesgo alrededor de las previsiones centrales, etc.

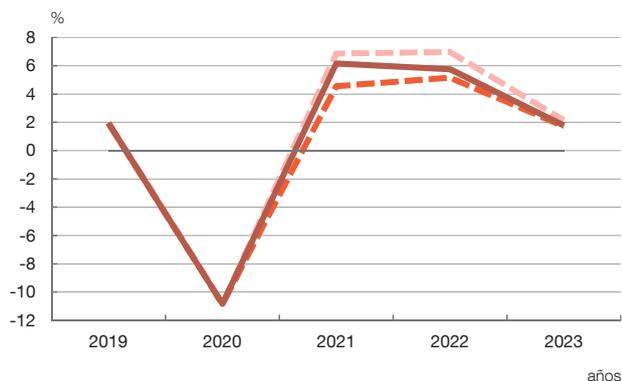
⁹ Este término indica que, al contrario de lo que se comentaba en una nota al pie anterior sobre el uso de *shocks* estructurales que tratan de capturar impactos económicos fundamentales, en este caso el modelo está especificado, al menos parcialmente, como un conjunto de ecuaciones en forma reducida ajustadas a los datos con criterios estadísticos, y los *shocks* son los residuos de estas ecuaciones, que no siempre tienen un significado profundo.

¹⁰ Un modelo de corrección del error modeliza los cambios de una variable no solo como función de los retardos de los mismos y de cambios en variables explicativas, sino también de la distancia del nivel de estas variables a su nivel de equilibrio a largo plazo.

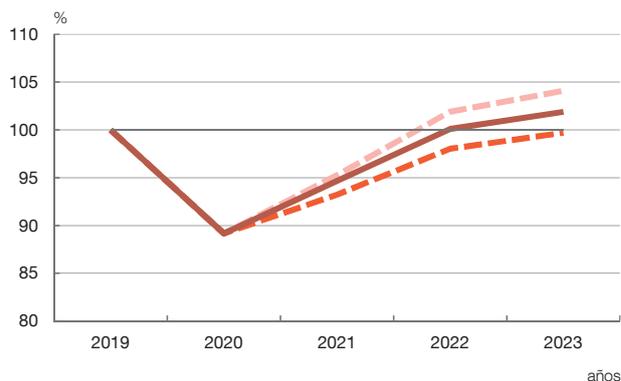
¹¹ Ortega, Burriel, Fernández, Ferraz y Hurtado (2007); Hurtado, Fernández, Ortega y Urtasun (2011); Hurtado, Manzano, Ortega y Urtasun (2014).

PROYECCIONES MACROECONÓMICAS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA (2021-2023) (a)

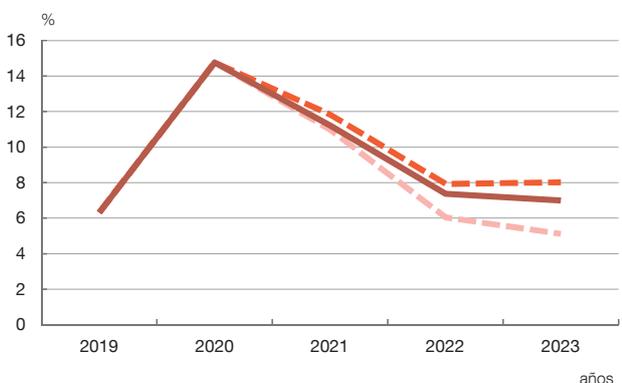
1 CRECIMIENTO DEL PIB



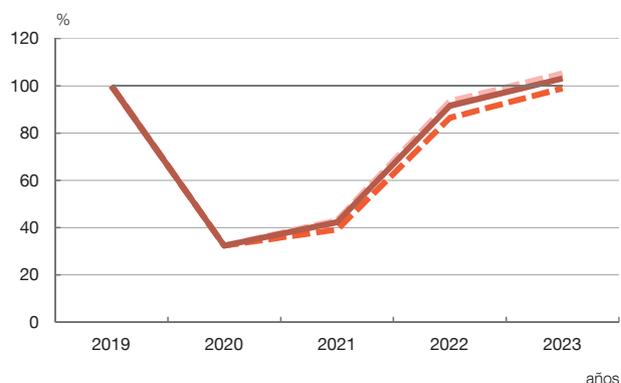
2 NIVEL DE PIB (2019 = 100)



3 TASA DE AHORRO DE LOS HOGARES E ISFLSH



4 EXPORTACIONES DE TURISMO (NIVEL 2019 = 100)



--- ESCENARIO FAVORABLE

- - - ESCENARIO ADVERSO

— ESCENARIO CENTRAL

FUENTE: «Proyecciones macroeconómicas de la economía española (2021-2023): contribución del Banco de España al ejercicio conjunto de proyecciones del Eurosistema de junio de 2021», *Boletín Económico*, 2/2021, Banco de España.

a Escenarios generados en junio de 2021 a partir de simulaciones realizadas con el Modelo Trimestral del Banco de España (MTBE). Se elaboraron tres escenarios (central, favorable y adverso) para evaluar los efectos de distintas sendas futuras de consumo y ahorro de los hogares, exportaciones de turismo, entre otras. El escenario favorable contemplaba una prolongación de la reducción de la incidencia de la pandemia observada en su momento que permitía adelantar el levantamiento de las restricciones a la actividad económica que aún subsistían. Por el contrario, el escenario adverso recogía la posibilidad de nuevos repuntes de los contagios, posiblemente vinculados a la aparición de mutaciones del virus con mayor capacidad infectiva y quizás con resistencia a las vacunas, lo que habría obligado al restablecimiento de limitaciones tanto al movimiento de las personas como al desarrollo de algunas actividades intensivas en contacto interpersonal. El modelo permite, a partir de un escenario central y de un número reducido de supuestos para cada escenario alternativo, generar sendas completas para las variables macroeconómicas más relevantes, en un entorno de equilibrio general que captura las relaciones históricamente observadas en la economía española.

Por ejemplo, en Delgado Téllez, Hernández de Cos, Hurtado y Pérez (2015) se emplea el MTBE para evaluar el impacto sobre la economía española de los mecanismos extraordinarios de pago a proveedores de las Administraciones Públicas que fueron aprobados a partir de la crisis de 2012. De forma más reciente, durante la crisis del COVID-19, el modelo MTBE fue aplicado para generar distintos escenarios alternativos en torno a las previsiones centrales. El gráfico 3 presenta las sendas de distintas variables de interés bajo los escenarios elaborados a partir del modelo MTBE en el ejercicio de previsión macroeconómica del Banco de España de junio de 2021. Los distintos escenarios en ese

ejercicio aplicaban supuestos más o menos favorables sobre la evolución de la pandemia de COVID-19 a partir de ese momento, que se traducían en sendas alternativas para el flujo de turismo internacional, las decisiones de ahorro de los hogares, etc., que, a través del modelo, producían sendas alternativas de nivel y de crecimiento del PIB y del resto de las variables macroeconómicas contempladas en el MTBE.

Por otro lado, en lo que respecta a la modelización internacional, se emplea comúnmente el modelo NiGEM desarrollado por el *National Institute of Economic and Social Research* de Londres. NiGEM es un modelo macroeconómico global que incluye más de 60 países y regiones, y modelos desagregados a nivel de país. Este modelo no solo da lugar a proyecciones centrales a partir de los valores observados actuales de las variables, sino también a escenarios en función de los supuestos sobre determinados *shocks*, y además permite realizar simulaciones del impacto de diferentes intervenciones de la política económica, que van desde la política monetaria y fiscal hasta cambios en aranceles.

Los modelos arriba comentados pueden proveer de una distribución completa de posibles escenarios futuros y su probabilidad asociada. Sin embargo, no es la finalidad principal con la que han sido desarrollados, y están centrados en proveer una previsión central de la evolución de la actividad económica. Con el objetivo de ofrecer una mejor cuantificación de los riesgos a la baja en la evolución de la economía, en años recientes se ha avanzado también en el uso de modelos específicamente diseñados para captar estos riesgos. Este es el caso de las regresiones cuantílicas, cuyo objeto de interés no es la previsión central, sino un cuantil concreto (por ejemplo, las observaciones en el 10 % más bajo de la distribución). Ganics y Rodríguez-Moreno (2022) estiman este tipo de modelos para el PIB y los precios de la vivienda de los 27 países del área del euro y analizan las implicaciones de la distribución de riesgos encontrada para la estabilidad financiera. Estos modelos se desarrollan más en detalle en la sección 3.2.

Este énfasis en recoger el comportamiento de toda la distribución de posibles resultados complica el análisis, pero los esfuerzos recientes hacen que sea ya posible la combinación de estas técnicas de análisis de la distribución con los modelos de previsión. Así, Ganics y Odendahl (2021) muestran cómo utilizar las técnicas de *entropic tilting* y *soft conditioning* para incorporar a las previsiones de un modelo BVAR información distribucional proveniente del *Survey of Professional Forecasters* del Banco Central Europeo, y cómo esto mejora las previsiones puntuales y de densidad elaboradas con el modelo.

3.2 Modelos de interacción macrofinanciera

Modelos de identificación de desequilibrios de crédito

La última crisis financiera global evidenció el riesgo que representan períodos de crecimiento excesivo del crédito para la estabilidad financiera y macroeconómica. El papel que desempeña el crecimiento del crédito en la acumulación de riesgo sistémico cíclico y el hecho de que este crecimiento tienda a preceder a crisis sistémicas han sido claramente identificados en la literatura científica (Drehmann, Borio y Tsatsaronis, 2011; Schularik y

Taylor, 2012). Por tanto, una adecuada y oportuna identificación de los desequilibrios del crédito es fundamental para la implementación de políticas prudenciales que puedan prevenir la acumulación de riesgos sistémicos y mitigar el impacto de su potencial materialización.

En este contexto, en la literatura se han propuesto una variedad de indicadores de desequilibrios de crédito, en su mayoría basados en métodos estadísticos. Uno de los más generalizados es la brecha de crédito-PIB, definida como el exceso de crédito en términos de PIB respecto a su tendencia de largo plazo, obtenida mediante un filtro estadístico (Drehmann, Borio, Gambacorta, Jiménez y Trucharte, 2010; Detken *et al.*, 2014)¹². Otros indicadores propuestos incluyen transformaciones de variables macrofinancieras (Alessi y Detken, 2011; Babecký, Havránek, Mateju, Rusnák, Smídková y Vasíček, 2014), su agregación mediante indicadores compuestos (Lang, Izzo, Fahr, y Ruzicka, 2019) y una variedad de métodos estadísticos que van desde adaptaciones de las técnicas de filtrado hasta árboles de decisión y otros métodos no paramétricos (Alessi y Detken, 2018; Galán, 2019).

No obstante, aunque varias de estas propuestas presentan buenas propiedades como indicadores de alerta temprana de crisis sistémicas, ninguno de ellos permite diferenciar el crecimiento del crédito sostenible y justificado por fundamentos macroeconómicos de aquel crecimiento insostenible y excesivo que representa una fuente de riesgo sistémico. En este sentido, Galán y Mencía (2021) proponen dos indicadores de desequilibrio de crédito basados en la estimación de sendos modelos estructurales que vinculan el nivel del crédito a los desarrollos de variables macrofinancieras. En particular, proponen un modelo de componentes inobservados (UCM) y un modelo vectorial autorregresivo con corrección del error (VEC) que estiman relaciones de largo plazo entre el crédito y el PIB, los tipos de interés y los precios de la vivienda.

La estimación de desequilibrios mediante los modelos propuestos por Galán y Mencía (2021) presenta propiedades superiores a la de los métodos estadísticos en términos de la emisión de señales de alerta temprana de acumulación de riesgo sistémico cíclico. En particular, los indicadores basados en estos modelos tienen una alta capacidad predictiva de la ocurrencia de crisis financieras fuera de muestra y una alta correlación con indicadores de severidad de las crisis, y presentan menores sesgos ante cambios abruptos en las condiciones macrofinancieras. Todas estas propiedades son de especial utilidad para la identificación de desequilibrios cíclicos y la implementación de herramientas macroprudenciales.

Modelos de crecimiento en riesgo

Si bien las distintas duraciones de los ciclos financieros y económicos hacen que las recesiones económicas solo coincidan en algunas ocasiones con las crisis financieras, cuando estas últimas se materializan vienen acompañadas muy frecuentemente de caídas

12 Este es el indicador de referencia recomendado por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea y por la legislación europea (Banco de Pagos Internacionales, 2010; EU Regulation 575/2013 y EU Directive 2013/36/EU) para establecer el valor del colchón de capital anticíclico (CCA).

severas del crecimiento económico (Claessens, Kose y Terrones, 2012; Aikman, Haldane y Nelson, 2015). Recientemente, Adrian, Boyarchenko y Giannone (2019) identifican que el endurecimiento de las condiciones financieras tiene efectos negativos importantes sobre la cola izquierda de la distribución del PIB, esto es, este endurecimiento deteriora el crecimiento en riesgo, definido como el crecimiento económico que se observaría en un escenario muy adverso que ocurre con cierta probabilidad. El desarrollo del concepto de crecimiento en riesgo es de gran importancia por el vínculo que este tiene con la probabilidad de ocurrencia y severidad de las crisis financieras.

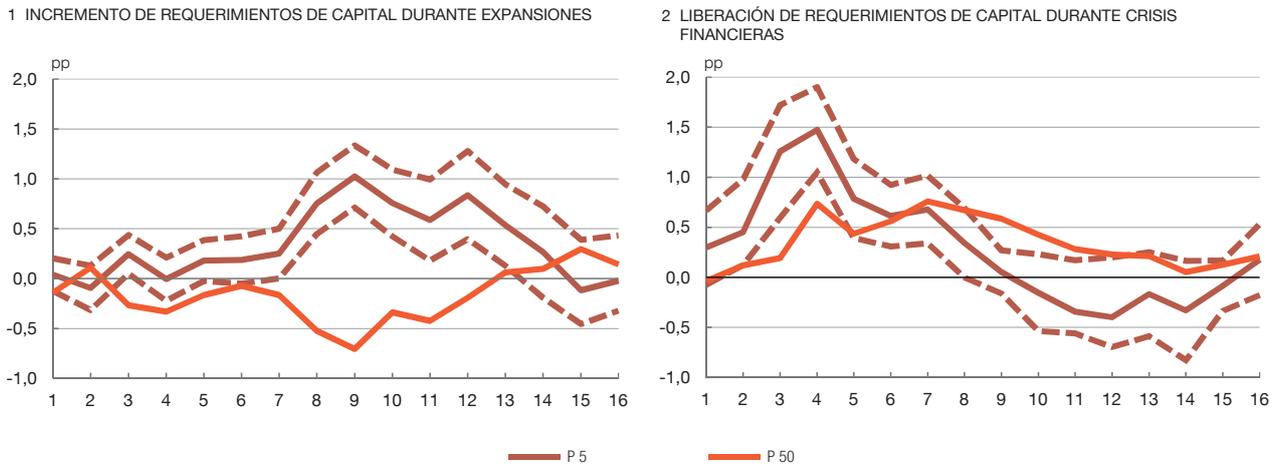
En este contexto, Galán (2020) extiende el uso de regresiones cuantílicas para la identificación de impactos sobre el crecimiento en riesgo propuesto por Adrian, Boyarchenko y Giannone (2019), añadiendo variables de control adicionales que incluyen variables macrofinancieras con capacidad de alerta temprana de crisis sistémicas y variables que identifican medidas macroprudenciales. Este estudio encuentra que tanto la acumulación de riesgo cíclico como la materialización de episodios de estrés financiero conducen a un menor crecimiento en riesgo y aumentan la asimetría de la distribución de crecimiento del PIB hacia la izquierda (valores más negativos o menos positivos). No obstante, la estructura temporal de estos impactos difiere. Mientras que el estrés financiero tiene efectos en el corto plazo (i. e., horizontes de alrededor de un año), los desequilibrios financieros cíclicos afectan al crecimiento en riesgo en el medio plazo (i. e., horizontes de alrededor de tres años).

Por otra parte, dado que el objetivo final de la política macroprudencial es la prevención y la mitigación de crisis sistémicas, la estimación del impacto de las medidas macroprudenciales sobre las tasas de crecimiento de la economía en escenarios muy adversos constituye una herramienta de gran utilidad para la cuantificación de los efectos de estas medidas en términos de su objetivo final. Galán (2020) identifica efectos positivos y significativos de la política macroprudencial sobre el crecimiento en riesgo, que reducen la asimetría de la distribución hacia la cola izquierda. Estos beneficios contrastan con efectos ligeramente negativos sobre la mediana de la distribución, que pueden asociarse con el coste de implementación de estas medidas al suavizar el ciclo, y que confirman resultados anteriores que utilizan estimaciones de la media condicional del PIB (Noss y Toffano, 2016; Kim y Mehrotra, 2018; Richter, Schularik y Shim, 2019; Bedayo, Estrada y Saurina, 2020).

Adicionalmente, Galán (2020) encuentra que el impacto de la política macroprudencial sobre el crecimiento en riesgo depende de la posición en el ciclo financiero, la dirección de las medidas macroprudenciales (endurecimiento o relajación), el tipo de instrumento macroprudencial utilizado y el tiempo transcurrido desde su implementación. En particular, en el gráfico 4 se observa que un aumento de los requerimientos de capital durante fases expansivas del ciclo tarda alrededor de ocho trimestres en evidenciar efectos positivos sobre el crecimiento en riesgo, mientras que el endurecimiento de los límites a los criterios de concesión de préstamos (*borrower-based measures* en inglés) tiene efectos más rápidos y persistentes. Por otra parte, la liberación de capital durante fases contractivas o eventos de estrés financiero tiene efectos positivos casi inmediatos, mientras que la relajación de los criterios de concesión tiene efectos muy limitados. Estos

Gráfico 4

IMPACTO DEL INCREMENTO Y LA LIBERACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE CAPITAL SOBRE LOS PERCENTILES 5 Y 50 DE LA DISTRIBUCIÓN DE CRECIMIENTO DEL PIB A HORIZONTES DE ENTRE 1 Y 16 TRIMESTRES (a)



FUENTE: Galán (2020).

a Las líneas continuas representan el impacto estimado en puntos porcentuales sobre los percentiles 5 y 50 de la distribución condicional de crecimiento del PIB, respectivamente. Las líneas punteadas representan las bandas al 95 % de confianza para el percentil 5, obtenidas mediante *bootstrapping*. La estimación se lleva a cabo para una muestra de 36 países, incluyendo economías avanzadas y emergentes, para el período 1990-2016. Los períodos de crisis son aquellos identificados como crisis de origen financiero en Laeven y Valencia (2018). Los períodos expansivos son aquellos donde el crecimiento del crédito y de precios de la vivienda es superior al percentil 75 de la distribución histórica en cada país. Las medidas de capital (requerimientos de provisiones y de capital, incluyendo sus colchones) se capturan mediante un índice acumulado que discrimina entre activación o endurecimiento y liberación o relajación de medidas.

resultados sugieren que las medidas de capital deben tomarse con suficiente antelación a la expansión excesiva del ciclo financiero, mientras que los límites a los criterios de concesión de préstamos podrían ser efectivos aún en fases más tardías de aquel. En general, los resultados confirman los beneficios del uso contracíclico de estas medidas y de contar con suficiente espacio macroprudencial, especialmente en forma de capital, para afrontar *shocks* de estrés financiero.

3.3 Análisis de los mercados financieros

Las tareas encomendadas al Banco de España hacen necesario tanto un análisis continuo y coyuntural de los mercados financieros como un seguimiento de su desarrollo estructural. En este sentido, se analizan los riesgos asociados a la evolución de las valoraciones de los diferentes activos financieros, incluyendo renta variable y renta fija, relevantes por el impacto que pueden tener sobre el balance de los intermediarios financieros, y así su capacidad de canalizar fondos entre ahorradores y otros agentes con necesidades de fondos.

Del mismo modo, también se analizan los riesgos ligados a las condiciones específicas del mercado monetario, y que pueden condicionar de forma significativa las condiciones en los mercados financieros. El Banco de España elabora también indicadores de riesgo sistémico para evaluar las vulnerabilidades del sistema financiero español. Estos

indicadores complementan los análisis de riesgos de distintos segmentos del mercado financiero, que son resumidos aquí de forma sintética, proporcionando señales de riesgo global sobre el sistema analizado.

Modelos de sobrevaloración de acciones

Para evaluar la posible sobrevaloración de las acciones de las empresas de Estados Unidos y del área del euro, Gálvez y Roibás (2022) desarrollan un análisis basado en modelos de descuento de dividendos. En concreto, en estos modelos los precios de las acciones se expresan en función de tres variables: las expectativas de beneficio por acción, que informan sobre los dividendos y otros pagos esperados a los accionistas; la incertidumbre en torno a estas estimaciones, que representa el riesgo asociado a la renta variable; y la estructura temporal de los tipos de interés, que informa sobre las expectativas del estado de la economía y el coste de oportunidad de la inversión en renta fija.

Para medir la evolución del precio de las acciones de las empresas en Estados Unidos y en la zona del euro se utilizan, respectivamente, los índices S&P 500 y el EURO STOXX¹³. Respecto a las variables explicativas del modelo, las expectativas de beneficios se aproximan a partir de la media ponderada de las previsiones de los analistas para dentro de tres ejercicios fiscales, disponible en el *Institutional Brokers' Estimate System (I/B/E/S)*, mientras que la incertidumbre en torno a estas estimaciones se mide a partir del coeficiente de variación¹⁴ de estos pronósticos. Finalmente, la estructura de tipos de interés se aproxima mediante la diferencia entre la rentabilidad de la deuda pública a largo plazo (diez, veinte o treinta años) y corto plazo (tres meses).

Los modelos estimados tienen un buen ajuste¹⁵, y todos los coeficientes son estadísticamente significativos y tienen el signo esperado de acuerdo con los resultados en trabajos previos, como Campbell y Shiller (1988). Así, un incremento de las expectativas de beneficios conduce a un aumento en el precio de las acciones, mientras que un incremento del riesgo o del diferencial de plazo provoca una caída en el índice bursátil. Según los modelos estimados, y bajo el supuesto adicional de expectativas a largo plazo, tras las fuertes pérdidas bursátiles registradas desde principios de 2022, condicionadas por el endurecimiento de la política monetaria, al final del tercer trimestre de ese año el valor del S&P 500 se situaba en línea con sus fundamentales, mientras que el EURO STOXX se situaba un 6 % por debajo del valor predicho (véase gráfico 5). En términos de su distribución histórica, la diferencia entre el valor observado del índice estadounidense y el estimado por el modelo se situaba algo por encima del percentil 50, mientras que en el caso de la zona del euro solo por encima del percentil 30.

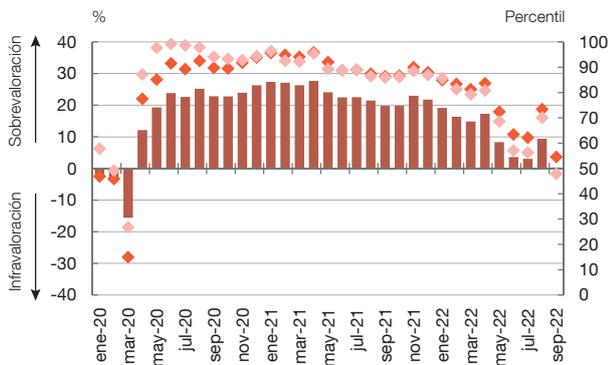
13 El EURO STOXX es un subconjunto del índice STOXX Europe 600 e incluye 300 empresas grandes, medianas y pequeñas de 11 países de la zona del euro: Austria, Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal y España.

14 Para medir la incertidumbre sobre las expectativas de los analistas es preferible emplear el coeficiente de variación en lugar de la desviación típica, puesto que, al crecer los beneficios con el tiempo, esta última tiene una tendencia ascendente no deseable que podría sesgar al alza las estimaciones de sobrevaloración en períodos recientes.

15 Un R² del 93 % para el modelo estadounidense y del 87 % para el de la zona del euro.

MODELO DE SOBREALORACIÓN DE ACCIONES (a)

1 ESTADOS UNIDOS



2 ÁREA DEL EURO



- DESVIACIÓN RESPECTO AL VALOR ESTIMADO. MODELOS BASADOS EN EXPECTATIVAS DE BENEFICIOS A LARGO PLAZO
- ◆ SOBREALORACIÓN RELATIVA. MODELOS BASADOS EN EXPECTATIVAS DE BENEFICIOS A LARGO PLAZO (Escala dcha.) (b)
- ◆ SOBREALORACIÓN RELATIVA. MODELOS BASADOS EN EXPECTATIVAS DE BENEFICIOS A CORTO PLAZO (Escala dcha.) (b)

FUENTES: Thomson Reuters Datastream y elaboración propia.

- a La muestra de estimación comprende datos mensuales desde enero de 1990 hasta septiembre de 2022.
 b En cada fecha, se indica el percentil de la distribución histórica en el período 1990-2022 en el que se sitúa la correspondiente diferencia entre el valor observado y el estimado por el modelo, basado en expectativas de beneficio a corto o a largo plazo.

El horizonte temporal en el que se basan las expectativas de beneficios incluidas en estos modelos desempeña un papel clave en el grado de sobrevaloración estimado en ciertos períodos de crisis. En particular, las expectativas a largo plazo resultaban más adecuadas para recoger la corriente de pagos futuros a los accionistas en un contexto como el de la crisis sanitaria provocada por el COVID-19, en el que se esperaba una fuerte contracción del PIB y de los beneficios corporativos en el corto plazo, pero una recuperación significativa en horizontes más largos. Los resultados de los modelos aquí presentados, que incluyen expectativas de beneficios a más largo plazo, contrastan durante los primeros meses de la pandemia con la mayor sobrevaloración que sugerían otros enfoques basados en expectativas de beneficios a corto plazo (doce o dieciocho meses)¹⁶. Esto evidencia la necesidad de examinar la robustez de las conclusiones sobre la sobrevaloración de activos financieros a los supuestos empleados, una consideración muy presente en los marcos de análisis sobre esta cuestión aplicados en el Banco de España.

Instrumentación de política monetaria, gestión de activos e inteligencia de mercado

Por su sensibilidad de mercado, muchos de los modelos empleados por el Banco de España en la gestión de activos, gestión de liquidez, análisis de garantías y seguimiento de transacciones de mercados monetarios son confidenciales y no pueden ser detallados en su totalidad en este documento.

¹⁶ Véase Fondo Monetario Internacional (2020).

Los modelos enfocados a la evaluación y el seguimiento de los mercados y activos financieros de renta fija, crédito, inflación y monetarios constituyen un primer núcleo de la labor de análisis, por la participación directa o indirecta del Banco de España en ellos y por su interés para la política monetaria. Entre estos modelos, en primer lugar, destacan los encaminados al análisis de expectativas de inflación y de probabilidades de movimientos de política monetaria basados en cotizaciones de mercado de derivados de renta fija e inflación —futuros, opciones, *forwards* y *swaps*—. Aquí se siguen principalmente los modelos de Gimeno e Ibáñez (2018), Gimeno y Ortega (2018) y Aguilar y Gimeno (2022).

En segundo lugar, para la evaluación de las curvas de tipos de interés (pendiente, diferenciales de crédito y riesgo de duración) se utilizan los modelos e indicadores que se enumeran a continuación:

- Para la descomposición de tipos de interés y determinantes de la pendiente para el dólar y el euro, se emplea Banco de España (2018).
- Se utiliza también un indicador de fragmentación del mercado de bonos corporativos, que se calcula mediante un modelo de datos de panel que incluye datos de duración, calidad crediticia, etc., para los principales países del área del euro.
- Asimismo, se emplea un indicador del riesgo de duración para emisiones de bonos soberanos del área del euro por país y tipo de tenedor (Cahill, Damico, Li y Sears, 2013; Esser, Lemke, Ken, Radde y Vladu 2019).

En tercer lugar, en la evaluación de factores de riesgo en carteras de renta fija (bonos del sector público y crédito) que se utiliza como apoyo para el posicionamiento de la cartera, el análisis de valor relativo y del riesgo de duración, se emplean en particular:

- Un modelo cuantitativo de posición en duración basado en un modelo binomial con variables macroeconómicas y financieras.
- Un indicador sintético de valor relativo basado en un análisis de componentes principales (PCA) y umbrales por percentiles para un universo de bonos.
- Un índice de *scoring* de mercado para el apoyo a la gestión táctica de las carteras propias, basado en variables cuantitativas y cualitativas (contexto macroeconómico y político, expectativas de política monetaria, consenso de los analistas, análisis técnico y de sentimiento, etc.).

En último lugar, el seguimiento de los mercados monetarios es importante en el contexto de las operaciones y la gestión de liquidez, de las garantías de las operaciones de política monetaria, y del programa préstamo de valores en euros. Generalmente, este

seguimiento se realiza mediante indicadores que, en muchos casos, no son públicos. Entre los más usados, destacan:

- Los indicadores basados en los datos de transacciones (segmentos *secured* y *unsecured*) informados a MMSR (*Money Market Statistical Reporting*); y en los tipos de mercado monetario, su evolución, volúmenes y diferenciales: €STR, eonia, euríbor 3M y 12M, OIS 3M y 12M, tipos *repo* [análisis del colateral general (*General Collateral*) y del colateral especial por jurisdicciones]¹⁷.
- Los colchones de colateral disponible de las entidades: la ratio del valor de las garantías pignoradas después de recortes sobre el total del crédito vivo en las operaciones de refinanciación de política monetaria.
- El volumen en préstamos de valores en euros contra efectivo y contra colateral; y la ratio de utilización para cada referencia sujeta a préstamo y valoración.

Por otro lado, con un enfoque más general, se realizan análisis y evaluaciones relacionados con la liquidez, volatilidad, incertidumbre y sentimiento de mercado, para distintos segmentos de productos, sectores y regiones. En este sentido, el análisis de la volatilidad y la liquidez en los mercados financieros se realiza principalmente mediante los siguientes modelos analíticos:

- Modelos para el cálculo de medidas de volatilidad implícita (tipo VIX) para distintos activos y sectores (González-Pérez, 2021); y medidas de contagio (o *spillover*) de volatilidad entre mercados (Whaley, 1993; Carr y Madam, 1998; Demeterfi, Derman, Kamal y Zou, 1999; Britten-Jones y Neuberger, 2000; Diebold y Yilmaz, 2012).
- Un índice de volatilidad implícita global basado en un modelo de factores dinámicos aplicado a varios tipos de activos y regiones.
- Un indicador sintético de liquidez para el mercado de bonos europeos basado en la profundidad y eficiencia de mercado, los costes de ejecución, la horquilla *bid-ask*, la variación del volumen contratado, etc. (Sarr y Lybek, 2002; Amihud, 2002).

Asimismo, se emplean herramientas analíticas basadas en minería de textos y diccionarios para el análisis de sentimiento e incertidumbre de los mercados, de la economía o de empresas concretas. Entre estos, destacan los siguientes:

- Un modelo basado en un diccionario específico y en el procesado del lenguaje natural para la obtención de un indicador de sentimiento de los informes de

¹⁷ El colateral general se define como un conjunto de activos (p. ej., determinados bonos de gobierno) con características similares y que tienen asociado el mismo tipo de interés si se usan como garantía en una operación de *repo*. Por el contrario, un bono que sea colateral especial se negocia a un tipo *repo* específico para ese activo.

estabilidad financiera y las noticias de prensa relacionadas (Moreno y González, 2020).

- Un análisis de sentimiento y su evolución, por temáticas (sector externo, economía doméstica, inflación, etc.) de las minutas de los bancos centrales de la eurozona, Estados Unidos, Canadá y Australia.
- La construcción de indicadores basados en la metodología tipo EPU (*Economic Policy Uncertainty*) (Baker, Bloom y Davis, 2016). Entre los ejemplos más destacados se encuentran un índice del número de noticias económicas que hacen referencia a palabras relacionadas con políticas monetarias más acomodaticias, *dovish*, frente a la alternativa *hawkish*; y un índice de riesgo geopolítico por región basado en noticias relacionadas con este riesgo y temática.

Por último, los análisis relacionados con el comportamiento en el mercado de las entidades financieras reciben un foco de atención especial por ser las contrapartidas de la política monetaria y en la gestión de reservas. Así, en el análisis y estudio de eventos relacionados con las entidades financieras destacan los siguientes modelos:

- El análisis de impacto en las fechas de publicación de resultados trimestrales de entidades bancarias y para eventos específicos relevantes (p. ej., fusiones): dato realizado frente a estimaciones de los analistas, impacto en rentabilidades de la deuda y valor de mercado, e índice de sentimiento de las presentaciones y conferencias de prensa (Feldman, Govindaraj, Livnat y Segal, 2010; McKay, Doran, Peterson y Bliss, 2012; Neuhier, Scherbina y Schlusche, 2013).
- Un indicador de sensibilidad de las entidades financieras cotizadas a la evolución de los tipos de interés.
- Un análisis del sentimiento extraído de los informes de analistas sobre entidades bancarias españolas y europeas, y su evolución durante la crisis del COVID-19 (Banco de España, 2020).

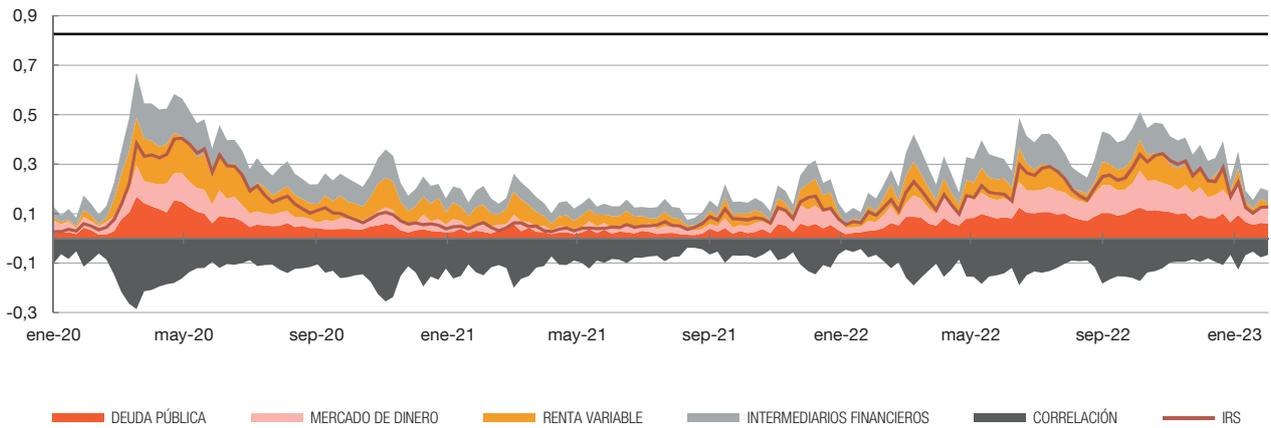
Indicadores de riesgo sistémico

Con el objetivo de seguir la evolución de las tensiones (o la ausencia de ellas) que potencialmente se extienden por todo el sistema financiero y que pueden ser dañinas para la economía real, se analiza semanalmente el indicador de riesgo de sistémico (IRS). Este indicador sigue la metodología del CISS (*Composite Indicator of Systemic Stress*), desarrollado por el BCE¹⁸, y condensa en un único valor el nivel del riesgo sistémico financiero en España. El IRS agrega doce indicadores individuales de estrés (volatilidades,

¹⁸ Hollo, Kremer y Lo Duca (2012).

Gráfico 6

INDICADOR DE RIESGO SISTÉMICO (a)



FUENTES: Datastream y Banco de España.

a El IRS agrega doce indicadores individuales de estrés (volatilidades, diferenciales de tipos de interés, pérdidas históricas máximas, entre otros) de cuatro segmentos del sistema financiero español. Para el cálculo del IRS se tiene en cuenta el efecto de las correlaciones cruzadas, de modo que el IRS es mayor cuando la correlación entre los mercados es alta y reduce su valor cuando la correlación es más baja o negativa. Para una explicación detallada de este indicador, véase el [recuadro 1.1 del Informe de Estabilidad Financiera de mayo de 2013](#). La línea punteada representa el máximo histórico del IRS.

diferenciales de tipos de interés, pérdidas históricas máximas, etc.) de diferentes segmentos del sistema financiero español: el mercado de dinero, el mercado de deuda pública, el mercado de renta variable y el mercado de intermediarios financieros. Para el cálculo del IRS, se tiene en cuenta el efecto de las correlaciones cruzadas, de modo que el IRS registra valores más altos cuando la correlación entre los cuatro mercados es alta, en particular en situaciones en las que existe un alto nivel de estrés en los cuatro mercados a la vez. Por el contrario, reduce su valor cuando la correlación es más baja o negativa (i. e., situaciones en las que el nivel de estrés es alto en unos mercados y bajo en otros)¹⁹.

En los últimos años, el aumento más importante del IRS se presentó tras la irrupción de la pandemia de COVID-19 en 2020, reflejando las tensiones financieras producidas principalmente durante los dos primeros trimestres posteriores al inicio de la crisis sanitaria (véase gráfico 6). Posteriormente, tras un período más relajado en los mercados financieros, el inicio de la guerra en Ucrania, en febrero de 2022, y el aumento de la incertidumbre macroeconómica han propiciado un nuevo aumento del riesgo sistémico. En esta ocasión, el aumento, aunque menor, fue más persistente, y se mantuvo e incluso incrementó durante buena parte de 2022, relajándose en la parte final del pasado año y en el inicio de 2023. Estos dos episodios de tensión, vinculados al inicio de la pandemia de COVID-19 y a la guerra en Ucrania, han implicado, en cualquier caso, tensiones financieras de menor magnitud que las registradas durante la crisis financiera global.

¹⁹ Para una explicación detallada de este indicador, véase [recuadro 1.1 del Informe de Estabilidad Financiera de mayo de 2013](#).

El Banco de España también utiliza un indicador denominado SRISK, que permite cuantificar la importancia sistémica de las entidades individuales y del sector bancario en su conjunto al evaluar y agregar el impacto sobre cada entidad de un evento de mercado negativo extremo²⁰. Este indicador de riesgo latente proporciona una estimación del déficit de capital que se espera que tenga una entidad tras producirse una hipotética crisis severa en los mercados de renta variable que genere una corrección de su capitalización bursátil. Constituye así una métrica de riesgo sistémico, pues un coste elevado para el sector bancario para cubrir su déficit de capital podría distorsionar la función de intermediación financiera. La evolución del indicador SRISK desde mediados de 2020 ha mostrado una disminución del riesgo de las entidades bancarias europeas frente a perturbaciones sistémicas adversas, si bien la guerra en Ucrania produjo un repunte en este indicador para el agregado de la UE, que se trasladó en menor medida a las entidades españolas.

3.4 Pruebas de resistencia

El Banco de España realiza con una frecuencia mínima anual ejercicios de pruebas de resistencia a la banca española mediante la aplicación de su herramienta FLESB (*Forward Looking Exercise on Spanish Banks*). El objetivo de estas pruebas es evaluar la solvencia y liquidez de las entidades de depósito del sistema financiero español. En estos ejercicios, se obtienen tanto resultados agregados como distintas medidas de heterogeneidad del grado de resistencia entre las entidades individuales²¹.

La herramienta FLESB tiene un carácter *top-down* y su resultado es condicional a los supuestos sobre el entorno macrofinanciero aplicados en ella. La metodología dentro de este marco emplea un conjunto de modelos cuantitativos desarrollados internamente por el Banco de España, que se aplican a la información granular disponible sobre las entidades bancarias gracias al reporte regulatorio y supervisor²². Esta herramienta resulta muy útil para medir el impacto en el sistema financiero de la materialización de escenarios macrofinancieros completos, pero también permite la realización de análisis de sensibilidad para evaluar el efecto aislado de determinadas variables de interés o la materialización independiente de distintos riesgos macrofinancieros identificados²³ (por ejemplo, un descenso de los precios de la vivienda o un aumento generalizado de tipos).

Es de gran importancia de cara a la utilidad de estos ejercicios para la supervisión prudencial que se apoyen en unos escenarios macroeconómicos que mantengan el equilibrio

20 Para detalles sobre la construcción del indicador, véase Brownless y Engle (2017). Recientemente, el Banco de España ha utilizado también este indicador para identificar que los colchones de capital para las entidades de importancia sistémica (EIS) logran reducir el riesgo sistémico percibido por los mercados en relación con estas instituciones. Para detalles, véase Broto, Fernández Lafuerza y Melnychuk (2022).

21 Los últimos resultados del FLESB se pueden consultar en el [recuadro 2.2 del Informe de Estabilidad Financiera de otoño de 2022](#).

22 Un enfoque distinto para la realización de estos ejercicios sería la opción *bottom-up*, en la que son las propias entidades las que ejecutan las estimaciones, aplicando sus propios modelos y bases de datos. El [ejercicio europeo de pruebas de resistencia](#) coordinado por la EBA se apoya fundamentalmente en este enfoque, aunque los resultados *bottom-up* se ven restringidos por guías metodológicas y son contrastados por modelos supervisores desarrollados por el BCE.

23 Véase [Informe de Estabilidad Financiera de primavera de 2019](#).

entre severidad y plausibilidad. Los escenarios base, alineados con las proyecciones macroeconómicas, por su propia definición son factibles y sirven para formar expectativas sobre la solvencia y liquidez de las entidades bajo la senda esperada de evolución de la economía. Por el contrario, los escenarios adversos no reflejan las expectativas económicas, sino que se basan en supuestos hipotéticos plausibles, y buscan medir la solvencia y liquidez de las entidades bancarias ante la materialización de los riesgos identificados en torno a los escenarios centrales. Se dispone de una experiencia histórica muy útil para la creación de estos escenarios en la crisis financiera global posterior a 2008, pero es necesario tener en cuenta que los desequilibrios existentes en la economía han evolucionado en el tiempo y no necesariamente se replicarían exactamente los episodios pasados en una nueva situación de crisis. Por ello, en cada ejercicio se define una narrativa acorde con la identificación contemporánea de riesgos para la estabilidad financiera.

El FLESB considera en su metodología un supuesto de balance dinámico para la generación de resultados para propósitos de supervisión macroprudencial²⁴. Así, por ejemplo, en un escenario macroeconómico adverso, con contracción del PIB y aumento del desempleo, es esperable que también se produzca una reducción del crédito agregado al sector privado, que conduzca a un cierto grado de desapalancamiento de las entidades bancarias. La reducción del tamaño de balance ayuda a las entidades bancarias, *ceteris paribus*, a mantener sus niveles de solvencia, pero escenarios con mayores contracciones del crédito agregado suelen estar asociados a un peor cuadro macroeconómico conjunto. Esto lleva a su vez a un mayor deterioro de los resultados bancarios, por ejemplo, vía pérdidas por nuevas dotaciones, y potencialmente a un mayor consumo del capital en el numerador de la ratio de solvencia. La herramienta FLESB puede ser aplicada para evaluar las consecuencias en la solvencia bancaria de escenarios alternativos con distintas sendas de crecimiento de crédito y actividad económica, y contribuir así a evaluar los riesgos macrofinancieros, y distintas políticas macroprudenciales que pueden modularlo²⁵.

Como ilustración más específica de este marco, la sección 4 describe su aplicación a escenarios adversos vinculados a la crisis del COVID-19 y los resultados agregados obtenidos.

24 Para otros propósitos, como la realización de pruebas de resistencia que apoyan el proceso de supervisión micro, el marco puede acomodar también un supuesto de balance estático.

25 La herramienta FLESB utiliza escenarios macroeconómicos que incluyen proyecciones de crecimiento de distintos componentes del crédito al sector privado, pero no modeliza en su versión actual el *feedback* entre la evolución de la solvencia bancaria y la economía real en un año dado, que puede amplificar un *shock* macroeconómico inicial. Algunos ejemplos de desarrollo de *feedback loop* en ejercicios de pruebas de resistencia incluyen el ejercicio de estrés macroprudencial *Banking euro area stress test model* del BCE (septiembre de 2020) o el ejercicio *The Framework for Risk Identification and Assessment* del Banco de Canadá (noviembre de 2018).

4 Aplicación del marco de análisis de impacto de riesgos macrofinancieros a episodios de crisis recientes

4.1 La crisis del COVID-19

Previsiones macroeconómicas

En el contexto de la crisis del COVID-19, la elaboración de previsiones económicas se enfrentó no solo a las dificultades habituales de esta tarea, sino también a nuevas fuentes de incertidumbre que complicaron enormemente su ejecución. La primera y principal de estas fuentes de incertidumbre estuvo relacionada con la propia evolución sanitaria de la pandemia y con el alcance de las medidas que podía ser necesario adoptar tanto con carácter preventivo, para evitar la aparición de nuevos focos de contagio, como para contener aquellos que se produjeran. Además, el análisis del impacto sobre la economía y el sector financiero de estas medidas tuvo que ser realizado en un contexto de ausencia de referentes históricos válidos con los que comparar la crisis pandémica.

Con anterioridad a la publicación de las previsiones macroeconómicas, lo usual es que se disponga de información parcial sobre un conjunto de indicadores de frecuencia mensual, que son utilizados para calibrar la proyección de la actividad en el corto plazo. Esta información proporciona un anclaje suficiente en aquellos momentos en los que la economía evoluciona de forma suave, sin grandes interrupciones. Sin embargo, la imposibilidad de anticipar la perturbación asociada al estallido de la pandemia y la magnitud de esta hicieron que este enfoque tradicional resultara de menos utilidad. Los primeros indicios de la crisis únicamente se percibieron cuando ya había empezado.

En este contexto, la búsqueda de fuentes de información alternativas se vio apoyada por las mejoras en los últimos años en el tratamiento de datos. Por ejemplo, el Banco de España analiza ahora un conjunto elevado de indicadores de alta frecuencia que proporcionan información relevante en tiempo real. Sin embargo, el uso de estos indicadores no está exento de complicaciones. En concreto, el uso de datos de alta frecuencia (incluso diarios) obliga a realizar ajustes más complejos del efecto calendario, ya que aparecen nuevos efectos estacionales, intrasemanales o intramensuales, que no aparecen en los datos mensuales y trimestrales. Por otro lado, las series temporales de datos diarios suelen ser cortas y normalmente no se dispone de un ciclo económico completo para ellas.

Adicionalmente, los escenarios vinculados a la irrupción de la pandemia se construyeron haciendo hincapié en distintos aspectos de los mecanismos de transmisión de las perturbaciones asociadas a la crisis sanitaria, que es preciso subrayar que no son los habituales en los modelos económicos. Por eso fue necesario realizar aproximaciones alternativas basadas, en buena medida, en los supuestos sobre la evolución de la pandemia y las restricciones a la movilidad, que se trasladaron a pérdidas de actividad económica, partiendo estos análisis de diferentes grados de detalle regional y sectorial.

Para las previsiones publicadas en diciembre de 2020 por el Banco de España, se realizaron distintos ejercicios encaminados a proyectar la actividad. En un primer ejercicio, se relacionaron las medidas tomadas para frenar el ritmo de contagio con la movilidad efectiva y esta con la actividad económica (véanse gráficos 7.1 y 7.2). Para ello se partió de indicadores de restricciones a nivel nacional y regional, elaborados a partir de una base de datos de noticias de prensa en la que se analiza la frecuencia con la que aparecen determinados términos relacionados con la severidad de las medidas. Los resultados de este ejercicio permitieron, por lo tanto, traducir los supuestos sobre las medidas necesarias para contener la pandemia en sendas de movilidad y de actividad económica compatibles con los supuestos.

Una aproximación alternativa partió de la evidencia de que las medidas de contención adoptadas ante la crisis sanitaria causada por el COVID-19 tuvieron efectos marcadamente diferentes entre sectores de actividad. Donde más claramente se puso de manifiesto el impacto diferenciado de la pandemia a nivel sectorial fue en el mercado laboral. La crisis sanitaria provocó profundas pérdidas de empleo en los sectores más afectados por las medidas de restricción de la movilidad, como los ligados al turismo. En este sentido, la información mensual publicada por la Seguridad Social sobre la afiliación de trabajadores y los expedientes de regulación temporal de empleo (ERTE) fue una fuente apropiada para hacer un seguimiento de la evolución de la actividad de cada sector. A partir de esta información fue posible calcular ratios mensuales de ocupación efectiva para cada sector, estimadas como el cociente entre el empleo observado y el contrafactual respecto a una hipotética situación sin COVID-19. A partir de estos ratios y de escenarios de evolución de la pandemia, se calcularon las sendas de actividad compatibles con los supuestos de estos escenarios.

Por último, también se realizó un ejercicio de proyección del valor añadido bruto sectorial bajo el supuesto de que las medidas de restricción de la movilidad adoptadas por las autoridades tienen impactos diferentes para cada sector de actividad. Para medir el grado de restricción, se utiliza el índice *Oxford COVID-19 Stringency Index* (que mide la intensidad de las medidas de distanciamiento social por país), y se estima la relación entre los ratios de ocupación efectiva de los sectores más sensibles al COVID-19 y el promedio mensual de este índice de severidad para España entre febrero y octubre de 2020. El impacto sobre el resto de los sectores se calcula a partir de los efectos arrastre vía *input-output* ante variaciones de la actividad en los sectores más sensibles al COVID-19.

Resultados agregados del FLESB con impacto de medidas

La herramienta FLESB demostró ser de gran utilidad ante la necesidad de evaluar de forma rápida el impacto en la solvencia de las entidades de depósito de los escenarios de posible deterioro macroeconómico asociados al desarrollo de la pandemia. Ante la incertidumbre provocada por la irrupción del COVID-19, la realización de este tipo de pruebas de resistencia cobró especial relevancia por su carácter prospectivo y la necesidad de anticipar posibles sendas de evolución adversas del entorno macrofinanciero.

INDICADORES DE ALTA FRECUENCIA E IMPACTO SOBRE LOS RIESGOS PARA LA SOLVENCIA BANCARIA EN LA CRISIS DEL COVID-19

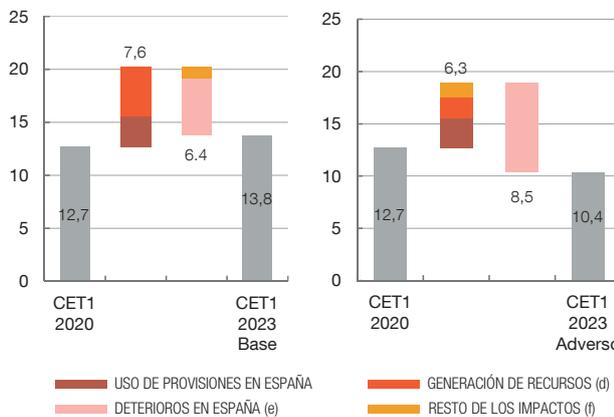
1 INDICADOR DE MOVILIDAD (a)



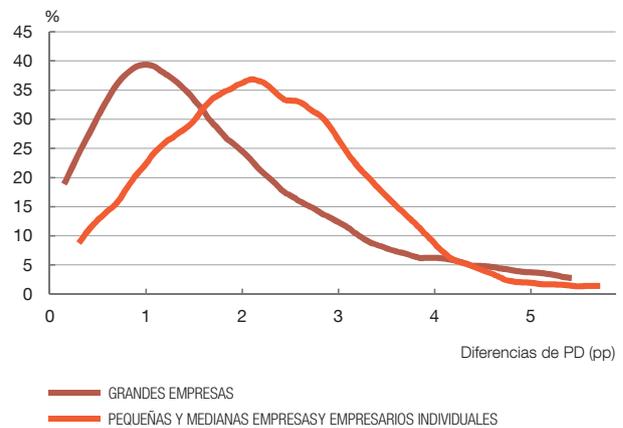
2 IMPACTO DE LA MOVILIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO INTERTRIMESTRAL DEL PIB (b)



3 IMPACTO EN LA SOLVENCIA DE LA CRISIS DEL COVID-19. RESULTADOS AGREGADOS DEL FLESB 2021 (c)



4 DISTRIBUCIÓN POR SECTOR Y TAMAÑO DE DIFERENCIAS BASE-ADVERSO DE PROBABILIDADES DE DETERIORO (PD) (g)



FUENTES: Banco de España y Google.

- a Datos provenientes de los Informes de Movilidad Local publicados por Google. Promedio de los indicadores referidos a comercio y restauración, estaciones de transporte y centros de trabajo.
- b Efectos estimados en Ghirelli, Gil, Hurtado y Urtasun (2021).
- c El efecto neto de los flujos positivos (negativos) se indica en la etiqueta de datos sobre (debajo) la barra correspondiente. Las ratios de CET1 iniciales y finales se presentan bajo criterio *fully-loaded*. El resto de los impactos incluye, entre otros efectos, la variación de los APR entre 2019 y 2022. Se considera que existe restricción en la distribución de dividendos y se tiene en cuenta un efecto medio de las medidas del Estado.
- d Esta variable incluye el margen de explotación en España y el resultado neto atribuible al negocio en el extranjero. Se trata así de comparar los posibles recursos generados en el conjunto del grupo bancario frente a las pérdidas por deterioro en España, que son habitualmente el foco de estos ejercicios.
- e Esta variable muestra la proyección durante los tres años del ejercicio de la pérdida bruta por deterioro de la cartera crédito para las exposiciones en España y otro tipo de pérdidas (asociadas a la cartera de renta fija, a la gestión de los activos adjudicados y a la cartera de soberano).
- f Esta variable incluye, entre otros efectos, la variación de los APR entre 2019 y 2022. Se considera que existe restricción en la distribución de dividendos y se tiene en cuenta un efecto medio de las medidas del Estado (préstamos con avales ICO).
- g PD (acrónimo en inglés de *probability of default*) se define como la probabilidad de migrar de situación normal a situación dudosa en un período de 12 meses. Esta probabilidad se estima con un modelo que vincula la PD observada a variables macroeconómicas y ratios financieras de las empresas. El gráfico muestra la función de densidad de la diferencia (en pp) entre la PD estimada para cada sector en el escenario adverso frente al escenario base. La estimación se realiza para cada banco, pero se representan las medias ponderadas para cada sector. La ponderación se realiza por número de titulares. Dicha función de densidad se aproxima mediante un estimador *kernel*, que posibilita una estimación no paramétrica de ella, proporcionando una representación gráfica continua y suavizada de dicha función.

En el período 2020-2021, las entidades bancarias se enfrentaron a caídas de la actividad económica sin precedentes, que actuaban de forma global y sincronizada. Estas

consideraciones se incorporaron tanto a los escenarios base de proyección como a los escenarios adversos, tanto para la economía española como para otras de relevancia para el negocio en el extranjero del sector bancario español. Una de las características relevantes de los ejercicios de pruebas de resistencia realizados desde el inicio de la pandemia de COVID-19 es la presencia de distintas medidas de apoyo de la política económica implementadas en respuesta a las consecuencias macrofinancieras negativas de la crisis sanitaria²⁶. Dentro del marco FLESB, se han tenido en cuenta tanto el efecto beneficioso de las medidas sobre el escenario macrofinanciero como su contribución directa a absorber las pérdidas producidas en el horizonte del ejercicio (p. ej., aplicación de los avales estatales a reducir las pérdidas brutas de impagos en préstamos a empresas). Estas medidas de apoyo presentan un cierto *trade-off*, ya que, mientras que conllevan beneficios tanto en los escenarios base como en los adversos en el horizonte temporal más próximo, en distintos casos implican costes fiscales o un mayor endeudamiento del sector privado. El FLESB ha sido una herramienta complementaria útil para medir algunos de los beneficios y costes asociados a estas medidas²⁷.

Como ilustración de estos ejercicios, se presentan los resultados correspondientes a otoño de 2021. En aquel momento, la actividad se encontraba en una senda de recuperación, que se había consolidado de manera progresiva después del freno sin precedentes de la actividad en el segundo trimestre de 2020. Sin embargo, persistía todavía incertidumbre sobre las consecuencias de la pandemia, y esto motivaba considerar escenarios adversos en los que la demanda y oferta agregadas se veían afectadas negativamente por un potencial desarrollo adverso de la situación sanitaria. Los resultados indicaban que el conjunto agregado del sector bancario español era capaz de resistir el elevado impacto económico de la crisis sanitaria (véase gráfico 7.3), con el apoyo del efecto mitigador de las medidas implementadas por las autoridades económicas. Dada la naturaleza de esta crisis, con efectos asimétricos en la actividad y el empleo de distintos sectores, el marco FLESB permitió estimar efectos heterogéneos sobre la calidad de crédito de las empresas de diferentes tamaños y sectores de actividad, utilizando el marco de probabilidades de *default* sectoriales descrito en Ferrer, García Villasur, Lavín, Pablos y Pérez Montes (2021) (véase gráfico 7.4).

A pesar de que hay que considerar la presencia de heterogeneidad en los resultados de entidades individuales en torno al agregado del grupo, este resultado indicaba que el sistema bancario era capaz de mantener su función de intermediación incluso si una peor evolución de la pandemia frenaba el ritmo de recuperación. Conforme la situación ha ido

26 Las medidas de mitigación consideradas en distintos ejercicios FLESB realizados desde abril de 2020 incluyen los avales del Estado sobre préstamos a actividades productivas, las moratorias de pago en préstamos bancarios, el nuevo programa de TLTRO del BCE y, en el ámbito prudencial, la recomendación de restricción de distribución de dividendos. Conforme algunas de estas medidas se han retirado, han sido también eliminadas de los ejercicios (p. ej., disminución del volumen TLTRO, fin de programas de moratorias), mientras que otras, como los avales de crédito, continúan teniendo un efecto significativo en los últimos ejercicios llevados a cabo en 2022 (véase [recuadro 2.2 del Informe de Estabilidad Financiera de otoño de 2022 del Banco de España](#)).

27 Por ejemplo, las estimaciones de los rangos posibles de impagos asociados a los préstamos a actividades productivas avalados por el Estado proporcionan un cierto intervalo de confianza tanto para los ahorros de los bancos en términos de costes por dotaciones como del coste fiscal para el Estado asociado a la ejecución de los avales.

evolucionando, con una reducción de los riesgos económicos directos asociados a la pandemia de COVID-19 y cambios en las políticas de apoyo, los supuestos de los ejercicios de pruebas de resistencia se han adaptado de forma dinámica a la identificación de nuevos riesgos y vulnerabilidades.

4.2 Tensiones macro-financieras en el contexto de la guerra en Ucrania

A finales de 2021, la economía global se situaba en una senda de recuperación de la actividad económica frente al impacto de la pandemia de COVID-19, aunque todavía desigual por geografías y sectores. La inflación en distintas geografías se mantenía en niveles más elevados y mostraba mayor persistencia con respecto a las expectativas en trimestres previos. En este contexto, la invasión rusa de Ucrania, en febrero de 2022, agravó las presiones inflacionarias, de manera muy relevante, pero no exclusiva, por su impacto en el precio de los bienes energéticos, incrementando los riesgos a la baja sobre el crecimiento y elevando la incertidumbre. Los riesgos macrofinancieros asociados a este desarrollo fueron analizados de forma temprana, en la primavera de 2022, mediante la aplicación de varios marcos de análisis del Banco de España.

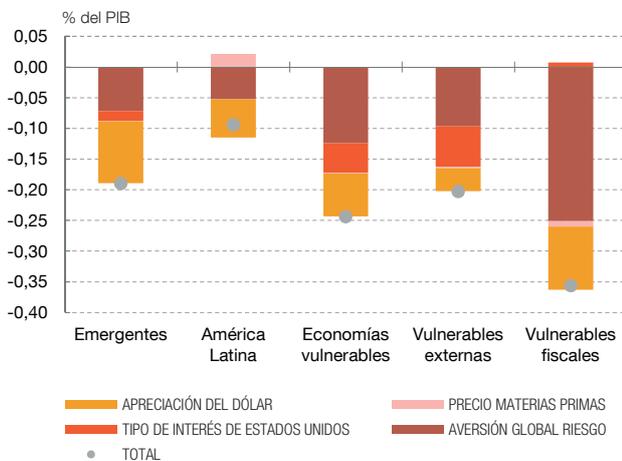
En primer lugar, cabe destacar el análisis del impacto sobre los países emergentes del endurecimiento de las condiciones globales de financiación y de la subida de precios de las materias primas en el contexto de la guerra en Ucrania²⁸. Para llevar a cabo este análisis, se emplearon modelos de vectores autorregresivos (VAR) para Brasil, México y Turquía, países a los que el sistema financiero español está más expuesto. En un primer paso, se utilizó un modelo VAR estructural identificado por medio de restricciones de signos para descomponer los diferentes tipos de sorpresas de política monetaria históricas en Estados Unidos; y, en un segundo paso, se estimaron modelos VAR individuales para derivar el impacto histórico promedio de los cambios inesperados de la política monetaria de Estados Unidos en estos países. Con esto, se simuló el efecto de un aumento del tipo de interés oficial en Estados Unidos sobre estas economías, que históricamente se han visto muy afectadas por este tipo de aumentos.

Los resultados de este análisis mostraron cómo un endurecimiento de la política monetaria en Estados Unidos, como respuesta plausible a los riesgos de una mayor inflación identificados desde el inicio de 2022, reduciría el crecimiento de los tres países. No obstante, la magnitud del impacto sobre la actividad real de estas economías dependería de su grado de vulnerabilidad. Además, el aumento del tipo de interés oficial en Estados Unidos, acompañado de una mayor aversión al riesgo derivada de la considerable incertidumbre del contexto derivado de las mayores tensiones geopolíticas, podría dar lugar a una apreciación del dólar que frenaría los flujos de capitales a estos países. No obstante, la guerra en Ucrania también podría provocar un sustancial aumento del precio de las materias primas, con un efecto favorable en los flujos de capital hacia las economías exportadoras de aquellas, principalmente las latinoamericanas. Sin embargo, el modelo estimado indicaba que, de

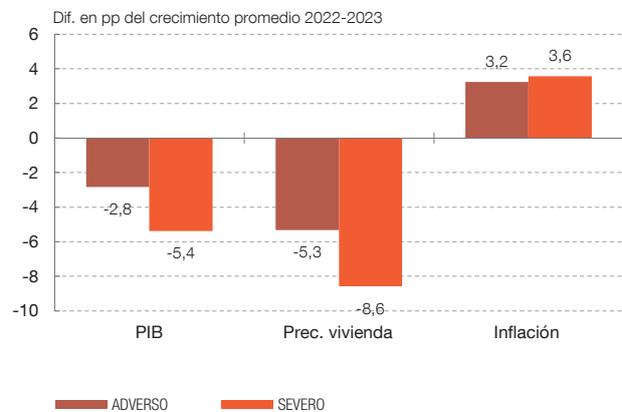
²⁸ Véase el [recuadro 1.2 del Informe de Estabilidad Financiera de primavera de 2022 del Banco de España](#).

IMPACTO EN FLUJO DE CAPITALES EN ECONOMÍAS EMERGENTES E IMPACTO MACROECONÓMICO PARA ESPAÑA, POR ESCENARIOS

1 IMPACTO SOBRE LOS FLUJOS DE CAPITALES DE CARTERA (a)



2 ESCENARIOS ADVERSO Y SEVERO PARA ESPAÑA. IMPACTO MACROECONÓMICO (b)



FUENTES: Banco de España, Refinitiv y Fondo Monetario Internacional.

- a Resultado de la estimación de un modelo de panel trimestral para 23 países emergentes desde 1999 (Molina y Viani, 2019), en el que se simula el impacto de una subida de los tipos oficiales en Estados Unidos (100 pb) acompañada de un aumento de la aversión global al riesgo (132 pb), una apreciación del dólar (4,1 %) y una subida del precio de las materias primas (15,2 %), basados en las correlaciones históricas entre los tipos de los fondos federales y las dos primeras variables, y en el cambio observado en el índice de precios de materias primas durante la primera semana de la guerra.
- b Los impactos se definen como diferencias en pp de los valores de las variables presentadas, aplicables sobre las previsiones centrales de análisis, para escenarios con distinto grado de materialización de riesgos macrofinancieros (más elevados en el caso del escenario severo que en el del adverso).

darse todas estas circunstancias simultáneamente, se podrían producir salidas de capitales sustanciales en estos países (véase gráfico 8.1).

En segundo lugar, el Banco de España desarrolló una serie de escenarios adversos en el contexto inmediato al inicio de la guerra en Ucrania²⁹. Se trata de escenarios hipotéticos que modelizan el impacto sobre la economía española e internacional de ciertos eventos extremos relacionados con este conflicto. Estos eventos se traducían en una serie de perturbaciones en términos de subida de precios de materias primas e inflación, empeoramiento de las condiciones financieras y de la confianza de los agentes económicos, etc. La calibración de estas perturbaciones se realizó en función de la volatilidad reciente e histórica de las diferentes variables, para de este modo generar escenarios sustancialmente adversos, pero plausibles. En estos ejercicios, el efecto de las perturbaciones sobre el cuadro macroeconómico de la economía española se obtuvo mediante simulaciones llevadas a cabo con el MTBE. Además, mediante el empleo de las tablas *input-output* de la economía española se modelizó el impacto heterogéneo de la subida del precio de las materias primas sobre el valor añadido bruto en los distintos sectores de actividad, según la intensidad en el consumo y la producción de energía de cada sector.

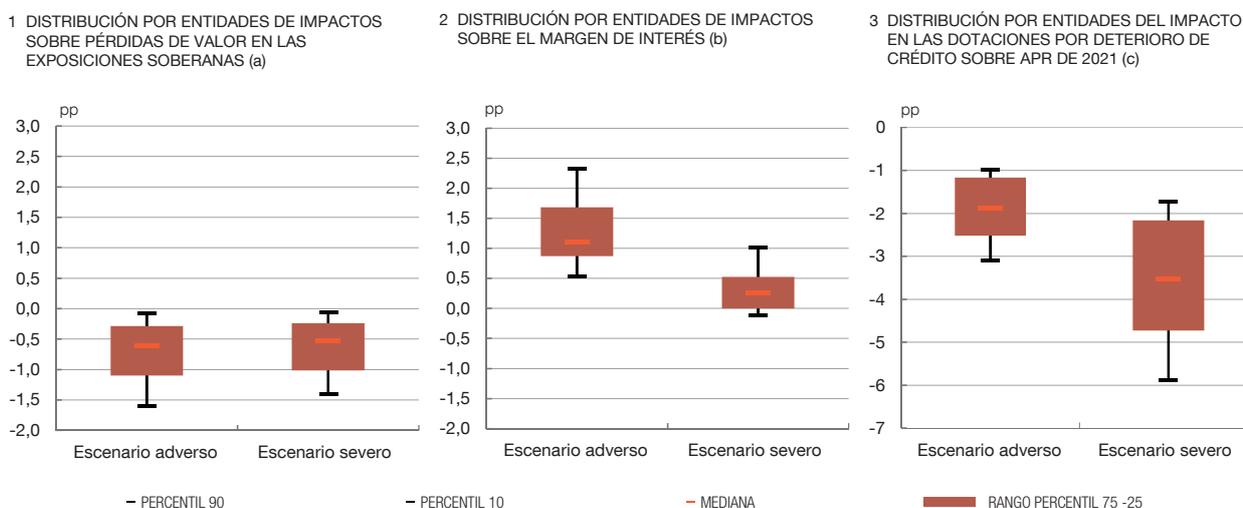
²⁹ Véase el recuadro 1.3 del Informe de Estabilidad Financiera de primavera de 2022 del Banco de España.

Bajo estos escenarios, se calibraba en España un incremento de la inflación respecto a las previsiones centrales de entre 3,2 pp y 3,6 pp adicionales de crecimiento interanual promedio en los años 2022 y 2023 en los escenarios adverso y severo, respectivamente. Este aumento de los precios estaría acompañado de un menor crecimiento del PIB, con desaceleraciones promedio entre 2,8 pp y 5,4 pp en los escenarios adverso y severo, así como una caída en el crecimiento promedio de los precios de la vivienda entre 5,3 pp y 8,6 pp, en los mismos escenarios para los años 2022 y 2023 (véase gráfico 8.2).

En tercer lugar, el Banco de España publicó en 2022 un primer análisis sobre el impacto en el sector bancario de distintos escenarios debido a la incertidumbre por la situación geopolítica mundial, utilizando la herramienta de pruebas de resistencia FLESB³⁰. Para ello, se midió el impacto en la solvencia bancaria de los escenarios adversos pero plausibles descritos en los párrafos anteriores. Estos escenarios se caracterizaban, como se ha indicado ya, por un incremento de la inflación más acusada de lo esperado, que propiciaba también un tensionamiento monetario adicional y, en el caso del escenario más severo, un deterioro de la confianza de consumidores y empresas.

Gráfico 9

IMPACTO EN EL SECTOR BANCARIO ESPAÑOL DE LA POTENCIAL MATERIALIZACIÓN DE LOS RIESGOS PARA LA ESTABILIDAD FINANCIERA IDENTIFICADOS TRAS EL ESTALLIDO DE LA GUERRA EN UCRANIA



FUENTE: Banco de España.

- a Se muestra la distribución por entidades del impacto de los escenarios adversos en la pérdida acumulada 2022-2023 en las exposiciones soberanas consolidadas (sobre APR de 2021). Negocio consolidado. En las cajas se representan los valores entre los percentiles 25 y 75, mientras que las barras muestran los percentiles 10, 50 (mediana) y 90. Se consideran las 15 mayores entidades según APR.
- b Se muestra la distribución por entidades del impacto de los escenarios adversos en el margen de interés acumulado 2022-2023 (sobre APR de 2021). Negocios en España. En las cajas se representan los valores entre los percentiles 25 y 75, mientras que las barras muestran los percentiles 10, 50 (mediana) y 90. Se consideran las 15 mayores entidades según APR.
- c Se muestra la distribución por entidades del impacto de los escenarios adversos en las dotaciones por deterioro de los préstamos al sector privado en España en 2022-2023 (sobre los APR de 2021). Negocios en España. En las cajas se representan los valores entre los percentiles 25 y 75, mientras que las barras muestran los percentiles 10, 50 (mediana) y 90. Se consideran las 15 mayores entidades según APR.

30 Véase el recuadro 2.1 del Informe de Estabilidad Financiera de primavera de 2022 del Banco de España.

Los resultados mostraron que, si se produjese alguno de estos escenarios, con un grado significativo de materialización de riesgos, el conjunto del sistema bancario español sería capaz de absorber su impacto. No obstante, generarían una reducción de sus ratios de CET1, de hasta 3 pp sobre las expectativas centrales. El impacto negativo de estos escenarios se produciría a través de varios canales. Por una parte, se produciría un aumento de las pérdidas por deterioro de riesgo de crédito en España, que exhiben cierta heterogeneidad entre entidades y sectores de exposición. Por otra parte, el deterioro en la valoración de la cartera de bonos soberanos constituiría otro canal de impacto relevante que está relacionado con el aumento de tipos, debido al mencionado endurecimiento de la política monetaria causado por el aumento de las presiones inflacionarias. Finalmente, este aumento de tipos también implica ciertos elementos de mitigación, ya que mejora el margen de interés de los negocios en España, a través del incremento en diferencial de tipos de activo y pasivo. En el gráfico 9 se presenta la distribución por entidades de estos impactos, utilizando como referencia el marco de probabilidades de *default* sectoriales descrito en Ferrer, García Villasur, Lavín, Pablos y Pérez Montes (2021).

Conforme el cuadro de expectativas y riesgos macrofinancieros ha evolucionado con posterioridad al inicio de la invasión rusa en febrero de 2022, tanto los ejercicios de proyección como las pruebas de resistencia han recibido actualizaciones para reflejar el nuevo flujo de información³¹. En el contexto actual, en el que la incertidumbre permanece todavía elevada, el uso de estas herramientas de forma dinámica para ajustar expectativas y riesgos es previsible que continúe siendo de elevada importancia en los próximos trimestres.

31 Véanse [Proyecciones macroeconómicas](#) de la economía española, de octubre de 2022, y el [recuadro 2.2 del Informe de Estabilidad Financiera de otoño de 2022](#) del Banco de España.

5 Conclusiones

El Banco de España ha desarrollado un amplio conjunto de modelos económicos y financieros para el análisis del impacto de la materialización de riesgos en la actividad económica y en la estabilidad financiera. Este conjunto comprende modelos tanto empíricos como teóricos, y su desarrollo evoluciona de acuerdo con las características de las interacciones entre el sector real y el financiero.

Los modelos teóricos, en general, ofrecen una representación simplificada de la realidad, mediante la modelización del comportamiento de los agentes económicos bajo supuestos de maximización de ciertos objetivos específicos sujetos a restricciones. Estos modelos permiten una comprensión de las dinámicas de la economía y el sector financiero, así como de la manera en que los potenciales riesgos y políticas pueden afectar a la estabilidad económica y financiera. Dentro de este tipo de modelos, los más habituales son los denominados «DSGE», que permiten reproducir las consecuencias intertemporales de las decisiones de distintos agentes económicos bajo entornos de riesgo. El Banco de España ha desarrollado en los últimos años una gran variedad de modelos DSGE, y ha incorporado diferentes tipos de fricciones financieras, variaciones en las preferencias de los agentes o el impacto del cambio tecnológico.

Por otra parte, los modelos empíricos buscan verificar las predicciones cualitativas de los modelos teóricos y transformarlas en estimaciones numéricas. En este contexto, permiten identificar cómo distintos tipos de riesgos afectan a las variables macrofinancieras y a la manera en que estas interactúan. Dentro de los modelos empíricos que utiliza el Banco de España, destacan los modelos de previsión macroeconómica para la estimación de expectativas sobre la evolución de la actividad económica, los modelos de interacción macrofinanciera para la identificación de desequilibrios financieros y su impacto sobre el crecimiento económico, los modelos de mercados financieros para la identificación de riesgos relacionados con crisis financieras, y los modelos asociados a las pruebas de resistencia bancaria para la medición del impacto de la materialización de escenarios macrofinancieros sobre la solvencia y la liquidez del sistema financiero.

Todos estos modelos permiten identificar el impacto de los distintos tipos de riesgo derivados de fuentes endógenas al sistema financiero, como en el caso de la crisis financiera global, y exógenas, como han sido la pandemia de COVID-19 y la guerra en Ucrania. Respecto a estos últimos eventos, el marco desarrollado por el Banco de España ha permitido reaccionar rápidamente para identificar las consecuencias de estos *shocks* en la actividad económica y la estabilidad financiera. No obstante, la ausencia de referentes históricos válidos con los que comparar estos eventos ha significado un gran reto para el desarrollo de los modelos y ha señalado la necesidad de incorporar nuevas herramientas y variables de seguimiento. Este es el caso de los modelos de identificación de impactos en escenarios muy adversos y de los indicadores de alta frecuencia.

En general, la continua evolución en las relaciones entre el sector real y el financiero, los rápidos desarrollos tecnológicos en el sector financiero, la materialización de *shocks*

inesperados y las respuestas de política no convencionales han puesto de manifiesto la importancia del conjunto de modelos desarrollados por el Banco de España, y han significado un proceso de aprendizaje importante que incentiva la mejora y la innovación continua de los métodos utilizados.

Bibliografía

- Abbate, Angela, y Dominik Thaler. (2019). "Monetary Policy and the Asset Risk-taking Channel". *Journal of Money, Credit and Banking*, 51, pp. 2115-2144. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12621>
- Adrian, Tobias, Nina Boyarchenko y Domenico Giannone. (2019). "Vulnerable Growth". *American Economic Review*, Vol. 109, pp. 1263-1289. <https://doi.org/10.1257/aer.20161923>
- Aguilar, Alicia, y Ricardo Gimeno. (2022). "Discrete Density Forecasts: What to Expect when you are Expecting a Monetary Policy Decision". No publicado.
- Aguilar, Pablo, Stephan Fahr, Eddie Gerba y Samuel Hurtado. (2019). "Quest for Robust Optimal Macroprudential Policy". Documentos de Trabajo, 1916, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/9802>
- Aguilar, Pablo, y Jesús Vázquez. (2018). "Term Structure and Real-Time Learning". Documentos de Trabajo, 1803, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/7303>
- Aikman, David, Andrew G. Haldane y Benjamin D. Nelson. (2015). "Curbing the Credit Cycle". *The Economic Journal*, 125, pp. 1072-1109. <https://doi.org/10.1111/eoj.12113>
- Alessi, Lucia, y Carsten Detken. (2011). "Quasi Real Time Early Warning Indicators for Costly Asset Price Boom/Bust Cycles: A Role for Global Liquidity". *European Journal of Political Economy*, 27, pp. 520-533. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2011.01.003>
- Alessi, Lucia, y Carsten Detken. (2018). "Identifying Excessive Credit Growth and Leverage". *Journal of Financial Stability*, 35, pp. 215-225. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2017.06.005>
- Amihud, Yakov. (2002). "Illiquidity and Stock Returns: Cross-Section and Time-Series Effects". *Journal of Financial Markets*, 5, pp. 31-56. [https://doi.org/10.1016/S1386-4181\(01\)00024-6](https://doi.org/10.1016/S1386-4181(01)00024-6)
- Andrés, Javier, Óscar Arce y Carlos Thomas. (2013). "Banking Competition, Collateral Constraints and Optimal Monetary Policy". *Journal of Money, Credit and Banking*, 45, pp. 87-125. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12072>
- Andrés, Javier, Óscar Arce y Carlos Thomas. (2017). "Structural Reforms in a Debt Overhang". *Journal of Monetary Economics*, 88, pp. 15-34. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2017.05.004>
- Andrés, Javier, Pablo Burriel y Ángel Estrada. (2006). "BEMOD: A DSGE Model for the Spanish Economy and the Rest of the Euro Area". Documentos de Trabajo, 0631, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6887>
- Andrés, Javier, Samuel Hurtado, Eva Ortega y Carlos Thomas. (2010). "Spain in the Euro: a general equilibrium analysis". *SERIEs Spanish Economic Association*, 1, pp. 67-95. <https://doi.org/10.1007/s13209-009-0015-6>
- Andrés, Javier, Óscar Arce, Jesús Fernández-Villaverde y Samuel Hurtado. (2020). "Deciphering the Macroeconomic Effects of Internal Devaluations in a Monetary Union". Documentos de Trabajo, 2016, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/10501>
- Arce, Óscar, Samuel Hurtado y Carlos Thomas. (2016). "Policy Spillovers and Synergies in a Monetary Union". *International Journal of Central Banking*, 12, pp. 219-277. <https://www.ijcb.org/journal/ijcb16q3a6.htm>
- Arencibia, Ana, Samuel Hurtado, Mercedes de Luis López y Eva Ortega. (2017). "New Version of the Quarterly Model of Banco de España (MTBE)". Documentos Ocasionales, 1709, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6390>

- Babecký, Jan, Tomas Havránek, Jakub Mateju, Marek Rusnák, Katerina Smídková y Borek Vasíček. (2013). "Leading indicators of crisis incidence: Evidence from developed countries". *Journal of International Money and Finance*, 35, pp. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.01.001>
- Baker, Scott R., Nicholas Bloom y Steven J. Davis. (2016). "Measuring Economic Policy Uncertainty". *The Quarterly Journal of Economics*, 131, pp. 1593-1636. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>
- Banco de España. (2018). "Recuadro 1.1. Factores Explicativos del Reducido Nivel de la Pendiente de la Curva de Tipos de Interés en EE.UU. y Alemania". *Informe de Estabilidad Financiera*, noviembre 2018, pp. 22-27, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/10982>
- Banco de España. (2020). "Recuadro 2.2. Evolución de la Opinión de los Analistas sobre los Principales Bancos Cotizados Españoles ante el Impacto del COVID-19". *Informe de Estabilidad Financiera*, otoño 2020, pp. 106-108, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/14048>
- Bank for International Settlements. (2010). "Guidance for national authorities operating the countercyclical capital buffer". Basel Committee on Banking Supervision - Bank of International Settlements, December. <https://www.bis.org/publ/bcbs187.htm>
- Bedayo, Mikel, Ángel Estrada y Jesús Saurina. (2020). "Bank Capital, Lending Booms, and Busts: Evidence from Spain over the Last 150 years". *Latin American Journal of Central Banking*, 1, 100003. <https://doi.org/10.1016/j.latab.2020.100003>
- Britten-Jones, Mark, y Anthony Neuberger. (2000). "Option Prices, Implied Price Processes, and Stochastic Volatility". *Journal of Finance*, 55, pp. 839-866. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00228>
- Broto, Carmen, Luis Fernández Lafuerza y Mariya Melnychuk. (2022). "Do buffer requirements for European systemically important banks make them less systemic?". Documentos de Trabajo, 2243, Banco de España. <https://doi.org/10.53479/24876>
- Brownlees, Christian, y Robert Engle. (2017). "SRISK: a conditional capital shortfall measure of systemic risk". *The Review of Financial Studies*, 30, pp. 48-79. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw060>
- Brunnermeier, Markus K., y Yuliy Sannikov. (2017). "Macro, Money and Finance: A Continuous-Time Approach". *Handbook of Macroeconomics*, 2, pp. 1497-1545. <https://doi.org/10.1016/bs.hesmac.2016.06.002>
- Cahill, Michael E., Stefania Damico, Canlin Li y John S. Sears. (2013). "Duration Risk versus Local Supply Channel in Treasury Yields: Evidence from the Federal Reserve's Asset Purchase Announcements". Finance and Economics Discussion Series, 35, Federal Reserve Board. <https://doi.org/10.17016/feds.2013.35>
- Campbell, John Y., y Robert J. Shiller. (1988). "Stock Prices, Earnings, and Expected Dividends". *The Journal of Finance*, 43, pp. 661-676. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1988.tb04598.x>
- Carr, Peter, y Dilip Madan. (1998). "Towards a theory of volatility trading". En Robert Jarrow (Ed.), *Volatility: New Estimation Techniques for Pricing Derivatives*, Risk Publications, Chapter 29, pp. 417-427. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511569708.013>
- Claessens, Stijn, M. Ayhan Kose y Marco E. Terrones. (2012). "How Do Business and Financial Cycles Interact?". *Journal of International Economics*, 87, pp. 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2011.11.008>

- Clerc, Laurent, Alexis Derviz, Caterina Mendicino, Stephane Moyen, Kalin Nikolov, Livio Stracca, Javier Suárez y Alexandros P. Vardoulakis. (2015). "Capital Regulation in a Macroeconomic Model with Three Layers of Default". *International Journal of Central Banking*, 11, pp. 9-63. <https://www.ijcb.org/journal/ijcb15q3a1.htm>
- Cochrane, John. (2017). "Macro-Finance". *Review of Finance*, Vol. 21, pp. 945-985. <https://doi.org/10.1093/rof/rfx010>
- Delgado Téllez, Mar, Pablo Hernández de Cos, Samuel Hurtado y Javier J. Pérez. (2015). "Los Mecanismos Extraordinarios de Pago a Proveedores de las Administraciones Públicas en España". Documentos Ocasionales, 1501, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6377>
- Demeterfi, Kresimir, Emanuel Derman, Michael Kamal y Joseph Zou. (1999). "A Guide to Volatility and Variance Swaps". *Journal of Derivatives*, 6, pp. 9-32. <https://doi.org/10.3905/jod.1999.319129>
- Detken, Carsten, Olaf Weeken, Lucia Alessi, Diana Bonfim, Miguel M. Bouchina, Christian Castro, Sebastian Frontczak, Gaston Giordana, Julia Giese, Nadya Jahn, Jan Kakes, Benjamin Klaus, Jan Hannes Lang, Natalia Puzanova y Peter Welz. (2014). "Operationalising the Countercyclical Capital Buffer: Indicator Selection, Threshold Identification and Calibration Options". Occasional Paper Series, 5, European Systemic Risk Board. https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/occasional/20140630_occasional_paper_5.pdf
- Diebold, Francis X., y Kamil Yilmaz. (2012). "Better to Give than to Receive: Forecast-Based Measurement of Volatility Spillovers". *International Journal of Forecasting*, 28, pp. 57-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>
- Drehmann, Mathias, Claudio Borio, Leonardo Gambacorta, Gabriel Jiménez y Carlos Trucharte. (2010). "Countercyclical Capital Buffers: Exploring Options". BIS Working Papers, 317, Bank for International Settlements. <https://www.bis.org/publ/work317.pdf>
- Drehmann, Mathias, Claudio Borio y Kostas Tsatsaronis. (2011). "Anchoring Countercyclical Capital Buffers: The Role of Credit Aggregates". *International Journal of Central Banking*, 7, pp. 189-240. <https://www.ijcb.org/journal/ijcb11q4a8.htm>
- Esser, Fabian, Wolfgang Lemke, Ken Nyholm, Sören Radde y Andreea Liliana Vladu. (2019). "Tracing the Impact of the ECB's Asset Purchase Programme on the Yield Curve". Working Paper Series, 2293, European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2293~41f7613883.en.pdf>
- Estrada, Ángel, José Luis Fernández, Esther Moral y Ana Valentina Regil. (2004). "A Quarterly Macro-econometric Model of the Spanish Economy". Documentos de Trabajo, 0413, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6803>
- Feldman, Ronen, Suresh Govindaraj, Joshua Livnat y Benjamin Segal. (2010). "Management's Tone Change, Post Earnings Announcement Drift and Accruals". *Review of Accounting Studies*, 15, pp. 915-953. <https://doi.org/10.1007/s11142-009-9111-x>
- Fernández-Villaverde, Jesús, Samuel Hurtado y Galo Nuño. (2020). "Financial Frictions and the Wealth Distribution". Documentos de Trabajo, 2013, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/12741>
- Ferrer, Alejandro, Javier García Villasur, Nadia Lavín, Irene Pablos y Carlos Pérez Montes. (2021). "Un primer análisis de los riesgos de transición energética con el marco de pruebas de resistencia FLESB del Banco de España". *Revista de Estabilidad Financiera - Banco de España*, 41, pp. 21-46. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/21152>

- Fondo Monetario Internacional. (2020). *Global Financial Stability Report*, October. <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2020/10/13/global-financial-stability-report-october-2020>
- Galán, Jorge E. (2019). "Measuring Credit-to-GDP Gaps. The Hodick-Prescot Filter Revisited". Documentos Ocasionales, 1906, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/8807>
- Galán, Jorge E. (2020). "The Benefits are at the Tail: Uncovering the Impact of Macroprudential Policy on Growth-at-Risk". *Journal of Financial Stability*, 100831. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2020.100831>
- Galán, Jorge E., y Javier Mencía. (2021). "Model-based Indicators for the Identification of Cyclical Systemic Risk". *Empirical Economics*, 61, pp. 3179-3211. <https://doi.org/10.1007/s00181-020-01993-2>
- Gálvez, Julio, e Irene Roibás. (2022). "Asset Price Misalignments in Financial Markets: An Empirical Analysis". No publicado.
- Ganics, Gergely, y Florens Odendahl. (2021). "Bayesian VAR Forecasts, Survey Information and Structural Change in the Euro Area". *International Journal of Forecasting*, 37, pp. 971-999. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.11.001>
- Ganics, Gergely, y María Rodríguez-Moreno. (2022). "A house price-at-risk model to monitor the downside risk for the Spanish housing market". Documentos de Trabajo, 2244, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/29472>
- Ghirelli, Corinna, María Gil, Samuel Hurtado y Alberto Urtasun. (2021). "Relación entre las Medidas de Contención de la Pandemia, la Movilidad y la Actividad Económica". Documentos Ocasionales, 2109, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/15551>
- Gimeno, Ricardo, y Alfredo Ibáñez. (2018). "The Eurozone (Expected) Inflation: An Option's Eyes View". *Journal of International Money and Finance*, 86, pp. 70-92. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2018.03.018>
- Gimeno, Ricardo, y Eva Ortega. (2018). "La Evolución de las Expectativas de Inflación del Área del Euro". *Boletín Económico - Banco de España*, 1/2018, Artículos Analíticos. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/8349>
- González-Pérez, María Teresa. (2021). "Lessons from Estimating the Average Option-Implied Term-Structure for the Spanish Banking Sector". Documentos de Trabajo, 2128, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/17491>
- Hollo, Dániel, Mamfred Kremer y Marco Lo Duca. (2012). "CISS. A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System". Working Paper, 1426, European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1426.pdf>
- Hurtado, Samuel, Elena Fernández, Eva Ortega y Alberto Urtasun. (2011). "Nueva Actualización del Modelo Trimestral del Banco de España". Documentos Ocasionales, 1106, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6300>
- Hurtado, Samuel, Pablo Manzano, Eva Ortega y Alberto Urtasun. (2014). "Update and Re-estimation of the Quarterly Model of Banco de España". Documentos Ocasionales, 1403, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/6348>
- Hurtado, Samuel, Galo Nuño y Carlos Thomas. (2023). "Monetary Policy and Sovereign Debt Vulnerability". *Journal of the European Economic Association*, 21, pp. 293-325. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvac035>

- Kaplan, Greg, Benjamin Moll y Giovanni L. Violante. (2018). "Monetary Policy According to HANK". *American Economic Review*, 108, pp. 697-743. <https://doi.org/10.1257/aer.20160042>
- Kim, Soyoun, y Aaron Mehrotra. (2018). "Effects of Monetary and Macroprudential Policies - Evidence from Four Inflation Targeting Economies". *Journal of Money, Credit and Banking*, 50, pp. 967-992. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12495>
- Laeven, Luc, y Fabian Valencia. (2018). "Systemic Banking Crises Revisited". IMF Working Paper, 18/123, International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2018/09/14/Systemic-Banking-Crises-Revisited-46232>
- Lang, Jan H., Cosimo Izzo, Stephan Fahr y Josef Ruzicka. (2019). "Anticipating the Bust: A New Cyclical Systemic Risk Indicator to Assess the Likelihood and Severity of Financial Crises". Occasional Paper Series, 219, European Central Bank. <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op219~7483083881.en.pdf?3f125128c57998e5b8471c888c739de4>
- McKay Price, S., James S. Doran, David R. Peterson y Barbara A. Bliss. (2012). "Earnings Conference Calls and Stock Returns: The incremental informativeness of Textual Tone". *Journal of Banking and Finance*, 36, pp. 992-1011. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.10.013>
- Molina, Luis, y Francesca Viani. (2019). "Capital flows to emerging economies: recent developments and drivers". *Boletín Económico - Banco de España*, 2/2019, Artículos Analíticos. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/8454>
- Moreno, Ángel I., y Carlos González. (2020). "Análisis de Sentimiento del Informe de Estabilidad Financiera". Documentos de Trabajo, 2011, Banco de España. <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/10470>
- Neuhierl, Andreas, Anna Scherbina y Bernd Schlusche. (2013). "Market Reaction to Corporate Press Releases". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48, pp. 1207-1240. <https://doi.org/10.1017/S002210901300046X>
- Noss, Joseph, y Priscilla Toffano. (2016). "Estimating the Impact of Changes in Aggregate Bank Capital Requirements on Lending and Growth During an Upswing". *Journal of Banking and Finance*, 62, pp.15-27. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.09.020>
- Nuño, Galo, y Carlos Thomas. (2017). "Bank Leverage Cycles". *American Economic Journal: Macroeconomics*, 9, pp. 32-72. <https://doi.org/10.1257/mac.20140084>
- Ortega, Eva, Pablo Burriel, José L. Fernández, Eva Ferraz y Samuel Hurtado. (2007). "Update of the Quarterly Model of the Bank of Spain". Documentos de Trabajo, 0717, Banco de España.
- Ortega, Eva, Margarita Rubio y Carlos Thomas. (2011). "House Purchase vs Rental in Spain". *Moneda y Crédito*, 232, pp. 109-151. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3886735>
- Richter, Björn, Moritz Schularik e Ilhyock Shim. (2019). "The Costs of Macroprudential Policy". *Journal of International Economics*, 118, pp. 263-282. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.11.011>
- Sarr, Abdourahmanne, y Tonny Lybek. (2002). "Measuring Liquidity in Financial Markets". IMF Working Paper, 02/232, International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9781451875577.001>

- Schularick, Moritz, y Alan M. Taylor. (2012). "Credit Booms Gone Bust: Monetary Policy, Leverage Cycles, and Financial Crises, 1870-2008". *American Economic Review*, 102, pp. 1029-1061. <https://doi.org/10.1257/aer.102.2.1029>
- Stähler, Nikolai, y Carlos Thomas. (2012). "FiMOD – A DSGE Model for Fiscal Simulations". *Economic Modelling*, 29, pp. 239-261. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.10.001>
- Whaley, Robert E. (1993). "Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue". *Journal of Derivatives*, 1, pp. 71-84. <https://doi.org/10.3905/jod.1993.407868>

PUBLICACIONES DEL BANCO DE ESPAÑA

DOCUMENTOS OCASIONALES

- 2120 MATÍAS PACCE, ISABEL SÁNCHEZ y MARTA SUÁREZ-VARELA: El papel del coste de los derechos de emisión de CO₂ y del encarecimiento del gas en la evolución reciente de los precios minoristas de la electricidad en España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2121 MARIO ALLOZA, JAVIER ANDRÉS, PABLO BURRIEL, IVÁN KATARYNIUK, JAVIER J. PÉREZ y JUAN LUIS VEGA: La reforma del marco de gobernanza de la política fiscal de la Unión Europea en un nuevo entorno macroeconómico. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2122 MARIO ALLOZA, VÍCTOR GONZÁLEZ-DÍEZ, ENRIQUE MORAL-BENITO y PATROCINIO TELLO-CASAS: El acceso a servicios en la España rural. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2123 CARLOS GONZÁLEZ PEDRAZ y ADRIAN VAN RIXTEL: El papel de los derivados en las tensiones de los mercados durante la crisis del COVID-19. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2124 IVÁN KATARYNIUK, JAVIER PÉREZ y FRANCESCA VIANI: (De-)Globalisation of trade and regionalisation: a survey of the facts and arguments.
- 2125 BANCO DE ESPAÑA STRATEGIC PLAN 2024: RISK IDENTIFICATION FOR THE FINANCIAL AND MACROECONOMIC STABILITY: How do central banks identify risks? A survey of indicators.
- 2126 CLARA I. GONZÁLEZ y SOLEDAD NÚÑEZ: Markets, financial institutions and central banks in the face of climate change: challenges and opportunities.
- 2127 ISABEL GARRIDO: La visión del Fondo Monetario Internacional sobre la equidad en sus 75 años de vida. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2128 JORGE ESCOLAR y JOSÉ RAMÓN YRIBARREN: Las medidas del Banco Central Europeo y del Banco de España contra los efectos del COVID-19 en el marco de los activos de garantía de política monetaria y su impacto en las entidades españolas. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2129 BRINDUSA ANGHEL, AITOR LACUESTA y FEDERICO TAGLIATI: Encuesta de Competencias Financieras en las Pequeñas Empresas 2021: principales resultados. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2130 PABLO HERNÁNDEZ DE COS: Comparecencias ante la Comisión de Presupuestos del Congreso de los Diputados, el 25 de octubre de 2021, y ante la Comisión de Presupuestos del Senado, el 30 de noviembre de 2021, en relación con el Proyecto de Presupuestos Generales del Estado para 2022. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2131 LAURA AURIA, MARKUS BINGMER, CARLOS MATEO CAICEDO GRACIANO, CLÉMENCE CHARAVEL, SERGIO GAVILÁ, ALESSANDRA IANNAMORELLI, AVIRAM LEVY, ALFREDO MALDONADO, FLORIAN RESCH, ANNA MARIA ROSSI y STEPHAN SAUER: Overview of central banks' in-house credit assessment systems in the euro area.
- 2132 JORGE E. GALÁN: CREWS: a CAMELS-based early warning system of systemic risk in the banking sector.
- 2133 ALEJANDRO FERNÁNDEZ CERESO y JOSÉ MANUEL MONTERO: Un análisis sectorial de los retos futuros de la economía española.
- 2201 MANUEL A. PÉREZ ÁLVAREZ: Nueva asignación de derechos especiales de giro. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2202 PILUCA ALVARGONZÁLEZ, MARINA GÓMEZ, CARMEN MARTÍNEZ-CARRASCAL, MYROSLAV PIDKUYKO y ERNESTO VILLANUEVA: Analysis of labor flows and consumption in Spain during COVID-19.
- 2203 MATÍAS LAMAS y SARA ROMANIEGA: Elaboración de un índice de precios para el mercado inmobiliario comercial de España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2204 ÁNGEL IVÁN MORENO BERNAL y TERESA CAMINERO GARCÍA: Analysis of ESG disclosures in Pillar 3 reports. A text mining approach.
- 2205 OLYMPIA BOVER, LAURA CRESPO y SANDRA GARCÍA-URIBE: El endeudamiento de los hogares en la Encuesta Financiera de las Familias y en la Central de Información de Riesgos: un análisis comparativo. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2206 EDUARDO GUTIÉRREZ, ENRIQUE MORAL-BENITO y ROBERTO RAMOS: Dinámicas de población durante el COVID-19. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2207 JULIO GÁLVEZ: Measuring the equity risk premium with dividend discount models.
- 2208 PILAR CUADRADO, MARIO IZQUIERDO, JOSÉ MANUEL MONTERO, ENRIQUE MORAL-BENITO y JAVIER QUINTANA: El crecimiento potencial de la economía española tras la pandemia. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2209 PANA ALVES, SERGIO MAYORDOMO y MANUEL RUIZ-GARCÍA: La financiación empresarial en los mercados de renta fija: la contribución de la política monetaria a mitigar la barrera del tamaño. (Existe una versión en inglés con el mismo número).

- 2210 PABLO BURRIEL, IVÁN KATARYNIUK y JAVIER J. PÉREZ: Computing the EU's SURE interest savings using an extended debt sustainability assessment tool.
- 2211 LAURA ÁLVAREZ, ALBERTO FUERTES, LUIS MOLINA y EMILIO MUÑOZ DE LA PEÑA: La captación de fondos en los mercados internacionales de capitales en 2021. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2212 CARLOS SANZ: El peso del sector público en la economía: resumen de la literatura y aplicación al caso español.
- 2213 LEONOR DORMIDO, ISABEL GARRIDO, PILAR L'HOTELLERIE-FALLOIS y JAVIER SANTILLÁN: El cambio climático y la sostenibilidad del crecimiento: iniciativas internacionales y políticas europeas. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2214 CARMEN SÁNCHEZ y JARA QUINTANERO: Las empresas *fintech*: panorama, retos e iniciativas.
- 2215 MARÍA ALONSO, EDUARDO GUTIÉRREZ, ENRIQUE MORAL-BENITO, DIANA POSADA, PATROCINIO TELLO-CASAS y CARLOS TRUCHARTE: La accesibilidad presencial a los servicios bancarios en España: comparación internacional y entre servicios. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2216 BEATRIZ GONZÁLEZ, ENRIQUE MORAL-BENITO e ISABEL SOLER: Schumpeter Meets Goldilocks: the Scarring Effects of Firm Destruction.
- 2217 MARIO ALLOZA, JÚLIA BRUNET, VÍCTOR FORTE-CAMPOS, ENRIQUE MORAL-BENITO y JAVIER J. PÉREZ: El gasto público en España desde una perspectiva europea. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2218 PABLO AGUILAR, BEATRIZ GONZÁLEZ y SAMUEL HURTADO: Carbon tax sectoral (CATS) model: a sectoral model for energy transition stress test scenarios.
- 2219 ALEJANDRO MUÑOZ-JULVE y ROBERTO RAMOS: Estimación del impacto de variaciones en el período de cálculo de la base reguladora sobre la cuantía de las nuevas pensiones de jubilación. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2220 LUIS ÁNGEL MAZA: Una estimación de la huella de carbono en la cartera de préstamos a empresas de las entidades de crédito en España. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2221 SUSANA MORENO SÁNCHEZ: The EU-UK relationship: regulatory divergence and the level playing field.
- 2222 ANDRÉS ALONSO-ROBISCO y JOSÉ MANUEL CARBÓ: Inteligencia artificial y finanzas: una alianza estratégica.
- 2223 LUIS FERNÁNDEZ LAFUERZA, MATÍAS LAMAS, JAVIER MENCIA, IRENE PABLOS y RAQUEL VEGAS: Análisis de la capacidad de uso de los colchones de capital durante la crisis generada por el COVID-19. (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2224 SONSOLES GALLEGO, ISABEL GARRIDO e IGNACIO HERNANDO: Las líneas del FMI para aseguramiento y prevención de crisis y su uso en Latinoamérica (Existe una versión en inglés con el mismo número).
- 2301 LAURA HOSPIDO, CARLOS SANZ y ERNESTO VILLANUEVA: Air pollution: a review of its economic effects and policies to mitigate them.
- 2302 IRENE MONASTEROLO , MARÍA J. NIETO y EDO SCHETS: The good, the bad and the hot house world: conceptual underpinnings of the NGFS scenarios and suggestions for improvement.
- 2303 IADRIÁN LÓPEZ GONZÁLEZ: Inteligencia artificial aplicada al control de calidad en la producción de billetes.
- 2304 BELÉN AROCA MOYA: Conceptos, fundamentos y herramientas de neurociencia, y su aplicación al billete.
- 2305 MARÍA ALONSO, EDUARDO GUTIÉRREZ, ENRIQUE MORAL-BENITO, DIANA POSADA y PATROCINIO TELLO-CASAS: Un repaso de las diversas iniciativas desplegadas a nivel nacional e internacional para hacer frente a los riesgos de exclusión financiera.
- 2306 JOSÉ LUIS ROMERO UGARTE, ABEL SÁNCHEZ MARTÍN y CARLOS MARTÍN RODRÍGUEZ: Alternativas a la evolución de la operativa bancaria mayorista en el Eurosistema.
- 2307 HENRIQUE S. BASSO, OURANIA DIMAKOU and MYROSLAV PIDKUYKO: How inflation varies across Spanish households.
- 2308 LAURA CRESPO, NAJIBA EL AMRANI, CARLOS GENTO y ERNESTO VILLANUEVA: Heterogeneidad en el uso de los medios de pago y la banca *online*: un análisis a partir de la Encuesta Financiera de las Familias (2002-2020).
- 2309 HENRIQUE S. BASSO, OURANIA DIMAKOU y MYROSLAV PIDKUYKO: How consumption carbon emission intensity varies across Spanish households.
- 2310 IVÁN AUCIELLO-ESTÉVEZ, JOSEP PIJOAN-MAS, PAU ROLDAN-BLANCO y FEDERICO TAGLIATI: Dual labor markets in Spain: a firm-side perspective.
- 2311 CARLOS PÉREZ MONTES, JORGE E. GALÁN, MARÍA BRU, JULIO GÁLVEZ, ALBERTO GARCÍA, CARLOS GONZÁLEZ, SAMUEL HURTADO, NADIA LAVÍN, EDUARDO PÉREZ ASENJO e IRENE ROIBÁS: Marco de análisis sistémico del impacto de los riesgos económicos y financieros.