

# Ensayos Económicos | 80

Noviembre de 2022

**Estimación y predicción de dinámicas de ajuste de déficits de cuenta corriente**

Santiago Rossi y Fernando Toledo



BANCO CENTRAL  
DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Ensayos Económicos es una revista editada por la Subgerencia General de Investigaciones Económicas

ISSN 1850-6046  
Edición electrónica

Banco Central de la República Argentina  
San Martín 235 / Edificio San Martín Piso 7, Oficina 701 (C1003ABF)  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires / Argentina  
Tel.: (+5411) 4348-3582/3814  
Email: [ensayos.economicos@bcra.gob.ar](mailto:ensayos.economicos@bcra.gob.ar)  
Página Web: [http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Ensayos\\_economicos.asp](http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Ensayos_economicos.asp)

Fecha de publicación: Noviembre de 2022

Diseño de tapa e interior | Gerencia Principal de Comunicación y Relaciones con la Comunidad, BCRA  
Diagramación | Subgerencia General de Investigaciones Económicas, BCRA

Ensayos Económicos está orientada a la publicación de artículos de economía de carácter teórico, empírico o de política aplicada, y busca propiciar el diálogo entre las distintas escuelas del pensamiento económico para contribuir a diseñar y evaluar las políticas adecuadas para sortear los desafíos que la economía argentina enfrenta en su proceso de desarrollo. Las opiniones vertidas son exclusiva responsabilidad de los autores y no se corresponden necesariamente con la visión institucional del BCRA o de sus autoridades.

Esta revista apoya el acceso abierto a su contenido bajo el principio de que la libre disponibilidad de la investigación para el público estimula un mayor desarrollo global del intercambio de conocimiento. Para facilitar una mayor difusión y utilización, los artículos se encuentran bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.



Esta licencia permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, y transformar y construir a partir del material original, mientras no sea con fines comerciales, se mencione el origen del material de manera adecuada, brindando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios, y se distribuya bajo la misma licencia del original.

# Estimación y predicción de dinámicas de ajuste de déficits de cuenta corriente

**Santiago Rossi**

Universidad de Buenos Aires, Argentina

**Fernando Toledo\***

Universidad Nacional de La Plata, Argentina

## Resumen

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste del déficit de la cuenta corriente sobre un set de datos anuales de 136 economías avanzadas y emergentes en el período 1975-2018. El objetivo es evaluar si las condiciones iniciales permiten anticipar si la reversión será disruptiva para el crecimiento económico. Se estiman modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para identificar los determinantes y predecir los distintos tipos de reversión. Se encuentra que variables externas, como los términos de intercambio y las condiciones de liquidez internacional, y variables asociadas a políticas domésticas, como el crecimiento del crédito, la brecha del producto y tipo de cambio real, permiten anticipar el tipo de ajuste de la cuenta corriente. En este sentido, se resalta la importancia de la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar las fluctuaciones del ciclo económico y limitar la expansión excesiva del crédito, la proclividad de los flujos de capitales y la apreciación del tipo de cambio real.

*Clasificación JEL:* F32, F34, C38.

*Palabras clave:* balanza de cuenta corriente, flujos de capitales, tipo de cambio real, ciclo económico.

*Presentado:* 20 de marzo de 2021 – *Aprobado:* 17 de febrero de 2022.

---

Agradecemos los comentarios y sugerencias realizadas por Pablo Bortz, Jorge Carrera, Gabriel Montes Rojas, Luis Trajtenberg, Danilo Trupkin y dos referís anónimos, siendo el contenido del trabajo responsabilidad exclusiva de los autores. Las opiniones vertidas en este trabajo no se corresponden necesariamente con las del BCRA o sus autoridades. Emails: santiagodrossi@gmail.com, toledo.fernando.cesar@gmail.com.

# Estimation and prediction of current account deficit adjustment dynamics

**Santiago Rossi**

University of Buenos Aires, Argentina

**Fernando Toledo**

National University of La Plata, Argentina

## Summary

This article studies the adjustment dynamics of the current account deficit on an annual data set of 136 advanced and emerging economies over the period 1975-2018. Its objective is to assess whether the initial macroeconomic conditions enable us to anticipate if the current account reversal will be disruptive for economic growth. Binomial and multinomial logit models and decision trees are estimated to identify the determinants and to predict the different types of reversals. It is found that external variables, such as the terms of trade and international liquidity conditions, and variables associated with domestic policies, such as credit growth, the output gap and the real exchange rate, allow us to anticipate the type of current account reversal. In this sense, the importance of fiscal, exchange and macroprudential policies tending to moderate the fluctuations of the economic cycle and to limit excessive credit expansion, the procyclicality of capital flows and the appreciation of the real exchange rate is highlighted.

*JEL classification: F32, F34, C38.*

*Keywords: capital flows, current account balance, economic cycle, real exchange rate.*

*Submitted: March 20, 2021 – Approved: February 17, 2022.*

## 1. Introducción

El ajuste de déficits de la cuenta corriente suele estar asociado a eventos disruptivos para el crecimiento económico como crisis cambiarias, reversiones de flujos de capitales, crisis de deuda soberana, crisis bancarias y auges y caídas del crédito (Milesi-Ferretti y Razin, 1998; Edwards, 2004; Davis *et al.*, 2016). Anticipar un evento de ajuste de la cuenta corriente es un proceso complejo que involucra contemplar diversos factores como la tasa futura de crecimiento de la productividad, dinámicas demográficas, fluctuaciones en los términos de intercambio y cambios en la percepción de los mercados internacionales de crédito. Esto suele conducir a una subestimación sistemática de las vulnerabilidades por parte de analistas, agentes y hacedores de política (Aromi, 2018).

Determinar tanto la probabilidad de ocurrencia de un evento de reversión, como si la dinámica de ajuste será disruptiva para el crecimiento, tienen importancia para el diseño e implementación de políticas monetarias, fiscales, cambiarias y macroprudenciales, como controles de capitales, límites de exposición a pasivos denominados en moneda extranjera, restricción a la expansión del crédito doméstico, entre otras (ver Ostry *et al.*, 2012).

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste de la cuenta corriente sobre un set de datos anuales de 136 economías avanzadas y emergentes en el período 1975-2018. Se busca responder las siguientes preguntas: ¿Son disruptivas para el crecimiento las reversiones del déficit de cuenta corriente? ¿Qué factores diferencian a las reversiones recesivas de las expansivas? ¿Pueden predecirse? Para ello se analizan 107 episodios de reversión de la cuenta corriente, CAR de ahora en adelante, término definido como reversión a una reducción rápida, significativa y sostenida del déficit de la cuenta corriente.<sup>1</sup>

Un primer conjunto de resultados indica que los episodios CAR pueden clasificarse en cinco grupos en función del cambio de la tasa de crecimiento del PIB antes y después del evento: (i) episodios en los que la tasa de crecimiento permanece estable durante la reversión, (ii) episodios con contracciones moderadas (desaceleración de la tasa de crecimiento en torno a 4 puntos porcentuales), (iii) episodios con contracciones severas (retracción en torno a 10 puntos porcentuales de la tasa de crecimiento), (iv) episodios expansivos (aceleración de la tasa de crecimiento en torno a 6 puntos), y (v) episodios fuertemente expansivos (aceleración de la tasa de crecimiento de 20 puntos porcentuales). Se testea si existen diferencias en los valores de las variables fundamentales antes de la ocurrencia del evento y se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Un segundo conjunto de resultados muestra que variables externas, como los términos de intercambio y condiciones de liquidez internacional, y variables asociadas a políticas domésticas, como el crecimiento del crédito, la brecha del producto, el nivel de tipo de cambio real y el nivel de reservas internacionales, permiten anticipar la ocurrencia y el tipo de ajuste de la cuenta corriente. En particular, una expansión excesiva del crédito, brechas del producto positivas y elevadas, niveles de reservas internacionales bajos en términos de importaciones y perfiles de endeudamiento altos suelen estar asociados a episodios de tipo contractivo. En este sentido, una de las conclusiones

---

<sup>1</sup> Por sus siglas en inglés, Current Account Reversal (CAR).

del trabajo es destacar la importancia de la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar la volatilidad macroeconómica y limitar la apreciación del tipo de cambio, la expansión excesiva del crédito y la prociclicidad de los flujos de capitales.

Un tercer conjunto de resultados sugiere que los árboles de decisión superan a los modelos frecuentemente utilizados en la literatura a la hora de predecir episodios CAR.

El presente estudio contribuye a la literatura de reversiones de cuenta corriente en dos frentes. Por un lado, se prueba la hipótesis de impacto en el crecimiento de la ocurrencia de episodios CAR sobre una base de datos más amplia, tanto en cantidad de países considerados como en extensión temporal, y se analizan los determinantes diferenciando los episodios en los que el crecimiento se desacelera de los que no se desacelera. Esto nos permite, en tanto las condiciones iniciales de los distintos tipos de reversiones son diferentes, identificar elementos de política económica que pueden aplicarse para evitar reversiones disruptivas en términos de crecimiento. Por otro lado, el trabajo implementa metodologías de estimación y predicción poco utilizadas en Economía, como son los árboles de decisión, y se contrasta la *performance* de este tipo de modelos con los utilizados habitualmente en la literatura.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. Luego de una breve revisión de la literatura en la sección 2, en la sección 3 se presentan los datos, los criterios metodológicos para identificar los episodios y el análisis de *clustering* para clasificar los mismos. Posteriormente, en la sección 4 se realiza un análisis estadístico de la dinámica de ajuste de cada tipo de episodio. En la sección 5 se introducen tres tipos de modelos para predecir episodios CAR: árboles de decisión, *logit* binomiales y multinomiales, se presentan las estimaciones, la evaluación de los modelos y predicciones fuera de la muestra para las economías analizadas. En la sección 6 se discuten los principales hallazgos en clave de política económica. Finalmente, en la sección 7 se incluyen un conjunto de reflexiones a modo de conclusión.

## 2. Literatura relacionada

Una de las primeras investigaciones que analiza de forma sistemática las reversiones de cuenta corriente es Milesi-Ferretti y Razin (1998). Estos autores adaptan la metodología de estudio de eventos de Eichengreen *et al.* (1995) al análisis de reversiones de cuenta corriente.

Sobre una base de datos de 105 países en el período 1970-1996, Milesi-Ferretti y Razin (1998) identifican episodios utilizando dos criterios: un criterio de magnitud del ajuste (3% o 5% PIB del resultado de cuenta corriente) y un criterio de velocidad de ajuste, de un año. Asimismo, a través de un modelo de elección discreta (*probit*) estiman que la cuenta corriente rezagada (signo negativo), los términos de intercambio (signo positivo), el crecimiento económico global (signo negativo), el cociente reservas internacionales sobre importaciones (signo positivo), el stock de deuda (signo negativo) y la existencia de tipo de cambio fijo (signo negativo) conforman los principales determinantes empíricos de la probabilidad de ocurrencia de eventos CAR. Por último, este estudio examina

si los episodios CAR están asociados a una desaceleración de la tasa del crecimiento encontrando que no existe una relación estadísticamente significativa.

Con posterioridad a la publicación de Milesi-Ferretti y Razin (1998), una extensa literatura ha analizado la problemática de las reversiones de cuenta corriente. La mayor parte de los trabajos analiza muestras de entre 30 y 60 países, en su mayoría economías industrializadas.

Los criterios de identificación varían dependiendo el objetivo de cada investigación. Un grupo de estudios (Sturzenegger *et al.*, 2003; Komarek *et al.*, 2005; Komarek y Melecký, 2005; Barone *et al.*, 2008; y Edwards, 2004) aplica criterios similares a los de Milesi-Ferretti y Razin (1998): ajustes de 3 o 5 % del PIB en el transcurso de un año sin condicionar el saldo inicial de la cuenta corriente. Esto genera un sesgo a identificar reversiones abruptas y asociadas a crisis cambiarias. Un segundo grupo (Croke *et al.*, 2005; Benhima y Havrylchuk, 2006; Adalet y Eichengreen, 2007; Debelle y Galati, 2007; De Haan *et al.*, 2008; y Freund y Warnock, 2007), influenciados por el trabajo de Freund (2005), utiliza criterios más laxos en términos de velocidad de la reversión (3 años en lugar de 1), la magnitud del ajuste (2 puntos porcentuales en lugar de 3 o 5) y la magnitud del déficit inicial (2 % del PIB, mientras que Milesi-Ferretti y Razin, 1998, no imponen condiciones sobre este punto). Esto permite identificar una mayor variedad de reversiones. Trabajos más recientes registran criterios de identificación con algunas innovaciones. Algieri y Bracke (2011) y Pancaro (2013) emplean como criterio una corrección de un desvío estándar en lugar de un valor fijo para todos los países e incorporan criterios de sostenibilidad de la corrección.

Si bien un gran número de estudios identifica una desaceleración en el ritmo de crecimiento de las economías luego de la reversión, otro grupo significativo no lo hace.<sup>2</sup> La divergencia en los resultados puede explicarse en parte por los criterios de identificación utilizados y los países incluidos en el análisis.

En lo que refiere a los determinantes de los episodios CAR, las variables que aparecen más frecuentemente en la literatura son: el saldo de cuenta corriente (signo negativo), el tipo de cambio real (signo negativo), los términos de intercambio (signo negativo), el crecimiento del PIB global (signo negativo), la tasa de interés internacional (signo positivo), la tasa de crecimiento del PIB (signo positivo), la tasa de inversión (signo positivo), las reservas internacionales (signo negativo), el cociente deuda a PIB (signo positivo) y el resultado fiscal (signo negativo).

La metodología utilizada es, en la mayoría de los casos, la de modelos de elección discreta: *probit* o *logit*. Los antecedentes más cercanos a este trabajo son las investigaciones de Milesi-Ferretti y Razin (1998) y Cardarelli y Rebucci (2007) que hacen foco en el vínculo entre los *fundamentals* antes de la reversión y la dinámica del ajuste y su impacto en el crecimiento económico. En este sentido, las contribuciones del presente artículo son de dos tipos. Por un lado, se prueba la hipótesis de impacto en el crecimiento de la ocurrencia de episodios CAR sobre una base de datos más

---

<sup>2</sup> Trabajos que identifican una desaceleración en el crecimiento: Bagnai y Manzocchi (1999), Debelle y Galati (2005), Freund (2005), Komarek *et al.* (2005), Komarek y Melecký (2005), de Haan *et al.* (2006), Cardarelli y Rebucci (2007), Freund y Warnock (2007) y Edwards (2004). Trabajos que no: Milesi-Ferretti y Razin (1998), Algieri y Bracke (2011), Pancaro (2013) y Croke *et al.* (2005).

amplia, tanto en cantidad de países considerados como en extensión temporal y con criterios más laxos, lo que permite identificar una mayor variedad de episodios.<sup>3</sup> En segundo lugar, la presente investigación implementa metodologías de estimación y predicción de episodios poco utilizadas en Economía como son los árboles de decisión y se contrasta la *performance* de este tipo de modelos con los habitualmente utilizados en la literatura.

El uso de árboles de decisión resulta apropiado para este tipo de problemáticas ya que permite trabajar con un número de variables mayor, capturar dinámicas no lineales e interacciones entre variables (David, 2017). En ese sentido, el trabajo también realiza aportes a la discusión sobre la existencia de umbrales que desencadenen una corrección del déficit de cuenta corriente (ver Clarida *et al.*, 2007; y Pierri *et al.*, 2020).

### 3. Datos y metodología

#### 3.1. Datos

Se utilizan datos anuales de 1975 a 2018 para una muestra de 136 economías de ingresos altos, medios y bajos. Se incluyen 39 países de ingresos altos, 35 de ingresos medios-altos, 34 de ingresos medios-bajos y 28 de ingresos bajos. En el Cuadro A.1 del Anexo se presenta una lista completa de los países incluidos.<sup>4</sup>

Entre las variables consideradas se encuentran el déficit de cuenta corriente, las exportaciones e importaciones a precios constantes expresadas como porcentaje del PIB, el crecimiento real del PIB y de sus principales componentes (inversión, consumo privado, consumo público), la tasa de inflación, la tasa de interés real, el resultado fiscal del gobierno, variables de solvencia externa (deuda externa, pago de intereses de deuda como porcentaje del PIB, relación deuda exportaciones, reservas internacionales (RRII) en meses de importaciones, relación base monetaria-RRII), variables vinculadas al contexto internacional (términos de intercambio, crecimiento mundial y tasa de interés real de EEUU como *proxy* de las condiciones de liquidez internacional), entre otras. En el Cuadro A.2 del Anexo se presenta un listado completo de las variables utilizadas, su descripción y fuente.

La mayor parte de las series provienen del *World Development Indicators* del Banco Mundial (World Bank, 2019); y del *World Economic Outlook* (WEO) del Fondo Monetario Internacional (IMF, 2019). El régimen cambiario se obtiene de Ilzetzki *et al.* (2019) y la tasa de interés real de los Estados Unidos procede de descontar la inflación observada a la tasa nominal de corto.

---

<sup>3</sup> Esto último es relevante a la luz de la discusión de la importancia de la cuenta corriente en un mundo de mercados financieros profundos cuyos flujos brutos superan ampliamente a los de la cuenta corriente (ver Obstfeld, 2012).

<sup>4</sup> La clasificación por nivel de ingreso fue tomada de la base del Banco Mundial (World Bank, 2019).

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Criterios de identificación de los episodios CAR

La literatura suele utilizar cuatro criterios de identificación de los eventos CAR: (i) magnitud del déficit inicial, (ii) magnitud del ajuste del déficit de cuenta corriente, (iii) horizonte temporal del ajuste, y (iv) sostenibilidad del ajuste: período temporal en que el resultado de cuenta corriente no vuelve a deteriorarse significativamente. En este trabajo se aplicaron criterios similares a los adoptados en Algieri y Bracke (2011) y Pancaro (2013) en lo que respecta a los criterios (ii), (iii) y (iv), los cuales permiten identificar tanto correcciones abruptas como correcciones suaves de los desbalances externos.

Serán considerados reversiones de cuenta corriente aquellos episodios en los que se cumplan de forma simultánea las siguientes condiciones:

- El déficit de cuenta corriente es mayor a 2% del PIB.
- El resultado de cuenta corriente mejora en al menos un desvío estándar al cuarto año de iniciada la reversión.
- El mínimo del resultado de cuenta corriente en los cinco años posteriores a la reversión debe ser mayor al máximo saldo de cuenta corriente en los dos años anteriores al episodio.
- No hay episodios en los tres años previos.

En el Cuadro A.3 del Anexo se presenta un listado de los episodios identificados.

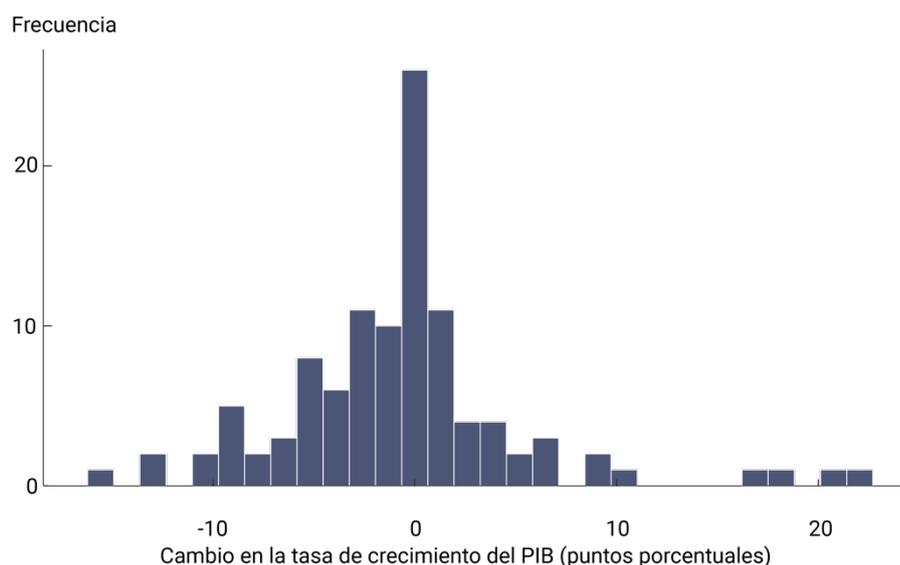
### 3.2.2. Clasificación de los episodios

Al igual que Cardarelli y Rebucci (2007), este trabajo clasifica las reversiones en función del cambio en la tasa de crecimiento del PIB antes y después inicio de la reversión. Cardarelli y Rebucci (2007) definen como episodios contractivos aquellos en que el crecimiento del PIB se desacelera y expansivos a aquellos episodios en los que el crecimiento del PIB se acelera. Sin embargo, observando el histograma del cambio en la tasa de crecimiento de las economías durante los episodios (ver Gráfico 1) se encuentra que en la mayor parte de los casos no se registran variaciones significativas en las tasas de crecimiento. Por esta razón se opta por clasificar los episodios con un criterio más amplio, considerando también casos intermedios en los que la economía no se acelere ni se desacelere.

Definir los umbrales para clasificar los episodios es un proceso que requiere necesariamente algún grado de arbitrariedad. Una forma de minimizar la discrecionalidad es aplicando técnicas de clasificación no supervisadas. Por esta razón, se considera como método para clasificar los episodios

al análisis de *clusters*. Concretamente, el método *Partition Around Medoids* (PAM) que se explica en la siguiente subsección.

**Gráfico 1 | Histograma del cambio en la taa de crecimiento del PIB durante reversiones de cuenta corriente**  
En puntos porcentuales



### 3.2.3. Análisis de *clusters*

Para clasificar los episodios de reversión utilizamos el método *Partition Around Medoids* (PAM).<sup>5</sup> El algoritmo PAM se basa en la búsqueda de  $k$  objetos representativos o medoides entre las observaciones del set de datos. Una vez identificados los  $k$  medoides se asocia cada observación al medoide más cercano. Posteriormente, cada medoide  $m$  y cada observación no-medoide se intercambia (*swap*) y se computa la función objetivo. La función objetivo corresponde a la suma de las disimilitudes de todos los objetos con el medoide más cercano. El *swap* se realiza para mejorar la calidad del *clustering* modificando los objetos seleccionados (medoides) y los no seleccionados. Si la función objetivo se reduce al realizar el *swap*, entonces el intercambio se mantiene. Este proceso continúa hasta que la función objetivo no decrece. El objetivo es encontrar los  $k$  objetos representativos que minimizan la suma de las disimilitudes de las observaciones a sus objetos representativos más cercanos. El algoritmo PAM trabaja con una matriz de disimilitud y para computar esta matriz el algoritmo puede usar distintas métricas de distancia. En este trabajo se utiliza la distancia euclídea.

En línea con Croke *et al.* (2005) y Cardarelli y Rebucci (2007), la variable a considerar para clasificar los episodios es la diferencia en el crecimiento del PIB real antes y después de la ocurrencia de

<sup>5</sup> En este tipo de set de datos suele utilizarse el algoritmo *K-means*. Se optó por PAM en lugar de *K-means* porque que el segundo, al utilizar promedios, es muy sensible a valores extremos lo que puede afectar la asignación de las observaciones a los *clusters* (Kassambara, 2017).

este. Se define como crecimiento antes del episodio a la variación del PIB real promedio en los años -2 y -1, mientras que se define como crecimiento posterior al episodio a la variación del PIB real promedio en los años 1 y 2:

$$\Delta g_t = \frac{g_{t+1} + g_{t+2}}{2} - \frac{g_{t-1} + g_{t-2}}{2}$$

Con  $g_t$ : crecimiento del PIB real en año  $t$ . En el Cuadro A.3 del Anexo se presenta un listado con los valores del crecimiento del PIB promedio en los dos años previos y posteriores a la ocurrencia del evento CAR.

### 3.2.4. Resultados del análisis de *clusters*

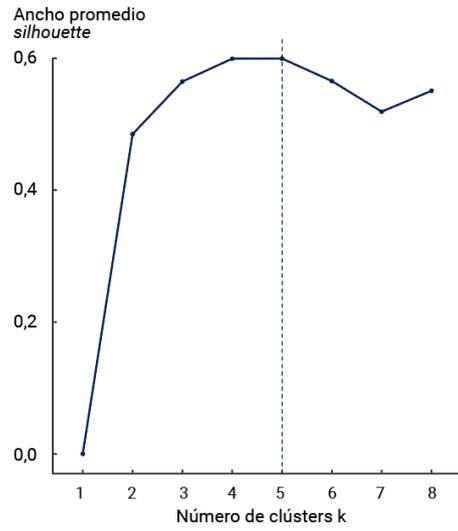
En el Gráfico 2.A se presenta la evolución del coeficiente de *silhouette* para  $k=1$  a  $k=8$ . El coeficiente de *silhouette* es una medida de qué tan similar (cerca) es una observación a otras observaciones de su mismo *cluster* comparado con la similitud a las observaciones en otros *clusters*. El coeficiente de *silhouette* tiene un rango que va de -1 a 1, con 1 indicando que la observación es similar a las observaciones de su *cluster* y diferente a las observaciones de otros *clusters*. En el gráfico se observa que coeficiente de *silhouette* alcanza un máximo en  $k=5$ .

En el Gráfico 2.B se presenta la evolución de la suma de los errores al cuadrado dentro de un *cluster* (SSE) para  $k$  entre 1 y 8. Esta métrica decrece a medida que el número de *clusters* aumenta, pero se observa un quiebre en  $k=5$ . Este quiebre indica que una cantidad de *clusters* mayor a 5 aporta poco valor. En base a esto optamos por  $k=5$  como la cantidad de *clusters* para clasificar a los episodios CAR.

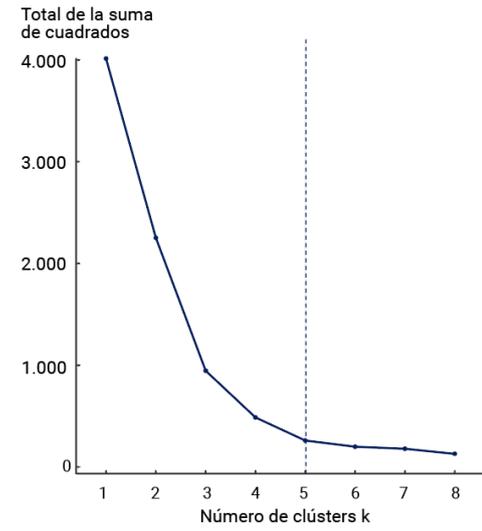
En el Gráfico 2.C, se reporta el coeficiente de *silhouette*, para  $k=5$ , de los episodios identificados. El promedio de los *clusters* registra un valor de 0,6. En tanto que en el Gráfico 2.D se representan el cambio en la tasa de crecimiento del PIB real en cada uno de los episodios y el *cluster* al que pertenecen.

## Gráfico 2 | Análisis de clusters

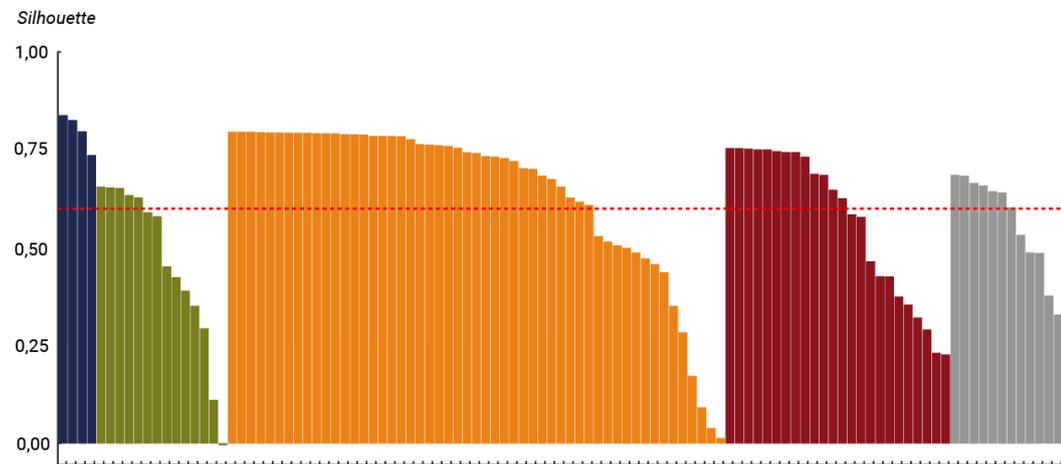
### A. Número óptimo de clusters



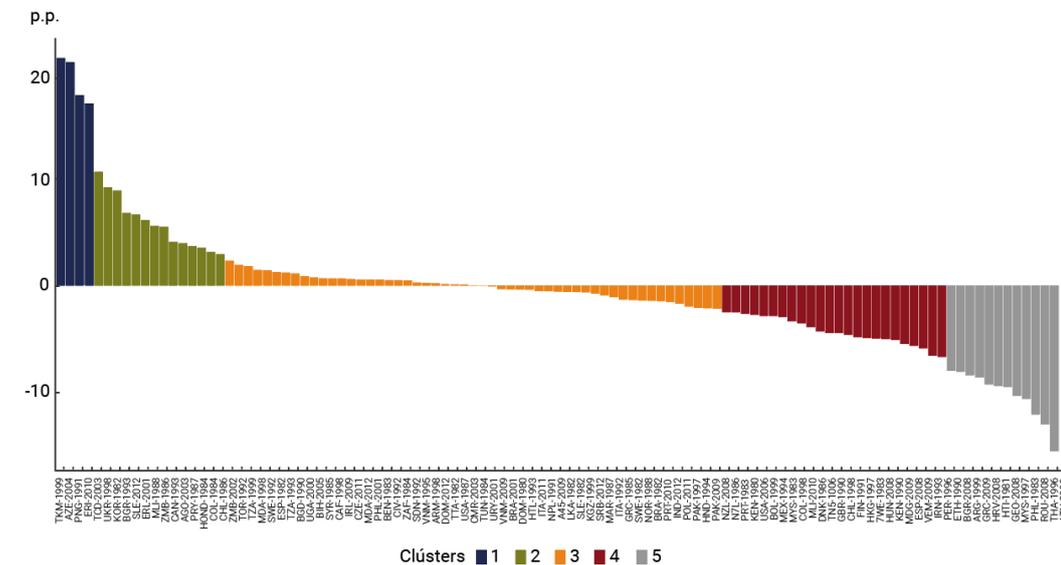
### B. Número óptimo de clusters



### C. Clusters silhouette. Ancho promedio silhouette 0,6



### D. Cambio en la tasa de crecimiento del PIB



**Cuadro 1 | Clasificación de los episodios por grupo de países**

Grupo de países	1. <i>Outliers</i> expansivos	2. Expansivos	3. Estables	4. Contracciones moderadas	5. Contracciones severas
Altos ingresos	0	3	17	10	3
Ingresos medios altos	2	3	10	5	6
Ingresos medios bajos	1	4	17	6	1
Bajos ingresos	1	4	9	3	2
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>53</b>	<b>24</b>	<b>12</b>
<b>Cambio en tasa de crecimiento (puntos porcentuales)</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>-4</b>	<b>-10</b>

La amplia cobertura geográfica de los *clusters* se observa en el Cuadro 1, mientras que la clasificación individual de cada episodio se presenta en el Cuadro A.3 del Anexo.

A partir del análisis del Cuadro 1 se desprenden las siguientes observaciones:

- La mayoría de los casos (53 episodios) son reversiones en las que la economía mantiene el ritmo de crecimiento. Denominamos a este grupo “estables”.
- El segundo grupo en importancia (24 episodios) es el de recesiones moderadas, en los que el crecimiento del PIB cae en promedio 4 puntos porcentuales. A este grupo lo denominaremos “contracciones moderadas”.
- Existe una cantidad similar de episodios con recesiones severas (desaceleración del crecimiento de 10 puntos porcentuales) y episodios de crecimiento (aceleración de 6 puntos porcentuales). Denominaremos a estos grupos “contracciones severas” y “expansivos”, respectivamente.
- Existe un grupo pequeño de episodios (4 casos) en los que la economía acelera fuertemente: la tasa de crecimiento se incrementa 20 puntos porcentuales.<sup>6</sup> A este grupo, por su comportamiento extremo los denominaremos “*outliers* expansivos”.
- No se observan diferencias claras entre los tipos de episodios y los grupos de países diferenciados por nivel de ingreso. Aunque los países de ingresos medios-altos tienen mayor proporción de episodios del tipo “contracciones severas” y los países de ingresos altos tienen mayor proporción de episodios moderados y estables.

#### 4. Condiciones iniciales de las reversiones de cuenta corriente

Uno de los puntos centrales de este trabajo es identificar si el tipo de episodio CAR depende de las condiciones iniciales y, por lo tanto, pueden implementarse políticas macroprudenciales, monetarias, fiscales y cambiarias, antes de la ocurrencia del episodio a efectos de evitar eventos

<sup>6</sup> Azerbaiyán 2004, Eritrea 2010, Papúa Nueva Guinea 1991 y Turkmenistán 1999.

disruptivos para el crecimiento. En ese sentido, en esta sección se hace un análisis de la dinámica de un conjunto de variables relevantes durante el proceso de ajuste de la cuenta corriente y se realiza un análisis estadístico de las condiciones previas a la ocurrencia del evento.

#### 4.1. Dinámica de las reversiones del déficit de cuenta corriente

Los Gráficos 3 y 4 presentan la evolución de un conjunto de variables relevantes durante el proceso de reversión para los cuatro principales tipos de reversión identificados en el análisis de *clusters*.<sup>7</sup> Las variables fueron seleccionadas en función de la literatura relevada. En los gráficos cada línea representa la mediana de la variable para cada tipo de episodio en el año  $t = 0$ , año en que se inicia la reversión, y en los tres años posteriores y anteriores al evento. Algunos puntos para destacar de la observación de los gráficos son:

- Los déficits de cuenta corriente iniciales suelen ser de mayor magnitud en los casos contractivos (Gráfico 3.A).
- La tasa de crecimiento de PIB antes del evento es más alta en los casos contractivos que en los episodios estables y expansivos (Gráfico 3.B).
- Los episodios con mayor (menor) caída de la tasa de crecimiento se producen con tipos de cambio reales más (menos) apreciados (Gráfico 3.C).
- Los episodios con mayor caída de la tasa de crecimiento se producen con mayores déficits comerciales (Gráfico 3.D).
- Mayores exportaciones y apertura económica están asociadas a episodios contractivos (Gráfico 3.E y Gráfico 3.L).<sup>8</sup>
- Los episodios contractivos están asociados a una mayor caída de las importaciones (Gráfico 3.F).
- Los episodios expansivos están asociados a *booms* de términos de intercambio y crecimiento de los volúmenes exportados (Gráfico 3.G y Gráfico 3.H).
- Los episodios contractivos están relacionados a un mayor cociente de deuda de corto plazo sobre reservas internacionales y un mayor cociente de intereses de deuda sobre Producto Nacional Neto (PNN) (Gráfico 3.J y Gráfico 3.K).
- Niveles de desempleo más bajos no se encuentran vinculados a episodios contractivos (Gráfico 4.A).
- En sentido contrario a la literatura, menores necesidades fiscales se encuentran asociados a episodios contractivos (Gráfico 4.E).

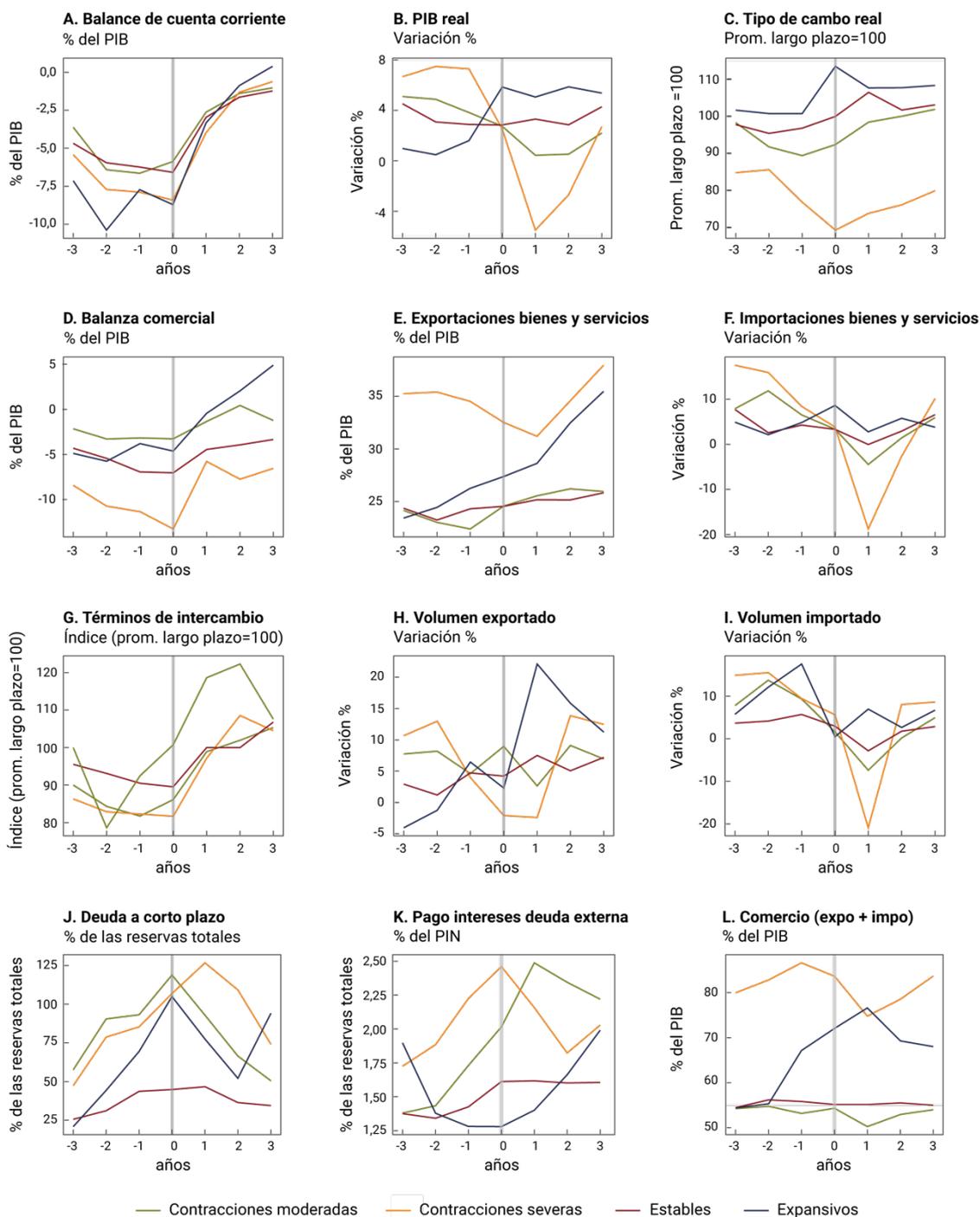
---

<sup>7</sup> No se presentan los episodios considerados *outliers* por ser muy pocos casos (4). Ver sección previa.

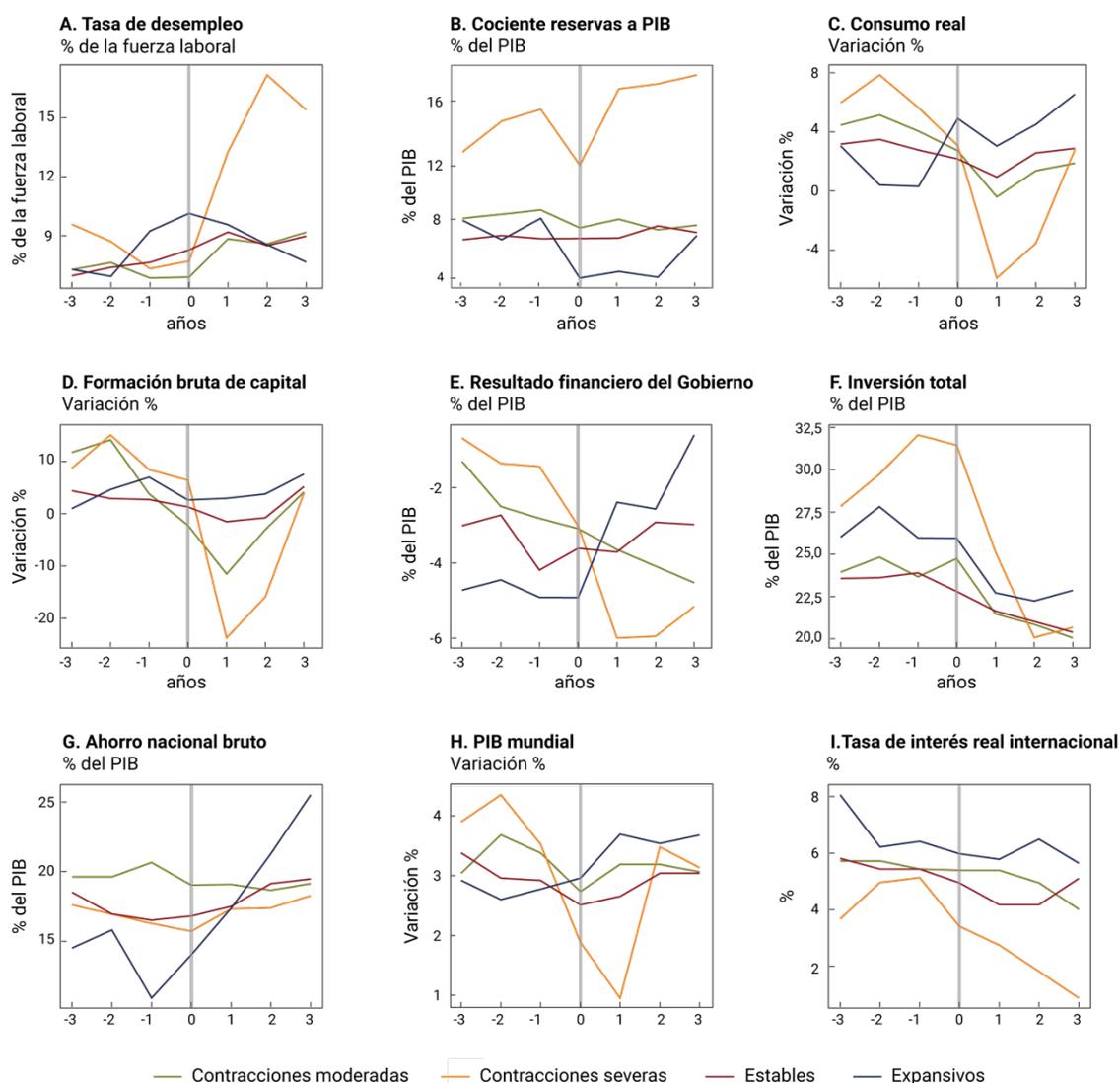
<sup>8</sup> Medido como la suma de exportaciones e importaciones como porcentaje del PIB.

- Con posterioridad a la ocurrencia del evento CAR, los episodios contractivos registran una fuerte caída de la inversión (Gráfico 4.D).
- No existe una relación clara entre tasas de ahorro nacional y tipo de episodio (Gráfico 4.G).

**Gráfico 3 | Dinámica de la reversión de la cuenta corriente según tipo de episodio**



**Gráfico 4 | Dinámica de la reversión de la cuenta corriente según tipo de episodio**



## 4.2. Análisis estadístico de las condiciones iniciales

Para evaluar si las condiciones iniciales en los episodios son estadísticamente diferentes, se llevó a cabo una prueba de medianas de Mood. Este es un test no paramétrico cuya hipótesis nula es que la mediana de las muestras es igual. Esta prueba de contraste estadística resulta conveniente porque puede aplicarse sin que se cumpla el supuesto de igualdad distribucional de las poblaciones y resulta más robusto que otros métodos aplicados sobre muestras pequeñas.

Para cada tipo de reversión se consideraron los períodos 0, -1 y -2, que son los períodos que permitirían anticipar una potencial reversión. En el Cuadro 2 se presentan las medianas de cada variable durante el período mencionado y los p-valores resultantes del test de Mood. Se destaca que:

- Se rechaza con un 95% de confianza la hipótesis nula de igualdad de medianas entre los distintos tipos de reversión para las variables Tipo de Cambio Real –*Real exchange rate*–, Consumo Privado (% PIB) –*Final consumption expenditure*–, Tasa de inversión (% PIB) –*Total investment*–, crecimiento de la inversión –*Gross capital formation*–, Ahorro nacional (% PIB) –*Gross national savings*–, Balance Comercial (% PIB) –*Trade balance*–, Términos de Intercambio –*Terms of trade*–, Deuda de Corto Plazo (% PIB)–*Short-term debt*– y Resultado Fiscal (% PIB) –*General government net lending/borrowing*.
- Se rechaza con un 90 % de confianza para el Cociente reservas a PBI –*Reserves to GDP ratio*–, Pago de intereses de deuda externa (% PIB) –*Interest payments on external debt*– y Volumen de importaciones –*Import volume*.
- No se rechaza la hipótesis nula en el caso de Volumen de exportaciones –*Export volume*–, Tasa de interés real internacional –*International real interest rate*–, PIB mundial –*World Gross Domestic Product*–, Saldo de cuenta corriente (% PIB)– *Current account balance*– y Tasa de desempleo –*Unemployment rate*.

**Cuadro 2 | Test de Mood de diferencia de medianas**

Variable	Mediana por tipo de episodio*				p-value
	Expansivos	Estables	CM	CS	
Real exchange rate	102,8	97,0	91,1	76,1	0,0000
Final consumption expenditure	1,2	2,7	3,8	5,4	0,0002
Total investment	26,3	23,6	24,3	31,3	0,0011
Gross capital formation	3,6	2,6	5,9	11,1	0,0016
Trade ( % of GDP)	65,6	55,8	54,3	84,2	0,0022
Gross national savings	14,0	16,8	19,6	16,4	0,0266
Trade balance	-3,8	-6,7	-3,3	-13,3	0,0269
Imports of goods and services	6,3	3,2	8,2	8,4	0,0340
GDP growth	2,8	2,9	4,1	5,8	0,0343
Terms of trade	84,5	90,5	83,3	81,7	0,0393
Short-term debt	58,1	39,3	93,2	90,0	0,0395
Gral. gov. net lending	-4,6	-3,5	-2,6	-1,9	0,0398
Int. payments on ext. debt	1,3	1,5	1,8	2,0	0,0711
Import volume index	8,0	3,6	9,3	9,3	0,0876
Reserves to GDP ratio	6,7	7,4	9,2	13,4	0,0976
Exports of goods and services	26,3	24,2	23,0	34,6	0,1650
International real interest rate	6,4	5,3	5,4	5,0	0,1751
Export volume	3,3	3,0	6,0	7,4	0,1940
World Gross Domestic Product	3,0	2,9	3,1	3,3	0,3072
Current account balance	-8,4	-6,2	-6,4	-8,0	0,3389
Unemployment rate	8,8	7,6	7,1	8,1	0,4130

(\*) CM: Contracciones moderadas; CS: Contracciones severas.

Estos resultados nos permiten considerar que existen diferencias estadísticamente significativas en las condiciones iniciales de cada tipo de episodio y, por lo tanto, distintas condiciones iniciales pueden llevar a reversiones expansivas o contractivas.

En base a estos hallazgos, en la siguiente sección se construyen modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para predecir distintos tipos de reversión.

## 5. Estimación, evaluación y predicción de episodios CAR

En la sección anterior encontramos que existen diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones iniciales de los cuatro principales tipos de episodios. En esta sección se analizan los determinantes de cada tipo de reversión. Para esto, se estiman cuatro modelos: (i) un modelo *logit* binomial, (ii) un modelo *logit* multinomial, (iii) un árbol de decisión con dos clases y (iv) un árbol de decisión con múltiples clases.

La estimación con distintas técnicas permite identificar si las variables predictoras son las mismas y cuáles tienen mayor capacidad predictiva.

Posteriormente, en la subsección 'Evaluación de modelos', se evalúa la *performance* de los modelos fuera de la muestra y se selecciona el mejor para luego presentar las estimaciones de los países analizados para los años posteriores a 2015.

### 5.1. Estimación

#### 5.1.1 Modelos *logit*

Se estiman dos modelos *logit*, primero un modelo *logit* binomial en el que la variable dependiente toma dos valores:<sup>9</sup>

- $Y = 0$  en años tranquilos;<sup>10</sup>
- $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años previos.<sup>11</sup>

Posteriormente se estima un modelo *logit* multinomial con cinco estados:

- $Y = 0$  en años tranquilos,
- $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "expansivo",
- $Y = 2$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "estable",
- $Y = 3$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo "contracción moderada",

---

<sup>9</sup> Se utilizó el paquete "nnet" (Ripley y Venables, 2016) para la estimación de los modelos *logit* binomiales y multinomiales.

<sup>10</sup> Se consideran como años tranquilos a aquellos años que se encuentren al menos tres años de un episodio CAR.

<sup>11</sup> Esta decisión se adopta para que el modelo pueda anticiparse a la reversión permitiendo a los hacedores de política aplicar políticas tendientes a evitar eventos disruptivos.

- $Y = 4$  en el año de la reversión y en los dos años precedentes de un episodio del tipo “contracción severa”.

Los modelos se estimaron con datos entre 1975 y 2010, separando el set de datos en entrenamiento y validación. El período 2011-2015 se usa para evaluar los modelos en la subsección ‘Evaluación de modelos’.

### 5.1.2. Resultados de los modelos *logit*

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la estimación de los modelos *logit* binomial y *logit* multinomial.<sup>12</sup> La columna 1 reporta los coeficientes del modelo binomial. Los coeficientes resultan en su mayoría significativos y en línea con lo esperado: un mayor déficit de cuenta corriente, un tipo de cambio real más apreciado, menores términos de intercambio y un mayor *output gap* incrementan las probabilidades de una reversión.

Las columnas 2 a 6 reportan los resultados del modelo multinomial con respecto a un año tranquilo ( $Y = 0$ ). Los signos de los coeficientes varían dependiendo el tipo de episodio, confirmando nuestra hipótesis de que las condiciones iniciales determinan el tipo de reversión.

Los valores de los coeficientes presentan resultados interesantes:

- El resultado de cuenta corriente (*Current account balance*) es un predictor de reversión. Mayores déficits de cuenta corriente incrementan la probabilidad de episodio CAR. El coeficiente resulta significativo para el modelo binomial y las clases contracciones moderadas, estables y expansivas. Tanto el signo como la significatividad se encuentran en línea con la literatura relevada.
- Una brecha de producto (*Output gap*) más elevada incrementa la probabilidad de reversiones contractivas y reduce la probabilidad de reversiones expansivas. Esto indica que las reversiones recesivas tienden a ocurrir en fases de auge del ciclo económico. La alternancia de los signos es consistente con la literatura: Algieri y Bracke (2011) encuentran que en reversiones con mayor contracción de la demanda doméstica las brechas de producto tienden a ser positivas y elevadas mientras que en reversiones en que el ajuste se da por sustitución de importaciones o aumento de exportaciones la brecha de producto suele ser más baja.
- Un tipo de cambio real más alto (*Real exchange rate*) incrementa la probabilidad de una reversión estable.

---

<sup>12</sup> Los modelos multinomiales asumen la independencia de alternativas irrelevantes (IIA). Se analiza la hipótesis de IIA usando el test de Hausman y McFadden (1984). En el Cuadro A.4 del Anexo se reportan los resultados del test, los cuales confirman la hipótesis de IIA.

- Expansiones del crédito doméstico (*Credit expansion*) aumentan la probabilidad de una reversión contractiva. Estos resultados están en línea con la mayor parte de la literatura relacionada a indicadores de alerta temprana de crisis cambiarias, bancarias y de deuda (Babecky *et al.*, 2014).
- Incrementos de la tasa de interés internacional en términos reales (*RINT*) implican una mayor probabilidad de reversión. El coeficiente es significativo para el modelo binomial y para la clase “expansiva”.
- Términos de intercambio más elevados reducen la probabilidad de reversiones. El coeficiente solo es significativo en los casos de “contracciones moderadas” y “*outliers* expansivos”. El signo y la significatividad están en línea con lo esperado y son consistentes con los hallazgos de Milesi-Ferretti y Razin (1998) y Barone *et al.* (2008).

**Cuadro 3 | Resultados del modelo *logit***

	Variables dependientes					
	Binomial (1)	Mult./CM (2)	Mult./CS (3)	Mult./Estables (4)	Mult./Exp. (5)	Mult.- OE (6)
Current account balance	-0.120*** (0,02)	-0.090*** (0,035)	0,006 (0,04)	-0.130*** (0,024)	-0.133*** (0,029)	0,165 (0,196)
Output gap	0,025 (0,03)	0.174*** (0,059)	0.143** (0,061)	0,0002 (0,046)	-0.190*** (0,054)	-0.301** (0,125)
Real exchange rate	0,004 (0,003)	0,005 (0,006)	-0,012 (0,012)	0.008** (0,004)	0,004 (0,006)	-0,007 (0,032)
Credit expansion	0.030*** (0,008)	0.044*** (0,015)	0.068*** (0,013)	-0,003 (0,015)	0,001 (0,025)	0,092 (0,089)
RINT	0.064* (0,035)	-0,109 (0,078)	-0,039 (0,08)	0,061 (0,05)	0.259*** (0,071)	-0,083 (0,272)
Terms of trade	-0,004 (0,003)	-0.014* (0,008)	-0,009 (0,008)	-0,005 (0,004)	0,003 (0,003)	-0.154* (0,090)
Constant	-3.370*** (0,555)	-2.944** (1,180)	-2,152 (1,538)	-4.265*** (0,729)	-7.431*** (1,087)	4,675 (5,433)
Observations	1.082					
Log Likelihood	-327,972					
Akaike Inf. Crit.	669,944	1.029,73	1.029,73	1.029,73	1.029,73	1.029,73

Notas: Los errores estándar se muestran entre paréntesis.

\*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Mult: Modelo Multinomial; CM: Contracciones Moderadas; CS: Contracciones Severas; Exp: Expansivos; OE: Outliers Expansivos.

La selección de las variables de los modelos *logit* se hizo en base a la literatura relevada. Se tuvieron en cuenta dos factores: variables con menor cantidad de datos faltantes (preservando la mayor cantidad de reversiones posible) y menor criterio de información de Akaike.

Adicionalmente, como test de robustez se estimó un modelo *logit* ordenado (no se reporta) que mostró resultados similares.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Se encuentra a disposición de los interesados, en caso de ser requerido.

### 5.1.3. Árboles de decisión

En el relevamiento de literatura no se han encontrado antecedentes del uso de árboles de decisión para predecir la ocurrencia de eventos CAR. De hecho, existen pocos antecedentes del uso de este método en trabajos asociados a Economía.

Los árboles de decisión tienen dos grandes ventajas: son simples y de fácil interpretación. Sin embargo, suelen tener peor performance predictiva en comparación con otros algoritmos de aprendizaje automático (James *et al.*, 2013). El uso de árboles de decisión resulta apropiado para este tipo de problemáticas ya que permite trabajar con un número de variables mayor, capturar dinámicas no lineales e interacciones entre variables (David, 2017).

En esta sección estimamos dos árboles de decisión:

- Un primer árbol con dos clases, de modo equivalente con el modelo *logit* binomial explicado en la subsección anterior —  $Y = 0$  en años tranquilos y  $Y = 1$  en el año de la reversión y en los dos años previos.
- Un segundo árbol multiclase. Nuevamente, con las clases equivalentes al *logit* multinomial de la sección previa.

Los modelos se estimaron con datos entre 1975 y 2010, separando el set de datos en entrenamiento y validación. El período 2011-2015 se usa para evaluar los modelos en la subsección 'Evaluación de modelos'.

La estimación de los árboles se realizó con la librería "rpart" (Therneau *et al.*, 2019) del software estadístico R (R Core Team, 2019). La librería "rpart" utiliza el algoritmo CART (Breiman *et al.*, 1984). La ventaja de este algoritmo por sobre ID3 o C4.5, otros algoritmos usados frecuentemente en árboles de decisión, es que CART puede trabajar con datos faltantes.<sup>14</sup>

Para la determinación de los hiperparámetros se utilizó la técnica de *grid search* (búsqueda de grilla), en la que se evaluaron combinaciones de mínimo *split*, máxima profundidad, mínimo *bucket* (mínimo número de observaciones en el nodo final) y complejidad del árbol. En el caso del árbol de dos clases, se encontró que un mínimo *split* de 4, una máxima profundidad de 6, un mínimo *bucket* de 3 y una complejidad de 0.005 reporta la mejor performance (medida a través del *balance accuracy*) en los datos de validación (2000-2010). En el caso del árbol con múltiples clases se identificó que un mínimo *split* de 10, una máxima profundidad de 8, una complejidad de 0.009 y un mínimo *bucket* de 3 registra la mejor *performance* (se utilizó como métrica el *balanced accuracy* y el mismo período de validación que en el árbol de dos clases).

---

<sup>14</sup> Otra técnica de clasificación muy utilizada es Random Forest. Se descartó por tener menor facilidad interpretativa y no permitir datos faltantes.

#### 5.1.4. Resultados árboles de decisión

##### Árbol con dos clases

En el Gráfico 5, se exhibe una representación gráfica del árbol estimado. Las hojas de color verde son años con mayor probabilidad de episodios CAR ( $Y = 1$ ), mientras que las hojas de color azul son años con mayor probabilidad de ser años tranquilos ( $Y = 0$ ). Asimismo, en el Gráfico A.1 del Anexo se presenta un indicador de importancia de las variables del árbol—se muestran las primeras 20 variables de modo que el gráfico sea más claro. Las variables de mayor importancia seleccionadas por el modelo tienen una interpretación económica de interés:

- Saldo de cuenta corriente como porcentaje del PIB (*Current account balance*): mayores déficits de cuenta corriente están asociados a episodios CAR. En particular, déficits mayores a 2,3 % aumentan la probabilidad de reversión.
- Deterioro de la cuenta corriente (*Current account expansion*): si el nivel de cuenta corriente se ubica 0,93 puntos porcentuales por debajo del saldo promedio de los 10 años previos se incrementan las probabilidades de reversión.
- Crédito al sector privado como porcentaje del PIB (*Credit to private sector*) y el crédito doméstico total como porcentaje del PIB (*Domestic credit provided by the financial sector*): mayores tasas de crédito a PIB y mayores tasas de crecimiento del cociente crédito a PIB están asociados a mayor probabilidad de episodios CAR.
- Tasa de inversión a PIB (*Total Investment as % GDP*): mayores tasas de inversión están asociadas a mayor probabilidad de reversiones de cuenta corriente.
- Tipo de cambio real (*Real exchange rate* y *real exchange rate overvaluation*): un tipo de cambio real apreciado incrementa las probabilidades de episodios CAR.
- Expansión de las importaciones (*Import value index*, *import volume index* y *volume of imports of goods*): ciclos expansivos de las importaciones aumentan la probabilidad de episodios CAR.
- La relación dinero amplio sobre reservas internacionales (*Broad money to total reserves ratio*): mayores cocientes incrementan la probabilidad de reversiones.
- Expansión del consumo (*Private consumption expansion*): un aumento en la participación del consumo en el PIB está asociado a una mayor probabilidad de ocurrencia de episodios CAR.
- Deuda externa como porcentaje de las exportaciones (*External debt stocks as % exports*): cocientes de deuda externa a exportaciones más altos incrementan la probabilidad de episodios CAR.



- Cociente exportaciones a PIB (*Exports of goods and services as % GDP*): economías con exportaciones a PIB inferiores a 13 % tienen mayor probabilidad de registrar una reversión.
- Bajo nivel de reservas en términos de importaciones (*Months import cover of foreign reserves*): un nivel bajo de reservas en términos de meses importaciones está asociado a episodios CAR.

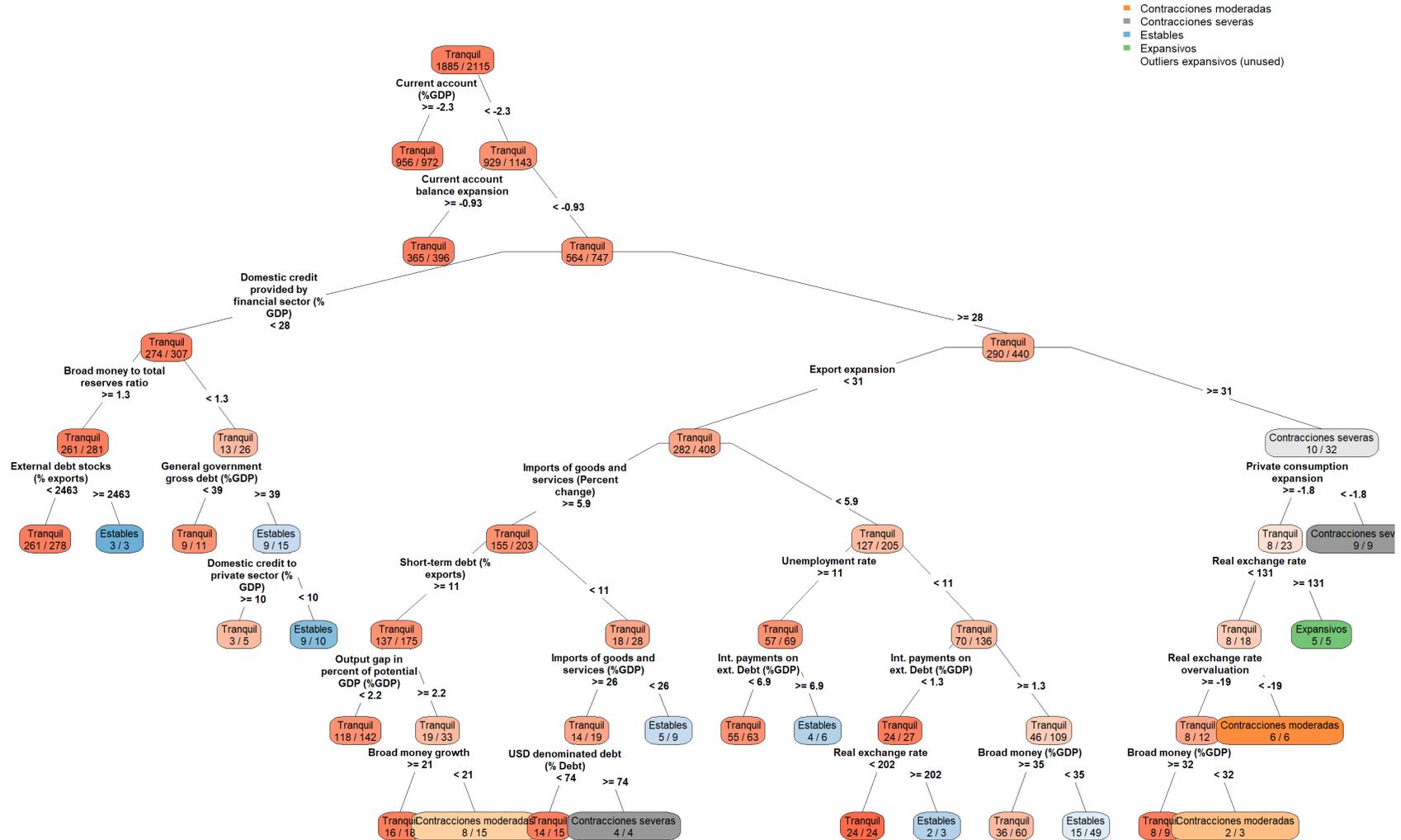
### Árbol multiclase

En los Gráficos 6 y Gráfico A.2 del Anexo, se presentan los resultados de la estimación del árbol de decisión multiclase con los cinco estados antes señalados. El esquema del Gráfico 6 es una representación gráfica del árbol. Las hojas de color rojo son años “tranquilos” (no hay reversión,  $Y = 0$ ), en color gris se identifican los episodios de tipo “estables” ( $Y = 1$ ), en color naranja se identifican los episodios de tipo “contracciones moderadas”, en color violeta se identifican los episodios clasificados de tipo “contracciones severas”, en color celeste los episodios clasificados como “expansivos” y en color verde los clasificados como “outliers expansivos”.

Asimismo, en el Gráfico A.2 del Anexo se presentan, ordenadas por importancia, las variables del árbol multiclase. Las variables de mayor importancia seleccionadas por el modelo tienen una interpretación económica relevante:

- Saldo de cuenta corriente como porcentaje del PIB y deterioro relativo de la cuenta corriente (*Current account expansion*): al igual que en el modelo de dos clases, mayores déficits de cuenta corriente están asociados a una mayor probabilidad de ocurrencia de episodios CAR.
- El cociente de crédito a PIB (*Credit provided by the financial sector*) ocupa una posición significativa. Episodios contractivos están asociados a niveles de crédito más elevados. En particular, esto se vuelve más relevante cuando se observa la interacción entre niveles de crédito más elevados y tipos de cambio reales más apreciados.
- La expansión del consumo privado (*Private consumption expansion*), el tipo de cambio real (*Real exchange rate* y *real exchange rate overvaluation*) y el cociente crédito al sector privado a PIB se encuentran vinculados en las ramas del árbol. Su interacción indica que mayores cocientes de crédito a PIB, mayores tasas de expansión del consumo y un menor tipo de cambio real están asociados a una mayor probabilidad de episodio CAR. En particular del tipo contracciones moderadas.
- Una elevada participación de la deuda en dólares como proporción de la deuda total (*USD denominated debt as % Debt*) está asociada a episodios de tipo contracciones severas.
- En línea con lo observado en el modelo *logit* multinomial, un mayor *output gap* incrementa las probabilidades de una reversión del tipo contractivo.

Gráfico 6 | Árbol de decisión multiclase



Una primera conclusión que puede extraerse de observar las variables seleccionadas por los modelos es que el resultado de la cuenta corriente, el tipo de cambio real, la brecha del producto, la relación crédito doméstico a PIB y la relación dinero amplio a reservas internacionales se encuentran entre las variables más relevantes entre los modelos estimados. Asimismo, los signos y la significatividad se encuentran en línea con lo que señala la literatura relevada.

## 5.2. Evaluación de modelos

En esta subsección se realiza una evaluación de los modelos. Sintéticamente, el concepto de evaluación de modelos consiste medir qué tan bien los modelos estimados se comportan sobre datos no vistos en el proceso de estimación. Un buen modelo será aquel que no solo registre buena *performance* sobre datos de entrenamiento (estimación) sino también sobre datos no vistos.

En este trabajo se divide el set de datos en dos conjuntos: (i) un set de entrenamiento, conformado por observaciones registradas entre los años 1975 y 2010, y (ii) un set de datos de prueba (o *held out*), conformado por observaciones registradas entre los años 2011 y 2015.

En problemas de clasificación suelen utilizarse distintas métricas para medir la capacidad de los modelos de clasificar correctamente los distintos episodios. Algunos de las más usuales son *specificity* (tasa de verdaderos negativos) y *sensitivity* (tasa de verdaderos positivos).

El *sensitivity* (tasa de verdaderos positivos) se define como:  $\frac{VP}{VP+FN}$  con VP cantidad de verdaderos positivos y FN cantidad de falsos negativos. El *sensitivity* mide la tasa de casos positivos predichos correctamente por el modelo. Por su parte, el *specificity* mide la proporción de años tranquilos predichos correctamente por el modelo  $\frac{VN}{VN+FP}$  con VN cantidad de verdaderos negativos y FP cantidad de falsos positivos.

Una forma de comparar estas métricas es la curva ROC (*Receiver operating characteristic*) (ver Gráfico 7). La curva ROC representa los valores de *sensitivity* y *specificity* para distintos umbrales de probabilidad. Una mayor área bajo la curva ROC significa que el modelo registra mayores tasas de verdaderos positivos y mayores tasas de verdaderos negativos. Puede considerarse que un modelo tiene mayor capacidad predictiva si tiene una mayor área bajo la curva ROC (AUC).

En el Gráfico 7 se presentan las curvas ROC de los modelos con dos clases. Como puede observarse el AUC es mayor para el árbol de decisión. En el Cuadro 4 se reportan las áreas bajo curva ROC de los distintos modelos. El árbol de decisión presenta un AUC mayor que el modelo *logit* binomial. En el mismo sentido, el árbol de decisión con dos clases registra un AUC mayor que el *logit* multinomial.<sup>15</sup>

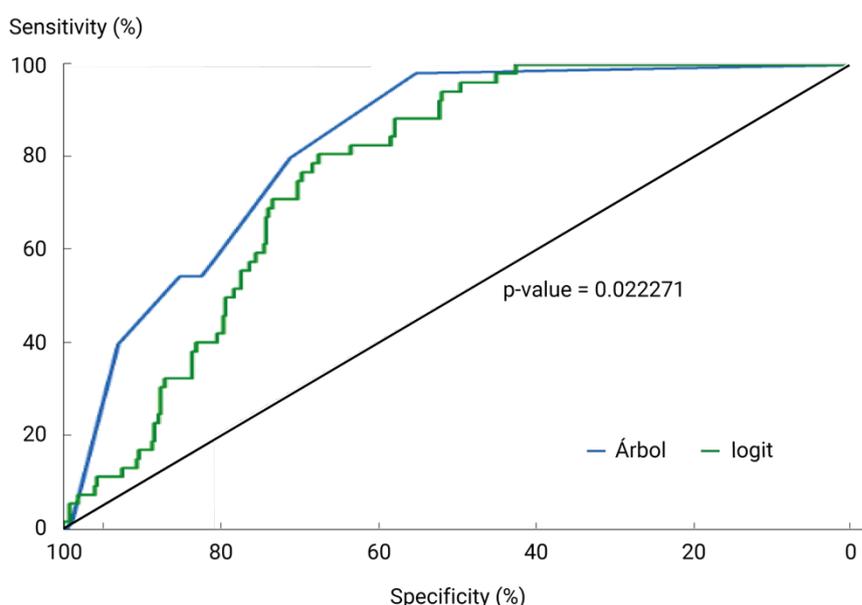
---

<sup>15</sup> Para computar el AUC se hizo uso del paquete pROC (Robin *et al.*, 2012). En el caso de los modelos con más de dos clases el paquete replica la metodología de Hand y Till (2001) que consiste en promediar las AUC de todos los pares de combinaciones de clases.

Para validar que las diferencias entre las curvas AUC sean estadísticamente significativas se empleó la prueba de DeLong (DeLong *et al.*, 1988). Se encontró que las AUC de los modelos *logit* y árboles presentan diferencias estadísticamente significativas.

En base a estos resultados podemos considerar que los árboles de decisión presentan una mejor *performance* que los modelos *logit* en nuestro problema de interés.

**Gráfico 7 | Curvas ROC de modelos *logit* binomial y árbol de decisión con dos clases**



**Cuadro 4 | Área bajo la curva ROC**

Modelo	AUC
Árbol binomial	0,83
Logit binomial	0,77
Árbol multiclase	0,65
Logit multinomial	0,62

### 5.3. Probabilidades predichas fuera de la muestra (2015-2019)

La metodología de clasificación utilizada en este trabajo requiere, para clasificar los episodios, información de tres años posteriores a la ocurrencia del evento, por lo que los modelos se estimaron y evaluaron con datos entre 1975 y 2018, pudiéndose identificar episodios entre 1978 y 2015. Para evaluar la *performance* del modelo entre 2015 y 2019, se estimaron las probabilidades de reversión según los modelos estimados en las subsecciones anteriores y se comparó las probabilidades predichas con el Informe del WEO de octubre de 2019 para los respectivos países.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> El listado de países para los cuales la probabilidad de reversión es mayor a 6,3% en algún año con posterioridad a 2015

El modelo predice episodios de reversión con posterioridad a 2015 para 89 países. Para ver si estas predicciones son razonables se analiza el Artículo IV de cada país y el WEO de octubre de 2019 que provee de proyecciones de la cuenta corriente para el período 2018-2024. Se encuentra que el modelo coincide con las proyecciones del FMI para los siguientes casos: Argentina, Australia, República Central Africana, Egipto, Etiopía, Georgia, Malawi, Pakistán, Ruanda, Túnez y Turquía.

## 6. Implicancias para la política económica

Las asociaciones estadísticas identificadas entre las variables fundamentales y los patrones de reversión advierten la importancia para el hacedor de política de articular distintos instrumentos para evitar CAR disruptivos para el crecimiento. El objetivo de esta sección es desarrollar algunas de las herramientas de política económica disponibles.

Entre los episodios de tipo recesivos la ocurrencia simultánea de brechas del producto positivas y apreciación del tipo de cambio real sugiere la adopción de una política fiscal contracíclica que imponga menores presiones sobre demanda doméstica y sobre la brecha de producto. Esto a su vez redundaría en déficits de cuenta corriente de menor magnitud y en menores presiones apreciatorias.<sup>17</sup>

En términos monetarios y cambiarios, nuevamente se destaca la importancia de evitar la apreciación del tipo de cambio real. Una apreciación del tipo de cambio puede estar impulsada por factores fundamentales como aumentos de la productividad en sectores transables o por *shocks* positivos de los términos de intercambio. Sin embargo, la apreciación también puede estar asociada al régimen cambiario, a elevadas tasas de interés domésticas y/o a un régimen de apertura de la cuenta capital y financiera. Un tipo de cambio real apreciado aumenta las vulnerabilidades externas en varios frentes. En primer lugar, incrementando el déficit comercial, desincentivando exportaciones y aumentando la demanda de importaciones. En segundo lugar, sesga la inversión a sectores no transables reduciendo la oferta de sectores exportables. Estos efectos contribuyen al deterioro de la cuenta corriente y a la pérdida de reservas internacionales. La pérdida de reservas puede reforzarse por las expectativas de una depreciación futura promoviendo la salida de capitales, en particular en regímenes de tipo de cambio fijo (Krugman, 1979).

Existe la posibilidad de que la apreciación cambiaria sea una consecuencia del ingreso de flujos de capitales. En este sentido, la combinación de una cuenta capital abierta y un mercado financiero con escasa regulación ha sido la génesis de muchas de las crisis de países de América Latina en las décadas de los '80 y '90, algunas de las cuales se identifican como episodios de reversión del tipo "contracciones severas" (Frenkel, 2003; Díaz-Alejandro, 2002). Sobre este punto la implementación de controles de capitales y medidas macroprudenciales en cuanto a la regulación de endeudamiento en moneda extranjera y la proporción de la deuda de portafolio sobre la deuda total son variables para monitorear en pos de lograr correcciones de déficits menos costosas (Ostry *et al.*, 2012).

---

y las probabilidades predichas de acuerdo a los distintos modelos para cada país para el período posterior a 2015 no se incluyeron por cuestiones de espacio pero pueden solicitarse a los autores. La metodología de determinación del punto de corte se explica en el Anexo.

<sup>17</sup> Un aumento del gasto público está asociado a una apreciación del tipo de cambio real (Miyamoto *et al.*, 2019).

Los flujos de capitales también están asociados booms de crédito (Mendoza y Terrones, 2008) una de las variables que aparecen vinculadas a los episodios recesivos en los modelos estimados. En este sentido, limitar la expansión excesiva del crédito doméstico resulta también una política conveniente para mitigar los riesgos de reversiones recesivas.

En cuanto al rol de las expectativas y la capacidad de absorber shocks externos se destaca la importancia de acumular reservas internacionales y evitar el descalce de monedas y la concentración de vencimientos de deuda externa en el corto plazo.

Si bien excede los alcances de este trabajo, la discusión sobre el rebalanceo de los déficits globales resulta relevante. Sobre este punto se destaca la necesidad de fortalecer el rol de los organismos multilaterales para coordinar políticas macroeconómicas a nivel global y evitar así que las correcciones de los déficits de cuenta corriente se produzcan por contracciones de la demanda doméstica en lugar de mayores exportaciones (Lane y Milesi-Ferretti, 2014).

## 7. Conclusiones

Este trabajo estudia la dinámica de ajuste del déficit de la cuenta corriente para un conjunto amplio de países. El propósito es evaluar si las condiciones iniciales permiten anticipar si la reversión es disruptiva para el crecimiento económico.

Se clasifican las reversiones de acuerdo con el cambio en la tasa de crecimiento del PIB aplicando técnicas de análisis de *cluster* y se identifican cinco agrupamientos relevantes. Estos grupos son validados estadísticamente y se estiman modelos *logit* binomiales y multinomiales y árboles de decisión para predecir los distintos tipos de reversión.

El primer grupo de episodios, etiquetado como “contracciones severas”, registra una desaceleración significativa de la tasa de crecimiento (en promedio 10 puntos porcentuales) y está asociado a crecimientos excesivos del crédito doméstico, a brechas del producto positivas y elevadas y a un tipo de cambio real apreciado.

El segundo grupo de episodios, etiquetado como “contracciones moderadas”, ligado a una desaceleración promedio de 4 puntos porcentuales, presenta un comportamiento similar al primer grupo. Este grupo también está asociado un tipo de cambio real apreciado, a expansiones del crédito y a brechas del producto positivas, aunque de menor magnitud al primer caso. Adicionalmente, el deterioro en los términos de intercambio sería otro de factores asociados a este tipo de ajuste.

El tercer grupo de episodios, etiquetado como “estables”, donde la tasa de crecimiento se mantiene inalterada durante la reversión, está vinculado a un tipo de cambio equilibrado y déficits de cuenta corriente de una magnitud inferior al de los casos recesivos.

El cuarto grupo de episodios, etiquetado como “expansivos”, en el cual la tasa de crecimiento se acelera durante el proceso de reversión, está asociado a una mejora de los términos de intercambio, aumentos de los volúmenes exportados, brechas del producto más bajas y tipos de cambio reales más altos.

El quinto grupo de episodios, etiquetado como “*outliers* expansivos”, por tratarse de pocos casos (4) y por registrar una aceleración extraordinaria en la tasa de crecimiento. Estos episodios están asociados a economías pequeñas y abiertas en los que los términos de intercambio muestran una mejora significativa.

Uno de los principales hallazgos es que los distintos tipos de reversión, con excepción del grupo de *outliers*, se encuentran distribuidos de una forma relativamente equilibrada entre países con distintos niveles de ingreso. No se encuentra una asociación significativa entre el tipo de episodio y el grado de apertura económica y financiera o el régimen cambiario.

Otro de los hallazgos destacables es que, si bien variables externas como los términos de intercambio y la tasa de interés real de los EE. UU. resultan significativas, variables asociadas a políticas domésticas, como el tipo de cambio real, la brecha del producto y la expansión del crédito, son las que tienen mayor capacidad explicativa. En ese sentido, una de las conclusiones del trabajo es la importancia de las políticas domésticas a la hora de mitigar los costos de un proceso de ajuste de la cuenta corriente. Resulta central la aplicación de políticas fiscales, cambiarias y macroprudenciales, tendientes a moderar el ciclo económico, limitar la apreciación del tipo de cambio, la expansión excesiva del crédito y la prociclicidad de los flujos de capitales de modo de reducir la probabilidad de episodios contractivos.

El trabajo también realiza aportes en el herramental metodológico con el que se suelen estudiar los episodios CAR. Entre los modelos estimados se encuentra que el árbol de decisión registra una mejor *performance* que los modelos *logit* utilizados usualmente en la literatura a la hora de predecir los eventos. En esta línea, una extensión natural del trabajo podría evaluar el uso de árboles de decisión en la construcción de modelos de alerta temprana en temáticas vinculadas, como son las crisis cambiarias y los *sudden stops*. En lo que refiere a las correcciones de déficits de la cuenta corriente resultaría relevante analizar la dinámica del crecimiento en las etapas previas al deterioro de las cuentas externas, prestando especial atención a los patrones de crecimiento y su vínculo con el deterioro de la cuenta corriente.

## Referencias

- Adalet, M., y Eichengreen, B. (2007); "Current account reversals: Always a problem?", en *G7 Current Account Imbalances: Sustainability and Adjustment*, University of Chicago Press, pp. 205-246.
- Algieri, B., y Bracke, T. (2011); "Patterns of current account adjustment—insights from past experience", *Open Economies Review*, 22(3), pp. 401-425.
- Aromi, J. D. (2018); "Large current account deficits and neglected vulnerabilities", *LIII Jornadas Anuales de Economía*, 1. Recuperado a partir de <https://aaep.org.ar/anales/works/works2018/aromi.pdf>
- Babecky, J., Havranek, T., Mateju, J., Rusnak, M., Smidkova, K., y Vasicek, B. (2014); "Banking, debt, and currency crises in developed countries: Stylized facts and early warning indicators", *Journal of Financial Stability*, 15, pp. 1-17.
- Bagnai, A., y Manzocchi, S. (1999); "Current account reversals in developing countries: the role of fundamentals", *Open economies review*, 10 (2), pp. 143-163.
- Barone, S., Descalzi, R., y Díaz Cafferata, A. (2008); "Probability of Current Account Reversals in Argentina and other Latin America Countries", *XXIII Jornadas Anuales de Economía*, Banco Central de Uruguay, 4.
- Benhima, K., y Havrylchyk, O. (2006); *Current Account Reversals and Long-Term Imbalances: Application to the Central and Eastern European Countries*. CEPII.
- Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., y Olshen, R. A. (1984); *Classification and regression trees*. CRC Press.
- Cardarelli, R., y Rebucci, A. (2007); "Exchange rates and the adjustment of external imbalances", *World Economic Outlook: Spillovers and Cycles in the Global Economy*.
- Clarida, R. H., Gorette, M., y Taylor, M. P. (2007); "Are there thresholds of current account adjustment in the G7?", en Clarida, R.H. (ed.): *G7 current account imbalances: Sustainability and adjustment*, University of Chicago Press.
- Croke, H., Kamin, S., y Leduc, S. (2005); *Financial market developments and economic activity during current account adjustments in industrial economies*. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- David, B. (2017); *Model economic phenomena with CART and Random Forest algorithms*. University of Paris Nanterre, EconomiX.

Davis, J. S., Mack, A., Phoa, W., y Vandenabeele, A. (2016); "Credit booms, banking crises, and the current account", *Journal of International Money and Finance*, 60, pp. 360-377.

De Haan, L., Schokker, H., y Tcherneva, A. (2008); "What do current account reversals in OECD countries tell us about the US case?", *World Economy*, 31 (2), pp. 286-311.

DeBelle, G., y Galati, G. (2007); "Current account adjustment and capital flows", *Review of International Economics*, 15 (5), pp. 989-1013.

DeLong, E. R., DeLong, D. M., y Clarke-Pearson, D. L. (1988); "Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach", *Biometrics*, pp. 837-845.

Díaz-Alejandro, C. (2002); "Good-bye Financial Repression, Hello Financial Crash", *Journal of Development Economics*, 19 (1/2), September/October, 1-24. *International Library of Critical Writings in Economics*, 140, pp. 250-276.

Edwards, S. (2004); "Financial openness, sudden stops, and current account reversals", *American Economic Review*, 94 (2), pp. 59-64.

Eichengreen, B., Rose, A. K., y Wyplosz, C. (1995); "Exchange market mayhem: the antecedents and aftermath of speculative attacks", *Economic policy*, 10 (21), pp. 249-312.

Frenkel, R. (2003); "Globalización y crisis financieras en América Latina", *Revista de la CEPAL*.

Freund, C. (2005); "Current account adjustment in industrial countries", *Journal of International Money and Finance*, 24 (8), pp. 1278-1298.

Freund, C., y Warnock, F. (2007); "Current account deficits in industrial countries: the bigger they are, the harder they fall?", en Clarida, R.H. (ed.): *G7 current account imbalances: Sustainability and adjustment*, University of Chicago Press.

Hand, D. J., y Till, R. J. (2001); "A simple generalisation of the area under the ROC curve for multiple class classification problems", *Machine Learning*, 45 (2), pp. 171-186.

Hasan, A., Zhiyu, W., Mahani, A. S., y Hasan, M. A. (2019); "Package *mnlogit*", *Review of Economics and Statistics*, 81, pp. 62-72.

Hausman, J., y McFadden, D. (1984); "Specification tests for the multinomial logit model", *Econometrica*, pp. 1219-1240.

Ilzetzki, E., Reinhart, C. M., y Rogoff, K. S. (2019); "Exchange arrangements entering the twenty-first century: Which anchor will hold?", *The Quarterly Journal of Economics*, 134 (2), pp. 599-646.

IMF (2019); *World Economic Outlook Database*. Washington DC: International Monetary Fund.

James, G., Witten, D., Hastie, T., y Tibshirani, R. (2013); *Tree-Based Methods. In: An Introduction to Statistical Learning. Springer Texts in Statistics, vol 103*. Springer, New York, NY.

Kassambara, A. (2017); *Practical guide to cluster analysis in R: Unsupervised machine learning*, STHDA, Vol. 1.

Komarek, L., Komarkova, Z., y Melecky, M. (2005); "Current account reversals and growth: the direct effect Central and Eastern Europe 1993-2000", *Warwick Economic Research Papers*, N° 736.

Komarek, L., y Melecky, M. (2005); "Currency crises, current account reversals and growth: the compounded effect for emerging markets", *Warwick Economic Research Papers*, N° 735.

Krugman, P. (1979); "A model of balance of payments crises", *Journal of money, Credit and Banking*, 11 (3), pp. 311-325.

Lane, M. P. R., y Milesi-Ferretti, M. G. M. (2014); *Global imbalances and external adjustment after the crisis*. International Monetary Fund.

Mendoza, E. G., y Terrones, M. E. (2008); *An anatomy of credit booms: evidence from macro aggregates and micro data*. National Bureau of Economic Research.

Milesi-Ferretti, G. M., y Razin, A. (1998); "Sharp reductions in current account deficits an empirical analysis", *European Economic Review*, 42 (3-5), pp. 897-908.

Miyamoto, W., Nguyen, T. L., y Sheremirov, V. (2019); "The effects of government spending on real exchange rates: Evidence from military spending panel data", *Journal of International Economics*, 116, pp. 144-157.

Obstfeld, M. (2012); "Does the current account still matter?", *American Economic Review*, 102 (3), pp. 1-23.

Ostry, J. D., Ghosh, A. R., Chamon, M., y Qureshi, M. S. (2012); "Tools for managing financial stability risks from capital inflows", *Journal of International Economics*, 88 (2), pp. 407-421.

Pancaro, C. (2013); "Current account reversals in industrial countries: does the exchange rate regime matter?", *European Central Bank, Working Paper Series No1547*.

Pierri, D., Montes-Rojas, G., y Mira-Llambi, P. (2020); "The empirical dimension of overborrowing", *Documentos de Trabajo del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES) 2020-45*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP-BAIRES).

R Core Team. (2019); *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado a partir de <https://www.R-project.org/>.

Ripley, B., Venables, W., y Ripley, M. B. (2016); "Package *nnet*", *R package version, 7*, pp. 3-12.

Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J. C., y Muller, M. (2011); "pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves", *BMC bioinformatics*, 12 (1), pp. 1-8.

Sturzenegger, F., Guidotti, P., y Villar, A. (2003); *Aftermaths of Current Account Crisis: Export Growth or Import Contraction?* (Business School Working Papers N° once); Universidad Torcuato Di Tella. Recuperado a partir de: <https://ideas.repec.org/p/udt/wpbsdt/once.html>.

Therneau, T., Atkinson, B., Ripley, B., y Atkinson, M. B. (2019); *Package "rpart"*.

World Bank, T. (2019); *World Development Indicators*.

## Anexos

**Cuadro A.1 | Listado de países**

Categoría	Features
Altos ingresos	Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Croacia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Kuwait, Lituania, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Omán, Panamá, Polonia, Portugal, Arabia Saudita, Singapur, República Eslovaca, España, Suecia, Suiza, Taiwán, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguay
Ingresos medios-altos	Albania, Argelia, Argentina, Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Brasil, Bulgaria, China, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Georgia, Guatemala, Irak, República Islámica de Irán, Jordania, Kazajstán, Líbano, Libia , Malasia, México, Paraguay, Perú, Rumania, Rusia, Serbia, Sudáfrica, Sri Lanka, Tailandia, Turquía, Turkmenistán, Venezuela
Ingresos medios-bajos	Angola, Bangladesh, Bolivia, Camboya, Camerún, Costa de Marfil, Egipto, El Salvador, Ghana, Honduras, India, Indonesia, Kenia, República Kirguisa, República Democrática Popular Lao, Mauritania, Moldavia, Marruecos, Myanmar, Nicaragua, Nigeria, Pakistán, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, República del Congo, Senegal, Sudán, Túnez, Ucrania, Uzbekistán, Vietnam, Zambia, Zimbabue
Bajos ingresos	Afganistán, Benin, Burkina Faso, Burundi, República Centroafricana, Chad, República Democrática del Congo, Eritrea, Etiopía, Guinea, Haití, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mozambique, Nepal, Níger, Ruanda, Sierra Leona, Sudán del Sur , Siria, Tayikistán, Tanzania, Togo, Uganda, Yemen

Fuente: Banco Mundial (2019).

## Cuadro A.2 | Listado de variables

Descripción	Unidad	Fuente
Current account balance	% del PIB	FMI y WDI
Currency composition of PPG debt	% de la deuda	WDI
External debt stocks	% de las exportaciones	WDI
External debt stocks	% del INB	WDI
Short-term debt	% de las reservas totales	WDI
Short-term debt	% de las exportaciones	WDI
Short-term debt	% de la deuda externa total	WDI
Int. payments on ext. debt	% de las exportaciones	WDI
Int. payments on ext. debt	% del INB	WDI
Debt service	% del PIB	WDI
Exchange rate regime (IRR)	1 = más flexible	IRR
Total reserves in months of imports	Meses	WDI
Broad money	% del PIB	WDI
Broad money to total reserves ratio	Ratio de dinero amplio total a reservas	WDI
Broad money growth	Variación %	WDI
Domestic credit provided by financial sector	% del PIB	WDI
Domestic credit to private sector	% del PIB	WDI
Net lending (+) / net borrowing (-)	% del PIB	WDI
World Gross Domestic Product	Variación %	WDI
General government structural balance	% del PIB potencial	FMI
General government total expenditure	% del PIB	FMI
Gral. gov. net lending	% del PIB	FMI
General government gross debt	% del PIB	FMI
Months Import Cover of Foreign Reserves	Meses	WDI
Inflation	Variación %	WDI
Unemployment rate	% de la fuerza laboral	WDI
General government final consumption expenditure	Variación %	WDI
Households and NPISHs final consumption expenditure	% del PIB	WDI
Final consumption expenditure	Variación %	WDI
Exports of goods and services	Variación %	WDI
Exports of goods and services	% del PIB	WDI
Gross fixed capital formation	% del PIB	WDI
Gross capital formation	% del PIB	WDI
Imports of goods and services	% del PIB	WDI
Trade	% del PIB	WDI
Output gap in percent of potential GDP	% del PIB potencial	WDI y FMI*
Gross national savings	% del PIB	FMI
Total investment	% del PIB	FMI
Consumer price index	Variación %	WDI
GDP deflator	Variación %	WDI
Real exchange rate overvaluation	Diferencia entre el nivel actual del TCR y su promedio de los últimos diez años	WDI y FMI*
Real exchange rate	Prom. largo plazo = 100	WDI y FMI*
Reserves to GDP ratio	Reservas a PIB	WDI y FMI*
International real interest rate	%	FED
Trade balance	% del PIB	WDI y FMI*
Fixed exchange rate	1 = fijo	IRR*
Merchandise trade	% del PIB	WDI
Import volume index	Variación %	WDI
Terms of trade	Índice (prom. largo plazo = 100)	WDI
Terms of trade	Variación %	WDI
Volume of exports of goods and services	Variación %	WDI
Volume of exports of goods	Variación %	WDI
Oil price	USD	WDI
Gross domestic product	Variación %	FMI

Descripción	Unidad	Fuente
Credit expansion	Diferencia entre el nivel actual de crédito al PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Import expansion	Diferencia entre el nivel actual de importaciones sobre el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Terms of trade expansion	Diferencia entre el nivel actual de términos de intercambio y su promedio de los últimos diez años	WDI
Private consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo privado a PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Public consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo público a PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Export expansion	Diferencia entre el nivel actual de exportaciones (índice de cantidad) y su promedio de los últimos diez años	WDI
World GDP expansion	Diferencia entre el crecimiento actual del PIB mundial y su promedio en los últimos diez años	WDI
Government consumption expansion	Diferencia entre el nivel actual de consumo del gobierno en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Current account balance expansion	Diferencia entre el nivel actual de la cuenta corriente en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
Import value expansion	Diferencia entre el volumen de importación actual y su promedio en los últimos diez años	WDI
Export value expansion	Diferencia entre el volumen exportado actual y su promedio de los últimos diez años	WDI
Gross capital formation expansion	Diferencia entre el nivel actual de formación bruta de capital fijo en relación con el PIB y su promedio en los últimos diez años	WDI
GDP average growth in the 3 previous years	Crecimiento promedio del PIB en los 3 años anteriores	
Export average growth in the 3 previous years	Crecimiento promedio de las exportaciones en los 3 años anteriores	

WDI: Indicadores de Desarrollo Mundial - Banco Mundial; FMI: Fondo Monetario Internacional; WDI y FMI\*: cálculos propios a partir de WDI y FMI; FED: Reserva Federal de Saint Louis; IRR: Ilzetzki, Reinhart y Rogoff.

**Cuadro A.3 | Listado de episodios de reversiones de cuenta corriente y sus principales características**

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
2003	Angola	-4,0	8,4	8,9	13,0	Expansivos
1999	Argentina	-3,9	-2,2	6,0	-2,6	Contracciones severas
1998	Armenia	-22,0	-16,4	4,3	4,5	Estables
2007	Australia	-6,7	-4,7	2,8	2,3	Estables
1999	Austria	-2,3	-0,8	2,8	2,3	Estables
2004	Azerbaiyán	-29,8	9,4	9,8	31,2	Outliers expansivos
1990	Bangladesh	-2,7	-0,6	3,3	4,5	Estables
1983	Benin	-11,7	-3,4	1,8	2,4	Estables
1999	Bolivia	-5,9	-4,3	5,0	2,1	Contracciones moderadas
2005	Bosnia - Herzegovina	-16,9	-8,7	5,1	5,8	Estables
1982	Brasil	-9,1	-2,4	2,4	1,0	Estables
2001	Brasil	-4,2	-0,5	2,4	2,1	Estables
2014	Brasil	-4,1	-2,2	2,5	-3,4	
1993	Bulgaria	-25,8	-1,0	-9,6	-2,6	Expansivos
2008	Bulgaria	-22,1	-5,0	7,1	-1,1	Contracciones severas
2003	Camerún	-4,1	-2,6	4,3	4,4	Estables
1993	Canadá	-3,9	-1,6	-0,6	3,6	Expansivos
1998	República Centroafricana	-6,1	-1,6	-1,0	-0,3	Estables
2003	Chad	-43,8	-7,1	10,1	21,0	Expansivos
1986	Chile	-6,4	-2,1	3,9	6,9	Expansivos
1998	Chile	-4,9	-0,5	7,1	2,4	Contracciones moderadas
1984	Colombia	-3,9	-1,1	1,3	4,5	Expansivos
1998	Colombia	-4,1	0,7	2,7	-0,6	Contracciones moderadas
1992	Costa de Marfil	-9,1	-4,1	-0,5	0,0	Estables
2008	Croacia	-8,8	-3,1	5,1	-4,4	Contracciones severas
2011	República Checa	-2,1	-1,0	-1,3	-0,6	Estables
1986	Dinamarca	-5,1	-2,0	4,1	0,1	Contracciones moderadas
1980	República Dominicana	-8,3	-4,4	3,3	3,0	Estables
2012	República Dominicana	-6,5	-3,7	5,7	6,0	Estables
2013	El Salvador	-6,9	-4,3	3,3	2,1	
2001	Eritrea	-24,8	-1,2	-6,1	0,2	Expansivos
2010	Eritrea	-10,4	13,2	-3,6	13,8	Outliers expansivos
1990	Etiopía	-2,3	0,0	0,1	-8,1	Contracciones severas
1991	Finlandia	-5,2	-2,9	2,9	-2,0	Contracciones moderadas
2008	Georgia	-22,0	-10,4	11,0	1,3	Contracciones severas
2014	Ghana	-7,0	-5,5	8,5	2,8	
1985	Grecia	-6,8	-2,4	0,5	-0,9	Estables
2009	Grecia	-10,9	-10,0	1,5	-7,3	Contracciones severas
2013	Guatemala	-2,5	-1,1	3,6	4,2	
1981	Haití	-6,2	-4,0	7,5	-2,1	Contracciones severas
1993	Haití	-9,7	-1,1	-0,5	-0,9	Estables
2014	Haití	-8,5	-2,0	3,6	1,3	
1984	Honduras	-6,0	-2,8	-1,2	2,5	Expansivos
1994	Honduras	-6,6	-3,5	5,9	3,8	Estables
2013	Honduras	-9,5	-5,8	4,0	3,4	

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
1997	Hong Kong RAE	-4,4	4,0	3,3	-1,7	Contracciones moderadas
2008	Hungría	-6,8	-0,4	2,1	-3,0	Contracciones moderadas
1990	India	-2,9	-1,1	7,8	3,3	Contracciones moderadas
2012	India	-4,8	-1,5	8,4	6,9	Estables
2009	Irlanda	-4,7	-1,4	0,4	1,0	Estables
1993	Irán	-6,5	4,5	6,4	-0,2	Contracciones moderadas
1982	Italia	-2,4	-0,3	1,8	2,0	Estables
1992	Italia	-2,6	1,1	1,7	0,6	Estables
2011	Italia	-3,0	0,3	-1,9	-2,3	Estables
1992	Jordania	-16,4	-9,0	1,8	3,8	Estables
1980	Kenia	-8,7	-4,6	7,3	4,6	Contracciones moderadas
1990	Kenia	-5,8	-2,8	5,3	0,1	Contracciones moderadas
2014	Kenia	-10,4	-5,8	5,2	5,8	
1982	Corea del Sur	-7,0	-2,9	2,7	11,8	Expansivos
1999	República Kirguisa	-14,8	-2,9	6,0	5,4	Estables
2008	Lituania	-13,6	0,1	9,2	-6,6	Contracciones severas
2009	Madagascar	-20,6	-9,1	6,4	0,9	Contracciones moderadas
1980	Malawi	-12,1	-6,1	7,1	-1,4	
1983	Malasia	-10,6	-3,1	6,4	3,4	Contracciones moderadas
1997	Malasia	-5,4	13,4	9,9	-0,6	Contracciones severas
1988	Malí	-10,4	-0,1	4,3	10,0	Expansivos
2010	Malí	-10,7	-3,6	4,8	1,2	Contracciones moderadas
1994	México	-8,1	-0,5	3,1	0,2	Contracciones moderadas
1998	Moldavia	-16,4	-5,5	-2,1	-0,6	Estables
2012	Moldavia	-7,4	-5,6	6,5	7,0	Estables
1978	Marruecos	-9,9	-6,7	8,4	4,3	
1987	Marruecos	-7,0	-1,7	7,3	6,4	Estables
2013	Marruecos	-7,6	-4,0	4,1	3,6	
1991	Nepal	-7,7	-5,5	4,5	4,0	Estables
1986	Nueva Zelanda	-5,6	-2,2	4,0	1,5	Contracciones moderadas
2008	Nueva Zelanda	-7,8	-2,2	3,4	1,2	Estables
1988	Noruega	-3,9	1,2	2,9	1,5	Estables
1979	Pakistán	-5,6	-2,6	6,0	6,6	
1997	Pakistán	-4,4	-2,2	5,8	3,8	Estables
2009	Pakistán	-5,5	-1,1	5,3	3,1	Estables
1991	Papúa Nueva Guinea	-2,6	3,5	-2,2	16,0	Outliers expansivos
2013	Papúa Nueva Guinea	-30,8	14,9	2,9	11,5	
1987	Paraguay	-11,6	1,3	2,1	5,8	Expansivos
1996	Perú	-6,8	-6,1	9,9	3,0	Contracciones moderadas
1983	Filipinas	-7,5	-1,9	3,5	-7,3	Contracciones severas
2001	Filipinas	-2,3	0,0	3,7	4,3	Estables
2011	Polonia	-5,2	-2,5	3,2	1,5	Estables
1983	Portugal	-5,8	-0,5	2,8	0,3	Contracciones moderadas
2010	Portugal	-10,2	-3,9	-1,4	-2,9	Estables
2008	Rumania	-11,5	-4,9	7,6	-4,7	Contracciones severas
2012	Serbia	-10,8	-5,7	1,4	0,7	Estables
1982	Sierra Leona	-8,3	-1,1	0,7	0,1	Estables
2012	Sierra Leona	-31,8	-13,4	5,8	12,6	Expansivos

Año	País	Cuenta corriente		Crecimiento PIB real		Cluster
		Déficit en t=0	Prom. 1-2 años post.	Prom. 1-2 años ant.	Prom. 1-2 años post.	
1984	Sudáfrica	-2,4	4,0	-1,1	-0,6	Estables
1982	España	-2,4	-0,1	0,4	1,7	Estables
2008	España	-9,2	-4,1	4,0	-1,8	Contracciones moderadas
1982	Sri Lanka	-14,1	-4,2	5,6	5,0	Estables
1992	Sudán	-47,6	-25,8	2,7	3,1	Estables
1982	Suecia	-3,0	0,0	4,5	3,2	Estables
1992	Suecia	-2,6	-0,1	-0,1	1,3	Estables
1985	Siria	-4,1	-1,4	-2,4	-1,8	Estables
2013	Tayikistán	-10,4	-4,7	7,5	6,3	
1993	Tanzania	-17,3	-10,4	1,3	2,6	Estables
1999	Tanzania	-6,6	-2,8	3,6	5,5	Estables
2013	Tanzania	-10,7	-8,9	6,5	6,4	
1996	Tailandia	-8,0	5,3	8,1	-5,2	Contracciones severas
1984	Túnez	-11,6	-6,7	2,1	2,1	Estables
1977	Turquía	-5,4	-1,8	8,8	0,4	
1999	Turkmenistan	-14,8	4,9	-2,3	19,5	Outliers expansivos
2000	Uganda	-6,0	-3,6	7,0	7,9	Estables
1998	Ucrania	-3,0	4,8	-6,5	2,9	Expansivos
2013	Ucrania	-9,2	-1,1	2,9	-8,2	
1990	Reino Unido	-3,1	-1,4	4,2	-0,4	Contracciones moderadas
1987	Estados Unidos	-3,3	-2,0	3,8	3,9	Estables
2006	Estados Unidos	-5,8	-4,8	3,7	0,9	Contracciones moderadas
2001	Uruguay	-2,4	1,0	-2,4	-2,4	Estables
2014	Uruguay	-3,2	-0,2	4,1	1,0	
1995	Vietnam	-12,7	-6,9	8,5	8,7	Estables
2009	Vietnam	-6,5	-1,8	6,4	6,3	Estables
2009	Yemen	-10,1	-3,2	3,5	-2,5	Contracciones moderadas
1986	Zambia	-14,6	-2,0	-0,2	5,4	Expansivos
2002	Zambia	-12,1	-6,7	4,6	7,0	Estables
1983	Zimbabwe	-5,1	-0,9	7,6	2,5	Contracciones moderadas
1997	Zimbabwe	-7,7	0,4	5,3	0,9	Contracciones moderadas
2014	Zimbabwe	-11,6	-5,6	9,3	1,3	

Notas: Clusters identificados como 'NA', no contaban con información completa de la tasa de crecimiento del PIB y por lo tanto no pudieron ser clasificados.

## Test de Hausman de independencia de alternativas irrelevantes (IIA)

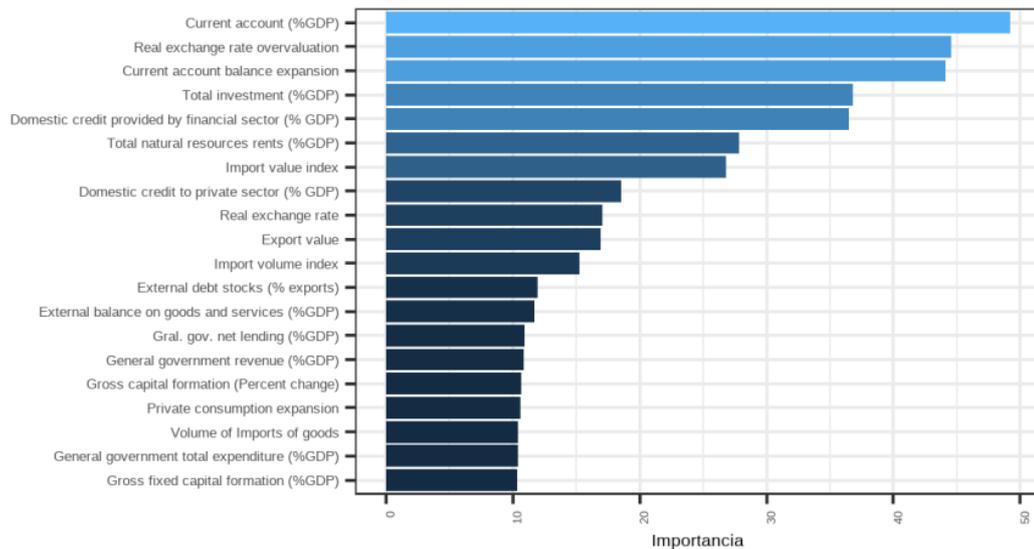
Los modelos multinomiales solo son válidos si se cumple que las probabilidades relativas entre dos estados son independientes de todos los demás estados. Testeamos esta hipótesis a través del test de Hausman y McFadden (1984) de independencia de alternativas irrelevantes.<sup>18</sup> En Cuadro A.4 se reportan los resultados del test, los cuales confirman la hipótesis de IIA.

**Cuadro A.4 | Test de Hausman de IIA independencia de alternativas irrelevantes**

Estado	Estadístico	p.value
Tranquilo (no hay CAR)	-27,829	1
Contracciones moderadas	-27,829	1
Contracciones severas	-17,718	1
Estables	-74,027	1
Expansivos	-0,921	1
Outliers expansivos	-3,055	1

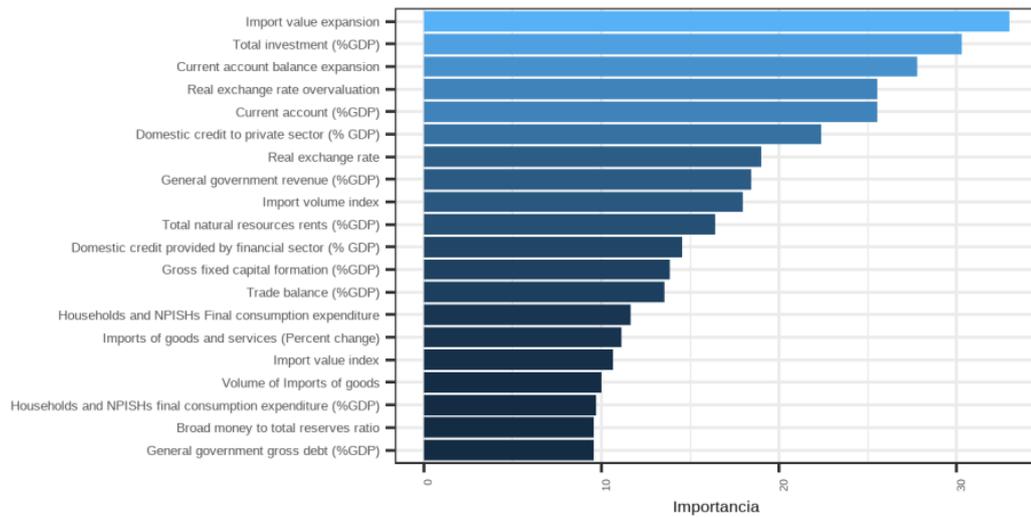
## Importancia de variables

**Gráfico A.1 | Árboles de decisión con dos clases**



<sup>18</sup> Se usó el paquete *mnlogit* (Hasan et al., 2019) para la estimación del test.

**Gráfico A. 2 | Árboles de decisión multiclases**



### Determinación del punto de corte

La elección del punto de corte (*cut off*) implica un *trade-off* entre distintos tipos de error. Un punto de corte más bajo incrementará el número de falsos positivos (falsas alarmas) mientras que un punto de corte más alto permitirá predecir mayor cantidad de episodios (reducirá el número de falsos negativos).

Se elige un punto de corte que balancee el *recall* (fracción de eventos CAR detectados) y el *specificity* (tasa de verdaderos negativos o años tranquilos clasificados correctamente). En el Gráfico 9 se presenta la evolución del *recall*, el *specificity* y *balance accuracy* (promedio de *recall* y *specificity*) para distintos puntos de corte sobre el set de datos de validación. Para el árbol de decisión con dos clases (el mejor modelo) el punto de corte que balancea estas métricas es 6,3%.

**Gráfico A.3 | Métricas de evaluación en función del punto de corte sobre datos de validación**

