

Nivel adecuado de la meta de Balance Estructural,
estimación del nivel prudente de deuda pública y fondos
soberanos*

Rodrigo Caputo [†] Alfonso Irarrazabal [‡]
Universidad de Santiago BI Norwegian Business School

Félix Ordóñez [§]
Universidad de Santiago

5 de diciembre de 2022

*Agradecemos a Mario Arend, Paula Benavides, David Chernin, Hermann González, Aldo Lema, Jorge Rodríguez y Jeannette von Wolfersdorff por fructíferas discusiones y comentarios, así como el apoyo prestado por el Consejo Fiscal Autónomo en la elaboración de este documento.

[†]rodrigo.caputo@usach.cl

[‡]alfonso.irarrazabal@bi.no

[§]felix.ordonez@usach.cl

Índice

1. Introducción	5
2. Ancla de deuda y reglas fiscales: metodologías e implementación	8
2.1. Límite y nivel prudente de deuda	12
2.2. Implementación de reglas fiscales	17
2.3. Regla dual en modelos de equilibrio general	18
3. Marco teórico	20
3.1. Un modelo de <i>default</i> soberano	22
4. Modelo cuantitativo: calibración y análisis	27
4.1. Calibración del modelo a la economía chilena	28
4.2. Análisis del modelo: <i>benchmark</i> teórico	33
4.3. Nivel prudente de deuda	36
4.4. Fondos soberanos bajo <i>benchmark</i> teórico	39
5. Análisis de política fiscal: reglas fiscales para Chile	43
5.1. Regla de Balance Estructural	43
5.2. Regla de deuda máxima	46
5.3. Regla dual	47
6. Reglas con cláusulas de escape	48
6.1. Resultados comparados	49
6.2. Regla dual con cláusulas de escape	51
7. Extensiones	54
7.1. Requerimientos de capital	54

7.2. Clasificación de riesgo	57
7.3. Fondos de Reserva de Pensiones	61
8. Comentarios finales	64
A. Ventajas y desventajas en modelos de regla de deuda	69
B. Solución del modelo	70
C. Ejercicio de robustez	71
D. Resultados complementarios en modelos de deuda y fondos soberanos sin cláusulas de escape	74
D.1. Deuda prudente en el <i>benchmark</i> teórico	74
D.2. Regla de Balance Estructural	77
D.3. Regla de deuda máxima	79
D.4. Regla dual	80
E. Resultados complementarios en modelos de deuda y fondos soberanos con cláusulas de escape	81
E.1. Regla de Balance Estructural con cláusula de escape	81
E.2. Regla de dual (regla de deuda estricta) con cláusula de escape	85
F. Clasificación de riesgo	86

Resumen ejecutivo

- El presente documento tiene por objetivo entregar una metodología y estimación del nivel prudente de deuda y metas de Balance Estructural. Para esto, se desarrolla un marco de análisis que permite obtener el nivel adecuado de la meta de Balance Estructural para Chile; determinar el nivel prudente de deuda; caracterizar la interacción entre el nivel de deuda, *spread* soberano y la clasificación de riesgo; y determinar el nivel adecuado de los fondos soberanos (FS) en Chile.
- El documento sintetiza la literatura y metodologías para la estimación del nivel prudente de deuda y metas de Balance Estructural, en perspectiva del marco de análisis propuesto.
- La metodología utilizada se enmarca dentro de la literatura académica reciente de *sovereign default*, y se entrega un modelo práctico de equilibrio general que, en forma conjunta, obtiene los niveles de deuda prudente, FS, *spread*, probabilidad de *default* y gasto fiscal. Esto es una fortaleza de la metodología propuesta en relación a otra literatura de reglas fiscales.
- Un aporte de esta investigación es la inclusión de reglas de Balance Estructural, de límite de deuda y reglas duales dentro del marco de análisis de modelos de *default*. Adicionalmente, se implementan cláusulas de escape que permitan dar flexibilidad al fisco en caso de ciclos económicos adversos.
- Complementariamente, se extiende el modelo para evaluar la inclusión de pasivos contingentes como otros requerimientos de capital, y modelar el Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) dentro de los activos de gobierno.
- Se calibran los modelos para que representen el funcionamiento de la economía chilena, caracterizada por: FS de 6.8% del PIB, un *spread* de 180 puntos base, una deuda neta a PIB de 31.7% y un nivel de gasto público a PIB de 26%. Es importante destacar que, en la medida que cambien las condiciones económicas del país, se podría ir recalibrando el modelo para que represente adecuadamente las condiciones económicas.

- Se hace presente que los cálculos presentados en este documento fueron realizados por los propios autores y no por el Consejo Fiscal Autónomo (CFA). Los principales resultados son:
 - El nivel prudente de deuda bruta coherente con un 1 % de probabilidad de *default* asciende a 48.9 % del Producto Interno Bruto (PIB). Esta va a depender del ciclo del PIB, del cobre, de la deuda bruta presente y los FS.
 - Los niveles de FS y *spread* coherentes con 1 % de probabilidad de *default* se relacionan con una clasificación de riesgo base de A- en Standard & Poor's Global Ratings (S&P).
 - El nivel eficiente de FS promedia un 9.3 % del PIB. Dependiendo del escenario económico puede oscilar en promedio entre 7.9 % y 10.5 % del PIB.
 - Las cláusulas de escape son relevantes para otorgar flexibilidad al modelo en tiempos de crisis. En este sentido, el modelo con regla dual y cláusulas de escape es una buena aproximación al *benchmark* teórico. El modelo garantiza suavizar el gasto fiscal en 25 % del PIB, manteniendo una deuda neta de 32.6 % del PIB coherente con una probabilidad de *default* menor al 1 % y una clasificación de riesgo superior a A-.
 - Se observa que el comportamiento optimizador asegura que en ciclos favorables exista mayor acumulación de activos, menor deuda y menor *spread*. Ocurre lo contrario en ciclos adversos. Existe una relación no-lineal entre *spread* y nivel de deuda.
 - Incorporar otros requerimientos de capital al modelo implica una reducción de la deuda bruta, aumenta los FS, reduce levemente el gasto fiscal y aumenta la probabilidad de *default*. No obstante, este ejercicio implica un aumento considerable en la solución computacional del modelo.
 - Se presentan tres metodologías para modelar el funcionamiento del FRP. Estas generan ahorro precautorio, es decir, incrementa el nivel de los FS. Dos de los tres métodos permiten incluir el FRP sin alterar sustantivamente la probabilidad de *default* y el gasto fiscal.

1. Introducción

Este informe desarrolla una metodología para estimar el nivel adecuado de la meta de Balance Estructural, el nivel prudente de la deuda pública y FS en el contexto chileno. Se presenta un instrumental cuantitativo que permite mediante un modelo de equilibrio general y, de manera conjunta, obtener niveles de deuda bruta, FS, *spread*, probabilidad de *default* y gasto fiscal. El marco analítico presentado se discute a la luz de otras metodologías como las desarrolladas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para resaltar ventajas y desventajas de cada una de estas. De esta forma, el instrumental desarrollado es una herramienta para el CFA y *policymakers*, relevante para el análisis de la política fiscal, en línea con los avances recientes de la literatura académica y, que permite de forma simple y flexible, incluir aspectos fundamentales como reglas fiscales y cláusulas de escape.

Diferentes reglas de política fiscal pueden ser incorporadas y evaluadas en este marco de análisis. Por un lado, derivamos la meta de Balance Estructural implícita en el comportamiento de un *benchmark* teórico de la autoridad fiscal¹. Además, analizamos la implementación de reglas de Balance Estructural, reglas con ancla de deuda y reglas duales (de Balance Estructural con ancla de deuda) y evaluamos su desempeño relativo a las trayectorias del modelo sin reglas. Complementariamente, incorporamos cláusulas de escape de modo que, en contextos adversos de crecimiento e ingresos de cobre, la política fiscal tenga flexibilidad en el Balance Estructural y deuda bruta para suavizar el gasto fiscal. Uno de los principales resultados es que reglas duales con cláusulas de escape aproximan bastante bien el comportamiento del *benchmark* teórico.

La metodología propuesta está basada en los desarrollos más recientes de la literatura de *sovereign default*, iniciada por Eaton y Gersovitz (1981) y por Arellano (2008). Incorporamos elementos de las contribuciones de Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019), Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018) y Hatchondo, Martinez

1. El *benchmark* teórico, que surge de un proceso de optimización, no es necesariamente implementable en la práctica, no obstante, corresponde a un punto de comparación. En este documento se proponen reglas simples e implementables, cuyo desempeño se compara con el *benchmark* teórico. De esta forma, estos ejercicios representan un nivel adecuado de las variables estudiadas.

y Roch (2022). En estos modelos, el fisco elige, de forma óptima, la trayectoria de gasto, deuda bruta y acumulación de FS de manera de evitar episodios de *default*, que son costosos en términos económicos. El fisco busca, también, atenuar mediante el gasto fiscal, los efectos negativos que tienen los ciclos económicos adversos sobre los hogares.

El marco teórico, presentado en la sección 3, permite que el *spread* de tasas relevante para Chile se determine de forma endógena. En concreto, el precio de la deuda bruta (o la tasa de interés) responde tanto a la posición cíclica de la economía como al nivel de deuda bruta y FS que tiene el país. En este sentido, *shocks* adversos al PIB resultan en un aumento de la probabilidad de *default*. Esto es internalizado por los prestamistas internacionales que aumentan el costo del crédito en recesiones. Un efecto similar sobre el *spread* de tasas se produce a medida que el nivel de deuda, neta y bruta, son mayores.

Además de los elementos endógenos que determinan el *spread*, existe la aversión al riesgo de agentes internacionales que, eventualmente, elevan el costo de financiamiento para Chile. Esto se refleja, en términos del modelo, por un factor de descuento estocástico, que responde a los *shocks* de productividad a los que la economía está expuesta. Es importante destacar que la deuda bruta, la acumulación de activos y el comportamiento del gasto fiscal se determinan de forma óptima. Junto con desarrollar el modelo, se explican los mecanismos de este y la dinámica de las decisiones del fisco.

Para que la metodología utilizada sea representativa de la economía chilena, en la sección 4 se calibran un *set* de coeficientes para que el modelo reproduzca los hechos estilizados observados en Chile. A partir de este ejercicio podemos derivar distintas métricas asociadas al nivel de deuda. Un indicador relevante para el diseño de política fiscal, es el nivel prudente de deuda. Este es definido como: “un nivel de relación deuda neta a PIB que asegura con una alta probabilidad la sostenibilidad de las finanzas públicas en el tiempo”(CFA 2021). Tal como menciona el CFA (2021), el nivel prudente de deuda actuaría como el ancla de las finanzas públicas. Para obtener este nivel prudente se desarrolla un método en base a la probabilidad de *default*, donde se introduce el concepto de curva de *iso-probabilidad*, definida como los niveles de deuda bruta sobre PIB que mantienen una misma probabilidad de

default para diferentes estados del modelo².

Los países, con el objetivo de garantizar principios como la sostenibilidad fiscal y la ausencia de sesgos procíclicos han ido incorporando reglas fiscales (Eyraud et al. 2018) y, de esta forma, evitar el comportamiento discrecional del fisco. El uso de estas reglas se ha expandido en los últimos años: si en 1990 eran utilizadas por cinco países, el 2015 eran cerca de 90. Chile no es una excepción, en el año 2000 se adoptó una regla de Balance Estructural (Marcel 2019). En este informe se muestra cómo implementar diferentes reglas en un contexto de modelos de *default*. La especificación de los instrumentos fiscales utilizados se presenta en la sección 5. En específico, se evalúan tres instrumentos: i) una regla de Balance Estructural, ii) una regla que pone un techo al límite de deuda y iii) una regla de superávit estructural con ancla de deuda.

Posterior a la crisis financiera de 2008-2009, se han incorporando principios como la flexibilidad (frente a posibles crisis) y exigibilidad (cumplimiento), además de la simplicidad (Debrun et al. 2018) al ejercicio tradicional de contener déficit excesivos por parte del gobierno (Budina et al. 2012). En este contexto, las cláusulas de escape corresponden a un eje central para dar flexibilidad a las cuentas fiscales. Por esta razón, en la sección 6 se presenta un marco teórico y práctico para utilizar cláusulas de escape en los modelos con regla de Balance Estructural y regla dual.

El nivel prudente de deuda bruta coherente con un 1% de probabilidad de *default* asciende a 48.9% del PIB. Ésta va a depender del ciclo del PIB, del cobre, de la deuda bruta presente y los FS. Los niveles de FS y *spread* coherentes con 1% de probabilidad de *default* se relacionan con una clasificación de riesgo base de A- en S&P, el cual corresponde a un piso, en la medida que el modelo calibrado asegure una probabilidad de *default* menor a 1%. El nivel eficiente de FS promedia un 9.3% del PIB y, dependiendo del escenario económico, puede oscilar en promedio entre 7.9% y 10.5% del PIB. Las cláusulas de escape son relevantes para otorgar flexibilidad al

2. Cabe mencionar que los resultados dependen de los supuestos de calibración. En particular, de los momentos que se utilizan para calibrar, así como de los parámetros que se usan para tal efecto. Por ejemplo, si la tasa libre de riesgo (que es exógena) tiene otro valor, los niveles prudentes de deuda se van a ir modificando. Algo análogo sucede si se asume una tasa de descuento mayor o menor. Con todo, la calibración base, así como los ejercicios de robustez con parámetros alternativos, reflejan las principales características de la economía chilena.

modelo en tiempos de crisis, permitiendo que el modelo con regla dual y cláusulas de escape sea una buena aproximación del *benchmark* teórico. De esta forma, el modelo garantiza suavizar el gasto fiscal en 25 % del PIB, manteniendo una deuda neta de 32.6 % del PIB coherente con una probabilidad de *default* menor al 1 % y una clasificación de riesgo superior a A-.

El documento está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan metodologías e implementación de reglas fiscales, a la luz de sus ventajas y desventajas. En la sección 3 se presenta el marco teórico, que corresponde a un modelo de *default* en que la deuda bruta, los FS, el *spread* y el gasto fiscal se determinan de forma endógena. En la sección 4 se calibra el modelo a la economía chilena, se analizan los resultados del *benchmark* teórico y se obtienen los niveles coherentes de deuda prudente y FS. La sección 5 desarrolla las reglas fiscales, mientras que en la sección 6 se presentan los resultados de un modelo con reglas fiscales y cláusulas de escape. En la sección 7 se presentan tres aplicaciones, primero se extiende el modelo para incluir otros requerimientos de capital; luego se realiza un ejercicio econométrico para vincular los resultados del modelo de reglas duales y cláusulas de escape con la clasificación de riesgo país; y luego se realiza un ejercicio para modelar el FRP dentro de los FS. Finalmente, la sección 8 concluye.

2. Ancla de deuda y reglas fiscales: metodologías e implementación

La adopción de reglas fiscales, como mencionan Hatchondo, Martinez y Roch (2022), contribuye a evitar que el fisco incurra en problemas de riesgo moral, miopía e inconsistencia temporal. En concreto, la autoridad fiscal puede comprometerse a mantener un déficit bajo y estable de modo de acceder a condiciones crediticias favorables. Sin embargo, ex-post la autoridad fiscal puede generar déficit mayores a los comprometidos. Una forma de evitar esta conducta discrecional es a través de la

adopción de reglas explícitas de política fiscal³.

Las reglas fiscales, al impedir el comportamiento miope e inconsistente del fisco, buscan garantizar la sostenibilidad fiscal y evitar sesgos procíclicos (Eyraud et al. 2018). Esto último no solo suaviza los ciclos económicos, si no que permite que otros objetivos de la política económica, como mantener una inflación baja y estable, se consigan de manera más eficiente. Al igual que en el caso de las reglas de política monetaria, las reglas fiscales tienen que incorporar cláusulas de escape en momentos de crisis, de esta forma considerar *shocks* externos como la caída de ingresos asociados a precios de materias primas, la existencia de crisis sociales, crisis sanitarias, entre otros eventos impredecibles y de gran magnitud.

Respecto de las reglas fiscales, podemos decir que hay cuatro hechos estilizados que caracterizan su evolución. El primero es que existe un número creciente de países que las han adoptado⁴. Si en 1990 los países con reglas fiscales eran cinco, el 2015 eran cerca de 90 (ver figura 1). El segundo es que de forma mayoritaria las reglas fiscales tienen como objetivo explícito el nivel de deuda, mientras que las reglas de balance representan un porcentaje menor⁵. El tercero es que hay un incremento tanto de las de reglas de tipo nacional como supranacional⁶. Por último, existe un aumento de consejos fiscales⁷. De esta forma, aumentar la credibilidad fiscal post crisis financiera de 2008-09, toda vez que los consejos fiscales dan una visión

3. Existe, desde larga data, literatura que enfatiza como la autoridad monetaria puede inducir asignaciones ineficientes de recursos en la medida que sus decisiones sean discrecionales e inconsistentes temporalmente. Esta idea fue formalizada por Kydland y Prescott (1977) y Barro y Gordon (1983). Como enfatizan Hatchondo, Martinez y Roch (2022), el diseño de política fiscal enfrenta problemas similares.

4. Ver CFA (2021), Marcel (2019), Davoodi et al. (2022) y Hatchondo, Martinez y Roch (2022).

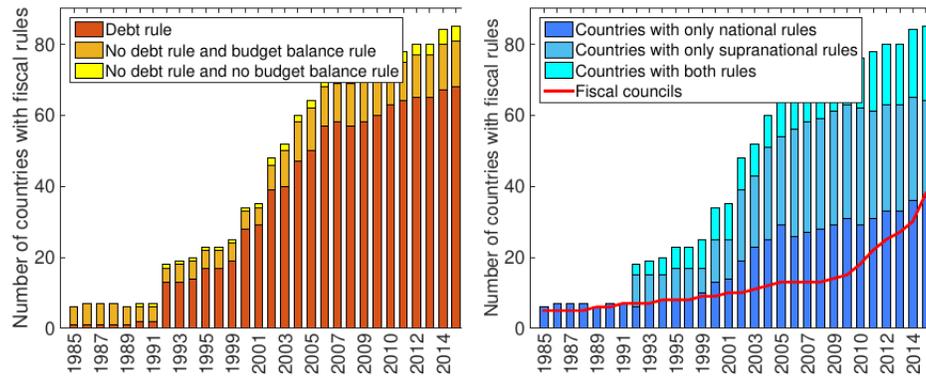
5. Reglas que establecen un límite para el Balance Estructural han sido implementadas en Chile y, como demuestran Medina y Soto (2016), Medina et al. (2019) y Garcia, Restrepo y Tanner (2011), dan un carácter acíclico a la política fiscal.

6. Las reglas supranacionales se aplican a países que pertenecen a una región económica con un marco fiscal propio.

7. Un consejo fiscal es una institución con mandato permanente que, de forma pública e independiente del gobierno, evalúa las políticas fiscales, los planes y el desempeño del gobierno en relación con los objetivos macroeconómicos relacionados con la sostenibilidad a largo plazo de las finanzas públicas, la estabilidad macroeconómica a corto y mediano plazo, junto con otros objetivos oficiales (Debrun y Kinda 2014).

independiente y técnica de la conducción de la política fiscal (Debrun y Kinda 2014).

Figura 1: Evolución del número de reglas fiscales



Fuente: Hatchondo, Martinez y Roch (2022).

Una regla basada en deuda busca límites explícitos para la razón de deuda a PIB. Este nivel tiene, eventualmente, una vinculación directa con la sostenibilidad fiscal y es, además, de fácil comunicación y verificación. Estas reglas pueden presentar algunas desventajas. Por ejemplo, es posible que esta induzca una política fiscal de corto plazo procíclica. En este sentido, si el nivel inicial de deuda es bajo y la economía se encuentra en un ciclo expansivo, la autoridad fiscal puede aumentar el gasto e incluso la deuda, sin que el límite explícito se alcance. El aumento de gasto puede generar conflictos con la consecución de otros objetivos de política económica (como el control de la inflación).

Una desventaja adicional es que, en la práctica, el nivel sostenible de deuda puede no ser un valor fijo. Por lo mismo, es deseable que el ancla fiscal, basada en un nivel de deuda a PIB determinado, no sea visto como un nivel objetivo, si no como un límite. También puede ser deseable que la política fiscal se guíe, en el corto plazo, por una regla de Balance Estructural con ancla de deuda. Esto permitiría que, el comportamiento del gasto fuera coherente con la suavización de los ciclos de

consumo en la economía, sin poner en riesgo la sostenibilidad fiscal⁸. Este tipo de reglas se denomina regla dual y puede presentar ventajas respecto de una regla de deuda o una de balance fiscal, como se mostrará en las siguientes secciones.

La popularidad de estas reglas es acompañada por recomendaciones que vienen haciendo organismos multilaterales como el FMI, la OCDE, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) o el Banco Interamericano de Desarrollo (BID)⁹. Estos han entregado recomendaciones respecto de la implementación de reglas fiscales, delineando los principios que constituyen las buenas prácticas en estas materias. En el presente documento se discutirán tres tipos de reglas. Una regla fiscal que limita los valores que la deuda bruta puede alcanzar, una regla que establece un límite al Balance Estructural del fisco y, por último, una regla dual que incorpora a ambas.

Parte fundamental de las reglas fiscales, dado el uso extensivo y creciente de reglas con límite de deuda, es el nivel de deuda que sirve de ancla. Como enfatizaremos en el modelo teórico que proponemos, el nivel de deuda a PIB que evita que una economía entre en *default* no necesariamente es constante. Este depende de los *shocks* exógenos que la economía enfrenta: aumentos de la productividad y aumento de precios de *commodities* que mejoran la posición fiscal dan mayor espacio para aumentos sostenibles de deuda y viceversa. A pesar de lo anterior, es posible derivar un nivel de deuda prudente que pueda ser utilizado, *de facto*, como ancla fiscal. En

8. Es importante notar que la razón de deuda neta a PIB puede fluctuar por cambios en el tipo de cambio real. Si la deuda está denominada en dólares y existe una devaluación es posible que la razón deuda a PIB se incremente. Este incremento refleja las genuinas necesidades de financiamiento que tiene la economía, que crecen sin que necesariamente se hayan adquirido mayores compromisos. De esta forma, es deseable incorporar estos fenómenos dentro del análisis de sostenibilidad.

9. El FMI mediante Budina et al. (2012) presenta detalles del uso de reglas fiscales en distintos países, Debrun y Kinda (2017) analiza la credibilidad fiscal y el uso de consejos fiscales post crisis financiera, mientras que Debrun et al. (2018) muestra las reglas fiscales de segunda generación. La OCDE, mediante Fall et al. (2015) presenta un marco analítico para el uso de reglas de deuda, diseño de política fiscal y política económica, y en OCDE (2020) realiza una evaluación específica a Chile. Una mirada regional para América Latina se puede encontrar en diferentes organismos multilaterales como la CEPAL (CEPAL 2021), el BID (Barreix et al. 2019), el Banco Mundial (Blanco et al. 2020) y el Banco de Desarrollo de América Latina (Arreaza 2021).

el modelo este sería el valor promedio de la deuda prudente en distintos escenarios que enfrenta la economía.

Dada la importancia de determinar el valor de deuda prudente, en la siguiente subsección se explica la forma en que, distintas metodologías, han sugerido implementar su cálculo. Esto permite una comparación con el cálculo que proponemos en el modelo teórico propuesto.

2.1. Límite y nivel prudente de deuda

Existen dos conceptos relevantes respecto de los niveles de deuda. El primero, límite de deuda, corresponde al umbral de deuda que genera dificultades fiscales por la alta probabilidad de entrar en *default* (CFA 2021). Este límite también puede ser denominado como límite máximo de deuda (Eyraud et al. 2018). Ghosh et al. (2013) mencionan que a medida que la deuda efectiva se va acercando al límite máximo, cada vez es más difícil hacer los ajustes necesarios en el balance fiscal para poder cubrir el pago de intereses. Este fenómeno, denominado fatiga fiscal, determina que incluso en economías con autoridades fiscales creíbles y responsables, los aumentos de deuda, más allá de cierto límite, sean insostenibles.

En el caso de Ghosh et al. (2013) todo el análisis es hecho para economías desarrolladas. Se concluye que la deuda límite es un punto donde la fatiga fiscal se exagera y no existe forma de pagar la deuda. En otras palabras, en este límite la deuda entra en una espiral explosiva y el *default* se produce con certeza. Eso sucede en el equilibrio determinístico con tasa de interés constante. En la medida que el premio por riesgo es endógeno, la tasa de interés relevante aumenta de forma no-lineal con el nivel de deuda. Esto implica que, en este caso, el límite de deuda es mucho menor.

Un resultado importante, que se desprende de Ghosh et al. (2013) , es que el límite de deuda puede cambiar al interior de un país, dependiendo del estado de la economía. Este límite puede diferir entre países (por elementos idiosincráticos que afectan el premio por riesgo de cada país).

Un concepto distinto es el nivel prudente de deuda. Este corresponde a un nivel de relación deuda neta a PIB que asegura, en un entorno en que se producen *shocks*

estocásticos, que con una alta probabilidad el límite de deuda no sea alcanzado. En otras palabras, asegura con alta probabilidad que la sostenibilidad de las finanzas públicas en el tiempo. La distancia entre el nivel prudente de deuda y el límite máximo se denomina margen de seguridad. A medida que este margen se reduce, la probabilidad de *default* se incrementa y viceversa. Como es claro, el nivel prudente de deuda está estrechamente ligado al límite de deuda. De esta forma, si el límite se modifica, también existirán cambios en el nivel prudente. Adicionalmente, aun cuando el límite de deuda sea fijo, el nivel prudente de deuda puede cambiar si es que la economía se ve enfrentada a *shocks* que, en promedio, son más adversos.

Ahora bien, desde el punto de vista del *policymaker* conocer el límite y nivel prudente de deuda es de gran importancia. En OCDE (2020) se resumen las metodologías para obtener los niveles prudentes/óptimos/sostenibles de deuda en: i) modelos de fatiga fiscal en base a una función de reacción fiscal (analizado en Ostry et al. 2010 y Ghosh et al. 2013); ii) modelos de límite de deuda basados en estimaciones de probabilidad de *default* (como en Fournier y Bétin (2018)); iii) modelos de límite fiscal (en Bi (2012)); iv) modelos de deuda que maximizan crecimiento (en Checherita-Westphal, Hughes Hallett y Rother (2014)). Complementario a lo anterior, la metodología utilizada por FMI (Debrun et al. 2018) se basa en el límite y nivel prudente de deuda utilizando funciones de respuesta fiscal junto con un modelo estocástico para simular *shocks* a mediano plazo; o la literatura de *default* desarrollada por Arellano (2008), y expandida por Hatchondo, Martinez y Roch (2022) para el uso de reglas fiscales, que utiliza modelos de equilibrio general en base a una probabilidad de *default* que permite obtener la deuda prudente. Para ilustrar las ventajas y limitaciones de este tipo de métodos, en la siguiente subsección se describe en detalle una de las metodologías propuestas por el FMI.

Límite máximo y prudente de deuda: metodología FMI

En Eyraud et al. (2018) se presentan las dos metodologías que permiten determinar el nivel prudente de deuda. En el caso en que la deuda límite sea conocida, que es lo que se asume en el caso de economías emergentes, el nivel prudente de deuda se estima a partir de un modelo estocástico. Lo primero que se hace es generar, mediante un vector autorregresivo (VAR), *shocks* aleatorios para las variables

macroeconómicas exógenas a la política fiscal. Con posterioridad, estos *shocks* permiten simular de forma simultánea las trayectorias del déficit primarios y deuda fiscal. El primero se obtiene a partir de la estimación de una función de reacción fiscal, mientras que la deuda se obtiene de la restricción presupuestaria del fisco.

En términos concretos, este enfoque procede de la siguiente forma:

1. Se estima mediante un VAR la trayectoria de los *shocks* estocásticos. El VAR que se estima tiene la siguiente forma:

$$AX_t = bX_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

En el caso de países emergentes el vector de variables relevantes, X_t , incorpora el crecimiento del PIB, la tasa de interés de la deuda de gobierno, el tipo de cambio, la brecha de los términos de intercambio y el desembolso de préstamos externos. A partir de los residuos, μ_t , se pueden simular *shocks* a las variables macroeconómicas que serán utilizadas como insumo en el proceso de simulación de la deuda.

2. Se estima una función de reacción fiscal para el balance primario, bp_t :

$$bp_t = \alpha + \beta_1 bp_{t-1} + \beta_2 y_t + \rho d_{t-1} \quad (2)$$

donde y_t es la brecha de producto y d_{t-1} es el nivel de deuda.

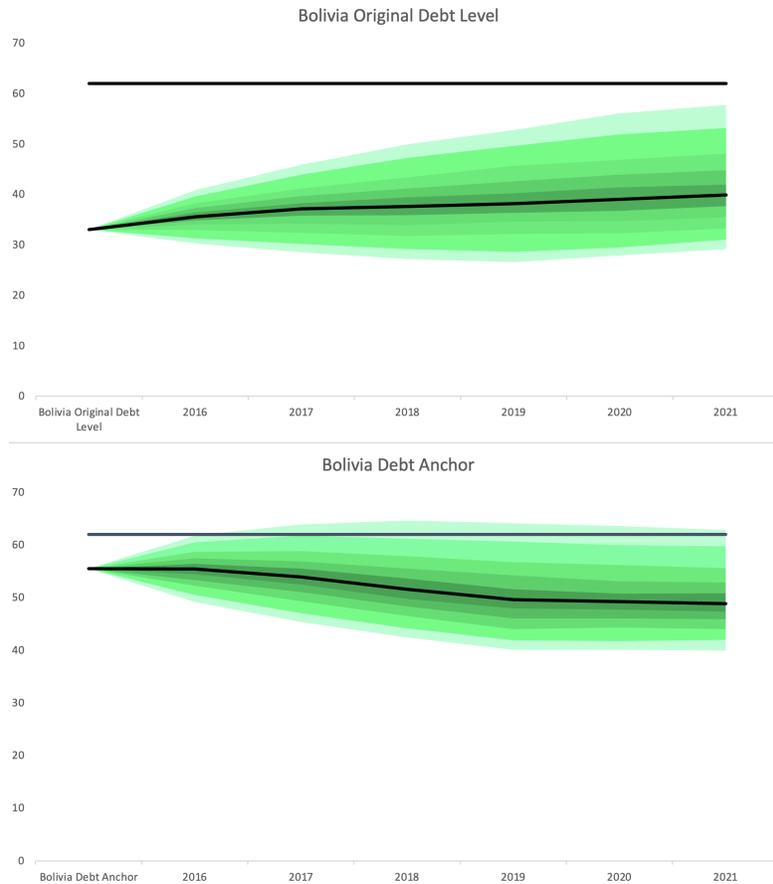
3. Se especifica la restricción presupuestaria del fisco, que puede ser escrita en función de la deuda y del balance primario:

$$(1 + r_t)d_t - d_{t+1} = bp_t \quad (3)$$

donde r_t corresponde a la tasa de interés de la deuda fiscal. Ahora bien, usando los *shocks* estocásticos del VAR en (1) se puede simular la trayectoria conjunta del balance primario y de la deuda, utilizando las ecuaciones (2) y (3). Para ilustrar este proceso, en la figura 2 se muestran los resultados de Bolivia desarrollados por Debrun et al. (2018).

Para este país se calcula, partiendo del nivel contemporáneo de deuda, la distribución de deuda que existiría para una secuencia dada de *shocks* (del VAR). En

Figura 2: Deuda Prudente: Bolivia



Nota: Límite de deuda es la línea horizontal en 62%. Fuente: Eyraud et al. (2018)

este caso, como se puede apreciar en primer panel de la figura 2, el límite de deuda no se alcanza en ningún horizonte. Esto significa que la probabilidad de *default* es cero si es que modelo toma como punto inicial el valor efectivamente observado para la deuda pública. Con posterioridad, se consideran niveles de deuda mayores al contemporáneo, modificando el valor hasta que se alcance un límite de deuda en no más de 10% de las simulaciones. El valor de deuda, que permite esto, se denomina deuda prudente al 10% y se presenta en el segundo panel en la figura 2¹⁰. En el caso de Bolivia, la deuda contemporánea como porcentaje del PIB es de 33%, la deuda

10. Los códigos que permiten este cálculo se adjuntan con este informe.

prudente es de 55 %, mientras que el límite de deuda, que se supone exógeno y fijo, es de 62 %.

Una pregunta relevante no solo para este enfoque, si no que en términos generales para el diseño de política fiscal, es cuál es la probabilidad de *default* que debe ser incorporado en el cálculo del nivel prudente de deuda. Al respecto, Eyraud et al. (2018) menciona dos elementos que pueden guiar la determinación de esta probabilidad. El primero es que en general la probabilidad de *default*, asociado a un nivel prudente de deuda, no debería sobrepasar el 15 %. El segundo es que a medida que aumenta la aversión al riesgo del *policymaker* se requieren probabilidades menores de *default*. Por ejemplo, establecer una probabilidad de *default* de 1 % a 5 %, en lugar de 10 %, es coherente con una autoridad fiscal que es más adversa al riesgo.

El tipo de metodologías de forma reducida, como lo son el enfoque del FMI, descrito en Eyraud et al. (2018) y explicado previamente, así como propuestas desarrolladas por la OCDE (mediante Fournier y Bétin (2018)) que obtienen la probabilidad de *default* en base a modelos *logit*, poseen ventajas y desventajas. Entre las primeras se destaca que el marco conceptual es relativamente simple: los modelos son de forma reducida y lineales. Las desventajas son varias. Este enfoque no es inmune a la crítica de Lucas: los coeficientes de forma reducida no son estructurales, de modo que no es posible identificar cómo estos cambian a medida que las condiciones de la economía y la reacción de la autoridad fiscal se modifican.

Otro problema tiene que ver con la respuesta lineal de la tasa de interés (*spread*) a las condiciones macroeconómica y, en particular, al nivel de deuda. Esto tiene un efecto importante en el cálculo del nivel prudente de deuda: es posible que este nivel se sobrestime. Por último, a pesar de ser un enfoque conceptualmente simple, su implementación práctica puede ser engorrosa. Por ejemplo, los códigos desarrollados por Eyraud et al. (2018) permiten el cálculo del nivel prudente de deuda para un *set* determinado de países (por ejemplo, para países emergentes o desarrollados). Estos códigos no están organizados en una plataforma única y requiere hacer cálculos secuenciales en Excel, luego en EViews, para finalmente cargar los resultados nuevamente en Excel. El enfoque del FMI se puede aplicar a Chile, utilizando datos en frecuencia anual o trimestral. A la fecha, no se encontraron aplicaciones y/o

publicaciones de este método para Chile.

2.2. Implementación de reglas fiscales

Schaechter et al. (2012) ha documentado la implementación de distintos tipos de reglas. Estas se basan en un objetivo explícito para algún agregado fiscal. Este puede ser el nivel de deuda, el balance presupuestario efectivo, el Balance Estructural o el nivel de gasto. El objetivo principal es contener déficits excesivos por parte del gobierno de modo de asegurar la sostenibilidad fiscal (Budina et al. 2012). A partir de la crisis financiera de 2008-2009 se han ido incorporando otros principios, como la flexibilidad (frente a posibles crisis) y exigibilidad (cumplimiento), además de la simplicidad (Debrun et al. 2018). Como se mencionó, una regla de Balance Estructural puede ser reexpresada como una regla de gasto, condicional en el nivel de PIB e ingresos estructurales.

En contraste con las reglas de deuda, las reglas de Balance Estructural buscan determinar una trayectoria para los flujos de gastos corrientes que sean coherentes con los ingresos de largo plazo (estructurales). La ventaja de este tipo de reglas es que suavizan el ciclo económico. Es decir, imprimen un carácter contracíclico al gasto fiscal. Estas reglas, eventualmente, permiten acumular activos (reducir deuda) en los ciclos favorables. Antagónicamente, en los ciclos adversos, se generan una reducción de activos fiscales y aumento de la deuda. En este sentido, existe un riesgo que es asimétrico: en los períodos de bonanza la acumulación de activos y reducción de deuda se puede realizar sin limitaciones. Por el contrario, en ciclos adversos, el aumento de deuda genera, de forma endógena, un aumento del costo de financiamiento. Esto pone presión adicional a las finanzas públicas, aumentando las necesidades de endeudamiento. De esta forma, en los ciclos adversos, existe el riesgo que la deuda crezca más allá de lo que es el nivel sostenible.

Existe la posibilidad de utilizar, de forma conjunta, dos reglas. Esto es lo que se denomina regla dual. Por ejemplo, una regla de Balance Estructural puede ser utilizada como la regla operacional de la política fiscal en el corto plazo. Se establece, además, un nivel de deuda prudente que no debería ser sobrepasado. El cálculo de este valor puede realizarse con las metodologías previamente descritas o bien, como

explicaremos más adelante, se puede obtener a partir de un modelo estructural para Chile.

2.3. Regla dual en modelos de equilibrio general

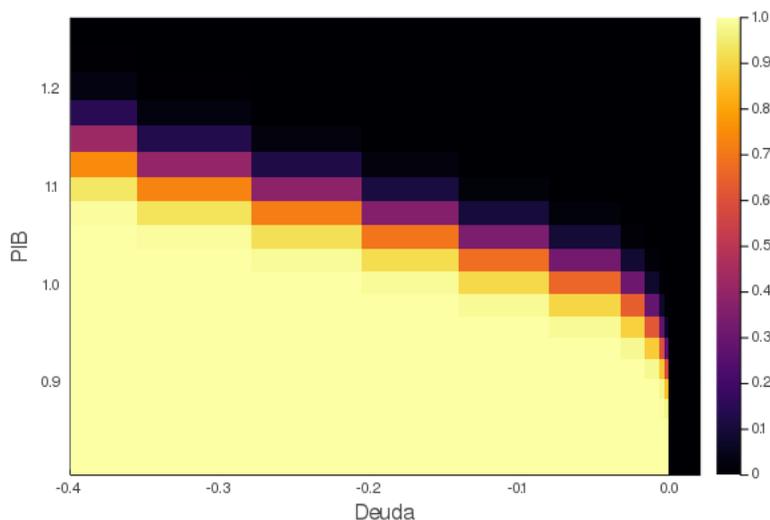
Una regla dual permite compatibilizar una política fiscal contracíclica, en el corto plazo, con una trayectoria de deuda que no sobrepase el nivel prudente. De esta forma, las variables de flujo (por ejemplo de gasto) y de *stock* (deuda) son coherentes con políticas fiscales contracíclicas y sostenibles. Una limitación de estas reglas es que pueden resultar rígidas. Por ejemplo, el límite máximo de deuda puede no ser constante en el tiempo y depender del estado de la economía. En la literatura sobre *default*, Arellano (2008) enfatiza este punto en un modelo sencillo.

En una economía que está sujeta a *shocks* de productividad, estos implican distintos niveles de producto. Cuando la economía enfrenta condiciones favorables, *shocks* de productividad positivos, es posible cubrir los servicios de la deuda inclusive cuando esta sea alta. Por el contrario, en escenarios adversos, el pago de servicios de la deuda se hace más difícil y aumentan los incentivos para hacer *default* de deuda. Como se puede apreciar en la figura 3, un nivel de deuda de -0.2 aumenta las probabilidades de *default* si es que las realizaciones del PIB son tal que su nivel se encuentra desde 1.0 hacia abajo. Por el contrario, un nivel de -0.2 de deuda o incluso mayor no genera *default* si el PIB está en niveles de 1.1 o mayores.

Arellano (2008) demuestra que a medida que el *stock* de deuda aumenta es más probable que el país entre en *default* si es que, además, se materializan escenarios adversos de PIB. Por el contrario, si se materializan escenarios favorables de PIB la probabilidad de no cumplir los compromisos, aun para niveles de deuda elevados, se va reduciendo (figura 3). Esto es internalizado por los prestamistas internacionales, que van a cobrar un *spread* que va a depender del *stock* de deuda y de la posición cíclica de la economía.

Para ilustrar cómo en el contexto de Arellano (2008) el precio de la deuda (que es el inverso de la tasa de interés) depende del ciclo de la economía, en la figura 4 se

Figura 3: Probabilidad de *default* en base a nivel de deuda y producto

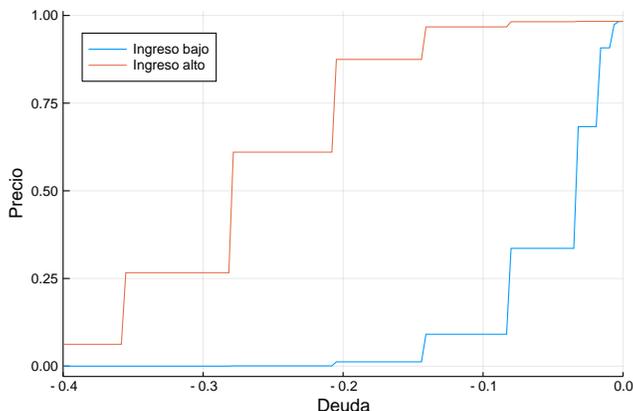


Fuente: QuantEcon en base a Arellano (2008).

presentan las potenciales trayectorias de este precio en función del *stock* de deuda, como de las realizaciones de PIB. Cuando la deuda es baja, por ejemplo -0.1, y el PIB está en niveles favorables, el precio de la deuda es alto, o lo que es lo mismo, la tasa de interés es baja (línea roja en figura 4). Por el contrario, aun con deuda baja de -0.1, el precio de la deuda cae de forma significativa, lo que es equivalente a un incremento de la tasa de interés relevante (línea azul en figura 4). De esta forma, considerar la endogeneidad del costo de financiamiento es relevante para el diseño de la política fiscal.

La literatura ha expandido el análisis de Arellano (2008) en varias direcciones. Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018) permite incorporar al análisis la acumulación de reservas internacionales, mientras Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019) contribuye al ejercicio mediante una economía que utiliza el precio de los *commodities* como un factor relevante dentro de la política fiscal. En Hatchondo, Martinez y Roch (2022) se estudia el desempeño de reglas fiscales en modelos de *default*. En la siguiente sección, proponemos un marco de análisis que permite evaluar reglas de Balance Estructural que, eventualmente, incorporen anclas fiscales (deuda prudente). Estas reglas duales pueden ser evaluadas en base a varias métricas alter-

Figura 4: Precio de la deuda, deuda y PIB



Fuente: Quantecon en base a Arellano (2008).

nativas. Por ejemplo, podemos buscar reglas duales simples e implementables que generen una baja probabilidad de *default*. En el anexo A se presenta un resumen de las ventajas y desventajas de los diferentes modelos de regla de deuda, incluyendo la metodología del FMI y de *default*.

3. Marco teórico

Esta sección presenta un marco teórico en que el premio por riesgo es una función que depende de elementos endógenos de la economía, como los niveles de deuda bruta y de FS, así como de *shocks* exógenos que afectan los ingresos fiscales. Estos son *shocks* de productividad y *shocks* a los ingresos de cobre. Ambos *shocks* tienen un impacto directo sobre la probabilidad de *default*. Adicionalmente, la posición cíclica de la economía afecta la percepción de riesgo de los inversores externos y, eventualmente, el precio de la deuda (o tasa de interés). Esta percepción es exógena y puede ser interpretada como elementos de contagio.

La metodología utilizada busca capturar las especificidades de Chile: una economía pequeña y abierta, cuyos ingresos fiscales dependen, en parte, de las fluctuaciones cíclicas del precio del cobre, así como de los movimientos cíclicos del producto. El modelo incluye, por lo tanto, características propias de la economía chilena como

existencia de *shocks* exógenos a los ingresos fiscales (ingresos de cobre) y un factor de descuento estocástico que incorpora elementos de contagio. De igual forma, se busca evaluar los distintos instrumentos de política fiscal, como una regla de Balance Estructural, una regla con límite de deuda y una regla dual. En el contexto de este modelo se incorporan cláusulas de escape a estas reglas, que se activan dependiendo de la posición cíclica de la economía.

En esta literatura el *spread* crediticio soberano depende de elementos endógenos y exógenos a la política fiscal. Dentro de los primeros destacan los niveles de deuda bruta y de FS. Los elementos exógenos están constituidos por *shocks* estocásticos al nivel de producto y, en el caso de Chile, a movimientos estocásticos del precio del cobre. Una implicancia de estos modelos es que para un determinado nivel de PIB, un mayor nivel de deuda bruta y un menor nivel de FS aumenta el *spread* crediticio y la probabilidad de *default*.

Utilizando Arellano (2008), Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018), Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019) y Hatchondo, Martinez y Roch (2022) como referencia, proponemos un marco teórico que nos permite estimar reglas implementables que eviten (minimicen) los episodios de *default*, es decir, escenarios que dependiendo del nivel de deuda y producto el país no llegue a una situación de *default*. Existen contribuciones previas que abordan estos temas, aunque en contextos distintos. Por ejemplo, Bi, Shen y Yang (2016) presentan un modelo DSGE en que, para una regla *ad-hoc* de gasto fiscal e impuestos, la probabilidad de *default* se incrementa a medida que la deuda a PIB es mayor. En este contexto es posible sostener niveles superiores de deuda a medida que el nivel promedio de impuestos es mayor. Un elemento que el enfoque de *sovereign default* comparte con Bi, Shen y Yang (2016) es la derivación de un límite de deuda asociado a la probabilidad de *default* en un contexto de *shocks* estocásticos al PIB y al ingreso de *commodities*. A diferencia de Bi, Shen y Yang (2016), la política fiscal (incluso en los casos en que imponemos una regla) se determina de forma adecuada. Adicionalmente, el precio de la deuda a la luz de este documento se determina de forma endógena, mientras que en Bi, Shen y Yang (2016) este se encuentra anclado a una regla de *default ad-hoc*.

Otras contribuciones que calculan límites de deuda, como Fournier y Bétin (2018), lo hacen en base a estimaciones econométricas usando modelos *logit*. En

este contexto es posible inferir el límite de deuda como aquel que induce una tasa de interés en que la probabilidad de *default* es baja. En este enfoque los coeficientes del modelo *logit* son comunes a un *set* distinto de 21 países emergentes, lo que dificulta la consideración de variables idiosincráticas a nivel de país. Por otro lado, el modelo es estimado para una realización específica de *shocks*. De esta forma, la crítica de Lucas está presente en Fournier y Bétin (2018): los coeficientes estimados son de forma reducida y no reflejan características estructurales de la economía. Adicionalmente, tener una ecuación *logit* para la probabilidad de *default* y una para la tasa de interés puede generar sesgos en la estimación, toda vez que ambas variables se determinan de forma simultánea. Nuestro enfoque es de equilibrio general y los coeficientes, en este caso, tienen una interpretación estructural. La probabilidad de *default* en este modelo es endógena y surge del comportamiento optimizador de los agentes.

Por último, Eyraud et al. (2018) utilizan reglas de política fiscal *ad-hoc* para determinar la evolución del balance primario. Estas reglas se construyen en base al comportamiento pasado de la autoridad fiscal, y por lo mismo no son necesariamente óptimas. Por otro lado, Eyraud et al. (2018) propone una metodología para el cálculo del límite de deuda y nivel prudente de deuda que guarda ciertas similitudes conceptuales con el enfoque de *default* utilizado en este informe. El nivel prudente de deuda está por debajo del límite de deuda. La diferencia entre ambos refleja el margen de seguridad que la autoridad busca tener.

3.1. Un modelo de *default* soberano

En esta sección describimos los principales componentes del modelo estructural¹¹. Existen dos sectores en la economía, hogares y fisco. Los hogares producen, con una función de producción que tiene como único insumo el empleo, un bien transable. Esta función de producción esta sujeta a *shocks* estocásticos de productividad, de modo que con un mismo nivel de empleo la producción puede aumentar o disminuir. Del total de la producción, los hogares pagan impuestos al fisco y consumen el resto. Los hogares valoran el consumo pero tienen desutilidad al trabajar.

11. El algoritmo de solución del modelo se puede ver en el apéndice B.

Ambas decisiones se toman de forma simultánea de modo de maximizar la función de utilidad de los hogares, dados los *shocks* de productividad que enfrentan. Los hogares no tienen acceso a los mercados financieros de modo que no pueden suavizar consumo mediante deuda. Los hogares, sin embargo, reciben transferencias del gobierno que eventualmente permiten que estos suavicen consumo y accedan, de manera indirecta, a los mercados financieros.

El fisco tiene dos fuentes de ingresos. Recibe de los hogares, en forma de pago de impuestos, un porcentaje de los bienes transables que estos producen. Recibe también una fracción de la producción de cobre del país que es, en su totalidad, vendida en el exterior. El fisco realiza transferencias a los hogares (gasto de gobierno), paga intereses de la deuda y decide, eventualmente, adquirir deuda o ahorrar en activos. Las decisiones del fisco se basan en la maximización de la utilidad intertemporal de los hogares. De esta forma, el fisco actúa como un planificador central benevolente: considera el bienestar de los hogares al momento de decidir su política. En este modelo el gobierno decide el nivel de gasto fiscal, de los FS y de la deuda bruta. De este modo, podremos determinar los niveles de deuda neta a partir de cada uno de sus componentes.

Este es un modelo de economía pequeña y abierta con acceso al mercado financiero internacional. El precio del cobre y la tasa de interés libre de riesgo son exógenos al país. La economía produce un bien no cobre que es transable. Este se puede consumir internamente y, eventualmente, exportar. Por otro lado el cobre, además de ser transable, es producido internamente y exportado en su totalidad. En el modelo, cambios en los niveles de productividad y/o cambios en los ingresos fiscales implican que los recursos que se necesitan para pagar los intereses de la deuda cambian. De esta forma, el tipo de cambio real, entendido como el precio relativo de los bienes domésticos versus los externos, está implícito en el modelo. En este sentido, un aumento en la productividad implica que se requieren menos horas de trabajo para generar los recursos necesarios que permiten pagar los intereses de la deuda. Esto equivale a una apreciación real.

Se considera la deuda bruta del gobierno, b , y los activos soberanos, b_s , como dos variables de decisión de la autoridad fiscal. La autoridad decide también el nivel de gasto fiscal, g . En esta versión general, la deuda neta se obtiene de sumar la

deuda bruta y los activos soberanos. La deuda bruta del fisco se contrae con el resto del mundo, y de forma similar, los FS se transan en el mercado internacional, no obstante a un precio que es exógeno a la economía. Por lo tanto, la expansión del gasto de gobierno, más allá de sus ingresos, representa un déficit en cuenta corriente. Este déficit puede ser financiado con mayor deuda bruta y/o mediante la venta de FS.

Hogares

Los hogares maximizan el valor presente de la utilidad intertemporal, que es determinada por el consumo (c_t), el gasto de gobierno (g_t) y el empleo (l_t):

$$E \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, g_t, 1 - l_t) \right] \quad (4)$$

La función de utilidad es representada de acuerdo a la siguiente ecuación

$$u(c_t, g_t, 1 - l_t) = \pi \frac{g_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} + (1-\pi) \frac{(c_t - l_t^{1+\psi}/(1+\psi))^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

donde π corresponde a la importancia relativa que tiene el gasto de gobierno en la utilidad, ψ es el inverso de la elasticidad del empleo¹², y σ corresponde al coeficiente de aversión al riesgo¹³.

Los hogares deciden el consumo y el empleo en base a una restricción presupuestaria que depende del consumo (c_t), los impuestos (τ) establecidos por el gobierno y el producto, y_t . Los bienes transables en la economía provienen del empleo y la productividad siguiendo la función de producción $y_t = a_t l_t$, donde a_t corresponde al nivel de productividad. Este evoluciona de acuerdo a un proceso AR(1), de modo que:

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + \varepsilon_{a,t} \quad (5)$$

donde $\varepsilon_{a,t}$ es un *shock* i.i.d con media cero y varianza σ_a a ser estimada. La restricción presupuestaria de los hogares se expresa como: $(1+\tau)c_t = y_t$. Es decir, la producción

12. El cociente $1/\psi$ mide la elasticidad de la oferta de empleo a cambio de salarios.

13. El parámetro σ mide, además de la aversión al riesgo, el inverso de la elasticidad intertemporal de sustitución de consumo/gasto. Se asume que la elasticidad de sustitución es igual para gasto de gobierno g , como para consumo, c .

se destina a consumo y al pago de impuestos. En base a las condiciones de primer orden de los hogares, se puede demostrar que el consumo y el empleo de estos, c_t y l_t corresponden a:

$$c(a, \tau) = \left(\frac{a_t}{1 + \tau} \right)^{\frac{\psi+1}{\psi}} \quad (6)$$

$$l(a, \tau) = \left(\frac{a_t}{1 + \tau} \right)^{\frac{1}{\psi}} \quad (7)$$

La dinámica del gobierno

El gobierno maximiza el bienestar de los hogares, evaluando en cada período la posibilidad de mantenerse en el mercado financiero o realizar *default*. La relación con el mercado financiero le permite el acceso a deuda y con ello la posibilidad de financiar parte del gasto. Por otro lado, el escenario de *default* implica que el fisco deja de pagar la deuda adquirida previamente. Esto relaja la restricción presupuestaria del fisco, pero tiene asociado costos. En primer lugar, en *default* existe un costo en términos de menor producto y por lo tanto menor recaudación fiscal. Luego, al hacer *default* el fisco no puede adquirir nueva deuda, es decir, queda excluido del sistema financiero. Esta exclusión no es permanente, estando en *default* existe una probabilidad (exógena) de que el fisco pueda acceder al mercado financiero y, de esta forma, es posible salir de los eventos de *default*.

En el modelo utilizado se analizan dos fuentes de volatilidad. En primer lugar, el *shock* de productividad, a_t , descrito previamente. La evolución de este obedece a un proceso AR(1) que es discretizado mediante el método de Tauchen, obteniendo una matriz de transición $\Lambda(a'|a)$. En segundo lugar, el *shock* al precio del *commodity* también sigue un proceso AR(1), que se expresa como:

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_{z,t} \quad (8)$$

donde $\varepsilon_{z,t}$ es un *shock* i.i.d con media cero y varianza σ_z que se estima de los datos. Al igual que en el caso del *shock* de productividad, z_t es discretizado mediante el método de Tauchen derivándose una matriz de transición $\Gamma(z'|z)$. De esta forma, se realiza

la maximización para los estados posibles de deuda (b), de FS (b_s), productividad (a) y precio del *commodity* (z).

Las variables de decisión del gobierno para maximizar el bienestar corresponden al gasto de gobierno (g), el nivel de deuda futura (b'), el nivel de FS (b'_s) y el precio (q). Lo anterior, dado un nivel de impuestos (τ) y los ingresos del cobre, y_{cu_t} . En este ejercicio, el gobierno evalúa mantenerse en el mercado financiero cuando el valor de seguir en el mercado de crédito, V_c , es mayor al valor que obtendría al hacer un *default* de la deuda, V_d . En términos matemáticos escribimos la función de valor del gobierno como $\bar{V}(b, a, z) = \max\{V_c(b, a, z), V_d(a, z)\}$.

Cuando el gobierno tiene acceso al mercado financiero, el problema dinámico viene representado por:

$$V_c(b, b_s, a, z) = \max_{\{g, b', b'_s\}} u(c, g, 1 - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z' | a, z} \bar{V}(b', b'_s, a', z') \quad (9)$$

Donde c y l corresponden a los valores de consumo y empleo que se derivan de las ecuaciones (6) y (7), respectivamente. El gasto de gobierno viene determinado por la siguiente expresión:

$$g = \tau y + b - q(b', b'_s, a, z)b' + \varrho y_{cu}(z) + b_s - q_s b'_s \quad (10)$$

donde τy representan los ingresos tributarios, mientras que $\varrho y_{cu}(z)$ representa los ingresos fiscales asociados al cobre. Es importante destacar que el *spread* crediticio, que es función de $q(b', b'_s, a, z)$, es endógeno a la evolución de la economía.

Cuando el gobierno está en *default* el problema ya no depende del nivel de deuda, en consecuencia la maximización se realiza sobre el gasto y los impuestos. De esta manera, el problema dinámico corresponde a:

$$V_d(b_s, a, z) = \max_{\{g, b_s\}} u(c_d, g, 1_d - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z' | a, z} \{\mu \bar{V}(b' = 0, b'_s, a', z') + (1 - \mu) V_d(b'_s, a', z')\} \quad (11)$$

donde ahora l_d y c_d corresponden a los niveles de empleo y consumo bajo *default*. Estos valores están por debajo de los valores que se derivan de las ecuaciones (6) y (7), dada la pérdida de producto asociada al *default*. El coeficiente μ determina la probabilidad de reingresar al mercado financiero. De esta forma, aún estando en

default hoy, existe una probabilidad μ de que en el próximo período la economía sea aceptada a los mercados financieros. En este caso, el fisco deberá decidir si accede al mercado financiero o continúa en *default*. La decisión se tomará de acuerdo con $\bar{V}(b' = 0, a', z') = \max\{V_c(b' = 0, a', z'), V_d(a', z')\}$, donde $V_c(b' = 0, a', z')$ representa la función de valor de retornar al mercado financiero.

Precio de la deuda

El precio de la deuda se encuentra determinado por las matrices de transición de los *shocks* de productividad y *commodity* ($\Lambda(\cdot)$ y $\Gamma(\cdot)$), la posibilidad de entrar en *default*, $d(b', a, z')$, y la tasa de interés internacional libre de riesgo, r_f :

$$q(b', b'_s, a, z) = \frac{1}{1 + r_f} \mathbb{E}_{a', z' | a, z} [M(a', a)(1 - d(b', b'_s, a', z'))] \quad (12)$$

El precio de la deuda depende del factor de descuento estocástico, $M(a', a)$. Este factor determina en qué medida los inversores externos perciben el riesgo de la deuda chilena. Esta percepción de riesgo puede cambiar por motivos ajenos a la economía chilena (contagio). En términos concretos asumimos la siguiente relación:

$$M(a_{t+1}, a_t) = \exp\left(-\vartheta_t \varepsilon_{t+1} - \frac{1}{2} \vartheta_t^2 \sigma_a^2\right) \quad (13)$$

donde ε_{t+1} representa el *shock* agregado de productividad, mientras que σ_a^2 es su varianza. El coeficiente ϑ_t se expresa como:

$$\vartheta_t = \alpha + \delta \log(a_t) \quad (14)$$

Con esta formulación la forma en que los inversores externos perciben el riesgo de Chile depende de dos coeficientes exógenos: α y δ , a ser calibrados. En la medida que estos sean cero, el factor de descuento es constante y no depende de la posición cíclica de la economía.

4. Modelo cuantitativo: calibración y análisis

Para aplicar el modelo a la realidad chilena, y derivar prescripciones de política fiscal, es necesario determinar los valores de los parámetros estructurales. El valor de

estos es elegidos de dos maneras. Por un lado, un *set* de coeficientes se estima de modo de ser consistente con las variables exógenas al modelo. Estos son los parámetros asociados a los *shocks* exógenos de la economía chilena y aquellos parámetros que representan las condiciones relevantes para Chile. Otro *set* de coeficientes, parámetros calibrados, se determina de modo que el modelo genere, de forma endógena y a través de simulaciones, los momentos relevantes que se observan en la economía chilena. Los parámetros calibrados van a depender de los parámetros estimados, pero no viceversa.

4.1. Calibración del modelo a la economía chilena

Parámetros exógenos

La tasa de interés libre de riesgo, es $r = 4\%$ ¹⁴. Esta corresponde al pago, en términos de unidades del bien transable, por la deuda que no tiene asociado ningún riesgo de *default*. Es una tasa, por lo tanto, real. De igual forma, la tasa de interés que se desprende del precio de la deuda con riesgo, q , es una tasa real. En el modelo, el tipo de cambio no se incorpora de forma explícita, pero una caída de productividad o del precio del cobre implican que se requiere más empleo para producir los bienes que se transfieren como contraparte asociada al pago de la deuda. Lo anterior equivale a una depreciación. Por lo tanto, las tasas de interés en el modelo corresponden a tasas reales en unidades del bien transable, que es análogo a una tasa de interés real en dólares.

El factor de descuento, β , es 0.87¹⁵. Éste refleja la valoración que los agentes hacen del consumo futuro. Dado que existe impaciencia, una unidad de consumo hoy reporta mayor utilidad que la misma unidad de consumo en el futuro. El coeficiente β contiene, precisamente, la tasa de impaciencia. El coeficiente de aversión

14. En la literatura de economías abiertas (Mendoza (1991)) como en los papers de *default* soberanos (Arellano (2008), y otros) usan parámetros que implican una tasa de 4%.

15. La literatura usa valores en un rango entre 0.85-0.9. Por ejemplo, Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018) usan valores de 0.92 y Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019), valores de 0.85.

al riesgo, σ , es 1.77¹⁶. Este coeficiente refleja cuánto tiene que ser compensado el agente económico por posponer consumo. Si la aversión al riesgo se incrementa, el individuo exige una mayor compensación por dejar de consumir hoy, de forma cierta, y obtener un consumo futuro que es incierto. De esta forma, una mayor aversión al riesgo implica que la tasa de interés que deja al individuo indiferente entre consumir hoy y posponer consumo, es mayor.

El inverso de elasticidad de oferta de trabajo, ψ , es 0.59¹⁷. Esto refleja cuánto tiene que ser compensado el individuo por ofrecer una unidad adicional de empleo. A medida que aumenta esta elasticidad, la compensación que requiere el individuo es menor, y viceversa. La probabilidad de recuperar acceso a los mercados financieros, en la eventualidad de *default*, μ , lo establecemos en 13%. Este valor es un poco menor a los que existen en otros estudios, pero es coherente con el hecho que una vez en *default* la probabilidad de retornar a los mercados financieros es menor. La importancia en la utilidad del gasto de gobierno, π , la establecemos en 0.6. Estos son valores que están en línea con los usados en la literatura (ver Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018), Arellano (2008) y Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019) entre otros).

En el modelo, tanto el *shock* de productividad (a_t) así como el componente estocástico de los ingresos fiscales del cobre (z_t) evolucionan de acuerdo a procesos AR(1) de forma estocástica. La volatilidad y persistencia de los *shocks* exógenos reflejan las características de la economía chilena. A medida que los *shocks* son mayores y más persistentes, tanto las expansiones como las contracciones duran más periodos. Esto demora la convergencia al largo plazo y, en los escenarios adversos, requieren posiblemente mayores niveles de deuda. En principio, esto podría aumentar las probabilidades de *default*. Sin embargo, si el fisco anticipa este escenario, es posible que ahorre más de forma precautoria. En la especificación actual del modelo se incorporan los activos soberanos de forma explícita. Estos fondos reflejan un ahorro precautorio. Los procesos exógenos se estiman a partir de las siguientes

16. Este valor está en línea con la literatura que usa valores cercano a 2. Por ejemplo, Arellano (2008) y Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018) usan un valor de 2.

17. Este valor es consistente con la literatura que usa valores en el rango de 0.45-0.7. Por ejemplo, Hatchondo, Martinez y Roch (2022) usa un valor de 0.6.

ecuaciones:

$$\log(a_t) = (1 - \rho_a)\mu_a + \rho_a \log(a_{t-1}) + \varepsilon_{a,t} \quad (15)$$

$$\log(z_t) = (1 - \rho_z)\mu_z + \rho_z \log(z_{t-1}) + \varepsilon_{z,t} \quad (16)$$

En estos casos, los parámetros que gobiernan el proceso autorregresivo de la productividad (a_t) y de los ingresos fiscales de cobre (z_t) se determinan mediante la estimación, desde 1990 al 2020, del componente cíclico de ambas series. Para tal efecto, a ambas series se les aplica un filtro Hodrick-Prescott y se calcula la diferencia entre la serie efectiva y la tendencia. Esta diferencia corresponde a las series a_t y z_t , que son estacionarias. Con posterioridad, se estiman los procesos AR(1) en (15) y (16). Los resultados indican que $\rho_a=0.56$, mientras que $\sigma_a=0.023$. En el caso de los *shocks* a los ingresos fiscales asociados al cobre, los resultados indican que estos tienen una persistencia de $\rho_z=0.34$, y una desviación estándar de $\sigma_z=0.675$. La persistencia muestra la vida media de los *shocks* transitorios que afectan a ambas series. Un coeficiente $\rho_a=0.56$ indica que al cabo de dos años la mitad de un *shock* de productividad se disipa. Un coeficiente de $\rho_z=0.34$ indica que al año y medio un *shock* a los ingresos fiscales asociados al cobre se ha disipado. El tamaño relativo de los *shocks* de productividad y cobre muestran que, como es de esperar, la volatilidad de este último es mucho mayor.

Parámetros calibrados y ajuste del modelo

La tasa de impuestos promedio (τ) se fija en 22 %, que equivale al porcentaje de recaudación de los ingresos tributarios no cobre. La importancia del cobre en los ingresos fiscales, como proporción del PIB, es $\varrho=3.7$ %. En este caso es el tamaño del PIB cobre (nominal) respecto del PIB total. Todos los parámetros recién descritos se presentan en el cuadro 1.

Para disciplinar el modelo, calibramos cuatro momentos endógenos, el promedio de FS a PIB, deuda neta a PIB, $\left(\frac{\bar{b}}{y}\right)$, la volatilidad de la deuda neta a PIB, $\left(\frac{\bar{b}}{y}\right)$, y el *spread* promedio en Chile, r_s ¹⁸. Para tal efecto, y considerando los parámetros

18. Seguimos a Eyraud et al. (2018) y anclamos el nivel de deuda neta a PIB en el último dato disponible. Al anclar la deuda neta y el *spread*, se obtienen de forma residual los niveles de deuda bruta y FS.

Cuadro 1: Parámetros exógenos y estimados

Parámetro	Descripción	Valor
r	Tasa libre de riesgo	0.04
β	Factor de descuento	0.87
σ	Coefficiente de aversión al riesgo	1.77
ψ	Elasticidad inversa de oferta de trabajo	0.59
μ	Prob. de recuperar acceso a mercado financiero	0.13
π	Importancia en utilidad de gasto gob.	0.6
σ_a	S.E de <i>shock</i> productividad	0.023
ρ_a	Autocorrelación de <i>shock</i> productividad	0.56
σ_z	S.E de <i>shock</i> de cobre	0.675
ρ_z	Autocorrelación de <i>shock</i> de cobre	0.34
τ	Tasa de impuestos	0.22
ϱ	Proporción del cobre en los ingresos fiscales a PIB	0.037

previamente estimados, calibramos cuatro coeficientes estructurales del modelo: el costo de la productividad en *default*¹⁹, ω , que permite calibrar el ratio deuda neta/PIB a la economía chilena, así como la constante, α , y la pendiente, δ , del proceso asociado al factor de descuento estocástico en la ecuación (14), en línea con Arellano (2008) y Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019). Por último, el precio de los FS es de $q_s=0.945$. Esto es coherente con una tasa de retorno anual para estos fondos de 5% que es levemente superior a la tasa libre de riesgo, r . Este coeficiente es consistente con un nivel de FS a PIB de 6.2%, que es coherente con el promedio de esta variable para el 2020-2021.

El costo de productividad de *default*, ω , a medida que aumenta hace más costoso renegar de la deuda adquirida. De esta forma, incentiva a tomar menores niveles de deuda y, eventualmente, a caer en *default* de manera menos frecuente. Los coeficientes α y δ modifican el precio de la deuda, q , así como su sensibilidad a fluctuaciones del PIB. Esto tiene impacto directo en el *spread* promedio de la economía, junto con

19. El costo de productividad se aplica en situación de *default*, donde se penaliza la productividad y, en consecuencia, el empleo y el PIB cuando la economía entra en *default*. Para ejecutar lo anterior, se utiliza la función $h(a) = \min\{\phi\bar{a}, a\} - \omega$, donde \bar{a} es la media incondicional de la productividad y ϕ es un ponderador igual a 0.99.

las fluctuaciones de q y el nivel de deuda asociado a este. A medida que el *spread* responde menos al PIB, es posible que las razones de deuda a PIB cambien más en respuesta a *shocks* exógenos, aumentando la volatilidad de la razón deuda a PIB.

Cuadro 2: Desempeño del modelo: datos v/s modelo

Descripción de variable	Parámetro	Modelo
Constante en ecuación (8)	α	5.5
Pendiente en ecuación (8)	δ	-521.7
Pérdida de producto en <i>default</i>	ω	0.09
Precio FS	qs	0.95
Momentos a Calibrar	Datos	Modelo
Promedio FS a PIB ^b	6.8 %	6.2 %
Promedio deuda neta a PIB ^c , $\left(\frac{\bar{d}}{y}\right)$	31.7 %	36.7 %
Volatilidad deuda neta a PIB, s.d $\left(\frac{d}{y}\right)$	8.0 %	7.7 %
<i>Spread</i> Promedio ^d	180	196
Momentos no calibrados	Datos	Modelo
Promedio deuda bruta a PIB ^a	38.5 %	42.9 %
Gasto a PIB, $\left(\frac{g}{y}\right)$, promedio ^e ,	26.0 %	24.6 %
Correlación (r_s, y)	-0.17	-0.25

Notas:

a: Deuda bruta datos proyección DIPRES, primer semestre 2022.

b: Fondos soberanos, promedio 2020-2021.

c: Deuda neta, datos 2021.

d: EMBI Chile, datos 2020.

e: Gasto a PIB, promedio 2017-2021.

Los momentos a calibrar que surgen de la simulación del modelo están en línea con las contrapartes empíricas. En efecto, como se puede apreciar del cuadro 2, la volatilidad de la deuda es 7.7 % en el modelo, que es un valor casi idéntico al 8 % que se observa en la realidad. Por otro lado, el *spread* promedio en el modelo es 196 puntos base, que está en línea con el *spread* promedio que se observa en Chile, de 180 puntos base para el 2020. Los activos soberanos en el modelo son 6.2 % del PIB, cifra levemente inferior al 6.8 % del PIB que se observa en la práctica. Por último, la deuda neta a PIB que surge del modelo es 36.7 %, mientras que en los datos este valor es de 31.7 % en el 2021. El resultado en esta variable no es exacto, pero permite el ajuste del resto de momentos calibrados.

Una forma de validar el ajuste del modelo es analizar los momentos que surgen de la simulación y que no han sido calibrados. Como se puede observar en el último panel del cuadro 2, la razón de gasto a PIB que emerge del modelo es 24.6 %, algo superior a su contraparte empírica de 26 %²⁰. La deuda bruta a PIB en el modelo es de 42.9 %, que es algo superior a lo observado en los datos, 38.5 %. Esto es coherente con un *spread* que es marginalmente mayor en el modelo. Finalmente, la correlación del nivel del PIB y el *spread*, $\text{corr}(r_s, y)$, en los datos es -0.17, mientras que en el modelo es -0.25.

4.2. Análisis del modelo: *benchmark* teórico

Para entender las predicciones del modelo analizamos, en primer lugar, las funciones de política que surgen del modelo calibrado. Estas funciones reflejan el comportamiento del gasto fiscal, la deuda bruta, los FS y la tasa de interés. Estas decisiones pueden ser interpretadas como las respuestas de política fiscal bajo el *benchmark* teórico. Por simplicidad concentramos el análisis en las funciones de respuesta en dos estados de productividad, uno alto y otro bajo.

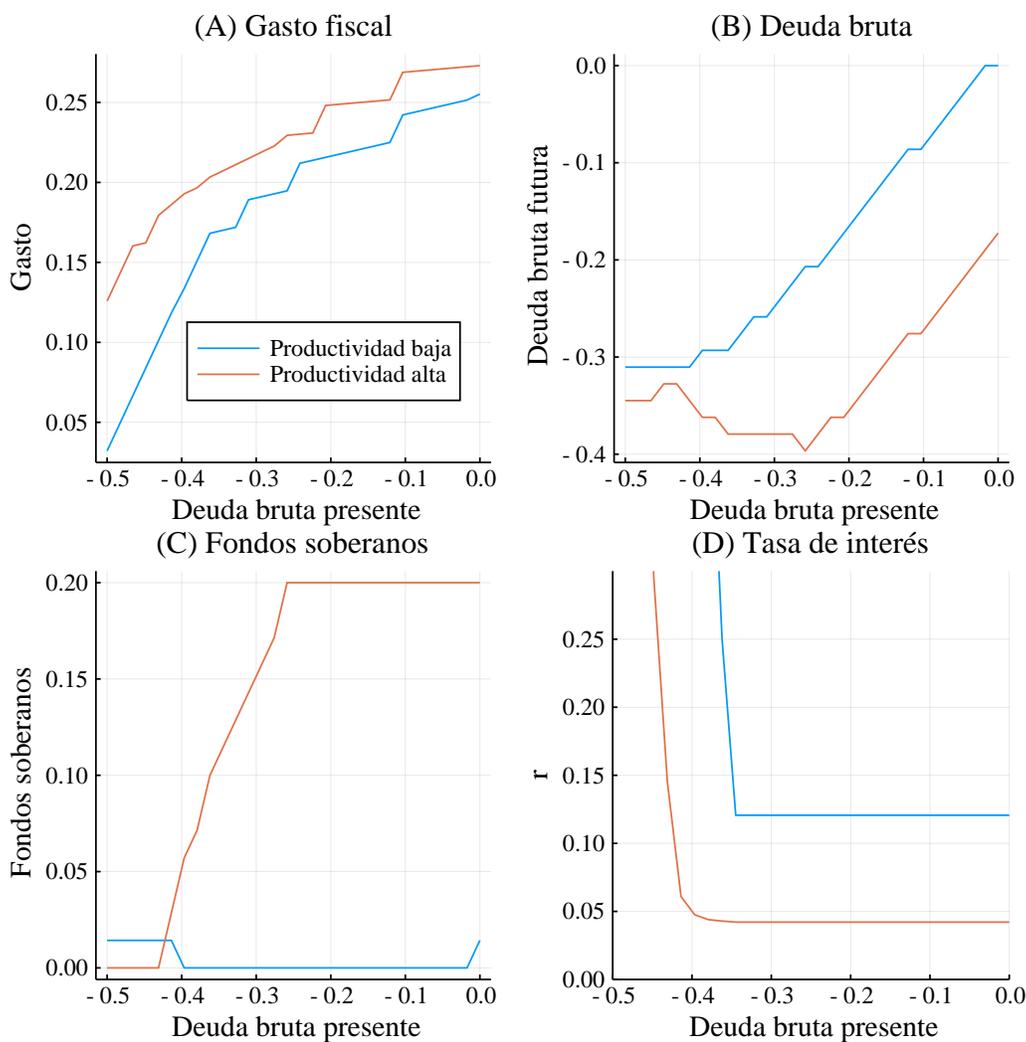
El panel (A) de la figura 5 muestra como el gasto reacciona a *shocks* de productividad²¹, condicional en la deuda bruta actual. Lo primero que destaca es que, para un nivel de deuda bruta dado, *shocks* de productividad alto expanden el gasto fiscal. Adicionalmente, estados en que la deuda bruta actual es mayor implican reducciones de gasto, tanto en el estado de productividad alta como en el de productividad baja. La razón de esto tiene que ver con la dinámica de pago de intereses y de ajuste endógeno en el precio de la deuda.

Ante aumentos de deuda bruta, el servicio de la misma reduce los recursos que se pueden destinar a gasto fiscal. Este mecanismo se exagera por un aumento endógeno en la tasa de interés. De este modo, a medida que la deuda bruta aumenta, el gasto cae de forma más veloz, lo que se manifiesta en el pronunciado cambio de pendiente de las funciones de respuesta a medida que la deuda bruta aumenta (panel (A) de

20. El gasto a PIB en los datos está influido por los valores inusualmente altos del 2020 al 2021. En este sentido, el hecho que el modelo presente un valor menor es coherente con el comportamiento de esta variable en horizontes de tiempo más largos y con menos movimientos inusuales.

21. Para realizar estos gráficos, se asume un valor fijo de fondo soberano y de *shock* de *commodity*

Figura 5: Política óptima del gobierno



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

la figura 5). En el caso del *shock* de productividad adverso, el gasto fiscal converge más rápido y a niveles menores que en el caso de productividad alta.

La función de política en el panel (B) de la figura 5 muestra el nivel futuro de deuda bruta (b') en función de sus valores presentes (b). Los resultados indican que a medida la deuda presente es mayor, se adquieren mayores niveles de deuda si es que se está en el escenario de productividad alta. En cambio, si se está en un estado

de productividad baja el nivel de endeudamiento futuro disminuye.

Ahora bien, cuando la economía se encuentra en un ciclo positivo (productividad alta), la deuda óptima crece hasta valores cercanos a -0.4 . En cambio, cuando la economía esta en un ciclo de crecimiento adverso, la deuda alcanza valores inferiores. Esto indica que cuando la economía experimenta un ciclo adverso el gobierno tiene menos espacio para endeudarse. La intuición es que en ciclos recesivos, la economía se encuentra en un escenario donde la probabilidad de *default* es mayor, y donde el costo de deuda, por el componente endógeno y exógeno del premio por riesgo, aumenta. En síntesis, es más costoso endeudarse en momentos de crisis económica.

En el panel (C) se muestra la política óptima de FS. Se observa que para valores de productividad baja no es óptimo acumular FS dado que la rentabilidad que otorgan los bonos es menor que la del precio de la deuda bruta. En contraste, cuando la productividad es alta en expansiones económicas, es óptimo acumular FS.

En el panel (D) de la figura 5 se aprecia que la tasa de interés es más baja cuando la productividad es alta. En este caso, los mercados internacionales son menos exigentes en estos períodos y la probabilidad de repagar los servicios de la deuda son mayores. La razón es que la probabilidad de *default* es menor en períodos de *boom* y dado que los *shocks* son persistentes esto hace también que el *default* sea poco probable en el futuro. Es interesante notar la no-linealidad de aumentos de tasa. Como se aprecia en el panel (D), a medida que la deuda bruta presente (eje horizontal) alcanza valores mayores a -0.3 (valores más negativos implican mayor deuda), la tasa de interés se incrementa de forma sistemática y no lineal. Este aumento no-lineal se da, incluso, en el escenario de PIB favorable. En definitiva, el modelo implica que las tasas de interés son contracíclicas, lo que corrobora en los datos para las economías emergentes y, en el caso particular de Chile, se muestra en este modelo y en los datos (ver cuadro 2).

Es importante recalcar que las funciones de política en la figura 5 muestran un *set* posible dados dos escenarios de productividad específicos (alto y bajo), fijando un nivel en el ciclo del cobre (si se cambian estos escenarios cambian las funciones de política), es decir refleja un momento específico, y no debe interpretarse como el resultado de la simulación de la economía (esto se aborda en las siguientes secciones).

Con las funciones de política, derivadas del modelo ya calibrado para Chile, es posible ahora realizar simulaciones estocásticas²². A partir de estas simulaciones, es posible calcular los niveles de deuda prudente dada la secuencia de *shocks*.

4.3. Nivel prudente de deuda

A partir de la simulación de modelo es posible derivar distintos indicadores asociados a los niveles de deuda. Un indicador relevante, para el diseño de política fiscal, es el nivel prudente, o techo, de deuda. Este es definido en como: “un nivel de relación deuda neta a PIB que asegura con una alta probabilidad la sostenibilidad de las finanzas públicas en el tiempo” CFA (2021). Tal como menciona el CFA (2021), el nivel prudente de deuda actuaría como el ancla de las finanzas públicas.

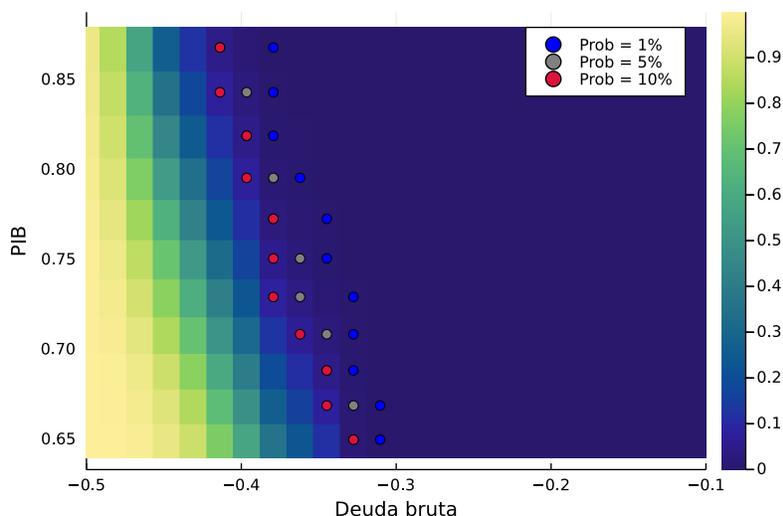
Es posible, siguiendo las indicaciones del FMI previamente descritas, y sintetizadas en Eyraud et al. (2018), estimar el nivel de deuda prudente a partir del modelo trabajado en este documento. Para tal efecto, simulamos el modelo de *default* que hemos calibrado para Chile. Estas simulaciones se realizan para todos los estados posibles de deuda inicial, activos iniciales, niveles de productividad e ingresos de cobre. En base a estas simulaciones es posible determinar cuál es la probabilidad de *default* para un *set* dado de estados. Obtenemos, de esta forma, la deuda bruta coherente con una probabilidad determinada de *default* en el modelo. Dado que existen diversas realizaciones que implican una probabilidad de *default*, procedemos a determinar la deuda prudente al 1 % como la mediana de la distribución de niveles de deuda bruta que están asociadas al 1 % de *default* respectivo. Para ilustrar como los niveles de deuda prudente al 1 %, 5 % y 10 % están constituidos por diversos valores de deuda bruta y PIB, en la figura 6 se muestra el conjunto de valores de deuda bruta que aseguran, para distintas combinaciones de deuda inicial y PIB, que la probabilidad de *default* sea 1 %, 5 % y 10 % respectivamente²³.

De la figura 6 se desprende que no existe un único valor de deuda bruta prudente al, por ejemplo, 1 % de probabilidad de *default*. Este valor de deuda puede ir

22. Estas simulaciones se obtienen al incorporar al modelo secuencias de *shocks* aleatorios de productividad y de ingresos de cobre, a partir de las ecuaciones (15) y (16).

23. En el apéndice D.1, al final de este documento, se explica de manera formal la derivación de la deuda prudente.

Figura 6: Curvas de deuda prudente



cambiando a medida que las realizaciones de PIB y deuda bruta inicial sean distintas. Los diversos valores de deuda bruta que aseguran una misma probabilidad de *default* están representadas por las curvas construidas con puntos del mismo color. Ahora bien, cuando se consideran estados adicionales al PIB y deuda bruta inicial, la representación gráfica se hace imposible. En cualquier caso, para los *sets* de estados posibles procedemos a calcular la deuda prudente que asegura una determinada probabilidad de *default* y presentamos la mediana de estas realizaciones en el cuadro 4. Junto con la mediana de deuda prudente, mostramos la mediana de los FS, del *spread* y del gasto público a PIB. Todos estos valores son coherentes con una determinada probabilidad de *default*.

Como se desprende de los resultados en el cuadro 4, el nivel de deuda bruta prudente para una probabilidad de *default* de 1% es 48.9% del PIB. Este valor se incrementa a 51.1% y 53.1% para probabilidades de *default* de 5% y 10%, respectivamente. El FMI sugiere (ver Eyraud et al. (2018) que un valor prudente no debería sobrepasar el 15%. Ahora bien, en la práctica países como Argentina que han tenido dos episodios de *default* en los últimos treinta años implican una probabilidad de *default* del orden de 5%. De esta forma se sugiere, en este informe, establecer como meta de deuda bruta prudente aquella que es coherente con una

Cuadro 3: Mediana de la deuda bruta, FS, *spread* y gasto fiscal según probabilidad de *default*

Probabilidad de <i>default</i>	Deuda bruta sobre PIB	Fondos soberanos sobre PIB	<i>Spread</i>	Gasto sobre PIB
0 %	-45.0	2.1	104	26.41
1 %	-48.9	1.9	146	25.1
2 %	-49.9	1.8	305	24.7
3 %	-50.6	0.0	379	24.3
4 %	-51.1	0.0	468	24.1
5 %	-51.6	0.0	570	23.9
6 %	-52.0	0.0	752	23.7
7 %	-52.3	0.0	852	23.5
8 %	-52.6	0.0	970	23.4
9 %	-52.9	0.0	1037	23.2
10 %	-53.1	0.0	1107	23.0

probabilidad de *default* de 1 %. Este, claramente, es un valor que se puede modificar. El modelo en este documento da esta flexibilidad.

Un ejercicio adicional es el cálculo de nivel de deuda bruta prudente, pero en contextos de escenarios de PIB y cobre negativos. En el cuadro 4 se presenta este ejercicio. Cabe destacar que, en escenarios adversos el nivel de deuda bruta prudente es mayor al igual que los *spreads*, para todas las probabilidades de *default*. La intuición detrás de esto es que en los escenarios adversos existe una mayor necesidad de endeudamiento para atenuar los efectos adversos de la caída del PIB y de recaudación fiscal. En este sentido, existen incentivos a tomar más deuda, para evitar caer en *default*, cosa que es posible a tasas mayores. En el caso de escenarios favorables existen menos incentivos a tomar deuda, de modo que la deuda promedio disminuye, junto a la deuda prudente y nivel de *spreads*.

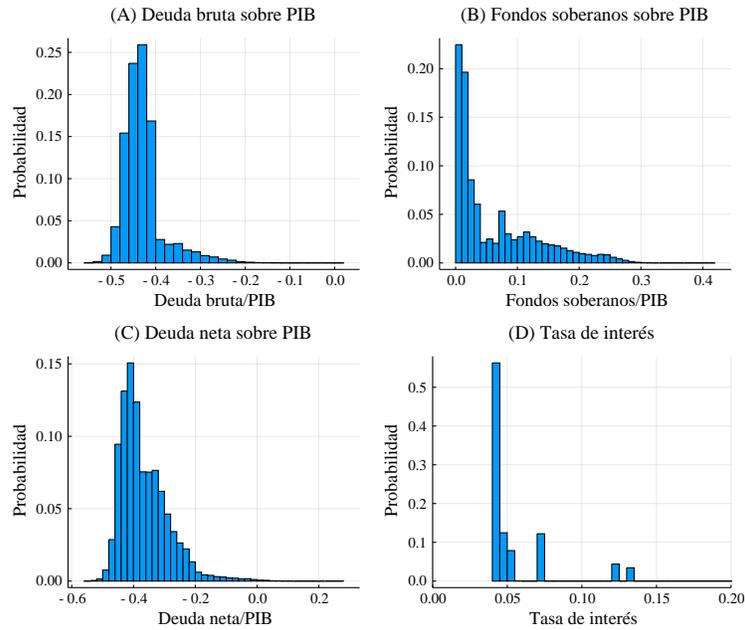
Cuadro 4: Mediana de la deuda bruta, FS, *spread* y gasto fiscal según probabilidad de *default* y escenario económico

Escenario económico	Probabilidad de <i>default</i>	Deuda bruta sobre PIB	Fondos soberanos sobre PIB	<i>Spread</i>	Gasto sobre PIB
Adverso	1 %	-51.7	0.0	305	25.8
	5 %	-54.1	0.0	927	24.5
	10 %	-56.2	0.0	1999	23.0
Intermedio	1 %	-48.8	1.9	136	25.4
	5 %	-51.7	0.0	551	24.1
	10 %	-53.2	0.0	1078	23.2
Bueno	1 %	-47.0	5.4	127	24.0
	5 %	-49.4	3.3	379	23.2
	10 %	-50.7	0.0	632	22.8

4.4. Fondos soberanos bajo *benchmark* teórico

El modelo utilizado permite separar los componentes de la deuda neta, en particular la deuda bruta y los FS. La simulación del modelo se muestra en la figura 7, donde la deuda bruta (panel A) oscila entre 52 % y 0 % del PIB, promediando 42.9 % del PIB. Los FS (panel B) promedian 6.2 % del PIB, con una importante proporción de la masa en 0 %. Ambos instrumentos permiten construir la deuda neta, panel (C), y que promedia 36.7 % del PIB. En el panel (D) se observa la tasa de interés, que se centra con mayor ocurrencia alrededor de 5 %. Estas simulaciones corresponden a una representación de la economía en diferentes escenarios a partir de *shocks* de productividad y de cobre. En consecuencia, nos muestra intervalos donde se comportaría la economía bajo el *benchmark* teórico.

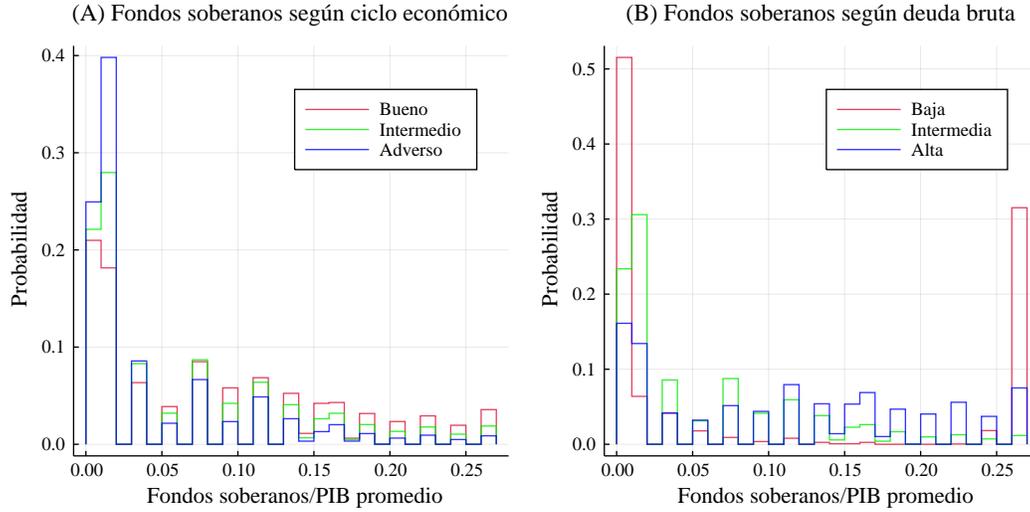
Figura 7: Simulación de deuda bruta, FS, deuda neta y tasa de interés bajo política óptima



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

Un ejercicio adicional corresponde a entender el movimiento de los FS en el *benchmark* teórico, según niveles del ciclo económico y deuda bruta. Para este ejercicio, consideramos la simulación de los FS sobre el PIB promedio, de forma tal que el ratio no se vea afectado por el ciclo. Como resultado, se observa que los FS no son un número estático, y que su nivel se correlaciona levemente con el ciclo y en mayor medida con la deuda bruta. En el panel A de la figura 8 se muestran los FS según el ciclo económico. Se muestra, de forma clara que, en ciclos favorables (mayor PIB y mayores ingresos por cobre) existe una mayor acumulación de activos (barra roja). En el escenario adverso ocurre lo contrario. Por otro lado, en el panel B se muestran los FS según 3 niveles de deuda bruta. Para niveles bajos de deuda, se acumulan más fondos.

Figura 8: Simulación de FS sobre PIB promedio, según ciclo económico y nivel de deuda bruta



Un resumen de la figura anterior se puede encontrar en el cuadro 5. Este presenta el promedio de los FS sobre PIB según el escenario macroeconómico. El principal mensaje es que, en escenarios adversos existe menos posibilidad de acumular FS. Por el contrario, en escenarios favorables existe un mayor incentivo a acumulación.

Cuadro 5: Promedio de FS sobre PIB según ciclo económico y nivel de deuda bruta en *benchmark* teórico

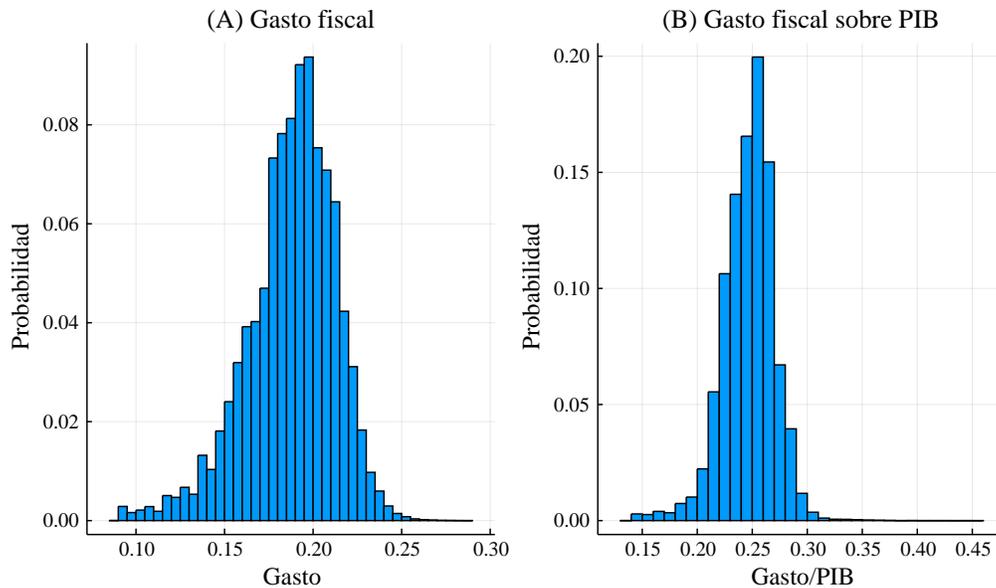
Escenario económico			
Deuda bruta	Adverso	Intermedio	Bueno
Intermedia	4.8	5.7	6.3

Gasto fiscal bajo el *benchmark* teórico

En base a las simulaciones del modelo es posible calcular la distribución de gasto y de gasto PIB. Esto se muestra en los paneles (A) y (B) de la figura 9. Como porcentaje del PIB, el gasto tiene un promedio de 24.6%, que está en línea con los datos para Chile (ver cuadro 2).

A pesar que las funciones de política muestran que es posible que el gasto a PIB alcance valores cercanos a cero, en la práctica esto no sucede. Lo anterior es consecuencia del comportamiento del fisco que busca evitar que estos escenarios se materialicen. La intuición es que es muy costoso para la sociedad generar niveles de consumo y gasto de gobierno cercanos a cero. Esto ya que tanto el consumo como el gasto de gobierno son argumentos de la función de utilidad de los hogares. Cuando ambas variables tienden a cero, la utilidad marginal de los hogares tiende a caer de forma importantísima. Para evitar esta caída en el modelo el fisco busca evitar que el gasto se vaya a niveles cercanos a cero.

Figura 9: Simulación del gasto de gobierno y gasto sobre PIB



5. Análisis de política fiscal: reglas fiscales para Chile

En la sección anterior se derivó la respuesta fiscal en un contexto en que el fisco puede decidir, sin restricciones de implementabilidad, las trayectorias de deuda, acumulación de activos y gasto fiscal. Como se mencionó en la sección 2, puede ser deseable que el fisco pueda conducir la política fiscal en base a reglas. Entre estas, se pueden incluir una de Balance Estructural o reglas que establecen límites al endeudamiento. Esto último en base a niveles prudentes de deuda.

En esta sección se derivan teóricamente tres reglas fiscales alternativas. La primera es una regla de Balance Estructural en la línea de regla que se propuso en Marcel et al. (2001). La segunda es una regla que limita el nivel de deuda que el fisco puede tomar. Este es el tipo de reglas que la mayoría de países ha implementado, como señalan Hatchondo, Martínez y Roch (2022). Asumimos que el nivel de deuda prudente es el ancla fiscal en estas reglas de deuda. El nivel de deuda prudente elegido es aquel coherente con una probabilidad de *default* de un 1%. Por último, consideramos una regla dual. Esta regla es una de Balance Estructural que tiene incorporado, además, un límite de deuda que no puede ser sobrepasado. La implementación empírica, la discusión de resultados y la evaluación del desempeño relativo de estas reglas se aborda con profundidad en la sección 6. En esa sección se incluye, además un ejercicio en que se permiten cláusulas de escape²⁴.

5.1. Regla de Balance Estructural

En esta subsección calculamos el Balance Estructural implícito en la decisión no-restringida del fisco (*benchmark* teórico). Con posterioridad, se sugiere una regla de Balance Estructural implementable. Para estimar el Balance Estructural implícito, recurrimos a la solución del modelo cuando el fisco no sigue ninguna regla. Esta solución no-restringida genera un gasto que denotaremos como $g^*(b, a, z)$. Con esto podemos calcular el Balance Estructural, θ_t , que está implícito en el *benchmark* teórico y en las simulaciones del modelo. El Balance Estructural, dado $g^*(b, a, z)$ y

24. Los principales resultados de implementar sólo una regla de Balance Estructural se encuentra en el apéndice D.2, mientras que la evaluación de la regla de límite de deuda se encuentra en el apéndice D.3.

las realizaciones del PIB (y_t) se expresa como:

$$\theta_t = \frac{\tau \bar{y}_t + \rho p \bar{c} u_t - g_t^*(b, y, z) + (1 - q_t)b_{t+1} + (1 - q_s)b_{s,t+1}}{y_t} \quad (17)$$

donde $\tau \bar{y}_t + \rho p \bar{c} u_t$ corresponde a los ingresos estructurales del fisco. En el modelo estos corresponden a los valores de los ingresos tributarios y del cobre de largo plazo. Mientras que $(1 - q_t)b_{t+1}$ corresponden a los pagos de interés a los que el fisco se comprometerá. En esta especificación el fisco incorpora hoy las obligaciones futuras de intereses. En estricto rigor esto equivale a provisionar hoy para gastos futuros de intereses. El término $(1 - q_s)b_{s,t+1}$ representa el retorno de los activos del fisco. En la figura (10) se muestra la distribución del θ_t (del total de simulaciones) que está implícito en el *benchmark* teórico. De esta forma, si la autoridad fiscal siguiera una regla de Balance Estructural y pudiera decidir el nivel de este, de forma irrestricta y en todo momento, elegiría esta distribución de valores²⁵.

Lo primero que destaca de θ_t en la figura (10) es que este no es un número fijo. El valor promedio, sin embargo, es 0.13 % del PIB. Adicionalmente, la distribución de estos valores es asimétrica, con un valor máximo para el superávit estructural de 10 % del PIB. El valor mínimo es de -7.1 %. La probabilidad de observar un déficit estructural de más de 3 % es bastante baja. En concreto el 95 % de todas las realizaciones implican un θ_t que no baja de -2.4 %.

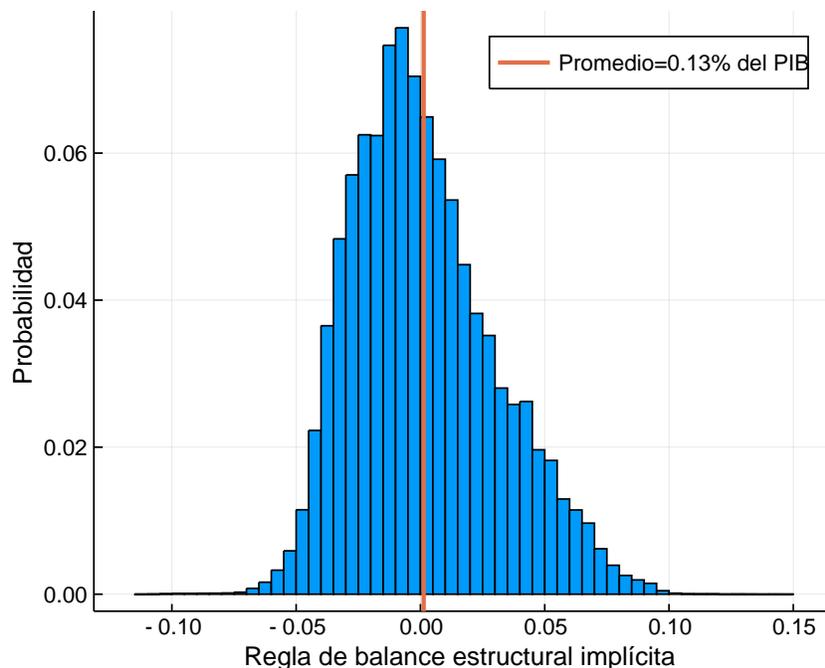
Ahora bien, ¿cómo implementar una regla de Balance Estructural? Una alternativa, dado un valor de θ constante, es generar una regla de Balance Estructural que tenga la forma:

$$g \leq \tau \bar{y}_t + \rho p \bar{c} u_t - \hat{\theta} y_t + (1 - q_{t+1})b_{t+1} + (1 - q_s)b_{s,t+1} \quad (18)$$

donde $\hat{\theta}$ se calibra para asegurar que la probabilidad de *default* no exceda el 1.0 %. Bajo esta métrica obtenemos un $\hat{\theta}$ de -1.5 %. Esta regla pone un techo al Balance Estructural, en este caso déficit, de modo que impide que el déficit estructural vaya más allá de 1.5 % del PIB. Esta regla, sin embargo, permite que exista un Balance Estructural equilibrado, es decir, de cero o incluso un superávit estructural. En este

25. El histograma representa la distribución del Balance Estructural para todos los períodos t del total de simulaciones n .

Figura 10: Simulación de la regla de Balance Estructural



sentido, podría considerarse que la libertad que tiene la meta de modificarse hacia escenarios con mayor superávit otorga cierta flexibilidad para modificar el Balance Estructural en respuesta a *shocks* adversos, sin poner en riesgo la credibilidad: el déficit estructural se encuentra acotado y no puede exceder el 1.5% del PIB. La flexibilidad de esta regla permite moderar el comportamiento del gasto fiscal en la ecuación (9) del gobierno en caso de *no-default*²⁶.

En el caso de la regla de Balance Estructural, el problema del fisco ahora corresponde a la expresión de la ecuación (19). Este tipo de reglas no fija el gasto en un nivel determinado, sino que permite flexibilidad (esto se observa en la desigualdad), mientras que si no se cumple la regla esto genera una pérdida importante en la

26. En Medina y Soto (2016), Medina et al. (2019) y García, Restrepo y Tanner (2011) se discute la forma en que este tipo de reglas se puede calibrar en modelos DSGE. En general, cuando $\hat{\theta}$ es fijo, un valor pequeño o cero puede generar un buen desempeño. En los modelos DSGE, sin embargo, no es posible evaluar la probabilidad de *default* asociado a este tipo de reglas. En el presente modelo esto es posible con el enfoque flexible propuesto para el Balance Estructural.

función valor v_c ²⁷.

$$\begin{aligned}
V_c(b, b_s, a, z) &= \max_{\{g, b', b'_s\}} u(c, g, 1 - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z' | a, z} \bar{V}(b', b_s, a', z') \\
&\text{s.t.} \\
g &\leq \tau \bar{y}_t + \varrho p \bar{c} u_t - \hat{\theta} y_t + (1 - q_{t+1}) b_{t+1} + (1 - q_s) b_{s,t+1} \\
g &\geq 0
\end{aligned} \tag{19}$$

En otras palabras, el gobierno decide el gasto, la acumulación de activos y la deuda bruta, restringiendo los valores de gasto según la ecuación anterior, que es, *de facto*, una regla de Balance Estructural. Es importante destacar que la regla puede, en principio, aproximar los resultados que se obtienen en el *benchmark* teórico. Esto dependerá del valor que se elija para $\hat{\theta}$ y de la probabilidad de *default* asociada a éste. Para el presente ejercicio, como veremos en la sección 6, la regla de Balance Estructural tiene un desempeño comparable al *benchmark* teórico²⁸.

5.2. Regla de deuda máxima

En la literatura académica se han analizado reglas de deuda para disciplinar la política fiscal Hatchondo, Martinez y Roch (2022). El análisis se conduce en términos de una restricción sobre la deuda²⁹. Para implementar esta regla, se restringe el problema del gobierno de manera que la deuda b_t no sobrepase un determinado límite. De esta forma, el problema del gobierno, en la región de *no-default*, se expresa

27. Este tipo de modelos endógenamente castigan cuando la regla no se cumple, asignando valores “malos” de v_c .

28. En el apéndice D.2 se muestran los resultados de implementar sólo una regla de Balance Estructural, en particular la figura 17 se muestra la regla implícita en el modelo con regla de Balance Estructural versus el modelo teórico, mientras que en la figura 18 se detallan las simulaciones de gasto fiscal, deuda bruta, FS y deuda neta en ambos modelos.

29. En Hatchondo, Martinez y Roch (2022) se argumenta que reglas fiscales basadas en el *spread* crediticio son menos distorsionadoras que las reglas basadas en el nivel de deuda. El argumento es que países con baja intolerancia a la deuda (con *spread* crediticio poco sensible a cambios en deuda) deberían poder endeudarse más que países con alta intolerancia a la deuda. Estas reglas, sin embargo, al día de hoy no han sido adoptadas por ningún país.

como:

$$\begin{aligned}
V_c(b, b_s, a, z) &= \max_{\{g, b', b'_s\}} u(c, g, 1 - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z' | a, z} \bar{V}(b', b_s, a', z') \\
\text{s.t. } & b \leq \bar{b}(a, z, \bar{r})
\end{aligned} \tag{20}$$

En este caso en particular, se impone que la deuda no exceda el nivel prudente. Establecemos el límite prudente de deuda en base a una probabilidad de *default* de 1%. Esto implica que $\bar{b}(a, z, \bar{r})$ es coherente con una razón de deuda bruta a PIB de -48.9%. En cierta medida esta regla se asemeja a las reglas usada por los bancos centrales. En política monetaria, la autoridad monetaria incrementa la tasa de interés cuando la inflación está por encima del objetivo. De forma análoga, con esta regla fiscal la autoridad debe evitar que la deuda alcance este límite. Para tal efecto, puede modificar las trayectorias de gasto, impactando los niveles de deuda que se alcancen. En el apéndice D.3 se muestran los principales resultados de implementar sólo una regla de deuda.

5.3. Regla dual

Bajo una regla dual el problema de optimización del fisco se puede representar de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
V_c(b, b_s, a, z) &= \max_{\{g, b', b'_s\}} u(c, g, 1 - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z' | a, z} \bar{V}(b', b_s, a', z') \\
\text{s.t. } & b \leq \bar{b}(a, z, \bar{r}) \\
& g \leq \tau \bar{y}_t + \varrho p \bar{c} u_t - \hat{\theta} y_t + (1 - q_t) b_{t+1} + (1 - q_s) b_{s,t+1} \\
& g \geq 0
\end{aligned} \tag{21}$$

donde $\bar{b}(a, z, \bar{r})$ corresponde al límite de deuda, previamente establecido. Por otro lado, la regla de Balance Estructural se convierte en una restricción adicional, lo que en este caso impone ciertos límites al gasto, de modo que el Balance Estructural no implique un déficit mayor al $\hat{\theta}$ determinado previamente. La evolución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta se presentan en la figura 20 del apéndice D.4.

La regla dual genera una distribución de gasto similar a la que prevalece en el *benchmark* teórico. La razón es que el fisco hace todo lo posible para que implementar la trayectoria no restringida de gasto fiscal, que es lo relevante en la función de

utilidad de los hogares. Como el fisco está limitado en el nivel de deuda bruta, aumenta la frecuencia de niveles de deuda en el entorno a este límite máximo. De manera simultánea, existe una mayor acumulación de FS. De esta forma, en ausencia de capacidad de endeudamiento, más allá del límite de deuda, el fisco tiende a acumular mayores niveles de activos para poder usar en la eventualidad que el límite de deuda sea restrictivo o bien en eventos en que se requiera aumentar el gasto pero la deuda de Balance Estructural sea restrictiva. Esta regla dual genera un leve incremento del *spread*, respecto del modelo teórico, así como niveles marginalmente más bajos de gasto fiscal a PIB.

6. Reglas con cláusulas de escape

La implementación de reglas fiscales ha tenido como objetivo evitar el comportamiento discrecional del fisco, tal como se mencionó en las secciones previas. Ahora bien, al igual que en el caso de las reglas de política monetaria, las reglas fiscales tienen que permitir cláusulas de escape en momentos de crisis, inclusión de *shocks* externos como la caída de ingresos asociados a precios de materias primas, la existencia de crisis sociales, crisis sanitarias y en general en situaciones imprevistas en que exista una disrupción significativa en el entorno económico.

Con posterioridad a la crisis financiera de 2008-2009 se han incorporando, en el diseño de la política fiscal, principios como la flexibilidad (frente a posibles crisis) y exigibilidad (cumplimiento), además de la simplicidad (Debrun et al. (2018)). Esto junto a la tarea habitual de contener déficit excesivos por parte del gobierno (Budina et al. 2012). Las cláusulas de escape corresponden a un eje central para dar flexibilidad a las cuentas fiscales. Por esta razón y para aproximar el modelo a la situación reciente en Chile y el mundo, esta sección analiza el uso de cláusulas de escape en un contexto de reglas fiscales. Para esto se identifican tres escenarios económicos: adverso, intermedio y favorable que permiten, en algunos casos, activar la cláusulas de escape. En concreto, se permitirá activar las cláusulas de escape cuando la economía se encuentra en un escenario adverso. Esto quiere decir que, en estas circunstancias, la autoridad fiscal puede maximizar la función objetivo sin que los límites impuestos por las reglas sean una restricción. En términos del modelo,

los distintos escenarios se definen de la siguiente forma:

$$Escenario = \begin{cases} Adverso & \text{si el PIB y el cobre están por debajo del largo plazo.} \\ Bueno & \text{si el PIB y el cobre están por sobre el largo plazo.} \\ Intermedio & \text{todo el resto de los casos} \end{cases}$$

La especificación que se discutirá, en extenso, es el modelo con regla dual. A este modelo se le incorporaran las cláusulas de escape. Esta especificación incorpora, de forma simultánea, dos restricciones al comportamiento de la autoridad fiscal. Adicionalmente y, como se vera más adelante, este tipo de reglas aproximan bien el *benchmark* teórico en varias dimensiones.

Para poner la regla dual con cláusulas en contexto, en la sección 6.1 se compara el desempeño de las distintas reglas que se han derivado en este documento. Con posterioridad, en la sección 6.2, se profundizan los ejercicios del modelo dual con cláusulas de escape³⁰.

6.1. Resultados comparados

En esta sección se realiza un ejercicio en que se comparan los resultados del *benchmark* teórico con los que surgen de las otras reglas. Entre otras cosas, se compara la probabilidad de *default*, el gasto de gobierno, la acumulación de activos y el *spread*. En cada caso se somete la economía al mismo *set* de *shocks* exógenos.

El *benchmark* teórico genera, de forma endógena, una probabilidad de *default* baja. Reglas alternativas pueden incrementar esta probabilidad de *default*, lo que puede implicar un alejamiento del equilibrio deseado. Por el contrario, es posible que las reglas alternativas se aproximen bien al *benchmark* teórico en varias dimensiones, incluyendo la probabilidad de *default*. Si este es el caso, se puede decir que estas reglas son simples, implementables y eficientes.

30. En el anexo E.1 se muestran los resultados de implementar una regla de Balance Estructural con cláusula de escape, que frente a un escenario adverso del ciclo del PIB y el cobre permite un gasto flexible.

Como se muestra en el cuadro 6 la probabilidad de *default* en el *benchmark* teórico es bastante baja, 0.4%. El gasto, la deuda bruta, los FS, la deuda neta y el *spread* están en línea con los datos para Chile.

Cuadro 6: Desempeño en modelos con y sin reglas

Cláusulas de escape	Modelo	Probabilidad de <i>default</i>	Gasto sobre PIB	Deuda bruta sobre PIB	Fondos soberanos sobre PIB	Deuda neta sobre PIB	<i>Spread</i>	$Corr(y, db)$	$Corr(y, fs)$
No	BT	0.4	24.6	-42.9	6.2	-36.7	196	-0.376	0.198
	RBE	1.05	25.0	-43.8	10.6	-33.1	211	-0.078	0.191
	RDE	0.4	24.7	-42.9	6.2	-36.7	195	-0.375	0.198
	RDU	0.97	24.9	-42.5	9.1	-33.3	209	-0.048	0.189
Sí	RBEC	0.906	25.0	-42.5	9.8	-32.6	206	-0.084	0.191
	RDUC	0.842	25.0	-41.9	9.3	-32.6	204	-0.067	0.189

Nota: BT: *benchmark* teórico; RBE: modelo con regla de Balance Estructural; RDE: modelo con regla de deuda máxima; RDU: modelo con regla dual; RBEC: modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape; RDUC: modelo con regla dual y cláusulas de escape. La regla de Balance Estructural $\theta = -0.015$ y el límite de deuda $\hat{b} = -0.5091$.

Los modelos con y sin cláusulas de escape generan una probabilidad de *default* que es, en general, baja. En concreto, los 6 modelos inducen una probabilidad de *default* cercana o inferior a 1%³¹. Respecto del *spread* de tasas, todas las reglas tienen un comportamiento similar, aunque con algunos matices.

La regla dual con cláusulas de escape (RDUC) es, después de la regla de deuda (RDE), la que tiene la menor probabilidad de *default*. La RDUC tiene, sin embargo, un *spread* menor a la RDE, siendo capaz de sostener un nivel mayor de gasto a PIB, induciendo, además, un menor nivel de deuda bruta. En definitiva, se puede decir que una RDUC es la regla que presenta mayores ventajas respecto de las alternativas. En la siguiente subsección se analiza de forma más detallada las propiedades de la

31. Adicionalmente se realizaron dos ejercicios de regla que permiten cierta movilidad con el ciclo económico. En particular, cuando el ingreso corriente es mayor al ingreso de largo plazo, el gasto es limitado sólo por los ingresos de corto plazo, mientras que si el ingreso de corto plazo es menor al ingreso de largo plazo, entonces el gasto se ve afectado sólo por los ingresos de largo plazo. Estos ejercicios permiten ilustrar el mal rendimiento que puede tener una regla si esta no es bien construida. Por ejemplo, frente a una regla de gasto que sigue el ciclo, la probabilidad de *default* alcanza 56,3%, mientras que si en una regla dual el gasto sigue el ciclo la probabilidad llega a 47,4%.

RDUC.

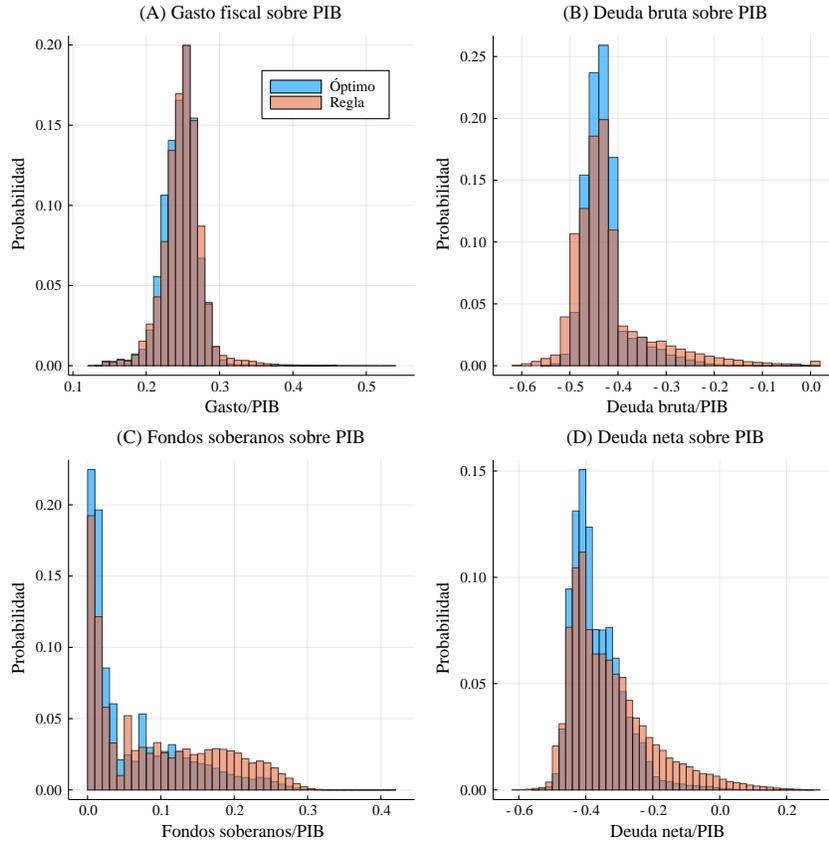
6.2. Regla dual con cláusulas de escape

Una RDUC da mayor flexibilidad a la política fiscal para responder a escenarios adversos. Cabe destacar, también, que la RDUC es de fácil comunicación. Permite, además, guiar el accionar del fisco con una regla de Balance Estructural cuando la deuda está por debajo del nivel prudente. Existe, además, la posibilidad de desviarse transitoriamente de la regla en la medida que las circunstancias lo ameriten.

Al comparar la RDUC con el *benchmark* teórico, figura 11, se observa que el gasto a PIB es casi idéntico en ambos casos. La deuda bruta, por otro lado, se mueve a valores algo más negativos (incremento de deuda) lo que muestra que las cláusulas de escape efectivamente relajan las restricciones al endeudamiento (panel (B) de la figura 11). La deuda neta no se incrementa tanto en la RDUC. Por el contrario, pareciera estar sesgada a valores menores (panel (D) de la figura 11). Esto último refleja que existe una acumulación mayor de FS con este tipo de reglas. Esto último se observa en el panel (C) de la figura 11. De esta forma, el fisco realiza algo más de ahorro precautorio para evitar que el límite de deuda impida la expansión del gasto fiscal en determinadas coyunturas.

Para entender cómo se comportan las distintas variables con cláusulas de escape, se analiza la evolución de las variables macroeconómicas a través de los distintos escenarios. En el panel (A) de la figura 12 se ve cómo el gasto fiscal promedio es similar a través de los tres escenarios económicos. En términos de dispersión, sin embargo, el gasto fiscal bajo el escenario adverso tiene mucho más varianza. La explicación detrás de este fenómeno dice relación con el ajuste endógeno del *spread*. Cuando el ciclo económico es adverso el costo de la deuda se incrementa. De esta forma, aunque las cláusulas de escape se activen, permitiendo más deuda, parte de esta deuda se destina al pago de mayores intereses, dejando menos recursos para la expansión del gasto fiscal. El aumento de deuda en escenarios adversos se observa en panel (B) de la figura 12, mientras que la acumulación de activos en los escenarios favorables y neutrales se observa en panel (C) de la figura 12.

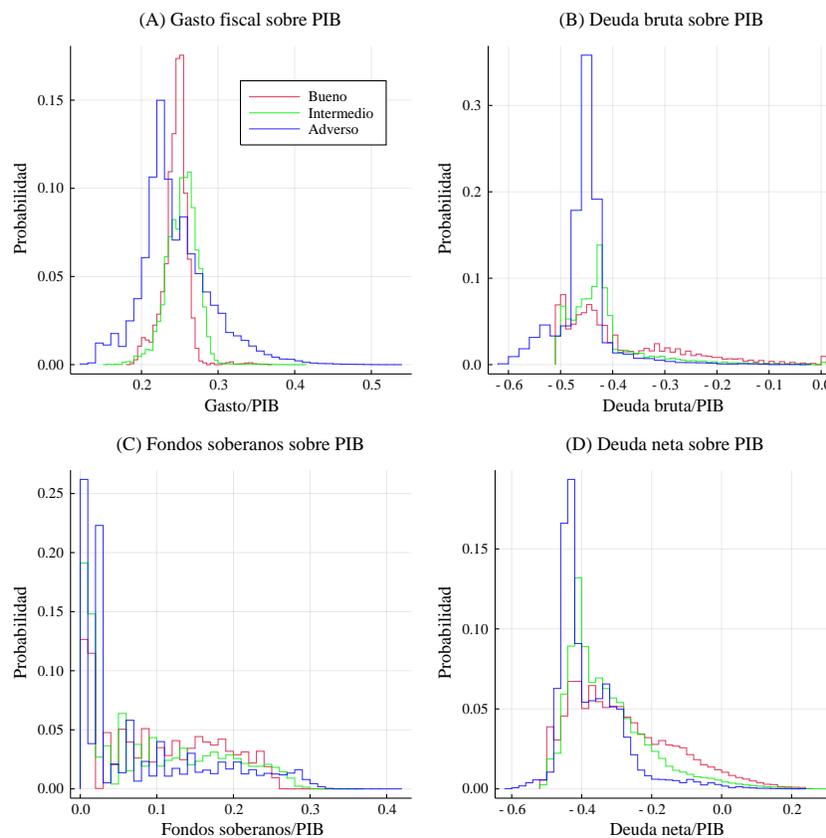
Figura 11: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta para *benchmark* teórico versus RDUC



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

Una visión sintética de las principales variables, bajo una RDUC, se presenta en el cuadro 7. El gasto fiscal es, en promedio, similar en los distintos escenarios económicos. Esto es consecuencia del accionar del fisco que busca evitar caídas y fluctuaciones excesivas en esta variable. Ahora bien, esta relativa estabilidad del gasto se consigue de forma muy distinta en las diversas coyunturas. En particular, cuando el escenario es adverso se genera un mayor nivel de deuda bruta, se acumulan menos activos y, como consecuencia de lo anterior se enfrentan mayores costos de financiamiento (*spreads*). Como se observa en el cuadro 7, la deuda bruta promedio en el escenario adverso es 45.5 %, mientras que en el escenario favorable es de 38.7 %.

Figura 12: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta según escenario económico, en modelo de RDUC



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

El *spread*, por su parte, es 325 puntos base en el escenario adverso, cifra que es casi el doble del *spread* en el escenario favorable (176 puntos base).

En síntesis, una RDUC otorga flexibilidad a la política fiscal para adaptarse a escenarios adversos. La activación de las cláusulas de escape genera una menor probabilidad de *default*, comparado a reglas que no tienen estas cláusulas.

Cuadro 7: Promedio de gasto, deuda bruta, FS, deuda neta y *spread* según escenario económico, en modelo de RDUC

	Ciclo económico		
	Adverso	Intermedio	Bueno
Gasto fiscal	24.5	25.3	24.5
Deuda bruta	-45.5	-41.9	-38.7
Fondos soberanos	7.9	9.4	10.5
Deuda neta	-37.6	-32.4	-28.2
<i>Spread</i>	325	179	176

7. Extensiones

En esta sección se realizan tres extensiones. La primera consiste en evaluar el impacto que tienen los requerimientos de capital en el diseño de la política fiscal. En segundo lugar, se estima un modelo de comportamiento para la clasificación de riesgo que tiene Chile. En concreto, se busca entender en qué medida las variables que entrega el modelo, como el *spread*, los activos internacionales (o deuda) y el ciclo económico determinan cómo las clasificadoras internacionales evalúan a Chile. Por último, se busca entender cómo cambios permanentes en los niveles de gasto, asociados a factores demográficos y pensiones, afectan el comportamiento del fisco. En concreto, se busca entender si este tipo de gastos incide sobre las decisiones de acumulación de activos.

7.1. Requerimientos de capital

Se entiende por “otros requerimientos de capital” (en adelante sólo requerimientos de capital) como la agregación de necesidades de caja del Tesoro Público tales como aportes de capital a empresas del Estado, bonos de reconocimiento y créditos con aval del Estado (Arend y Sánchez 2020). En los últimos años estos componentes han tomado mayor relevancia dado su impacto en la trayectoria de deuda pública. Por esta razón, se presenta este ejercicio que simula el comportamiento de los

requerimientos de capital y los incluye como un nuevo estado³².

Para simular los requerimientos de capital se utiliza un proceso AR(1) que es discretizado mediante el método de Tauchen, obteniendo una matriz de transición $\Xi(rc'|rc)$. De esta forma, los requerimientos de capital se modelan como:

$$rc_t = \rho_{rc}rc_{t-1} + \varepsilon_{rc,t} \quad (22)$$

donde $\varepsilon_{rc,t}$ es un *shock* i.i.d con media cero y varianza σ_{rc} que se obtiene de los datos de requerimientos de capital de Chile entre 1992-2020. En consecuencia, el gasto fiscal queda determinado por:

$$g = \tau y + b - q(b', b'_s, a, z)b' + \varrho ycu(z) + b_s - q_s b'_s - \tau_{rc}rc \quad (23)$$

Con esto, el problema del gobierno queda definido por

$$V_c(b, b_s, a, z, rc) = \max_{\{g, b', b'_s\}} u(c, g, 1 - l) + \beta \mathbb{E}_{a', z', rc' | a, z, rc} \bar{V}(b', b'_s, a', z', rc') \quad (24)$$

Imponemos $\sigma_{rc} = 1.5$ y $\rho_{rc} = -0.37$ acorde con las estimaciones para Chile del proceso en (22). El coeficiente τ_{rc} se calibra en 0.00075, a modo de obtener requerimientos de capital equivalentes, en promedio, a 0.4 % del PIB, que es lo que estos representan en promedio desde 1992-2020 . El resto de los parámetros corresponden a los presentados en la tabla 1. Esta especificación se aplicó al *benchmark* teórico. Los principales resultados se encuentran en el cuadro 8.

La incorporación de requerimientos de capital, como una variable de estado aleatoria, genera un aumento de los FS. En concreto, sin requerimientos los FS representan un 6.2 % del PIB, mientras que la incorporación de requerimientos de capital eleva este valor a 7.1 % del PIB. En paralelo, estos requerimientos de capital aumentan el *spread*, de 196 a 200 puntos base, y reducen la deuda bruta desde 42.9 % a 41.1 %.

32. Con este ejercicio, las variables de estado son la productividad, el cobre, la deuda presente, los FS presentes y los requerimientos de capital. Agregar los requerimientos de capital como variable de estado implica que la solución de un modelo pase de 17 minutos a 3.2 horas aproximadamente.

Cuadro 8: Principales resultados al incluir requerimientos de capital en *benchmark* teórico

Momentos a Calibrar	<i>Benchmark</i> teórico	
	Base	Modelo 1
Promedio deuda bruta a PIB	-42.9 %	-41.1 %
Volatilidad deuda bruta a PIB	4.5 %	5.2 %
Promedio FS a PIB	6.2 %	7.1 %
Volatilidad FS a PIB	6.8 %	7.6 %
Promedio deuda neta a PIB	-36.7 %	-35.5 %
Volatilidad deuda neta a PIB	7.7 %	8.7 %
<i>Spread</i> Promedio	196	200
Impuestos	22 %	22 %
Momentos no calibrados	Base	Modelo 1
Probabilidad de <i>default</i>	0.4 %	2.5 %
Gasto a PIB promedio	24.6 %	24.3 %
Correlación (<i>y, db</i>)	-0.38	-0.33
Correlación (<i>y, fs</i>)	0.20	0.21

Nota: El modelo *Base* considera requerimientos de capital igual a cero; el *Modelo 1* incorpora los requerimientos de capital como un nuevo *estado*, siguiendo un proceso Tauchen calibrado en base a los datos chilenos históricos con una media de 0.4 % del PIB. Agregar un nuevo estado (Modelo 1) es costoso en tiempo, pasando de un *grid* {PIB, Cobre, Deuda, Activos, Requerimientos de capital} de {5,5,30,15,0} a uno con un *grid* pequeño de requerimientos de capital {5, 5, 30, 15, 3}. Esto significa aumentar de 1041 a 11368 segundos.

El comportamiento anterior se explica por una razón fundamental: la existencia de estos requerimientos, que no son del todo predecibles, genera un aumento de la incertidumbre y de las obligaciones fiscales esperadas. Esto genera un aumento del ahorro precautorio, en un contexto en que, a la luz de requerimientos adicionales futuros el precio de la deuda aumenta (mayores *spreads*). Como consecuencia de lo anterior, en escenarios con requerimientos de capital adicionales se genera un aumento de *spreads*. Se produce, también, una mayor probabilidad de *default*, que sube desde 0.4 % a un 2.5 % (cuadro 8).

En definitiva, la incorporación de requerimientos de capital torna algo más frágil la situación fiscal en la medida que el resto de los parámetros queden fijos. Si, junto

con el aumento de requerimientos de capital, existieran *shocks* de productividad positivos los efectos adversos que significa incorporar esta variable se atenuarían.

7.2. Clasificación de riesgo

Esta sección analiza la relación entre el nivel de deuda, el *spread* soberano y la clasificación de riesgo país. Para poner en contexto, la clasificación de riesgo en Chile se ha mantenido relativamente estable en los últimos años. Como se observa en la siguiente tabla, entre 2010 y 2020 el país se ha movido entre AA- y A+ en la clasificación Standard & Poor's Global Ratings (S&P), mientras que ha transitado de Aa3 a A1 en Moody's.

Cuadro 9: Clasificación de riesgo de Chile, según S&P y Moody's

Año	S&P	Moody's
2010	A+	Aa3
2011	A+	Aa3
2012	AA-	Aa3
2013	AA-	Aa3
2014	AA-	Aa3
2015	AA-	Aa3
2016	AA-	Aa3
2017	A+	Aa3
2018	A+	A1
2019	A+	A1
2020	A+	A1

Se realiza una estimación econométrica que busca determinar la relación entre la clasificación de riesgo y un *set* de variables macroeconómicas para Chile. Para este ejercicio empírico, se utiliza el índice de riesgo de S&P³³. Este captura dimensiones de riesgo económico, institucional, financiero y del estado de derecho S&P Global

33. Amstad y Packer (2015) sugieren que existe una correlación de 0.97 entre los indicadores de riesgo de S&P y Moody's.

(2013). En el apéndice F se muestra la definición del índice. Para efectuar el análisis econométrico, este indicador se discretiza mediante un índice numérico de 16 valores. Este método está en línea con Amstad y Packer (2015). Después de evaluar distintas especificaciones, se concluye que las variables macroeconómicas que explican la clasificación de riesgo para Chile son tres: los *spreads* soberanos, los FS y el ciclo económico. Utilizando información desde 1998 a 2020, se estima la siguiente regresión:

$$SP_t = \beta_0 + \beta_1 AY_t + \beta_2 \Delta S_t + \beta_3 Y_{t-1} + \epsilon_t \quad (25)$$

Donde SP_t es el logaritmo del índice S&P, AY_t corresponde a los activos sobre PIB, ΔS_t representa la variación del logaritmo del *spread*, mientras que Y_{t-1} es ciclo HP del PIB en el período anterior. Amstad y Packer (2015) sugieren que uno de los principales factores que explican el riesgo económico es la fortaleza fiscal, que puede ser aproximada mediante la carga de la deuda o el acceso a la deuda. En este sentido, el *spread* es una medida que muestra el acceso a la deuda externa, de modo que se espera una relación negativa entre la variación de este y la clasificación de S&P. Un segundo factor que resaltan los autores corresponde a la fortaleza económica (el nivel del PIB es más importante que el crecimiento de este), donde el ciclo económico pasado (Y_{t-1}) tiene un efecto que se espera sea positivo y significativo. Finalmente, las reservas son relevantes para explicar el comportamiento de la clasificación de riesgo. Frente a mayor nivel de activos es posible acceder a una mejor clasificación en S&P.

Los resultados se presentan en el cuadro 10. La especificación utilizada genera un buen ajuste a los datos. Los coeficientes tienen el signo esperado y son estadísticamente significativos. La semi-elasticidad de activos/PIB al índice es de 1.8. Esto quiere decir que una caída en los activos a PIB de 10% genera una caída de hasta 1.6 puntos en el índice SP. Por otra parte, cambios porcentuales en el *spread* tienen un impacto negativo de -0.12% en el índice SP. Finalmente, la elasticidad a la brecha de producto es algo mayor que 1, de modo que aumentos porcentuales del PIB, respecto de su tendencia, se traspanan en igual magnitud al índice SP.

Cuadro 10: Regresión de *S&P*

Año	SP
Const.	2.3*** (0.02)
Activos	1.8*** (0.24)
Δ Spread	-0.12** (0.05)
Y_{t-1}	1.1** (0.45)
R^2	0.822
Adj R^2	0.79
F-test	26.21

Nota: * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$

Para testear las implicancias del modelo estimado, en el cuadro 11 se simula cómo la clasificación de riesgo para Chile iría evolucionando para los distintos niveles de deuda prudente. En este caso, se simula la clasificación de riesgo incorporando el *spread*, los FS y el PIB que son coherentes con la deuda prudente. Como se puede observar, a medida que la deuda prudente se mueve a niveles de mayor probabilidad de *default*, la clasificación de riesgo empeora desde A- a BB, en caso que usemos la estimación puntual de la elasticidad al *spread*, o desde A- a CCC si es que usamos los valores de elasticidad al *spread* que están en el rango más negativo.

Cuadro 11: Clasificación S&P coherente con mediana de la deuda bruta, FS y *spread* según probabilidad de *default* en *benchmark* teórico

Probabilidad de <i>default</i>	Deuda bruta sobre PIB	Fondos soberanos sobre PIB	<i>Spread</i>	Clasificación 1 S&P	Clasificación 2 S&P
0%	-45.0	2.1	104		
1%	-48.9	1.9	146	A-	A-
2%	-49.9	1.8	305	BBB	BB
3%	-50.6	0.0	379	BBB	BB
4%	-51.1	0.0	468	BB	B
5%	-51.6	0.0	570	BB	B
6%	-52.0	0.0	752	BB	CCC
7%	-52.3	0.0	852	BB	CCC
8%	-52.6	0.0	970	BB	CCC
9%	-52.9	0.0	1037	BB	CCC
10%	-53.1	0.0	1107	BB	CCC

Nota: La clasificación S&P de las dos últimas columnas se obtiene con los coeficientes estimados del cuadro 10 y la ecuación 25, para un nivel de PIB promedio. Para el modelo de *default* chileno, la clasificación de riesgo de 1% de *default* (A-) es el piso mínimo, debido a que se calibra coherente con una probabilidad de *default* menor a 1%. La clasificación 1 corresponde a la situación base de los coeficientes del cuadro 10. La clasificación 2 utiliza una ponderación de 2 desviaciones estándar de la variación de *spread*, en consecuencia establece un escenario más estricto.

7.3. Fondos de Reserva de Pensiones

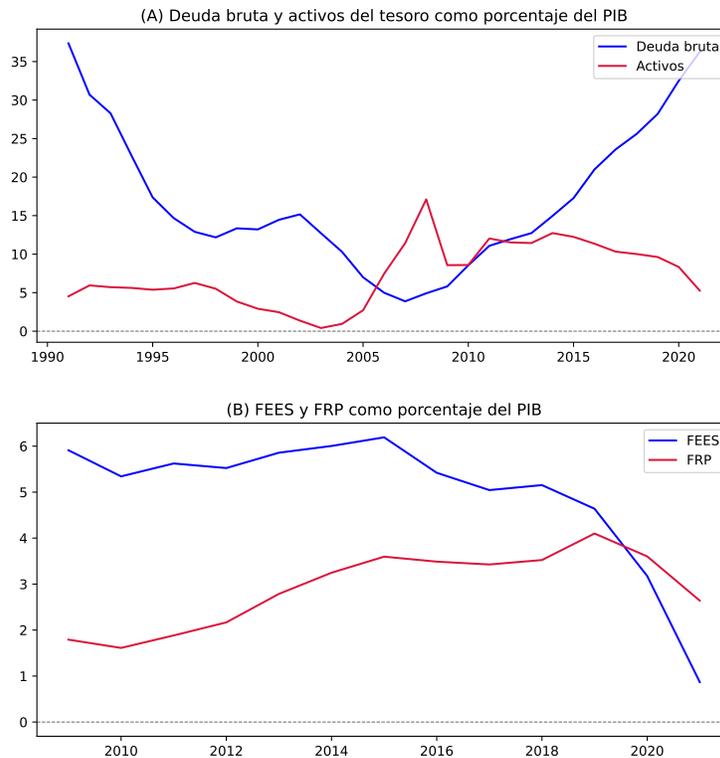
Los activos soberanos en Chile están compuestos por dos fondos. En primer lugar, el FRP, creado en diciembre del 2006, a modo de hacer frente a las presiones demográficas y financiar obligaciones previsionales de sectores de menores ingresos. En segundo lugar, existe el Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES), constituido a principios de 2007 (incorporando al antiguo Fondo de Estabilización de los Ingresos del Cobre), que permite financiar eventuales déficit fiscales y/o amortizar la deuda pública, y de esta forma suavizar el gasto fiscal.

En el panel A de la figura 13 se muestra la evolución de los activos del tesoro y de la deuda bruta entre 1991 y 2021. Se observa que a partir de 2007, con la incorporación del FRP y FEES existe una acumulación de activos, promediando 10.3 % del PIB entre 2010 y 2021. En el panel B se muestra la evolución, por separado del FEES y del FRP en el período 2009-2021. El FEES promedia un 5 % del PIB en el período, con una desacumulación de los fondos desde 2015, y con una fuerte caída en 2020 y 2021. Por otro lado, los FRP mantienen un promedio de 2.9%, con una estabilidad mucho mayor.

A la luz de los modelos implementados en este documento, los activos capturan de buena manera el comportamiento del FEES, es decir, un fondo que permite mitigar situaciones adversas para suavizar el gasto fiscal. En este contexto, es relevante incluir un componente de largo plazo, que permita racionalizar la existencia, en el modelo, de FS que son menos elásticos al ciclo económico y que se acumulan por razones no directamente relacionadas con el ahorro precautorio. En este sentido, uno puede pensar que fondos como el FRP obedecen a factores más permanentes en la economía, como presiones demográficas que impactan el gasto en pensiones, *shocks* permanentes de productividad, entre otros.

En el contexto de un modelo con regla dual y cláusulas de escape se evalúan tres mecanismos para incorporar un ahorro precautorio para fines específicos de largo plazo, en línea con los FRP. En primer lugar, se incorpora una variable de gasto permanente de 2 % del PIB en la restricción de gasto. En segundo lugar, se incorpora un mayor retorno de los activos ($q_s = 0,94$), lo que puede ser interpretado como una rentabilidad social mayor al retorno de mercado de mantener activos para utilizar

Figura 13: Evolución de activos del tesoro, deuda bruta, FEES y FRP sobre PIB



con fines específicos. Esto tiene racionalidad si es que, como Chile, el acceso al crédito puede no estar garantizado a todo evento. Finalmente, una forma de incorporar un ahorro de largo plazo mayor es incrementando el factor de descuento, β , que representa en el modelo la valoración que la sociedad tiene respecto del consumo futuro. En este sentido, si el FRP financia el consumo futuro de las generaciones que aun no se jubilan, este es un mecanismo estructural para aumentar esta valoración. En este caso, β se aumenta a 0.9.

Los resultados de estos tres ejercicios se presentan en el cuadro 12. Como se puede observar, en todos los casos existe una acumulación de activos mayor. Ahora bien, en el caso en que se asume un gasto permanente de 2% del PIB, lo que se denomina Caso 1, el aumento de activos viene acompañado por un aumento significativo de *spreads*, los que a su vez reducen la deuda bruta que el fisco toma. Esto se explica por el hecho de que este gasto permanente equivale a una caída, también permanente, de

los ingresos fiscales. De esta forma, para una nivel de recaudación que no se modifica, el fisco va a acceder de forma menos favorable a los mercados financieros. El hecho de que este gasto sea fijo, e independiente del ciclo económico, hace que en escenarios adversos el impacto de este gasto sobre el *spread* sea mayor. No sorprendentemente, en este caso la probabilidad de *default* aumenta.

Cuadro 12: Principales resultados al incluir mayores gastos permanentes en modelo RDUC

Momentos a Calibrar	Base	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Promedio deuda bruta a PIB	-41.9 %	-37.8 %	-42.4 %	-43.4 %
Volatilidad deuda bruta a PIB	8.2 %	8.7 %	8.4 %	9.2 %
Promedio FS a PIB	9.3 %	10.0 %	10.2 %	10.9 %
Volatilidad FS a PIB	8.4 %	8.9 %	8.7 %	8.6 %
Promedio deuda neta a PIB	-32.6 %	-27.7 %	-32.2 %	-32.6 %
Volatilidad deuda neta a PIB	12.4 %	12.7 %	12.7 %	13.3 %
<i>Spread</i> promedio	204	215	206	205
Impuestos	22 %	22 %	22 %	22 %
Momentos no calibrados	Base	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Probabilidad de <i>default</i>	0.84 %	1.9 %	0.9 %	0.7 %
Gasto a PIB promedio	25.0 %	22.7 %	25.1 %	25.0 %
Correlación (y, db)	-0.07	-0.06	-0.07	0.003
Correlación (y, fs)	0.19	0.20	0.20	0.18

Nota: El modelo *Base* corresponde a la RDUC en la calibración original. El Caso 1 incorpora un gasto permanente de 2 % del PIB. El Caso 2 implica un mayor retorno de los activos, con $q_s = 0.94$. El *Caso 3* incluye una mayor valoración por el futuro, con $\beta = 0.9$.

8. Comentarios finales

Se ha propuesto una metodología que permite determinar la trayectoria para el gasto fiscal, los FS y la deuda bruta en Chile. Esto en el contexto de un modelo de equilibrio general con determinación endógena del *spread* soberano. Usando esta metodología se calcula el nivel prudente de deuda y se evalúa el desempeño de distintas reglas fiscales. Estas son reglas simples, que eventualmente consideran cláusulas de escape.

La metodología utilizada se enmarca dentro de la literatura académica reciente de *sovereign default*, y se entrega un modelo práctico de equilibrio general que, en forma conjunta, obtiene los niveles de deuda prudente, FS, *spread*, probabilidad de *default* y gasto fiscal. Esto es una fortaleza de la metodología propuesta en relación a otra literatura de reglas fiscales.

Se concluye que el nivel prudente de deuda bruta coherente con un 1% de probabilidad de *default* asciende a 48.9% del PIB. Se concluye que esta deuda prudente va a depender del ciclo del PIB, del cobre, de la deuda bruta presente y los FS.

Adicionalmente se muestra el desempeño de reglas duales con y sin cláusulas de escape. Las cláusulas de escape son relevantes para otorgar flexibilidad al modelo en tiempos de crisis. En este sentido, el modelo con regla dual y cláusulas de escape es una buena aproximación al *benchmark* teórico. El modelo garantiza suavizar el gasto fiscal en 25% del PIB, manteniendo una deuda neta de 32.6% del PIB coherente con una probabilidad de *default* menor al 1% y una clasificación de riesgo superior a A-.

En síntesis, las RDUC son simples, implementables y relativamente fáciles de comunicar. Aproximan bien el *benchmark* teórico y por lo tanto pueden ser parte del *set* de instrumentos que se use en el diseño de política fiscal.

Referencias

- S&P Global. 2013. *Country Risk Assessment Methodology And Assumptions*. S&P Global Ratings.
- Amstad, Marlene, y Frank Packer. 2015. "Sovereign ratings of advanced and emerging economies after the crisis". *BIS Quarterly Review December*.
- Arellano, Cristina. 2008. "Default risk and income fluctuations in emerging economies". *American Economic Review* 98 (3): 690-712.
- Arend, Mario, y Pablo Sánchez. 2020. "Revisión de Diagnósticos y de Propuestas de Perfeccionamiento de la Metodología y Procedimientos para el Cálculo del Balance Estructural."
- Arreaza, Adriana. 2021. *Reglas fiscales para la recuperación en América Latina*. Banco de Desarrollo de América Latina.
- Barreix, Alberto Daniel, Luis Fernando Corrales, Juan Carlos Benitez, Carlos Garcimartín, Martín Ardanaz, Santiago Díaz, Rodrigo Cerda, Felipe Larrain, Ernesto Revilla, Carlos Acevedo et al. 2019. *Reglas fiscales resilientes en América Latina*. Vol. 767. Inter-American Development Bank.
- Barro, Robert J., y David B. Gordon. 1983. "Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy". *Journal of Monetary Economics* 12 (1): 101-121. ISSN: 0304-3932.
- Bi, Huixin. 2012. "Sovereign default risk premia, fiscal limits, and fiscal policy". *European Economic Review* 56 (3): 389-410.
- Bi, Huixin, Wenyi Shen y Shu-Chun S. Yang. 2016. "Fiscal limits in developing countries: A DSGE Approach". *Journal of Macroeconomics* 49:119-130.
- Bianchi, Javier, Juan Carlos Hatchondo y Leonardo Martínez. 2018. "International reserves and rollover risk". *American Economic Review* 108 (9): 2629-70.
- Blanco, Fernando, Pablo Saavedra, Friederike Koehler-Geib y Emilia Skrok. 2020. *Fiscal rules and economic size in Latin America and the Caribbean*. World Bank Publications.

- Budina, Mrs Nina, Mr Tidiane Kinda, Ms Andrea Schaechter y Anke Weber. 2012. *Fiscal rules at a glance: Country details from a new dataset*. International Monetary Fund.
- CEPAL. 2021. *Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe 2021: los desafíos de la política fiscal en la recuperación transformadora pos-COVID-19*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CFA. 2021. *Informe del Consejo Fiscal Autónomo para el fortalecimiento de la regla fiscal: ancla de deuda, cláusulas de escape y mecanismos de corrección*. Consejo Fiscal Autónomo, marzo.
- Checherita-Westphal, Cristina, Andrew Hughes Hallett y Philipp Rother. 2014. “Fiscal sustainability using growth-maximizing debt targets”. *Applied Economics* 46 (6): 638-647.
- Davoodi, Hamid R, Paul Elger, Alexandra Fotiou, Daniel Garcia-Macia, Xuehui Han, Andresa Lagerborg, W Raphael Lam y Paulo A Medas. 2022. “Fiscal Rules and Fiscal Councils: Recent Trends and Performance during the COVID-19 Pandemic”. *IMF Working Papers* 2022 (011).
- Debrun, Xavier, y Tidiane Kinda. 2014. *Strengthening post-crisis fiscal credibility: fiscal councils on the rise—a new dataset*. International Monetary Fund.
- . 2017. “Strengthening post-crisis fiscal credibility: fiscal councils on the rise—a new dataset”. *Fiscal Studies* 38 (4): 667-700.
- Debrun, Xavier, Victor Duarte Lledo, Luc Eyraud, Andrew Hodge y Catherine A Pattillo. 2018. *Second-Generation Fiscal Rules: Balancing Simplicity, Flexibility, and Enforceability*. IMF Staff Discussion Notes. International Monetary Fund.
- Eaton, Jonathan, y Mark Gersovitz. 1981. “Debt with Potential Repudiation: Theoretical and Empirical Analysis”. *The Review of Economic Studies* 48 (2): 289-309. ISSN: 00346527, 1467937X, visitado 4 de abril de 2022.

- Eyraud, Luc, Anja Baum, Andrew Hodge, Mariusz Jarmuzek, H Elif Ture, Samba Mbaye, Young Kim et al. 2018. *How to Calibrate Fiscal Rules; A Primer*. Informe técnico. International Monetary Fund.
- Fall, Falilou, Debra Bloch, Jean-Marc Fournier y Peter Hoeller. 2015. “Prudent debt targets and fiscal frameworks”, n.º 15.
- Fournier, Jean-Marc, y Manuel Béтин. 2018. “Limits to government debt sustainability in middle-income countries”, n.º 1493 OECD Economics Department Working Papers.
- Garcia, Carlos J., Jorge E. Restrepo y Evan Tanner. 2011. “Fiscal rules in a volatile world: A welfare-based approach”. *Journal of Policy Modeling* 33, n.º 4 (julio): 649-676.
- Ghosh, Atish R, Jun I Kim, Enrique G Mendoza, Jonathan D Ostry y Mahvash S Qureshi. 2013. “Fiscal fatigue, fiscal space and debt sustainability in advanced economies”. *The Economic Journal* 123 (566): F4-F30.
- Hatchondo, Juan Carlos, Leonardo Martinez y Francisco Roch. 2022. “Fiscal rules and the sovereign default premium”. *American Economic Review*.
- Kydland, Finn E., y Edward C. Prescott. 1977. “Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans”. *Journal of Political Economy* 85 (3): 473-491.
- Lopez-Martin, Bernabe, Julio Leal y Andre Martinez Fritscher. 2019. “Commodity price risk management and fiscal policy in a sovereign default model”. *Journal of International Money and Finance* 96:304-323.
- Marcel, Mario. 2019. *Getting Rules into Policymakers’ Hands: A Review of Rules-based Macro Policy*. Economic Policy Papers Central Bank of Chile 66. Central Bank of Chile, febrero.
- Marcel, Mario, Marcelo Tokman R., Rodrigo Valdés P. y Paula Benavides S. 2001. “Structural budget balance: the pillar of the new chilean fiscal policy rule”. *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)* 4, n.º 3 (diciembre): 15-27.

- Medina, Juan Pablo, Ernesto Silva, Sebastián Soto y Rodrigo Valdés. 2019. “Institucionalidad y política fiscal en Chile: hacia un nuevo ecosistema de responsabilidad fiscal”. *Propuestas para Chile*, 153.
- Medina, Juan Pablo, y Claudio Soto. 2016. “Commodity prices and fiscal policy in a commodity exporting economy”. *Economic Modelling* 59:335-351. ISSN: 0264-9993.
- Mendoza, Enrique G. 1991. “Real Business Cycles in a Small Open Economy”. *The American Economic Review* 81 (4): 797-818. ISSN: 00028282.
- OCDE. 2020. *Assessing Chiles analytical framework for long-term fiscal sustainability*. OECD.
- Ostry, Jonathan D, Atish R Ghosh, Jun I Kim y Mahvash S Qureshi. 2010. “Fiscal space”. *IMF Staff Position Notes* 2010 (011).
- Schaechter, Ms Andrea, Mr Tidiane Kinda, Mrs Nina Budina y Anke Weber. 2012. *Fiscal Rules in Response to the Crisis: Toward the”Next-GenerationRules: A New Dataset*. International Monetary Fund.

A. Ventajas y desventajas en modelos de regla de deuda

Cuadro 13: Ventajas y desventajas de diferentes modelos de regla de deuda

Modelo	Ventajas	Desventajas
Modelos de fatiga fiscal en base a una función de reacción fiscal. <i>Ostry et al. (2010), Ghosh et al. (2013)</i>	i) Captura no linealidad entre la deuda y prima por riesgo. ii) Permite flexibilidad. iii) Asegura existencia y unicidad de equilibrio. iv) Caracteriza función de reacción fiscal.	i) Requiere supuestos para la distribución del <i>shock</i> del balance primario, la tasa libre de riesgo, y la tasa de recuperación. ii) Depende de manera intensiva en disponibilidad de datos. iii) No incorpora de manera explícita pasivos contingentes. iv) Se asume que los hogares son neutrales al riesgo.
Modelos de límite de deuda basados en estimaciones lineales de probabilidad de <i>default</i> . <i>Fournier y Béтин (2018)</i>	i) Captura no linealidad entre deuda y prima por riesgo. ii) Permite flexibilidad. iii) Caracteriza función de reacción fiscal de largo plazo. iv) Aprovecha información histórica.	i) Ignora desviaciones de corto plazo entre probabilidad de <i>default</i> y prima por riesgo. ii) Depende de la disponibilidad de datos. iii) Análisis sólo permite estimar límites fiscales para grupos de países similares. iv) No incorpora de manera explícita pasivos contingentes.
Modelos de límite fiscal. <i>Bi (2012)</i>	i) Modelo de equilibrio general. ii) Captura no linealidad entre variables. iii) Proporciona una caracterización endógena para la distribución del límite de deuda. iv) Al ser un enfoque estructural, permite realizar contrafactuales y “contar historias”. v) Permite caracterizar sobre los mecanismos que se gatillan cuando existen variaciones en el límite de deuda.	i) Presenta rigideces para incorporar nuevas variables. ii) No se garantiza existencia y unicidad del equilibrio. iii) Al ser calibrado, el enfoque está sujeto a ciertas limitaciones para <i>matchear</i> hechos empíricos. iv) No incorpora de manera explícita pasivos contingentes.
Modelos de límite y nivel prudente de deuda. <i>Debrun et al. (2018)</i>	i) Modelos de forma reducida y lineales. ii) Establece una función de reacción. iii) Incorpora trayectoria de <i>shocks</i> estocásticos. iv) La deuda se obtiene en forma simple a partir de la restricción presupuestaria del fisco. v) Permite modelar según tipo de país (emergente o desarrollado) y si se conoce o no el techo de deuda.	i) Coeficientes de forma reducida, no estructurales. ii) Respuesta lineal de la tasa de interés a las condiciones macroeconómicas. iii) Es difícil modificar escenarios y dar flexibilidad a reglas. iv) Es complejo implementar cláusulas de escape.
Modelos de <i>default</i> . <i>Arellano (2008), Hatchondo, Martínez y Roch (2022)</i>	i) Modelos de equilibrio general. ii) Solución endógena de deuda y su precio, tasa de interés, probabilidad de <i>default</i> y gasto fiscal. iii) Se puede extender para incorporar FS y/o pasivos contingentes. iv) Se pueden incorporar cláusulas de escape. v) Permite calibrar a diferentes economías.	i) Agregar nuevos controles o estados puede incrementar sustancialmente el tiempo de solución del modelo. ii) Requiere conocimientos de programación dinámica. iii) La calibración puede ser sensible a los parámetros y datos utilizados. iv) Se requiere información del país para calibrar <i>shocks</i> y momentos relevantes de la economía.

Fuente: CFA (2021), OCDE (2020), Fall et al. (2015), Debrun et al. (2018), Arellano (2008), Hatchondo, Martínez y Roch (2022).

B. Solución del modelo

Las ecuaciones para V_d , V_c y q representan un modelo estocástico de equilibrio general que resolveremos con métodos numéricos. Una vez encontrada la solución, es fácil obtener las funciones de política en función de los estados, que son (b, b_s, a, z) . De este modo obtenemos expresiones para la deuda bruta, $b(b, b_s, a, z)$, los FS, $b_s(b, b_s, a, z)$, y el nivel de gasto $g(b, b_s, a, z)$.

Dado que no existe una solución analítica del modelo, lo resolvemos usando técnicas numéricas. En particular, usamos algoritmos iterativos para calcular los valores de equilibrio chequeando convergencia de sus valores para cada punto de las variables de estado: b , b_s , a y z . El modelo es resuelto usando el lenguaje de programación de alto rendimiento [Julia](#).

Algoritmo de solución. Resolvemos el modelo usando un procedimiento iterativo de la función de valor. Esto en línea con los métodos usados en Arellano (2008), Bianchi, Hatchondo y Martinez (2018) y Lopez-Martin, Leal y Martinez Fritscher (2019).

Para resolver por las funciones de valor en equilibrio ejecutamos los siguientes pasos:

1. Comenzamos con un guess de $V_d(b, b_s, a, z)$, $V_c(b, b_s, a, z)$ y $q(b, b_s, a, z)$
2. Calcular en cada valor del estado (b, b_s, a, z) lo siguiente:

$$\bar{V}(b, b_s, a, z) = \text{máx}\{V_c(b, b_s, a, z), V_d(b, b_s, a, z)\}$$

$$\bar{V}_d(b, b_s, a, z) = \bar{V}(b = 0, b_s, a, z)$$

donde

$$V_{d0}(b_s, y) = V_d(b = 0, b_s, y)$$

3. Dado \bar{V}_d y V_{d0} , V_d es actualizado como sigue:

$$V_d(b, b_s, a, z) = \text{máx}_{\{g_d, b'_s\}} (U(g_d) - UD(y) + \beta \sum_{\{a', z'\}} \Lambda(a'|a) \Gamma(z'|z) [\mu \bar{V}_d(b'_s, a', z') + (1 - \mu) V_{d0}(b'_s, a', z')])$$

donde

$$g_d = y + zyc + b_s - q_{b_s} b'_s$$

4. Dado \bar{V} y q , la función de valor cuando el gobierno accede a crédito V_c es:

$$V_c(b, b_s, a, z) = \max_{\{g_c, b', b'_s\}} u(g_c) + \beta \sum_{\{a', z'\}} \Lambda(a'|a)\Gamma(z'|z)\bar{V}(b', b'_s, a', z')$$

donde

$$g_c = y + zyc + b_s - q_a b'_s + b - q(b', b'_s, a, z)b'$$

5. Dado el indicador de *default* d y las funciones de política $\hat{b}(b, b_s, a, z)$ y $\hat{b}_s(b, b_s, a, z)$:

$$q(b', b'_s, a, z) = \frac{1}{1 + r_f} \sum_{\{a', z'\}} M(y', y)\Lambda(a'|a)\Gamma(z'|z)(1 - d(b', b'_s, a', z'))$$

6. Chequear la convergencia de V_d y V_c dado un determinado nivel tolerancia. Si converge, se detiene. Si no converge, vuelve al paso 2.

C. Ejercicio de robustez

Cuadro 14: Parámetros exógenos y estimados

Parámetro	Descripción	Valor
r	Tasa libre de riesgo	0.015
β	Factor de descuento	0.94
σ	Coefficiente de aversión al riesgo	2.50
ψ	Elasticidad de oferta de trabajo	0.59
μ	Prob. de recuperar acceso a mercado financiero	0.11
π	Importancia en utilidad de gasto gob.	0.6
σ_a	S.E de <i>shock</i> productividad	0.021
ρ_a	Autocorrelación de <i>shock</i> productividad	0.57
σ_z	S.E de <i>shock</i> de cobre	0.675
ρ_z	Autocorrelación de <i>shock</i> de cobre	0.34
τ	Tasa de impuestos	0.22
ϱ	Proporción del cobre en los ingresos fiscales a PIB	0.030
q_s	Precio de FS	0.984

Cuadro 15: Probabilidad de *default* en *benchmark* teórico versus modelos con regla (en porcentaje)

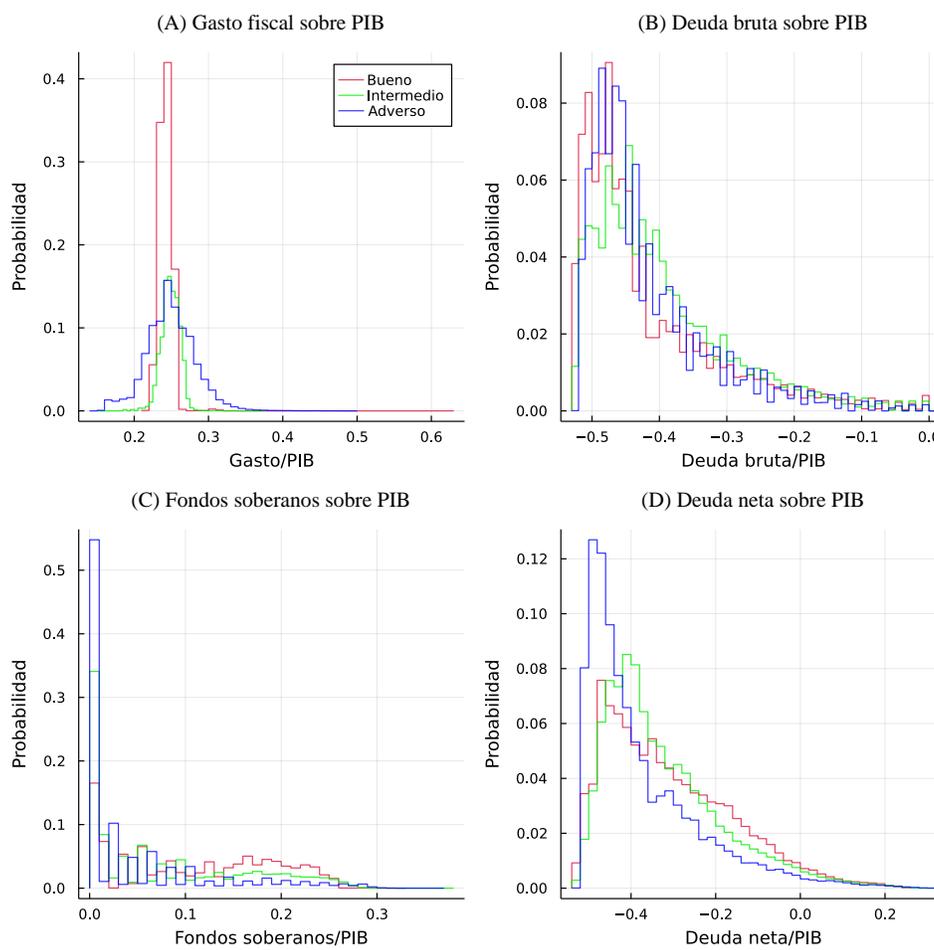
Cláusulas de escape	Modelo	Probabilidad de <i>default</i>	Gasto sobre PIB	Deuda bruta sobre PIB	Fondos soberanos sobre PIB	Deuda neta sobre PIB	<i>Spread</i>	$Corr(y, db)$	$Corr(y, fs)$
No	BT	0.9	24.8	-41.8	7.5	-34.3	170	-0.525	0.403
	RBE	0.68	24.8	-39.8	8.8	-31.0	178	-0.31	0.38
	RDE	0.96	24.8	-41.7	7.4	-34.3	170	-0.528	0.406
	RDU	0.67	24.8	-39.2	8.1	-31.1	178	-0.29	0.379
Si	RBEC	0.33	24.8	-41.0	8.2	-32.8	174	-0.33	0.39
	RDUC	0.34	24.8	-40.5	7.7	-32.9	174	-0.32	0.39

Nota: BT: *benchmark* teórico; RBE: modelo con regla de Balance Estructural; RDE: modelo con regla de deuda máxima; RDU: modelo con regla dual; RBEC: modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape; RDUC: modelo con regla dual y cláusulas de escape. La regla de Balance Estructural $\theta = -0.01$ y el límite de deuda $\hat{b} = -0.52446$.

Cuadro 16: Mediana de gasto, deuda bruta, FS, deuda neta y *spread* según escenario económico, en modelo de RDUC

	Ciclo económico		
	Adverso	Intermedio	Bueno
Gasto fiscal	24.9	24.9	24.2
Deuda bruta	-44.7	-42.6	-45.6
Fondos soberanos	0.0	5.2	10.8
Deuda neta	-42.0	-35.9	-34.0
<i>Spread</i>	267	38	0

Figura 14: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta según escenario económico, en modelo de RDUC



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

D. Resultados complementarios en modelos de deuda y fondos soberanos sin cláusulas de escape

D.1. Deuda prudente en el *benchmark* teórico

La probabilidad de *default* se determina mediante dos componentes. En primer lugar, por la variable $d(b', b'_s, a', z')$, que para todos los *estados* posibles toma valor igual a 1 cuando se entra en *default* ($V_d > V_c$). En segundo lugar, se consideran las matrices de transición³⁴ de la productividad ($\Lambda(a, a')$) y el cobre ($\Gamma(z, z')$), que se utilizan para construir la expectativa $\mathbb{E}_{a', z' | a, z}$. En base a lo anterior, la probabilidad de *default* (Pr_d) queda determinada para cada estado posible según la siguiente ecuación:

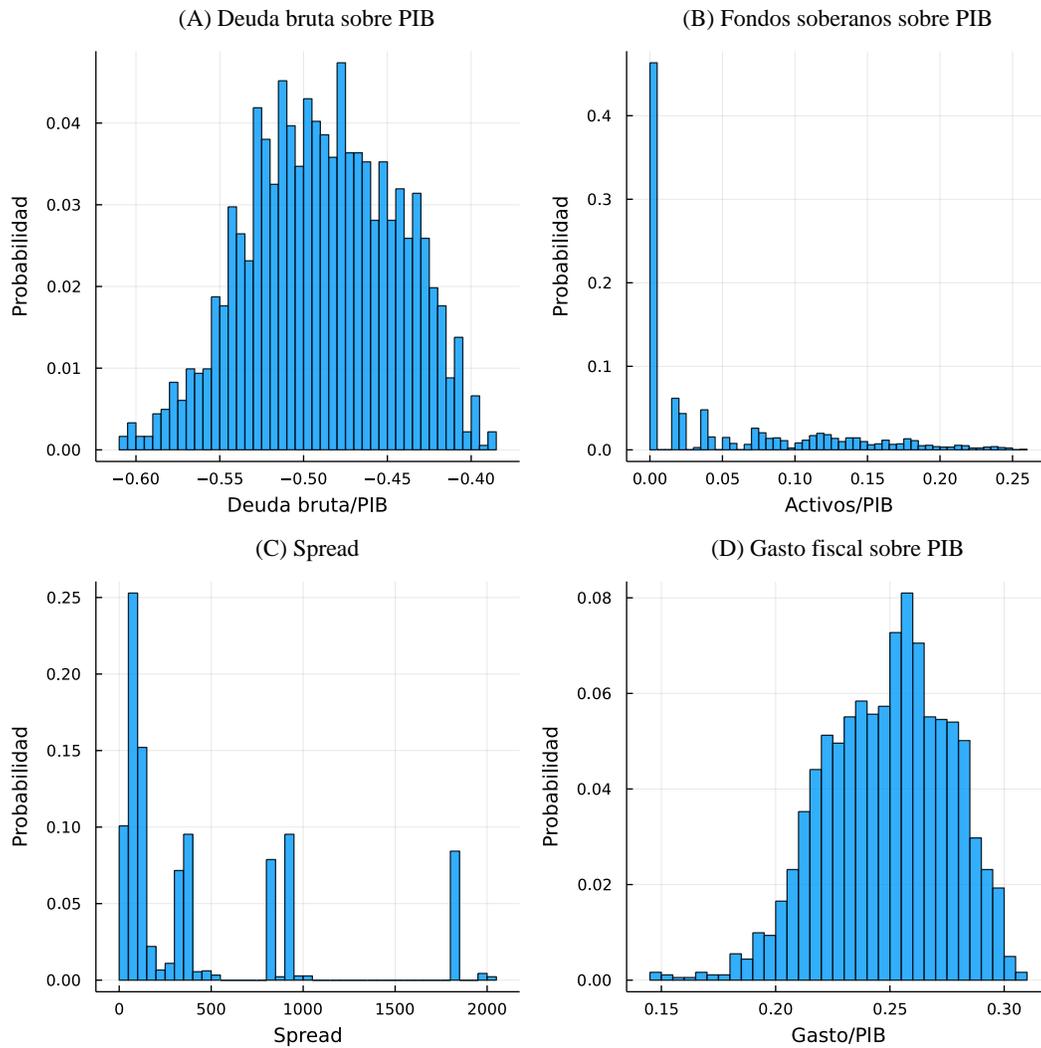
$$Pr_d(b', b'_s, a, z) = \mathbb{E}_{a', z' | a, z} [d(b', b'_s, a', z')] \quad (26)$$

En base a la probabilidad de *default* es posible obtener la deuda prudente y variables como *spread*, FS o gasto coherentes con este nivel. En consecuencia, cuando se habla sobre la deuda bruta prudente es aquella que garantiza una probabilidad de *default* igual o menor a un porcentaje, por ejemplo al 1%. Es importante destacar que la probabilidad de *default* se obtiene para todos los estados posibles. En consecuencia, la deuda prudente (y las otras variables) van a tener un nivel acorde a cada estado. Por ejemplo, en la figura 15 se muestra la distribución de la deuda bruta sobre PIB (panel A), los FS sobre PIB (panel B), el *spread* (panel C) y la deuda neta (panel D) coherentes con una probabilidad de *default* de 1%. Estos no son valores fijos, sino que son un rango que depende de las *variables de estado*.

De igual forma, en la figura 16 se muestra la distribución de la deuda bruta prudente (garantiza 1% o menos de *default*), FS, *spread* y gasto fiscal según escenario económico. Esto permite ver que incrementar la deuda bruta en un escenario adverso no necesariamente significa un aumento de *default*. Eso puede ser una respuesta optimizadora, coherente con el resto de las variables y que garantice una baja probabilidad de *default*.

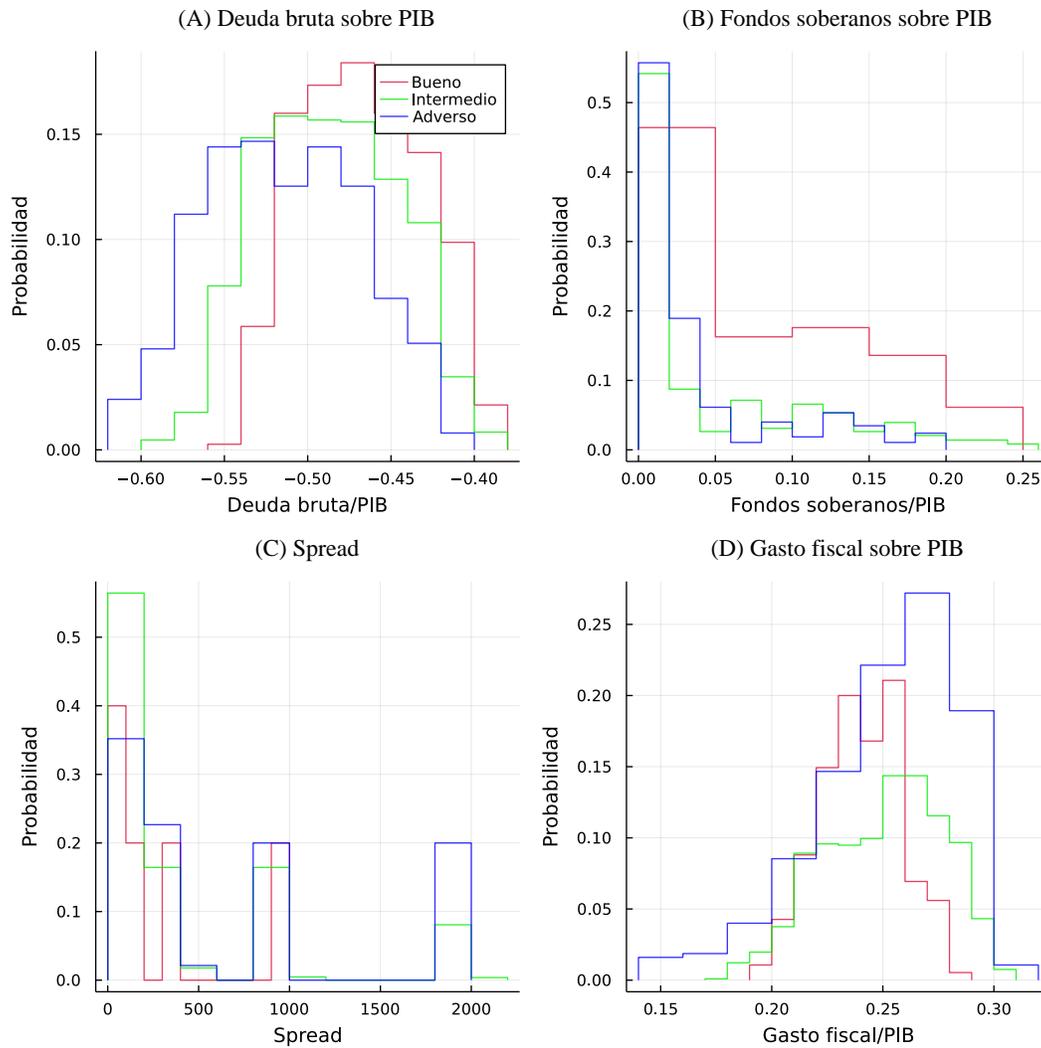
34. De las dos variables que obtienen a partir de un proceso Tauchen.

Figura 15: Distribución de deuda prudente, FS, *spread* y gasto coherentes con una probabilidad de *default* de 1%



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

Figura 16: Distribución de deuda prudente, FS, *spread* y gasto coherentes con una probabilidad de *default* de 1%, según escenario económico



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

D.2. Regla de Balance Estructural

Figura 17: Distribución de la regla implícita de *benchmark* teórico versus regla de Balance Estructural

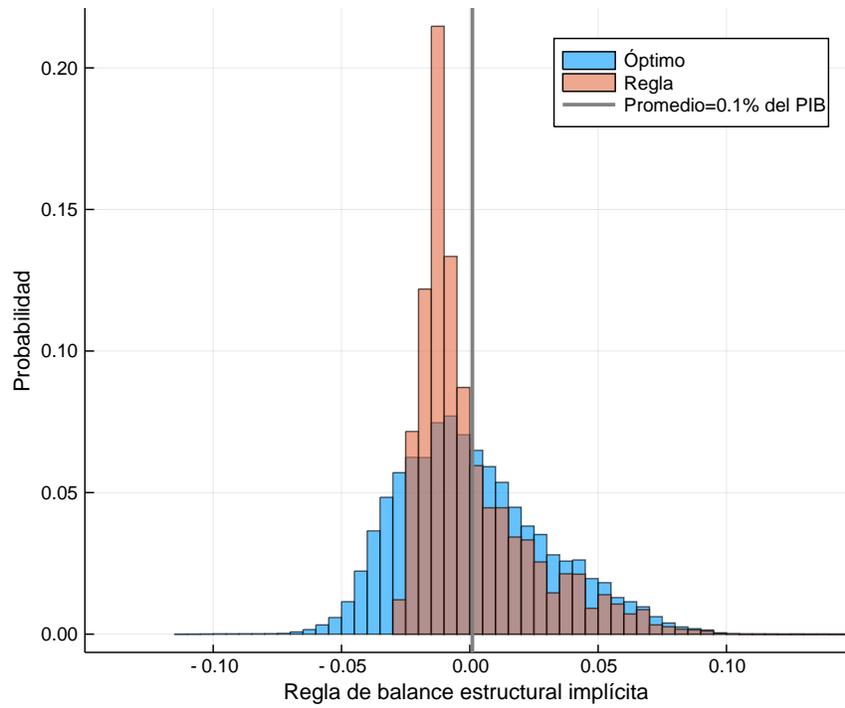
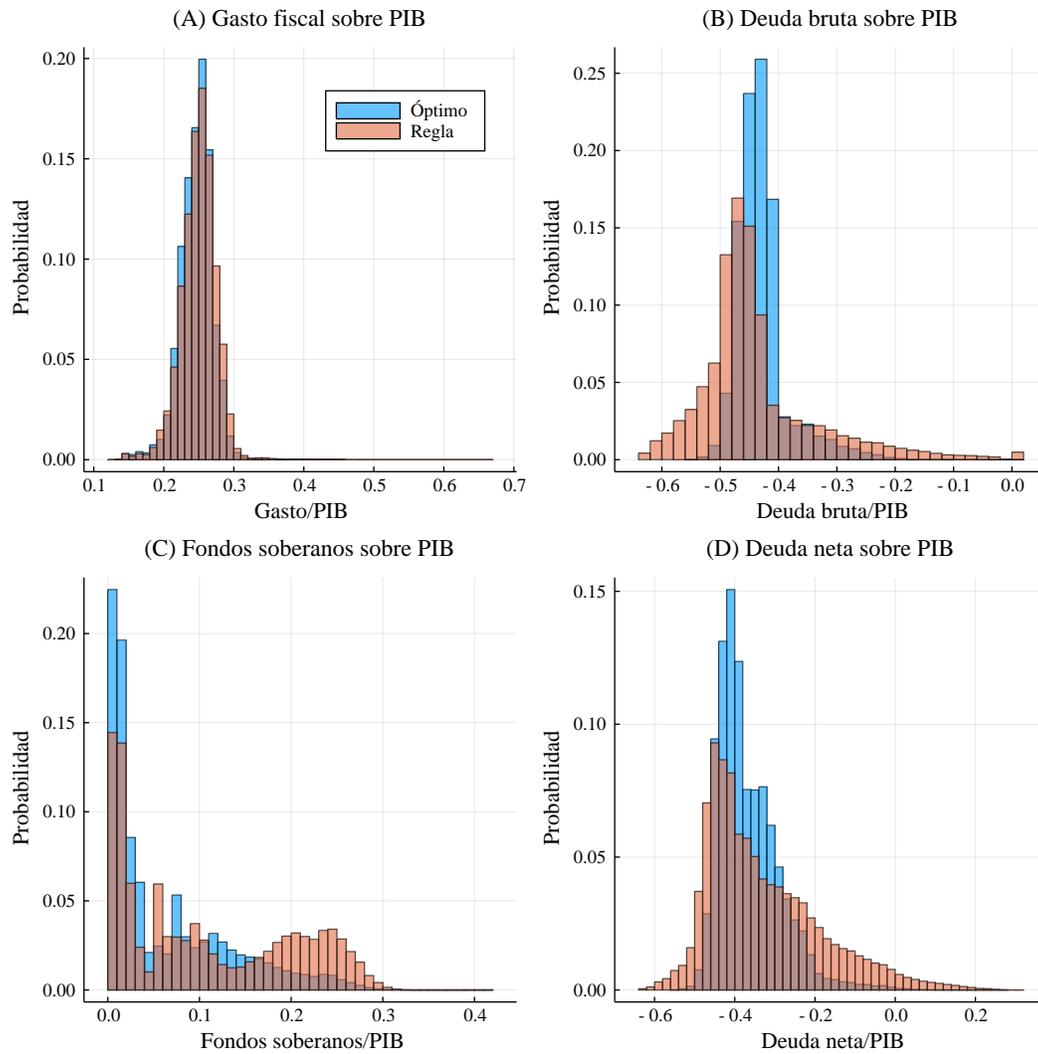


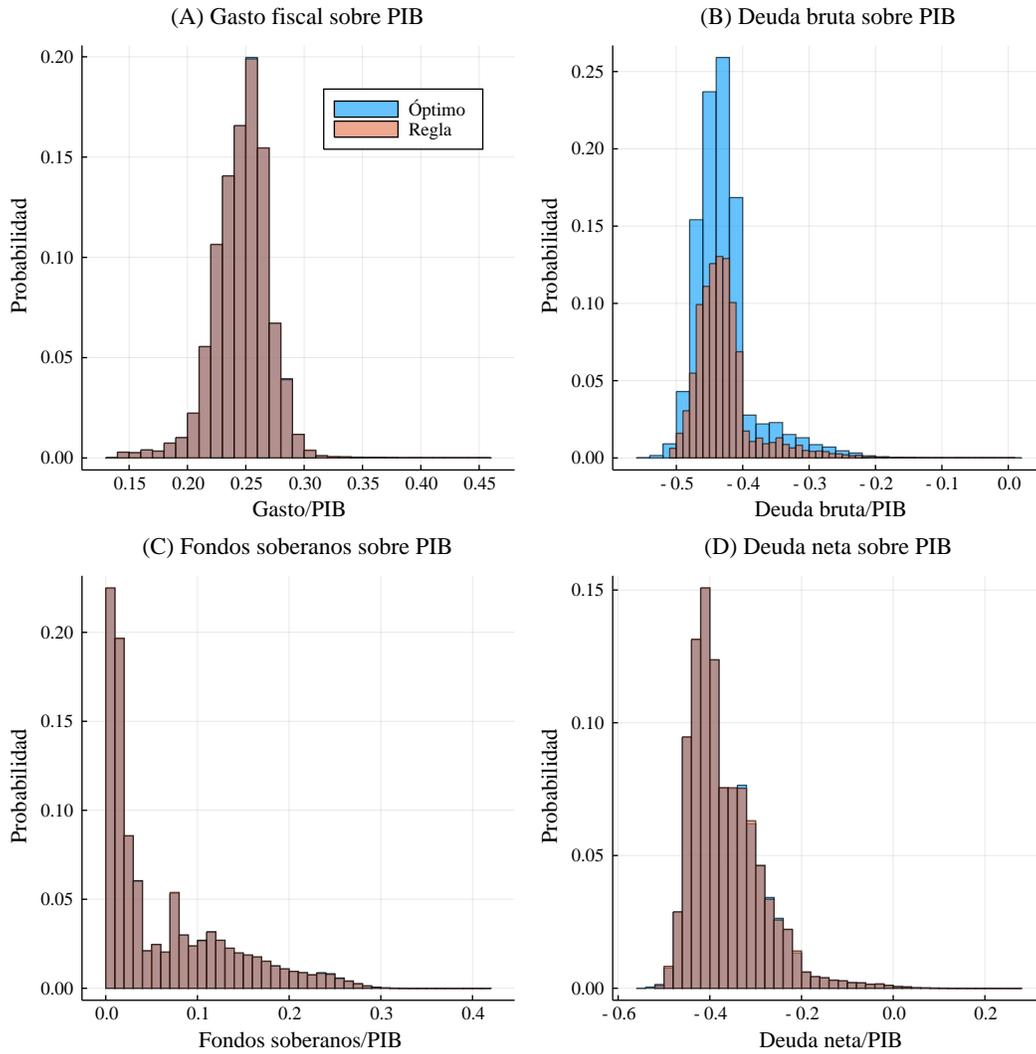
Figura 18: Distribución del gasto y deuda neta para modelo *benchmark* teórico versus regla de Balance Estructural



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

D.3. Regla de deuda máxima

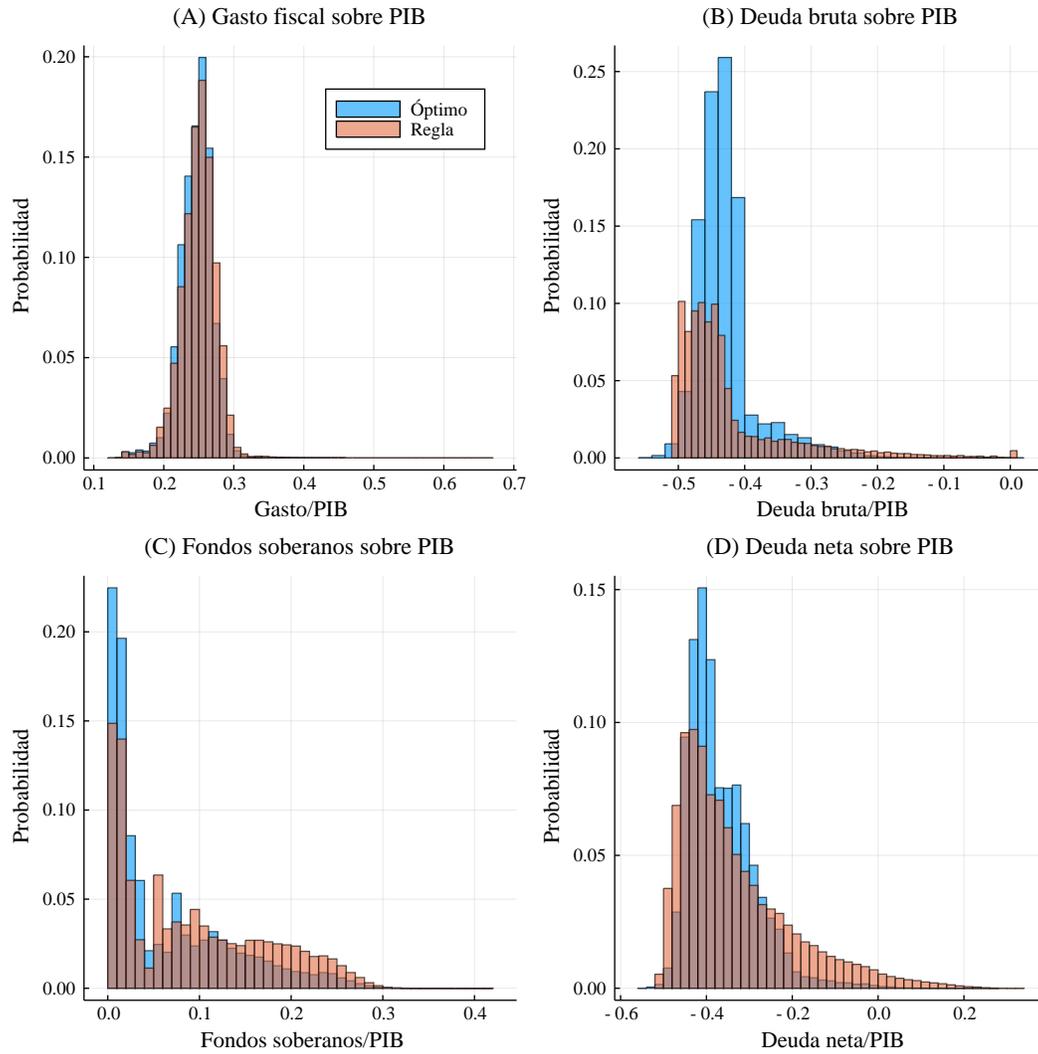
Figura 19: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta para *benchmark* teórico versus regla de deuda



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

D.4. Regla dual

Figura 20: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta para *benchmark* teórico versus regla dual

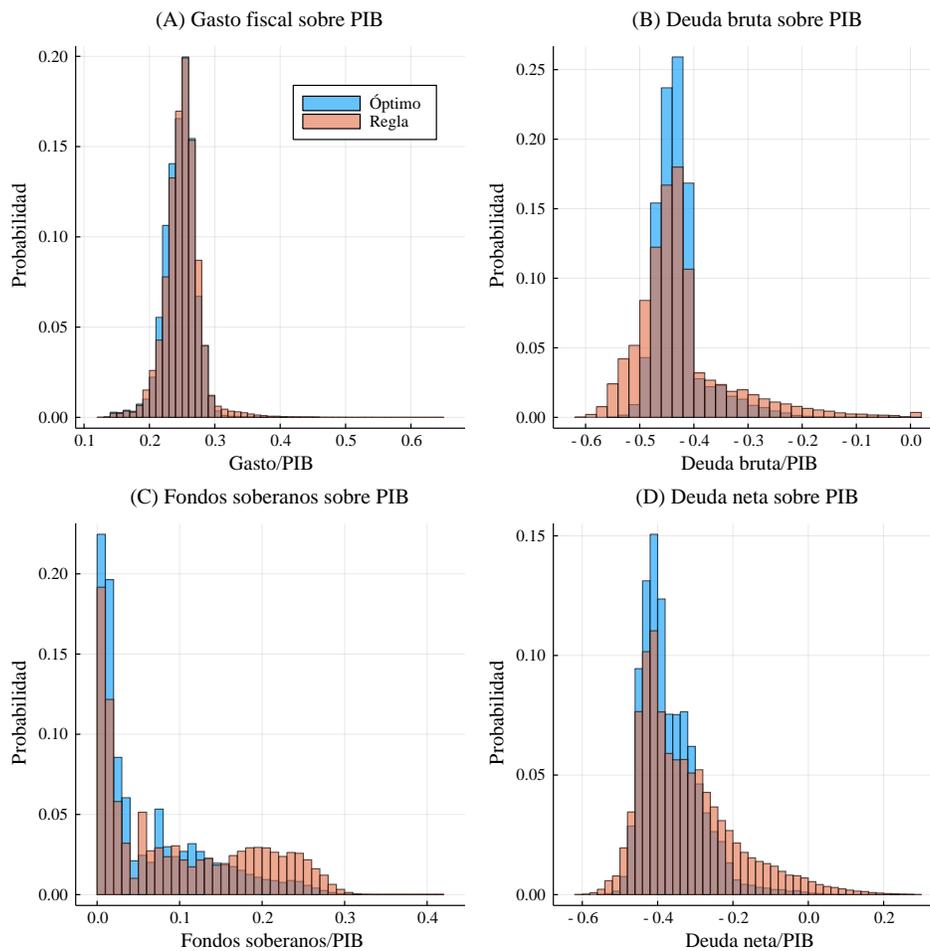


Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

E. Resultados complementarios en modelos de deuda y fondos soberanos con cláusulas de escape

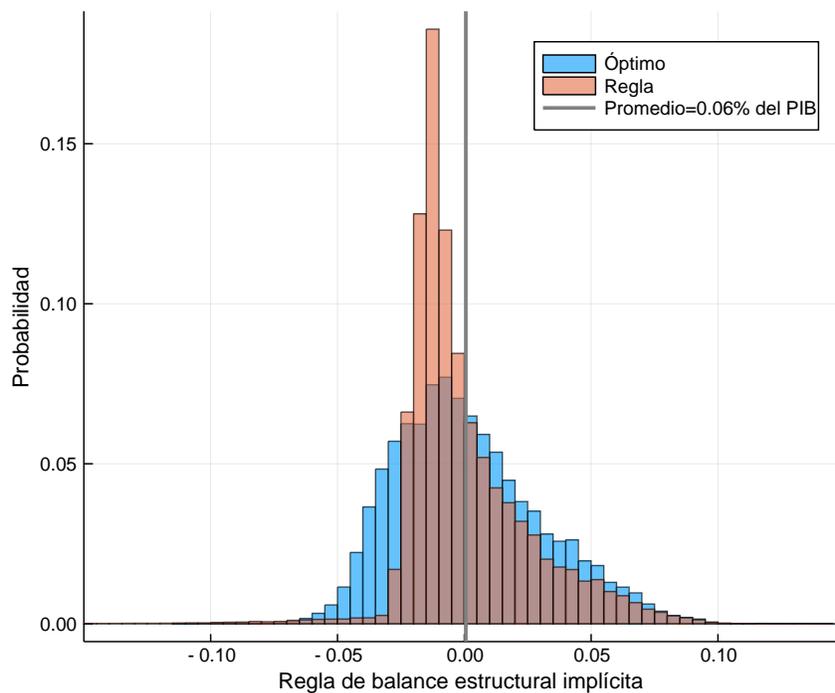
E.1. Regla de Balance Estructural con cláusula de escape

Figura 21: Distribución del gasto, deuda bruta, FS y deuda neta para la *benchmark* teórico versus regla de Balance Estructural con cláusula de escape



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

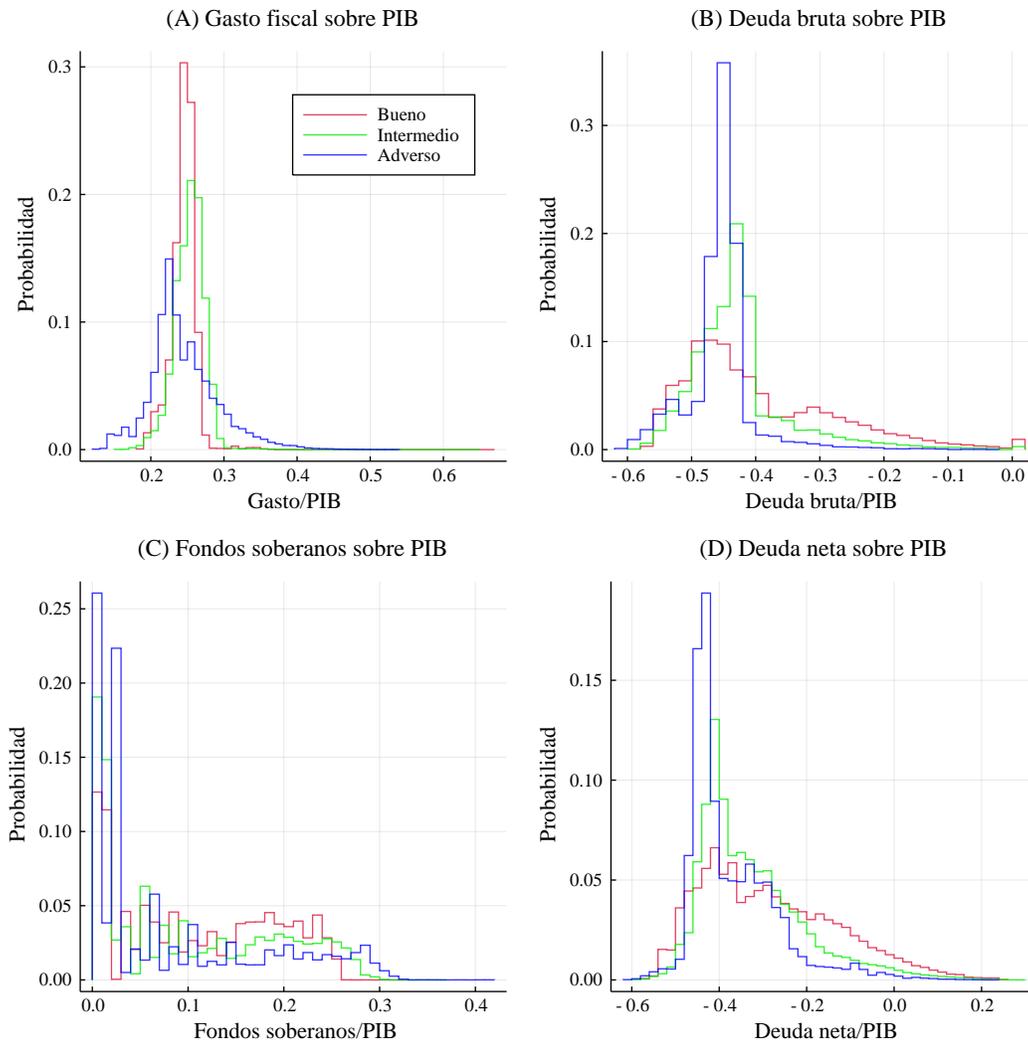
Figura 22: Distribución de la regla implícita en modelo con regla de Balance Estructural con cláusula de escape versus *benchmark* teórico



Cuadro 17: Promedio del gasto fiscal, deuda bruta, FS y deuda neta según escenario económico, en modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape

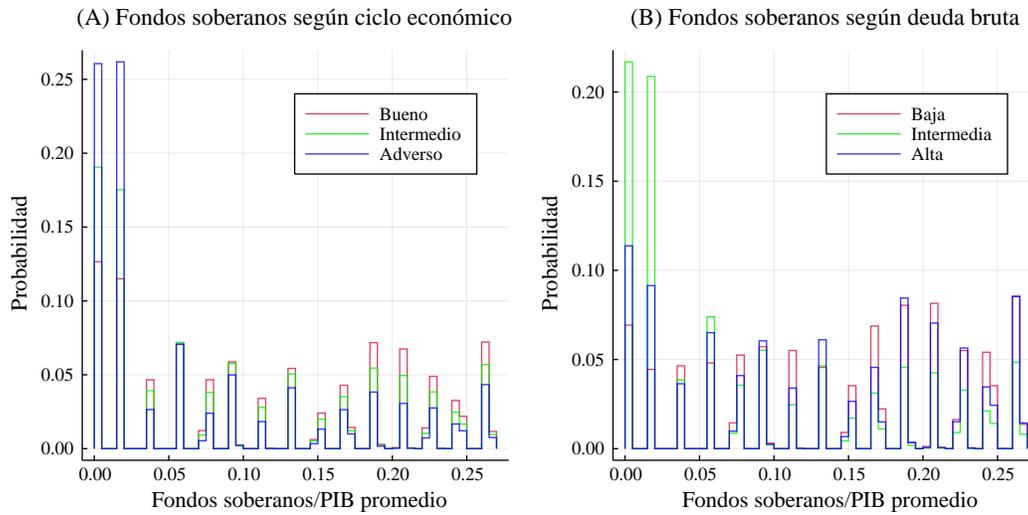
	Escenario económico		
	Bueno	Intermedio	Adverso
Gasto fiscal/PIB	24.7	25.4	23.6
Deuda bruta/PIB	-43.5	-43.3	-45.2
Fondos soberanos/PIB	10.5	7.5	2.2
Deuda neta/PIB	-30.9	-35.5	-41.4

Figura 23: Distribución del gasto fiscal, deuda bruta, FS y deuda neta según escenario económico, en modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape



Nota: valores negativos corresponden a deuda neta y valores positivos a activos netos.

Figura 24: Distribución de FS sobre PIB promedio según escenario económico y nivel de deuda bruta, en modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape

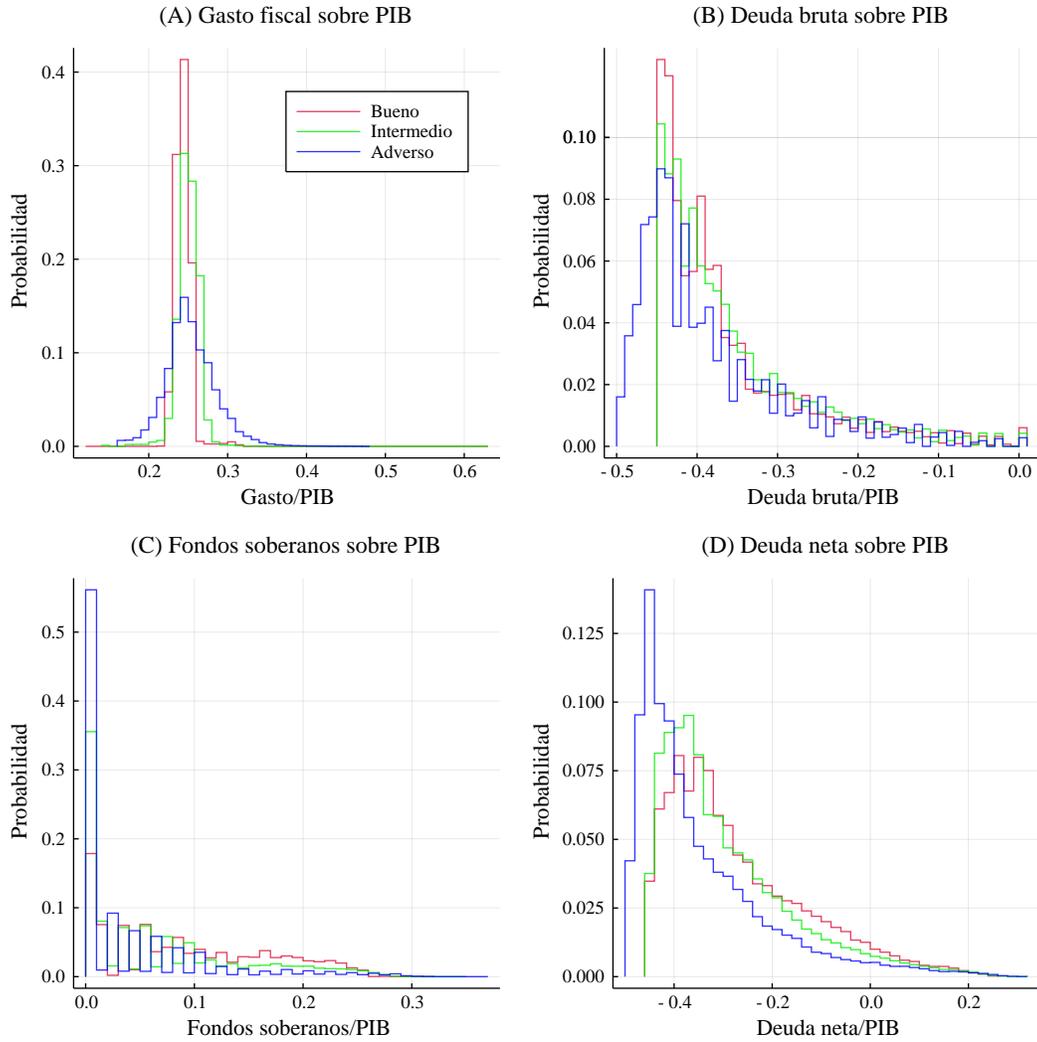


Cuadro 18: Promedio de FS sobre PIB promedio según escenario económico y nivel de deuda bruta, en modelo con regla de Balance Estructural y cláusula de escape

Escenario económico			
Deuda bruta	Adverso	Intermedio	Bueno
Baja	13.8	14.7	15.0
Intermedia	6.3	8.8	13.2
Alta	19.2	14.1	10.4

E.2. Regla de dual (regla de deuda estricta) con cláusula de escape

Figura 25: Distribución del gasto fiscal, deuda bruta, FS y deuda neta según escenario económico, en modelo con regla de Balance Estructural con límite de deuda bruta en 45 % del PIB y cláusulas de escape



F. Clasificación de riesgo

Cuadro 19: Clasificación S&P

Clasificación	Índice	Definición
AAA	16	An obligor rated “AAA” has extremely strong capacity to meet its financial commitments. “AAA” is the highest issuer credit rating assigned by S&P Global Ratings.
AA	15, 14 y 13	An obligor rated “AA” has very strong capacity to meet its financial commitments. It differs from the highest-rated obligors only to a small degree.
A	12, 11 y 10	An obligor rated “A” has strong capacity to meet its financial commitments but is somewhat more susceptible to the adverse effects of changes in circumstances and economic conditions than obligors in higher-rated categories.
BBB	9	An obligor rated “BBB” has adequate capacity to meet its financial commitments. However, adverse economic conditions or changing circumstances are more likely to weaken the obligor’s capacity to meet its financial commitments.
BB	8	An obligor rated “BB” is less vulnerable in the near term than other lower-rated obligors. However, it faces major ongoing uncertainties and exposure to adverse business, financial, or economic conditions that could lead to the obligor’s inadequate capacity to meet its financial commitments.
B	7	An obligor rated “B” is more vulnerable than the obligors rated ‘BB’, but the obligor currently has the capacity to meet its financial commitments. Adverse business, financial, or economic conditions will likely impair the obligor’s capacity or willingness to meet its financial commitments.
CCC	6	An obligor rated “CCC” is currently vulnerable and is dependent upon favorable business, financial, and economic conditions to meet its financial commitments.
CC	5 y 4	An obligor rated “CC” is currently highly vulnerable. The “CC” rating is used when a <i>default</i> has not yet occurred but S&P Global Ratings expects <i>default</i> to be a virtual certainty, regardless of the anticipated time to <i>default</i> .
SD y D	3, 2 y 1	An obligor is rated “SD” (<i>selective default</i>) or “D” if S&P Global Ratings considers there to be a <i>default</i> on one or more of its financial obligations, whether long- or short-term, including rated and unrated obligations but excluding hybrid instruments classified as regulatory capital or in nonpayment according to terms. A ‘D’ rating is assigned when S&P Global Ratings believes that the <i>default</i> will be a general <i>default</i> and that the obligor will fail to pay all or substantially all of its obligations as they come due. An “SD” rating is assigned when S&P Global Ratings believes that the obligor has selectively defaulted on a specific issue or class of obligations but it will continue to meet its payment obligations on other issues or classes of obligations in a timely manner. A rating on an obligor is lowered to “D” or “SD” if it is conducting a distressed debt restructuring.

Fuente: S&P Global Ratings Definitions.

Nota: El índice es construcción de los autores. Las calificaciones de “AA” a “CCC” pueden modificarse agregando un signo más (+) o menos (-) para mostrar la posición relativa dentro de las categorías de calificación.