

Departamento de Economía

Tipo de documento: Tesis de maestría



Maestría en Economía Aplicada

Bonos soberanos atados a objetivos de sustentabilidad: Una valuación empírica de primas sustentables

Autoría: Resico, Santiago

Fecha: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Resico, S. (2025). "Bonos soberanos atados a objetivos de sustentabilidad: Una valuación empírica de primas sustentables". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella

<https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13603>

El presente documento se encuentra alojado en el Repositorio Digital de la **Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>

Bonos soberanos atados a objetivos de sustentabilidad: Una valuación empírica de primas sustentables

Santiago Resico

Tesis de graduación de la Maestría en Economía Aplicada

Departamento de Economía, Universidad Torcuato Di Tella

Tutor: César Ciappa

Junio 2025

Abstract

Esta tesis tiene por objetivo valorar las primas sustentables presentes en los bonos SLB emitidos a nivel soberano, las cuales surgen a raíz de la incorporación de objetivos de sostenibilidad en su estructura contractual. El análisis se centra en los marcos de emisión soberanos de Chile y Uruguay, actualmente los únicos de su tipo a nivel global. Se proponen dos enfoques metodológicos alternativos que permiten estimar el valor implícito de dichas primas en los precios de mercado. A partir de estas estimaciones, se comparan los resultados obtenidos bajo ambos métodos y se interpretan a la luz del marco teórico desarrollado en los capítulos previos. Los resultados son altamente consistentes con la teoría planteada, permitiendo obtener valuaciones robustas de las primas sustentables. Además, estas estimaciones permiten, en algunos casos, recuperar la probabilidad implícita en los precios de mercado de que el país emisor cumpla con los objetivos de sostenibilidad establecidos en la estructura de sus bonos SLB.

Palabras clave: Bonos atados a objetivos de sustentabilidad, primas sustentables, emisiones soberanas ASG, estrategias de financiamiento sustentables.

Índice

I.	Introducción.....	4
II.	Caso de Estudio: Los SLB de Chile	9
III.	Caso de Estudio: El SLB de Uruguay.....	15
IV.	Estrategia de Valuación I.....	19
	Estimación para Uruguay.....	22
	<i>Implementación</i>	<i>22</i>
	<i>Resultados</i>	<i>23</i>
	Estimación para Chile.....	27
	<i>Implementación</i>	<i>27</i>
	<i>Resultados</i>	<i>28</i>
V.	Estrategia de Valuación II	36
	Estimación para Uruguay.....	38
	<i>Implementación</i>	<i>38</i>
	<i>Resultados</i>	<i>39</i>
	Estimación para Chile.....	42
	<i>Implementación</i>	<i>42</i>
	<i>Resultados</i>	<i>43</i>
VI.	Conclusión.....	48
VII.	Listado de Referencias Bibliográficas	51
VIII.	Anexo I: Detalle de la Estrategia de Valuación I.....	54
IX.	Anexo II: Detalle de la Estrategia de Valuación II	55

I. Introducción

En la última década, ha aumentado significativamente la presión ejercida por inversores institucionales, organismos internacionales y autoridades regulatorias para alinear el funcionamiento del mercado financiero con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los compromisos asumidos en el marco del Acuerdo de París sobre cambio climático. Diversas instituciones, como la OCDE (2024), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Iniciativa Financiera (UNEP FI, 2022) y el G20 en su *Sustainable Finance Report* (2024), han subrayado de manera creciente la necesidad de que los mercados financieros ofrezcan mecanismos eficaces de financiamiento sustentable, con el fin de habilitar trayectorias de desarrollo económico que no comprometan las metas ambientales globales.

Esto, a su vez, dio lugar a la creación de una nueva clase de activos financieros, particularmente en el universo de la renta fija. A partir de una fuerte demanda por productos alineados a los desarrollos sustentables antes mencionados, se dio el surgimiento de los bonos ASG (Ambientales, Sociales y de Gobernanza), una categoría de instrumentos financieros que integra dichos criterios en su estructura y objetivos. Estos bonos no sólo cumplen con la función tradicional de financiamiento a través de deuda, sino que también canalizan recursos hacia proyectos que generen impactos sostenibles y responsables.

Es en este contexto que las instituciones tanto privadas como públicas han buscado ampliar la oferta de esta clase de instrumentos de financiamiento, de manera de hacer lugar a la creciente demanda por activos financieros de carácter sustentable. El gran crecimiento de este tipo de instrumentos hizo necesaria la estandarización y la existencia de procesos de control de calidad y compliance en la emisión de estos, incluyendo también en muchos casos auditorías externas que validen que efectivamente los proyectos sustentables que se pretendían financiar se desarrollen de la manera correspondiente.

Inicialmente, los instrumentos de este tipo que adquirieron mayor popularidad fueron los llamados “bonos verdes”. Los primeros intentos por armonizar el mercado financiero con objetivos sustentables y ambientales se dieron amalgamando la estructura tradicional de los activos financieros de renta fija, pero dirigiendo los fondos obtenidos

directamente a financiar proyectos exclusivamente dedicados a un objetivo ambiental o sustentable. De acuerdo a la definición de la Asociación Internacional de los Mercados de Capitales (ICMA), los bonos verdes son instrumentos de deuda cuyos fondos se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar proyectos con beneficios ambientales claros, alineados con los cuatro componentes fundamentales establecidos en los *Green Bond Principles* (International Capital Market Association, 2021). Estos proyectos verdes elegibles son, prácticamente en su totalidad, de carácter ambiental, incluyendo sectores como los de energías renovables y eficiencia energética, gestión sostenible de los recursos naturales, conservación de la biodiversidad, transporte limpio, entre otros.

El segundo tipo de bono ASG más reconocido es el Bono Social, cuya definición es idéntica a la de los bonos verdes, pero en vez de estar dedicados a un proyecto ambiental, están dedicados a proyectos de carácter social. Los bonos sociales son instrumentos de deuda cuyos fondos se destinan exclusivamente a financiar o refinanciar proyectos con beneficios sociales claros, alineados con los cuatro componentes fundamentales establecidos en los *Social Bond Principles* (International Capital Market Association, 2023). Es decir, los bonos sociales, fundamentalmente, tienen una forma idéntica a la de los bonos verdes, respetando la estructura del instrumento financiero tradicional, con la innovación de los proyectos a los que se pretende financiar no son de índole ambiental, sino social, como por ejemplo, proyectos de infraestructura básica (como acceso al agua potable), provisión de acceso a servicios esenciales (salud, educación), generación de empleo o seguridad alimentaria y sistemas de producción de alimentos sustentables.

Lógicamente, el siguiente desarrollo en términos de instrumentos fue la aparición de los llamados bonos sustentables, que, con la misma estructura de sus predecesores, financian simultáneamente proyectos con impactos ambientales y sociales, siendo así un híbrido entre los dos tipos mencionados anteriormente. Estos combinan los principios de bonos verdes y sociales (*Sustainability Bond Guidelines*. International Capital Market Association, 2021).

Ahora bien, estas tres primeras clases de instrumentos comparten una misma característica. Todas integran las finanzas con los objetivos sustentables de la misma manera. El marco del financiamiento permanece estático en relación a los instrumentos de renta fija no sustentables, y lo único que los diferencia de estos últimos es el

proyecto que buscan financiar. Con lo cual, parece ser una integración parcial, donde las finanzas no amoldan su estructura a los objetivos perseguidos, sino que simplemente los financian, de la misma manera que financian proyectos no sustentables. Asimismo, esto impidió de forma sistemática la utilización generalizada de estos bonos por parte de emisores soberanos. Dadas las características de estos, que obligan a financiar un proyecto puntual, están mucho mejor equipados para el sector privado, que generalmente, cuando acude a los mercados de crédito, lo hace con la intención de financiar un proyecto de expansión específico, o para refinanciar sus deudas adquiridas para fondear un proyecto pasado. Ahora en cambio, los países al financiarse mayoritariamente emiten deuda para usos generales, que luego destinan, en base a las necesidades gubernamentales, a los proyectos o iniciativas que crean importantes. De esta manera, si bien muchos emisores soberanos optaron por financiar proyectos verdes y sociales de esta manera, también es cierto que gran parte de sus emisiones son para cubrir estas necesidades generales, poniendo un techo a las posibilidades de financiamiento acordes a los criterios ASG.

Figura 1: Clases de Bonos Sustentables

	<i>Uso Específico de Fondos</i>	<i>Necesidad de project reporting</i>	<i>Penalización por Incumplimiento</i>	<i>Grado de Transparencia</i>	<i>Apoyo Institucional</i>
<i>Bonos Verdes</i>	<i>Si</i>	<i>Alta</i>	<i>No (en general)</i>	<i>Alta</i>	<i>Alto</i>
<i>Bonos Sociales</i>	<i>Si</i>	<i>Alta</i>	<i>No</i>	<i>Alta</i>	<i>Alto</i>
<i>Bonos Sostenibles</i>	<i>Si</i>	<i>Alta</i>	<i>No</i>	<i>Alta</i>	<i>Alto</i>
<i>SLBs</i>	<i>No</i>	<i>Baja</i>	<i>Si (variación en cupón)</i>	<i>Alta</i>	<i>Creciente</i>

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ICMA

La búsqueda por una integración más armónica entre los instrumentos financieros y los objetivos de sustentabilidad dio pie a la aparición de un cuarto tipo de bono, el llamado Bono Vinculado a Objetivos Sustentabilidad (SLB por sus siglas en inglés). De acuerdo con la definición de ICMA, los bonos vinculados a la sostenibilidad son instrumentos de deuda cuyos términos financieros y/o estructurales pueden variar dependiendo de si el emisor alcanza objetivos de sostenibilidad predefinidos. Estos objetivos se miden mediante Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) y se evalúan en función de Metas de Desempeño en Sostenibilidad (SPTs) establecidas previamente (International Capital Market Association, 2023). La principal diferencia entre este y sus predecesores, y en

ese sentido su mayor virtud, es que no ata el financiamiento obtenido a un proyecto específico. En cambio, permite que el emisor del bono utilice los fondos de forma indiscriminada, lo cual le otorga una flexibilidad significativa al instrumento (Sanz-Paris, C., & Peláez, P., 2021). Ahora bien, impone en la estructura del financiamiento diversos objetivos de sustentabilidad que el emisor se compromete a cumplir, en un período de tiempo determinado. En caso de incumplimiento, la penalidad a la que se enfrenta el emisor generalmente está asociada con una suba en la tasa de interés del bono. En ese sentido, los emisores se comprometen explícitamente en la documentación del bono a mejorar los resultados de sostenibilidad dentro de un plazo predefinido.

Esto representa una oportunidad sin precedentes para los emisores soberanos (Banco de Pagos Internacionales, 2022), al permitirles acceder por primera vez a instrumentos financieros con criterios ASG sin que los fondos estén estrictamente vinculados a proyectos sustentables específicos. No obstante, los bonos vinculados a la sostenibilidad son una herramienta relativamente reciente y su implementación presenta desafíos significativos, tanto en términos de diseño como de verificación del cumplimiento de los objetivos comprometidos.

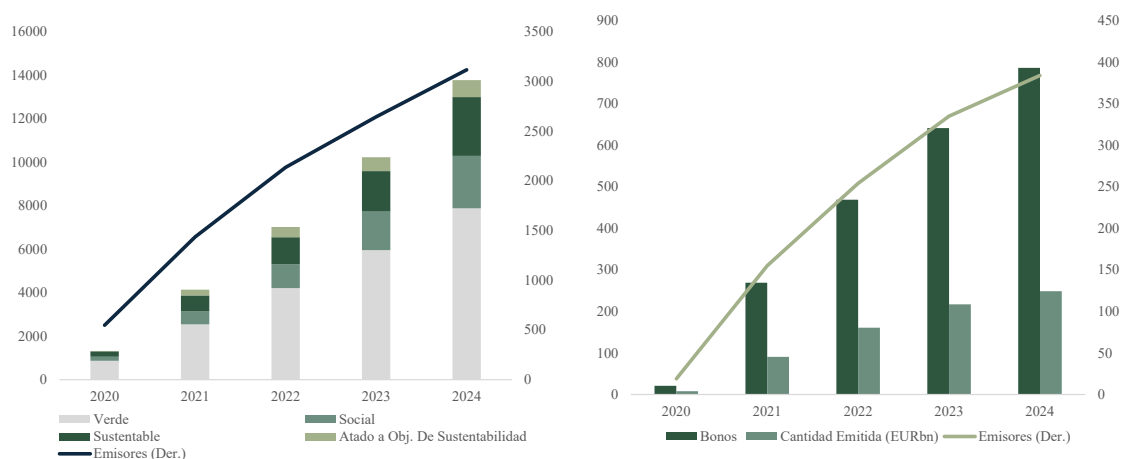
Como se mencionó con anterioridad, una característica distintiva de estos instrumentos es que su tasa de interés varía según el grado de cumplimiento de ciertos indicadores de desempeño en sostenibilidad. Esta condición genera implícitamente una "prima sustentable" que debe ser considerada al momento de valorar el bono. Sin embargo, la complejidad inherente a las métricas de sostenibilidad y a los mecanismos de verificación dificulta tanto su interpretación como su aceptación dentro de los marcos tradicionales del mercado financiero, que suelen requerir estructuras más estandarizadas y riesgos más cuantificables.

La proliferación de los bonos ASG ha sido verdaderamente notoria en el período en lo que va de la década de los 2020, y los SLB han empezado a cobrar protagonismo, a pesar de su adopción más lenta¹. Desde el año 2020 al 2024, a nivel mundial se emitieron alrededor de 13783 bonos ASG, por parte de 3118 emisores distintos, y llegando a un valor de 3548 mil millones de euros. De estos, la mayoría (57.2%) fueron

¹ Para la siguiente sección se utilizaron datos provistos por la *LGX DataHub*.

bonos verdes, seguidos en popularidad por los bonos sustentables (19.6%). Los bonos sociales fueron el 17.5% de las emisiones, mientras que los SLBs ocuparon el cuarto lugar, con una participación del 5.7%, principalmente por ser un fenómeno más reciente. En el período entonces, se emitieron 786 bonos SLB, por parte de 384 emisores, y por un total de casi 250 mil millones de euros, promediando emisiones por 50 mil millones de euros anualmente, como se observa en la Figura 2. Ahora bien, la mayoría de estas han sido por parte de emisores corporativos, ya que solamente existen en la actualidad dos emisores soberanos del SLBs a nivel internacional, Chile y Uruguay. Por lo tanto, las emisiones de SLBs soberanos alcanzaron los 11.7 mil millones de euros en este período, existiendo solamente 8 de estos bonos en el momento en el que se realiza este estudio.

Figura 2: Emisión acumulada de bonos ASG 2020-2024



Fuente: Elaboración propia en base a datos de LGX DataHub

En este contexto, lo que se propone este trabajo es, primero, realizar un análisis de los marcos de bonos soberanos SLB existentes, es decir, desarrollar los casos de emisiones de este tipo de activos por parte de Uruguay y Chile. A continuación, se buscará presentar una manera de estimar la valuación por parte del mercado de las primas sustentables presentes en esta clase de activos, dada la naturaleza de su estructura, de manera de determinar cuál es la visión del mismo sobre el cumplimiento de las metas de sustentabilidad propuestas. Adicionalmente, a partir de esta estimación, para los casos donde se hallen resultados consistentes, buscaremos computar la probabilidad de cumplimiento de los objetivos sustentables implícita en los precios de mercado. Realizaremos estas valuaciones para los casos de estudio de Uruguay y Chile, que cuentan con uno y siete bonos SLB respectivamente. Ahora bien, en el caso de Chile, el

análisis se circunscribirá a aquellos instrumentos emitidos en dólares estadounidenses, que son tres, con vencimiento en 2036, 2042 y 2054, de manera de contar con bonos de características similares en ambos casos.

II. Caso de Estudio: Los SLB de Chile

En marzo de 2022, la República de Chile se convirtió en el primer emisor soberano del mundo en colocar un bono vinculado a la sostenibilidad denominado en dólares estadounidenses, por un monto total de USD 2.000 millones, con vencimiento en 2042 y bajo legislación del Estado de Nueva York. El país ya había construido una cartera de bonos sustentables significativa, haciendo especial énfasis en los bonos sociales, de los cuales emitió 16, tanto en moneda local como en dólares estadounidenses y Euros (Ministerio de Hacienda de Chile, 2023). La emisión entonces formó parte del programa de financiamiento soberano sostenible de Chile. El bono fue estructurado con un cupón fijo del 4,35% anual, y contó con una alta demanda en el mercado internacional, alcanzando un libro de órdenes superior a USD 8.100 millones, lo que representa más de cuatro veces el monto adjudicado, con participación de más de 250 inversionistas institucionales globales, incluyendo fondos con mandatos ASG dedicados (Ministerio de Hacienda de Chile, 2022). La emisión se realizó bajo los estándares internacionales definidos por los *Sustainability-Linked Bond Principles* (ICMA, 2021), y se sustenta en el SLB Framework soberano de Chile, que fue presentado con el objetivo de enmarcar regulatoriamente este tipo de emisiones.

Como se discutió en el apartado anterior, los SLBs no asignan los fondos a proyectos específicos, sino que vinculan la estructura financiera del bono al cumplimiento de objetivos de sostenibilidad a nivel país. En el caso de Chile, el país decidió utilizar como base las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC) en contra del cambio climático. Las mismas son compromisos ambientales asumidos por las naciones en el marco de los Acuerdos de París. Este exige que las NDC se renueven de forma quinquenal, y que mantengan o crezcan en términos de su exigencia. Bajo la Contribución determinada a nivel nacional de Chile (*Actualización 2020*, Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2020), Chile se había comprometido a:

- i) Que su presupuesto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) no supere las 1.100 MtCO₂e, entre 2020 y 2030, con un máximo de

emisiones de GEI en 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq en 2030.

- ii) Reducir al menos el 25% de las emisiones totales de carbono negro para 2030, en comparación con 2016. Este compromiso se llevará a cabo principalmente a través de las políticas nacionales asociadas a la calidad del aire. Además, se supervisará mediante un trabajo permanente y periódico para mejorar la información sobre el inventario de carbono negro.

En su primera emisión de SLB en 2022 el país estableció dos Sustainability Performance Targets (SPTs) para su instrumento, siendo el primero uno de las antes mencionadas NDC:

- (i) Que su presupuesto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) no supere las 1.100 MtCO₂e, entre 2020 y 2030, con un máximo de emisiones de GEI en 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq en 2030.
- (ii) Lograr que al menos un 60% de la generación eléctrica nacional provenga de fuentes renovables no convencionales para el año 2032.

El incumplimiento de uno o ambos objetivos genera un mecanismo de penalización automática, mediante un aumento de 12,5 puntos básicos (0,125%) en el cupón si se falla uno de los SPTs, o de 25 puntos básicos (0,25%) si se incumplen ambos, a partir del primer pago de intereses posterior a 2034. En el caso del primer SPT, se deben cumplir ambas condiciones para que este se considere completo. Es decir, si alguna de las dos no se cumple, Chile incumpliría con el SPT 1, lo cual implicaría una suba en la tasa del cupón del bono de 0.125%. Adicionalmente, se estableció 2034 como la fecha del posible cambio de cupón ya que se debe verificar que ambos objetivos se hayan cumplido, siendo la fecha de corte para el primero en 2030, y el segundo en 2032. La misma está a cargo de una entidad independiente, utilizando datos oficiales reportados por las autoridades chilenas, como el Ministerio del Medio Ambiente y la Comisión Nacional de Energía. El framework del bono también impone la existencia de reportes de opinión de Segundas Partes, de manera de asegurar la transparencia de los datos reportados.

La segunda emisión soberana de bonos SLB en dólares de la República de Chile tuvo lugar en Junio de 2023, consolidando su rol como pionero en el uso de instrumentos de deuda vinculados a la sostenibilidad. En esta ocasión, el país colocó no uno sino dos bonos SLB en dólares estadounidenses, con vencimiento en 2036 y 2054, respectivamente, por USD 1.150 millones y USD 1.100 millones. El primero se emitió con una tasa de 4.95%, mientras que el segundo contó con un cupón de 5.33%. La emisión despertó un fuerte interés en el mercado internacional, alcanzando un libro de órdenes consolidado de más de USD 14.400 millones, más de seis veces el monto emitido, con una asignación final cercana a los USD 9.600 millones. (Ministerio de Hacienda de Chile, 2023)

Ahora bien, los bonos fueron estructurados bajo el Marco SLB soberano actualizado en 2023, que incluyó un nuevo SPT a la lista de los existentes. En particular, se incorporó por primera vez un indicador social entre los objetivos a cumplir. En concreto, los bonos quedaron vinculados a dos Sustainability Performance Targets (SPTs):

- (i) Que su presupuesto de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) no supere las 1.100 MtCO₂e, entre 2020 y 2030, con un máximo de emisiones de GEI en 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq en 2030.
- (ii) Alcanzar una participación de al menos 40% de mujeres en los directorios de las empresas fiscalizadas por la Comisión para el Mercado Financiero (CMF) para el año 2031.

Adicionalmente, en caso de incumplimiento de uno o más de estos objetivos, se activa una penalización automática en forma de incrementos en el cupón ("step-up"), que varían según el instrumento: 25 puntos básicos por SPT, en el caso del bono con vencimiento en 2036, y 5 puntos básicos para el que vence en 2054, aplicables desde enero de 2034. La modificación en los montos del step up busca compensar la duración de ambos bonos, ya que, en el primer caso, muchos menos cupones serían cobrados con la tasa ajustada, mientras que, en el segundo, estos serían en número mucho más significativos.

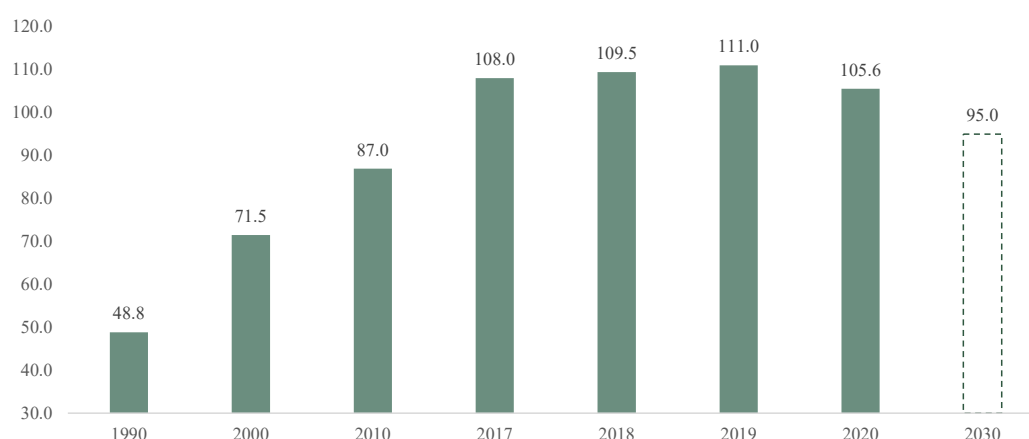
Figura 3: Matriz de cupón de los bonos SLB de Chile, en base al cumplimiento de los SPT presentes en sus respectivas estructuras.

		Bono 2036		Bono 2042		Bono 2054	
		Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento	Cumplimiento	Incumplimiento
<i>1a: Alcanzar emisiones de GEI de 95 MtCO2 en 2030</i>							
SPT 1	<i>1b: Evitar emisiones acumuladas de GEI por más de 1.100 MtCO2 entre 2020 y 2030</i>	Sin cambios	25pb de step-up	Sin cambios	12.5pb de step-up	Sin cambios	5pb de step-up
SPT 2	<i>Lograr que el 60% de la generación eléctrica nacional provenga de ERNC para el año 2032.</i>	-	-	Sin Cambios	12.5pb de step-up	-	-
SPT 3	<i>Participación de 40% de mujeres en directorios de empresas fiscalizadas por la CMF para 2031</i>	Sin Cambios	25pb de step-up	-	-	Sin Cambios	5pb de step-up

Fuente: Elaboración Propia en Base a Ministerio de Hacienda de Chile

En cuanto al sendero de estos indicadores respecto a los SPT a cumplir, la trayectoria ha sido disímil. En base al último reporte anual de los bonos SLB (Ministerio de Hacienda de Chile, 2024) las emisiones de GEI agregadas no han disminuido de forma considerable en los últimos años. Desde un valor de 86.97 MtCO2eq en el año 2010, estas aumentaron a 111.03 MtCO2eq para el año 2019. En 2020, el último dato disponible, estas habían alcanzado el mínimo de los últimos 5 años, llegando a 105.55 MtCO2eq, figura que puede encontrarse significativamente distorsionada por el brusco freno en la actividad económica generado por la pandemia del Covid-19.

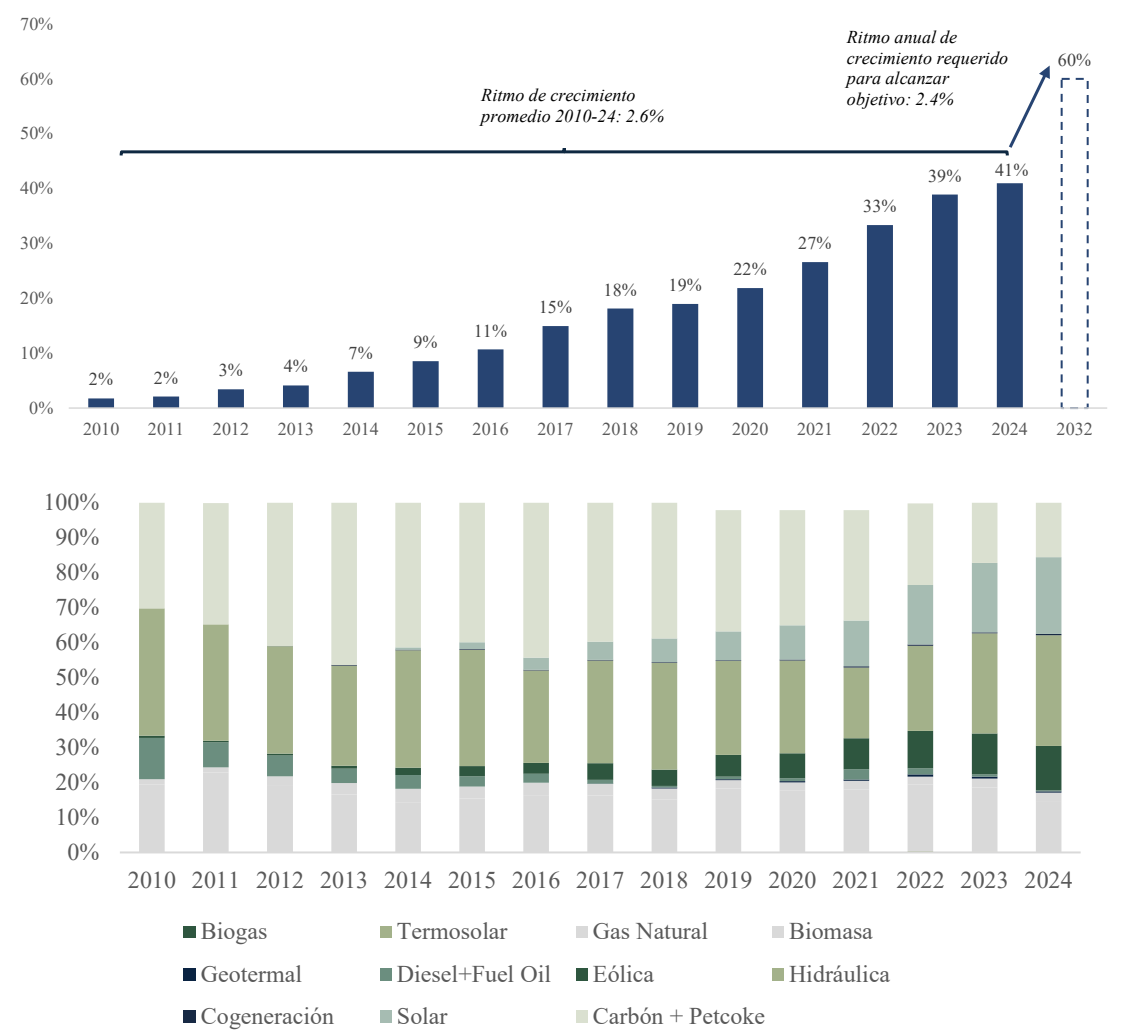
Figura 4: Emisiones anuales de GEI de Chile, en MtCO2eq



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Hacienda de Chile

Con lo cual, Chile se encuentra 10.55 MtCO₂eq desviado de su SPT 1i, que lo obliga a alcanzar emisiones de GEI agregadas de 95 MtCO₂eq, como máximo, para 2030, lo cual implicaría una reducción de 1.06 MtCO₂eq por año, de aquí a 2030. De 2017 a esta parte, esa reducción anual ha rondado los 0.62MtCO₂eq, lo cual implica que Chile todavía debe hacer un esfuerzo mayor al actual para alcanzar las metas de su SPT, y no generar una suba de su costo de financiamiento. Respecto al segundo inciso del SPT 1, Chile parece ligeramente desviado respecto de su compromiso de no exceder su presupuesto de 1.100 MtCO₂eq de emisiones de GEI desde 2020 a 2030, con el dato de 2020 (105.55 MtCO₂eq) siendo 5.55 MtCO₂eq superior al presupuesto anual que se infiere, que para ser consistente con la meta debiera ser de 100 MtCO₂eq.

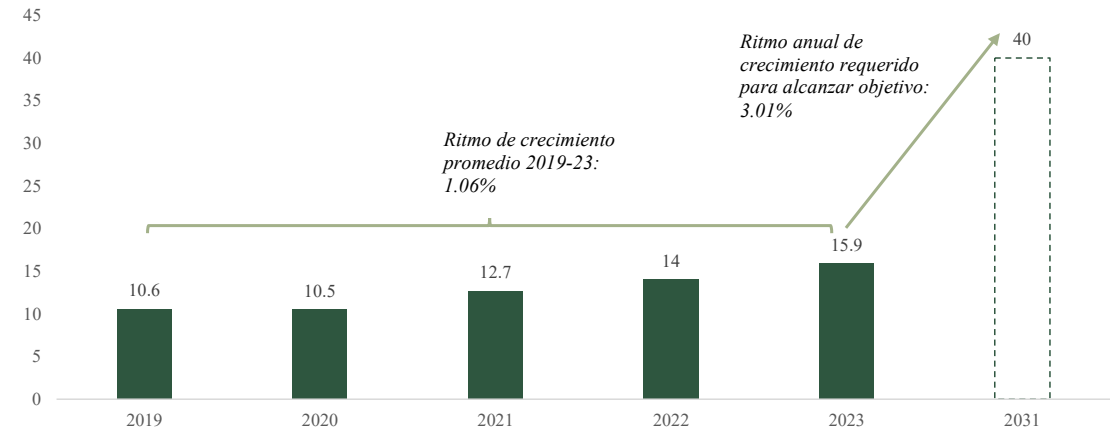
Figura 5: % de energía eléctrica anual de Chile producida por ERNC y producción de energía eléctrica en Chile por fuente



Fuente: Elaboración propia basada en Ministerio de Hacienda de Chile y Ministerio de Energía de Chile

En cuanto a su SPT 2, lograr que las energías renovables no convencionales (ERNC) representen el 60% de la producción nacional de energía para 2032, el último dato reportado es de 2024, donde la misma alcanzó el 41%. La tendencia en este indicador es la más alentadora, ya que, en promedio, las ERNC han incrementado su participación a razón de un 2.6% por año, en promedio, desde 2010, y 4.4% en los últimos 5 años. Para cumplir con el SPT 2, se requiere que el ritmo anual de mejora del indicador sea de 2.4 puntos porcentuales por año, con lo cual la senda actual de crecimiento de las ERNC sugiere que Chile debiera alcanzar su objetivo.

Figura 6: Porcentaje de mujeres en el Directorio de Empresas supervisadas por CMF



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Hacienda de Chile

Observando lo reportado respecto al SPT número 3, Chile todavía tiene que realizar mejoras sustantivas para conseguir el objetivo propuesto. Siendo la meta contar con una participación del 40% de mujeres en el directorio de las empresas fiscalizadas por la Comisión para el Mercado Financiero para 2031, ese valor, a 2023, se encontraba en 15.9%, habiendo mejorado solamente un 5.3% respecto a los niveles de 2019 (10.6%). En este contexto, Chile necesita contar con mejoras anuales de más de 3 puntos porcentuales por año para llegar a cumplir su SPT, lo cual es evidentemente contrario al ritmo actual, que es más cercano al 1% por año.

III. Caso de Estudio: El SLB de Uruguay

Siguiendo el ejemplo de Chile, que había emitido su primer SLB muy recientemente, en 2022, el gobierno anunció un marco regulatorio para bonos SLB (Bonos Soberanos Vinculados a la Sostenibilidad), presentando un formato de emisión novedoso. Al igual que en el caso chileno, la idea detrás de este era vincular la estrategia de financiamiento de Uruguay en el mediano y largo plazo con los compromisos nacionales en materia de objetivos ambientales establecidos en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), los objetivos enmarcados dentro del Acuerdo de París, que definían metas a nivel nacional para 2025. En Noviembre de 2022 se determinaron nuevas metas NDC, sin embargo, estas no afectaron la estructura del bono, pero si abrieron la puerta a futuras emisiones en la misma línea.

En octubre de 2022, el gobierno emitió su primer bono SLB. La operación consistió en la colocación de un bono global en dólares con vencimiento en octubre de 2034, por un monto total de USD 1.500 millones, de los cuales USD 1.000 millones correspondieron a financiamiento fresco y el resto a una operación de manejo de pasivos. El instrumento contó con un cupón inicial de 5,75% anual. Al igual que en el caso chileno, la emisión fue recibida con gran entusiasmo por parte del mercado: el libro de órdenes alcanzó los USD 3.960 millones, es decir, más de 2.6 veces el monto colocado, con participación de 188 inversionistas institucionales de EE.UU., Europa, Asia y América Latina, incluyendo una proporción significativa de fondos especializados en ASG y más de 40 cuentas que invertían por primera vez en deuda uruguaya (Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay, 2022). Ahora bien, en cuanto a la estructura de su SLB, Uruguay optó por una ruta aún más innovadora que Chile. En este formato, el mismo está vinculado a dos métricas que impactan en los cupones: la primera está relacionada con las emisiones brutas de gases de efecto invernadero (GEI) en términos del PIB real, mientras que la segunda consistirá en la preservación y el aumento de la superficie de bosques nativos en el país, medida en hectáreas. Uruguay, en cambio definió dos métricas relevantes, denominadas KPIs, pero la estructura de SPT se configuró de forma distinta a lo realizado por Chile. Los dos KPI quedaron definidos como:

- (i) Compromiso a reducir la relación entre las emisiones brutas agregadas de GEI (expresadas en unidades equivalentes de CO₂) y el PIB real, en relación con 1990.

- (ii) Aumento de la superficie de bosques nativos a nivel nacional. En este caso, el objetivo establecido en las NDC apunta a restaurar la cantidad de hectáreas de bosques nativos a los niveles presentes en 2012.

El primer objetivo establecido en el marco presentado es la meta ajustada a de las NDC para 2025, que consiste en reducir el indicador al 50% del valor de 1990. Este se define como la emisión bruta de GEI en relación con el PIB real para garantizar la independencia de los KPI, ya que las emisiones netas se verían afectadas por el cumplimiento del segundo objetivo ambiental. Con el segundo KPI, la administración no solo aborda problemas relacionados con el cambio climático, sino que también incluye objetivos basados en la naturaleza dentro del marco SLB, lo que permite la protección de los ecosistemas naturales nacionales.

Ahora bien, Uruguay estableció dos SPT para cada KPI, incluyendo el compromiso estándar en uno, y una meta adicional que excede los compromisos de las NDC en el otro. Todos los SPTs refieren al mismo año objetivo, 2025. Para el KPI relacionado con las emisiones de GEI en relación con el PIB real, el compromiso de las NDC espera una reducción del 50% con respecto a los valores de 1990 para 2025, lo cual es el primer SPT para esta variable. Sin embargo, la administración estableció un objetivo adicional, un segundo SPT que consiste en superar dicha meta, alcanzando una reducción del 52% para 2025. Para el segundo KPI, mientras que la meta inicial (SPT 1) tendría las áreas de bosques nativos en el mismo nivel que en 2012, el segundo objetivo (SPT 2) intentaría elevar la cifra al 103% del valor de 2012.

De esta manera, la estructura de KPI y SPT dan lugar a que el marco de penalidad y recompensa asociada a estos objetivos sea dual. A diferencia del caso chileno, donde no cumplir los objetivos simplemente redundaba en una penalidad en el costo de financiamiento, incrementando la tasa de interés a pagar por el bono, el caso Uruguay incluye una cláusula de recompensa, reduciendo el interés que se paga en el caso de que el país sobre cumpla los objetivos propuestos. Por lo tanto, los costos de financiamiento del bono estarán vinculados al cumplimiento de dichos KPI, determinando el nivel del cupón de los bonos una vez que sea posible verificar si se alcanzó el objetivo. Entonces, la estructura del cupón incluye tanto un mecanismo step-up como step-down. En este contexto, los incentivos para que el gobierno cumpla con los KPI no solo serán

punitivos, ya que un desempeño superior a los objetivos reducirá los costos del bono, mientras que no alcanzar las metas esperadas aumentará los pagos del cupón.

Ahora bien, el segundo set de SPTs es necesario para definir el sobre cumplimiento de las metas respecto a los KPI establecidos. Considerando el primer KPI, si el gobierno no alcanza el SPT 1 (es decir, reducir las emisiones de GEI en relación con el PIB real en un 50% del nivel de 1990) para 2025, entonces el cupón del bono aumentará en 15 puntos básicos. Si el gobierno cumple con el umbral del 50% pero no puede alcanzar la meta suplementaria del 52%, el cupón se mantendrá sin cambios. Y finalmente, si la administración supera la meta suplementaria del 52%, el cupón disminuirá en 15 puntos básicos, haciendo que la magnitud de los aumentos y reducciones sea simétrica.

Para el segundo KPI, el proceso es idéntico. Un desempeño inferior a la meta de las NDC activaría un step-up. Finalizar 2025 con un nivel de bosques nativos entre el 100% y el 103% de la cifra de 2012 significaría que el cupón permanecería sin cambios, mientras que un desempeño superior al objetivo del 103% reduciría el costo de financiamiento. Ambos KPI activarían aumentos y reducciones de la misma magnitud, sin que uno tenga mayor prioridad sobre el otro y ambos permaneciendo independientes.

Figura 7: Matriz de cupón del bono SLB de Uruguay, en base al cumplimiento de sus SPT.

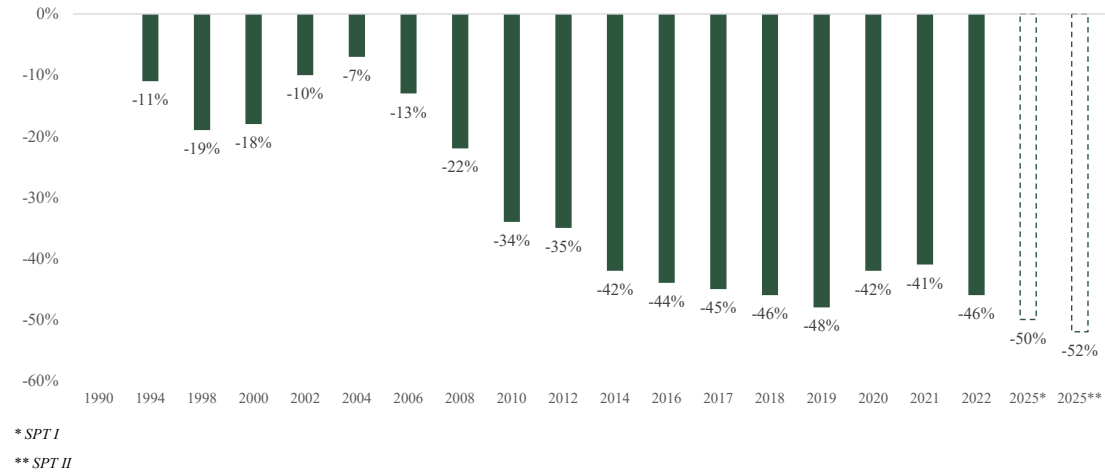
		<i>KPI 2: N° de hectáreas de bosque nativo (Base 2012)</i>		
		<i>Menos de 100%</i>	<i>Entre 100% y 103%</i>	<i>Más de 103%</i>
<i>KPI 1: Emisión bruta de GEI respecto al PIB real (Base 1990)</i>	<i>Menos de 50%</i>	<i>30pb de step-up</i>	<i>15pb de step-up</i>	<i>Sin cambios</i>
	<i>Entre 50% y 52%</i>	<i>15pb de step-up</i>	<i>Sin cambios</i>	<i>15 pb de step-down</i>
	<i>Más de 52%</i>	<i>Sin cambios</i>	<i>15 pb de step-down</i>	<i>30pb de step-down</i>

Fuente: Elaboración propia basada en Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay

Esta estructura implica que para 2025, existen nueve posibles resultados que pueden aumentar, disminuir o mantener los costos de financiamiento. Si el gobierno logra superar ambos objetivos, entonces el cupón experimentaría una doble reducción, mientras que un doble desempeño inferior significaría un doble aumento en los costos de financiamiento. Sin embargo, si una meta se cumple y la otra no, los aumentos y disminuciones pueden compensarse entre sí, dejando a la administración con el nivel de

cupón inicial. Los cambios en la estructura del cupón se aplicarán después de que se monitoreen las variables relevantes, con el gobierno estableciendo una fecha límite en mayo de 2027 para informar los resultados. Por lo tanto, aunque las metas deben alcanzarse para finales de 2025, la recopilación y análisis de datos, incluidas las revisiones de segunda parte, podrían tomar una cantidad significativa de tiempo. En este contexto, los cambios en la estructura del cupón se aplicarían después de que se presenten los informes relevantes, en mayo de 2027.

Figura 8: KPI I – Reducción de emisiones de GEI respecto a 1990



Fuente: Elaboración propia basada en Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay

En cuanto a la performance actual de los indicadores, en base al último reporte publicado por Uruguay (Ministerio de Economía y Finanzas de Uruguay, 2024), para 2022, el primer KPI mostró una reducción del 46% en comparación con los niveles de 1990. Esta mejora viene luego de un significativo retroceso en el indicador, que de -48% en 2019 pasó a -42% en 2020 y -41% en 2021. La caída del PIB en dichos años, producto de la pandemia del Covid-19, afectó duramente los niveles de actividad, explicando el retroceso desde los niveles de 2019. Para cumplir con la meta para 2025, Uruguay tendría que reducir el indicador en un 1,3% anual, mientras que para sobrecumplirla y gatillar una baja de cupón, el ritmo anual debiera ser de una caída del 2% por año. Desde 1990, Uruguay ha reducido sus emisiones en alrededor del -3% anual. Sin embargo, en los últimos cinco años previos a la pandemia, la cifra rondó el -2%, lo que hace que el cumplimiento del SPT1 luzca probable, mientras que el del SPT2 sea un tanto más ambicioso.

En cuanto al área de bosque nativo, un análisis topográfico de imágenes satelitales realiza la estimación de dichas cifras. A diferencia de los datos de GEI, el KPI forestal tiene una menor frecuencia de actualización, ya que la evolución de la masa forestal es más lenta y no necesariamente perceptible anualmente, lo que requiere esfuerzos adicionales para recopilar datos accionables. Para 2016, esta área rondaba el 98% de la de 2012, mientras que para 2021, el último dato disponible, ya se encontraba en 100%, es decir, nivelado con el SPT1, y 3% por debajo del SPT2.

Es importante mencionar que, en estos casos, los objetivos ambientales incluyen primas financieras en la estructura de los bonos. Y el principal problema que deriva de este factor tiene que ver con su valuación. Dado que es excesivamente dificultoso hallar el proceso subyacente de cada variable, este trabajo propone dos maneras alternativas de hallar la valuación de estas primas para el mercado, de manera de poder computar la prima sustentable que estos objetivos conllevan. Los dos métodos elegidos buscan reconstruir una valuación respecto del “fair value” del activo, de manera de poder compararlos con su precio de mercado. De esta manera, se podrá estimar cualquier prima que ofrezcan los mismos, que, una vez comparada con la prima que ofrezca un grupo de control de otros bonos idénticos pero sin las características presentes en el SLB, puede ser interpretada como el valor de las primas sustentables implícitas en estos.

IV. Estrategia de Valuación I

Se observa entonces que todos los bonos antes mencionados tienen ciertas opcionalidades, ya que, dependiendo de si el país cumple o no sus objetivos de sustentabilidad, el flujo de pagos del bono será distinto, ya que su tasa de interés puede variar dependiendo de cada caso. Con lo cual, es esperable que dentro del valor de mercado de estos activos se encuentre presente la valoración de las primas sustentables para el mismo, que se originan a partir de esto. El propósito de este trabajo es justamente hallar estos valores a través de dislocaciones entre las valuaciones de mercado de los activos mencionados y una estimación de su “valor justo”, donde el valor de las primas sustentables será la diferencia entre el valor efectivo de mercado, que tiene implícita el valor de las mismas, y el valor teórico, que las ignora.

Por lo tanto, primero debemos entonces definir una manera de estimar el valor justo de los bonos en cuestión. La primera estrategia de valuación, en este contexto, consistirá en

estimar una curva de tasas de bonos, utilizando todos los bonos del espacio soberano en USD de ambos países². Una vez logremos estimar dicha curva, tendremos, para cada momento del tiempo y cada bono, una tasa teórica estimada. Esta será contrastada con la tasa de rendimiento efectiva de cada uno de los bonos soberanos, incluyendo los SLB. A partir de estas diferencias, se buscará estimar si existe un efecto diferencial significativo entre el grupo de control de los bonos soberanos sin primas sustentables y los SLB. En el caso de que exista, postularemos que, dada que la única diferencia sustantiva entre los bonos soberanos tradicionales y los SLB es su estructura de pagos y de objetivos sustentables, esta refleja el valor de las primas mencionadas para el mercado, lo cual, a su vez, refleja cuales son las expectativas del mercado en relación al cumplimiento estos objetivos. Se buscará, adicionalmente, realizar un análisis intertemporal de esta prima, buscando observar sus variaciones desde la fecha de emisión de estos bonos, hasta el presente, para analizar su evolución.

Para esto entonces, definiremos la prima de un bono i como:

$$B_i = P_i - FV_i$$

Siendo esta expresada en términos de tasa de interés para este caso. Se observa entonces que la prima de tasa de interés del bono se explica por la diferencia entre su precio de mercado P_i y su “fair value” teórico, FV_i . La construcción de este fair value viene dada por la estimación de una curva de rendimiento para el espacio de bonos seleccionado.

Para su conformación, se utiliza el modelo de Nelson-Siegel (Nelson, C. R., & Siegel, A. F., 1987), que busca representar la curva de rendimiento de un espacio de bonos mediante una función paramétrica suave. La fórmula principal es:

$$y(\tau) = \beta_0 + \beta_1 * \frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} + \beta_2 * \left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau} \right)$$

Donde:

$y(\tau)$: tasa de interés a plazo τ (por ejemplo, 1 año, 2 años, etc.).

β_0 : nivel a largo plazo (componente de tasa a largo plazo).

² Se incluyen todos los bonos cuya emisión inicial supere los 500 millones de USD.

β_1 : pendiente inicial (impacta las tasas de corto plazo).

β_2 : curvatura (permite capturar convexidad o forma de la curva).

λ : parámetro de decaimiento que ajusta la rapidez con la que el efecto de los otros factores disminuye con la madurez.

De esta manera, utilizando los datos de rendimientos y duración de los bonos de Chile y Uruguay, respectivamente, se puede construir una estructura temporal de tasas teóricas para el espacio de cada uno de estos países. Es importante remarcar que, para que el modelo de estimación sea fiable, los bonos incluidos deben compartir características muy similares. En este caso puntual, se utilizan los bonos de un mismo espacio soberano (Chile y Uruguay), emitidos bajo la misma legislación (Nueva York) y en la misma moneda (dólar estadounidense), con montos de emisión iniciales similares. En el Anexo I del trabajo se ejemplifica con más detalle el mecanismo de estimación mencionado anteriormente.

En particular, más allá de los cupones y la fecha de vencimiento de los bonos, la única diferencia relevante entre ellos es la existencia de las primas sustentables en los SLB. Este, en definitiva, es el argumento que nos permitiría aislar la prima de estos últimos bonos, y en caso de que sea significativamente distinta a la del resto de los bonos de su espacio, identificarla como las primas sustentables antes mencionadas. Es decir, nuestra estrategia de identificación es similar a la utilizada en el método de estimación de diferencias en diferencias. Primero, estimaremos la prima de todos los bonos del espacio. Luego, siendo la única característica diferencial de los bonos SLB frente al resto de los bonos de la curva su estructura de pagos relacionada a objetivos sustentables, si existe una diferencia entre la prima de estos y los demás, es verosímil concluir que este es el valor que el mercado le asigna a las primas sustentables.

En particular, definimos el valor de la prima sustentable de un bono k como:

$$PS_{SLB_k} = B_{SLB_k} - \overline{B_n}$$

Donde:

$$\overline{B_n} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N B_n$$

Siendo n el identificador de los bonos del grupo de control que se utiliza para cada bono SLB en particular. Para verificar la robustez del análisis y la significatividad de los valores obtenidos, se buscará ver que estos posean, en magnitud (es decir, en valor absoluto), al menos un desvío estándar de variación respecto de la media del grupo de control. Se trabajará con un grupo de control amplio, con toda la muestra excluyendo los bonos SLB, y uno reducido, donde se buscarán bonos de una duración similar al de estudio, variando en cada caso. Ahora bien, una vez determinada la significatividad, la clave del valor obtenido pasa por el signo de este. Para esto, se requiere trabajar con datos sin valor absoluto, con lo que utilizamos el promedio de las diferencias de los grupos de control reducidos para este análisis. Caso contrario, los promedios de toda la muestra pueden presentar variaciones de signo, contaminando el análisis, cosa que sucede en menor medida en las muestras reducidas.

Estimación para Uruguay

Implementación

En el caso de Uruguay, se consideraron los bonos soberanos en USD de este país, siendo el bono bajo análisis el Uruguay34. Los bonos que se utilizaron para calibrar dicha curva de rendimientos fueron el Uruguay27, Uruguay31, Uruguay33, Uruguay36, Uruguay45, Uruguay50 y Uruguay55³. Los datos de rendimientos y duración de los bonos fueron obtenidos de Bloomberg, siendo estos los datos al cierre de cada día hábil. El período bajo estudio es aquel desde la emisión y entrada en circulación del bono SLB, descartando los primeros días en los que el bono fue comercializable en el mercado secundario, para evitar la existencia de distorsiones producto de movimientos bruscos post-emisión. De esta manera, el período bajo análisis es el que abarca desde el 1/11/2022 hasta el presente⁴.

Con los datos diarios de duración y rendimiento de cada uno de los bonos, se construyó una curva de rendimientos teórica para todo el espacio antes mencionado, calibrada a

³ Sus ISIN son, (en orden de mención): US760942BE11, US760942BB71, US917288BK78, US917288BA96, US760942AS16, US760942AY83, US760942BA98, US760942BD38

⁴ Este trabajo fue presentado con datos hasta el 30/5/2024.

través del modelo Nelson-Siegel desarrollado con anterioridad, con frecuencia diaria. A continuación, se buscó, para cada día, el rendimiento teórico que se correspondía con la duración del bono SLB para ese momento del tiempo. Luego, se contrastaron los rendimientos efectivos de mercado, contra los obtenidos en base a este modelo. El mismo procedimiento se realizó para el resto de los bonos de la curva, con el objeto de formar un grupo de control contra el que contrastar las diferencias obtenidas para el bono SLB.

Una vez calculadas las diferencias, dado que estas pueden ser tanto positivas como negativas, se realiza una comparación en términos absolutos de la magnitud de la diferencia, que en este caso se verá expresada en porcentaje de rendimiento, entre el bono SLB y el promedio de las diferencias de los bonos del grupo de control. Para asegurar cierta robustez en el análisis, se considerará que la magnitud de la diferencia del bono SLB es significativamente distinta a la del promedio del grupo de control cuando se encuentre a más de un desvío estándar de diferencia del mismo. Luego, se buscará analizar el signo de la diferencia obtenida, en caso de que resulte significativa y de esta manera, interpretar el resultado obtenido en relación a las primas sustentables que la misma busca reflejar.

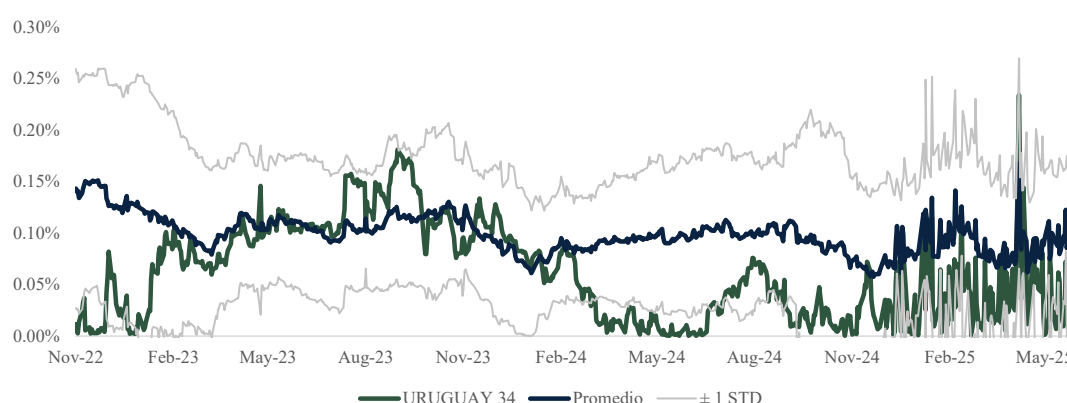
Resultados

Cabe notar que la estructura del bono de Uruguay es simétrica en sus pagos, a diferencia del caso de los bonos SLB emitidos por Chile, con lo que a priori, la no existencia de una prima en el rendimiento de mercado del activo puede indicar tanto que las primas sustentables para el mercado no tienen valor alguno, lo cual sería contrario a nuestra hipótesis, o, por el contrario, reflejan escenarios donde los pagos de estas primas se balancean entre sí, haciendo que la estructura de pagos del bono se mantenga constante a lo largo del tiempo. En particular, existen 3 escenarios en los que el pago de los bonos se puede mantener constante. El primero es que Uruguay cumpla con los dos objetivos propuestos, pero sin llegar a exceder estos por los márgenes establecidos, es decir, el caso neutral. Ahora bien, si Uruguay sobrecumple un objetivo, y no cumple el otro, entonces se gatillarán un step-up y un step-down, que justamente se cancelarán entre sí, manteniendo la tasa de cupón constante respecto a su nivel previo. Dado que este escenario cuenta con dos variantes (al existir dos objetivos para sobrecumplir/fallar), tres de las nueve alternativas existentes terminan con el bono pagando el mismo cupón

haciendo esta la alternativa más “probable” ex ante, suponiendo una distribución de probabilidad neutral.

En la Figura 9 se observan entonces las magnitudes de las diferencias presentes entre los rendimientos teóricos y los rendimientos de mercado del bono SLB, y el promedio del resto de los bonos del grupo de control, es decir, los restantes de la muestra. Asimismo, se muestra el rango equivalente a un desvío estándar de diferencia respecto del promedio. Es claro notar que, para la mayoría de la vida del bono, este no presenta diferencias significativas en términos de magnitud respecto al promedio del grupo de control. Solamente para el 20.9% de la muestra el bono mostro una diferencia significativamente distinta a la magnitud promedio de la prima del grupo de control amplio. Este periodo mayoritariamente coincide con el inicio de la vida del mismo y

Figura 9: Diferencias en valor absoluto para el Uruguay34 contra el promedio del grupo de control amplio



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

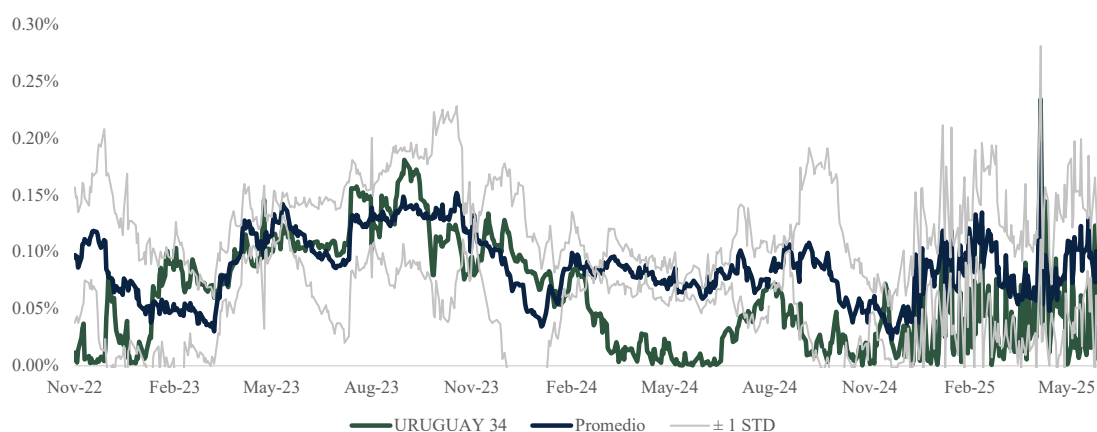
luego en un período de 3 meses entre el 6/3/2024 y 12/7/2024, donde se observa que el bono tuvo una diferencia de rendimiento menor al promedio. Sin embargo, se puede concluir con bastante claridad que el bono no presenta una diferencia sostenida en el tiempo con el grupo de control. Dado lo mencionado anteriormente, esto no es sorprendente, ya que la complejidad de los pagos sumidos en la estructura del bono, además de su simetría, hacen que este resultado sea muy probable.

Es importante notar que, durante el cuarto trimestre de 2024 y primer trimestre de 2025, los resultados computados exhiben mucha volatilidad. Esta es producto del contexto bajo el cual se operaba la curva de bonos uruguayos. La misma bajo ese periodo

enfrento significativa volatilidad debido a las elecciones presidenciales, que tuvieron su primera ronda en octubre, y su segunda ronda en noviembre, generando volatilidad en el precio de los activos, y generando dislocaciones temporales de valores relativos entre los bonos, haciendo que la lectura de ese periodo sea compleja. Asimismo, durante el primer trimestre del 2025, además de sufrir volatilidad por el cambio de mandato, el mundo experimentó un cambio importante con la imposición de tarifas por parte de Estados Unidos al resto del mundo, lo que desencadenó una serie de ventas masivas de activos de riesgo, y mucha volatilidad, especialmente en los mercados emergentes, que se vieron duramente afectados por la noticia (Fondo Monetario Internacional, abril 2025). Esto, creemos, también es responsable de generar distorsiones en los precios relativos entre los bonos de la curva en USD de Uruguay, dándole volatilidad a los cálculos.

Si modificamos el grupo de control a los bonos más cercanos al bono SLB⁵, omitiendo las partes con más diferencia de duración, el resultado obtenido desde el punto de vista de la interpretación es similar. Aunque la significatividad mejora a lo largo de la muestra, de 20.9% del total a 39.6%, como se observa en la Figura 10, gran parte de esta mejora se encuentra en el periodo de alta volatilidad del inicio de 2025, que no se

Figura 10: Diferencias en valor absoluto para el Urugua34 contra el promedio del grupo de control reducido



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

sostiene a lo largo del tiempo y presenta variaciones significativas, con lo que es difícil realizar un análisis cualitativo al respecto. Sin embargo, la baja significatividad

⁵ Se consideran los bonos Urugua31 y Urugua36.

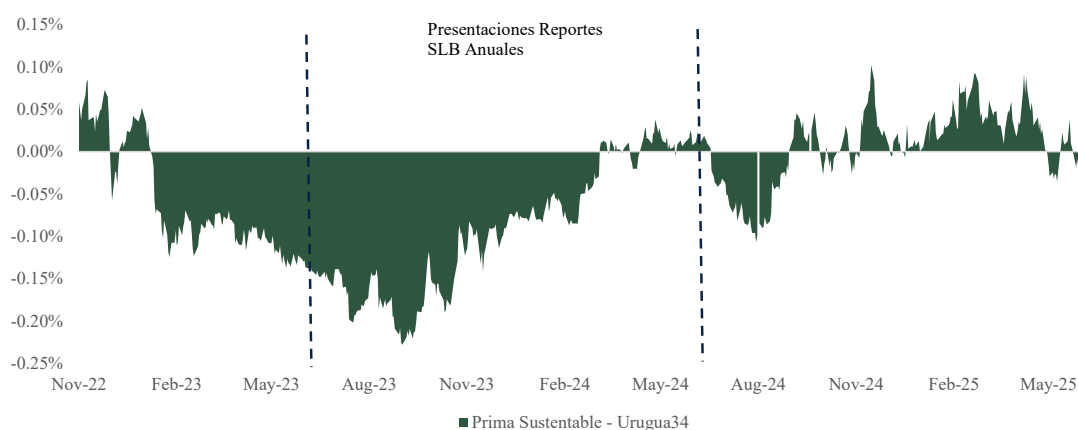
encontrada utilizando la muestra reducida le otorga robustez al análisis realizado en el párrafo anterior. En este caso se observa una mayor diferencia de magnitud con el promedio en relación al período donde las diferencias son significativas, que sigue abarcando de Marzo a Julio del 2024.

Con lo cual, lo obtenido a lo largo de la muestra, y a pesar de la volatilidad del último período, es consistente con lo reportado a lo largo de la vida del bono. Uruguay emite su reporte anual del marco SLB con las actualizaciones de las variables objetivo en el mes de Mayo de cada año. Si observamos la evolución de los KPI's a la fecha, observamos que Uruguay durante el periodo bajo análisis estuvo en condiciones de cumplir con ambos objetivos, mostrando ya un nivel de bosque nativo igual al deseado, y no lejos de su objetivo relacionado a las emisiones de GEI. Consideramos entonces que esto es consistente con lo obtenido por nuestras estimaciones. Dado que, teniendo en cuenta la información actual y previa, el país está encaminado hacia un escenario de cumplimiento, donde todavía no es claro si va a lograr sobrecumplimiento de sus metas, el pago de cupón del bono debiera mantenerse constante. Por lo cual, no debiera existir, en estos momentos, una diferencia significativa entre su valor teórico y su valor de mercado, lo cual es lo que se refleja justamente en lo obtenido por el modelo.

En cuanto al signo de las diferencias, observamos que estas son primordialmente negativas. Si bien no muestran una disimilitud significativa respecto al promedio de los bonos, si observamos que el sesgo de las diferencias del Uruguay³⁴ es negativo. Justamente, el único momento donde son entre neutrales y ligeramente positivas es el periodo donde estas son significativas, que es durante el período de Marzo a Julio de 2024. Con lo cual, si existiese una prima en relación a las primas de sustentabilidad, esta sería negativa en términos del rendimiento del bono, por lo menos considerando el promedio. Luego de la publicación de los reportes anuales, se percibe un cambio en la tendencia de la prima estimada. Sin embargo, dada la baja significatividad, y alta volatilidad que muestra la misma en el periodo posterior a la publicación del reporte, es difícil de asociarla con un cambio estructural en el sendero de las variables de interés, aunque, por supuesto, es una explicación posible.

En promedio, la prima alcanza un valor de -4.7 puntos básicos para el periodo bajo análisis. Entonces, creemos que esto sería parcialmente consistente con lo mencionado

Figura 11: Estimación de Prima Sustentable para el bono Uruguay34



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

anteriormente, ya que, en base a los datos actuales, y la tendencia de las variables mencionada en los segmentos anteriores, parece más probable que Uruguay logre sobre cumplir sus objetivos que que los falle. Esto implicaría un step down en el cupón, lo cual debiera resultar en un flujo de caja menor, reduciendo su rendimiento, independientemente del riesgo. Ahora bien, la baja significatividad de esta prima es consistente con la simetría en la estructura de pagos. Como mencionamos anteriormente, el caso donde la tasa de interés post verificación de las variables no cambia, dada una distribución de probabilidad neutral, es la más probable. Con lo cual es consistente la inexistencia de una prima con este escenario. Y dado que existe incertidumbre respecto al cumplimiento de las metas, es entonces un resultado favorable a nuestra investigación.

Estimación para Chile

Implementación

En el caso de Chile, también se consideraron los bonos soberanos en USD de este país, siendo los activos de interés, en este caso, el Chile36, el Chile42 y el Chile54. Los bonos que se utilizaron para calibrar la curva de rendimientos teórica fueron el Chile27, Chile28, Chile29, Chile31, Chile32, Chile33, Chile34, Chile41, Chile47, Chile50, Chile52, Chile53, Chile61 y Chile71⁶. Los datos de rendimientos y duración de los bonos fueron obtenidos de Bloomberg, siendo estos los datos al cierre de cada día hábil.

⁶ Sus ISIN son, (en orden de mención): US168863DZ80, US168863DY16, US168863EA21, US168863DX33, US168863CF36, US168863EB04, US168863DP09, US168863DN50, US168863DT21, US168863DV76, US168863DS48, US168863CE60, US168863DL94, US168863DW59, XS2327851874, US168863DQ81 y US168863DU93

El período bajo estudio es aquel desde la emisión y entrada en circulación del último bono SLB. Dado que el bono SLB Chile42 se emitió primero, y luego en 2023 se emitieron en tándem el Chile36 y el Chile54, se considera el período durante el cual estuvieron los tres en circulación. Al igual que en el caso anterior, se descartan los primeros días en los que los bonos fueron comercializables en el mercado secundario, para evitar la existencia de distorsiones producto de movimientos bruscos post-emisión. De esta manera, el período bajo análisis es el que abarca desde el 10/7/2023 hasta el presente⁷. En ese caso, se replica el procedimiento descrito en la valuación del caso de Uruguay, siendo la estrategia de cómputo y de identificación de las primas idéntica a la mencionada anteriormente.

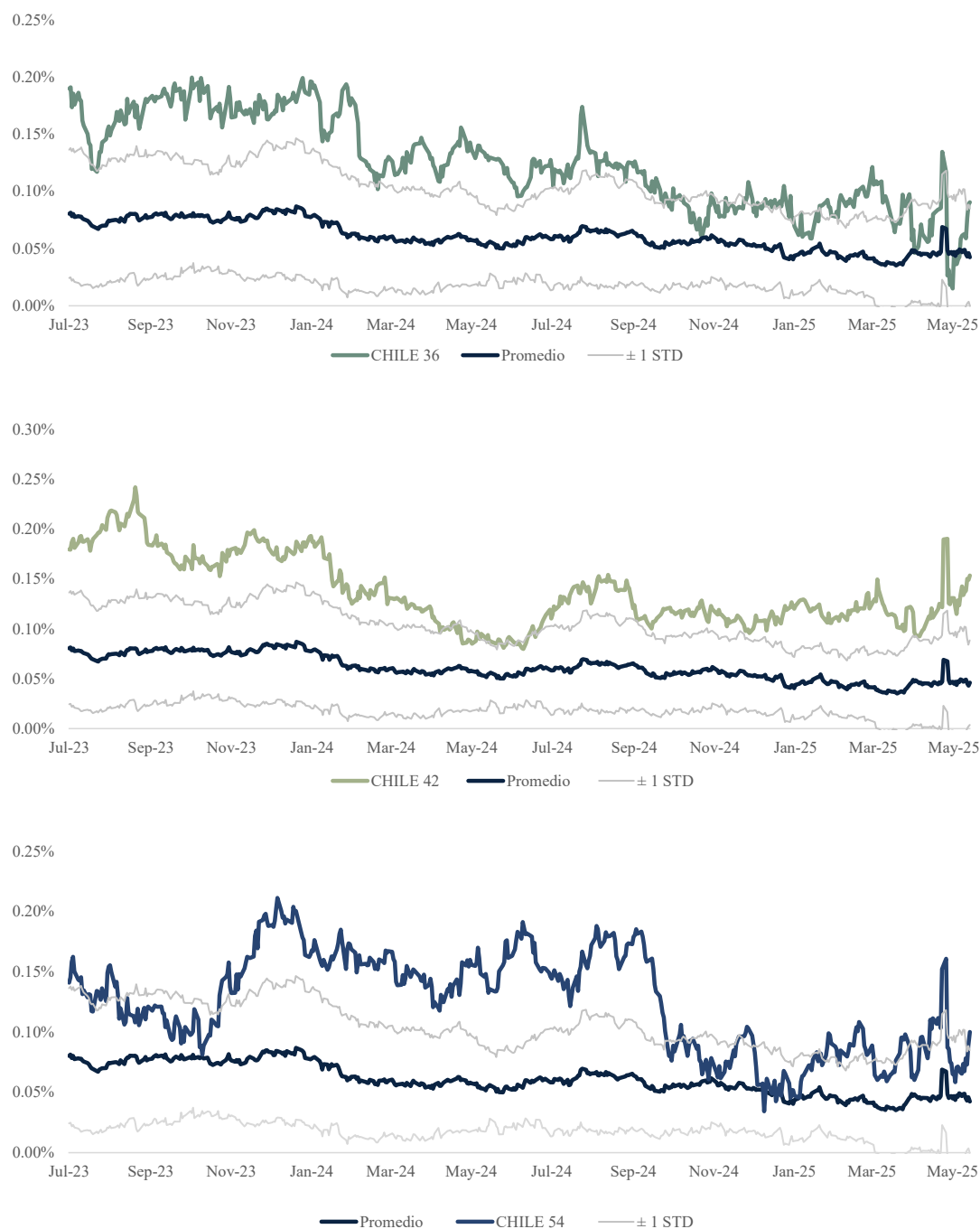
Resultados

Ahora bien, el caso de Chile ofrece una complejidad adicional, que tiene que ver con que existe una multiplicidad de bonos para analizar, que adicionalmente, cuentan con distintos objetivos de sustentabilidad. Con lo cual, cabe la posibilidad de que existan primas disimiles entre los mismos, asociadas a las probabilidades de cumplimiento diferenciales de cada uno de sus objetivos, y a sus pagos esperados, ya que el tamaño de las penalidades también varía dependiendo de la duración de cada bono. Adicionalmente, la estructura de pagos en el caso chileno no es simétrica, sino que solamente cabe la posibilidad de que el cupón del bono haga step up, con lo cual, en un escenario de probabilidad neutral, el bono tendría que pagar una prima de al menos la mitad del step-up posible, lo cual hace mucho más probable, a priori, la potencial existencia de una prima, ya que el no detectar una diferencia significativa en este caso es equivalente a una probabilidad de cumplimiento muy alta de los objetivos ambientales.

En la Figura 12 se observan entonces las magnitudes de las diferencias presentes entre los rendimientos teóricos y los rendimientos de mercado de los bonos SLB, y el promedio del de los bonos del grupo de control. Como en el caso anterior, se muestra el rango equivalente a un desvío estándar de diferencia respecto del promedio. Y en este caso, también de forma consistente con nuestro análisis, los tres bonos ofrecen, para gran parte del periodo bajo análisis, una diferencia respecto de su valor teórico

⁷ Este trabajo fue presentado con datos hasta el 30/5/2024.

Figura 12: Diferencias en valor absoluto para el Chile36, Chile42 y Chile54 contra el promedio del grupo de control amplio



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

significativa respecto del promedio. Donde esto se observa más claramente es en el bono Chile42, donde para el 94.7% de los días bajo análisis la diferencia reportada es significativamente distinta al promedio. En particular, refleja una diferencia mayor al promedio. Solamente en un breve periodo entre Abril y Junio de 2024 la diferencia hallada no es significativamente diferente a la del grupo de control.

En el caso del Chile36, este demuestra diferencias significativamente distintas a las del grupo de control en el 79.5% del periodo de estudio. En el caso de este bono, al inicio de la muestra presenta diferencias significativas, con algunas correcciones bruscas, pero que se van diluyendo a medida que avanza el tiempo. Finalmente, en el caso del Chile54, este es el que menos diferencias significativas encuentra respecto al grupo de control. En este caso, vemos que para el 66.6% de la muestra se capturan diferencias significativas respecto al promedio. Las mismas se encuentran en el centro de la muestra, mientras que, en el inicio del período, y cerca del final, desaparecen, al menos en términos de significatividad. Al igual que en el caso de Uruguay, es importante notar que, durante el primer trimestre de 2025, los resultados computados exhiben cierta volatilidad. La misma probablemente sea responsabilidad del cambio significativo experimentado en el valor de los activos a nivel global, que fue desencadenado con la imposición de tarifas por parte de Estados Unidos al resto del mundo, golpeando fuertemente a los mercados emergentes.

Reduciendo el grupo de control a bonos más cercanos en términos de duración a los del grupo de estudio (Figura 13), vemos que la significatividad mejora de forma notable en dos de los tres bonos. En el caso del Chile36, se pasa de diferencias significativas respecto al promedio en el 79.5% de la muestra a 88.4%, un aumento de casi 10 puntos porcentuales. En el caso del Chile42, esta baja del 94.7% al 83.7% (una reducción de 11 puntos porcentuales), mientras que en el caso del Chile54 pasa de un 66.6% a un 94.7%, aumentando casi 30 puntos porcentuales. Los resultados computados son consistentes con nuestra hipótesis, donde se observa con claridad que los bonos si parecen pagar una prima debido a la existencia de sus objetivos ambientales.

En el caso de Chile, como se analizó en las secciones anteriores, es evidente notar que la mayoría de los objetivos de sustentabilidad, observando la trayectoria actual y los objetivos a cumplir, parecen estar más bien lejos de ser alcanzados, o al menos no hay evidencia clara a favor de que Chile los vaya a cumplir. También es cierto que para los años de corte de los objetivos todavía falta transcurrir mucho tiempo, lo cual aumenta la incertidumbre de forma muy significativa, potencialmente distorsionando los resultados obtenidos. Sin embargo, dado que parecemos estar en un escenario donde existe una probabilidad de no cumplimiento relevante, o al menos de un escenario parejo en términos de probabilidad, los bonos debieran pagar una prima respecto a su valor

Figura 13: Diferencias en valor absoluto para el Chile36, Chile42 y Chile54 contra el promedio del grupo de control reducido

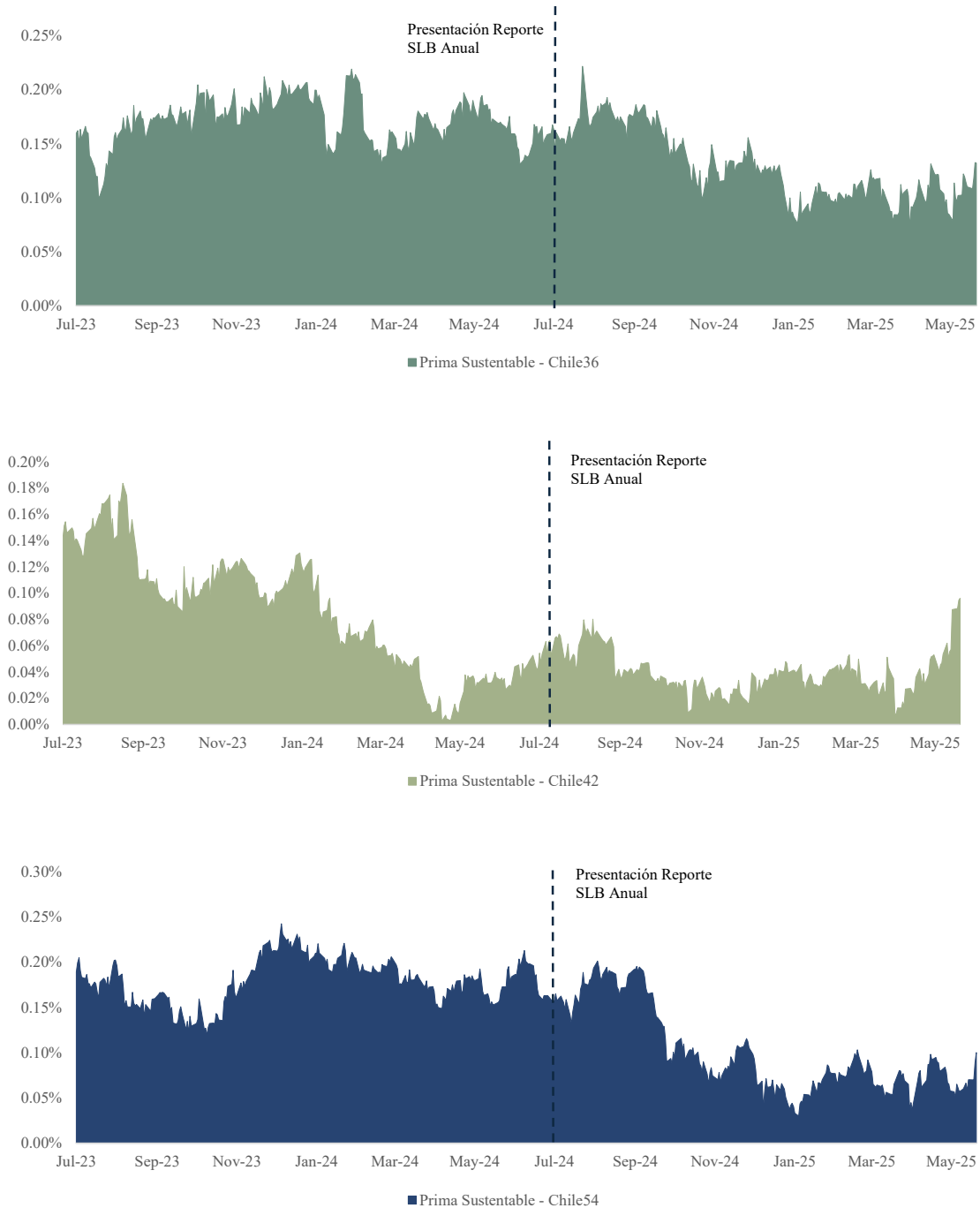


Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

teórico, lo cual es lo que refleja nuestra estrategia de valuación. En cuanto al signo de las diferencias, en base lo descrito anteriormente, es claro que estos bonos debieran pagar una prima positiva en tasa respecto de su valor teórico, dado que hay probabilidades de que se materialice un cashflow mayor al corriente. Esto es efectivamente así, y se observa en la Figura 14, donde queda en evidencia que los bonos

siempre pagan una prima positiva respecto de su precio teórico, independientemente de su significatividad.

Figura 14: Estimación de Primas Sustentables para los bonos Chile36, Chile42 y Chile54



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

Computando entonces las primas respecto del promedio para los bonos antes mencionados, observamos que los valores de estas varían a lo largo del tiempo. A lo largo del período de análisis, respecto a la evolución de las variables sobre las que se

estipulan los objetivos de sustentabilidad, solamente se agrega una observación, el reporte anual de 2024 publicado en junio. Con lo cual, se buscará analizar, en base a los resultados reportados en el mismo, si generaron algún cambio, o no, en las primas de los bonos antes mencionados. Recordemos que se define a las primas sustentables como la diferencia entre las diferencias obtenidas entre el valor de mercado del bono bajo análisis y su valor teórico y la diferencia promedio para el grupo de control.

En el caso del Chile36, este bono tiene una prima promedio de 15.1 puntos básicos a lo largo del período, oscilando entre un máximo de 22.2 puntos básicos y un mínimo de 7.2 puntos básicos. Tomando el 30 de junio de 2024 como referencia para la comparación pre y post publicación del reporte anual, vemos que hubo un cambio moderado en la prima, pasando en promedio de 17.1 puntos básicos a 13, una reducción de 4.1 puntos básicos. Excluyendo el periodo de no significatividad de las diferencias, la prima asciende a 15.6 puntos básicos. Dado lo establecido en las secciones previas del trabajo, podemos asociar a esta con el valor de las primas vinculadas al cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad. Y es consistente con un escenario donde se cumple al uno de los dos SPT y la probabilidad de cumplir más de un objetivo es elevada. Esto se puede inferir de que, el caso del Chile36, el pago por incumplimiento de uno de los SPT en la estructura del bono es de 25 puntos básicos. Con lo cual, si el mercado espera que el país incumpla con uno de los dos objetivos, la prima del bono será de 25 puntos básicos. Dado que esta es aproximadamente la mitad, podemos inferir que el mercado le asigna alguna probabilidad a que se incumpla uno de los objetivos de sustentabilidad, pero todavía cree que Chile tiene más chances de cumplir con ambos objetivos que de fallarlos.

En el caso del Chile42, donde el valor de la prima es menos notorio y constante, este evidencia un promedio de 6.5 puntos básicos a lo largo del período, oscilando entre un máximo de 18.4 puntos básicos y un mínimo de 0.2 puntos básicos. Tomando el 30 de junio de 2024 como referencia para la comparación pre y post publicación del reporte anual, vemos que si hubo cambios significativos en la prima, pasando en promedio de 8.7 puntos básicos a 4, una reducción de 4.7 puntos básicos. Excluyendo el periodo de no significatividad de las diferencias, la prima asciende ligeramente a 6.9 puntos básicos. Al igual que en el caso anterior, la prima es consistente con un escenario donde se cumple uno de los dos SPT, y hay una probabilidad elevada de que se cumplan

ambos objetivos. Ahora bien, por la duración del activo, en este caso el pago por incumplimiento de un objetivo asciende a 12.5 puntos básicos. Con lo cual, si el mercado espera que el país incumpla con uno de los dos objetivos, es esperable que la prima del bono sea de 12.5 puntos básicos. Dado que esta es la mitad, aproximadamente, podemos también inferir que el mercado piensa que es probable que se cumplan los objetivos de sustentabilidad.

Finalmente, en el caso del Chile⁵⁴, se observa algo muy similar a lo evidenciado con los otros dos bonos. Este tiene una prima promedio de 14.3 puntos básicos a lo largo del periodo, que cambia de 18 puntos básicos pre-reporte a 10.3 puntos básicos post reporte, con un máximo de 24.3 puntos básicos y un mínimo de 3. Ahora bien, en este caso, el pago por incumplimiento de un objetivo, dado su mayor plazo, es de 5 puntos básicos. Con lo que en este caso la valuación de este bono parece asumir que no existe probabilidad de que Chile no cumpla con los objetivos de sustentabilidad, ya que la prima obtenida con frecuencia supera los 10 puntos básicos, el pago máximo por los incumplimientos de los SPT. Esto rompe con la tendencia hallada en los dos primeros casos, donde, en términos proporcionales, las primas sustentables que se evidenciaban eran menores en el caso donde el bono tenía un menor-step up en caso de incumplimiento. Creemos, sin embargo, que la duración del bono (con un vencimiento 12 años posterior al Chile⁴²) puede generar fricciones y dificulta el cálculo de los rendimientos teóricos, dado el incremento en volatilidad e incertidumbre que conlleva el mayor plazo. Ahora bien, el signo de valor hallado para la prima sustentable sigue siendo consistente con lo obtenido anteriormente.

A través de los pagos esperados, que son conocidos, y las primas ambientales computadas, podemos descomponer la probabilidad implícita en el precio de los bonos de que se cumplan los objetivos ambientales. Si consideramos las primas sustentables actuales como un pago esperado, estas están compuestas por el pago en el caso de que Chile cumpla con sus objetivos, y el pago si Chile no logra alcanzarlos, ponderado por la probabilidad de ocurrencia en cada uno de los casos. Con lo cual, para cada bono, en base a sus pagos, podemos obtener la probabilidad implícita en las primas de que se cumplan los objetivos sustentables.

Definiendo al valor de la prima sustentable del bono i como:

$$PS_i = p_i * C_i + (1 - p_i) * NC_i$$

Donde:

p_i es la probabilidad de que el país cumpla con sus objetivos de sustentabilidad

C_i son los pagos obtenidos en el caso de que el país cumpla con sus objetivos de sustentabilidad y

NC_i son los pagos en el caso de que el país incumpla sus objetivos de sustentabilidad.

Podemos hallar el p_i implícito en las primas ambientales computadas para cada uno de los bonos. En particular, como se evidencia en la Figura 15, lo realizamos para los bonos Chile36 y Chile 42, donde las valuaciones obtenidas son consistentes. Es fácil ver que las mismas coinciden de forma considerable. Sin embargo, no son iguales, y esto se debe, primordialmente a que los objetivos de sustentabilidad incluidos en cada bono son distintos, con lo que las probabilidades de cumplimiento son disímiles, al compartir solamente uno de los dos objetivos entre ambos. Es interesante ver entonces que la probabilidad de cumplimiento de los objetivos de sustentabilidad computados en base a las primas obtenidas promedia 74.2% para el caso del Chile42 y 69.8% para el Chile36, lo cual, a priori, indica que es más probable que se cumpla con el SPT ii que con el SPT iii, lo cual es perfectamente consistente con los datos reportados en el informe anual de SLB. Adicionalmente, realizando el análisis efectuado sobre las primas ambientales, se ve que la probabilidad para las porciones de la muestra que arrojan diferencias significativas apenas varía respecto del promedio general, alcanzando el 68.7% para el Chile36 y 72.3% para el Chile42. Y si se observa que, luego del reporte SLB anual, que presenta los datos de las variables relevantes actualizados, ambas probabilidades aumentan, 8.3% en el caso del Chile36 y 18.9% en el caso del Chile42. Creemos que la diferencia en la magnitud entre estas se puede explicar por la más alentadora trayectoria del SPT ii respecto a la del SPT iii⁸.

⁸ Sería posible individualizar las probabilidades de cumplimiento respecto a cada objetivo, en vez de tomarlas en conjunto, definiéndolas como:

$$B_i = p_{1i} * C_{1i} + (1 - p_{1i}) * NC_{1i} + p_{2i} * C_{2i} + (1 - p_{2i}) * NC_{2i}$$

Figura 15: Probabilidad de cumplimiento de objetivos ambientales implícita en primas sustentables computadas



Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

V. Estrategia de Valuación II

La segunda estrategia de valuación es en espíritu muy similar a la primera. Conceptualmente, se buscará realizar un análisis parecido al anterior, pero a partir de un modelo diferente. En este caso, se buscarán identificar primas respecto al precio de los activos, a partir de un modelo de valuación para determinarlos. Luego, se buscará contrastar las primas de los bonos “plain vainilla” con las primas de los bonos SLB, para estimar el valor que el mercado les da a las estructuras de primas sustentables presentes en estos últimos.

Para realizar la valuación teórica de los bonos, se utilizará el modelo desarrollado por Merrick Jr. (2001). El mismo propone valorar bonos soberanos bajo riesgo de default utilizando una estructura de tasas ajustada por probabilidad de incumplimiento. La idea central es comparar los precios observados de mercado con los precios teóricos ajustados por el riesgo idiosincrático de cada país, lo que permite inferir la existencia de primas o descuentos.

El modelo asume que el valor de un bono se puede descomponer de la siguiente manera:

Sin embargo, en este caso, no es posible realizar dicha estimación, ya que, para los tres objetivos de sustentabilidad existentes, los bonos disponibles y los resultados computados, no proveen la potencia suficiente como para hallar una solución cerrada al sistema de ecuaciones que se desprende de la ecuación propuesta.

$$V_0 = \sum_{t=1}^N [P_t * f_t * C_t] + [P_N * f_N * F_N] + \sum_{t=1}^N [p_t * f_t * R]$$

Siendo:

V_0 : El valor del activo

P_t : La probabilidad acumulada de pago en el momento t

f_t : El factor de descuento libre de riesgo

C_t : El valor de los cupones del bono en el momento t

F_N : El valor del repago de principal en el momento N

p_t : La probabilidad acumulada de default en el momento t

R : El valor de recuperio del bono, en caso de default

En este caso, el modelo incorpora el riesgo a partir de la probabilidad de default, descontando todos los flujos del activo a la tasa libre de riesgo. Ahora bien, distingue que existen dos estados de la naturaleza del bono. Mientras el emisor realice los pagos correspondientes, el valor de este viene dado por los montos descontados de los pagos de cupón y de principal del mismo. En cambio, en el caso de un default, el valor del bono viene dado por su valor de recuperio, es decir, el monto que el inversor puede recuperar a partir de una renegociación con el emisor. Ahora bien, ambos escenarios se ponderan por la probabilidad de pago/default del bono, lo cual le agrega el riesgo idiosincrático propia de cada crédito específico a la valuación.

En particular, el modelo le otorga una forma funcional lineal a la probabilidad de repago del bono, siendo esta:

$$P_t = (1 - \delta_t)^t$$

Donde δ_t viene dada por:

$$\delta_t = \alpha + \beta * t$$

Se observa entonces que la tasa de default es lineal en función del tiempo.

Ahora bien, tanto α como β y R son valores desconocidos, pero estimables. Estos se pueden inferir de un sistema de ecuaciones iterativo basado en los bonos existentes, dado que se conocen los cashflows de estos, y los precios de mercado actúan como proxys del valor del activo, V_0 . De esta manera, se tienen tres valores de incógnita (los antes mencionados), pero una ecuación por bono existente, donde estas incógnitas se repiten, asumiendo que la probabilidad de default y el valor de recupero de los bonos son los mismos para todo el espacio. Si bien es un supuesto fuerte, dada la presencia generalizada de cláusulas de cross-default en la estructura de los bonos soberanos, y que para los espacios de activos estudiados estos comparten la jurisdicción de emisión y en términos legales casi todas sus provisiones, es esperable que este se cumpla en el caso de un impago por parte del emisor de un bono (Para más detalles, ver Anexo II).

A raíz de la estimación, se pueden computar los nuevos “fair values” teóricos de los bonos, y contrastarlos con su precio de mercado. A partir del cálculo de las primas, y bajo los mismos supuestos de la estrategia anterior, se puede verificar si las primas de precio de los SLB son significativamente diferentes a las halladas en el resto de los bonos del espacio, y de esa manera, encontrar el valor de las primas sustentables para el mercado.

Estimación para Uruguay

Implementación

En el caso de Uruguay, se consideraron los bonos soberanos en USD de este país, siendo el bono bajo análisis el Urugua34. Los bonos que se utilizaron para calibrar los valores de recupero y las probabilidades de default fueron el Urugua25 Urugua27, Urugua31, Urugua33, Urugua36, Urugua45, Urugua50 y Urugua55⁹. Para calibrar el modelo, se utilizó la curva de bonos del tesoro de los Estados Unidos como la tasa libre de riesgo de referencia. Luego, los precios de los bonos fueron obtenidos de Bloomberg, siendo estos los datos al cierre de cada día hábil, mientras que los cashflows de los bonos son conocidos a partir de sus respectivos prospectos de emisión, compilados

⁹ Ver nota al pie 3

también por Bloomberg. El período bajo estudio es el mismo que para la estrategia de valuación anterior, es decir, el que abarca desde el 1/11/2022 hasta el presente¹⁰.

A partir del cómputo de las probabilidades de default y valores de recupero comunes para todos los bonos, podemos reconstruir los fair values de los bonos, en términos de su precio, y compararlo con su precio de mercado. Con lo cual, en este caso la interpretación de las primas es a la inversa que en la estrategia de valuación anterior. Mientras que una diferencia positiva en términos del rendimiento del bono es sinónimo de un menor precio que el teórico, una diferencia positiva en el precio del bono implica una menor tasa de rendimiento.

Resultados

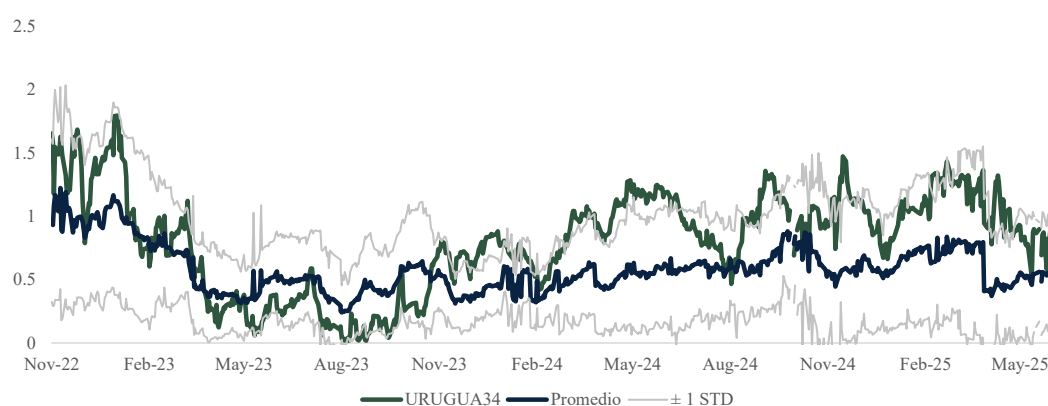
Los resultados de la calibración, como se observa en la Figura 16, son consistentes con lo obtenido con el método de valuación anterior, en el sentido de que no se observan diferencias significativamente distintas a la diferencia promedio del grupo de bonos de control. En toda la muestra, se aprecia que solamente el 29.1% de los días se encuentra una diferencia significativa entre el Urugua34 y la diferencia promedio del grupo de control amplio. Sin embargo, vemos que las diferencias entre el precio de mercado y el precio teórico del bono SLB ocasionalmente supera por más de un desvío estándar la diferencia promedio del grupo de control. A diferencia del caso anterior, sin embargo, esas suelen ser por tener variaciones mayores, no menores, como resultaba en el caso antes estimado. Ahora bien, estas existen simplemente en periodos muy cortos, y no es posible realizar una interpretación sistémica de las mismas. Mas bien, parecen ser producto de la volatilidad existente en el mercado. Esto es especialmente cierto para el periodo del 4T24 al 1T25, donde, según lo comentado anteriormente, existió significativa volatilidad en el precio de los bonos uruguayos debido al proceso electoral y el deterioro en las perspectivas de crecimiento global.

Tal como se señaló en una sección anterior, los resultados obtenidos en este periodo, pese a la volatilidad observada, se mantienen en línea con el comportamiento histórico del bono. En este sentido, dada la baja significatividad de los resultados, no deberían esperarse ajustes en el pago de cupón y, por lo tanto, no sorprende que el valor teórico y el de mercado se mantengan próximos, en coherencia con lo que arroja el modelo. Sin

¹⁰ Este trabajo fue presentado con datos hasta el 30/5/2024.

embargo, es interesante notar que durante el período del 26/3/2024 al 14/6/2024, el modelo captura una disimilitud significativa entre la magnitud de las diferencias del SLB y las del promedio del grupo de control. Esto coincide de forma casi perfecta con el periodo también significativo detectado en la otra estrategia de valuación, ya que esta presentaba magnitudes de diferencias de tasas menores al promedio para el periodo entre el 6/3/2024 y 12/7/2024. A continuación, se buscará evaluar si los resultados obtenidos desde el punto de vista del signo son consistentes entre ambos modelos.

Figura 16: Diferencias en valor absoluto para el Urugua34 contra el promedio del grupo de control amplio



Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

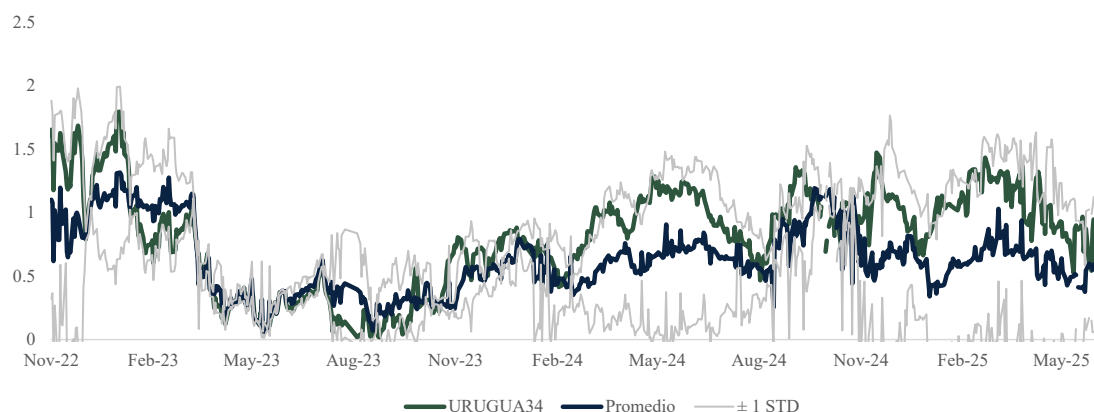
Para asegurar la robustez de los resultados obtenidos, reducimos la muestra de bonos promedio a los más cercanos al Urugua34, utilizando el mismo criterio que en la estrategia de valuación anterior¹¹. Observando la Figura 17, es posible ver que, al acotar el grupo de control, la diferencia significativa antes hallada desaparece para el período de interés, lo cual señala que, si bien es posible identificarla, no es tan robusta. En particular, al reducir el grupo de control, la cantidad de días significativos pasa de 29.1% a 17.8%, reduciéndose más de 10 puntos porcentuales. Durante el periodo de Marzo a Junio de 2024, la magnitud de la diferencia resultante del bono SLB no supera un desvío estándar respecto del promedio del grupo de control acotado.

En cuanto al signo, observamos que el bono generalmente exhibe una diferencia con su valor teórico negativa. Es decir, su precio de mercado es menor al estimado. Solamente

¹¹ Ver nota al pie 5

durante un período esta diferencia se vuelve positiva (de Mayo a Octubre de 2023), sin embargo, no se condice con ningún periodo de significatividad antes observado. En

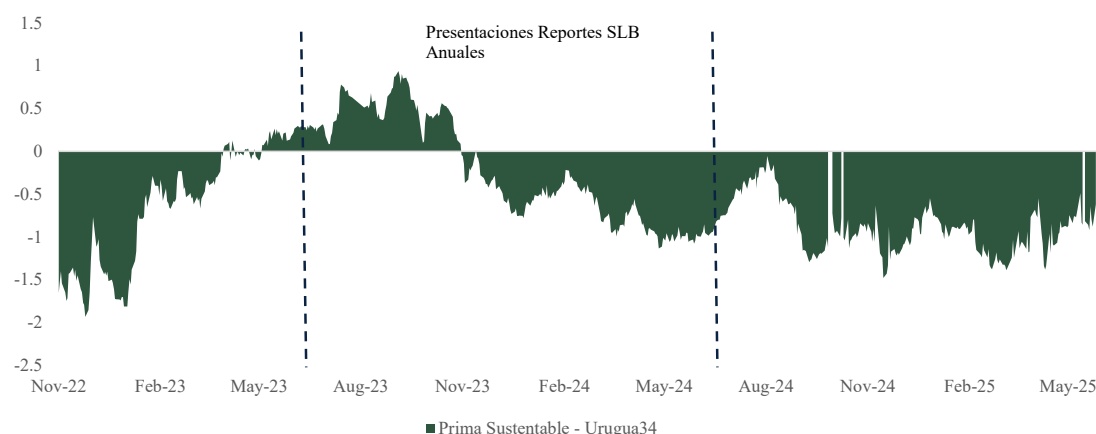
Figura 17: Diferencias en valor absoluto para el Urugua34 contra el promedio del grupo de control reducido



Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

promedio, la diferencia durante el periodo de análisis para este bono es de -0.57 respecto de su precio teórico. Para el momento en el cual se encontró una diferencia significativa respecto al promedio antes mencionado (26/3/2024 al 14/6/2024), el valor que se computa para esta diferencia es negativo durante todo el período. Si bien los resultados no presentan tanta robustez debido a que no son replicables con el grupo de control limitado, si son consistentes con lo hallado en la estrategia de valuación anterior, donde para ese momento en el tiempo, se identificó una diferencia positiva en tasa respecto de la valuación teórica, que es equivalente a una diferencia negativa en precio desde el punto de vista de la interpretación. Esta diferencia, en promedio para el período, alcanza el -0.74. Realizando el análisis de sensibilidad, sin embargo, observamos que el valor promedio hallado es consistente con una diferencia de tasa de alrededor de 9 puntos básicos, que asciende a 11pb considerando el valor encontrado para el periodo donde hay diferencias significativas. En este caso, no se observa una diferencia muy significativa entre los periodos de reporte anual y el resto, no hay clivajes marcados en los mismos. Por lo tanto, al igual que con la estrategia de valuación anterior, creemos que la no significatividad de los resultados está asociada con la simetría en los pagos de las primas sustentables, que generan que el caso más probable a priori, no muestre una prima en términos del valor del bono.

Figura 18: Estimación de Prima Sustentable para el bono Urugua34



Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

Estimación para Chile

Implementación

En el caso de Chile, también se consideraron los bonos soberanos en USD de este país, siendo los activos de interés, en este caso, el Chile36, el Chile42 y el Chile54. Los bonos que se utilizaron para calibrar la curva de rendimientos teórica fueron el Chile27, Chile28, Chile29, Chile31, Chile32, Chile33, Chile34, Chile41, Chile47, Chile50, Chile52, Chile53, Chile61 y Chile71¹². Para calibrar el modelo, se utilizó la curva de bonos del tesoro de los Estados Unidos como la tasa libre de riesgo de referencia. Luego, los precios de los bonos fueron obtenidos de Bloomberg, siendo estos los datos al cierre de cada día hábil, mientras que los cashflows de los bonos son conocidos a partir de sus respectivos prospectos de emisión, compilados también por Bloomberg. El período bajo estudio es el mismo que para la estrategia de valuación anterior, es decir, desde que existen los tres instrumentos y cotizan en el mercado secundario.

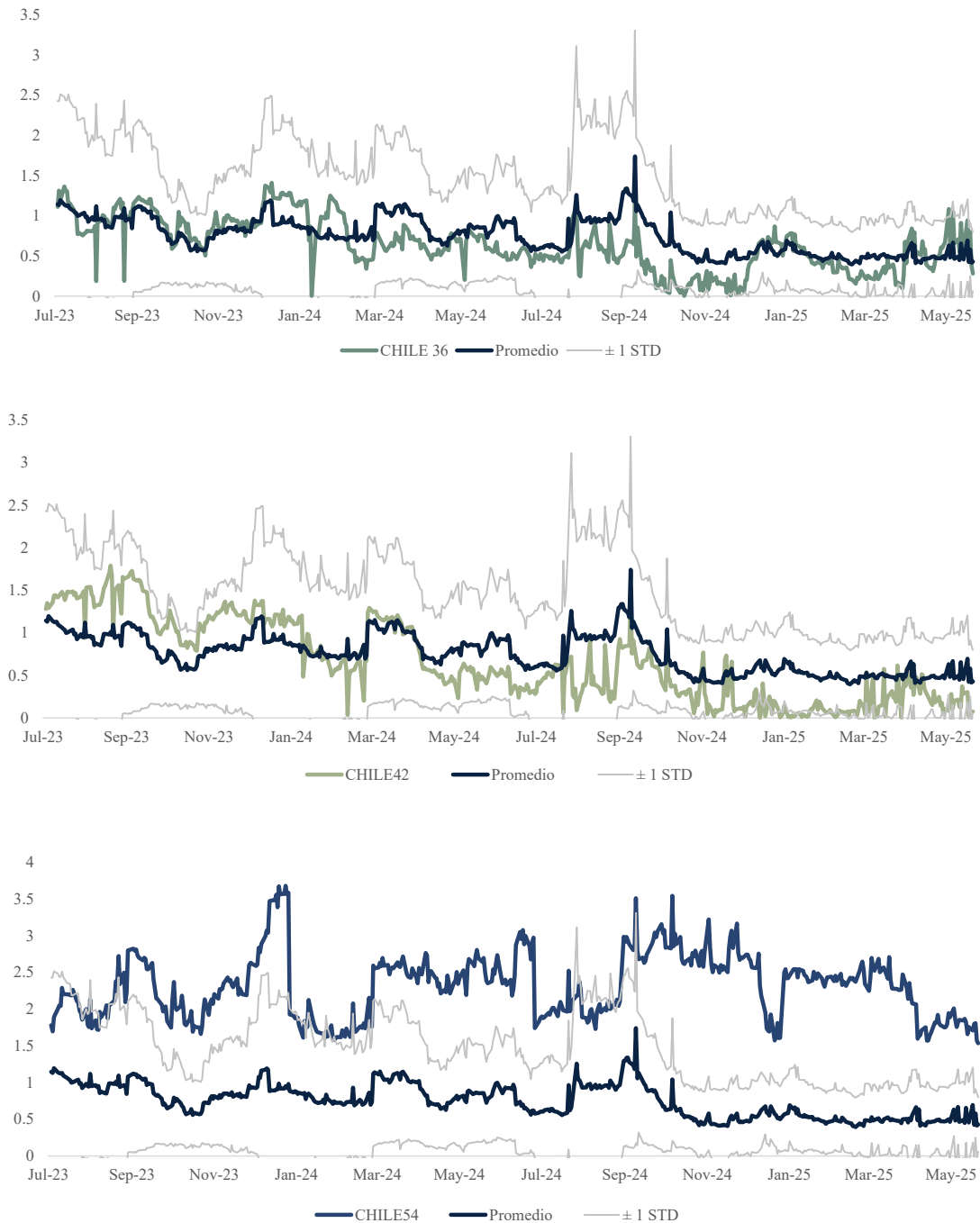
En ese caso, se replica el procedimiento descrito en la valuación del caso de Uruguay, siendo la estrategia de cómputo y de identificación de las primas idéntica a la mencionada anteriormente.

¹² Ver nota al pie 6

Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos, en el caso de esta calibración, a priori la magnitud de las diferencias obtenidas no es significativa para el Chile36 y el Chile42, como se observa en la Figura 19. Sin embargo, si lo resultan para el Chile54 (87% de la muestra

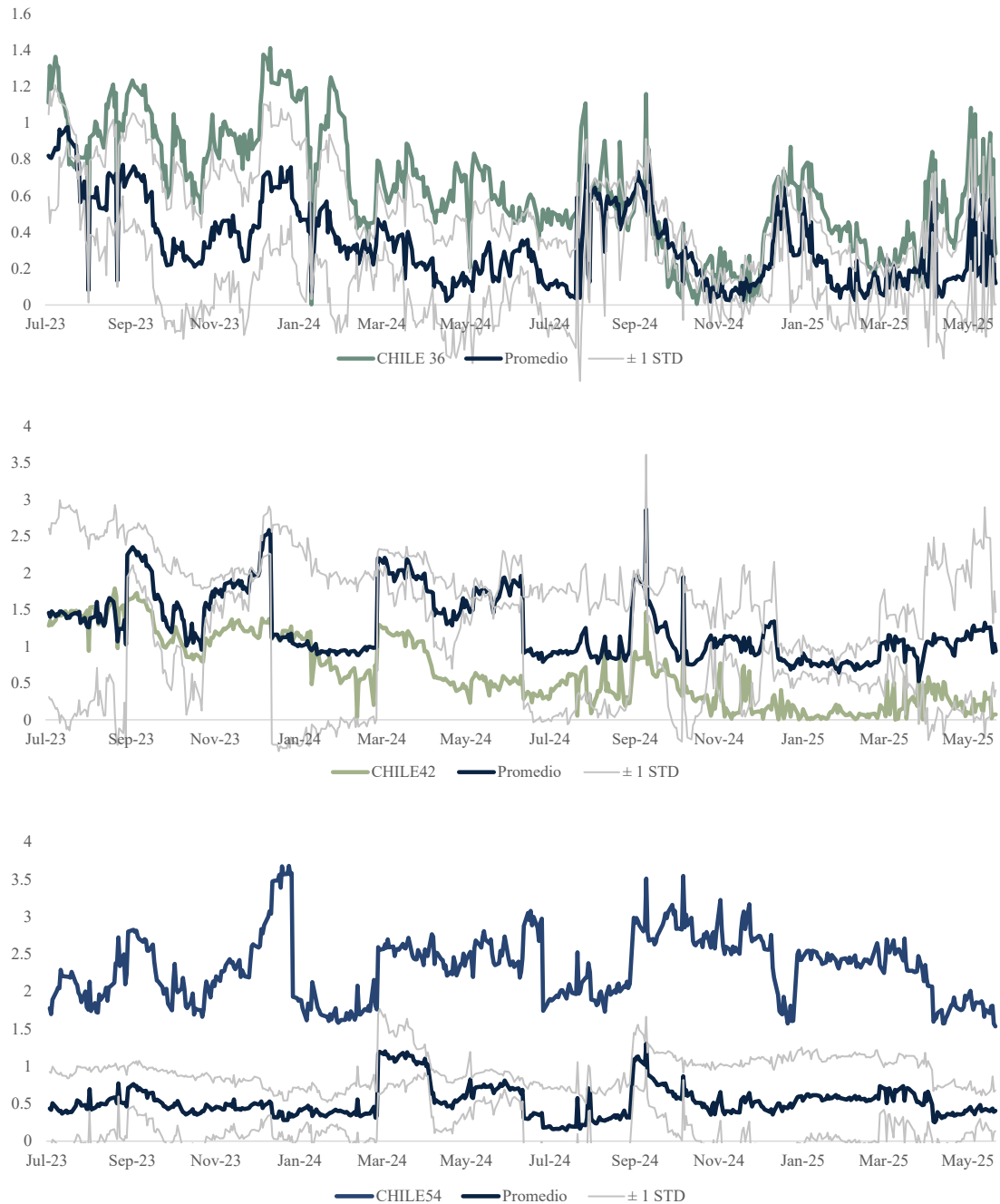
Figura 19: Diferencias en valor absoluto para el Chile36, Chile42 y Chile54 contra el promedio del grupo de control amplio



Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

posee diferencias significativas), lo cual no es consistente con lo hallado en la estrategia de valuación anterior, donde encontramos diferencias significativas para todos los bonos.

Figura 20: Diferencias en valor absoluto para el Chile36, Chile42 y Chile54 contra el promedio del grupo de control reducido



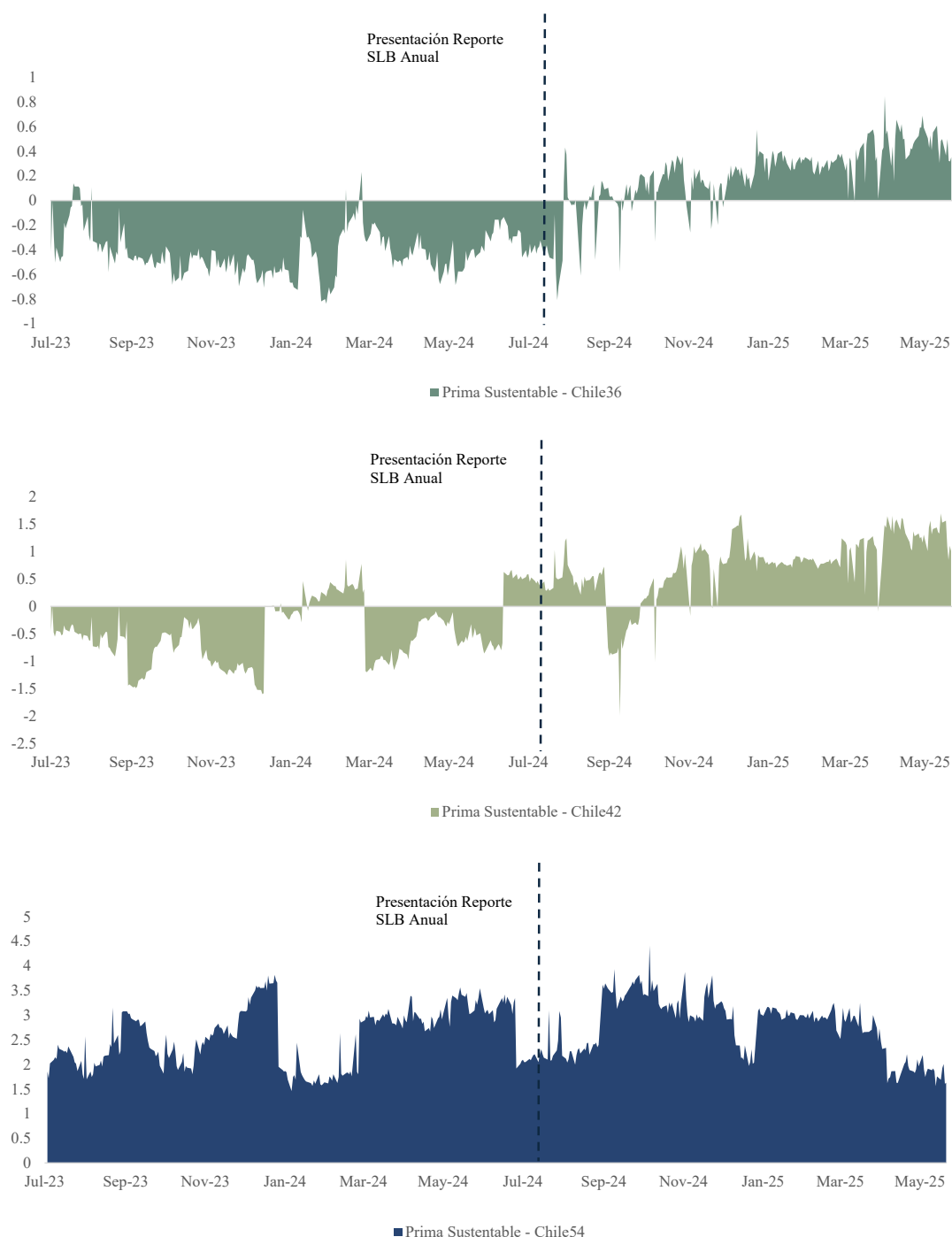
Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

Ahora bien, reduciendo la muestra a los bonos más cercanos a cada uno de los activos SLB estudiados, hallamos que las diferencias en magnitud se vuelven significativas para el Chile36, pero no lo hacen para buena parte del periodo para el Chile42, aunque si aumentan su significatividad respecto de la muestra amplia. En particular, de una proporción de 2% de diferencias significativas con la muestra ampliada, se observa un aumento a 81% con la muestra reducida en el Chile36, y de 6% a 54% para el Chile42. La significatividad de los resultados aumenta también para el Chile54, de 87% a 100% con la muestra reducida. A pesar de esto, el análisis parece perder algo de robustez respecto a los resultados obtenidos.

Observando los signos obtenidos para las diferencias, estos en el caso del Chile36 y Chile42 son consistentes con lo reportado en la primera estrategia de valuación, ya que presentan desvíos negativos respecto de su precio teórico, lo que implica una prima teórica equivalente en signo a la hallada para el método anterior.

En cuanto al Chile36, se observa que presenta una diferencia con su valor teórico negativo. Solamente hacia el final del período esta diferencia se vuelve positiva (de Noviembre 2024 a Mayo 2025), sin embargo, se condice con el periodo de menor significatividad respecto del promedio identificado con la muestra reducida. En promedio, la diferencia durante el periodo de análisis para este bono es de -0.14 respecto de su precio teórico (lo que es equivalente a una prima en rendimiento de 2pb). Para el momento en el cual se encontró una diferencia consistentemente significativa respecto al promedio antes mencionado el valor que se computa para esta diferencia es negativo durante todo el período, y el promedio de la diferencia asciende a -0.19 (lo que es equivalente a una prima en rendimiento de 2.5pb). Excluyendo el periodo de volatilidad de inicios de 2025, el valor asciende a -0.3 (lo que es equivalente a una prima en rendimiento de 4pb). Si bien los resultados no presentan tanta robustez debido a que no son replicables con el grupo de control amplio, si son consistentes con lo hallado en la estrategia de valuación anterior, donde para ese momento en el tiempo, se identificó una diferencia positiva en tasa respecto de la valuación teórica, que es equivalente a una diferencia negativa en precio desde el punto de vista de la interpretación. Se observa entonces que, si bien se halla un efecto consistente con lo encontrado en la estrategia de valuación anterior, este es considerablemente menos significativo, y a su vez de menor magnitud.

Figura 21: Estimación de Primas Sustentables para los bonos Chile36, Chile42 y Chile54



Fuente: Elaboración propia basada en Merrick Jr. (2001) y datos de Bloomberg.

En cuanto al Chile42, se observa que no presenta una diferencia distinta a la de su grupo de control considerando la totalidad de la muestra (0.007). En cuanto al signo que se observa en las diferencias calculadas, este es primordialmente negativo, al igual que en el caso anterior, a pesar de que para el mismo periodo antes mencionado la diferencia adquiere una mayor volatilidad. Como se mencionó anteriormente, las primas

sustentables estimadas, en promedio para el periodo de análisis es casi nula. Sin embargo, considerando el período significativo, esta desciende a un valor negativo, aunque modesto (-0.02, equivalente 0 en prima de tasa de rendimiento). Obviando el período de volatilidad de 2025, hallamos que el valor de la primas sustentable promedio es de -0.25 (equivalente a 2.5bp en prima de tasa de rendimiento), lo cual es consistente con lo encontrado en la sección anterior. El problema que evidencia este bono es que sus periodos de significatividad son un tanto erráticos, y muestran más volatilidad que en el caso del Chile36. Adicionalmente poseen el mismo defecto que el bono antes mencionado, ya que no presentan tanta robustez debido a que no son replicables con el grupo de control ampliado. Dicho esto, los cálculos finales si son consistentes con lo hallado en la estrategia de valuación anterior, donde para ese momento en el tiempo, se identificó una diferencia positiva en tasa respecto de la valuación teórica, que es equivalente a una diferencia negativa en precio desde el punto de vista de la interpretación. Al igual que con el caso del Chile36, se observa entonces que, si bien se halla un efecto consistente con lo encontrado en la estrategia de valuación anterior cuando se consideran los períodos más relevantes, este es considerablemente menos significativo y de menor magnitud.

Finalmente, el Chile54 demuestra variaciones respecto al promedio significativas para todo el periodo. Sin embargo, el modelo captura una prima sustentable positiva en precio para la totalidad de este, lo cual es contrario a lo hallado en el método de valuación anterior. La misma es extremadamente robusta, promediando 2.66 (-20pb en términos de tasa de interés) en la muestra completa que al ser totalmente significativa, rinde un resultado idéntico considerando los periodos de significatividad, y solamente asciende a 2.68 al excluir 2025 del análisis. Si bien exhibe una volatilidad no despreciable, los resultados obtenidos son consistentes a lo largo del periodo observado, y sin cambios de signo. Creemos que, debido a la extendida duración del bono, el modelo puede tener problemas capturando con exactitud las primas obtenidas, cosa que se observa a su vez del Chile36 al Chile42. Esto también influye en los cálculos del método anterior, con lo que creemos que la calibración de este bono puede requerir un método adicional, que no entrará en el marco de la presente investigación.

VI. Conclusión

Realizados los cálculos para ambas estrategias de valuación, vemos que lo obtenido a través del primer método es perfectamente consistente con el objetivo del trabajo, ya que ofrece resultados empíricamente interpretables, que adicionalmente son consistentes con el marco teórico antes presentado y con las características de los bonos SLB descritos en el estudio. Adicionalmente, hallamos que estos tienen una robustez estadística significativa, lo cual valida el análisis realizado y permite, de forma certera, identificar el valor de las primas sustentables presentes en esta clase de activos.

Ahora bien, los resultados obtenidos para la segunda estrategia de valuación no exhiben el mismo grado de consistencia ni de robustez. Creemos que el hecho de que este segundo método requiera la estimación previa de una probabilidad de default y un valor de recupero puede generar mayor ruido a la hora de estimar las primas, y siendo estas tan pequeñas y sensibles a la volatilidad, es evidente que la falta de potencia del modelo dado el uso de estimadores conlleva a una menor significatividad estadística por parte de las valuaciones de las primas sustentables. Sin embargo, los resultados obtenidos son parcialmente consistentes con lo hallado para el modelo anterior, con la excepción de la valuación de las primas sustentables del Chile⁵⁴. Por lo tanto, para el uso práctico, la estrategia de valuación inicial parece ser estrictamente superior a la segunda, tanto en términos de los resultados obtenidos y su consistencia con la interpretación teórica como desde el punto de vista de la robustez.

Figura 22: Resumen de Resultados

	Método de Valuación I					Método de Valuación II			
	Significatividad*		Prima Estimada (en tasa)**	Prob. de cumplimiento Implícita**	Consistencia	Significatividad*		Prima Estimada (en tasa)**	Consistencia
	Grupo Amplio	Grupo Reducido				Grupo Amplio	Grupo Reducido		
Chile 36	79.50%	88.40%	15.1 pb	69.80%	Consistente	2%	82%	2 pb	Parcialmente Consistente
Chile 42	94.70%	83.70%	6.5 pb	74.20%	Consistente	6%	53%	0 pb	Parcialmente Consistente
Chile 54	66.60%	94.70%	14.3 pb	-	Parcialmente Consistente	88%	100%	-20 pb	Inconsistente
Uruguay 34	20.90%	39.60%	-4.7 pb	-	Consistente	28.40%	17.40%	9 pb	Consistente

* Se reporta el % de la muestra para la que las diferencias en el bono de interés poseen un desvío estándar de variación respecto de la diferencia promedio del grupo de control

** Se reporta el valor promedio obtenido para el periodo bajo análisis.

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados obtenidos de los modelos computados.

No obstante, queda en evidencia que la valuación de las primas sustentables de los Sustainability-Linked Bonds (SLBs) aún se enfrenta a desafíos significativos. En primer

lugar, la dificultad para estimar correctamente las variables subyacentes a los objetivos de sustentabilidad, tales como las metas de reducción de emisiones o el área de bosque nativo, constituye una barrera central. Esta complejidad se ve acentuada por la naturaleza innovadora de la estructura financiera de los SLBs, que introduce elementos contingentes poco habituales en la deuda soberana tradicional. Por esta razón, entendemos que los modelos de valuación disponibles se encuentran todavía en una etapa incipiente, y que su precisión y capacidad explicativa probablemente mejoren a medida que el mercado gane madurez y se acumulen más datos empíricos.

Adicionalmente, la lejanía temporal de los objetivos de sustentabilidad comprometidos, que en muchos casos superan los cinco o incluso diez años, agrava la incertidumbre respecto al cumplimiento efectivo de las metas y, por ende, dificulta la estimación del valor esperado de los flujos de caja ajustados por eventos de cumplimiento o incumplimiento. Esta incertidumbre se ve amplificada por la escasa cantidad de observaciones disponibles sobre las variables críticas para la valuación, lo que limita las posibilidades de contrastar empíricamente las hipótesis de los modelos existentes. Una vez que los bonos se hallen más cerca de la fecha límite propia de cada uno, dado que la menor incertidumbre permitirá al mercado valorar las primas sustentables de manera más precisa, esto seguramente redundará en estimaciones más contundentes en los modelos desarrollados.

Otro aspecto relevante es la falta de evidencia concluyente sobre el efecto de los reportes de progreso anuales en la formación de primas en el precio de los instrumentos. Aunque se especula que dichos informes podrían influir en la percepción del riesgo asociado a cada bono, hoy en día no existe un volumen suficiente de datos ni una trayectoria histórica extensa que permita testear rigurosamente esta hipótesis. Este vacío constituye una oportunidad para futuras investigaciones, que podrían abordar el impacto dinámico de los reportes sobre la trayectoria de la prima y la evolución del precio de los SLBs en los mercados secundarios.

A pesar de estas limitaciones, los SLBs presentan un notable potencial para expandirse como herramienta de financiamiento en el ámbito soberano, especialmente en un contexto global en el que los compromisos ambientales adquieren creciente relevancia. Una de sus principales ventajas, como se ha señalado anteriormente en el trabajo, es que permiten a los emisores canalizar recursos hacia gastos generales, a diferencia del resto

de los instrumentos sustentables de renta fija existentes, que exigen una afectación específica a proyectos y a usos de los fondos. Esta flexibilidad amplía sustancialmente la base de países que pueden recurrir a este tipo de instrumentos, incluyendo a aquellos que, por limitaciones institucionales o presupuestarias, no podrían emitir bonos temáticos tradicionales. Sin embargo, los requisitos de transparencia necesarios para emisiones de este tipo, y el trabajo inter-ministerial dentro del sector público que se requiere para el reporte y seguimiento de las variables son obstáculos importantes, que pueden desincentivar su uso en el corto plazo.

En este sentido, los SLBs constituyen un avance significativo dentro del universo de las finanzas sustentables. Son los primeros instrumentos financieros que integran explícitamente objetivos de sostenibilidad en su estructura contractual, haciendo que el desempeño ambiental, social o de gobernanza tenga consecuencias económicas concretas. Por lo tanto, representan no solo una innovación financiera, sino también una evolución conceptual en la forma en que los compromisos climáticos y sociales pueden internalizarse dentro de los marcos de financiamiento soberano. Y creemos que este trabajo realiza un aporte concreto, específico y aplicable para su mayor comprensión y divulgación en el mundo, ya que creemos que la correcta valuación de las primas sustentables es, a priori, fundamental para la adopción de estos activos en el mercado financiero e indispensables para su correcta valuación y pricing. Esto puede beneficiar tanto a inversores como a emisores, además de generar externalidades positivas dados los beneficios positivos del cumplimiento de los objetivos ambientales, que tienen efecto a nivel nacional, no solo impactando el rendimiento de los activos, sino contribuyendo a un sendero de crecimiento más sostenible.

VII. Listado de Referencias Bibliográficas

Banco de Pagos Internacionales. (2022). *Sovereigns and sustainable bonds: Challenges and new options*. https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt2209d.pdf

Fondo Monetario Internacional. (2025, abril). *Perspectivas de la economía mundial: Un momento de transición*.
<https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2025/04/22/world-economic-outlook-april-2025>

G20 Sustainable Finance Working Group. (2024). *2024 G20 sustainable finance report*.
<https://g20sfwg.org/wp-content/uploads/2024/10/2024-G20-Sustainable-Finance-Report.pdf>

International Capital Market Association. (2021). *Green Bond Principles: Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds*.
<https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2021-updates/Green-Bond-Principles-June-2021-140621.pdf>

International Capital Market Association. (2021). *Sustainability Bond Guidelines: Voluntary Process Guidelines for Issuing Sustainability Bonds*.
<https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2021-updates/Sustainability-Bond-Guidelines-June-2021-140621.pdf>

International Capital Market Association. (2023). *Social Bond Principles: Voluntary Process Guidelines for Issuing Social Bonds*.
<https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2023-updates/Social-Bond-Principles-SBP-June-2023-220623.pdf>

International Capital Market Association. (2023). *Sustainability-Linked Bond Principles: Voluntary Process Guidelines for Issuing Sustainability-Linked Bonds*.
<https://www.icmagroup.org/assets/documents/Sustainable-finance/2023-updates/Sustainability-Linked-Bond-Principles-June-2023-220623.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2020). *Contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Chile: Actualización 2020*. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf

Nelson, C. R., & Siegel, A. F. (1987). Parsimonious modeling of yield curves. *The Journal of Business*, 60(4), 473–489. <https://doi.org/10.1086/296409>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2024). *OECD review on aligning finance with climate goals*. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-review-on-aligning-finance-with-climate-goals_b9b7ce49-en.html

Sanz-Paris, C., & Peláez, P. (2021). *Los bonos vinculados a la sostenibilidad son la mejor nueva opción para inversores ASG*. BID Invest. <https://idbinvest.org/es/blog/impacto-en-el-desarrollo/los-bonos-vinculados-la-sostenibilidad-son-la-mejor-nueva-opcion-para>

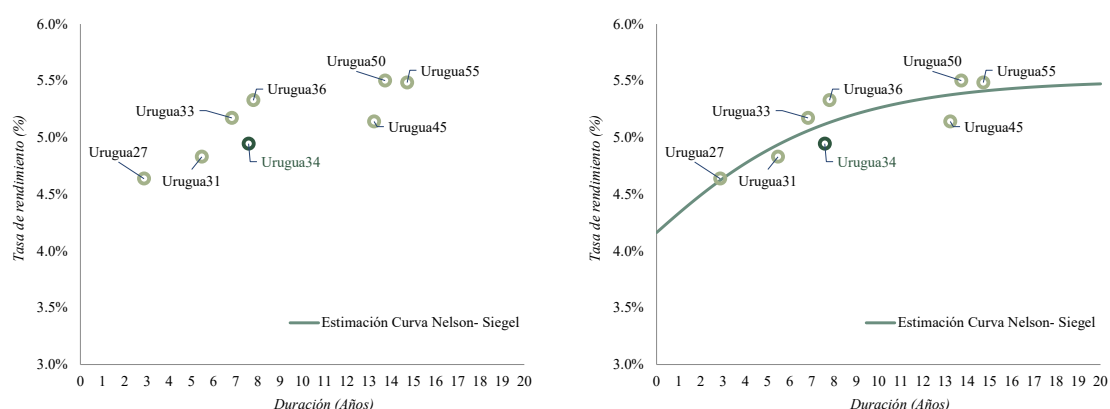
United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI). (2022). *How to align with the Paris Agreement: A resource note for banking associations and banks*. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2022/06/How-align-with-the-Paris-Agreement-a-resource-note-for-banking-associations-and-banks-30062022.pdf>

VIII. Anexo I: Detalle de la Estrategia de Valuación I

A continuación, se ejemplifica con más detalle el mecanismo de estimación de los rendimientos teóricos que se computan a través del modelo desarrollado en la sección IV. Estos son luego utilizados como benchmark para calcular el valor estimado de la prima sustentable a partir de la estrategia de valuación descrita en el capítulo IV de este trabajo. Se ejemplificará con el espacio de Bonos en USD de Uruguay, pero el procedimiento es equivalente para el espacio de activos de Chile.

Como se observa en la Figura 1 (izquierda), si se grafican los bonos en USD, emitidos bajo ley de NY en términos de su tasa de rendimiento diaria y de su duración, obtenemos un “scatter plot”, que da una idea aproximada de, para distintos momentos del tiempo, que tasa debería rendir un bono Uruguayo de las características antes descritas. Lo que hace el modelo de Nelson y Siegel (1987) es, a partir de los puntos existentes, estimar la curva que mejor se ajuste a estos, de manera de construir una estructura de tasas teóricas de lo que debería rendir un bono Uruguayo para cada momento del tiempo. Se ejemplifica esto en la Figura 1 (derecha), donde se observa como es que, a partir de las tasas de los bonos uruguayos, se construye una curva para todo momento del tiempo intermedio entre cada observación presente. Esta estimación se realiza en base a la ecuación descrita en la sección superior, para cada día con datos disponibles.

Figura 1: Calibración del Modelo Nelson Siegel (1987) para Uruguay



Ejemplo utilizando datos del 28/8/2023

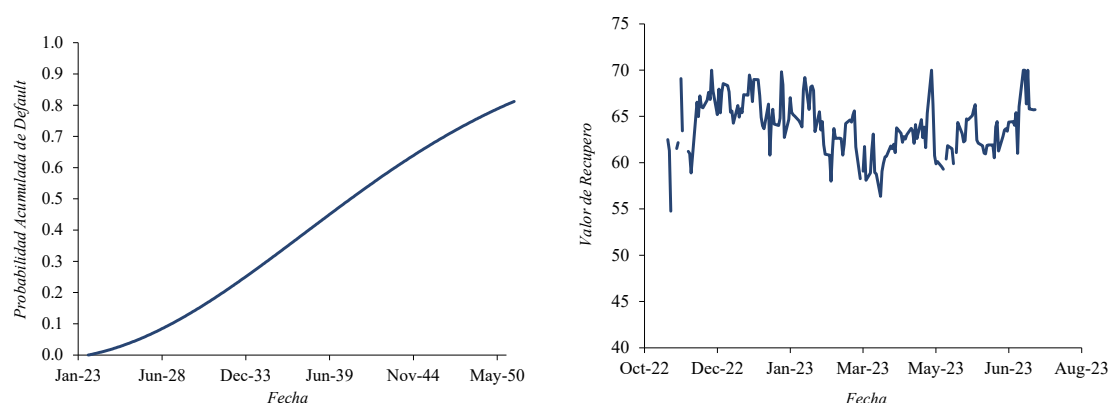
Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

Podemos entonces, una vez estimada la curva a partir del modelo, contrastar las tasas teóricas obtenidas con el rendimiento de mercado de cada uno de los bonos existentes, y de ahí continuar con el análisis que se realiza de forma más detallada en las secciones principales del trabajo.

IX. Anexo II: Detalle de la Estrategia de Valuación II

En este anexo se describe con más detalle el proceso de estimación presente en el modelo de Merrick Jr (2001), que computa el valor justo de los bonos de Uruguay y Chile, basándose en la ecuación presentada en la sección V del trabajo. Como se mencionó anteriormente, el modelo inicialmente tiene dos incógnitas, siendo esta la probabilidad de default de los bonos, y el valor de recupero de los mismos, ya que el resto de las variables (tasa libre de riesgo y cashflows de los bonos) son conocidas. A raíz de la forma funcional determinada para la probabilidad de default, esto arroja 3 parámetros a estimar, α , β y R . En la Figura 2 se observa el cómputo de un ejemplo de la probabilidad de default estimada (derecha), y los valores de recupero estimados para una porción de la muestra (izquierda).

Figura 2: Probabilidad de Default y Valores de Recupero estimados en base al modelo de Merrick (2001) para Uruguay



Probabilidad de default computada utilizando datos del 28/8/2023

Valores de recupero estimados para el período Nov-22 a Jul-23

Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

Dado que, por lo mencionado en la sección correspondiente del trabajo, es factible asumir que la probabilidad de default y el valor de recupero son idénticos para cada bono, podemos, a través de un sistema de ecuaciones, hallar los valores estimados para

los parámetros. Como cada bono tiene su cashflow específico y precio de mercado, pero comparte los parámetros con el resto de los mismos, podemos computar una ecuación por bono. Dada la existencia de tres parámetros, se requieren al menos tres bonos para que el modelo tenga la suficiente potencia como para arribar a una solución cerrada. Dado que existen más tanto en el caso de Chile como de Uruguay, se puede optimizar la solución, hallando entonces el valor de los tres parámetros para cada día con datos disponibles.

Figura 3: Calibración valores justos para los Bonos de Uruguay en base al modelo de Merrick (2001)

28-Aug-23		
Bono	V_o	Precio de Mercado
Urugua25	102.2	102.4
Urugua27	98.9	99.2
Urugua31	98.0	97.5
Urugua33	119.0	119.9
Urugua34	106.2	106.3
Urugua36	120.6	119.6
Urugua45	86.2	87.0
Urugua50	95.0	94.5
Urugua55	92.6	92.5

Valores computados utilizando datos del 28/8/2023

Fuente: Elaboración propia basada en Nelson, C. R., & Siegel, A. F., (1987) y datos de Bloomberg.

Una vez hallados los valores de los parámetros estimados, se puede construir el valor justo para cada bono a partir de ellos, y contrastarlo con su valor de mercado, para obtener el valor de las primas sustentables, cálculo que se desarrolla con mayor detalle en la sección correspondiente.