



## **Modelos de proyecciones y los pronósticos del FMI: una evaluación para la crisis griega**

Matías Belacín  
Maestría en Economía  
Universidad de San Andrés  
Julio 2019

### **Abstract**

Las proyecciones del PIB constituyen un insumo fundamental para los programas de política económica. La evidencia muestra que el Fondo Monetario Internacional ha tendido a sobreestimar el crecimiento y la capacidad de recuperación de países en crisis, lo que ha derivado en programas poco efectivos. Con un análisis aplicado a la crisis griega de 2008, este trabajo propone dos enfoques complementarios: proyectar la dinámica económica a través de la estimación de modelos VAR y de efectos fijos (EF). La tesis argumenta que la metodología VAR es poco efectiva para capturar rápidamente la nueva tendencia pero muestra mayor precisión frente a las proyecciones del FMI. Además, su desempeño mejora a medida que incorpora información sobre el episodio, incrementando notablemente su precisión. En tanto, el modelo de EF permite dar cuenta de la dinámica esperada de las crisis durante sus primeros años. Estos resultados son relevantes ya que analistas e instituciones públicas y privadas pueden beneficiarse de ambas estrategias y mejorar la calidad de sus predicciones.

**Palabras clave:** Crisis, Proyecciones, VAR, Efectos Fijos.

Tutor de tesis: Daniel Heymann

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos más recurrentes y complejos que tienen instituciones y analistas para diseñar sus estrategias y planes de política económica es contar con información relativamente precisa sobre la dinámica económica actual y futura. Esta información es especialmente importante en economías que atraviesan períodos de inestabilidad ya que permite intervenciones de política más precisas y la adaptación de objetivos a las capacidades productivas.

La evidencia empírica muestra que instituciones internacionales de alto reconocimiento global como el Fondo Monetario Internacional (FMI) han tendido a sobreestimar el crecimiento y la capacidad de recuperación de las economías que atraviesan fases de crisis. Este sesgo en la identificación de la tendencia económica no ha estado únicamente asociado a poder advertir en forma temprana la aparición de sucesos disruptivos sino que se ha mantenido incluso durante varios años después de su inicio. En particular, el sesgo durante la crisis en Grecia en 2008 quizás sea uno de los ejemplos más paradigmáticos por la magnitud de la sobreestimación del crecimiento económico.

Este tipo de errores repercute sensiblemente en la diagramación de programas de política económica, en el análisis de sostenibilidad de deuda y en el *timing* de la ejecución de las políticas. No obstante, en reiteradas oportunidades el organismo, que también actúa como acreedor y prestamista de última instancia, establece metas y criterios que terminan por empeorar el escenario macroeconómico e influye en las percepciones de otros agentes de mercado. En otras palabras, sus acciones son cruciales para la estabilización o desestabilización económica.

Debido a la magnitud y recurrencia de los errores de pronóstico del FMI, este trabajo propone dos enfoques alternativos pero a su vez complementarios. Dicha propuesta es novedosa porque busca explorar la utilidad de diferentes herramientas econométricas para la generación de proyecciones económicas, identificar contextos para su utilización y señalar oportunidades y limitaciones de su utilización. La escasa transparencia de la metodología de los organismos y la relevancia de sus decisiones implica resaltar la necesidad de mejorar la calidad del análisis con los avances disponibles.

A tal efecto, en primer lugar esta tesis propone construir proyecciones para la dinámica del Producto Interno Bruto (PIB) de Grecia a través de la estimación de modelos bajo la metodología de vectores autorregresivos (VAR). A partir de los resultados obtenidos y del patrón de desempeño identificado bajo estos contextos económicos disruptivos, el trabajo postula, en forma complementaria, un modelo de Efectos Fijos (EF) para estimar la dinámica del producto durante diferentes tipos de crisis.

La investigación queda dividida de la siguiente forma: la sección II realiza una revisión de la literatura de crisis económicas y de las herramientas disponibles para la generación de pronósticos de la actividad económica y luego, describe detalladamente la dinámica de la crisis financiera de Grecia durante 2008. En la sección IV analiza las proyecciones del FMI y propone

la construcción de los pronósticos a través de la estimación de vectores autorregresivos. Complementariamente, la sección V propone una estrategia diferente: para dar cuenta de la dinámica económica y en función de la evidencia empírica disponible, especifica un modelo de Efectos Fijos, que permite diferenciar por tipo de crisis y nivel de desarrollo de la economía. Finalmente, el último capítulo queda reservado para las conclusiones generales y los comentarios finales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

Las crisis económicas son fenómenos atípicos que afectan negativamente el nivel de actividad económica y de riqueza de las sociedades. Desde la Gran Depresión durante 1929 y por la aparición de desórdenes macroeconómicos recurrentes durante la década de 1960, el estudio de las crisis financieras y de hiperinflación comenzó a ganar relevancia en la literatura académica. Luego, la mayor desregulación financiera global promovió el estudio de estos episodios en economías desarrolladas (ED) mientras que años atrás el mayor énfasis estaba puesto en las economías emergentes (EEM).

De esta forma, parte de la literatura focalizó su interés en las relaciones causales y los canales de transmisión de las crisis. En este sentido, Reinhart & Kaminsky (1999) y Kaminsky (2003) intentan identificar los vínculos entre las crisis bancarias y cambiarias, y extraer patrones característicos con el objetivo de clasificar a los diferentes sucesos. Estos trabajos distinguen episodios disruptivos que surgen como resultado de la política monetaria y fiscal de otros como las burbujas financieras y las profecías autocumplidas. Por ejemplo, las crisis económicas en América Latina estuvieron frecuentemente asociadas a problemas de balance de pagos como consecuencia de la monetización sostenida de altos niveles de déficit fiscal que llevaba al colapso del régimen cambiario. No obstante, con la liberalización financiera las crisis bancarias comenzaron a ser más frecuentes en todo el mundo, incluso en economías desarrolladas. Desde 1976 en adelante, tuvieron lugar 80 crisis bancarias, considerando economías maduras y en desarrollo.

A pesar de sus idiosincrasias, este tipo de fenómenos comparten rasgos comunes. Uno de los más relevantes es que son el resultado de la incompatibilidad de los ingresos futuros esperados que están implícitamente incorporados en la formulación de los contratos y el conjunto de posibilidades de producción que tiene la economía. En otras palabras, son el resultado de la sobreestimación de riqueza (Heymann & Leijonhufvud, 2014). Estos eventos suponen experiencias traumáticas para la sociedad y en el conjunto de decisiones de los agentes económicos: son experiencias que no sólo afectan elecciones contemporáneas sino que tienen efectos permanentes y son transmisibles entre generaciones.

Uno de los aspectos más considerados es el efecto de las crisis en el crecimiento económico. En primer lugar, durante estos eventos el nivel de producto cae significativamente, lo cual resulta en una pérdida de bienestar que resulta difícil recuperar, aun suponiendo que durante la recuperación la tendencia de crecimiento pueda volver a la etapa pre-crisis. Por otra parte, existe evidencia que estos fenómenos tienen efectos permanentes en la capacidad de

recuperación económica. Martin, Munyan & Wilson (2015) encuentran que la tasa de crecimiento previa a la crisis es mayor que después de la crisis, incluso controlando por aquellos años en los que el crecimiento pueda estar afectado por burbujas financieras. Cerra & Saxena (2008 y 2015) aportan más evidencia, mostrando que la pérdida de producto en países que sufrieron crisis es persistente y sólo una pequeña fracción es recuperada. La pérdida de habilidades de aquellos trabajadores que resultan desocupados y el menor flujo de inversiones son algunos de los mecanismos que pueden aminorar la dinámica económica en forma permanente.

Estos avances y desarrollos teóricos permitieron una mayor comprensión de los diferentes tipos de crisis. Sin embargo, el desarrollo de herramientas que permitan anticiparlas, con los desafíos metodológicos y teóricos que conlleva, todavía no ha mostrado grandes avances. Sin dar una respuesta que permita identificar rápidamente el inicio de una crisis según sea su naturaleza, Gourinchas & Obstfeld (2011) arrojan luz sobre el comportamiento de las principales variables económicas (en relación a períodos de tranquilidad<sup>1</sup>) antes, durante y después de las crisis. A través de un modelo de efectos fijos analizan el comportamiento del nivel de producto, crédito doméstico, tasa de interés, reservas internacionales e indicadores de comercio internacional y fiscales en una ventana de tiempo, tomando 5 años antes y después de la crisis y concluyen que durante las crisis el nivel PIB se contrae significativamente y que el nivel de caída está inversamente asociado al desarrollo de la economía. Además, encuentran que en las EEM la velocidad de la recuperación depende del tipo de crisis (cambiaria, bancaria o de deuda).

En consecuencia, debido a los efectos identificados sobre el crecimiento económico y, en última instancia, sobre el bienestar social, es relevante mejorar la comprensión del funcionamiento de herramientas predictivas y de los modelos utilizados por las principales instituciones internacionales. La construcción de estos modelos resulta compleja debido a que las proyecciones y expectativas de los agentes económicos internalizan un conjunto de conductas contingentes (esperadas) de otros agentes del mercado, relacionadas con sus ingresos futuros y la capacidad de repago de deudas.

Como resultado de estos ejercicios de diferente nivel teórico, las principales instituciones financieras internacionales elaboran y publican anualmente proyecciones de numerosas variables macroeconómicas, entre ellas el PIB. Estas proyecciones son particularmente relevantes debido al rol activo de estos organismos el análisis de sostenibilidad de la deuda, su participación en procesos de reestructuraciones (que tiene efectos sobre mercados financieros globales) y en las políticas económicas asociadas en aquellos países en los cuales son acreedores. Estas intervenciones y, en definitiva, la manera en que construyen sus análisis prospectivos son críticos para la dinámica económica, como enfatizan Heymann & Guzmán (2015).

---

<sup>1</sup> El concepto se deriva de "tranquil times" y es definido como aquel período en el que la economía no se encuentra dentro de una ventana de crisis económica, cualquiera sea su tipo. Complementariamente, Tomas Sargent (2010) aplica una definición de "normal times" que refiere al comportamiento ordenado de los mercados durante la entrevista para la Federal Reserve Bank of Minneapolis (<https://www.minneapolisfed.org/publications/the-region/interview-with-thomas-sargent>).

A pesar de la necesidad de contar con proyecciones precisas, durante los últimos 20 años los errores de estos organismos fueron notorios. En particular, durante más de dos décadas el Fondo Monetario Internacional (FMI) sobreestimó el crecimiento económico y la capacidad de recuperación en países que atravesaron turbulencias macroeconómicas severas. Para dar cuenta de estos errores, Timmerman (2006) evalúa los pronósticos del organismo sobre un conjunto de 5 variables (entre ellas el PIB) desde 1990 a 2003 para 178 países. El autor encuentra que el FMI tiende a sobreestimar sistemáticamente el nivel de producto y que esos errores de predicción suelen ser mayores en economías en los cuales aplican sus programas. La sobreestimación de la capacidad de recuperación económica asume que la economía retorna a su dinámica inmediatamente anterior 5 años después de la crisis, lo que ocurre sólo bajo contextos económicos particulares y con ciertas condiciones de entorno. Además, la baja precisión de las estimaciones se extienden a otros organismos como *Consensus forecast* en los que el autor observa resultados similares. Por su parte, Rosnick & Weisbrot (2007) aportan más evidencia sobre estos errores de pronóstico en economías en crisis. Durante la crisis de deuda en Argentina en 2002, el FMI sobreestimó el PIB para los años 2000, 2001 y 2002 en 13.5 puntos porcentuales (p.p.). Una vez iniciada la recuperación económica y habiendo considerado los errores anteriores, la institución subestimó el crecimiento post crisis lo que moldeó sus sugerencias de política fiscal. Más recientemente, estos errores quedaron evidenciados en los PIIGS<sup>2</sup> de la Eurozona durante la crisis financiera global de 2008 y fueron atípicamente elevados para algunas economías como Grecia y España.

La falta de precisión en las estimaciones sugiere que analistas e instituciones tienen dificultades metodológicas para caracterizar los fenómenos observados. La revisión metodológica indica que las proyecciones de PIB son construidas por equipos técnicos de cada país en base a supuestos sobre las condiciones globales de tasas de interés, paridades cambiarias y precios de las *commodities* y, en muchos casos, las tasas de crecimiento con consistentes con la extrapolación de la tendencia obtenida del filtro Hodrick-Prescott (HP). Ante cambios no esperados en la evolución del producto, las actualizaciones de los cálculos repiten el error anterior.

Una línea de la literatura econométrica destaca la metodología de series de tiempo y de Vectores Autorregresivos (VAR) como una herramienta efectiva para la proyección de variables de interés debido a que incorporan la interacción entre variables que típicamente son relevantes para explicar el comportamiento de la observada y permiten una diversidad de análisis. Estos modelos suelen tener un mejor desempeño en relación a modelos univariados o multiecuacionales.

Por este motivo, ganaron popularidad entre las Reservas Federales, los Bancos Centrales y Ministerios de Economía en las últimas décadas (Doan, Litterman & Sims -1983- y Sims -1986- ). En particular, estos modelos resultan efectivos para proyectar las principales variables macroeconómicas en el mediano plazo, a diferencia de otros que resultan más precisos para estimar sólo un período hacia adelante. Por ejemplo, Iacovello (2001), en su trabajo para el

---

<sup>2</sup> Por sus siglas en inglés, Portugal, Italia, Irlanda, Grecia y España.

FMI, utiliza un modelo de corto plazo, *bridge model*, para generar la proyección del siguiente trimestre para el PIB de Italia y, en cambio, estima un BVAR (VAR Bayesiano) cuando se extiende la cantidad de períodos a proyectar, lo que le permite cierta ganancia en simplicidad y precisión frente a los modelos multiecuacionales. En el Banco Central de Portugal, Felix & Nunes (2002) construyen un modelo BVAR para la Eurozona e incluyen relaciones de largo plazo, combinándolo con un modelo de Corrección al Equilibrio (ECM) y muestran que este tipo de modelos genera proyecciones más precisas frente a los modelos estándar de series de tiempo. En un ejercicio similar y con datos de 1982 a 1997 para la Eurozona, Marcellino, Stock & Watson (2005) comparan diferentes métodos de estimación: VAR, modelos univariados y factores dinámicos. Los autores proyectan el PIB y otras variables relevantes y encuentran que los modelos multivariados son más precisos para proyectar indicadores como el desempleo pero no observan diferencias significativas para aquellas que miden la actividad económica. Sin embargo, como durante el período analizado los países de Europa experimentaron grandes cambios por su transición a la unión monetaria y dado que la serie de tiempo no era suficientemente larga, las estimaciones perdían cierta pérdida de precisión por una mayor varianza en las estimaciones.

### **III. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA: LA DINÁMICA ECONÓMICA DE GRECIA**

#### **i. La economía griega en transición hacia la Eurozona**

Entre 1960 y 1990 el ciclo económico en Grecia combinó años de crecimiento sostenido con otros de estancamiento. En el período 1960-1970 la tasa promedio anual de crecimiento del PIB fue de 8.5% y se desaceleró a 4.6% para 1970-1980. Durante los siguientes 10 años (1980-1990) la economía se estancó y el PIB creció, en promedio, 0.6% por año. En la década posterior (1990-2000), en la que comenzó el proceso de integración a la Eurozona, el producto se expandió a razón de 2.2% anual.

El crecimiento económico durante la década del 80 y 90 fue el resultado de una economía que caracterizada por severas dificultades en sus finanzas públicas y en el sector externo. Si bien el déficit fiscal primario consolidado promediaba el 2% del PIB, la carga de intereses de deuda pública elevaba el déficit a 8% del PIB<sup>3</sup>. Al desbalance fiscal se sumaba un déficit sostenido en las cuentas externas, que promedió el 3.1% para el período 1980-2000 y fue negativo durante todos los años.

Inicialmente, el proceso de transición e ingreso de Grecia a la unión monetaria tuvo efectos positivos en el corto plazo. A partir de 1990, el ciclo económico entró en una fase expansiva, con mayor dinamismo, una tasa de crecimiento más elevada y menor volatilidad del nivel de actividad y de las principales variables nominales<sup>4</sup>. En esta etapa, el Producto Bruto

---

<sup>3</sup> Desde 1980 a 1990 el déficit fiscal sostenido (en promedio, 4.2% del PIB) se tradujo en un endeudamiento sostenido del gobierno general. Los intereses de la deuda, que principios de la década del 80 representaban el 2% del producto, alcanzaron un máximo de 12.5% en 1995, etapa inmediatamente anterior al ingreso a la Eurozona. De hecho, en el año de ingreso, el gasto en intereses por deuda pública decrecieron a 7.4% pero continuaban siendo una de las mayores fuentes de déficit fiscal, incluso cuando a nivel consolidado el gobierno había alcanzado un superávit primario de 2.8% del PIB.

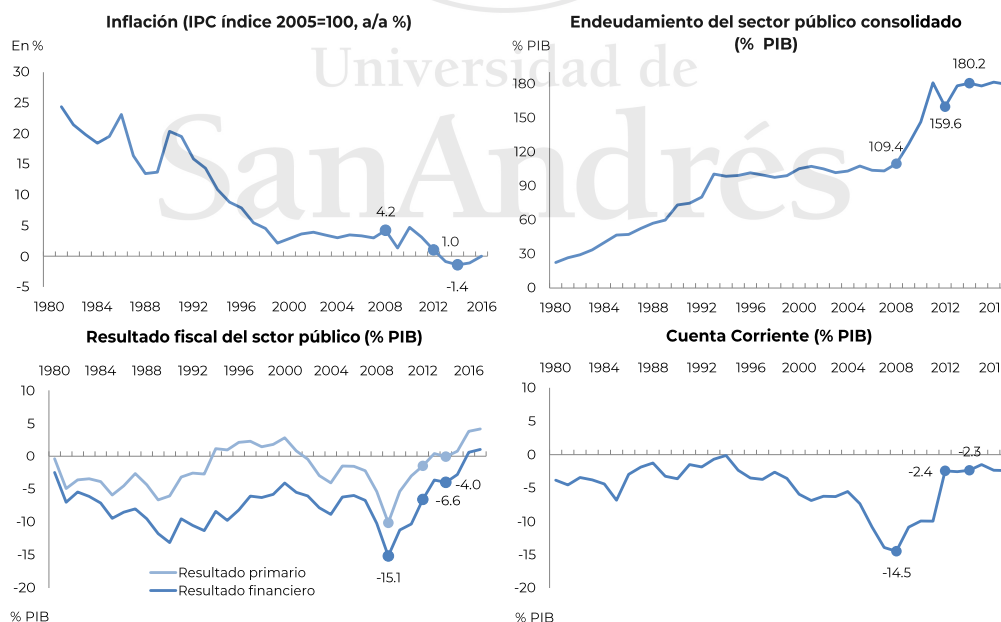
<sup>4</sup> Típicamente, la economía griega estuvo caracterizada por cierta volatilidad en las variables nominales. El crecimiento del índice de precios al consumidor entre 1980 y 1990 fue, en promedio, del 17% anual. A partir de ese año, la tasa de inflación comenzó a bajar y para 1995 era menor a 10% anual.

Interno comenzó a crecer sostenidamente, expansión que se mantuvo durante 14 años consecutivos (1994-2007). Mientras que el PIB per cápita había crecido casi 1.6% entre 1980 y 1993 (en forma acumulada), entre 1993 y 2007 aumentó 56.4%.

Sin embargo, existían desafíos por cumplir a partir de la incorporación de Grecia a la Eurozona (2001). Particularmente, la unión exigía el cumplimiento de metas fiscales, financieras y de estabilidad macroeconómica. Bajo un esquema cambiario definido por el Banco Central Europeo (ECB) y una política monetaria menos laxa, Grecia requería un conjunto de reformas económicas y políticas que promoviesen la productividad. Los desbalances fiscal y externo habían sido recurrentes durante las últimas décadas pero coexistían con un esquema monetario soberano y con la posibilidad de ajuste de la paridad cambiaria del Drachma.

Parte de los desbalances habían sido corregidos durante el período de transición económica. El balance fiscal primario había sido superavitario desde 1994 hasta 2002 y la carga de intereses había logrado reducirse de 12.5% a 5.6% del PIB. Desde entonces, el resultado primario fue sostenidamente deficitario y el peso de los intereses de la deuda comenzó a incrementarse producto del mayor endeudamiento del sector público y del bajo ahorro del sector privado. En ese sector, el consumo se sostenía en una política crediticia laxa y ganaba participación en el PIB, y su tasa de ahorro resultaba insuficiente para financiar al sector público. En tanto, el déficit de cuenta corriente, que hacia el año 2000 representaba el 5.9% del PIB, crecía sistemáticamente (Gráfico 1).

**GRÁFICO 1. INFLACIÓN, RESULTADO FISCAL, BALANCE EXTERNO Y ENDEUDAMIENTO DEL GOBIERNO CONSOLIDADO EN GRECIA (1980-2016\*)**



Fuente: World Economic Outlook 2019 (WEO), Fondo Monetario Internacional y OECD.

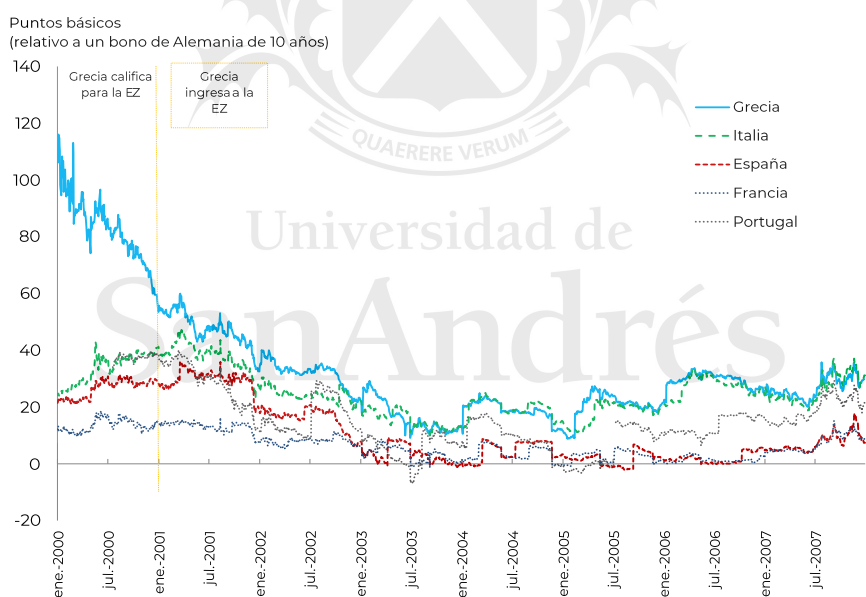
En sus primeros años como miembro de la Eurozona, el sector público y privado no advertían la necesidad de modificar sus patrones de gasto. En particular, los hogares

mantenían un nivel de consumo compatibles con ingresos significativamente mayores y hacia 2008 representaba el 67% del PIB (11 p.p. más que el promedio de la UE)<sup>5</sup>.

Debido al desbalance fiscal, la deuda pública se mantenía en niveles superiores al 90% del PIB desde la década del 90. Hacia finales de la década, el recurrente déficit fiscal y el aumento del déficit de cuenta corriente aceleraron la dinámica de endeudamiento. Debido al respaldo de las instituciones europeas en la convergencia de Grecia<sup>6</sup>, esta dinámica no mostraba particular preocupación en los mercados de crédito internacionales. La mayor confianza en la economía griega provocó la convergencia de las tasas de interés frente a las economías más desarrolladas de la unión. No obstante, esta convergencia de rendimientos se explicaba principalmente por el respaldo del ECB sobre la política económica griega y por el desempeño de los países centrales.

Ya en los años de convergencia, el menor riesgo cambiario presionó a las tasas de interés a la baja y, al mismo tiempo, incrementó el crédito doméstico. Hacia 2007 un bono soberano griego a 10 años rendía 30 puntos básicos (pbs) por encima de un bono alemán, 22 pbs más que uno francés y casi igual que uno italiano (Gráfico 2). A pesar del incremento de la deuda, la carga de interés descendió a partir del menor costo crediticio.

**GRÁFICO 2. DIFERENCIAL DE RENDIMIENTO DIARIO DE BONOS A 10 AÑOS RELATIVO A ALEMANIA. ENE 2000 - DIC 2007.**



Fuente: Bloomberg

<sup>5</sup> En documentos de investigación de bancos privados griegos (Hardouvelis, 2008), los analistas estiman que los patrones de consumo de los hogares eran compatibles con ingresos permanentes 25% mayores a los que tenían. De hecho, la dinámica de consumo se diferenció notablemente del promedio europeo: durante el período 2000-2008, el consumo de los hogares en Grecia creció 39.8%, 15.8 p.p. más que el promedio de la UE.

<sup>6</sup> El caso es paradigmático debido a que antes de su ingreso, Grecia violaba 2 de los 5 criterios de convergencia adoptados por la Eurozona, que en forma general monitorean la estabilidad de precios, la sostenibilidad de las finanzas públicas y limitan el endeudamiento del sector público, la estabilidad cambiaria y la tasa de interés de largo plazo. Específicamente, la deuda pública superaba el 60% del PIB establecido al momento del ingreso y si bien el déficit fiscal primario era menor al 5% del PIB, el balance financiero lo superaba, al tiempo que en los dos años posteriores incluso el balance primario era mayor al estipulado.



## ii. La crisis económica de Grecia

Una de las primeras consecuencias del estallido de la burbuja financiera en Estados Unidos hacia 2007 fue la revisión masiva del precio de los activos financieros, que tendieron a caer abruptamente en pocos días. Rápidamente, la inestabilidad se extendió de forma global a través del canal financiero, cambiario y comercial, y hubo una mayor demanda de activos con menor riesgo asociado (*flight to quality*) que se reflejó en una caída del rendimiento de los bonos americanos y en la apreciación del dólar estadounidense en relación a las monedas de economías emergentes y avanzadas. El producto global, que había crecido a un promedio anual de 4.3% durante los últimos 10 años, se estancó en 2009 y se contrajo en las economías desarrolladas (-3.4%), y el comercio global se redujo 10.3% anual en 2009 luego de años de expansión sostenida.

En Grecia, el canal comercial rápidamente erosionó los ingresos a través de un menor flujo de turistas y de menores exportaciones<sup>7</sup> lo que constituyó, junto con la inversión, una de las primeras señales del deterioro de la economía. Hacia el IV trimestre de 2008 las exportaciones cayeron -9.7% anual (a/a) y la formación bruta de capital fijo, que ya se había desplomado en el trimestre anterior (-21% a/a), lo hizo en 6.5% a/a. Pese a que el consumo privado mantenía su crecimiento, la actividad económica se contrajo 1.8%. A partir de los menores ingresos tributarios por la baja en el nivel de actividad económica y de las exportaciones, el déficit fiscal de 2008 representó el 5.4% del PIB y el financiero el 10.2%. Como consecuencia de la caída de las exportaciones y del incremento de los intereses de la deuda, el déficit de cuenta corriente trepó a 14.5% del PIB, el más alto de los últimos 50 años.

Sobre el II semestre de 2008 y principios de 2009, sin embargo, las expectativas sobre el desempeño económico se mantenían optimistas. En primer lugar, la percepción del mercado sobre el riesgo soberano continuaba siendo baja y el diferencial de rendimiento de los bonos permanecía en niveles similares a los del año anterior y a los del resto de los países de la EZ. Durante los primeros meses de 2009 la activación del procedimiento de revisión del déficit fiscal (*Excessive Deficit Procedure*) presionaba al alza la tasa de interés de los bonos griegos pero el acceso a crédito internacional relativamente barato permitía cierta laxitud en la política fiscal. La confianza en el marco institucional europeo llevaba a las autoridades y agentes económicos a una subestimación de las consecuencias futuras de la acumulación del déficit fiscal y externo y, a la vez, presionaba a la baja a la tasa de interés de los bonos griegos, la cual rápidamente convergió a niveles similares a los de las principales economías europeas. Esta confianza también estaba implícita en las proyecciones del FMI sobre la evolución del PIB, que preveían que la economía griega rápidamente recuperaría la dinámica de crecimiento exhibida durante los últimos años.

A pesar de las expectativas optimistas, sobre finales de 2009 la agencia calificadora de riesgo Fitch revisó a la baja la calificación de la deuda griega (otorgándole el puntaje BBB+). Como consecuencia, la tasa de interés subió abruptamente, encareciendo las condiciones de

---

<sup>7</sup> El valor agregado en servicios turísticos (Gastronomía y hotelería) se contrajo 19% entre 2008 y 2009 y los ingresos por turismo, que representaban el 25% de las exportaciones de Grecia, cayeron 15.9% y 15% en 2009 y 2010. Adicionalmente, las actividades de logística y transporte también se redujeron.

financiamiento y restringiendo la oferta de crédito. Hacia mayo de 2010, los ministros de Hacienda y Finanzas de los países miembros de la Eurozona aprobaban una línea de crédito por € 100.000 millones por 3 años, equivalente a casi el 44% del PIB de Grecia<sup>8</sup>, de los cuales el 73% era financiado por la Eurozona y el 27% por el FMI. Las condicionalidades de los desembolsos consideraban la necesidad de ordenar las cuentas públicas a través de la reducción del gasto, el recorte de salarios, la reestructuración del sistema de pensiones y un conjunto de privatizaciones por € 50,000 millones. Por la magnitud de la crisis y de los ajustes requeridos y el perfil de vencimientos de deuda, las políticas de contracción del gasto no cumplían con las metas establecidas, por lo que Alemania y Francia decidieron incrementar el financiamiento en aproximadamente € 200,000 millones, de los cuales el 25% era aportado por el sector privado. Una vez más, las instituciones crediticias subestimaban el efecto desestabilizador de los programas de política económica en países con elevado nivel de endeudamiento y en crisis, lo que incrementaba el riesgo de sostenibilidad de la deuda soberana y sesgaba el análisis.

Como resultado del proceso de acumulación de los desbalances fiscales y externos, del incremento sostenido del ratio deuda-producto, y de la incapacidad de la economía para realizar los ajustes necesarios e incrementar la productividad, entre 2008 y 2017 el nivel de producto cayó en 8 de los 10 años y acumuló una contracción de 26%, en tanto la tasa de desempleo ascendió de 7.8% a 21.5%. Luego de 17 años en la Eurozona, el PIB agregado y per cápita de la economía griega resultaban menores a los del momento del ingreso y el stock de deuda pública alcanzaba el 179% del producto, casi 74 p.p. superior al de ese entonces.

#### **IV. TENDENCIAS Y PROYECCIONES**

Tanto por la magnitud y duración de la caída del producto como por la lentitud de la recuperación económica, la crisis griega resultó un episodio sin precedentes para una economía de ingreso alto<sup>9</sup> que no atravesó un conflicto bélico ni catástrofes naturales. Al mismo tiempo, una característica presente durante este episodio fue el exceso de optimismo sobre la capacidad de recuperación económica de corto plazo y la subestimación de los riesgos de deuda por parte del FMI (extendida entre el resto de los organismos financieros internacionales), incluso cuando los indicadores mostraban un deterioro de la economía en múltiples dimensiones (nivel de endeudamiento, condiciones del mercado laboral, ingresos fiscales y balance externo, entre otros).

A nivel general, este sesgo en la identificación de los riesgos está estrechamente vinculado con la percepción de la capacidad de repago de deudas que, en última instancia, depende de las creencias y de la coordinación entre los agentes económicos en sus decisiones. Las proyecciones de crecimiento del producto y las respuestas de la economía a factores externos son insumos relevantes para el análisis de sostenibilidad de la deuda (Guzman & Heymann, 2015). El grado de precisión con que se construyan impacta en las recomendaciones

---

<sup>8</sup> El préstamo contemplaba la financiación del déficit fiscal y el cumplimiento de los vencimientos pendientes, constituyendo un cambio de acreedor sobre deuda pre-existente.

<sup>9</sup> Según la clasificación del Banco Mundial actualizada a 2018.

del programa de política económica y probablemente afecte la capacidad de influenciar en las expectativas de otros agentes.

Estos errores han sido sistemáticos en países con crisis de solvencia o en períodos de stress financiero, y estuvieron dominados por la sobreestimación recurrente del crecimiento, tanto al inicio de la crisis como durante los años posteriores. Este último rasgo limita el alcance de argumentos que consideran estos errores de proyección como consecuencias lógicas de que las crisis son sucesos inesperados. Empíricamente, Argentina y Brasil constituyen parte de una lista más extensa de economías sobre las que el organismo reconoce estas imprecisiones sobre la década de los 90s y principios del 2000. Más recientemente, Grecia junto a Portugal, Italia y España incrementaron dicha evidencia y únicamente Irlanda e Islandia fueron economías en crisis en las que las estimaciones a futuro fueron menos imprecisas que las del resto de los PIIGS<sup>10</sup>. En casi todos los casos, el sesgo optimista estaba asociado a la capacidad de recuperación económica, y conducía a metas fiscales que terminaban por agravar el problema inicial de solvencia.

### **i. Las proyecciones del FMI**

Cada año el FMI proyecta las principales variables macroeconómicas para el corto y mediano plazo, que incluyen la actividad económica e indicadores fiscales, monetarios, cambiarios y de balance de pagos. Las proyecciones comprenden un período de 5 años hacia adelante, tienen una frecuencia de actualización semestral y son difundidas en los meses de abril y octubre de cada año. La disponibilidad de la totalidad de los reportes realizados permite analizar su precisión y evolución en el tiempo, lo cual configura un elemento crucial para identificar sesgos y eventuales falencias en los marcos analíticos utilizados.

Durante 2008 el organismo proyectó que en 2013 el PIB de Grecia sería 16% mayor. Sin embargo, 5 años después el nivel de producto se contrajo 26% respecto a 2008, lo que implica un diferencial de 42 p.p. entre la predicción y el nivel observado (Gráfico 3<sup>11</sup>). Estos errores de estimación fueron sistemáticos pese a ser decrecientes en el tiempo. En 2011, cuando los efectos negativos de la crisis bancaria y de deuda soberana ponían en riesgo la estabilidad financiera del resto de la Eurozona, el FMI pronosticó que la economía crecería 8% en forma acumulada hasta 2016 pese a que, finalmente, la contracción fue de 10% para ese período. Incluidos algunos ajustes de medición, el diferencial entre el PIB estimado y observado resultó cercano a 18 p.p. La proyección hecha en 2012 para el año 2017 indica que el diferencial relativo entre el producto estimado y el observado desciende a 8 p.p.

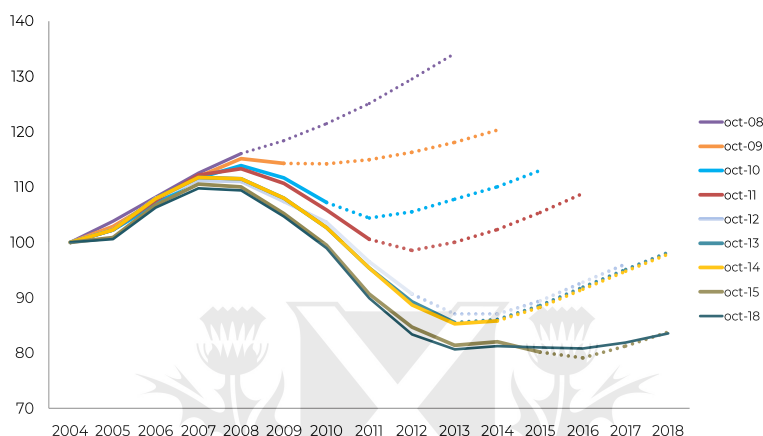
---

<sup>10</sup> Para mayor precisión sobre la sobreestimación del crecimiento en las principales economías de la Eurozona (Francia, Alemania, Portugal, Italia, España, Irlanda e Islandia) durante la crisis global de 2008, ver Gráfico 1A del Apéndice A. En el caso de Irlanda, debe tenerse en cuenta la corrección en la metodología de estimación del PIB, explicada detalladamente en dicho apéndice.

<sup>11</sup> Para su lectura correcta, el Gráfico 3 muestra el nivel de producto realizado entre 2004 y el año de referencia y la proyección para los siguientes 5 años (línea punteada). Debido a que están disponibles las proyecciones y mediciones publicadas en cada año, entonces analizamos la evolución de dichas estimaciones sobre la base de los reportes del mes de octubre de cada año, entre 2008 y 2015, agregando la última actualización disponible para 2018. Este ejercicio permite analizar la sensibilidad de las proyecciones del FMI a la actualización de los indicadores macroeconómicos y así entender la naturaleza de la sobreestimación del crecimiento. Para favorecer la comparabilidad y debido a que se realizan ajustes metodológicos en la medición del nivel de producto, se indexa el PIB sobre la base 2004.

La sobreestimación sistemática del crecimiento desaparece o se vuelve relativamente menor en otras economías de la Eurozona como en el caso de Alemania, Islandia y Francia. A modo de ejemplo, para la economía alemana el diferencial acumulado entre el crecimiento estimado y el observado a 5 años fue de 2.5 p.p para la proyección hecha en 2008, de 0.3 p.p. para la hecha en 2011 y estuvo subestimado (-2.3 p.p.) en la proyección de 2012. Para el resto de los casos listados, se derivan conclusiones similares.

**GRÁFICO 3. PROYECCIONES DEL PARA EL PIB DE GRECIA. AÑOS 2004 – 2018, (ÍNDICE 2004 = 100, A PRECIOS CONSTANTES).**



Fuente: Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook.

La construcción de proyecciones precisas es fundamental para la elaboración de programas de política económica, el análisis de sostenibilidad de la deuda y para las decisiones y coordinación de los agentes económicos. Por lo tanto, es relevante considerar las alternativas de las que disponen los analistas al momento de construir sus predicciones y cómo incorporan en sus modelos las interacciones entre factores internos y externos.

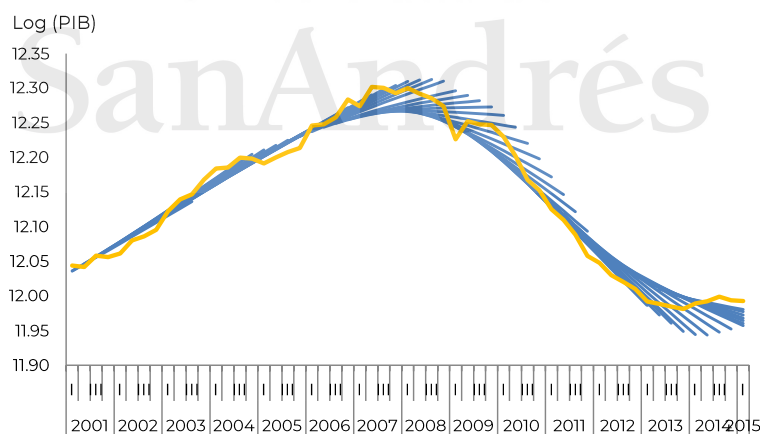
Uno de los supuestos implícitos en las proyecciones realizadas por el FMI consiste en asumir que durante una crisis la economía retorna a su dinámica de crecimiento anterior rápidamente. Como se ve en el gráfico anterior, las estimaciones, especialmente aquellas realizadas durante los primeros años de crisis, muestran que el nivel de producto retorna en el corto plazo al ritmo de crecimiento pre-crisis. Un enfoque más rudimentario pero que alcanza conclusiones similares consiste en proyectar la tasa de crecimiento en función de la observada durante el período anterior, cuya extensión es la que el analista considera relevante. Este procedimiento no resulta atípico entre las instituciones económicas globales, al menos como marco de referencia del analista: la OECD presenta estimaciones del nivel de producto a través del *OECD Economic Outlook* en la que las economías suelen mantener su ritmo de crecimiento constante casi idéntico a su tendencia de largo plazo, sin fluctuaciones significativas. En este sentido, al comparar ambos métodos los resultados resultan relativamente similares y ciertamente el elemento común es la extrapolación de tendencias pasadas, aun cuando en algunos casos sea ajustada episodios de crisis. A juzgar por los resultados analizados, ambos métodos han evidenciado discrepancias relevantes entre las estimaciones y las observaciones, lo que sugiere que el marco conceptual del analista deba ser revisado ante algunos sucesos. Al

respecto, Martin et al (2015) proporcionan evidencia sobre las limitaciones de estos procedimientos al comparar proyecciones generadas a través de la extrapolación de tendencias con el filtro HP para el nivel de producto en diferentes regiones y países (Estados Unidos, Canadá y la Eurozona). Los autores señalan que las tendencias de largo plazo cambian después de una crisis, incluso varios años después de superado el episodio. En el análisis aparecen dos desafíos: estimar el nivel de producto al momento de la crisis e identificar el cambio de la velocidad de crecimiento pre y post crisis.

Sin embargo, en otros contextos en los cuales la economía se encuentra en su sendero de crecimiento de equilibrio los ejercicios de extrapolación de tendencias resultan métodos efectivos y simples. Por caso, aún con la dificultad que supone para un analista predecir la contracción del producto en 2009 con los métodos existentes y marcos analíticos propios, la extrapolación de la tendencia hubiera arrojado resultados precisos para caracterizar la dinámica del crecimiento post crisis para Alemania, Islandia y Francia.

En este sentido, identificar en forma relativamente precisa cuál es el sendero de crecimiento del PIB resulta un desafío complejo cuando la tendencia varía considerablemente en períodos cortos. Lógicamente estas dificultades emergen frecuentemente ante puntos de inflexión pero pueden mantenerse incluso varios años después, dependiendo de la magnitud de los eventos. Esta característica fue particularmente evidente en la economía griega: mientras que entre 2001 y 2006 la tendencia recursiva de crecimiento (de los últimos 20 trimestres) era relativamente uniforme, a partir de 2007 presentó cambios que fueron especialmente evidentes entre 2007 y 2010 pero que persistieron hasta 2015 (Gráfico 4)<sup>12</sup>.

**GRÁFICO 4. TENDENCIA RECURSIVA DEL PIB DE GRECIA.  
I TRIM 2001 – I TRIM 2015, FILTRO HP (ÚLTIMOS 20 TRIMESTRES)**



Fuente: Elaboración propia sobre datos de OECD.

Ante estos problemas de identificación de tendencias, resulta válido analizar si modelos de proyecciones alternativos y de mayor complejidad teórica habrían mejorado el desempeño de las estimaciones de los analistas.

<sup>12</sup> La identificación de las tendencias en forma recursiva se realiza a partir de aplicar el filtro Hodrick-Prescott para una ventana móvil de 20 trimestres para el logaritmo del PIB de Grecia (a precios constantes). Luego de identificada la tendencia, se proyectan los siguientes 12 trimestres para resaltar cuál habría sido el nivel de PIB si el sendero de crecimiento de la economía hubiera sido el de los últimos 5 años.

## ii. Estrategia: proyecciones con modelos VAR

Una de los objetivos fundamentales en este trabajo es explorar la construcción de estimaciones alternativas que resultasen más precisas que las realizadas por el FMI para dar cuenta de la dinámica de la economía griega, entender si existía la posibilidad de anticipar o reconocer rápidamente este tipo de sucesos y predecir el proceso de recuperación económica adecuadamente.

La construcción de proyecciones a partir de la estimación de modelos con la metodología de series de tiempo permite superar algunos de los problemas que surgen de la extrapolación de tendencias de crecimiento. La necesidad de encontrar relaciones en el tiempo del comportamiento de una variable y de incorporar relaciones con otras relevantes y con sus rezagos representa una sofisticación del instrumental analítico. Los Vectores Autorregresivos (VAR) incorporan los conceptos anteriores y permiten analizar funciones de impulso-respuesta (cuantificar la respuesta de la variable endógena a un shock en una variable seleccionada), descomponer la varianza y generar predicciones, incluyendo múltiples efectos de un conjunto de variables sobre otra relevante para el analista.

Los ejercicios de predicción de variables macroeconómicas y de estimación de funciones impulso-respuesta son realizados regularmente por instituciones gubernamentales y financieras para anticiparse a potenciales problemas de consistencia entre planes de política fiscal, monetaria y cambiaria, y contar con perspectivas sobre la evolución de los indicadores relevantes. En muchos casos, estas herramientas proveen *benchmarks* o escenarios de política y son complementados por la experiencia y el criterio del analista experto que puede proveer sus propias consideraciones que no son tan fácilmente capturadas por el modelo.

En consecuencia, los siguientes apartados desarrollan la construcción de las proyecciones para el PIB de Grecia durante diferentes fases. Primero, queda detallado el tratamiento de los datos, luego la estrategia de estimación y selección de los modelos VAR y, finalmente, la generación de las proyecciones y su desempeño. A modo general, el trabajo diferencia los contextos macroeconómicos ordenados de etapas de crisis con el objetivo mejorar el análisis sobre el desempeño de estos modelos. Los resultados son contrastados con los obtenidos por el FMI de forma tal de comprender si la sobreestimación del crecimiento económico griego por parte del organismo es consecuencia de limitaciones generalizadas de las herramientas disponibles o si la aplicación de la metodología propuesta habría mejorado los resultados obtenidos. La elección del caso griego se justifica en la gravedad de su crisis macroeconómica en un contexto de alta confianza institucional y su performance anterior a la crisis. La magnitud del ajuste y los errores de política económica llevan a preguntarse si es posible realizar diagnósticos más precisos durante estos episodios de forma tal de adaptar los programas de política económica a los requerimientos específicos de cada economía.

### a. Tratamiento de los datos

Para la estimación de los modelos se utiliza principalmente información de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y del Fondo Monetario Internacional (FMI), aunque también se consultan fuentes complementarias como la Reserva

Federal de Saint Louis y Eurostat. La mayor ventaja del uso de estas 4 fuentes está en la longitud de las series temporales, la disponibilidad de frecuencias trimestrales, la homogeneidad metodológica para todos los países reportados y la calidad de los datos. En especial, la OCDE a través del *Economic Outlook* provee información trimestral sobre un conjunto amplio de variables económicas y financieras, entre ellas el Producto Bruto Interno, consumo, inversión, exportaciones de bienes y servicios, tasa de desempleo y el Índice de Precios al Consumidor (IPC), incorporadas para la estimación de cada VAR. La comparabilidad de estas series temporales entre más de 180 países permite replicar el ejercicio para otras economías, lo cual es un segundo beneficio de la incorporación de esta fuente de datos. Un beneficio adicional de esta base de datos es que aquellas series trimestrales con patrones de estacionales están también disponibles ajustadas por estacionalidad. Por último, los indicadores de tasa de interés, oferta monetaria y tipo de cambio real efectivo se obtienen a través de la Reserva Federal de Saint Louis.

A pesar de la disponibilidad y calidad, la economía griega presenta un déficit de estadísticas históricas relativas a la medición de las variables macroeconómicas, del mercado laboral y financiero más relevantes tales como PIB, tasa de desempleo y tasa de interés, entre otras. Este déficit no sólo se refleja la cantidad de datos de frecuencia trimestral disponible, sino también en la calidad de sus mediciones. Si bien, por ejemplo, los datos trimestrales del PIB están disponibles desde 1960, la comparación con el comportamiento de variables similares y el análisis de su propia variabilidad llevan a tener algunas precauciones en su utilización debido a problemas relativos a su medición. Adicionalmente, no todas las variables incluidas en los modelos más frecuentemente estimados se encuentran disponibles desde ese año en frecuencia trimestral lo que obliga a considerar el soporte común que, en este caso, va desde 1983 a 2014.

Parte del problema anterior queda satisfactoriamente solucionado a partir del proceso de incorporación de Grecia en la Eurozona, el cual exigió la convergencia a los estándares de la unión monetaria y, más precisamente, la armonización metodológica de gran parte de las estadísticas socioeconómicas. Este proceso comenzó en 1995, año a partir del cual es notable una disminución de la variabilidad en las series que componen las cuentas nacionales, fácilmente apreciable en las fluctuaciones intra-anales del producto. No obstante, debido a que el proceso de convergencia incluía múltiples metas macroeconómicas, la menor volatilidad de las series comprendidas en las cuentas nacionales también podría atribuirse a los efectos del cumplimiento de dichas condiciones (ordenamiento de las cuentas públicas, *targets* de inflación y nivel de endeudamiento) y no unívocamente a la mejora en los procedimientos de medición de las variables. Para contemplar ambas hipótesis, cada modelo queda estimado con una serie de datos sin restringir y con otra restringida. El primer caso evita problemas presentes en investigaciones anteriores como el descrito en Marcellino, Stock & Watson (2005) mientras que en el segundo caso reduce la probabilidad de que la variabilidad en la variable respuesta esté causada por problemas de medición y no por la propia relación de las variables explicativas. De esta forma, la muestra sin restringir comprende datos desde 1983q1 a 2014q4 y la versión restringida va desde 1995q1 hasta 2014q4.

Luego, la muestra queda dividida en dos partes de modo de contar únicamente con la información disponible en cada momento del tiempo. Esto permite construir un ejercicio más realista de los diferentes resultados al replicar la cantidad y calidad de datos de los disponían las autoridades económicas y analistas en cada momento del tiempo y validar la comparación de las proyecciones de los modelos estimados frente a las publicadas por el FMI. La primera parte de la muestra se denomina *in-sample* (utilizada para la estimación del modelo) y la complementaria es *out-of-sample* y permite computar los errores de pronóstico. El ejercicio se realiza recursivamente de forma tal que cada cuatro trimestres asociados al año calendario se agrega nueva información, aumentando el tamaño del período *in-sample*. En tanto, el tamaño de la muestra *out-of-sample* no varía (el período proyectado siempre es de 12 trimestres). La Tabla 1 especifica el número de predicción correspondiente a cada ejercicio de estimación y el tamaño *in-sample* y *out-of-sample* así como la ventana de tiempo comprendida.

No obstante las restricciones naturales sobre la disponibilidad de los datos este trabajo, y al igual que investigaciones similares, considera que las series de tiempo son lo suficientemente largas para poder llevar a cabo los análisis propuestos (tanto en la versión sin restringir como en la restringida). Sin embargo, es preciso aclarar que una de sus desventajas estriba en no poder utilizar una única base de datos como fuente de información, lo que contribuiría a estandarizar la metodología.

**TABLA 1. MUESTRA UTILIZADA PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS**

Tipo de muestra	No. Predicción	In-sample		Out-of-sample	
		Período	Tamaño	Período	Tamaño
Sin restringir	Predicción 1	1983q2 - 2007q4	99	2008q1 - 2010q4	12
	2	1983q2 - 2008q4	103	2009q1 - 2011q4	12
	3	1983q2 - 2009q4	107	2010q1 - 2012q4	12
	4	1983q2 - 2010q4	111	2011q1 - 2013q4	12
	5	1983q2 - 2011q4	115	2012q1 - 2014q4	12
Restringida	Predicción 1	1995q2 - 2005q4	43	2006q1 - 2007q4	8
	Predicción 1	1995q2 - 2007q4	51	2008q1 - 2010q4	12
	2	1995q2 - 2008q4	55	2009q1 - 2011q4	12
	3	1995q2 - 2009q4	59	2010q1 - 2012q4	12
	4	1995q2 - 2010q4	63	2011q1 - 2013q4	12
	5	1995q2 - 2011q4	67	2012q1 - 2014q4	12

Por último, las variables en niveles son transformadas en logaritmos (a excepción de aquellas medidas como proporción del producto y que pueden adoptar valores negativos) y, en caso de corresponder, se introducen en diferencias (equivalente a la tasa de crecimiento), por lo que la ventana de tiempo original pierde una observación. Este procedimiento está basado en el test de *Dickey-Fuller* (ADF) para determinar la presencia de raíz unitaria, tanto para las variables en niveles como en diferencias. Los resultados del test están reportados en la Tabla 1B del Apéndice B y detallan el orden de integración de todas las variables incluidas en las especificaciones.



## b. Estrategia de estimación y definiciones conceptuales

Sea  $Y_t = (y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{nt})'$  un vector de variables respuesta de dimensión  $nx1$ . El modelo autorregresivo básico asume que cada variable correlaciona linealmente con sus valores pasados hasta el rezago  $p$ , con los rezagos del resto de las variables incluidas en  $Y_t$  y que el vector  $D_t$  captura el resto de los componentes determinísticos que explican a la variable (variables *dummy* de estacionalidad y el intercepto del modelo). En notación matricial:

$$Y_t = CD_t' + \sum_{i=1}^p \theta_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Donde  $C$  y  $\theta_i \forall i = 1, 2, \dots, p$  son matrices de coeficientes a estimar de dimensión  $nxn$  y  $\varepsilon_t$  ( $nx1$ ) es el vector de shocks aleatorios con esperanza cero y que cumple las propiedades habituales (no correlación serial y varianza constante y finita):

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ \vdots \\ Y_{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} [D_{1t} \quad \dots \quad D_{nt}] + \sum_{i=1}^p \begin{bmatrix} \theta_{11}^i & \dots & \theta_{1n}^i \\ \vdots & \theta_{22}^i & \vdots \\ \theta_{n1}^i & \dots & \theta_{nn}^i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-i} \\ \vdots \\ y_{nt-i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{nt} \end{bmatrix}$$

Donde  $E(\varepsilon_t \varepsilon_t')$   $\begin{cases} \Omega & \text{si } t = \tau, \text{ siendo } \Omega \text{ semi-definida positiva} \\ 0 & \text{si } t \neq \tau \end{cases}$

Para generar predicciones no divergentes, el modelo estimado debe satisfacer las condiciones de estabilidad definidas por el siguiente polinomio característico:

$$\left| I_N - \sum_{i=1}^p \theta_i z^i \right| = 0$$

Finalmente, se asume que los supuestos Gauss-Markov se cumplen en cada ecuación y la estimación por método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) arroja estimadores consistentes y asintóticamente eficientes.

Una vez estimado cada modelo, el siguiente paso consiste en construir las proyecciones del PIB para cada ventana de tiempo. Siguiendo la literatura de Stock & Watson (2001) y de Marcellino & Watson (2004), este trabajo utiliza el método *direct multi-step* (DMS) que construye cada predicción asumiendo linealidad y que la variable dependiente puede regresarse  $h$  períodos hacia adelante sobre los valores presentes y pasados de las variables del modelo. Adicionalmente, como indican Clark y McCracken (2013), otra ventaja de este método consiste en que permite estimar el modelo a través de OLS. De manera simplificada, partiendo del siguiente modelo:

$$y_{1,t} = \theta_0 + \theta_1 y_{1,t-h} + \varepsilon_{1,t} \quad (2)$$

Las predicciones se construyen simplemente:

$$\hat{y}_{1,t+h} = \hat{\theta}_0 + \hat{\theta}_1 y_{1,t} \quad (3)$$

Luego, debido a que el objetivo del ejercicio es simular la disponibilidad de información con la que se contaba en cada momento del tiempo para proyectar la tasa de crecimiento para cada ventana de tiempo durante ese período, el trabajo utiliza la opción *dynamic forecast* (DF). Esta alternativa permite proyectar  $h$  períodos hacia adelante utilizando los valores disponibles dentro de la muestra y las predicciones de las variables cuando no lo estuvieran (como es el

caso de la estimación para períodos más largos). Lógicamente, utilizar este método resulta más exigente para el modelo debido a que algunos trimestres proyectados se realizan sobre la base de predicciones anteriores pero le otorga mayor realismo al ejercicio. Igualmente, al contar con la totalidad de los valores de las variables, también es posible construir predicciones bajo la opción *static forecast* (SF), que incorpora los datos *in-sample* y *out-of-sample*. La utilidad de este procedimiento está en contar con un *benchmark* que permita analizar el desempeño general del modelo, comparar los resultados obtenidos entre ambas opciones de *forecasting* y entender si existen divergencias relevantes.

### c. Especificación de los modelos

En esta investigación están propuestos 4 modelos para construir proyecciones sobre la dinámica de la actividad económica. Las especificaciones que estiman la tasa de crecimiento del PIB siguen en espíritu las utilizadas en la literatura académica y varían levemente para chequear de robustez de los resultados. Marcellino, Stock & Watson (2005), Felix & Nunes (2003), Robertson & Tallman (1999) y Basco, D'Amato & Garegnani (2006) postulan modelos similares a los considerados que responden a un conjunto más amplio de objetivos analíticos tales como predecir el nivel de producto, analizar la relación entre oferta monetaria e inflación y estimar desempleo y tasa de inflación.

A nivel general, se incluyen el consumo (*Consump* para su abreviación en gráficos), las exportaciones (*Export*), el tipo de cambio real efectivo (REER), el índice de precios al consumidor (IPC), la tasa de desempleo (*Unemp*), el diferencial de rendimiento de los bonos a 10 años (*Bond* o *B10y*) y la oferta de dinero (*M2*). Uno de los modelos introduce el balance fiscal (*FBalance*, medido como proporción del PIB) debido a que para el caso griego podría ser particularmente importante para explicar cambios en la tasa de crecimiento. Las especificaciones tienen en cuenta efectos económicos locales y también externos, los cuales fueron fundamentales a partir de la crisis financiera internacional. A continuación queda descrita sintéticamente la composición de cada uno de los modelos a estimar, teniendo en cuenta el tratamiento de cada una de las variables anteriormente mencionado<sup>13</sup>:

- **Modelo 1:** PIB, Consumo, Desempleo, Exportaciones, REER, B10y.
- **Modelo 2:** PIB, Consumo, Desempleo, REER, M2, IPC.
- **Modelo 3:** PIB, Consumo, Desempleo, REER, M2, B10y.
- **Modelo 4:** PIB, Consumo, Balance Fiscal, Exportaciones, REER, B10y.

### d. Estimación, criterio de selección y pruebas de diagnóstico

La selección de los modelos se realiza de acuerdo a los criterios de no autocorrelación y homoscedasticidad, y todos cumplen con la condición de estabilidad. El orden de los rezagos es elegido a partir de diferentes criterios tales como *Likelihood Ratio* (LR), *Final Predictor Error* (FPE), *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwarz Information Criterion* (SC) y *Hannan-Quinn*

---

<sup>13</sup> Cómputo de logaritmos e introducción de las series en diferencias según sean los resultados de los test de raíz unitaria realizados. Al respecto, las variables anteriormente introducidas en diferencias son: PIB, consumo, desempleo, exportaciones, tasa de interés, tipo de cambio real efectivo y oferta monetaria (todas ellas en logaritmos).

(HQ). Como la cantidad óptima de rezagos puede variar de acuerdo al criterio utilizado, la selección se restringe a aquel cuyo *lag* óptimo satisfaga con todos los criterios anteriormente detallados. Si existiera más de uno que los satisfaga, entonces se considera la parsimonia del modelo de forma tal de preservar los grados libertad y no afectar la eficiencia de la estimación.

A partir de lo anterior, quedan seleccionados los modelos 1, 3 y 4, denominados M1, M3 y M4, respectivamente, los cuales son aquellos que cumplen con las condiciones especificadas y muestran la mayor precisión relativa media y también para las proyecciones realizadas. Los resultados de la etapa de selección son reportados en la Tabla 2, la cual diferencia la ventana de proyección (“tiempos tranquilos” 2006q1 – 2007q4 y crisis 2008q1 – 2014q4). La estimación de los modelos utiliza la muestra restringida para evitar posibles problemas de medición de las variables. No obstante, a efectos de chequear la robustez del análisis, los mismos ejercicios son realizados para la muestra no restringida y las conclusiones resultan similares, aun cuando la precisión media de los tres modelos es levemente menor (los resultados son reportados en Apéndice B).

**TABLA 2. LAG ÓPTIMO SEGÚN MODELO Y VENTANA DE PROYECCIÓN.**

Modelo	Muestra	Ventana de proyección	Lag óptimo	
			Rezagos	Criterio
M1	Restringida	2006q1-2007q4	2	LR
M3			2	LR
M4			2	LR-FPE
M1	Restringida	2008q1-2014q4	2	LR-FPE-AIC
M3			2	LR
M4			2	LR-FPE-AIC

Por otro lado, es preciso aclarar que la recursividad de las estimaciones no afecta sensiblemente la cantidad de rezagos aun cuando puedan diferir para misma especificación pero entre diferentes ventanas de proyección. Ya que el ejercicio intenta preservar el modelo originalmente estimado, entonces se adopta la misma estimación siempre que cumpla con las condiciones especificadas al inicio de esta sección y haya un criterio de selección que así lo indique.

Para los tres modelos estimados, se confeccionan los test Breusch-Godfrey de autocorrelación de errores y el test de White de heteroscedasticidad, ambos con un nivel de significatividad del 5%, cuyos resultados muestran los valores de los estadísticos de prueba y los *p-value*. En el caso del primer test (Tabla 3) se muestran los valores para los primeros 8 *lags* y en el segundo (Tabla 4) el resultado global. En cualquier caso, no se rechaza la hipótesis de no autocorrelación de errores y de homoscedasticidad para un nivel de significatividad del 5%. En tanto, el test de Jarque-Bera indica que se debe rechazar la hipótesis de normalidad de errores (Tabla 6B en Apéndice B).

**TABLA 3. RESULTADOS DEL TEST DE AUTOCORRELACIÓN DE ERRORES BREUSCH-GODFREY**

Ventana proyección	Lags	M1		M3		M4	
		LM	p-value	LM	p-value	LM	p-value
2006q1-2007q4	1	41.8	0.23	38.9	0.34	32.6	0.63
	2	17.0	1.00	41.8	0.23	36.8	0.43
	3	32.7	0.62	44.3	0.16	23.2	0.95
	4	45.0	0.14	46.9	0.11	50.0	0.06
	5	23.6	0.95	35.7	0.48	30.7	0.72
	6	40.8	0.27	13.9	1.00	41.1	0.26
	7	40.5	0.28	29.8	0.76	18.9	0.99
	8	44.2	0.16	34.4	0.54	58.1	0.01
2008q1-2014q4	1	41.5	0.24	41.1	0.26	48.7	0.08
	2	32.5	0.64	32.5	0.63	47.3	0.10
	3	33.6	0.58	51.9	0.04	49.6	0.07
	4	43.8	0.17	39.0	0.34	60.9	0.01
	5	27.2	0.86	32.3	0.64	40.0	0.30
	6	26.7	0.87	20.0	0.99	34.5	0.54
	7	53.7	0.03	36.5	0.45	41.8	0.23
	8	26.9	0.86	30.8	0.72	40.9	0.26

**TABLA 4. RESULTADOS DEL TEST DE HETEROSCEDASTICIDAD DE WHITE**

Ventana proyección	M1		M3		M4	
	Chi-sq	P-value	Chi-sq	P-value	Chi-sq	P-value
2006q1-2007q4	524.1	0.26	516.1	0.35	516.7	0.34
2008q1-2014q4	539.4	0.13	547.3	0.09	557.5	0.08

Por último, las funciones impulso-repuesta muestran que el comportamiento de la tasa de crecimiento a diferentes shocks del resto de las variables está dentro de los márgenes esperados y en línea con lo que es estándar en la literatura académica (ver Gráfico 1B – Gráfico 3B del Apéndice B). El comportamiento diferencial que surge a partir de utilizar los datos de la muestra restringida respecto a la no restringida terminan por justificar la ventana *in-sample* adoptada para la estimación de los modelos.

#### **e. Proyecciones y evaluación de su precisión**

Las proyecciones se construyen para una ventana móvil para los trimestres siguientes al último dato utilizado por el modelo. Debido a que uno de los objetivos de este trabajo es analizar el desempeño de este tipo de modelos y compararlos frente a las metodologías utilizadas por organismos e instituciones públicas, entonces quedan distinguidas las proyecciones de los modelos VAR estimados para “tiempos tranquilos” de aquellas resultantes de la estimación para contextos de crisis. En el primer caso considerado, la proyección del PIB se construye únicamente para una ventana de 8 trimestres que comprende el período 2006q1 – 2007q4. En tanto, para el período de crisis, las estimaciones se realizan para 5 ventanas de 12 trimestres cada una, comenzando en 2008q1 y siendo 2014q4 el último trimestre proyectado. Para una misma especificación, la proyección de cada nueva ventana implica incorporar información sobre los últimos 4 trimestres disponibles a efectos de simular la información disponible en cada momento del tiempo.

El siguiente paso consiste evaluar la precisión de las proyecciones que arrojan los diferentes modelos para cada ventana<sup>14</sup>. En este caso, incorporamos dos medidas de error frecuentemente utilizadas en la literatura: la raíz cuadrada del Error Cuadrático Medio (RMSE) y el Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE). Estos indicadores permiten comparar la performance entre modelos y entre proyecciones de un mismo modelo, analizando su evolución a medida que se agrega información. El RMSE es una función de las diferencias cuadráticas entre el valor proyectado y observado del producto (en logs) para la ventana  $i$  del modelo  $j = 1, 2, 3, 4$ , en el cual el subíndice  $t$  refiere al trimestre dentro de cada ventana. Dependiendo del contexto (tiempos tranquilos o crisis) existen 1 o 5 ventanas de proyección definidas como  $i = 1, 2, \dots, 5$  y la cantidad de trimestres proyectados en cada ventana es de 8 o 12, por lo que el trimestre  $t \in [1; 12]$ . El RMSE como el MAPE resultan de la estimación del PIB (en logs) derivada del modelo<sup>15</sup>.

$$RMSE_{ij} = \left[ \sum_{t=1}^T \frac{1}{T} (y_{tij} - \hat{y}_{tij})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

En tanto, el MAPE relativiza los desvíos según el verdadero valor de la observación:

$$MAPE_{ij} = \sum_{t=1}^T \frac{1}{T} \left| \frac{y_{tij} - \hat{y}_{tij}}{y_{tij}} \right| * 100$$

#### f. Desempeño de los modelos en “tiempos tranquilos” y en crisis

Una de las preguntas que intenta responder este trabajo es si una mayor sofisticación en la construcción de las proyecciones (en relación a las del FMI) a través modelos VAR hubiera resultado útil y ganado en precisión para predecir la dinámica económica. Esta hipótesis requiere analizar su desempeño en diferentes contextos. En consecuencia, las proyecciones se construyen diferenciando “tiempos tranquilos” de escenarios de crisis, lo que implica estimar los modelos para diferentes ventanas de tiempo. Mientras que el primer concepto refiere al período de principios de los 2000, en el cual la economía griega creció sostenidamente impulsada por un aumento en la confianza institucional a partir del proceso de incorporación a la Eurozona, el segundo se concentra en el inicio de la crisis financiera internacional en adelante. La construcción de las estimaciones se hace sobre la base trimestral a partir de computar la tasa de crecimiento estimada al valor del PIB (en logs) del período anterior bajo la forma  $\widehat{pib}_{t+1} = pib_t + \hat{g}_{t+1}$ . Luego, la obtención de la predicción anual, que permite la comparabilidad con las estimaciones del FMI, resulta de promediar las trimestrales y los valores obtenidos se indexan, siendo el último observado igual a 100. Además, se incluyen las estimaciones publicadas por el FMI para la misma ventana de estimación y con las consideraciones anteriores<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> Esto es, para cada ventana de proyección del período 2008q1-2014q4 y separadamente para la ventana 2006q1-2007q4.

<sup>15</sup> Este criterio se adopta debido a que la existencia de tasas de crecimiento nulas o muy cercanas a 0 en algunas ventanas de proyección distorsionan el indicador y no revelan el verdadero desempeño del ejercicio de proyección.

<sup>16</sup> Debido a que el organismo publica datos sobre una base anual, se descompone a una frecuencia trimestral de forma tal que el promedio de los 4 trimestres del año arroje el mismo resultado anual. Este procedimiento se realiza únicamente para comparar en forma general las diferentes proyecciones y no con el objetivo de evaluar en cada trimestre la performance de la institución.

Para el período de “tiempos tranquilos” se estiman los modelos propuestos, verificando el cumplimiento de las condiciones y propiedades anteriormente descritas. El RMSE y MAPE determinan que los 3 seleccionados sean M1, M3 y M4 y su análisis evidencia que su performance predictiva es muy similar para el período establecido (Tabla 5).

El análisis de desempeño muestra que para 2006q1 – 2007q4 los modelos proyectan una tasa de crecimiento acumulada levemente más baja a la observada a partir subestimar el crecimiento para el primer año pero mejorando su precisión para el segundo. Durante el período 2005-2007 el crecimiento acumulado observado fue de 9.3% mientras que los pronósticos oscilaron entre 7.5% y 7.7%. Analizando los indicadores de error, el desempeño individual de los modelos seleccionados fue similar y todos ellos resultan más precisos durante dicha ventana respecto a su desempeño general. Sin embargo, M3 supera al resto en términos de RMSE y MAPE (Tabla 7B del Apéndice B).

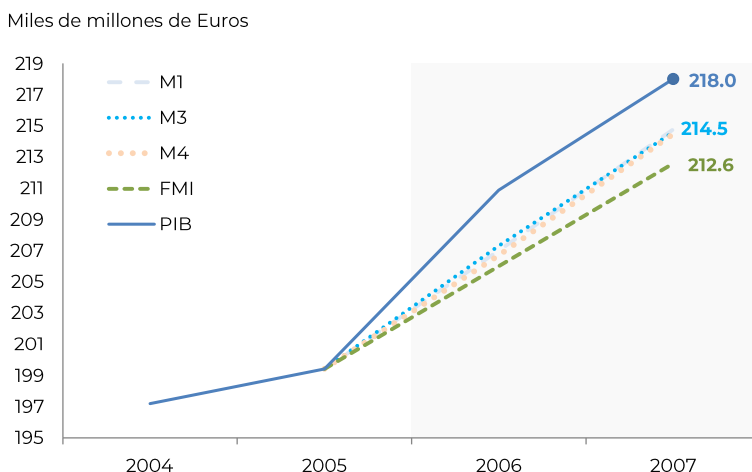
**TABLA 5. PROYECCIÓN DEL PIB DE GRECIA, 2006Q1 – 2007Q4.**

Ventana de predicción	Modelo	Base	Proyección		Var. anual (%)		Var. acum. (%)
		Y0	Y1	Y2	Y1	Y2	Y2 - Y0
2006q1 - 2007q4	M1	100.0	103.7	107.5	3.7	3.8	7.5
	<b>M3</b>	<b>100.0</b>	<b>104.0</b>	<b>107.6</b>	<b>4.0</b>	<b>3.5</b>	<b>7.6</b>
	M4	100.0	103.8	107.7	3.8	3.8	7.7
	FMI	100.0	103.3	106.6	3.3	3.2	6.6
	PIB real	100.0	105.7	109.3	5.7	3.4	9.3

Al comparar con las proyecciones del FMI, los modelos propuestos ganan en precisión<sup>17</sup>. En este caso, el organismo subestima el crecimiento para el primer año y, en forma acumulada, su proyección resulta 2.7 p.p. menor que el observado y aproximadamente 1 p.p. inferior al promedio de los 3 modelos. Este resultado es relevante debido a que aporta evidencia para mostrar que durante contextos de estabilidad macroeconómica los modelos VAR exhiben una ganancia de precisión frente a otras metodologías utilizadas por los organismos internacionales como el FMI. Además, los modelos muestran robustez al mantener sus resultados a pesar de introducir algunas modificaciones en su especificación. El resultado resalta que es posible mejorar la calidad de las proyecciones en ciertos contextos caracterizados por una tendencia de crecimiento relativamente uniforme en el tiempo. La posibilidad de contar con estimaciones más precisas es esencial para aumentar la efectividad de los programas y acciones de política económica de las instituciones públicas y los organismos internacionales. Además, vale enfatizar que las mismas conclusiones podrían obtenerse con la desagregación trimestral del crecimiento estimado, dando lugar a contar con una previsión de la dinámica del producto de mayor frecuencia.

<sup>17</sup> Cuando el organismo comience a difundir sus proyecciones de alta frecuencia (trimestrales), entonces podrá correrse el test Diebold-Mariano corregido por muestra chica para contrastar estadísticamente las diferencias significativas entre las diferentes proyecciones en relación a las del FMI.

**GRÁFICO 5. PIB DE GRECIA Y PROYECCIÓN DE CADA MODELO. 2004Q1 – 2007Q4**



Fuente: OECD y proyecciones propias.

Sin embargo, la precisión de los modelos bajo contextos de estabilidad económica no necesariamente puede generalizarse a otros órdenes macroeconómicos, especialmente a aquellos en los que la tendencia del nivel de actividad económica varía considerablemente entre períodos. Esta volatilidad tiene un efecto lógico en el orden de los mercados y en el grado de validez de las expectativas de los agentes sobre su ingreso futuro y, consecuentemente, en su capacidad de repago de deudas. El nivel de incertidumbre y la cantidad y calidad de información que puedan obtener de los mercados afectan sus decisiones económicas.

Para determinar la validez de la utilización de estos modelos en estos contextos, la segunda parte consiste en evaluar su desempeño absoluto y relativo durante episodios de crisis, en particular la de 2008. Para ello, el trabajo procede en forma análoga al ejercicio anterior pero, en este caso, la ventana de proyección se extiende a 12 trimestres. En esencia, es un ejercicio recursivo en el que cada estimación incorpora nueva información, generando una ventana de proyección móvil<sup>18</sup>.

La Tabla 6 compara la evolución anual del PIB de Grecia con las proyecciones obtenidas de los 3 modelos anteriores. Las últimas 4 columnas reportan la variación anual relativa estimada para cada uno de los 3 años comprendidos en la ventana de proyección y la variación acumulada. Por simplificación, el producto del último año disponible en el conjunto *in-sample* es indexado a 100. A nivel general, los resultados indican que las predicciones realizadas para las 3 primeras ventanas sobrestiman el crecimiento del producto pero mejoran notablemente su precisión durante las últimas 2 ventanas de proyección. Estos hallazgos muestran que la metodología propuesta no resulta efectiva para anticipar períodos de contracción de la actividad económica como el observado. No obstante, una vez que incorporan la suficiente información sobre la nueva dinámica económica, entonces permiten generar proyecciones relativamente precisas, incluso durante fases de crisis. En términos teóricos, esta limitación sugiere estar asociada a que las predicciones en estos modelos resultan de las interacciones de variables rezagadas y, en consecuencia, existe cierto retardo en la identificación de los cambios

<sup>18</sup> La información se la incorpora en sets de 4 trimestres correspondientes a cada año calendario.

abruptos de la dinámica del producto. Una vez introducida esta información, su capacidad predictiva mejora en el tiempo y existe una ganancia de precisión que pone en relieve su potencial como herramienta para analistas e instituciones. Un segundo resultado a destacar es que para la cuarta y quinta ventana las proyecciones permiten dar cuenta de cambios en la dinámica del producto y tienen un desempeño satisfactorio, lo que también implica una ganancia informativa para el analista.

En términos relativos, los errores estimados de las proyecciones de todos los modelos reportados son sistemáticamente menores que los derivados de las publicaciones del FMI para todas las ventanas con excepción de la tercera. De esta forma, estos modelos demuestran ser herramientas que aportan precisión y que en algunos casos superan a las actualmente utilizadas por los organismos internacionales. Por ello, aun cuando para ciertos escenarios este tipo de metodologías no arrojen los resultados deseados, deben formar parte del herramental de los equipos técnicos y sus resultados ser considerados como *benchmarks*. De hecho, para las dos últimas ventanas la sobreestimación del crecimiento del FMI persiste mientras que todos los modelos VAR predicen correctamente el signo de la dinámica y M3 estima con relativa precisión la variación acumulada a 3 años.

**TABLA 6. PROYECCIONES DEL PIB DE GRECIA DE LOS MODELOS VAR Y DEL FMI, SEGÚN VENTANA DE PROYECCIÓN**

Ventana de predicción	Modelo	Base	Proyección			Var. anual (%)			Var. acum. (%)
		Y0	Y1	Y2	Y3	Y1	Y2	Y3	Y3 - Y0
2008q1 - 2010q4	M1	100.0	102.3	106.1	110.0	2.3	3.7	3.7	10.0
	<b>M3</b>	<b>100.0</b>	<b>101.8</b>	<b>105.4</b>	<b>109.2</b>	<b>1.8</b>	<b>3.5</b>	<b>3.6</b>	<b>9.2</b>
	M4	100.0	102.7	106.5	110.5	2.7	3.7	3.8	10.5
	FMI	100.0	103.5	107.0	110.8	3.5	3.3	3.5	10.8
	PIB real	100.0	99.6	95.2	90.1	-0.4	-4.4	-5.3	-9.9
	<b>M1</b>	<b>100.0</b>	<b>98.2</b>	<b>100.2</b>	<b>103.6</b>	<b>-1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>3.4</b>	<b>3.6</b>
2009q1 - 2011q4	M3	100.0	99.8	103.3	107.1	-0.2	3.5	3.7	7.1
	M4	100.0	100.5	103.9	107.3	0.5	3.3	3.3	7.3
	FMI	100.0	102.0	104.7	107.8	2.0	2.6	3.0	7.8
	PIB real	100.0	95.6	90.5	82.5	-4.4	-5.3	-8.9	-17.5
	M1	100.0	102.6	105.9	109.2	2.6	3.3	3.1	9.2
	<b>M3</b>	<b>100.0</b>	<b>102.3</b>	<b>105.3</b>	<b>108.3</b>	<b>2.3</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>8.3</b>
2010q1 - 2012q4	M4	100.0	102.3	105.4	108.5	2.3	3.0	2.9	8.5
	FMI	100.0	99.9	100.6	101.8	-0.1	0.7	1.1	1.8
	PIB real	100.0	94.7	86.3	80.6	-5.3	-8.9	-6.6	-19.4
	<b>M1</b>	<b>100.0</b>	<b>93.0</b>	<b>91.1</b>	<b>90.0</b>	<b>-7.0</b>	<b>-2.0</b>	<b>-1.2</b>	<b>-10.0</b>
	M3	100.0	94.3	93.1	93.5	-5.7	-1.2	0.4	-6.5
	<b>M4</b>	<b>100.0</b>	<b>94.9</b>	<b>92.1</b>	<b>90.0</b>	<b>-5.1</b>	<b>-2.9</b>	<b>-2.2</b>	<b>-10.0</b>
2011q1 - 2013q4	FMI	100.0	97.4	98.4	100.5	-2.6	1.1	2.1	0.5
	PIB real	100.0	91.1	85.1	81.7	-8.9	-6.6	-4.0	-18.3
	M1	100.0	91.3	87.1	85.6	-8.7	-4.5	-1.8	-14.4
	<b>M3</b>	<b>100.0</b>	<b>92.9</b>	<b>91.2</b>	<b>90.8</b>	<b>-7.1</b>	<b>-1.9</b>	<b>-0.5</b>	<b>-9.2</b>
	M4	100.0	90.7	85.5	83.0	-9.3	-5.7	-3.0	-17.0
	FMI	100.0	98.0	99.5	101.8	-2.0	1.5	2.3	1.8
2012q1 - 2014q4	PIB real	100.0	93.4	89.7	90.3	-6.6	-4.0	0.7	-9.7

Nota: el modelo más preciso según los criterios RMSE y MAPE es resaltado en cada ventana de proyección.

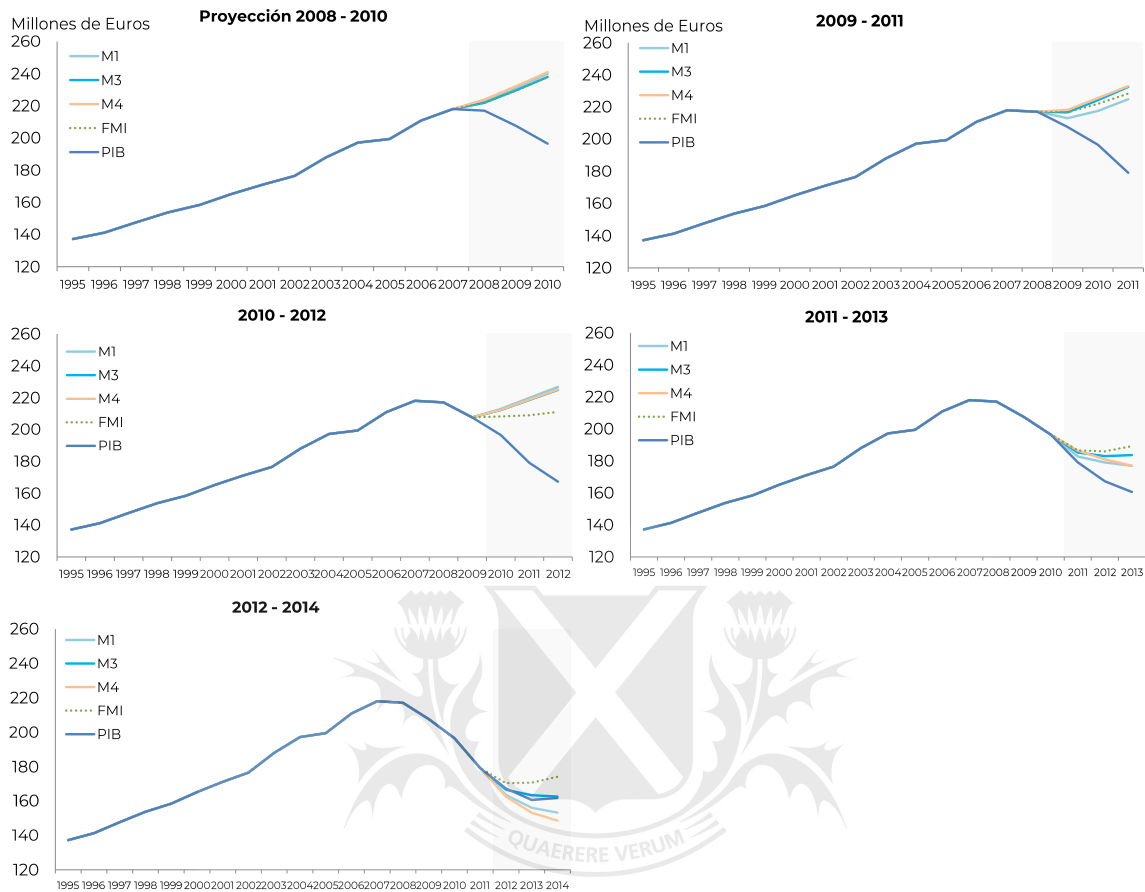
A nivel particular, el modelo 3 tiene el mejor desempeño entre todos los estimados durante prácticamente todas las ventanas excepto en la segunda, en la que reporta un error relativamente más alto. No obstante, su desempeño mejora a medida que aumenta la cantidad de información disponible.

Para la primera ventana el modelo, todos los modelos pronostican el crecimiento del producto, lo que sugiere la dificultad de detectar este tipo de eventos por la modelización



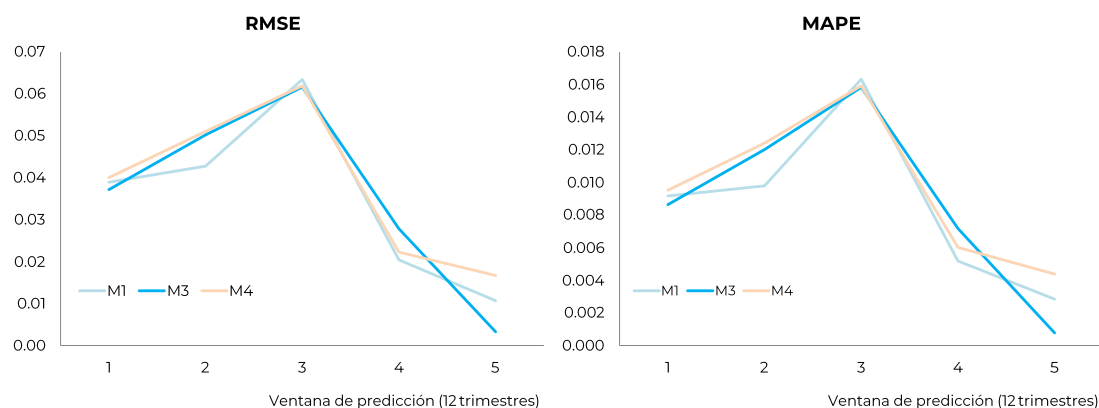
propuesta. En otras palabras, la crisis resulta difícil de anticipar no sólo por los analistas, sino también por modelos econométricos que puedan proveer sofisticación en base a evidencia empírica. Luego, en la siguiente ventana ninguno de los modelos es capaz de predecir la caída del producto pero, a diferencia del resto, M1 refleja un cambio en la dinámica de crecimiento y proyecta una contracción durante el primer año. Hacia la tercera ventana, los tres modelos tienen una performance similar, mostrando un nivel de imprecisión mayor que la del FMI, y en la siguiente ventana reportan una notable mejora, disminuyendo el nivel de error y convergiendo al desempeño medio de cada modelo (Tabla 3B). En esta ventana todos los modelos dan cuenta de una caída futura del producto del orden entre 6.5% y 10% pese a que el Fondo Monetario Internacional advertía un estancamiento en términos acumulados. Otro hallazgo interesante es que capturan la desaceleración de la contracción económica, pronostican una mayor caída en el primer año y una suavización hacia el último. En este período se destacan M1 y M4 (proyectan una baja acumulada del 10%, aún lejos del 18.3% observado). No obstante, la magnitud y naturaleza de la crisis sugiere que algunos atributos difícilmente puedan ser modelados. Finalmente, en la quinta ventana todos los modelos predicen correctamente el signo de la dinámica económica y M3 muestra, en particular, un alto nivel de precisión, pronosticando una caída de 9.2%, 0.5 p.p. menor a la observada. El desempeño de este modelo se destaca frente a las estimaciones del FMI que mantenían el optimismo sobre la recuperación de la economía griega. Nuevamente, todos los modelos propuestos son capaces de advertir la desaceleración de la caída de la actividad. El análisis del comportamiento de M1 y M4 indica cierta sobre-reacción a las variaciones del producto y que muestran dificultades para construir estimaciones más precisas.

**GRÁFICO 6. EVOLUCIÓN DEL PIB DE GRECIA Y PROYECCIONES DE LOS MODELOS VAR Y DEL FMI (EN MILLONES DE EUROS CONSTANTES).**



El Gráfico 7 muestra que la evolución de los errores de predicción es decreciente en el tiempo para los 3 modelos desde la tercera ventana y que entre la primera y la segunda, crece. Este patrón sugiere que los modelos incrementan su precisión en la medida que se incluye la suficiente información sobre el comportamiento de las variables durante el período de crisis, probablemente correspondiente a sucesos que no habían ocurrido anteriormente y tenían una muy baja probabilidad asignada. Los resultados del primer y segundo ejercicio sugieren que la utilización de estos modelos para construir pronósticos es una alternativa a ser considerada por los organismos internacionales para la revisión de sus propias proyecciones en escenarios macroeconómicos más complejos, ya que suelen ser poco transparentes y estar sujetos a la discrecionalidad de los analistas. Igualmente, dentro de sus limitaciones, es preciso resaltar que como las estimaciones son resultado de las interacciones pasadas de las variables, este enfoque puede tener dificultades para dar cuenta rápidamente de sucesos de muy baja probabilidad en dentro de los estados de la naturaleza posibles.

**GRÁFICO 7. EVOLUCIÓN DE LOS ERRORES DE PREDICCIÓN (RMSE Y MAPE) POR VENTANA DE PROYECCIÓN Y MODELO**



## V. LA DINÁMICA ECONÓMICA DURANTE LAS CRISIS

La utilidad de los modelos VAR como herramientas para la proyección de la dinámica económica está asociada a los contextos económicos en los cuales se aplican. En ciertos escenarios pueden proveer estimaciones precisas, ser utilizados como *benchmark* por los analistas y *policy makers* y capturar las interacciones entre variables relevantes que el analista especializado puede no reconocer o cuantificar *prima facie*. Estos contextos sugieren estar vinculados a la estabilidad macroeconómica y a la estabilidad de la dinámica económica que, en última instancia, dependen del régimen macroeconómico, del nivel de incertidumbre y de la presencia o ausencia de shocks.

En otros períodos en los cuales no se satisfacen las condiciones anteriores, estas herramientas pueden mostrar problemas de precisión y en estos casos la mayor sofisticación de los ejercicios del analista no contribuye notablemente a obtener resultados confiables. Pese a mejorar las versiones obtenidas de extrapolación de tendencias, filtros HP o de modelos que, en última instancia, suponen el retorno a la dinámica pre-crisis, sus resultados no son lo suficientemente satisfactorios para la proyección del PIB. El rezago de estos modelos para capturar adecuadamente la verdadera dinámica del producto lleva a explorar marcos analíticos alternativos que describan la dinámica esperada en base a la evidencia existente, y así evitar la formulación de pronósticos que caigan en los sesgos de estimación del crecimiento.

Para dar cuenta de la evolución del nivel de PIB durante eventos macroeconómicos disruptivos, esta investigación construye un modelo de efectos fijos (FE) que estima su comportamiento siguiendo, en espíritu, el modelo desarrollado por Gourinchas & Obstfeld (2011) e incrementa la evidencia empírica disponible. El modelo analiza los desvíos de la tasa de crecimiento respecto a su tendencia de los últimos 35 años para una ventana de 10 años alrededor de la crisis (5 años antes y 5 después). Ya que los efectos de la crisis pueden estar asociados a su tipología y al desarrollo de la economía, entonces se controla por tipo de crisis (cambiaria, bancaria y de deuda soberana) y nivel de desarrollo.

A partir de lo anterior, primero la sección procede a definir criterios de clasificación de las crisis y luego se estima el modelo. Finalmente, el trabajo aplica los resultados de la estimación

al caso griego de forma tal de contrastarlos con los obtenidos con la metodología VAR. En última instancia, el objetivo es dilucidar los alcances de cada herramienta.

### **a. Tipos de crisis y clasificación de eventos**

Para poder estimar el modelo hay que establecer criterios cuantitativos que permitan clasificar los diferentes sucesos, pese a que, lógicamente, cada evento tiene idiosincrasias que lo diferencian del resto. Para ello, este documento distingue entre crisis cambiarias, bancarias y de deuda siguiendo la literatura internacional y definiciones en Frenkel & Rose (1996), Kaminsky & Reinhart (1999) y Laeven & Valencia (2010). Dichas definiciones permiten comparar resultados y, eventualmente, actualizar la base de datos para que el ejercicio realizado sea replicable a medida que se sume evidencia.

Entre las crisis cambiarias, la principal característica está dada por el movimiento abrupto del tipo de cambio y, en regímenes de tipo de cambio fijo, por la liberalización del mercado que frecuentemente muta a un esquema de flotación acompañada de un aumento discreto en el valor de la divisa. En ocasiones, los efectos sobre el tipo de cambio son frenados o suavizados por la autoridad monetaria a través de herramientas como la tasa de interés, la emisión de letras o la venta de divisas, lo cual también debe ser considerado. En consecuencia, sobre estas definiciones Frenkel & Rose (1996) establecen que una economía experimenta una crisis cambiaria si se satisface: a) una depreciación del tipo de cambio nominal superior al 25% en un año; b) un incremento de 10 p.p. en la tasa de depreciación respecto al año anterior. A partir de estas definiciones, clasificamos el conjunto de países que desde 1973 a 2014 que sufrieron algún suceso de este tipo.

En relación a las crisis bancarias, son episodios marcados por la salida masiva de depósitos y los problemas solvencia de una parte relevante de la red de instituciones financieras. En general, los orígenes suelen estar asociados a problemas de confianza en el sistema financiero, alta incertidumbre sobre el cumplimiento de las promesas y baja calidad de los activos bancarios. Debido a que con cierta frecuencia las crisis bancarias y cambiarias ocurren simultáneamente (crisis gemelas), buena parte del interés académico se ha concentrado sobre el estudio de las relaciones entre ambos fenómenos. Ciertos enfoques tienden a colocar a las crisis bancarias como un fenómeno anterior a los episodios cambiarios, cuando la emisión monetaria para rescatar a parte del sistema financiero termina por afectar la estabilidad del tipo de cambio. Otra parte de la literatura invierte el orden de la causalidad y coloca a estas crisis como una consecuencia de la erosión del patrimonio bancario debido a problemas cambiarios. Una tercera línea analiza los efectos de los shocks externos que, bajo un régimen cambiario fijo, afectan negativamente el nivel de reservas y de crédito que, en ocasiones, derivan en una crisis financiera. A partir de estas definiciones conceptuales, el trabajo adopta la línea de Laeven & Valencia (2010), quienes establecen que existe una crisis bancaria si se verifican: a) señales de estrés financiero en el sistema bancario, aproximadas por

corridas bancarias, liquidación y pérdida de activos; b) intervenciones relevantes<sup>19</sup> de la autoridad monetaria como resultado de pérdidas masivas de activos del sistema bancario.

Por último, las crisis de deuda constituyen el tercer tipo considerado y quedan definidas como eventos en los que el soberano no puede cumplir con las obligaciones de pagos de capital e/o intereses, sean obligaciones en moneda local o extranjera al momento del vencimiento o dentro de un período de gracia. En determinadas ocasiones y por la magnitud de sus efectos, las instituciones financieras previenen este tipo de incumplimientos reprogramando la agenda de vencimientos o con rescates parciales o totales. Debido a que estos acontecimientos tienen cierta frecuencia, entonces el año de la crisis se establece como aquel en el que se produce el incumplimiento o bien en el que ocurre la intervención (a través de *bailouts*). Estos eventos adquirieron relevancia especialmente en economías emergentes y fueron característicos en América Latina durante la década de los 80s y 90s. La crisis de deuda en México (1994) y en Argentina (2001) comprenden algunos ejemplos pero, no obstante, a partir de la crisis financiera global de 2008 los problemas de deuda soberana se extendieron a economías avanzadas (especialmente de la periferia europea) cuyo impacto estuvo moderado por la intervención de las autoridades supranacionales (ECB) e internacionales (FMI).

A partir de estas definiciones conceptuales y actualizando los registros tomados de los trabajos mencionados, la base de datos queda compuesta por 287 episodios en 71 países. Del total de las crisis, la Tabla 7 diferencia los eventos y excluye aquellas crisis asociadas a conflictos bélicos internos y externos cuyo PIB cayó más de 30% en un año<sup>20</sup>. Las crisis cambiarias aparecen como las más frecuentes, especialmente en las economías desarrolladas, mientras que en las emergentes los problemas de deuda soberana también concentran gran parte de las crisis económicas.

**TABLA 7. EPISODIOS DE CRISIS POR TIPO DE ECONOMÍA. AÑOS 1973-2014.**

Tipo de economía	Casos (países)	Tipo de crisis			Total
		Cambiaria	Bancaria	Default	
Desarrollada	22	43	21	7	71
Emergente	49	85	59	72	216
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>128</b>	<b>80</b>	<b>79</b>	<b>287</b>

## b. Estimación del modelo

Para detectar los comportamientos típicos de la dinámica del producto durante los episodios de crisis, este trabajo postula un modelo en el que los desvíos de la tasa de crecimiento respecto a su tendencia de los últimos 35 años son función del tipo de crisis, el

<sup>19</sup> La condición de relevancia de las intervenciones de política están definidas si cumplen con al menos 3 de las siguientes características: 1) provisión significativa de liquidez; 2) reestructuración de los costos bancarios; 3) nacionalización de entidades bancarias; 4) garantía de los depósitos; 5) compras de activos bancarios por volúmenes mayores al 5% del PIB.

<sup>20</sup> La lista completa de eventos queda publicada en la Tabla 2C a Tabla 3C del Apéndice C y esta investigación utiliza como referencia las clasificaciones y bases de datos ya utilizadas en Frenkel & Rose (1996), Bordo et al (2001), Leaven & Valencia (2010), Caprio et al (2003), Reinhart (2011), Reinhart & Rogoff (2009), Sturzenegger & Zettelmeyer (2007), Chambers (2011), Cantor & Packer (1995) y registros propios.

nivel de desarrollo de la economía, características propias de cada país y, en términos temporales, de que tan cerca o lejos está ese momento del año de la crisis, continuando con la línea de investigación de Gourinchas & Obstfeld (2011) y Kaminsky & Reinhart (1999). No obstante, es necesario detallar algunas consideraciones adoptadas para realizar la estimación.

Primero, cada evento clasificado corresponde a un tipo de crisis  $j$  en un país  $i$  y existe la posibilidad que una economía experimente una o varias crisis simultáneamente durante el mismo momento. En tanto, el año de la crisis queda identificado cuando se satisfacen algunas de las definiciones del apartado precedente.

En segundo lugar, para analizar el comportamiento de la tasa de crecimiento del PIB durante este tipo de eventos, esta investigación observa la evolución de la tasa de crecimiento anual del PIB relativa a su tendencia definida como el crecimiento promedio en el período 1980-2015, período suficientemente largo para establecer patrones y sobre el que existen datos homogéneos para todos los países.

Para una primera aproximación a los efectos de las crisis, es válido considerar la proporción de países que son afectados negativamente por cierto tipo de crisis durante la ventana de tiempo establecida. La Tabla 8 indexa al año de la crisis a 0 y muestra para un período de 11 años el porcentaje de las economías cuya tasa de crecimiento se desvió negativamente en relación al total que la experimentaron. La evidencia muestra que a medida que se acerca al año de la crisis la proporción afectada aumenta, lo que justifica la utilización de la variable explicada y denota que a través de los criterios anteriormente establecidos es posible distinguir los efectos reales de las interrupciones, no sólo para el año del suceso sino para un conjunto más amplio y relevante. Distinguiendo entre tipo de eventos, existe una fracción mayor de economías afectadas por una crisis bancaria en relación a una cambiaria y de deuda, aunque en este último caso queda separado el efecto de la crisis de 2008. Vale mencionar que durante este episodio fueron afectados una alta proporción de países y los efectos perduraron mucho más que lo que típicamente ocurre en el resto de las crisis.

**TABLA 8. PROPORCIÓN DE PAÍSES AFECTADOS NEGATIVAMENTE POR LA CRISIS, SEGÚN TIPO. PROMEDIO AÑOS 1973-2015.**

Tipo de crisis	Año											Eventos (A-C)
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
<b>Bancaria (A)</b>	0.54	0.40	0.41	0.39	0.55	0.80	0.76	0.60	0.49	0.55	0.51	80
<b>Cambiaria (B)</b>	0.45	0.37	0.40	0.44	0.52	0.65	0.62	0.41	0.38	0.49	0.48	128
<b>Deuda (C)</b>	0.41	0.43	0.39	0.55	0.58	0.71	0.66	0.57	0.54	0.54	0.43	79
<b>Crisis 2008 (D)</b>	0.54	0.22	0.32	0.14	0.24	0.73	0.97	0.68	0.65	0.81	0.81	37
<b>Total</b>	<b>0.46</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>0.46</b>	<b>0.54</b>	<b>0.71</b>	<b>0.67</b>	<b>0.51</b>	<b>0.45</b>	<b>0.52</b>	<b>0.48</b>	<b>287</b>

A partir de la evidencia anterior, el siguiente paso consiste en cuantificar la magnitud de los efectos a través del análisis de las trayectorias de las tasas de crecimiento. La utilidad de este abordaje es que para los analistas permite disponer de un *benchmark* que permita dar cuenta de los efectos típicos de una crisis si es que este suceso puede ser reconocido con cierta rapidez, cuestión que se discutirá en esta sección. A la vez, el enfoque es

complementario a la utilización de modelos VAR y contribuye a tener nociones de dinámica de corto plazo.

Por lo tanto, el siguiente modelo describe la dinámica de la tasa de crecimiento en función de la tipología de la crisis, el nivel de desarrollo de la economía, efectos estructurales (y fijos) de cada país y de la economía global, y de la proximidad al año de la crisis:

$$y_{it} = \delta + \alpha_i + \beta'_{cs}d_{ics} + \beta'_{bs}d_{ibs} + \beta'_{ds}d_{ids} + \beta'_{2008s}d_{i2008s} + v_{it} \quad (4)$$

En la ecuación anterior  $y_{it}$  es la tasa anual de crecimiento del PIB del país  $i$  en el año  $t$  y  $d_{ijs}$  ( $j = c, b, d, 2008$ ) es una variable binaria que toma valor 1 cuando ese país está a  $s$  años de experimentar una crisis del tipo  $j$ , siendo  $-5 \leq s \leq 5$ . Por ejemplo,  $d_{ics} = 1$  denota que el  $i$ -ésimo país está a  $s$  cantidad de años de la crisis del tipo  $c$ . En este caso, el segundo elemento del subíndice de cada variable denota el tipo de crisis por su inicial (cambiaria, bancaria, de deuda y crisis de 2008). Además, como la crisis financiera de 2008 ralentizó el crecimiento global tanto en economías desarrolladas como emergentes, todos los países que hayan sufrido algún tipo de crisis entre 1970-2015 son considerados dentro del tratamiento. De esta forma,  $d_{i2008s}$  vale 1 cuando la economía está a  $s$  años de 2008. Por otro lado,  $\delta$  denota el intercepto (invariante entre países) y  $\alpha_i$  es un efecto fijo en el tiempo específico por país. Por último,  $v_{it}$  es un shock aleatorio que incluye a todo lo que no puede ser explicado por el modelo y se asume que cumple con las propiedades usuales. Por último, sobre un conjunto de registros de 3.663 casos correspondiente a los países que experimentaron diversos tipos de crisis y a aquellos considerados como tratados para la crisis global de 2008, queda conformado un panel balanceado de 11 períodos para cada país  $i$  en la crisis país  $j$ .

A partir de la cantidad de parámetros, la estimación de la especificación anterior tiene asociado un costo en términos de eficiencia y parsimonia. Entonces, sin afectar los coeficientes asociados a cada variable, el modelo puede ser reformulado a partir de calcular la tasa de crecimiento promedio de cada país para el período en cuestión como  $\bar{y}_i = \left(\frac{PIB_{it}}{PIB_{i0}}\right)^{1/(t-t_0)} - 1$ <sup>21</sup>, luego computar el desvío respecto a su tendencia:  $y_{it}^d = y_{it} - \bar{y}_i$  y transformar el modelo anterior en:

$$y_{it}^d = \beta_{cs}d_{ics} + \beta_{bs}d_{ibs} + \beta_{ds}d_{ids} + \beta_{2008s}d_{i2008s} + \mu_{it} \quad (5)$$

Al computar  $y_{it}^d$ , los efectos fijos individuales y el término de intercepto quedan eliminados y el vector de estimadores de efectos fijos  $\beta_{FE}$  puede estimarse por OLS.

Sobre el modelo anterior, existen algunos aspectos relevantes a destacar. En primer lugar, la elección de la variable explicada obedece a que permite analizar la evolución de la dinámica económica sobre una base estandarizada para todos los países y considerar factores específicos de cada economía. Por lo tanto,  $\beta_{js}$  mide el efecto condicional de una crisis del tipo  $j$  sobre  $y_{it}^d$ . En la misma línea,  $\beta_{2008s}$  es interpretable como el efecto temporal para el período relativo a 2008, que es análogo a incluir controles que midan los efectos temporales.

<sup>21</sup> La cantidad de años es igual a 35 excepto para algunas economías en las que no se disponen de datos. La proporción de países bajo estas últimas circunstancias es mínima.

Adicionalmente, en la especificación anterior cada crisis es concebida en forma separada del resto, incluso si el país  $i$  experimenta varios tipos de crisis simultáneamente. Esto significa que las crisis de diferente naturaleza están diferenciadas, siendo una desventaja del modelo y evita la consideración de analizar si los episodios forma parte de un único evento o bien responden a circunstancias diferentes. No obstante, incorporar estas cuestiones a través de interacciones entre crisis implicaría incrementar sensiblemente la cantidad de parámetros a estimar y generaría un problema de eficiencia que, dada la cantidad de registros disponibles, afectaría la precisión de las estimaciones. De todas formas, cuando dos o más crisis se producen de manera simultánea (o comparten ciertos años en común en sus respectivas ventanas de tiempo), entonces el impacto sobre la variable respuesta puede obtenerse como la suma de los parámetros asociados. Por ejemplo, habiendo estimado el modelo y suponiendo que un mismo país experimentó una crisis cambiaria y bancaria, entonces el desvío esperado de ambas crisis resultaría  $\hat{\beta}_{CS} + \hat{\beta}_{BS}$  (asumiendo que ambos episodios comenzaron en el mismo año).

Finalmente, como pueden existir diferencias sustanciales en la dinámica de las crisis entre economías desarrolladas y emergentes, cada país queda clasificado en una u otra categoría según la clasificación del FMI y las regresiones se corren para cada subgrupo<sup>22</sup>, reportando los resultados en Tabla 2C del Apéndice C. Como síntesis general antes de analizar los resultados, es posible notar que las crisis cambiarias fueron los episodios más frecuentes, independientemente del tipo de economía. Las crisis bancarias también han sido relativamente frecuentes pero los episodios de deuda estuvieron casi exclusivamente concentrados en las economías emergentes. Recientemente, los episodios en los PIIGS<sup>23</sup> e Islandia constituyeron evidencia novedosa ya que la intervención de organismos internacionales y supranacionales fue necesaria para evitar el incumplimiento de sus compromisos soberanos.

Los resultados obtenidos brindan perspectivas interesantes sobre las dinámicas de las crisis que pueden considerarse al momento de realizar proyecciones, adoptar programas de política económica y analizar la sostenibilidad de la deuda. En primer lugar, el efecto negativo de una crisis, *ceteris paribus*, sobre el nivel de producto es mayor en economías emergentes (EME) que en avanzadas (ADV). Entre algunos aspectos característicos que pueden explicar estas diferencias y la magnitud de la crisis en general se ubican el marco institucional, el stock capital humano, la eficacia de la intervención estatal en los diferentes tipos de eventos y los incentivos de las instituciones internacionales y otros países a actuar adecuadamente.

Otra regularidad empírica que surge (Gráfico 8) es que en una crisis cambiaria típica tarda hasta 2 años retomar un ritmo de crecimiento de largo plazo para una economía emergente mientras que en una avanzada el tiempo promedio es menor. Además, las economías desarrolladas suelen tener un crecimiento económico ligeramente mayor al tendencial en los años previos, pero esto no se verifica en las emergentes.

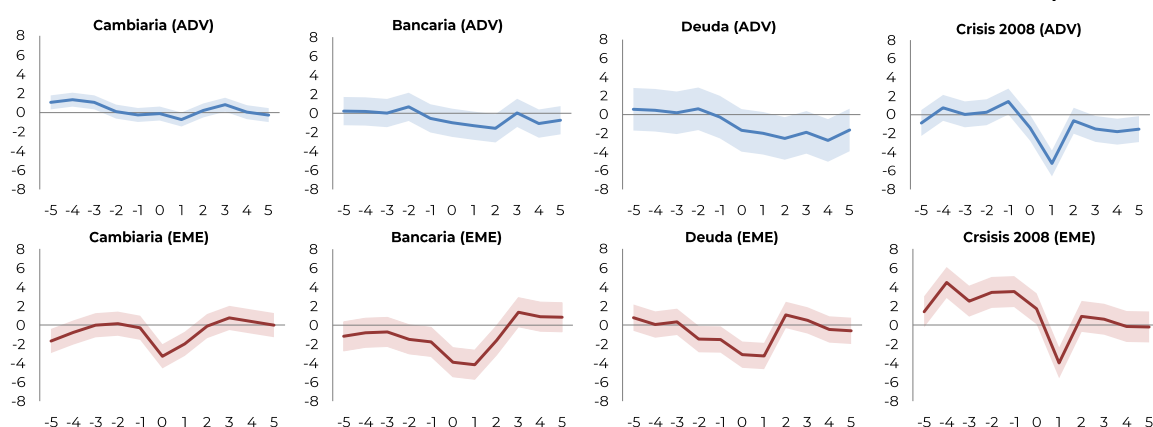
---

<sup>22</sup> La Tabla 2C reporta la estimación para toda la muestra y luego los resultados de la regresión para economías desarrolladas y emergentes por separado. Estas últimas son las consideradas en el análisis del Gráfico 8.

<sup>23</sup> Portugal, Italia, Irlanda, Grecia y España, por sus siglas en inglés.



**GRÁFICO 8. DESVÍO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA TENDENCIA 1980-2015,**



En tanto, la evidencia muestra que la dinámica del producto durante una crisis bancaria es relativamente peor que una cambiaria y que sus efectos negativos son más persistentes, independientemente del nivel de desarrollo de la economía. A pesar de que en los países emergentes el desvío es mayor durante la crisis respecto los desarrollados, en ambos casos requiere 2 años cerrar dicha brecha y, además, los efectos pueden identificarse incluso en la fase previa al año de comienzo de la crisis ( $s = 0$ ). Dentro en las economías avanzadas existe cierta aceleración del crecimiento 2 años antes de la crisis y, en forma opuesta, para las emergentes el crecimiento se ralentiza en los años previos. Adicionalmente, entre estos últimos el desvío alcanza su máximo entre  $s = 0$  y  $s = 1$ , y a partir de  $s = 3$  toma signo positivo, entendido como la fase de recuperación económica en el cual comienza a cerrarse la brecha de producto. Finalmente, entre los desarrollados, los peores efectos se advierten al segundo año y luego a partir del tercero se reduce el diferencial entre la tasa de crecimiento observada y la potencial.

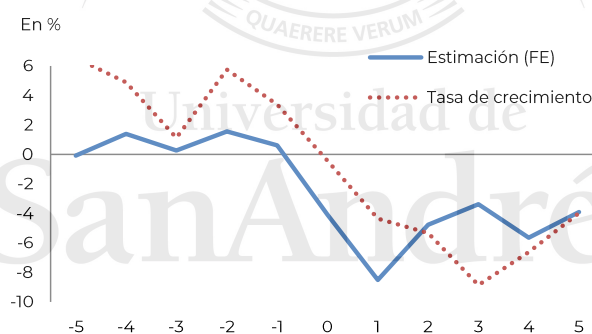
Las crisis de deuda muestran que los efectos son heterogéneos entre economías emergentes y avanzadas. Entre las primeras, que históricamente concentran la mayor proporción de casos (86% del total), se distingue que entre 5 y 4 años antes de la crisis la tasa de crecimiento es levemente superior al promedio y que ya 2 años antes puede observarse un cambio de la dinámica económica, operando por debajo de su potencial. Los peores efectos de estos episodios se concentran en el año de la crisis y en el posterior siendo, tal vez, de los sucesos más disruptivos. A partir de entonces, típicamente las economías muestran una recuperación cuya tasa de crecimiento converge al promedio en las economías emergentes. Esta convergencia puede ser resultado de un rebote por la contracción acumulado durante los 3 años previos. Entre las economías avanzadas la dinámica muestra la persistencia de los efectos ya que varios después la tasa de crecimiento sigue por debajo de la potencial. No obstante, vale destacar que este resultado puede estar influenciado por la cantidad de casos y, especialmente por la naturaleza de la recesión reciente en los países europeos afectados.

Finalmente, entre los países que sufrieron algún tipo de crisis, la crisis de 2008 muestra un comportamiento similar entre emergentes y economías avanzadas, aun cuando los emergentes mostraban *ex-ante* un mayor dinamismo relativo que los desarrollados.

La contribución de la estimación y del análisis precedente es que entonces puede construirse una predicción del crecimiento para una economía típica que experimenta varias crisis en simultáneo (por caso, Grecia). Analistas y *policy-makers*, ante posibles eventos disruptivos, pueden construir diferentes escenarios esperados a partir de combinar uno o más eventos críticos, evitando los costos de sobreestimar el crecimiento y mejorando el *timing* y acciones de sus políticas.

A partir del modelo estimado, el Gráfico 9 muestra el comportamiento de la tasa de crecimiento estimada<sup>24</sup> por el modelo para una economía desarrollada que enfrenta simultáneamente una crisis bancaria y de deuda soberana durante el año 2008, como ocurrió en el caso de Grecia. La comparación con la tasa de crecimiento observada permite ver que la dinámica resulta similar pre y post crisis aunque el modelo predice una recuperación más rápida que la efectivamente observada en el caso griego. Estos resultados terminan por dimensionar la magnitud de la crisis y la necesidad de considerar elementos específicos de cada país a la hora de realizar los análisis prospectivos. Por ejemplo, mientras que para una economía típica la tasa de crecimiento registra un valor mínimo en el primer año posterior a la crisis, en el caso griego esto ocurrió recién al tercer año. En cambio, para el cuarto y quinto año post crisis la velocidad de crecimiento estimada y observada son similares y constituye un resultado que vale tener en cuenta en los ejercicios de *forecasting*.

**GRÁFICO 9. TASA DE CRECIMIENTO OBSERVADA Y ESTIMADA POR EFECTOS FIJOS PARA LA FASE DE CRISIS EN GRECIA (EN %)**



Debido a que la utilización de este modelo como herramienta alternativa para los analistas implica reconocer posibles puntos de inflexión en la dinámica económica (a priori desconocidos para los analistas) y advertir cambios de tendencia, la literatura internacional ha abordado la construcción de conjuntos de indicadores líderes para distinguir señales de crisis de falsas alarmas, como Kaminsky & Reinhart (1999). Los autores los clasifican de acuerdo a su capacidad predictiva de corto plazo e incluyen variables financieras, de la economía real, del sector externo y público<sup>25</sup>. Entre los de mejor desempeño destacan la tasa de interés, la relación oferta de dinero y reservas (M2/Reservas), los términos de intercambio y exportaciones, el nivel de producto y los precios de los activos financieros. Retrospectivamente, si estos indicadores hubieran sido utilizados, entonces habrían permitido

<sup>24</sup> Para simplificar el gráfico muestra la tasa de crecimiento estimada (y no el desvío de su tendencia de largo plazo).

<sup>25</sup> Ver Tabla 1C del Apéndice C para la lista completa de variables que permiten reconocer potenciales crisis bancarias y de balanza de pagos.

advertir el inicio y dimensión de la crisis de Grecia desde 2008<sup>26</sup>, constituyendo los elementos que facilitan el uso de este modelo. Si bien otras de las variables no muestran señales contemporáneas, sí lo hacen con relativamente poco rezago lo que es información valiosa para los analistas al momento de determinar la duración del evento. En su conjunto, la evolución del producto y de las exportaciones, el aumento en la tasa de desempleo y el colapso de los precios de los activos en el mercado de valores sumado los déficits fiscal y externos constituyeron señales de una posible crisis. Entre los indicadores que tienen cierto rezago, la suba en el rendimiento de los bonos soberanos, el incremento del stock de deuda y la caída del ratio M2/Reservas constituyeron un segundo conjunto de indicadores.

## VI. UTILIZACIÓN DE MODELOS Y COMENTARIOS FINALES

Uno de los objetivos de este trabajo es explorar diferentes herramientas con las que pueden contar analistas, instituciones y *policy makers* al momento de establecer sus proyecciones del nivel de actividad económica. Por la naturaleza del ejercicio, su precisión es fundamental en las decisiones y planes económicos.

Como se muestra en la primera parte de la investigación, los modelos estimados a través de la metodología VAR generan proyecciones más precisas que las del Fondo Monetario Internacional, sin por ello estar exentas de dificultades, especialmente en la rapidez con la que capturan la nueva tendencia del producto bajo ciertos contextos de crisis. El modelo de Efectos Fijos (EF) es presentado como una alternativa y, entonces, resta evaluar el desempeño relativo de ambas propuestas aplicado al caso griego.

El Gráfico 10 muestra recursivamente la evolución del producto real y proyectado por el modelo VAR (con mejor desempeño) y EF en cada año ( $t$ ) entre 2008 y 2014. Cada año en el que se realiza la proyección es indexado a 100 y los 3 posteriores conforman el período estimado. Para dar cuenta de la precisión de cada modelo, el análisis incorpora la evolución real del PIB de Grecia. Durante los primeros años de la crisis el modelo EF resulta más apropiado para construir proyecciones de la actividad y puede advertir rápido cuál sería la dinámica económica bajo ese contexto. En las primeras tres ventanas el error estimado del primer modelo (EF) es sensiblemente menor al del segundo (VAR) lo que sugiere que utilizar un VAR en escenarios en los cuales la economía esté comenzando a atravesar una crisis no evita la sobreestimación del crecimiento, aunque sí puede atenuar el sesgo del FMI. A la luz de los resultados, la utilización de estos modelos debe tener en cuenta estas consideraciones ya que sus *outputs* pueden derivar en recomendaciones de política económica equivocadas o menos efectivas.

A su vez, es importante notar que estos errores de predicción son particularmente relevantes en las primeras tres proyecciones. Mientras que el modelo de EF acierta el signo (negativo) de la tendencia y aproxima la evolución del producto con relativa precisión en las tres ventanas, el VAR muestra signo positivo, a partir de la dinámica del producto de los años anteriores.

---

<sup>26</sup> Para ver en detalle el comportamiento de cada uno de estos indicadores para el caso griego, ver el Gráfico 1C del Apéndice C.

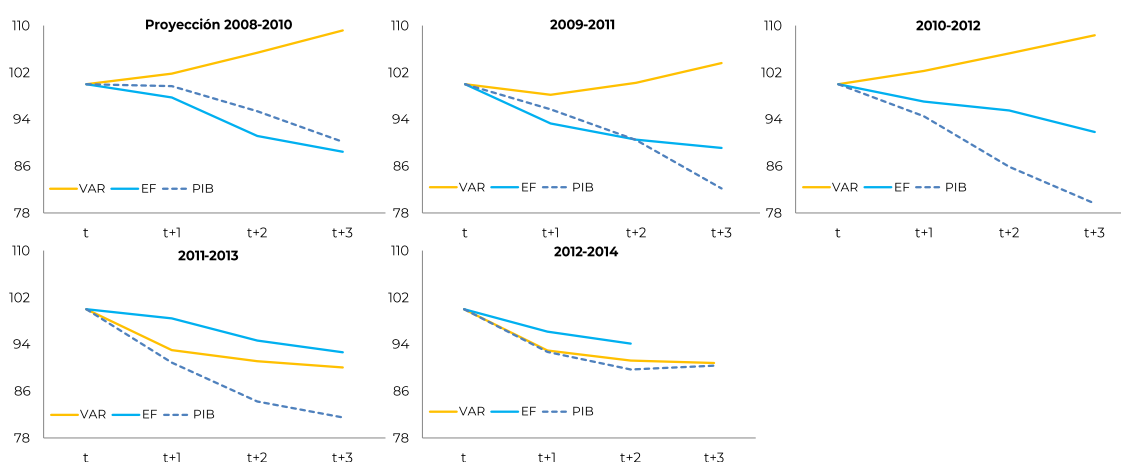
Analizando los resultados, la utilización del modelo de EF habría pronosticado una caída de producto de 11.5% acumulada (2007-2010) mientras que la registrada fue de 9.8%. En forma opuesta, el VAR estimaba crecimiento de 9.2%.

En tanto, las dinámicas proyectadas del PIB por ambos modelos en el segundo caso (proyección 2009-2011 y 2010-2012) resultan similares pero existen aspectos característicos de la evolución del producto que no logran ser capturados por ninguno de los dos modelos. Esto da cuenta de la gravedad de la crisis económica en Grecia y la escasez de herramientas disponibles actualmente que permitan identificar estos escenarios que a priori pueden resultar poco probables. A partir de la proyección 2011-2013 el VAR comienza a reportar un menor error que el modelo de EF y desde entonces lo supera.

Una primera conclusión de los resultados derivados de las primeras 3 proyecciones es que si los analistas hubieran podido identificar señales de crisis y, eventualmente, contado con estos resultados, entonces habrían podido optimizar sus decisiones y mejorado la efectividad de las acciones de política económica. En cambio, luego de 3 años de comenzada la crisis, el trabajo con modelos VAR habría sido útil para cuantificar la velocidad de la caída y el patrón de la recuperación económica.

Los dos últimos resultados nuevamente resaltan el beneficio de utilizar estos modelos ya que sus proyecciones son más precisas que un modelo que funcione como *benchmark* de crisis. Particularmente, el modelo de Efectos Fijos provee información sobre la evolución esperada inicial de la actividad económica condicional al tipo de crisis. Esta caracterización típica resulta útil para definir patrones de actividad cuando la economía está ante una posible crisis. Sin embargo, no es capaz de incorporar las idiosincrasias de cada economía. En este sentido, aunque el modelo VAR muestra inicialmente cierto rezago para dar cuenta de una caída del producto, luego gana en precisión (en relación a EF) cuando incorpora la suficiente información que permite describir la nueva dinámica económica.

**GRÁFICO 10. PROYECCIONES DEL MODELO VAR Y DE EFECTOS FIJOS (ÍNDICE, T = 100)**



A partir del análisis del desempeño de los modelos de series de tiempo durante las crisis, los resultados muestran que la sofisticación no siempre necesariamente contribuye a obtener predicciones más precisas, en este caso sobre la evolución del producto. Como se mostró, los

modelos VAR presentan falencias para caracterizar rápidamente la evolución del PIB en contextos en los cuales la economía comienza a experimentar una crisis e, inicialmente, replican la dinámica previa a la crisis. Esta conclusión es particularmente relevante para analistas y organismos internacionales de crédito, quienes regularmente requieren de la construcción de proyecciones para ejecutar políticas públicas y para el análisis de sostenibilidad de deuda, el cual deriva en recomendaciones de política económica. Ganar precisión es un requerimiento exigente pero necesario para mejorar la calidad de las políticas públicas, las recomendaciones de programas económicos y el timing de ejecución. Cerra, Panizza & Saxena (2013) ponen en relieve la importancia de las políticas fiscales y monetarias para aumentar la rapidez de la recuperación, siempre y cuando resulten las adecuadas dado el contexto económico. No obstante, lo anterior no implica que pueda prescindirse de ellos por varias razones.

En primer lugar, estos modelos sí demuestran tener una mejor performance relativo a los utilizados por las instituciones de crédito internacionales más relevantes como el FMI para el caso analizado. En casi todas las especificaciones propuestas para la economía griega el error de pronóstico de los modelos VAR es menor al del FMI. Segundo, el error de predicción es decreciente en el tiempo para las diferentes especificaciones lo que sugiere que a medida que el modelo incorpora información sobre episodios que han sido relativamente poco frecuentes y cuya probabilidad de ocurrencia es baja, entonces existe cierta corrección de la imprecisión lo que termina por arrojar proyecciones que anticipan adecuadamente la dinámica económica. Además, como se mostró en la sección IV, durante “tiempos tranquilos” la sofisticación de los modelos de proyecciones arroja una ganancia de precisión en relación a las derivadas de organismos internacionales e, incluso, genera estimaciones confiables. En consecuencia, este resultado justifica la necesidad de incluir estas herramientas en instituciones públicas y privadas.

Al explorar formulaciones alternativas para episodios de crisis, la estimación de la evolución de la tasa de crecimiento según su tipo resulta una alternativa complementaria que puede contribuir al análisis. Reconocer estos episodios de manera rápida no siempre es posible pero existen un conjunto de señales (variables macroeconómicas líderes) que permiten evaluar la probabilidad de experimentar una crisis a partir de su comportamiento las cuales fueron evaluadas para el caso griego, sugiriendo que al menos con un rezago de 1 año era posible identificar una crisis en proceso. De forma tal, ajustar las proyecciones a tal contexto estaba al alcance de analistas e instituciones y algunos pronósticos podrían haber sido mejorados o revisados.

Finalmente, todo lo anterior destaca la necesidad de analistas e instituciones económicas de contar con un conjunto de herramientas amplio y variado, que sea lo suficientemente flexible para identificar episodios de inestabilidad macroeconómica y advertir sobre la aplicabilidad de los programas económicos. Sobreestimar el crecimiento económico tiene un enorme costo que puede contribuir a generar efectos negativos persistentes a través de políticas equivocadas. La sofisticación de los modelos no siempre mejora su precisión pero,

como se muestra en este trabajo, aporta positivamente a la calidad de las estimaciones respecto a las que actualmente usan organismos internacionales de primer orden global.



Universidad de  
**San Andrés**

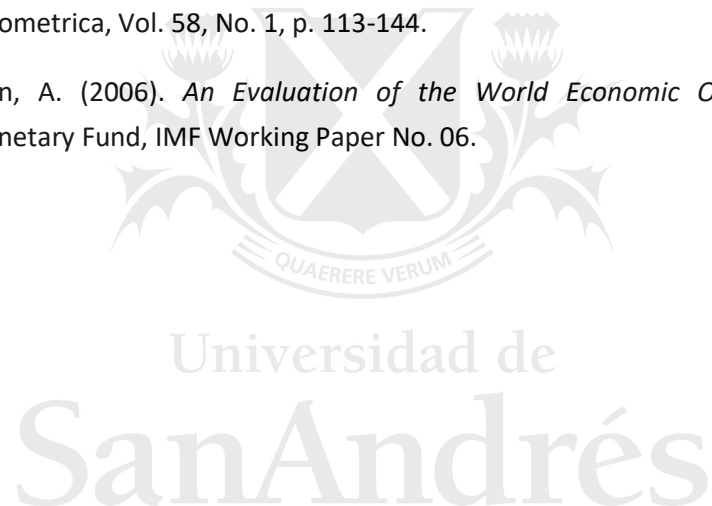
## VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bai, J. (2000). *Vector Autoregressive Models with Structural Changes in Regression Coefficients and in Variance-Covariance Matrices*. China Economics and Management Academy, Central University of Finance and Economics, CEMA Working Papers 24.
- [2] Ballabriga, F., Álvarez, L. y Jareño Morago, J. (1998). *Un modelo macroeconómico BVAR para la economía española: metodología y resultados*. Banco de España.
- [3] Basco, E., D'Amato, L. y Gargnani, L. (2006). *Crecimiento monetario e inflación: Argentina 1970-2005*. Banco Central de la República Argentina, Documentos de Trabajo 2006 | 13.
- [4] Boughton, J. (1997). *Modelling the World Economic Outlook at the IMF: A Historical Review*. IMF Working Papers 97/48, International Monetary Fund.
- [5] Bordo, M. et al (2001). *Is the crisis problem growing more severe?* Economic Policy, Vol. 16, No. 32, p. 51-82.
- [6] Canova, F. y Ciccarelli, M. (2009). *Estimating Multicountry VAR Models*. International Economic Review, Vol. 50, No. 3, p. 929-959.
- [7] Cerra, V., Panizza, U. y Saxena, S., 2013. *International Evidence on Recovery from Recessions*. Contemporary Economic Policy, Vol. 31, No. 2, p. 424-439.
- [8] Cerra, V. y Saxena, S. (2008). *Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery*. American Economic Review, Vol. 98, No. 1, p. 439-57.
- [9] Cerra, V. y Saxena, S. (2017). *Booms, Crises, and Recoveries: A New Paradigm of the Business Cycle and its Policy Implications*. IMF Working Paper No. 17/250, 32.
- [10] Clark, T. y McCracken, M. (2006). *Averaging forecasts from VARs with uncertain instabilities*. Research Working Paper RWP 06-12, Federal Reserve Bank of Kansas City.
- [11] Clark, T. y McCracken, M. (2013). *Evaluating the Accuracy of Forecasts from Vector Autoregressions*. Working Papers 2013-010, Federal Reserve Bank of St. Louis.
- [12] Classen, S. et al (2013). *Understanding Financial Crisis: Causes, Consequences and Policy Responses*. Koç University-TUSIAD Economic Research Forum Working Papers 1301, Koc University-TUSIAD Economic Research Forum.
- [13] Doan, T., Litterman, R. and Sims, C. (1983). *Forecasting and Conditional Projection Using Realistic Prior Distributions*. NBER Working Paper No. w1202.
- [14] Félix, M. y Nunes, L. (2002). *Forecasting Euro Area Aggregates with Bayesian VAR and VECM Models*. Banco de Portugal, Economics and Research Department, Working Papers w200304.

- [15] Frenkel, J. y Rose, A. (1996). Currency crashes in emerging markets: an empirical treatment. International Finance Discussion Papers 534, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- [16] Gourinchas, P. y Obstfeld, M. (2011). *Stories of the Twentieth Century for the Twenty-First*. American Economic Journal: Macroeconomics, American Economic Association, Vol. 4, No. 1, p. 226-65.
- [17] Hamilton, J. (2017). *Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter*. NBER Working Papers 23429, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [18] Hardouvelis, G. et al (2008). *Greece: Macro Monitor – Effects of world economic slowdown increasingly evident*. Eurobank EFG Economic Research, p. 33.
- [19] Heymann, D. y Guzmán, M. (2015). *The IMF Debt Sustainability Analysis: Issues and Problems*. Journal of Globalization and Development, De Gruyter, Vol. 6, No. 2, p. 387-404.
- [20] Heymann, D. y Leijonhufvud, A. (2014). *Multiple Choices. Economic Policies in Crisis*. International Economic Association, Life After Debt (Stiglitz, J. y Heymann, D.), p. 309-316.
- [21] International Monetary Fund (2002). *Assessing Sustainability*. Prepared by the Policy Development and Review Department.
- [22] Kaminsky, G. (2003). *Varieties of Currency Crises*. NBER Working Paper No. w10193.
- [23] Kaminsky, G. y Reinhart, C. (1999). *The Twin Crises: The Causes of Banking and Balance-of-Payments Problems*. The American Economic Review, Vol. 89, No. 3, p. 473-500.
- [24] Iacovello, M. (2001). *Short-Term Forecasting: Projecting Italian GDP, One Quarter to Two Years Ahead*. International Monetary Fund, Working Paper No. 01/109
- [25] Laeven, L. & Valencia, F. (2010). *Resolution of Banking Crises; The Good, the Bad, and the Ugly*. IMF Working Papers 10/146, International Monetary Fund.
- [26] Litterman, R. (1985). *Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions – Five Years of Experience*. Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 4, No. 1, p. 25-38.
- [27] Lupoletti, W. y Webb, R. (1986). *Defining and Improving the Accuracy of Macroeconomic Forecasts: Contributions from a VAR Model*. The Journal of Business. Vol. 59, No. 2, Part 1, p. 263-285.
- [28] Marcellino, M, Stock, J. y Watson, M. (2003). *Macroeconomic Forecasting in the Euro Area: Country Specific versus Area-wide Information*. European Economic Review; No. 47, p. 1-18.
- [29] Martin, M., Munyan, T. y Wilson, A. (2015). *Potential Output and Recessions: Are We Fooling Ourselves?*. International Finance Discussion Papers 1145, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).

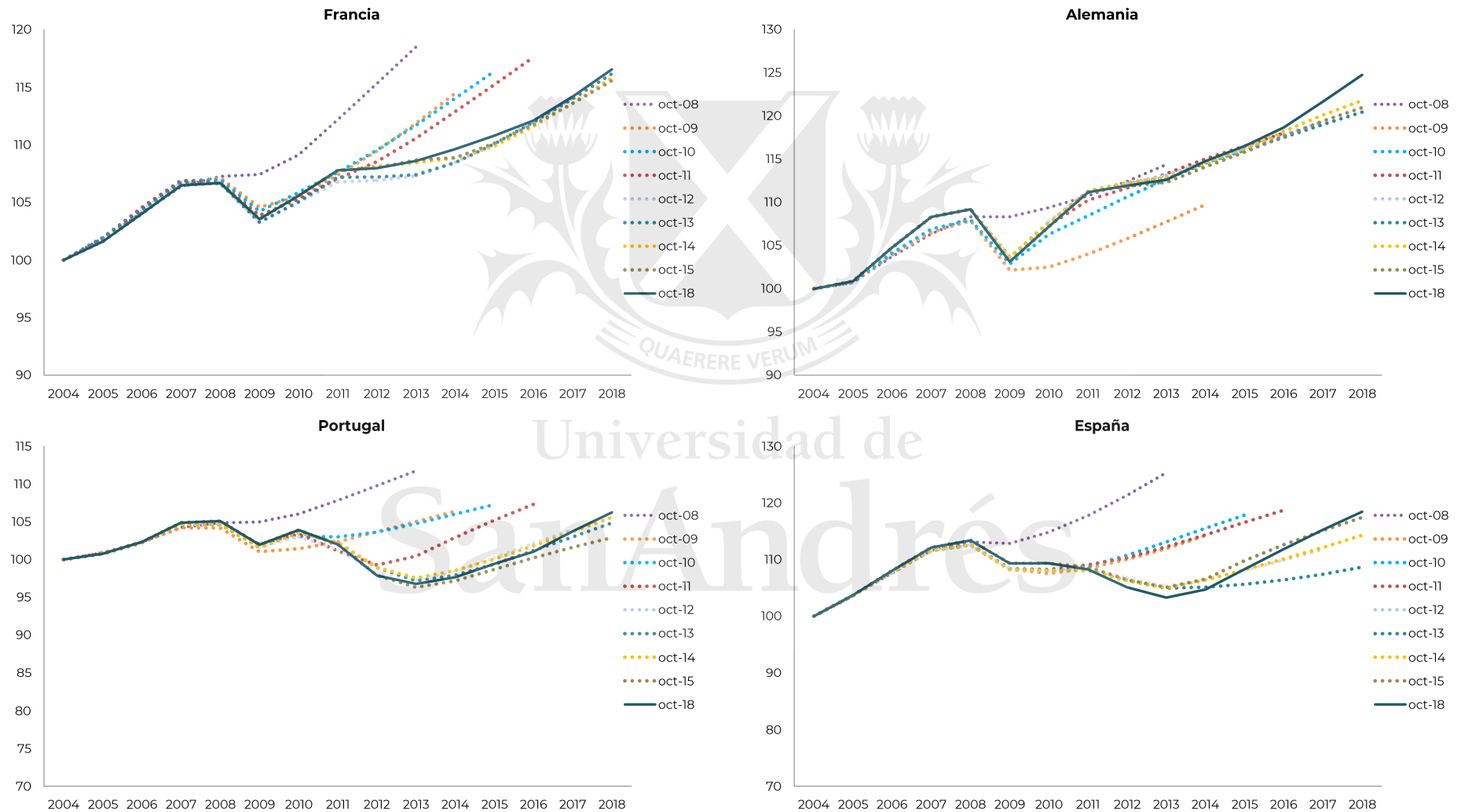


- [30] Pilstrom, P. y Pohl, S. (2009). *Forecasting GDP Growth: The Case of the Baltic States*. Jonkoping University.
- [31] Reinhart, C., Reinhart, V. y Rogoff, K. (2012). *Debt Overhangs: Past and Present*. NBER Working Papers 18015, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [32] Robertson, J. y Tallman, E. (1999). *Vector Autoregressions: Forecasting and Reality*. Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review. Vol. 84, No. 1, p. 4–18.
- [33] Rosnick, D. y Weisbrot, M. (2007). *The IMF's Flawed Growth Projections For Argentina and Venezuela*. CEPR Publications.
- [34] Sargent, T. (2010). *Interview with Thomas Sargent*. Federal Reserve Bank of Minneapolis en <https://www.minneapolisfed.org/publications/the-region/interview-with-thomas-sargent>
- [35] Sims, C. (1980). *Macroeconomics and reality*. *Econometrica*, Vol. 48, No. 1, p. 1-48.
- [36] Sims, C., Stock, J. y Watson, M. (1990). *Inference in Linear Time Series Models with some Unit Roots*. *Econometrica*, Vol. 58, No. 1, p. 113-144.
- [37] Timmermann, A. (2006). *An Evaluation of the World Economic Outlook Forecasts*. International Monetary Fund, IMF Working Paper No. 06.

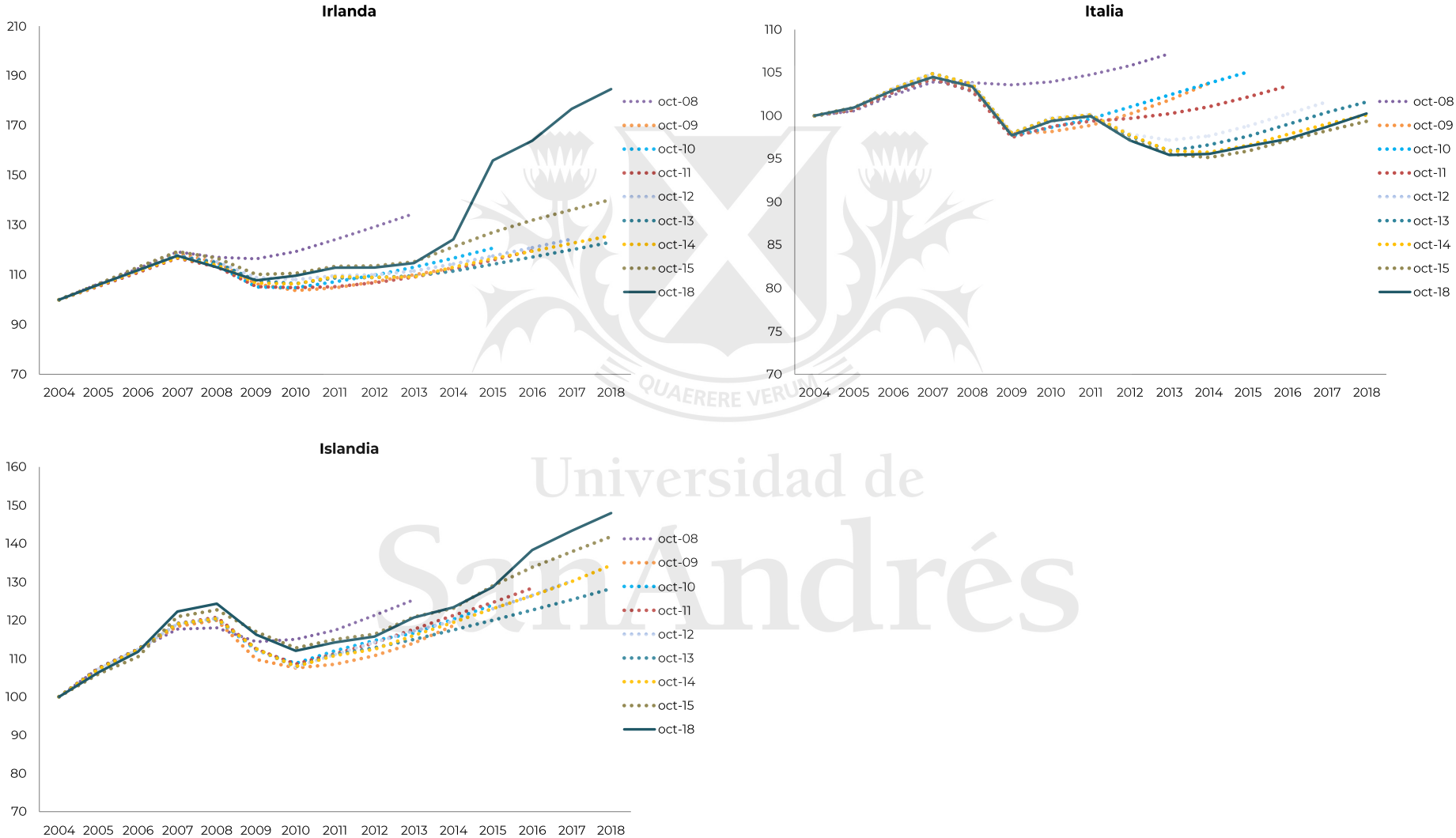


## APÉNDICE A

**GRÁFICO 1A. PIB REAL Y PROYECCIONES DEL FMI PARA PAÍSES DE LA EUROZONA (PRECIOS CONSTANTES, ÍNDICE 2004=100). AÑOS 2004-2018.**



**GRÁFICO 1A. (CONT.)**



En el caso de Irlanda, la economía en 2015 creció 26.3% como resultado de la revisión de las Cuentas Nacionales. Por su política tributaria, las empresas extranjeras establecidas en el país fueron incluidas en el cálculo del valor agregado.

## APÉNDICE B

La Tabla 1B detallada los resultados del test de raíz unitaria de Dickey-Fuller (ADF) para las variables en niveles y en primeras diferencias, incluyendo diferentes opciones en la formulación del test que incluyen la especificación con intercepto y con tendencia determinística. Las variables son introducidas en logaritmos a excepción de aquellas que representan proporciones que pueden tomar valores negativos y que son estacionarias en forma teórica (ej.: balance fiscal). Los *p-values* reportados en la segunda columna de la tabla indican que cuando no se rechaza la hipótesis nula, entonces se calcula la variable en primeras diferencias y se vuelve a correr el test. Si bien el test de DF es el más popularmente utilizado en la literatura, el test de Phillips-Perron arrojó resultados alineados con los anteriores.

**TABLA 1B. TEST DE DICKEY-FULLER (ADF) PARA LA DETECCIÓN DE RAÍZ UNITARIA (P-VALUES REPORTADOS)**

Variable	Abreviación	Nivel			Primera diferencia			Segunda diferencia		
		(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
Producto Bruto Interno	GDP/PIB	0.434	0.960	0.904	0.026	0.060	0.003	-	-	-
Consumo	Consump	0.858	0.059	0.993	0.000	0.000	0.000	-	-	-
Exportaciones	Export	0.511	1.000	0.998	0.000	0.000	0.000	-	-	-
Desempleo	Unemp	0.866	0.532	0.902	0.005	0.018	0.001	-	-	-
Tasa de interés	Bond/B10y	0.498	0.734	0.494	0.000	0.000	0.000	-	-	-
Índice de precios	IPC	0.056	0.799	0.601	0.634	0.133	0.049	0.000	0.000	0.000
Oferta monetaria	M2	0.001	0.915	0.977	0.031	0.000	0.068	-	-	-
Tipo de Cambio Real Efectivo	REER	0.713	0.313	0.219	0.000	0.000	0.000	-	-	-
Balance Fiscal	FBalance	0.532	0.703	0.233	0.082	0.155	0.008	-	-	-

Referencias: (A) Intercepto; (B) Tendencia e intercepto; (C) Ninguna

A partir de la tabla anterior, el orden de integración de cada variable y la especificación de cada modelo entre los 4 inicialmente testeados es descrito por la Tabla 2B. En modo general, casi la totalidad de las 9 variables inicialmente establecidas son introducidas en primera diferencia en los modelos a excepción del IPC cuya tendencia es persistente y debe ser incluida en segunda diferencia en M2.

**TABLA 2B. COMPOSICIÓN DE LOS MODELOS Y ORDEN DE INTEGRACIÓN DE LAS VARIABLES A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL TEST ADF**

Variable	Abreviación	Modelo			
		M1	M2	M3	M4
Producto Bruto Interno	GDP/PIB	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
Consumo	Consump	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
Exportaciones	Export	I(1)			I(1)
Desempleo	Unemp	I(1)	I(1)	I(1)	
Tasa de interés	Bond/B10y	I(1)		I(1)	I(1)
Índice de precios	IPC		I(2)		
Oferta monetaria	M2		I(1)	I(1)	
Tipo de Cambio Real Efectivo	REER	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
Balance Fiscal	FBalance				I(1)

En este trabajo la selección de los modelos y de la muestra se realiza a partir del análisis del desempeño medio de las especificaciones, a través del RMSE y MAPE. No obstante, los modelos también son estimados con la muestra no restringida de forma tal de verificar su

desempeño para cada ventana de proyección perteneciente al período 2008q1 – 2014q4 (5 ventanas móviles de 12 trimestres cada una). Por lo tanto, también quedan especificados a continuación los resultados de la selección de los modelos, las pruebas de diagnóstico y los ejercicios de predicción y análisis de desempeño.

**TABLA 3B. LAG ÓPTIMO SEGÚN MODELO Y VENTANA DE PROYECCIÓN PARA LA MUESTRA NO RESTRINGIDA**

Modelo	Muestra	Ventana de proyección	Lag óptimo	
			Rezagos	Criterio
M1			1	FPE-AIC-HQ
M3	No restringida	2008q1-2014q4	3	LR
M4			5	LR-FPE-AIC

Del test Breusch-Godfrey, los estadísticos de prueba y *p-values* asociados indican que no se rechaza la hipótesis de no autocorrelación de errores para los primeros 8 lags para los modelos M1, M3 y M5 de 1, 3 y 5 rezagos respectivamente.

**TABLA 4B. RESULTADOS DEL TEST DE AUTOCORRELACIÓN DE ERRORES BREUSCH-GODFREY (MUESTRA NO RESTRINGIDA)**

Ventana proyección	Lags	M1		M3		M4	
		LM	p-value	LM	p-value	LM	p-value
2008q1-2014q4	1	49.2	0.07	31.9	0.66	29.0	0.79
	2	50.4	0.06	40.4	0.28	29.4	0.77
	3	51.5	0.05	51.5	0.06	27.8	0.84
	4	49.9	0.06	27.8	0.83	41.1	0.26
	5	31.8	0.67	31.2	0.70	44.8	0.15
	6	46.0	0.12	49.2	0.07	31.8	0.67
	7	29.2	0.78	30.7	0.72	25.2	0.91
	8	55.0	0.02	30.5	0.73	33.6	0.58

En tanto, los resultados obtenidos del test de heteroscedasticidad de White muestran que no se rechaza la hipótesis de homoscedasticidad de errores para M3 y M4 pero sí para M1 a un nivel de significatividad del 5%. Por lo tanto, se toma en consideración este resultado para el reporte de los resultados pese a que, igualmente, se reportan las proyecciones de M1 únicamente a efectos de comparabilidad y de establecer las relaciones entre la muestra restringida y no restringida.

**TABLA 5B. RESULTADOS DEL TEST DE HETEROSCEDASTICIDAD DE WHITE (MUESTRA NO RESTRINGIDA)**

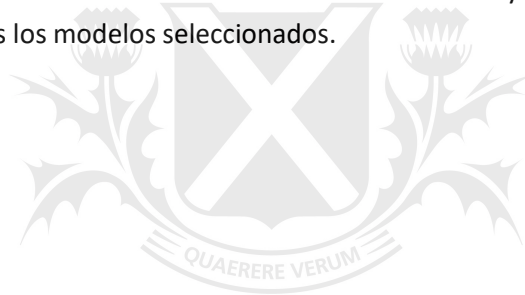
Modelo	Chi-sq	p-value
M1	299.8	0.02
M3	727.3	0.77
M4	1306.2	0.18

El test de normalidad de errores Jarque-Bera indica que se debe rechazar la hipótesis de normalidad de los errores, tanto para la estimación con la muestra restringida como para la muestra no restringida.

**TABLA 6B. TEST DE NORMALIDAD DE ERRORES JARQUE-BERA  
(P-VALUES REPORTADOS)**

Muestra	Componente	M1		M3		M4	
		J-B	p-value	J-B	p-value	J-B	p-value
Restringida	1	11.7	0.00	12.74	0.00	19.99	0.00
	2	2.2	0.33	7.04	0.03	3.61	0.16
	3	8.2	0.02	0.26	0.88	0.36	0.84
	4	1.9	0.40	12.96	0.00	1.73	0.42
	5	1.4	0.50	0.49	0.78	10.19	0.01
	6	9.5	0.01	6.32	0.04	8.17	0.02
	<b>Joint</b>	<b>34.8</b>	<b>0.001</b>	<b>39.82</b>	<b>0.000</b>	<b>44.05</b>	<b>0.000</b>
No restringida	1	56.4	0.00	31.03	0.00	33.39	0.00
	2	9,548.2	0.00	7,032.95	0.00	7,051.98	0.00
	3	16.2	0.00	86.58	0.00	180.83	0.00
	4	72.7	0.00	72.07	0.00	3.61	0.16
	5	230.7	0.00	2.13	0.34	64.03	0.00
	6	68.0	0.00	18.33	0.00	66.41	0.00
	<b>Joint</b>	<b>9,992.2</b>	<b>0.000</b>	<b>7,243.08</b>	<b>0.000</b>	<b>7,400.25</b>	<b>0.000</b>

Finalmente, los siguientes gráficos (1B-3B) muestran los resultados de las funciones impulso-respuesta de los modelos estimados con ambas muestras y el 4B los resultados de las proyecciones construidas los modelos seleccionados.

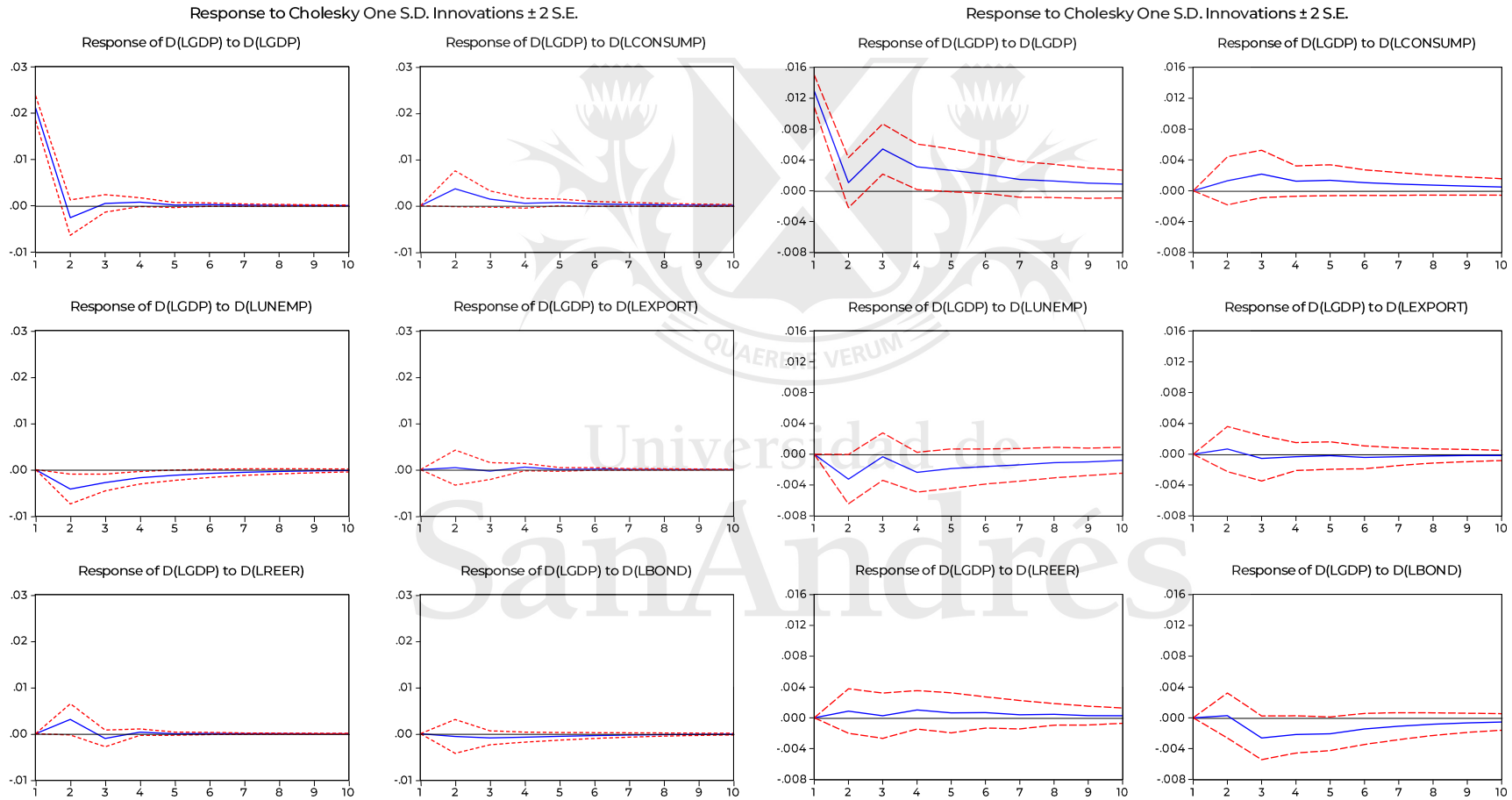


Universidad de  
**San Andrés**

**GRÁFICO 1B. FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA DEL MODELO 1 SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA**

**MUESTRA NO RESTRINGIDA**

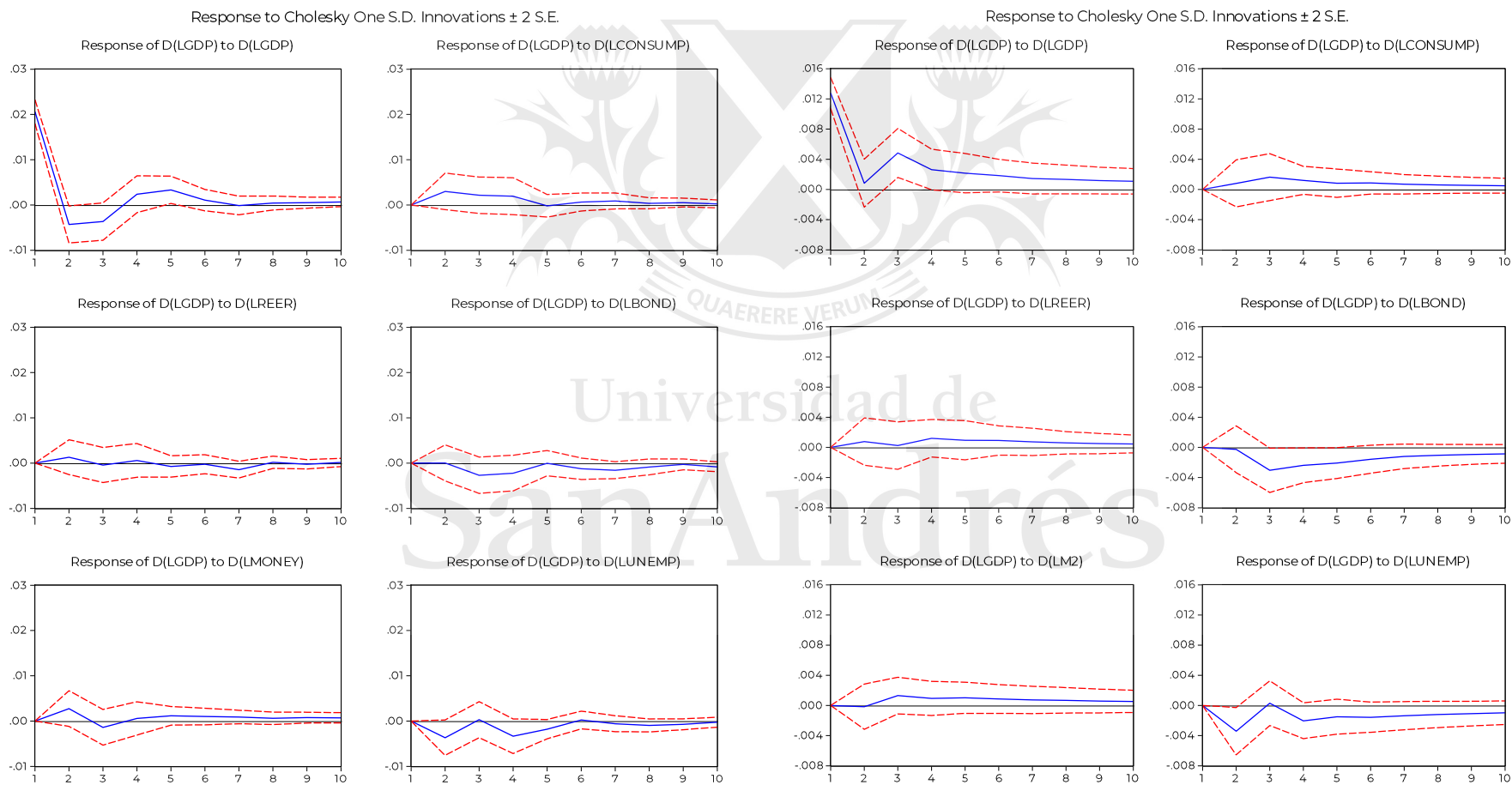
**MUESTRA RESTRINGIDA**



**GRÁFICO 2B. FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA DEL MODELO 3 SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA**

**MUESTRA NO RESTRINGIDA**

**MUESTRA RESTRINGIDA**

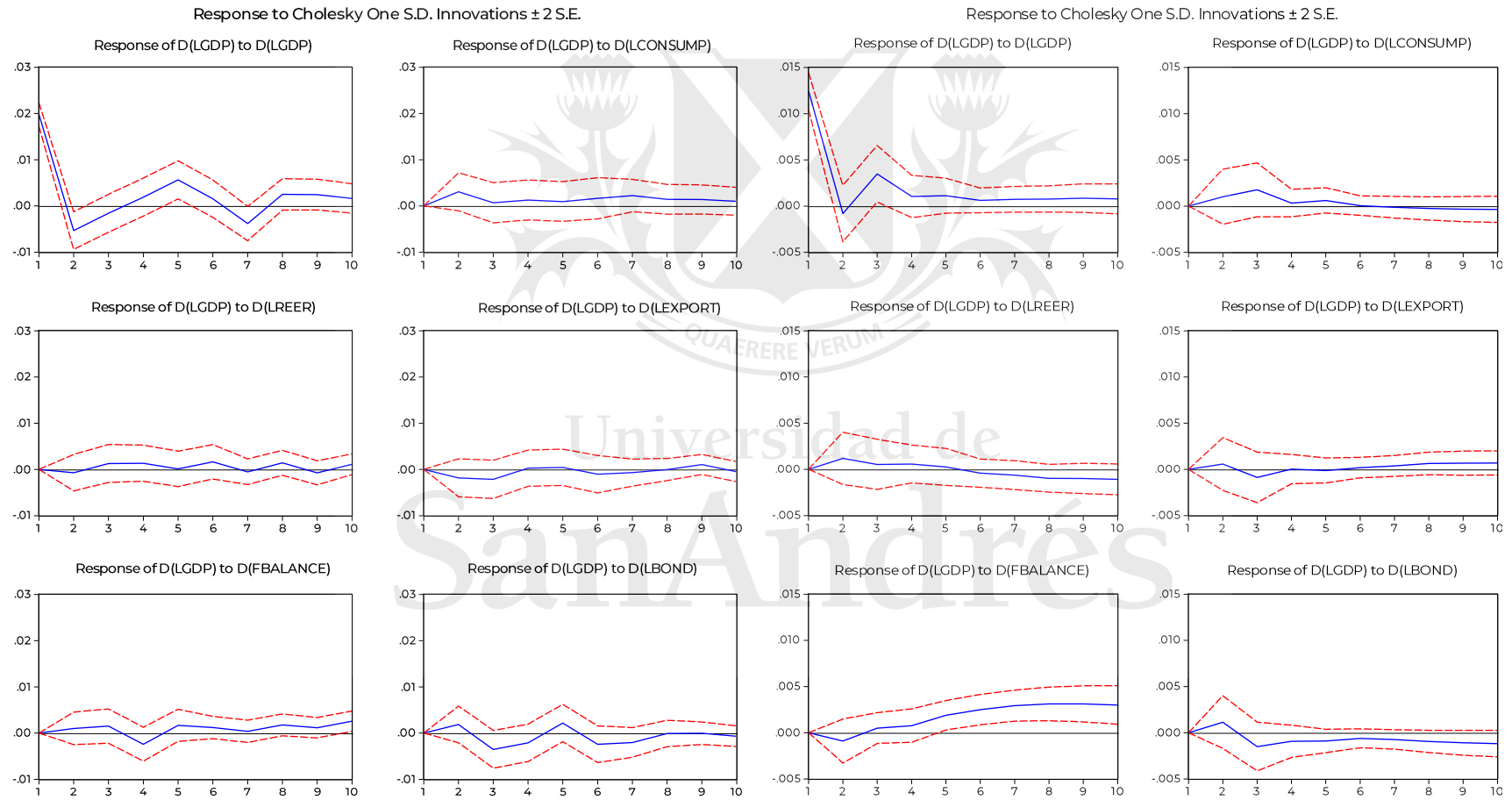




**GRÁFICO 3B. FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA DEL MODELO 4 SEGÚN TAMAÑO DE MUESTRA**

**MUESTRA NO RESTRINGIDA**

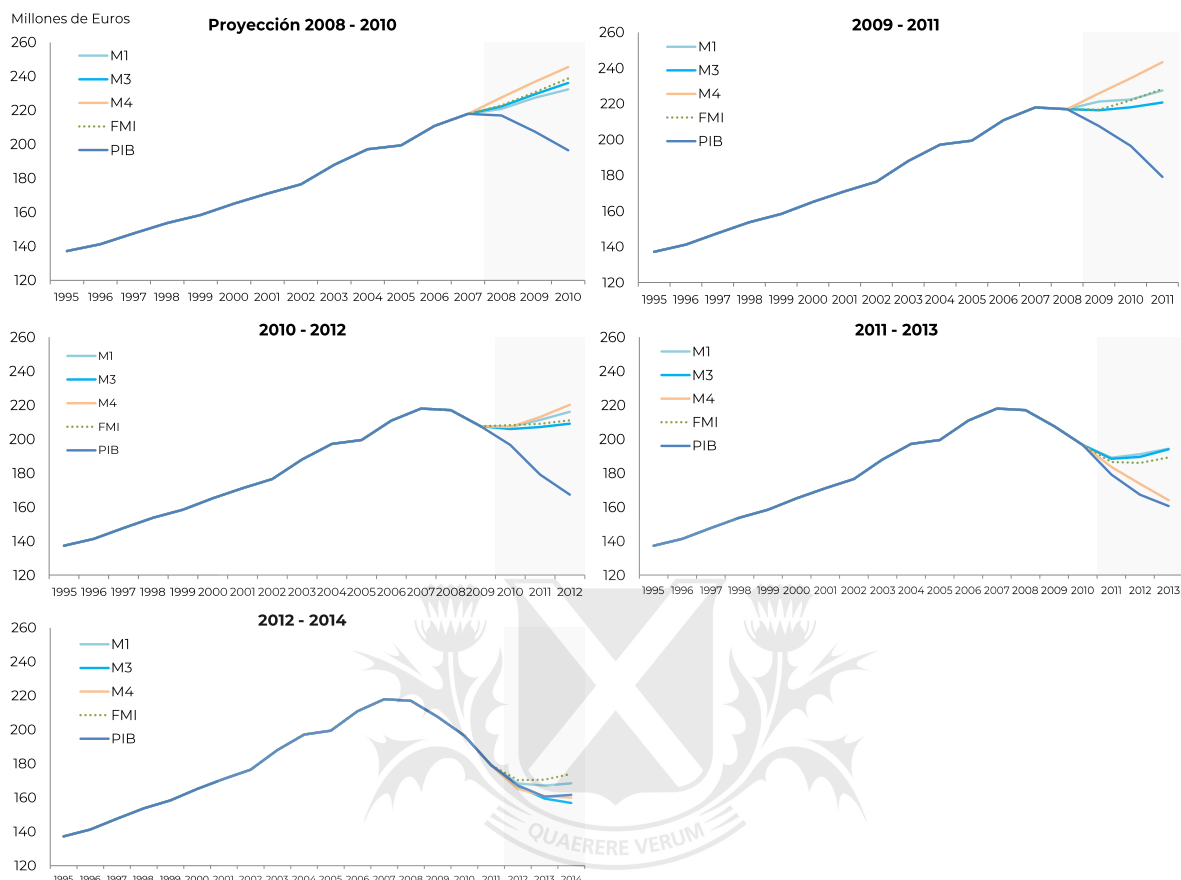
**MUESTRA RESTRINGIDA**



**TABLA 6B. PROYECCIONES DE LA EVOLUCIÓN DEL PIB DE GRECIA SOBRE LOS MODELOS VAR Y EL FMI, SEGÚN VENTANA DE PROYECCIÓN (MUESTRA NO RESTRINGIDA)**

Ventana de predicción	Modelo	Promedio				Var. anual (%)			Var. acum. (%)
		Y0	Y1	Y2	Y3	Y1	Y2	Y3	Y3 - Y0
<b>2008q1 - 2010q4</b>	M2*	100.0	101.3	104.3	106.6	1.3	3.0	2.2	6.6
	M3	100.0	102.0	105.3	108.3	2.0	3.2	2.9	8.3
	M4	100.0	104.4	108.6	112.7	4.4	4.1	3.7	12.7
	FMI	100.0	103.5	107.0	110.8	3.5	3.3	3.5	10.8
	PIB real	100.0	99.6	95.2	90.1	-0.4	-4.4	-5.3	-9.9
<b>2009q1 - 2011q4</b>	M2	100.0	102.0	102.5	104.8	2.0	0.5	2.3	4.8
	M3*	100.0	99.7	100.5	101.7	-0.3	0.8	1.2	1.7
	M4	100.0	104.1	108.0	112.1	4.1	3.8	3.8	12.1
	FMI	100.0	102.0	104.7	107.8	2.0	2.6	3.0	7.8
	PIB real	100.0	95.6	90.5	82.5	-4.4	-5.3	-8.9	-17.5
<b>2010q1 - 2012q4</b>	M2	100.0	99.8	101.8	104.1	-0.2	2.0	2.3	4.1
	M3**	100.0	99.2	99.7	100.7	-0.8	0.6	1.0	0.7
	M4	100.0	99.8	102.6	106.1	-0.2	2.8	3.4	6.1
	FMI	100.0	99.9	100.6	101.8	-0.1	0.7	1.1	1.8
	PIB real	100.0	94.7	86.3	80.6	-5.3	-8.9	-6.6	-19.4
<b>2011q1 - 2013q4</b>	M2	100.0	96.2	97.2	98.9	-3.8	1.1	1.7	-1.1
	M3	100.0	95.9	96.4	98.7	-4.1	0.6	2.4	-1.3
	M4*	100.0	93.4	88.4	83.5	-6.6	-5.4	-5.5	-16.5
	FMI	100.0	97.4	98.4	100.5	-2.6	1.1	2.1	0.5
	PIB real	100.0	91.1	85.1	81.7	-8.9	-6.6	-4.0	-18.3
<b>2012q1 - 2014q4</b>	M2	100.0	94.0	93.3	94.1	-6.0	-0.7	0.8	-5.9
	M3	100.0	93.1	89.1	87.6	-6.9	-4.3	-1.6	-12.4
	M4*	100.0	92.2	89.9	89.4	-7.8	-2.6	-0.6	-10.6
	FMI	100.0	98.0	99.5	101.8	-2.0	1.5	2.3	1.8
	PIB real	100.0	93.4	89.7	90.3	-6.6	-4.0	0.7	-9.7

**GRÁFICO 4B. EVOLUCIÓN DEL PIB DE GRECIA Y PROYECCIONES DE LOS MODELOS VAR Y DEL FMI (EN MILLONES DE EUROS CONSTANTES, MUESTRA NO RESTRINGIDA)**



En la Tabla 7B está resumido el desempeño de los modelos según la muestra utilizada y la ventana de proyección construida, lo que permite comparar la precisión de las proyecciones entre sí y frente a la media de cada modelo e incluso contrastarla con los resultados de las estimaciones de la muestra más extensa.

**TABLA 7B. ERRORES DE PREDICCIÓN (RMSE Y MAPE) DEL MODELO Y PARA CADA VENTANA DE PROYECCIÓN, POR MODELO**

Etapa	RMSE			MAPE		
	M1	M3	M4	M1	M3	M4
<b>1995-2014</b>	<b>0.006</b>	<b>0.011</b>	<b>0.005</b>	<b>0.006</b>	<b>0.007</b>	<b>0.005</b>
Proyección 2005-2007	0.007	0.007	0.007	0.001	0.001	0.001
Proyección 1	0.039	0.037	0.040	0.009	0.009	0.010
2	0.043	0.050	0.051	0.010	0.012	0.012
3	0.063	0.062	0.062	0.016	0.016	0.016
4	0.020	0.028	0.022	0.005	0.007	0.006
5	0.011	0.003	0.017	0.003	0.001	0.004
<b>1980-2014</b>	<b>0.014</b>	<b>0.008</b>	<b>0.022</b>	<b>0.007</b>	<b>0.006</b>	<b>0.011</b>
Proyección 1	0.033	0.036	0.045	0.008	0.008	0.011
2	0.047	0.040	0.062	0.012	0.010	0.016
3	0.058	0.051	0.062	0.015	0.013	0.016
4	0.040	0.040	0.011	0.010	0.010	0.003
5	0.010	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001

## APÉNDICE C

Kaminsky & Reinhart (1999) construyen un conjunto de indicadores líderes en base a la proporción de crisis bancarias o de balance de pagos que son capaces de detectar en forma temprana. Estos indicadores son reportados en la Tabla 1C y parte de ellos son analizados para el caso griego.

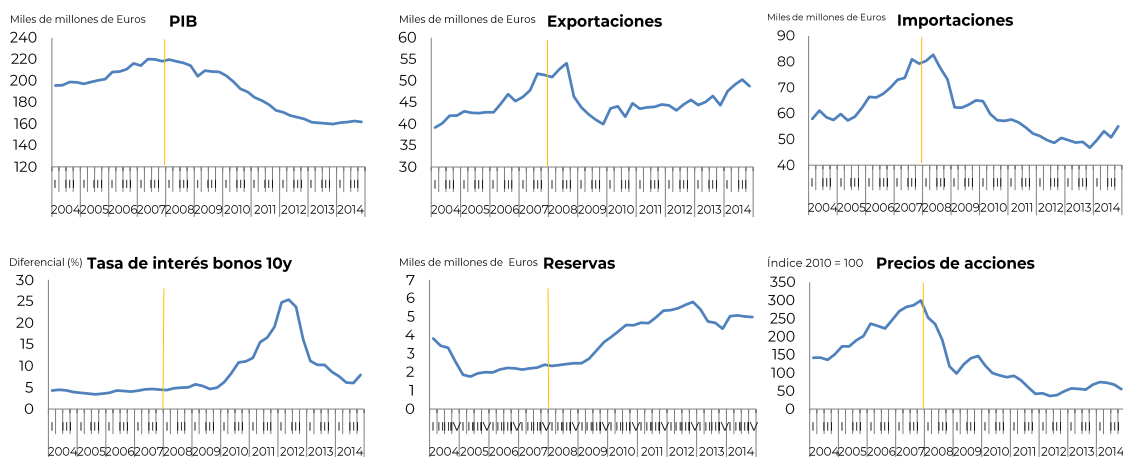
**TABLA 1C. INDICADORES LÍDERES PARA LA DETECCIÓN DE POTENCIALES SEÑALES DE CRISIS**

Indicador	% de crisis detectadas	
	Balance de pagos	Bancaria
<b>Sector financiero</b>	<b>67</b>	<b>65</b>
<i>Desregulación financiera</i>	74	71
Multiplicador monetario M2	76	73
Crédito doméstico/PIB	61	50
Tasa de interés real	89	100
Diferencial de tasa de interés real	86	100
Ratio de préstamos sobre depósitos	71	57
<i>Otros</i>	57	57
Exceso de M1	37	32
M2/Reservas	81	75
Depósitos bancarios	51	67
<b>Sector externo</b>	<b>72</b>	<b>82</b>
<i>Cuenta Corriente</i>	68	75
Exportaciones	85	88
Importaciones	52	60
Términos de intercambio	75	96
Tipo de cambio real	59	58
<i>Cuenta Capital</i>	81	96
Reservas	75	92
<b>Sector Real</b>	<b>69</b>	<b>85</b>
PIB	74	89
Precios de activos bursátiles	64	81
<b>Sector Fiscal</b>	<b>28</b>	<b>44</b>

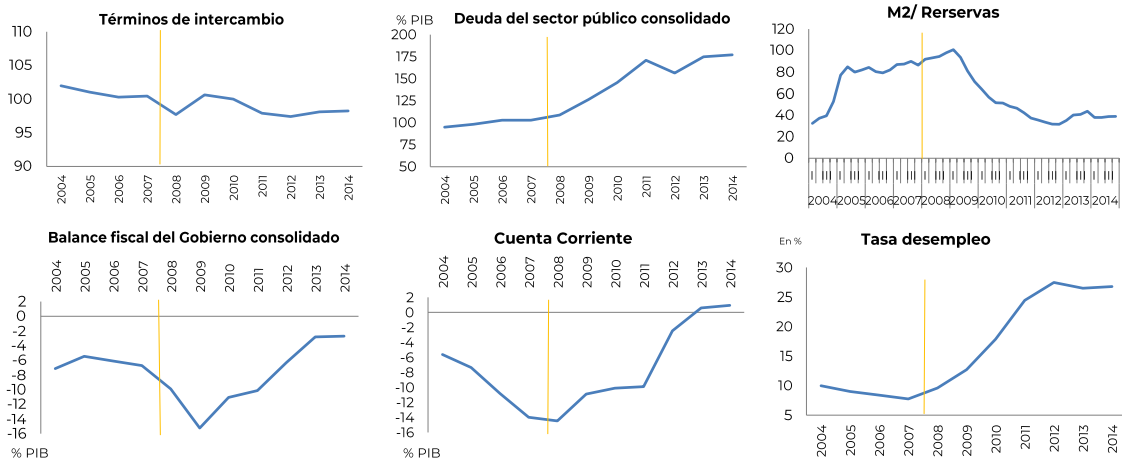
Fuente: Kaminsky & Reinhart (1999)

En el caso de la economía de Grecia, las exportaciones, importaciones y el precio de los activos financieros dan cuenta rápidamente de la dinámica de crisis que experimentó a partir de 2008. Complementariamente, los desbalances del sector público y externo también permitían advertir el aumento de la probabilidad de una crisis, tanto por su magnitud como por su sostenibilidad en el tiempo.

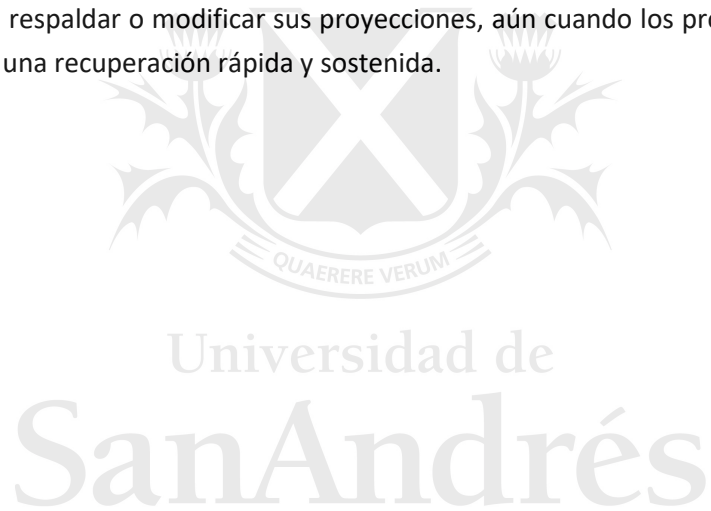
**GRÁFICO 1C. DINÁMICA DE LAS VARIABLES ECONÓMICAS DE GRECIA PRE Y POST CRISIS**



### GRÁFICO 1C. CONT.



En un segundo orden, la tasa de interés, el aumento del desempleo y el nivel de endeudamiento constituían otro conjunto de indicadores que los analistas debieron haber considerado para respaldar o modificar sus proyecciones, aún cuando los propios modelos del FMI proyectaban una recuperación rápida y sostenida.



**TABLA 2C. COEFICIENTES ESTIMADOS DEL MODELO DE PATRONES DE CRISIS**

Tipo de crisis	Años	FE (Total)	FE (Avanzadas)	FE (Emergentes)
Cambiaría	d_-5	-0.0074 (0.0056)	0.0107*** (0.0041)	-0.0168** (0.0081)
	d_-4	-0.0003 (0.0045)	0.0135*** (0.0046)	-0.0079 (0.0063)
	d_-3	0.0037 (0.0035)	0.0107** (0.0043)	-0.0002 (0.0048)
	d_-2	0.0014 (0.0036)	0.0011 (0.0045)	0.0014 (0.0049)
	d_-1	-0.0026 (0.0036)	-0.0024 (0.0046)	-0.0029 (0.0049)
	d_0	-0.0221*** (0.0047)	-0.0009 (0.0041)	-0.0329*** (0.0065)
	d_+1	-0.0157*** (0.0058)	-0.0071* (0.0039)	-0.0198** (0.0085)
	d_+2	0.0004 (0.0039)	0.0023 (0.0038)	-0.0011 (0.0056)
	d_+e3	0.0082*** (0.0031)	0.0083*** (0.0030)	0.0074* (0.0044)
	d_+4	0.0031 (0.0037)	0.0005 (0.0040)	0.0036 (0.0052)
d_+5	-0.0006 (0.0039)	-0.0026 (0.0044)	-0.0001 (0.0054)	
Bancaria	d_-5	-0.0109* (0.0060)	0.0023 (0.0069)	-0.0118 (0.0073)
	d_-4	-0.0099 (0.0063)	0.0019 (0.0066)	-0.0080 (0.0076)
	d_-3	-0.0081 (0.0074)	0.0002 (0.0057)	-0.0071 (0.0094)
	d_-2	-0.0140** (0.0061)	0.0067* (0.0041)	-0.0149* (0.0077)
	d_-1	-0.0174*** (0.0057)	-0.0053 (0.0048)	-0.0176** (0.0072)
	d_0	-0.0360*** (0.0058)	-0.0100 (0.0086)	-0.0390*** (0.0072)
	d_+1	-0.0368*** (0.0116)	-0.0131 (0.0088)	-0.0417*** (0.0147)
	d_+2	-0.0169 (0.0114)	-0.0158** (0.0070)	-0.0160 (0.0145)
	d_+e3	0.0088 (0.0058)	0.0004 (0.0057)	0.0137* (0.0071)
	d_+4	0.0031 (0.0047)	-0.0108* (0.0065)	0.0090 (0.0056)
d_+5	0.0035 (0.0047)	-0.0073 (0.0050)	0.0083 (0.0057)	
Deuda	d_-5	0.0063 (0.0052)	0.0057 (0.0111)	0.0077 (0.0055)
	d_-4	-0.0010 (0.0062)	0.0046 (0.0086)	0.0005 (0.0066)
	d_-3	0.0019 (0.0050)	0.0019 (0.0070)	0.0033 (0.0053)
	d_-2	-0.0150*** (0.0055)	0.0062 (0.0069)	-0.0149** (0.0059)
	d_-1	-0.0154* (0.0084)	-0.0027 (0.0101)	-0.0153* (0.0091)
	d_0	-0.0319*** (0.0073)	-0.0169** (0.0086)	-0.0312*** (0.0079)
	d_+1	-0.0326*** (0.0082)	-0.0200* (0.0105)	-0.0326*** (0.0088)
	d_+2	0.0070 (0.0114)	-0.0255** (0.0129)	0.0106 (0.0123)
	d_+e3	0.0022 (0.0067)	-0.0190 (0.0133)	0.0048 (0.0071)
	d_+4	-0.0069 (0.0050)	-0.0276** (0.0108)	-0.0047 (0.0052)
d_+5	-0.0073 (0.0061)	-0.0165** (0.0083)	-0.0061 (0.0065)	
Global 2008	d_-5	0.0074 (0.0069)	-0.0088 (0.0057)	0.0139 (0.0101)
	d_-4	0.0333*** (0.0072)	0.0074 (0.0050)	0.0447*** (0.0102)
	d_-3	0.0174*** (0.0035)	0.0005 (0.0041)	0.0251*** (0.0040)
	d_-2	0.0283*** (0.0033)	0.0027 (0.0032)	0.0342*** (0.0041)
	d_-1	0.0307*** (0.0038)	0.0141** (0.0055)	0.0351*** (0.0049)
	d_0	0.0110*** (0.0035)	-0.0140** (0.0063)	0.0170*** (0.0042)
	d_+1	-0.0393*** (0.0055)	-0.0521*** (0.0084)	-0.0397*** (0.0066)
	d_+2	0.0009 (0.0047)	-0.0064 (0.0070)	0.0091** (0.0042)
	d_+e3	-0.0048 (0.0040)	-0.0152*** (0.0045)	0.0061 (0.0044)
	d_+4	-0.0116*** (0.0035)	-0.0181*** (0.0053)	-0.0016 (0.0039)
d_+5	-0.0094*** (0.0027)	-0.0154*** (0.0041)	-0.0020 (0.0028)	
Efectos fijos		Sí	Sí	Sí
Efectos temporales		Sí	Sí	Sí
Observations		3,663	858	2,805
R-squared		0.091	0.351	0.092

Errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\*p < 0.01, \*\*p < 0.05, \*p < 0.1

**TABLA 3C. LISTADO DE CRISIS CAMBIARIAS**

<b>Cambaria</b>		
<b>País</b>	<b>Año de la crisis</b>	<b>Fuente</b>
<b>Economías emergentes</b>		
Argentina	1975 1981 1987 2002	Frankel & Rose (1996)
Bielorusia	1996 2000 2009	Frankel & Rose (1996)
Brasil	1976 1986 1987 1992 1999 2008	Frankel & Rose (1996)
Bulgaria	1990 1996	Frankel & Rose (1996)
Chile	1975 1982	Frankel & Rose (1996)
China	1984 1994	Frankel & Rose (1996)
Colombia	1985 1997	Frankel & Rose (1996)
Costa de Marfil	1994	Frankel & Rose (1996)
República Dominicana	1985 1990 2003	Frankel & Rose (1996)
Ecuador	1982 1995	Frankel & Rose (1996)
Egipto	1979 1989 2003	Frankel & Rose (1996)
El Salvador	1986 1990	Frankel & Rose (1996)
India	1991	Frankel & Rose (1996)
Indonesia	1978 1983 1997	Frankel & Rose (1996)
Israel	1977 1983	Frankel & Rose (1996)
Jamaica	1978 1983 1991	Frankel & Rose (1996)
Jordania	1988	Frankel & Rose (1996)
Kazajistán	1999	Frankel & Rose (1996)
Corea del Sur	1980 1997 2008	Frankel & Rose (1996)
Líbano	1983 1990	Frankel & Rose (1996)
Malasia	1997	Frankel & Rose (1996)
México	1976 1982 1994	Frankel & Rose (1996)
Nigeria	1986 1992 1999	Frankel & Rose (1996)
Pakistán	1982 2008	Frankel & Rose (1996)
Perú	1976 1982 1987	Frankel & Rose (1996)
Filipinas	1983 1997	Frankel & Rose (1996)
Polonia	1978 1986 1992	Frankel & Rose (1996)
Rumania	1990 1997	Frankel & Rose (1996)
Rusia	1998	Frankel & Rose (1996)
Sudáfrica	1984 2001 2008	Frankel & Rose (1996)
Sri Lanka	1977	Frankel & Rose (1996)
Tailandia	1997	Frankel & Rose (1996)
Turquía	1978 1988 1994 1999 2008	Frankel & Rose (1996)
Ucrania	1998 2008	Frankel & Rose (1996)
Uruguay	1982 1989 2002	Frankel & Rose (1996)
Venezuela	1984 1994 2002	Frankel & Rose (1996)
<b>Economías desarrolladas</b>		
Australia	1976 1983 1986	Bordo et al. (2001)
Bélgica	1982	Bordo et al. (2001)
Canadá	1981 1986	Bordo et al. (2001)
Dinamarca	1976 1992 1993	Bordo et al. (2001)
Finlandia	1986 1991 1993	Bordo et al. (2001)
Francia	1992	Bordo et al. (2001)
Grecia	1983 1985	Bordo et al. (2001)
Islandia	1975 1978 1981 1984 2008	Bordo et al. (2001)
Irlanda	1976 1996 1992	Bordo et al. (2001)
Italia	1976 1992 1995	Bordo et al. (2001)
Japón	1979	Bordo et al. (2001)
Noruega	1986	Bordo et al. (2001)
Portugal	1976 1978 1983	Bordo et al. (2001)
España	1976 1982 1992 1995	Bordo et al. (2001)
Suecia	1992	Bordo et al. (2001)
Suiza	1977	Bordo et al. (2001)
Reino Unido	1976 1992	Bordo et al. (2001)

**TABLA 4C. LISTADO DE CRISIS BANCARIAS**

<b>Bancaria</b>		
<b>País</b>	<b>Año de la crisis</b>	<b>Fuente</b>
<b>Economías emergentes</b>		
Argentina	1980 1989 1995 2001	Leaven & Valencia (2010)
Brasil	1990 1994	Leaven & Valencia (2010)
Bulgaria	1996	Leaven & Valencia (2010)
Chile	1976 1981	Leaven & Valencia (2010)
China	1998	Leaven & Valencia (2010)
Colombia	1982 1998	Leaven & Valencia (2010)
Croacia	1998	Leaven & Valencia (2010)
Costa de Marfil	1988	Caprio et al. (2003)
República Dominicana	2003	Leaven & Valencia (2010)
Ecuador	1982 1996 1998	Leaven & Valencia (2010)
Egipto	1980	Leaven & Valencia (2010)
El Salvador	1989	Leaven & Valencia (2010)
Hungría	1991	Leaven & Valencia (2010)
Indonesia	1997	Leaven & Valencia (2010)
Israel	1977	Leaven & Valencia (2010)
Jamaica	1996	Leaven & Valencia (2010)
Kazajistán	2008	Leaven & Valencia (2010)
Corea del Sur	1997	Leaven & Valencia (2010)
Kuwait	1982	Leaven & Valencia (2010)
Letonia	1995 2008	Leaven & Valencia (2010)
Líbano	1990	Leaven & Valencia (2010)
Malasia	1997	Leaven & Valencia (2010)
México	1981 1996	Leaven & Valencia (2010)
Marruecos	1980	Leaven & Valencia (2010)
Nigeria	1991	Leaven & Valencia (2010)
Panamá	1988	Leaven & Valencia (2010)
Perú	1983	Leaven & Valencia (2010)
Filipinas	1983 1997	Leaven & Valencia (2010)
Polonia	1992	Leaven & Valencia (2010)
Rumanía	1990	Leaven & Valencia (2010)
Rusia	1998 2008	Leaven & Valencia (2010)
Eslovenia	1992 2008	Leaven & Valencia (2010)
Sri Lanka	1989	Leaven & Valencia (2010)
Tailandia	1983 1997	Leaven & Valencia (2010)
Ucrania	1998 2008	Leaven & Valencia (2010)
Uruguay	1981 2002	Leaven & Valencia (2010)
Venezuela	1994	Leaven & Valencia (2010)
<b>Economías desarrolladas</b>		
Austria	2008	Leaven & Valencia (2010)
Bélgica	2008	Leaven & Valencia (2010)
Dinamarca	2008	Leaven & Valencia (2010)
Finlandia	1991	Leaven & Valencia (2010)
Francia	2008	Leaven & Valencia (2010)
Alemania	2008	Leaven & Valencia (2010)
Grecia	2008	Leaven & Valencia (2010)
Islandia	2008	Leaven & Valencia (2010)
Irlanda	2008	Leaven & Valencia (2010)
Japón	1997	Leaven & Valencia (2010)
Países Bajos	2008	Leaven & Valencia (2010)
Noruega	1991	Leaven & Valencia (2010)
Portugal	2008	Leaven & Valencia (2010)
España	1977 2008	Leaven & Valencia (2010)
Suecia	1991 2008	Leaven & Valencia (2010)
Suiza	2008	Leaven & Valencia (2010)
Reino Unido	2008	Leaven & Valencia (2010)
Estados Unidos	2008	Leaven & Valencia (2010)



**TABLA 5c. LISTADO DE CRISIS DE DEUDA SOBERANA**

<b>Deuda soberana</b>		
<b>País</b>	<b>Año de la crisis</b>	<b>Fuente</b>
<b>Economías emergentes</b>		
Argentina	1982 1989 2001	Reinhart (2011)
Brasil	1983 1986 1990 2002	Reinhart (2011)
Bulgaria	1990	Reinhart & Rogoff (2009)
Chile	1974 1983	Reinhart (2011)
Costa de Marfil	1983 2000	Reinhart (2011)
República Dominicana	1975 1982 2005	Reinhart (2011)
Ecuador	1982 1999 2008	Reinhart (2011)
Egipto	1984	Reinhart (2011)
El Salvador	1981	Reinhart (2011)
Indonesia	1997 1998 2002	Reinhart (2011)
Jamaica	1978 2010	Reinhart & Rogoff (2009)
Jordania	1989	Reinhart & Rogoff (2009)
México	1982 1995	Reinhart (2011)
Marruecos	1983	Reinhart (2011)
Nigeria	1982 2001 2004	Reinhart (2011)
Pakistán	1981 1999	Sturzenegger & Zettelmeyer (2007); Chambers (2011)
Panamá	1983 1987 1988	Reinhart (2011); Cantor & Packer (1995); Reinhart (2011)
Perú	1976 1978 1980 1984 1985	Reinhart (2011)
Filipinas	1983	Reinhart & Rogoff (2009)
Polonia	1981	Reinhart (2011)
Rumania	1981 1986	Reinhart (2011)
Sudáfrica	1985 1989 1993	Reinhart (2011)
Sri Lanka	1979 1981 1996	Reinhart (2011)
Túnez	1989	Reinhart (2011)
Turquía	1978 1982 2001	Reinhart (2011)
Ucrania	1998 2000	Reinhart & Rogoff (2009); Moody's (2009)
Uruguay	1983 1987 1990 2003	Reinhart (2011)
Venezuela	1982	Reinhart (2011)
<b>Economías desarrolladas</b>		
Grecia	2008	Fuente propia
Islandia	2008	Fuente propia
Irlanda	2008	Fuente propia
Portugal	2008	Fuente propia
España	2008	Fuente propia


  
**San Andrés**