

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



“MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO  
SOBERANO EN PERÚ, 2012 – 2022”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA

AUTOR:

LUCIANO FRANCO BELTRAN TAPIA

ASESOR:

Dr. EDGAR LÓPEZ SALVATIERRA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ECONOMÍA GENERAL

Callao, 2023

PERÚ



## **INFORMACIÓN BÁSICA**

**FACULTAD:** FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS (FCE)

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:** FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

**TÍTULO:** *“MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 – 2022”*

**AUTOR (es):** BELTRAN TAPIA, LUCIANO FRANCO

**CODIGO ORCID:** 0000-0002-2792-4364 / DNI 76383532

**ASESOR:** DR. LÓPEZ SALVATIERRA, EDGAR

**CODIGO ORCID:** 0000-0002-8390-363X / DNI 258089371

**LUGAR DE EJECUCIÓN:** UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**TIPO:** CORRELACIONAL

**ENFOQUE:** CUANTITATIVO

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** NO EXPERIMENTAL

**TEMA OCDE:** 5.02.01 - ECONOMÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMÍA

LIBRO 1 FOLIO No. 271 ACTA N° 16/23 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMÍA

A los 07 días del mes de octubre del año 2023 siendo las 9.38 horas se reunió el JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS en la Facultad Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Callao, para la obtención del título profesional de Economista, designado por resolución N° 308-2023-CF/FCE, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Dr. Máximo Estanislao Calero Briones	: Presidente
Mg. David Dávila Cajahuanca	: Secretario
Mg. César Alberto Salinas Castañeda	: Vocal
Mg. José Asención Corbera Cubas	: Miembro(s)

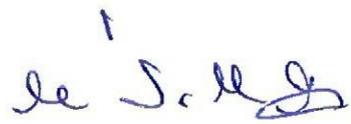
Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller, BELTRÁN TAPIA LUCIANO FRANCO, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de ECONOMIA, sustentan la tesis titulada "MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 - 2022", cumpliendo con la sustentación en acto público;

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Excelente y calificación cuantitativa dieciocho (18) la presente tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023-CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la Sesión a las 10.05 horas del día 07 de octubre del 2023.

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Máximo Estanislao Calero Briones  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Mg. David Dávila Cajahuanca  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Mg. César Alberto Salinas Castañeda  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Mg. José Asención Corbera Cubas  
(Miembro suplente)

Bellavista, 27 de octubre del 2023

SEÑOR

Dr. CARO ANCHAY AUGUSTO

Decano de la Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional del Callao

De mi mayor consideración

Es grato dirigirnos a Usted a fin saludarlo e informarle lo siguiente:

Los miembros el Jurado hemos revisado el Informe que contiene la absolución de las observaciones que dimanaron del acto de sustentación de la tesis “**MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 – 2022**”, del señor: LUCIANO FRANCO BELTRAN TAPIA. Dicho acto se realizó el 07 de octubre del 2023.

Luego de la revisión del referido documento, los miembros del Jurado: Dr. Máximo Estanislao Calero Briones, Mg. David Dávila Cajahuanca, Mg. César Alberto Salinas Castañeda y el Mg. José Asención Corbera Cubas, hemos dado la conformidad respectiva. Por lo tanto, acordamos darle paso para que continúe el proceso administrativo que corresponda.

Sin otro particular, quedamos de Usted,

Atentamente



---

Dr. MÁXIMO ESTANISLAO CALERO BRIONES

Presidente

## Document Information

Analyzed document	Archivo1 1A, Beltran Tapia, Luciano Franco-TÍTULO- 2023.docx (D173336934)
Submitted	2023-09-01 16:28:00
Submitted by	
Submitter email	fce.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	0%
Analysis address	unidaddeinvestigacion.fce.unac@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

 <b>TIT_AVANCE_302081_Tesis_Munoz_Bravo.pdf</b>		1
Document TIT_AVANCE_302081_Tesis_Munoz_Bravo.pdf (D141330803)		

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA  
“MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 - 2022”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

AUTOR:

Br. LUCIANO FRANCO BELTRAN TAPIA

ASESOR:

Dr. EDGAR LÓPEZ SALVATIERRA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ECONOMÍA GENERAL

Callao, 2023

PERÚ

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS (FCE)

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

TÍTULO: “MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 - 2022”

AUTOR (es): BELTRAN TAPIA, LUCIANO FRANCO

CODIGO ORCID: 0000-0002 2792-4364 / DNI 76383532

ASESOR: DR. LÓPEZ SALVATIERRA, EDGAR

CODIGO ORCID: 0000-0002 8390-363X / DNI 258089371

LUGAR DE EJECUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

TIPO: CORRELACIONAL

ENFOQUE: CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: NO EXPERIMENTAL

TEMA OCDE: 5.02.01 - ECONOMÍA

DEDICATORIA

Luciano Franco Beltran Tapia

Dedico esta investigación a Dios por bendecirme todos los días, a mis padres Jorge Beltran y Silvia Tapia por su amor incondicional, apoyo constante y creencia firme en mí, les agradezco profundamente por ser mi mayor fuente de inspiración. A mis profesores y mentores, quienes han compartido su conocimiento y guiado mi camino con sabiduría, les agradezco por sembrar la semilla del aprendizaje y ayudarme a florecer como estudiante e investigador. Finalmente, dedico este logro a mi propia determinación y esfuerzo. Cada paso, cada desafío y cada avance han moldeado este camino y me han llevado hasta aquí.

AGRADECIMIENTOS

## DEDICATORIA

Luciano Franco Beltran Tapia

Dedico esta investigación a Dios por bendecirme todos los días, a mis padres Jorge Beltran y Silvia Tapia por su amor incondicional, apoyo constante y creencia firme en mí, les agradezco profundamente por ser mi mayor fuente de inspiración.

A mis profesores y mentores, quienes han compartido su conocimiento y guiado mi camino con sabiduría, les agradezco por sembrar la semilla del aprendizaje y ayudarme a florecer como estudiante e investigador.

Finalmente, dedico este logro a mi propia determinación y esfuerzo. Cada paso, cada desafío y cada avance han moldeado este camino y me han llevado hasta aquí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios por su bendición en cada momento de mi vida, por acompañarme y guiarme en el transcurso de mi carrera profesional.

Agradezco de profundo corazón también a mis padres por haber sido el eje principal de esta formación, por los valores inculcados, por el amor y cariño que me han brindado incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradezco al comité que llevo a cabo este segundo taller de tesis, coordinado por el Mg. Pedro Jave Chávez, por apoyarme con su gestión y poder concluir mi objetivo.

Un sincero Agradecimiento a los miembros del jurado y en especial al Dr. Edgar López Salvatierra por haber sido mi asesor durante este tiempo de arduo trabajo, por sus consejos y motivaciones brindadas.

Finalmente doy un profundo agradecimiento a la Universidad Nacional del Callao en especial a la Facultad de Ciencias Económicas por ser mi casa de estudios y a los profesores que me apoyaron en cada etapa para culminar mi carrera.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>16</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática: .....	16
1.2. Formulación del problema .....	27
1.2.1. Problema General .....	27
1.2.2. Problemas Específicos .....	27
1.3. Objetivos .....	27
1.3.1. Objetivo General .....	27
1.3.2. Objetivos Específicos .....	27
1.4. Justificación .....	28
1.4.1. Justificación Científica .....	28
1.4.2. Justificación Técnica .....	28
1.4.3. Justificación Institucional .....	29
1.4.4. Justificación personal .....	29
1.5. Delimitantes de la investigación .....	30
1.5.1. Delimitante Teórica .....	31
1.5.2. Delimitante temporal .....	32
1.5.3. Delimitante Espacial .....	32
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>33</b>
2.1. Antecedentes .....	33
2.1.1. Internacionales .....	33
2.1.2. Nacionales .....	38
2.2. Bases teóricas .....	43
2.3. Marco conceptual .....	51
2.4. Definición de términos básicos .....	60
<b>III. HIPÓTESIS Y VARIABLES</b> .....	<b>64</b>
3.1. Hipótesis .....	64

3.1.1.	Hipótesis General.....	64
3.1.2.	Hipótesis Específicas .....	64
3.2.	Operacionalización de variables.....	64
3.2.1.	Definición conceptual de variables.....	64
3.2.2.	Definición operacional de variables .....	68
3.3.	Matriz de operacionalización de variables .....	72
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....</b>	<b>73</b>
4.1.	Diseño metodológico .....	73
4.2.	Método de investigación.....	73
4.3.	Población y muestra .....	75
4.3.1.	Población.....	75
4.3.2.	Muestra .....	76
4.4.	Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	76
4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	77
4.5.1.	Técnicas .....	77
4.5.2.	Instrumentos.....	77
4.6.	Análisis y procesamiento de datos.....	77
4.7.	Aspectos Éticos de la investigación .....	78
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
5.1.	Resultados descriptivos.....	80
5.2.	Resultados inferenciales .....	83
5.3.	Otro tipo de resultados estadísticos .....	86
<b>VI.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>90</b>
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	90
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares .....	91
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes .....	92
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>98</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>

## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> .....	72
<i>Tabla 2</i> .....	82
<i>Tabla 3</i> .....	84
<i>Tabla 4</i> .....	86
<i>Tabla 5</i> .....	115
<i>Tabla 6</i> .....	116
<i>Tabla 7</i> .....	117
<i>Tabla 8</i> .....	118

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> .....	80
<i>Figura 2</i> .....	82
<i>Figura 3</i> .....	88

## RESUMEN

Los spreads de crédito soberano miden el riesgo país al capturar el diferencial de tasas entre bonos locales y extranjeros. Sin embargo, mediciones estándar como el EMBIG solo reflejan condiciones históricas promedio. Este estudio busca desarrollar un modelo estocástico que estime spreads ante cambios en fundamentos fiscales y externos del Perú entre 2012-2022.

La metodología aplica técnicas de equilibrio general dinámico estocástico. Incorpora interacción entre variables macroeconómicas, acceso al financiamiento externo, costos de default y políticas fiscales. Las variables endógenas son spreads y nivel de default. Las exógenas son MSCI EPU, tasa libre de riesgo, tasa corporativa y parámetros calibrados.

El objetivo es determinar spreads ante episodios de estrés fiscal, contrastando resultados con el EMBIG Perú. La hipótesis plantea que los spreads modelados tendrán relación estadísticamente significativa con el EMBIG en el corto y largo plazo.

Los resultados permitirán expandir el conocimiento sobre dinámicas locales de riesgo país y apoyar la adopción de medidas prudenciales informadas por parte de autoridades nacionales.

## ABSTRACT

Sovereign credit spreads measure country risk by capturing the differential between local and foreign bond yields. However, standard measurements like EMBIG only reflect average historical conditions. This study seeks to develop a stochastic model to estimate spreads given changes in Peru's fiscal and external fundamentals between 2012-2022.

The methodology applies dynamic stochastic general equilibrium techniques. It incorporates the interaction of macroeconomic variables, access to external financing, costs of default, and fiscal policies. The endogenous variables are spreads and default level. The exogenous ones are MSCI EPU, risk-free rate, corporate tax rate, and calibrated parameters.

The objective is to determine spreads under fiscal stress scenarios, contrasting results with the EMBIG Peru. The hypothesis states that modeled spreads will have a statistically significant relationship with EMBIG in the short and long run. The results will expand knowledge on local sovereign risk dynamics and support the adoption of informed prudential measures by national authorities.

## INTRODUCCIÓN

En un contexto globalizado, los países se ven expuestos a crisis financieras externas que pueden rápidamente propagarse a la economía local a través de choques en variables como tasas de interés internacionales, precios de commodities y flujos de capitales. Ante esta vulnerabilidad, resulta crucial para tomadores de decisión y reguladores contar con métricas robustas para monitorear riesgos y adoptar medidas prudenciales.

Los spreads de crédito soberano (SCS) han cobrado relevancia como indicadores clave del riesgo país, al medir el diferencial entre tasas de bonos soberanos locales y bonos del tesoro de países desarrollados sin riesgo de default. Conceptualmente, el SCS captura la disposición a pagar del deudor soberano y la capacidad de los acreedores para valorar y exigir compensación por riesgos políticos y macroeconómicos específicos del país (Eaton y Gersovitz, 1986).

Si bien existen mediciones estándar de SCS como los índices EMBI, estos proveen valores representativos del promedio histórico en condiciones normales. Se requiere de modelos económicos que permitan estimar SCS ante cambios en variables fiscales y externas relevantes, evaluando respuestas óptimas de política económica.

Este estudio busca desarrollar y validar un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para estimar spreads de crédito soberano del Perú, incorporando interacciones entre fundamentos macroeconómicos, acceso al

financiamiento externo, costos de un potencial default soberano y medidas fiscales.

La investigación se sustenta en la teoría pura de riesgo país de Eaton y Gersovitz (1981) y la literatura sobre renegociación estratégica de deuda iniciada por Bulow y Rogoff (1989). Asimismo, se basa en aplicaciones recientes de modelos dinámicos estocásticos a spreads soberanos como Jeanneret (2015) y Cuadra et al. (2010).

El objetivo general es determinar spreads de crédito soberano para el Perú mediante un modelo econométrico estocástico ante escenarios de vulnerabilidad fiscal, contrastando los resultados con el EMBIG Perú para el periodo 2012-2022. Los objetivos específicos son: (i) Calibrar un modelo de equilibrio general estocástico para el cálculo de spreads soberanos peruanos; (ii) Estimar spreads diarios para el periodo 2012-2022 con datos del MSCI EPU, tasa libre de riesgo y tasa corporativa; (iii) Evaluar la relación de corto y largo plazo entre spreads modelados y EMBIG Perú.

La hipótesis central plantea que el modelo estocástico propuesto permite determinar spreads ante episodios de estrés fiscal, reflejando adecuadamente la dinámica del riesgo soberano local. Las hipótesis específicas establecen que los spreads modelados guardan una relación estadísticamente significativa con el EMBIG Perú en el corto y largo plazo.

La metodología aplicada es la modelización econométrica con técnicas de equilibrio general dinámico estocástico. Las variables endógenas del modelo son spreads soberanos y nivel óptimo de default. Las exógenas son MSCI EPU, tasa

libre de riesgo, tasa corporativa y parámetros calibrados. La validación empírica utiliza contraste econométrico entre los spreads modelados y el EMBIG Perú.

El valor agregado de esta investigación es proveer un modelo específico de spreads soberanos adaptado al caso peruano, superando limitaciones de mediciones estándar como el EMBIG, al incorporar respuestas de política y efectos no lineales. Los resultados permitirán expandir el conocimiento sobre dinámicas locales de riesgo país y apoyar la adopción informada de medidas prudenciales por parte de autoridades nacionales.

# I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

Las crisis económicas son periodos de severa contracción y disrupción en una economía, generalmente caracterizados por una caída significativa del crecimiento económico, un aumento del desempleo, una disminución de la producción y una inestabilidad generalizada en los mercados financieros. Estas crisis pueden tener múltiples causas y manifestarse de diferentes formas, pero suelen tener efectos negativos a gran escala en la economía de un país o incluso a nivel global.

Las crisis económicas pueden ser causadas por una variedad de factores, los cuales pueden ser: crisis financieras, desequilibrios macroeconómicos, crisis de confianza, fluctuaciones en los precios de los productos básicos, desastres naturales y/o conflictos geopolíticos.

Los efectos de una crisis económica pueden ser devastadores, incluyendo una fuerte contracción del PBI, aumento del desempleo, caída del comercio, crisis bancarias, quiebras de empresas y dificultades para acceder a financiamiento. Las consecuencias sociales de las crisis económicas también pueden ser significativas, con un aumento de la pobreza, desigualdad y tensiones sociales.

Durante los últimos años del siglo pasado, las crisis económicas se generalizaron, sobre todo en los países emergentes. Casos muy conocidos son los siguientes:

La crisis financiera mexicana (1994) conocida como la "Crisis del Tequila", la cual fue desencadenada por sobreendeudamiento externo y dependencia de flujos de capital.

La crisis asiática (1997) conocida como la "Crisis del Sudeste Asiático" o la "Crisis de los Tigres Asiáticos", desencadenada por dependencia de endeudamiento en moneda extranjera y la entrada masiva de flujos de capital.

La crisis de la deuda rusa (1998) conocida como la "Crisis Financiera Rusa" o la "Crisis del Rublo", que se debió a la dependencia de los ingresos por exportación de materias primas, salidas masivas de capitales e incumplimiento de pago en su deuda soberana.

Las crisis económicas no solo se presentaron durante los años noventa sino especialmente también a principios de la década de 2000, el fracaso en la regulación y la gestión de riesgos país condujo al desarrollo de diferentes crisis en los países emergentes. Ejemplo de las crisis económicas en la década de los 2000 serían:

La crisis económica turca del 2000, la fue causada por diferentes factores como la inestabilidad política, el déficit fiscal y el sobreendeudamiento y generó la devaluación de la moneda turca.

La crisis económica argentina del 2001, la cual fue una de las peores crisis económicas que enfrentó Argentina en su historia moderna y tuvo un profundo impacto en la economía del país y en la vida de millones de personas. Se debió ya que, en diciembre de 2001, Argentina suspendió el pago de su deuda externa, lo que significó que entró en un default soberano, es decir, no pudo cumplir con sus compromisos de pago de la deuda en ese momento. Esta decisión llevó a una serie de eventos económicos y sociales devastadores, incluyendo la caída del PBI, la depreciación del peso argentino, altas tasas de desempleo, protestas sociales y la implementación de políticas de austeridad.

La crisis económica de Brasil en 2002, la cual se caracterizó por un crecimiento económico lento, dificultades fiscales, volatilidad financiera y preocupaciones políticas.

Sin embargo, el ejemplo más notorio del fallo regulatorio en la prevención de riesgos financieros y económicos, fue la crisis global de las hipotecas subprime de 2007-2008. Esta surgió principalmente por la excesiva relajación de los criterios para la concesión de préstamos hipotecarios en Estados Unidos entre 2002 y 2007, otorgando créditos incluso a prestatarios de dudosa solvencia crediticia (denominados subprime). Adicionalmente, las autoridades regulatorias no ejercieron la supervisión adecuada sobre estas prácticas crediticias excesivamente arriesgadas.

Otros de los factores que incentivó la crisis fue la existencia de una burbuja inmobiliaria en Estados Unidos. Según Stiglitz (2010) “Cuando la burbuja estalló, los efectos se vieron amplificados porque los bancos habían creado productos complejos que se apoyaban en las hipotecas. Y lo que es peor, se habían comprometido en apuestas de miles de millones de dólares entre ellos y con otros bancos de todo el mundo”.

En lo referente a crisis económicas en el caso de Perú, el país ha enfrentado diferentes crisis económicas a lo largo de la historia, las cuales son:

La crisis de la deuda latinoamericana durante la década de los ochenta donde Perú fue muy afectado por la crisis de deuda que impactó a Latinoamérica en esa década, debido a los altos niveles de endeudamiento externo. El PIB peruano cayó y la inflación llegó a niveles muy elevados.

La Crisis económica de 1987-1990, durante el gobierno de Alan García donde se implementaron políticas económicas heterodoxas que derivaron en hiperinflación, aislamiento financiero, escasez de productos básicos y violencia política.

En 1998, la crisis financiera asiática y la inestabilidad política local golpearon la economía peruana resultando en una caída del PIB de 0.7% ese año.

La crisis política de 2000, donde la renuncia del presidente Alberto Fujimori a raíz de un escándalo de corrupción generó inestabilidad política y un decrecimiento de 0.5% del PIB.

También destaca la desaceleración económica de 2008-2009, como consecuencia de la crisis financiera global, el crecimiento de Perú se redujo significativamente, pasando de 9.8% en 2008 a 0.8% en 2009, debido principalmente a la pronunciada caída de la demanda externa, con la consecuente disminución de la producción industrial, un fuerte proceso de ajuste de los inventarios y una reducción significativa de la inversión privada.

La Pandemia del COVID-19 durante los años 2020-2021 junto con las cuarentenas y restricciones produjeron una caída del PIB que se contrajo 30% en el segundo trimestre de 2020, cuando estaba en pleno efecto la cuarentena. En el acumulado del año, la caída fue de 11.1%, la peor desde 1989, el desempleo se disparó hasta niveles de 16% en las ciudades y la pobreza aumentó 10 puntos porcentuales hasta 30% a fines de 2020.

La recurrencia de crisis financieras tanto en Perú como a nivel global en las últimas décadas ha llevado a que la medición del riesgo soberano cobre relevancia entre hacedores de política y reguladores.

En este contexto, se han popularizado diversos indicadores cuantitativos para el análisis del riesgo país, entre ellos: el Emerging Market Bond Index Plus (EMBI+), el Emerging Market Bond Index Global (EMBIG), los spreads de crédito soberano (SCS), los Credit Default Swaps (CDS) que miden probabilidades de incumplimiento, y las calificaciones crediticias publicadas por las principales agencias (S&P, Moody's y Fitch).

El uso de estos indicadores busca mejorar la capacidad predictiva de futuras crisis y permitir la adopción oportuna de medidas prudenciales. Su creciente relevancia responde a la necesidad de monitorear de cerca los factores de vulnerabilidad financiera tanto en economías desarrolladas como emergentes.

Dentro de los indicadores anteriormente mencionados el Emerging Market Bond Index conocido como EMBI y sus variantes, Emerging Market Bond Index Plus (EMBI+) y Emerging Market Bond Index Global (EMBIG); son los principales indicadores de riesgo país para países emergentes, utilizados a nivel global.

Son índices calculados por JP Morgan Chase y prácticamente son los diferenciales de las tasas de rendimiento de los bonos soberanos emitidos por países desarrollados con los rendimientos de las tasas libre de riesgo de un país desarrollado.

La diferencia principal entre los tres índices EMBI es que el índice EMBI incluye únicamente bonos soberanos en dólares de mercados emergentes, por lo que su cobertura es limitada. El EMBI+ amplía la composición del EMBI al añadir bonos cuasi-soberanos y corporativos en dólares, aumentando la representación del mercado. El EMBIG adiciona a los componentes del EMBI+ bonos en moneda local, logrando una cobertura global de la deuda emergente. Por esta razón, el EMBIG es el índice con mayor relevancia al proveer el panorama más integral de instrumentos y monedas del universo de deuda de mercados emergentes.

Ahora estos índices son utilizados como benchmark (punto de referencia) para evaluar el riesgo país y las primas de riesgo de las economías emergentes. Para el cálculo del EMBIG, JP Morgan utiliza la información diaria de los siguientes países emergentes: Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Perú, Uruguay, Venezuela, Bulgaria, Croacia, Egipto, Hungría, Kazajistán, Polonia, Rumania, Rusia, Sudáfrica, Turquía, Ucrania, China, Filipinas, Indonesia, Malasia, Tailandia.

En este sentido el índice EMBIG PERÚ vendría a ser un subíndice del EMBIG o EMBI GLOBAL, representando el diferencial de la tasa de interés de los bonos soberanos emitidos por Perú con la tasa de interés libre de riesgo del tesoro de los EEUU.

Conociendo esto se puede asegurar que los índices EMBI son Spreads de Crédito Soberano (SCS), pero estos Spreads de Crédito Soberano son calculados diariamente bajo condiciones normales y para un conjunto de países emergentes.

Entonces, si se quisiera conocer algún índice que sirva de variable representativa del “riesgo país” de un determinado estado sea bajo condiciones típicas o atípicas, se necesitaría utilizar otro tipo de índice o similar al EMBI, pero dedicado a la situación del país.

Perú durante el periodo 2012-2022 ha permanecido estable en su economía, siendo golpeada únicamente en el 2020 al presentar una contracción debido a los problemas generados por la COVID-19; sin embargo, a pesar de eso

se podría considerar que ha permanecido estable en cuanto a economía nos referimos.

La agencia calificadora Standard and Poor's (S&P) en 2021 mantuvo la calificación crediticia del Perú para la deuda en moneda extranjera de largo plazo con BBB+ y nacional con A- con perspectiva estable. Con esta nota, el Perú se mantiene como el único país de la región que en medio de la crisis producto de la pandemia conserva la calificación crediticia.

Además, el Perú, fue galardonado en la ceremonia de Premiación Bonds & Loans de América Latina y el Caribe en 2021 organizada por GFC Media Group con el premio "Sovereign, Supra & Agency Bond Deal of the Year", en reconocimiento a la exitosa emisión de bonos realizada por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) a finales del 2020 por un monto total de US\$ 4 000 millones destinada a financiar los gastos derivados de la emergencia sanitaria ocasionados por la COVID 2019.

Conociendo lo anterior podemos estar seguros que Perú posee una calificación crediticia aceptable ante el mundo y que también posee de cierta estabilidad económica, y bajo esos criterios es que se calculan los índices de riesgo país para Perú.

Pero, ¿qué sucedería si bajo un supuesto económico Perú no pudiese cumplir con sus obligaciones de deuda soberana? Perú podría incurrir en un default soberano como sucedió con Argentina en el 2001. En ese sentido, ese

incumplimiento afectaría de sobremanera en la calificación crediticia del Perú y se necesitarían tomar medidas al respecto para poder resolver el problema supuesto. ¿Qué medidas se podrían tomar para no caer en un default soberano?

Para resolver esa pregunta se realiza un modelo económico estocástico dinámico de equilibrio, que considera políticas fiscales para su elaboración, estas políticas como solución y prevención a un impago soberano, serían: un aumento en la tasa impositiva corporativa y una renegociación en el pago de la deuda. El modelo sería el de spreads de crédito soberano cuando existe un riesgo de default soberano en Perú, 2012-2022.

Ahora es necesario a través del modelo calcular un nuevo spread soberano, diferente al EMBIG, porque se calcula en una situación atípica donde existe riesgo de default soberano, pero similar en el sentido que será un índice de riesgo país para Perú.

La presente investigación, centra su atención en los spreads de crédito soberano, que son el diferencial entre los rendimientos de los bonos soberanos de un país y de los que se podría considerarse rendimientos de los bonos libres de riesgo de un país desarrollado (Remolona et al. 2007).

Eaton & Gersovitz (1981) muestran que el gobierno elige pagar su deuda porque el impacto del incumplimiento en la reputación degradará el acceso al crédito en el mercado internacional. En apoyo de este último argumento Bulow &

Rogoff (1989) estudian la exclusión del mercado internacional debido a reputación predeterminada.

Yue (2010) estudia el papel de la renegociación cuando el incumplimiento soberano toma lugar, y presenta el poder de negociación en la reducción de la deuda si el gobierno no tiene capacidad de pago. Además, Andrade (2009) se enfoca en el activo fijación de precios y renegociación de la deuda soberana cuando un país tiene un crecimiento económico negativo y un shock de mala dotación. De acuerdo con la opción de incumplimiento, el gobierno acepta pagar el costo predeterminado.

El costo predeterminado se menciona en el trabajo de Borensztein y Panizza (2009); Arellano (2008); Andrade y Chhaochharia (2017). La interacción entre la política fiscal y el riesgo soberano aparece en Cuadra et al. (2010; Hatchondo et al. (2012).

En el artículo de Andrade (2009), el autor crea un diferencial de rendimiento sobre el bono soberano mediante el uso de dos relaciones de Precio-Utilidad (Price-Earnings) (P/E) y el rendimiento esperado. Su modelo sugiere que la relación P/E de una acción de mercado emergente disminuye con el promedio diferencial de rendimiento soberano, y que el descuento de valoración del precio de las acciones aumenta con el diferencial de rendimiento soberano medio.

Además, Jeanneret (2015) estudia el modelo dinámico de riesgo de crédito soberano al encontrar el diferencial de crédito soberano. Su modelo indica que

cuando existe un incumplimiento soberano, el gobierno será incitado a emitir deuda y negociar con sus prestamistas para reducir su deuda.

En esta investigación, se expone la versión mejorada del modelo planteado por Jeanneret (2015). El modelo permite dos políticas paralelas, para evitar caer en un default, las cuales son: el gobierno puede elegir entre aumentar impuesto de sociedades y negociando una reducción de su deuda.

La mayor contribución de este trabajo es sugerir un método para determinar el diferencial de crédito soberano en Perú, teniendo en cuenta los dos tipos de políticas como solución al supuesto de que Perú pueda incurrir en un default soberano.

Las investigaciones empíricas están dirigidas utilizando datos diarios tanto del EMBIG Perú como del MSCI EPU de Perú, para el período 2012-2022. Finalmente, los resultados del Spread de Crédito Soberano (SCS) se somete a una prueba de correlación cruzada con el EMBIG Perú para poder observar si los resultados del modelo cobran relevancia en la realidad, en el corto, mediano y largo plazo. Se considera a la variable EMBIG Perú como punto de referencia(Benchmark) del nuevo Spread de Crédito Soberano (SCS).

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿Qué tipo de modelo estocástico puede determinar el spread de crédito soberano cuando existe riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Qué relación de corto plazo existe entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022?
- ¿Qué relación de largo plazo existe entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Determinar el Spread de Crédito Soberano a través de un modelo estocástico cuando hay riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Encontrar la relación de corto plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.
- Encontrar la relación de largo plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Justificación Científica**

La modelación de spreads soberanos representa una línea de investigación de creciente interés en economía financiera, dado el incremento en frecuencia e impactos adversos de crisis de deuda soberana y defaults a nivel global en años recientes. Si bien existen estudios previos sobre spreads soberanos para economías emergentes, no se dispone de un modelo específico adaptado al caso peruano que capture en profundidad sus vulnerabilidades particulares.

El presente estudio busca llenar este vacío en la literatura aportando un modelo propio de spreads soberanos peruanos, estimado a partir de fundamentos macroeconómicos y validado empíricamente. Se espera así ampliar el conocimiento sobre dinámicas locales de riesgo soberano en Perú, proveer herramientas más precisas de medición de este riesgo, y formular recomendaciones de política económica para su mitigación.

### **1.4.2. Justificación Técnica**

Desde el punto de vista técnico, este estudio resulta viable dado que se cuenta con las herramientas econométricas y los datos necesarios para el desarrollo del modelo propuesto. La metodología de equilibrio general dinámico estocástico ha sido aplicada en investigaciones previas sobre spreads soberanos, demostrando su solidez técnica.

Asimismo, se dispone de información estadística sobre variables relevantes para el caso peruano, como el MSCI EPU, la tasa impositiva a las sociedades y la tasa de interés libre de riesgo del tesoro americano. Estos datos provienen de fuentes oficiales como el Banco Central de Reserva del Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas, y La Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria. Adicionalmente, la evolución histórica del EMBIG Perú proporcionará insumos para la calibración y validación empírica del modelo.

En cuanto a recursos informáticos, se empleará el software econométrico conocido como R Studio para la estimación del modelo. Asimismo, se utilizarán hojas de cálculo como Excel para el procesamiento de datos.

En síntesis, desde el punto de vista técnico este estudio es perfectamente viable dado que se dispone de la metodología económica, las fuentes de datos, las herramientas informáticas y la experiencia investigativa necesarias para llevar a cabo el desarrollo y validación empírica del modelo econométrico propuesto.

#### **1.4.3. Justificación Institucional**

Este estudio presenta implicancias positivas para la Universidad Nacional del Callao dado que se alinea con su misión de generar investigación rigurosa y relevante en economía que apoye al desarrollo del país.

Al proveer un modelo econométrico para estimar el riesgo soberano del Perú, se estaría contribuyendo con la comprensión de un tema clave para la estabilidad macroeconómica local. Asimismo, al formular recomendaciones de

política fiscal, el estudio apuntaría a fortalecer la capacidad del país para prevenir crisis financieras.

La investigación planteada permitiría a la institución posicionarse a la vanguardia en la modelación de spreads soberanos para economías emergentes, elevando así su prestigio en el campo académico. Sus resultados podrían ser de interés no solo para investigadores, sino también para entidades gubernamentales y organismos multilaterales interesados en mejorar la medición y gestión de riesgos financieros en el Perú.

#### **1.4.4. Justificación personal**

Mi interés por desarrollar esta investigación surge de la convicción de que la aplicación de modelización econométrica rigurosa puede generar conocimientos de utilidad práctica para la conducción de política económica. A lo largo de mi trayectoria académica, he podido apreciar la relevancia de contar con métricas robustas para la medición y gestión de vulnerabilidades macrofinancieras. Considero que mi preparación profesional me permite aportar al avance en esta materia mediante el diseño de un modelo de spreads soberanos adaptado al caso peruano.

Este proyecto constituye un desafío técnico estimulante a nivel personal, pues integrará mis competencias para el manejo de técnicas econométricas avanzadas junto con mi interés enfocado a la realidad local. La posibilidad de generar insumos de utilidad para la predicción y prevención de crisis financieras

en mi país representa, a su vez, una motivación adicional. En suma, la investigación planteada sintetiza mis aspiraciones profesionales, académicas y cívicas en un proyecto que espero me permita crecer tanto en lo técnico como en mi compromiso con el desarrollo nacional. En paralelo, espero que este estudio me permita crecer como investigador, desde el diseño conceptual del modelo, pasando por la recolección y análisis de datos, hasta la interpretación de resultados y formulación de recomendaciones de política económica.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### **1.5.1. Delimitante Teórica**

La investigación se centrará en el marco teórico de la modelización econométrica de spreads soberanos mediante técnicas de equilibrio general dinámico estocástico. Se tomarán como referencia los estudios de Jeanneret (2015), Arellano (2008) y Cuadra et al. (2010) sobre spreads de crédito soberano en economías emergentes. No se abordarán otros enfoques teóricos para el análisis de riesgo país.

Respecto a la evidencia empírica, se considerará como variable de referencia la evolución del EMBIG Perú durante el periodo 2012-2022 por disponibilidad y calidad de datos. No se incluirá evidencia sobre spreads soberanos de otros países o periodos distintos al especificado para el caso peruano.

### **1.5.2. Delimitante temporal**

La investigación focalizará su análisis en el periodo 2012-2022 para la estimación del modelo de spreads soberanos del Perú. Esta ventana de tiempo permite estudiar una serie histórica balanceada de los últimos 10 años, suficientemente representativa de la economía peruana contemporánea. Asimismo, se dispone de información consistente para todas las variables relevantes dentro de este periodo, como el MSCI EPU, la tasa impositiva a las sociedades, la tasa de interés libre de riesgo del tesoro americano, EMBIG Perú, entre otras. El horizonte de 10 años facilita la aplicación de técnicas econométricas como cointegración, calibración y contraste de hipótesis.

### **1.5.3. Delimitante Espacial**

El presente estudio se circunscribirá al análisis del riesgo soberano del Perú, tomando como caso de estudio específico a este país. No se considerará de forma directa el riesgo soberano de otros países de América Latina o de mercados emergentes, aunque se tomarán referencias indispensables de estudios previos sobre spreads soberanos en la región y a nivel internacional. El objetivo es desarrollar un modelo econométrico particularmente adaptado a la realidad peruana.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Luego de observar la problemática expuesta sobre la importancia de estimar los spreads de crédito soberano ante un riesgo de default soberano, se expone diferentes investigaciones internacionales que serán de gran relevancia:

El estudio de Farah-Yacoub, Graf von Luckner, Ramalho & Reinhart (2023) analizó el impacto social de los defaults soberanos a nivel internacional mediante el método de controles sintéticos. Sus hallazgos indican que los defaults tienen costos sociales severos y prolongados. En promedio, en la década posterior al default, el crecimiento económico es 1.7% menor que en el escenario hipotético sin default, resultado en un PIB per cápita 17% inferior. La pobreza aumenta 30% tras el default y se mantiene alta incluso diez años después. Otros indicadores como disponibilidad calórica, mortalidad infantil y esperanza de vida también empeoran sustancialmente. En conclusión, este estudio pionero cuantifica el alto impacto social de los defaults soberanos, resaltando que sus costos van más allá de lo económico al aumentar la pobreza y la mortalidad.

Martínez, Ross, Roldan & Zettelmeyer (2022) presentan una revisión de la literatura sobre deuda soberana desde la perspectiva de comprender por qué difiere de la deuda privada. Los autores argumentan que el poder único del soberano de gravar hace la deuda especialmente segura en países avanzados,

mientras que la dificultad de ejecución la vuelve riesgosa en mercados emergentes. Resaltan que el riesgo soberano tiene costos al afectar negativamente el desempeño macroeconómico incluso sin un default. Finalmente, discuten estrategias para reducir el riesgo soberano como reglas fiscales, deuda contingente al PBI y política monetaria independiente. Esta revisión entrega una visión integral de un tema central en finanzas internacionales.

Fornari & Zanghini (2022) analizaron el efecto de los downgrades soberanos sobre el riesgo crediticio corporativo en la zona euro durante 2006-2018. Utilizando un novedoso marco de regresión, se encontró evidencia de una "transferencia de riesgo por evento", donde los downgrades soberanos tenían un contenido informativo adicional para el riesgo crediticio corporativo, más allá de la relación estándar entre riesgo soberano y corporativo. Específicamente, luego de un downgrade soberano, los spreads de CDS corporativos aumentaban alrededor de 36% anual, indicando un deterioro del riesgo crediticio. Esta transferencia de riesgo dependía de características del evento y corporativas, y era más fuerte para downgrades en economías centrales, con spillovers a países periféricos. Los resultados sugieren la existencia de un canal de "huida a la calidad", donde el riesgo crediticio corporativo en economías desarrolladas mejoraba luego de downgrades griegos.

Garcés (2019) analizó la relación entre el riesgo de crédito soberano y la estabilidad financiera en países emergentes. Utilizando el spread soberano y el rating crediticio soberano como medidas de riesgo de crédito, y una nueva métrica

llamada Jloss para medir la fragilidad financiera, el estudio encontró que el Jloss está positivamente correlacionado con el spread e inversamente relacionado con el rating, incluso controlando por otras variables. Además, se observó que el Jloss amplifica el efecto de factores globales como el VIX sobre el spread soberano cuando el sistema financiero local es más frágil. Los resultados sugieren que el Jloss es un buen predictor del riesgo de crédito soberano en países emergentes y puede ser de utilidad para entidades reguladoras en el diseño de políticas para mitigar crisis financieras.

Pallara & Renne (2023) desarrollaron un nuevo modelo de riesgo crediticio soberano centrado en el concepto de "límite fiscal", definido como el máximo nivel de deuda sostenible mediante superávits futuros. El modelo predice cómo los CDS reaccionan a cambios en las expectativas sobre el límite fiscal, permitiendo estimarlas a partir de datos de mercado. La aplicación empírica en 4 economías avanzadas mostró que los límites fiscales variaban sustancialmente en el tiempo y estaban correlacionados con variables macroeconómicas. El modelo logró captar bien la estructura temporal de spreads soberanos y predecir una relación no lineal entre el espacio fiscal y los spreads. Se obtuvieron estimaciones de considerables primas de riesgo crediticio soberano, generando grandes diferenciales entre las probabilidades de default físicas y neutrales al riesgo.

Gilchrist, Wei, Yue & Zakrajšek (2019) analizaron la interacción entre riesgo soberano y riesgo financiero global. Utilizando datos de bonos y CDS soberanos para más de 50 países entre 1995-2020, los autores encontraron que los spreads

soberanos exhiben un alto co-movimiento explicado mayormente por cambios en el riesgo financiero global. A través de técnicas econométricas, demostraron que incrementos en dicho riesgo tienen un efecto grande y persistente en el ensanchamiento de spreads soberanos, especialmente en bonos de grado especulativo. Los autores también presentaron un modelo teórico que ilustra cómo una reducción en la capacidad de asumir riesgos de intermediarios financieros globales aumenta el riesgo soberano y los spreads.

Augustin, Chernov & Song (2019) analizaron los diferenciales de swaps de incumplimiento crediticio (CDS) en diferentes monedas para 17 países del euro. El estudio desarrolló un modelo para caracterizar la relación entre probabilidades de impago soberano y devaluaciones de moneda. Los autores encontraron que, aunque la probabilidad condicional de devaluación dada una cesación de pagos es baja, la prima de riesgo para este evento es grande, resaltando su importancia económica. El estudio también concluyó que el impago tiene un efecto a corto plazo sobre los tipos de cambio, en contraste con visiones previas. En general, el análisis enfatiza la utilidad de estudiar la interacción entre riesgo crediticio soberano y monedas con datos de mercado como los CDS quanto.

Prestan (2018), analizó los determinantes de la variabilidad histórica de los spreads soberanos de Colombia entre 1976 y 2016. Utilizando un modelo econométrico basado en la metodología propuesta por Sebastián Edwards, el estudio encontró que las variables macroeconómicas más significativas para explicar el comportamiento del EMBI colombiano son la liquidez, medida como la

relación balanza comercial/PBI, y el PBI per cápita. La liquidez presentó una relación negativa con el spread, mientras que el PBI per cápita mostró una relación positiva. El estudio concluyó que el PBI per cápita es el factor que mejor explica la evolución histórica del riesgo soberano de Colombia, medido a través del EMBI. Los resultados de este análisis econométrico aportan evidencia empírica sobre los principales determinantes macroeconómicos del riesgo de la deuda soberana colombiana en las últimas décadas.

Jeanneret (2017) analiza cómo el riesgo de impago soberano de los países europeos afectó el mercado de valores de Estados Unidos entre 1991 y 2013. Utilizando un modelo teórico de valuación de activos corporativos incorporando el riesgo soberano, el autor encuentra evidencia de que dicho riesgo redujo significativamente los precios de las acciones estadounidenses durante este período. Estima que el riesgo de crisis de deuda soberana en Europa disminuyó el precio de las acciones en EE.UU. en un 3,6% promedio, con una reducción máxima de 18% durante la crisis financiera de 2008-2009. Asimismo, el modelo predice que la volatilidad de los retornos accionarios en EE.UU. se incrementó en un 1,3% promedio debido al riesgo soberano europeo. Este efecto fue mayor cuando las empresas tenían altos niveles de apalancamiento financiero. El estudio concluye que una mayor crisis de deuda soberana en Europa podría tener severas consecuencias en los mercados financieros globales.

Jeanneret (2015) propone un modelo estructural para determinar la política óptima de deuda y default de los gobiernos. Utilizando este modelo para generar

spreads de crédito modelo-implícitos a partir de precios de mercado, el autor encuentra que estos spreads explican una gran parte de la variación diaria en los spreads soberanos observados para países emergentes y europeos durante 2000-2011. La estimación sugiere que el mercado bursátil local contiene información relevante sobre las condiciones económicas futuras de un país que es útil para la valuación del riesgo soberano. Además, el estudio muestra que mientras el riesgo soberano en mercados emergentes depende de la incertidumbre global, en Europa varía con las expectativas del mercado de bonos del euro. El modelo propuesto demuestra ser una herramienta útil para modelar spreads de crédito soberano.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

En el ámbito nacional también se encuentran estudios de relevancia para la presente investigación:

Fuentes (2023) analiza la relación dinámica entre el mercado de instrumentos de renta fija pública y el mercado de Credit Default Swaps (CDS) soberanos en Perú entre 2018 y 2020. Utilizando modelos econométricos, encuentran que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre ambos mercados. Sin embargo, a corto plazo, el mercado de bonos soberanos lidera el proceso de formación de precios, mientras que el mercado de CDS se ajusta para reducir las desviaciones. La investigación concluye en que existe una interacción significativa entre el mercado de deuda soberana y el mercado de derivados de crédito en el Perú.

Ramírez (2022) analiza los costos económicos que enfrentan los países cuando incumplen con el pago de su deuda soberana, especialmente la deuda externa, a través de una revisión de la literatura teórica y empírica. Utilizando evidencia de modelos econométricos, el autor encuentra que el incumplimiento soberano tiene efectos negativos en el crecimiento económico, la reputación crediticia, el comercio internacional y el sistema bancario doméstico de los países, aunque estos costos suelen ser de corta duración. Esto resalta la importancia de entender estas consecuencias para persuadir a los gobiernos a cumplir sus obligaciones financieras.

Carmen (2022) en su tesis titulada "El rendimiento de los bonos globales del Perú y su relación con el riesgo país, periodo 2017-2021", tuvo como objetivo determinar la relación entre el rendimiento de los bonos globales emitidos por el Estado peruano en moneda extranjera y el riesgo país entre los años 2017 y 2021. La autora realizó un estudio no experimental de corte longitudinal y utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la asociación entre las variables. Los resultados encontrados por Carmen indican que el rendimiento de los bonos globales tiene una relación significativa con el riesgo país, el tipo de cambio y el crecimiento económico del Perú en el periodo estudiado.

López (2021) estudió el efecto del riesgo país, medido a través del índice EMBI, sobre la Inversión Extranjera Directa (IED) y la Inversión Extranjera de Cartera (IEC) en el Perú durante el periodo 2000-2020, utilizando un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) con datos trimestrales. Sus resultados sugieren

que el EMBI tiene un efecto negativo sobre la IEC a lo largo del tiempo, mientras que en el caso de la IED se observa un efecto positivo durante los dos primeros trimestres que luego se diluye. La IED y la IEC están explicadas principalmente por la inercia propia de dichas variables y en menor medida por el PBI y tipo de cambio. Concluye que el riesgo país medido por el EMBI explica la IED y la IEC, pero en menor magnitud que su propia inercia, con un efecto negativo sobre la IEC y positivo de corto plazo sobre la IED.

Castañeda, Bueno & Arias (2021) que analiza la influencia del riesgo país en el rendimiento de los bonos soberanos emitidos por el sector público del Perú. El estudio es longitudinal y utiliza datos mensuales del periodo enero 2014 a diciembre 2020 del Banco Central de Reserva del Perú. Aplica un modelo de regresión múltiple para establecer la relación entre la variable dependiente rendimiento de los bonos a 20 años y la variable independiente riesgo país medido a través del EMBIG. Los resultados muestran que tanto el rendimiento rezagado de los bonos como el riesgo país influyen significativamente en el rendimiento de los bonos soberanos peruanos según Castañeda, Bueno y Arias (2021). En conclusión, el rendimiento de estos bonos está determinado por la evolución previa de su propio rendimiento y por el nivel de riesgo país de acuerdo a los autores.

Campos (2020) estudió el efecto de las reservas internacionales en el spread soberano del Perú para el periodo 2000-2019, utilizando un modelo de vectores de corrección de errores. Sus resultados sugieren que las reservas

internacionales tienen un efecto inverso sobre el EMBI en el largo plazo, es decir son efectivas para reducir el spread soberano. El saldo en cuenta corriente, exportaciones, términos de intercambio y tipo de cambio real también mostraron tener un efecto negativo sobre el spread. La inflación fue la única variable con efecto positivo sobre el EMBI. Se concluye que las reservas internacionales impactan inversamente el riesgo país de Perú, actuando como amortiguador ante turbulencias externas.

Mamani (2020) analiza la relación entre el riesgo país y el rendimiento de los bonos soberanos de Perú entre los años 2016 y 2020, utilizando series de tiempo mensuales. Mediante modelos de regresión lineal encuentra que existe una relación negativa entre el riesgo país y el rendimiento de los bonos soberanos, es decir que a mayor riesgo país menor es el rendimiento. Asimismo, el estudio concluye que el crecimiento económico y el rendimiento de la Bolsa de Valores de Lima se relacionan positivamente con el rendimiento de los bonos soberanos. Los resultados sugieren que el riesgo país es un factor determinante en la rentabilidad de los bonos emitidos por el Estado peruano.

García & Rosadio (2019) analizan la influencia de la tasa de interés de los bonos peruanos y la tasa de interés de los bonos estadounidenses en el precio de las acciones de la Bolsa de Valores de Lima durante el periodo 2005-2018. Utilizan datos mensuales de las variables provistos por el Banco Central de Reserva del Perú y por Robert J. Shiller. Aplican un modelo de regresión lineal múltiple y encuentra que la tasa de interés de los bonos peruanos tiene una

influencia negativa en el precio de las acciones, mientras que la tasa de interés de los bonos estadounidenses tiene una influencia positiva. De esta manera, aceptan parcialmente su hipótesis sobre la influencia negativa de ambas tasas en el precio de las acciones.

Palmi (2017), en su tesis "Determinantes de las variaciones de las tasas de interés de los Bonos Soberanos y su efecto en las economías emergentes de LATAM5 (1999-2013)", analiza los determinantes de las tasas de interés de los bonos soberanos emitidos por 5 países latinoamericanos (Brasil, Chile, Colombia, México y Perú) entre 1999 y 2013. Utilizando un modelo econométrico de datos panel, se estima el efecto de variables macroeconómicas como la deuda pública, reservas internacionales, inversión, importaciones, etc. sobre el spread o diferencial de tasas de interés de los bonos soberanos respecto a los bonos del tesoro de EEUU. Los resultados indican que variables como el ratio deuda/PBI, ratio servicio de deuda/exportaciones, inflación aumentan el spread mientras que el ratio inversión/PBI y saldo en cuenta corriente/PBI lo disminuyen. Esto permite a los policy makers de estos países emergentes tomar decisiones para minimizar el costo de financiamiento cuando emiten deuda soberana en los mercados internacionales.

Yapo (2018) presenta el marco teórico de los CDS, su operatividad en los mercados OTC y las estrategias de inversión. Luego detalla la metodología de valuación de CDS según el modelo de Hull y White (2000), incluyendo el cálculo del riesgo de crédito y la probabilidad de incumplimiento. Finalmente, describe

funciones de Bloomberg útiles para obtener data de mercado en tiempo real para el análisis. La autora concluye que en el Perú sólo 3 importantes empresas tienen CDS (Yanacocha, Southern Copper y Telefónica). El trabajo busca contribuir con un indicador de riesgo crediticio mediante el cálculo del spread de CDS, lo cual sería útil para administradoras de fondos de pensiones y otras instituciones.

## 2.2. Bases teóricas

El presente trabajo se sustenta en las siguientes teorías y conceptos fundamentales de las finanzas y la econometría:

### 2.2.1. Teoría de Eaton-Gersovitz

Eaton y Gersovitz (1981) desarrollan un modelo teórico de equilibrio en el mercado crediticio internacional, donde la deuda soberana de un país se determina por el mínimo entre la cantidad deseada de deuda (demanda) y el límite crediticio impuesto por los prestamistas (oferta).

El ingreso del país ( $y_t$ ) sigue un proceso estocástico y puede tomar un valor alto o bajo.

$$c_t = y_t + b_t - p_t$$

Donde:  $C_t$  es el consumo,  $b_t$  son los préstamos tomados,  $p_t$  es el pago de la deuda, todo en el período  $t$ .

Definen el concepto de Utilidad Descontada dado Default ( $V^D$ ) como la utilidad bajo autarquía financiera. Representa la alternativa al mercado de crédito.

$$V^D(y_t) \equiv E \sum_{r=t}^{\infty} \beta^{r-t} U(y_r - p_r)$$

Donde: VD es la utilidad descontada en caso de default,  $\beta$  descuenta la utilidad de períodos futuros, E calcula el valor esperado de la utilidad, U modelo la utilidad del consumo,  $Y_t$  es el ingreso en cada período t,  $P_t$  es el pago por penalidad en cada período t.

Asimismo, definen la Utilidad Descontada dado Repago (VR) como la utilidad si se mantiene el acceso al crédito  $V^R$  depende del nivel de deuda  $d_t$ . El default es óptimo cuando  $VD > VR$ . De esto se deriva la probabilidad de default  $A(d_t)$ . Muestran que  $A(d_t)$  aumenta con el nivel de deuda  $d_t$ . Un mayor nivel de deuda incentiva el default. El límite crediticio  $b_t$  se determina por la condición de ganancias esperadas nulas de los prestamistas (ecuación 8).

Demuestran que el costo crediticio  $R(b_t)$  es creciente y convexo en el rango de deuda. En síntesis, Eaton & Gersovitz (1981) proveen un modelo innovador de equilibrio en el mercado crediticio bajo la amenaza de default soberano, sentando las bases para el análisis de racionamiento crediticio.

### 2.2.2. Teoría de Negociación No Cooperativa

Conocida en inglés como “Non-cooperative Bargaining Theory”. La Teoría de Negociación No Cooperativa proporciona una base teórica fundamental para el modelo de renegociación constante de deuda soberana presentado en Bulow & Rogoff (1989). Desarrollada por investigadores como Rubinstein (1982), Shaked (1984) y Sutton (1986), esta teoría analiza escenarios de negociación bilateral

donde los participantes no pueden comprometerse de forma creíble a estrategias de negociación futuras.

En lugar de suponer que una parte hace una oferta de "tómalo o déjalo", la Teoría de Negociación No Cooperativa modela la negociación como un proceso dinámico y secuencial de ofertas y contraofertas. Bajo ciertos supuestos sobre la racionalidad de los agentes, se pueden derivar soluciones únicas conocidas como "equilibrios perfectos". Estos equilibrios dependen crucialmente de las "tasas de impaciencia" relativas de los negociadores, determinadas por sus tasas de descuento intertemporal.

El modelo de Bulow y Rogoff (1989) adopta explícitamente un marco de ofertas alternadas a lo Rubinstein (1982) para caracterizar la renegociación de deuda entre un país en desarrollo y bancos acreedores. Demuestra cómo el resultado de equilibrio depende de las tasas de impaciencia relativas del país y los bancos. También satisface el criterio de equilibrio perfecto. De esta manera, el artículo aplica los conceptos y herramientas clave de la Teoría de Negociación No Cooperativa a la cuestión política y económicamente relevante de la reestructuración de deuda soberana. Proporciona una representación más realista y matizada que los modelos previos que suponían ofertas de "tómalo o déjalo".

La incorporación de ideas de la negociación no cooperativa también permite al modelo generar nuevas predicciones, como la posibilidad de que tasas de interés mundiales más altas beneficien al deudor al cambiar su poder de

negociación relativo. En resumen, la Teoría de Negociación No Cooperativa ofrece microfundamentos cruciales para el análisis de Bulow y Rogoff (1989), elevando su modelo por encima de trabajos anteriores y proporcionando intuiciones novedosas sobre la dinámica de la renegociación de deuda soberana.

### **2.2.3. Teoría de caminata aleatoria**

La teoría de caminata aleatoria, conocida como “the random walk theory” según Hamada & Ueda (1977), ha sido ampliamente utilizada en economía y finanzas para modelar la evolución de variables que exhiben movimientos aleatorios e impredecibles. Formalmente, en una caminata aleatoria el cambio en una variable entre dos períodos es una variable aleatoria independiente e idénticamente distribuida.

Hamada & Ueda (1977) aplican la teoría de caminata aleatoria para derivar la demanda óptima de reservas internacionales de un país. Específicamente, asumen que los cambios en las reservas internacionales siguen un proceso de caminata aleatoria simétrica, donde las probabilidades de un aumento o disminución son iguales en 0.5. Bajo este supuesto, derivan una expresión analítica para el nivel óptimo de reservas que equilibra el beneficio de reducir la probabilidad de una crisis de balanza de pagos con el costo de oportunidad de mantener activos internacionales líquidos.

La contribución clave de Hamada y Ueda fue modelar la probabilidad de que las reservas caigan por debajo de cierto nivel crítico como una función decreciente del stock inicial de reservas. Esto contrastaba con el trabajo previo de

Heller (1966), quien asumió que esta probabilidad era constante. Al vincular la probabilidad de crisis con el nivel de reservas, el enfoque de Hamada y Ueda (1977) sentó las bases para el análisis moderno de la demanda óptima de reservas.

El modelo de Ben-Bassat & Gottlieb (1992) sobre la demanda de reservas y el riesgo soberano se basa en un supuesto similar sobre la relación entre reservas y probabilidad de crisis. Aunque con diferente motivación y enfoque, asumen que un mayor nivel de reservas reduce el riesgo de suspensión de pagos en la deuda soberana. Por lo tanto, ambos artículos comparten la noción fundamental de la teoría de caminatas aleatorias de que las reservas internacionales amortiguan la probabilidad de crisis ante shocks aleatorios.

Otros autores que han aplicado caminatas aleatorias al análisis de las reservas internacionales incluyen a Frenkel & Jovanovic (1981), quienes también derivaron una expresión para el nivel óptimo bajo este enfoque. En resumen, la teoría de caminatas aleatorias proporciona microfundamentos para modelar el comportamiento estocástico del balance de pagos y su relación con las reservas internacionales. Esta idea de Hamada & Ueda (1977) ha influenciado gran parte del análisis moderno sobre la demanda óptima de reservas.

#### **2.2.4. Teoría pura del riesgo país**

La teoría pura del riesgo, conocida como “The pure theory of country risk” en Eaton & Gersovitz (1986), fue desarrollada inicialmente por Eaton & Gersovitz

(1981a), Eaton & Gersovitz (1981b) y Eaton & Gersovitz (1983). Esta teoría busca analizar la naturaleza de las relaciones crediticias entre países desarrollados y países en desarrollo.

Según Eaton & Gersovitz (1981a, 1981b), los conceptos tradicionales de solvencia y liquidez tienen poca utilidad para entender los problemas de deuda soberana internacional. Argumentan que la dificultad central en el préstamo internacional es la ejecución de los contratos, dado que los acreedores no pueden embargar legalmente los activos de un país que cae en default. Por ello, el enfoque debe estar en estudiar los incentivos que tienen los deudores soberanos para pagar y los acreedores para exigir el pago (Eaton et al., 1986).

La teoría pura del riesgo país enfatiza el análisis de la "disposición a pagar" de los prestatarios y la "resolución de cobrar" de los prestamistas. La disposición a pagar depende de la percepción de los deudores sobre la capacidad y voluntad de los acreedores para imponer sanciones, como la exclusión del mercado crediticio internacional. La resolución de cobrar de los prestamistas depende de los costos y los problemas de información asimétrica que enfrentan para comprometerse creíblemente a imponer dichas sanciones (Eaton y Gersovitz, 1981b).

Este marco analítico permite estudiar eventos como renegociaciones de deuda, corridas bancarias y programas del FMI, modelando el comportamiento estratégico entre deudores y acreedores bajo contratos de deuda soberana no ejecutables legalmente. La teoría enfatiza los problemas de disposición a pagar y

capacidad de cobro en las crisis financieras internacionales, en contraste con los enfoques tradicionales de solvencia y liquidez (Eaton et al., 1986).

Remolona, Scatigna y Wu (2007) aplican el marco conceptual de la teoría pura del riesgo país al análisis específico de los spreads soberanos. Utilizan la distinción entre riesgo de default y prima de riesgo provista por Eaton y Gersovitz (1986). Argumentan que los spreads soberanos pueden descomponerse en la pérdida esperada por default (dependiente de la probabilidad de default) y una prima de riesgo que refleja la valoración del riesgo de pérdidas inesperadas por parte de los inversores.

Al aplicar la teoría pura del riesgo país, Remolona et al. (2007) encuentran que la prima de riesgo explica la mayor parte de los spreads soberanos, incluso en periodos de spreads relativamente bajos. Pueden así enfatizar la distinción entre el riesgo de default de un país y la prima de riesgo exigida, un punto clave en el trabajo de Eaton y Gersovitz.

En síntesis, la teoría pura del riesgo país desarrollada por Eaton y Gersovitz en los años 80 proporciona un marco analítico general sobre crisis de deuda soberana, con un énfasis novedoso en problemas de disposición a pagar y capacidad de cobro. Este marco es aplicado por Remolona et al. (2007) al caso específico de spreads de bonos soberanos, distinguiendo riesgo de default y prima de riesgo.

### **2.2.5. Teoría dinámica de estructura de capital con costos de recapitalización**

La teoría dinámica de estructura de capital con costos de recapitalización fue desarrollada inicialmente por Fischer, Heinkel & Zechner (1989) para modelar las decisiones óptimas de estructura de capital de las empresas en un entorno dinámico y en presencia de costos de ajuste. Esta teoría surge como una extensión de los tradicionales modelos estáticos de estructura de capital basados en el trade-off entre los beneficios fiscales de la deuda y los costos de quiebra (Modigliani & Miller, 1963; Kraus & Litzengerger, 1973).

La innovación de Fischer et al. (1989) fue incorporar explícitamente los costos de recapitalización (costos de transacción por emitir nueva deuda) en un modelo dinámico de optimización intertemporal de la estructura de capital. En este modelo, la empresa elige óptimamente unos límites superior e inferior para la ratio de deuda. Cuando por fluctuaciones del valor de los activos la ratio de deuda sale de ese rango, la empresa incurre en costos de recapitalización para volver a un ratio óptimo. Esto implica que ratios de deuda observados similares pueden no ser evidencia de irrelevancia de la estructura de capital, sino resultado de costos de ajuste (Fischer et al., 1989).

Una predicción clave del modelo es que empresas pequeñas, riesgosas, con bajos costos de quiebra y baja tasa impositiva efectiva exhibirán un rango más amplio en la variación de su ratio de deuda óptima a lo largo del tiempo. Fischer et

al. (1989) encontraron apoyo para estas predicciones con datos contables y de mercado de 999 empresas.

Posteriormente, Jeanneret (2015) retoma esta teoría dinámica y la extiende para estudiar específicamente el riesgo crediticio soberano. Jeanneret (2015) incorpora políticas óptimas de deuda y default, y estima el modelo para 12 países emergentes y europeos. Utiliza precios de acciones locales para estimar el valor de los activos subyacentes y genera spreads de crédito diarios que logran explicar una gran fracción de la variación en los spreads soberanos observados.

En conclusión, la teoría dinámica de estructura de capital de Fischer et al. (1989) sentó las bases para estudiar las decisiones intertemporales de financiamiento considerando fricciones como los costos de recapitalización. Este enfoque dinámico ha demostrado ser relevante no solo para empresas, sino también para modelar el riesgo crediticio de gobiernos soberanos, como lo aplicó con éxito Jeanneret (2015). Queda como tarea pendiente seguir expandiendo estas teorías dinámicas y poniéndolas a prueba empíricamente en distintos contextos.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Modelo Estocástico de Spreads de Crédito Soberano (SCS)**

El modelo estocástico que se usará será el modelo planteado en Jeanneret (2015). Será de utilidad para calcular el valor no observable de los spreads de crédito soberano en el Perú cuando existe un riesgo de default soberano, 2012-

2022. Se utiliza el modelo de Jeanneret (2015) para calcular los spreads de crédito soberano de países emergentes cuando existe un riesgo de default soberano, por lo que se incorpora al modelo políticas fiscales como respuesta del gobierno para evitar un impago soberano (default).

Según Eaton & Gersovitz (1981) mencionan que el gobierno elige pagar su deuda porque el impacto del incumplimiento en la reputación degradará el acceso al crédito en el mercado internacional.

Supongamos que un país consta de un gobierno y una empresa representativa. El activo de la empresa,  $V_t$ , está representado por su ingreso y sigue un movimiento geométrico browniano (GBM).

$$\partial V_t = \mu(1 - r - \Delta)V_t \partial t + \sigma(1 - r - \Delta)V_t \partial G \quad (1)$$

Donde:  $\mu$  es la tasa de crecimiento esperada (drift) del proceso estocástico seguido por el activo  $V_t$ ,  $\sigma$  es la volatilidad o desviación estándar del proceso estocástico de  $V_t$ .  $V_t$  es los ingresos de la empresa,  $G$  es un movimiento browniano ( $\Delta \geq 0$ ),  $\tau$  representa la tasa de impuesto corporativo que aplica el gobierno a la firma representativa,  $\tau V_t$  son los ingresos fiscales del gobierno en el momento  $t$ ,  $(1 - \tau) V_t$  representa al activo neto de la empresa,  $\Delta$  representa un incremento en la tasa impositiva corporativa que aplica el gobierno en caso de que ocurra un default soberano.

En particular, cuando no hay default  $\Delta=0$ , pero si ocurre un default el gobierno puede optar por aumentar la tasa impositiva de  $\tau$  a  $\tau + \Delta$ .

El gobierno paga un servicio de deuda perpetuo  $C$  a sus prestamistas que es la tasa cupón. El gobierno incumple o comete default, cuando el activo soberano  $V_t$  alcanza un umbral de incumplimiento  $V_D$ , llamado barrera de incumplimiento (barrier default), en el tiempo  $T_D = \inf \{t \geq 0, V_t \leq V_D\}$

En caso de incumplimiento de pago, admitimos 2 políticas: (a) el gobierno negocia con su prestamista para reducir el servicio de la deuda por una fracción  $\phi C$   $[0, 1]$ . (b) el gobierno aumenta la tasa de impuesto sobre la renta de la empresa de  $\tau$  a  $\tau + \Delta$  ( $\Delta > 0$ ), en ausencia de incumplimiento del gobierno ( $\Delta = 0$ ).

Según Shiller (2012), "Aumentar impuestos durante una crisis económica hace perfecto sentido. Cuando ocurren estas crisis, los gobiernos se endeudan para estimular la economía. Pero a largo plazo, los déficits pueden causar preocupación entre inversionistas y llevar a mayores tasas de interés. Un modo de combatir esto es incrementar impuestos una vez que la economía comienza a recuperarse. Esto asegura que la carga fiscal se comparta de manera justa."

Si el gobierno decide incumplir, debe pagar un costo por incumplimiento:

$$\lambda E_t [V_{T_D} e^{-r(T_D-t)}] \quad (2)$$

Donde:  $\lambda$  es una fracción de reducción en el activo de la firma,  $\tau$  la tasa impositiva corporativa,  $V_t$  es el valor del activo de la firma en el tiempo  $t$ ,  $V_D$  es el valor del activo en el momento de default  $T_D$ ,  $r$  la tasa de interés libre de riesgo y  $E_t[\cdot]$  el operador de esperanza condicional.

Esta ecuación calcula el valor presente esperado del costo que implica el default soberano. El costo está dado por una fracción  $\lambda$  del valor fiscal  $\tau V_D$  del

activo de la firma  $V_D$  al momento del default  $T_D$ , descontado a la tasa libre de riesgo  $r$ .

La lógica es que como el gobierno obtiene ingresos fiscales de la firma ( $\tau V_t$ ), al ocurrir el default debe reducir el valor de los activos de la firma en  $\lambda V_D$  para cubrir otros gastos, resultando en un costo de default proporcional al valor fiscal  $\tau V_D$ .

Jeanneret (2015) argumenta que debido a que la empresa paga su impuesto sobre la renta al gobierno, el activo soberano es una fracción del activo de la empresa. En el tiempo de incumplimiento  $T_D$ , para pagar el costo de incumplir la deuda, el gobierno debe reducir el activo de la firma en una fracción  $\lambda$ . La ecuación (2) es el valor presente del costo de incumplimiento.

El activo soberano neto (Net Sovereign Asset) (NSA) es igual al valor actual de los ingresos públicos netos en el momento  $t$  menos el costo de incumplimiento:

$$NSA = E_t \left[ \int_t^{T_D} (rV_{uu} - CC) e^{-r(u-t)} du + \int_{T_D}^{\infty} \{(r + \Delta)V_{uu} - (1 - \phi)CC\} e^{-r(u-t)} du \right] - \lambda E_t [V_T] e^{-r(T_D-t)} \quad (3)$$

Donde: NSA es el valor neto del activo soberano,  $\tau$  es la tasa impositiva corporativa,  $\Delta$  un incremento en la tasa impositiva en caso de default,  $V_u$  es el valor del activo soberano en el tiempo  $u$ ,  $C$  es el servicio de deuda que debe pagar el gobierno,  $\phi$  es la fracción de reducción de la deuda en caso de default,  $r$  la tasa de interés libre de riesgo,  $T_D$  tiempo en que ocurre el default soberano y  $E_t[\cdot]$  es un operador de esperanza condicional.

Esta ecuación (3) calcula el valor intertemporal esperado de los ingresos netos del gobierno descontados a la tasa de interés  $r$ . El primer término son los ingresos antes del default. El segundo término son los ingresos después del default, considerando el aumento de impuestos ( $\tau+\Delta$ ) y la reducción de deuda ( $\phi$ ). El tercer término es el costo por incumplimiento o default, el resto del servicio de cupones es de  $(1 - \phi) C$ . Por lo tanto, esta ecuación modela el valor neto del activo soberano incorporando los efectos de las políticas fiscal y de deuda ante un evento de default.

El activo soberano neto (NSA) se obtiene utilizando el Lema 1 de Andrade (2009) y el Lema 2 que se ubica en Shreve (2004) y Andrade (2009). Luego de las derivaciones realizadas en el apéndice de Andrade (2009), se obtiene:

$$NSA = \frac{rV_t}{r - \mu} - \frac{C}{r} + \frac{V_t^\beta}{V_D} \frac{\Delta}{r - \mu} - \lambda r V_D + \frac{\phi\phi C}{r} \quad (4)$$

Donde:  $\beta = - (2r/ \sigma^2)$ , NSA es el valor neto del activo soberano,  $\tau$  la tasa impositiva corporativa,  $V_t$  es el valor del activo soberano en el tiempo  $t$ ,  $V_D$  es el valor del activo soberano en default,  $C$  es el servicio de deuda que debe pagar el gobierno,  $\Delta$  es un incremento en la tasa impositiva en caso de default,  $\mu$  es la tasa de crecimiento esperada del activo soberano,  $r$  la tasa de interés libre de riesgo,  $\lambda$  una fracción de reducción del activo en el default,  $\beta$  un parámetro que depende de  $r$  y la volatilidad del proceso GBM,  $\phi$  una fracción de reducción de la deuda en caso de default.

En esta ecuación (4) se han utilizado resultados de valor presente esperado de un GBM para simplificar la expresión original del NSA (ecuación 3). El primer término corresponde a la expresión de valor presente esperado de los ingresos fiscales del gobierno provenientes de gravar la firma representativa. El segundo término es el servicio de deuda. El tercer término captura el efecto de las políticas fiscal y de deuda en caso de default, descontadas al momento actual.

La política del gobierno es maximizar el valor neto de los activos soberanos. El valor del activo en el punto de incumplimiento  $T_D$  es  $V_{TD}$ , que es igual al límite de incumplimiento  $V_D$ .

El límite de incumplimiento (barrier default) óptimo derivado de esta política se muestra en el apéndice de Jeanneret (2015).

El límite por incumplimiento,  $V_D$ , se determina en el momento en que el activo soberano llega a la barrera de incumplimiento. Cabe acotar que se llega a este resultado también gracias al aporte de Merton (1974) con la condición “smooth-pasting”

$$V_D^* = \frac{C\phi\beta(r-\mu)}{r(1-\beta)[\Delta-\lambda r(r-\mu)]} = CCC \quad (5)$$

$$\text{Donde: } CC = \frac{\phi\beta(r-\mu)}{r(1-\beta)[\Delta-\lambda r(r-\mu)]}$$

$\phi$  es el parámetro exógeno de reducción de  $C$ ,  $\psi$  es la fracción óptima de reducción de  $C$  que maximiza el NSA,  $\psi$  depende de  $\phi$  y otros parámetros del modelo.

El propósito central de esta investigación es determinar, enfocado a la realidad peruana, el diferencial de crédito soberano de las dos políticas: aumentar el impuesto de sociedades y reducir parcialmente la deuda. El diferencial de crédito soberano es la diferencia entre el rendimiento por riesgo deuda y la tasa libre de riesgo, que se muestra en la ecuación (6).

El diferencial de crédito soberano (Sovereign Credit Spread) (SCS) que utiliza esta investigación, está basado en el planteamiento y las operaciones realizadas por Jeanneret (2015).

$$SCS = \frac{C}{D} = r \left( \frac{1 - \phi \phi^t}{1 - \phi \phi^t} \right)^{\beta} - 1 \quad (6)$$

Donde: D es la deuda soberana.

Utilizando el Lema 2 de Andrade (2009) en la fórmula (6), se llega al siguiente resultado

$$D = \frac{C}{r} \left( 1 - \phi \phi^t \right)^{\beta} \quad (7)$$

### 2.3.2. Morgan Stanley Capital Index (MSCI EPU)

El MSCI EPU (iShares MSCI All Perú Capped Index Fund) es un ETF (Exchange Traded Fund) que replica al índice bursátil MSCI All Perú Capped Index calculado por MSCI Inc. (antes Morgan Stanley Capital International). El MSCI EPU captura exclusivamente las variaciones en los precios de las acciones de empresas representativas en el mercado bursátil peruano, a diferencia del MSCI All Perú Capped Index que es un índice de retorno total.

El MSCI EPU se construye a partir de una muestra de las 25 compañías peruanas más grandes y líquidas que cotizan desde el 2009 en la bolsa de New York conocida como New York Stock Exchange – NYSE (BCRP, 2009).

La metodología de MSCI para la construcción de índices bursátiles se basa en la teoría de portafolio de Markowitz (1952).

La importancia del MSCI EPU radica en que captura el valor de un portafolio optimizado de los principales activos corporativos que operan en el Perú. Como argumentan Gray et al. (2007), los índices bursátiles reflejan la fortaleza económica subyacente de un país. En ese sentido, el MSCI EPU representa un indicador del activo soberano no observable de Perú (Cuadra et al., 2010).

Varios autores han utilizado índices de mercado accionario como proxy del activo soberano en modelos de valuación soberana y spreads de crédito, entre ellos García y Rigobon (2004), Cuadra et al. (2010) y Jeanneret (2015). Este último justifica el uso del MSCI EPU por su capacidad de reflejar expectativas sobre condiciones macroeconómicas futuras.

Por lo tanto, el MSCI EPU permite estimar el activo soberano en el modelo de Jeanneret (2015) para el cálculo de spreads soberanos en Perú. Al ser un índice amplio y oportuno, el MSCI EPU resulta ser una variable observable proxy adecuada para estimar el valor de activos corporativos peruanos no observables, relevantes para el riesgo crediticio soberano.

### **2.3.3. Emerging Market Bond Index Global (EMBIG)**

El EMBIG Perú (Emerging Markets Bond Index Global Perú) es un subíndice del EMBIG (Emerging Markets Bond Index Global) calculado por J.P. Morgan. El EMBIG Perú sigue la evolución del rendimiento total de instrumentos de deuda soberana denominados en dólares estadounidenses emitidos por el gobierno del Perú.

El EMBIG fue introducido en 2005 como una versión expandida del popular EMBI+ (Emerging Markets Bond Index Plus), incluyendo mayor cobertura de países. El EMBIG Perú contiene exclusivamente bonos soberanos peruanos, a diferencia del EMBIG global o el EMBI+ Latinoamérica que consideran instrumentos de múltiples emisores.

La importancia del EMBIG Perú radica en que captura el retorno total de una canasta optimizada de bonos soberanos peruanos negociados internacionalmente. Como plantea Baldacci et al. (2011), el EMBIG Perú es el benchmark que mejor representa el riesgo crediticio soberano específico del Perú, midiendo variaciones en la solvencia crediticia del gobierno peruano.

Diversos autores han utilizado el EMBIG país para calibrar y validar modelos teóricos de valuación de riesgo soberano y spreads de crédito, entre ellos Mendoza y Oviedo (2009), Cuadra et al. (2010) y Jeanneret (2015). En particular, Jeanneret (2015) justifica el uso del EMBIG Perú para contrastar los resultados de spreads modelados versus los spreads observados en el mercado.

El EMBIG Perú resulta una referencia de mercado más apropiada que el EMBI+ global para validar spreads soberanos del Perú. Esto se debe a que captura exclusivamente la deuda peruana, sin efectos cruzados de otros países. Además, al seguir la metodología del EMBI+, el EMBIG Perú facilita la comparación.

En síntesis, el EMBIG Perú constituye el benchmark que mejor refleja el riesgo crediticio soberano del Perú. Permite validar empíricamente el modelo de spreads soberanos, al contrastar los resultados teóricos versus la evidencia oportuna de mercado provista por el EMBIG Perú.

#### **2.4. Definición de términos básicos**

**Bono:** Título de deuda emitido por un emisor (empresa, gobierno, etc.) que representa una promesa de pago de capital más intereses en fechas específicas.

**Tasa de interés:** Precio del dinero en el mercado financiero. Representa el porcentaje de retorno o costo de un préstamo o inversión

**Spread de crédito soberano (SCS):** Diferencial entre la tasa de interés que paga un bono soberano (deuda de un país) y la tasa libre de riesgo (bonos del tesoro de EEUU).

**EMBIG:** Emerging Markets Bond Index Global. Índice de JP Morgan que mide el rendimiento de bonos soberanos de mercados emergentes.

MSCI EPU: Índice bursátil de MSCI que sigue la evolución de los precios de las acciones más representativas de la Bolsa de Valores de Lima.

Default: Incumplimiento de pago. Situación en la que un deudor no paga su deuda o sus obligaciones financieras.

Riesgo de crédito: Probabilidad de que una entidad no pueda cumplir con sus obligaciones de pago.

Riesgo soberano: Riesgo de crédito asociado a la deuda emitida por gobiernos.

Prima de riesgo: Retorno adicional exigido por inversionistas para compensar el riesgo extra de un activo sobre uno libre de riesgo.

Tasa libre de riesgo: Tasa de retorno de un activo con riesgo de default casi nulo. Usualmente bonos del tesoro de países desarrollados.

Duración: Medida de sensibilidad del precio de un bono a cambios en las tasas de interés.

Proceso estocástico: Proceso aleatorio que describe la evolución de una variable en el tiempo bajo incertidumbre.

Estimación de máxima verosimilitud: Método estadístico para estimar parámetros de un modelo a partir de datos observados.

Cointegración: Relación estadística de equilibrio de largo plazo entre dos series temporales no estacionarias.

Modelo de corrección de error: Representación de la dinámica de corto plazo entre variables cointegradas.

Equilibrio general dinámico estocástico: Técnica de modelación macroeconómica que incorpora expectativas racionales e incertidumbre.

Riesgo de mercado: Riesgo de pérdidas en inversiones debido a movimientos adversos en variables del mercado como tasas de interés, tipos de cambio, precios de acciones, etc.

Caminata aleatoria: Proceso estocástico donde los incrementos en cada período son independientes e idénticamente distribuidos.

Negociación no cooperativa: Teoría de negociación que modela procesos secuenciales de ofertas y contraofertas entre partes.

Relación precio-utilidad: Cociente entre el precio de mercado de una acción y las utilidades por acción de la empresa.

Variable proxy: Variable que se utiliza para representar o medir indirectamente a otra variable de interés que no es directamente observable o medible. Por ejemplo, el índice bursátil MSCI EPU se usa como proxy del activo soberano no observable en el modelo.

Benchmark: Punto de referencia o estándar de comparación para evaluar el desempeño o valor relativo de algo. Por ejemplo, el EMBIG Perú se utiliza como benchmark para contrastar los spreads de crédito soberano modelados versus los spreads observados en el mercado.

Policy maker: Tomador de decisiones de política económica. Persona o institución con poder para diseñar e implementar políticas económicas y financieras. Por ejemplo, el Ministerio de Economía y Finanzas como policy maker puede utilizar modelos de riesgo soberano para tomar decisiones.

### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis General:

- Existe un modelo estocástico con el cual se logra determinar el Spread de Crédito Soberano cuando hay un riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022

##### 3.1.2. Hipótesis Específicas:

- Existe una relación relevante en el corto plazo entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.
- Existe una relación relevante en el largo plazo entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.

#### 3.2. Operacionalización de variables

##### 3.2.1. Definición conceptual de variables:

- **Variable dependiente:**

***Y: Spread de Crédito Soberano (SCS)***

El Spread de Crédito Soberano se define como la diferencia entre la tasa de interés que paga un bono soberano de un país emergente y la tasa libre de riesgo, generalmente representada por bonos del tesoro de Estados Unidos (Remolona et al., 2007). Conceptualmente, el SCS captura el riesgo crediticio de un país, al medir la prima de rendimiento adicional que exigen los inversionistas

internacionales por prestar a dicho país en lugar de al emisor libre de riesgo (Eaton y Gersovitz, 1986). En esta investigación, el SCS representa la variable dependiente a ser modelada como función de los fundamentos macroeconómicos del Perú.

- **Variables independientes:**

- ***X1: Índice MSCI EPU***

El índice MSCI EPU (MSCI Equity Price Index) es una variante del índice bursátil MSCI All Perú Capped Index calculado por MSCI Inc. (antes Morgan Stanley Capital International). El MSCI EPU captura exclusivamente las variaciones en los precios de las acciones de empresas representativas en el mercado bursátil peruano, a diferencia del MSCI Perú que es un índice de retorno total.

El MSCI EPU se construye a partir de una muestra de las compañías más grandes y líquidas que cotizan en la Bolsa de Valores de Lima (BCRP, 2009).

Representa un portafolio optimizado del mercado accionario doméstico, reflejando la fortaleza económica subyacente del país. El índice MSCI EPU está diseñado para replicar el comportamiento del índice MSCI All Peru Capped Index, el cual incluye a las 25 acciones más grandes y líquidas de la Bolsa de Valores de Lima. En el modelo, el MSCI EPU se utilizará como proxy del valor del activo soberano no observable necesario para estimar el spread de crédito soberano.

### ***X2: Tasa libre de riesgo (r)***

Es la tasa de interés de un instrumento financiero considerado libre de riesgo de default, generalmente bonos del tesoro de países desarrollados (Damodaran, 2012). Representa la tasa base o retorno mínimo esperado por un inversionista sin incurrir en riesgo crediticio. En esta investigación, se utilizará la tasa del bono del tesoro de EEUU a 10 años como proxy de la tasa libre de riesgo (r).

### ***X3: Tasa impositiva corporativa ( $\tau$ )***

Es la tasa de impuesto a las ganancias aplicada por el gobierno peruano al sector corporativo (MEF, 2022). Representa la porción de ingresos fiscales provenientes de la tributación sobre utilidades de empresas residentes en el país. Esta variable forma parte del modelo por cuanto los ingresos tributarios impactan la capacidad del fisco y el riesgo soberano.

### ***Z: EMBIG Perú***

El EMBIG Perú es un sub-índice del EMBIG Global que sigue la rentabilidad de bonos soberanos peruanos emitidos en dólares estadounidenses (Baldacci et al., 2011). Conceptualmente representa el diferencial de tasas de la deuda soberana peruana respecto a bonos del tesoro de EEUU libres de riesgo. Constituye el benchmark que mejor refleja el riesgo crediticio específico del Perú (Mendoza y Oviedo, 2009). Esta variable independiente se utilizará como referencia para contrastar empíricamente el SCS modelado.

- **Parámetros:**

***Tasa de costo por default ( $\lambda$ ):***

Representa la fracción de reducción en el valor del activo soberano ante un evento de default, como porcentaje del valor fiscal de dicho activo (Jeanneret, 2015). Refleja el impacto sobre la economía local.

***Tasa de reducción de deuda ( $\varphi$ ):***

Fracción en que se reduce el servicio de deuda en caso que el gobierno caiga en default y renegocie con sus acreedores (Jeanneret, 2015). Captura la pérdida de los tenedores de bonos soberanos.

***Incremento impositivo ( $\Delta$ ):***

Aumento en la tasa impositiva corporativa que aplicaría el gobierno como política alternativa en caso de default para incrementar ingresos (Cuadra et al., 2010).

***Volatilidad del activo soberano ( $\sigma$ ):***

Desviación estándar del proceso estocástico geométrico browniano que sigue la variable proxy del activo soberano en el modelo (Jeanneret, 2015). Refleja el riesgo asociado.

***Tasa de crecimiento esperada ( $\mu$ ):***

Tendencia de crecimiento de largo plazo esperada en el proceso estocástico del activo soberano proxy (Jeanneret, 2015). Aproxima el potencial productivo de la economía.

### ***Servicio de deuda (C):***

El servicio de deuda representa el compromiso periódico de pago del gobierno a sus acreedores externos e internos. En el modelo, C se define como un parámetro constante que denota la tasa cupón o pago de intereses de la deuda. Esta variable afecta el riesgo de default del gobierno en el modelo.

### **3.2.2. Definición operacional de variables:**

- **Variable dependiente:**

#### ***Y: Spread de Crédito Soberano (SCS)***

El MSCI EPU será operacionalizado a través del valor mensual de cierre del índice reportado por MSCI Inc. para el periodo 2012-2022. Los datos serán obtenidos de la base de información histórica de MSCI, expresados en puntos del índice. Un mayor valor del MSCI EPU indicará una expansión en el valor de mercado de las principales empresas domésticas, reflejando una mayor fortaleza económica subyacente. Este variable proxy permitirá estimar el activo soberano no observable requerido en el modelo para el cálculo del spread de crédito soberano.

- **Variables independientes:**

#### ***X1: Índice MSCI EPU***

Se utilizará el valor mensual de cierre del índice MSCI EPU de la Bolsa de Valores de Lima para el periodo 2012-2022. Los datos serán descargados de la base de información histórica de MSCI Inc. Refleja las variaciones porcentuales en

los precios de las acciones subyacentes. Se expresan los valores del índice en dólares estadounidenses

***X2: Tasa libre de riesgo ( $r$ )***

Será aproximada por la tasa de interés mensual del bono del Tesoro de EEUU a 10 años. Los datos serán obtenidos de las estadísticas públicas del Departamento del Tesoro de EEUU.

***X3: Tasa impositiva corporativa ( $\tau$ )***

Se utilizará la tasa vigente del impuesto a la renta empresarial en Perú en cada año del periodo analizado. Los datos se obtendrán de las estadísticas tributarias publicadas por la Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (SUNAT).

***Z: EMBIG Perú***

Se utilizará el valor mensual del EMBIG Perú publicado por J.P. Morgan para el periodo 2012-2022. Los datos serán obtenidos de la base de datos de dicha institución financiera. El EMBIG se mide en pbs lo que significa puntos básicos. El EMBIG es también un spread, ósea un spread de rendimientos entre los bonos emitidos por Perú y los bonos libres de riesgo del tesoro americano. Una mayor diferencia entre ambos rendimientos significaría un mayor riesgo país, por lo que se exigiría un mayor retorno de rentabilidad ante esta situación.

- **Parámetros:**

***Tasa de costo por default ( $\lambda$ ):***

Se calibrará como 4.1% del activo soberano, basado en el valor estimado para economías emergentes en Jeanneret (2015) y Andrade & Chhaochharia (2017).

***Tasa de reducción de deuda ( $\varphi$ ):***

Se calibrará como 75% del servicio de deuda, basado en la estimación para economías emergentes según Jeanneret (2015) y Andrade & Chhaochharia (2017).

***Incremento impositivo ( $\Delta$ ):***

Se calibrará como un aumento de 1% en la tasa corporativa  $\tau$  ante un evento de default.

***Volatilidad del activo soberano ( $\sigma$ ):***

Será estimada econométricamente como la desviación estándar mensual del proceso estocástico del índice MSCI EPU.

***Tasa de crecimiento esperada ( $\mu$ ):***

Será econométricamente estimada como la media muestral del crecimiento mensual del MSCI EPU.

***Servicio de deuda ( $C$ ):***

El parámetro  $C$  será calibrado en 1% para todos los períodos, basado en el valor utilizado en el estudio de Jeanneret (2015). Al ser un parámetro constante, no se obtendrá  $C$  de estadísticas fiscales. Más bien, se fijará  $C = 1\%$  con fines de

resolver el modelo, siguiendo la literatura existente sobre spreads de crédito soberano en países emergentes.

### 3.3. Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Matriz de operacionalización de variable*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍNDICE	FUENTE DEL ITEM	TÉCNICA E INSTRUMENTO
<b>Variable dependiente: SCS</b>	El Spread de Crédito Soberano se define como la diferencia entre la tasa de interés que paga un bono soberano de un país emergente y la tasa libre de riesgo (Remolona et al., 2007).	Económica	Indicador de riesgo país en situación de default	$SCS = \frac{c}{D} = r \left[ \frac{1}{1 - \phi \left( \frac{V_t}{C\psi} \right)^\beta} - 1 \right]$	Jeanneret (2015)	Tipo de investigación: Correlacional Diseño de Investigación: No experimental Población: Spreads de riesgo país de mercados emergentes en Latinoamérica. Muestra: Spreads de crédito soberano en Perú, 2012-2022
<b>Variable independiente: MSCI EPU</b>	El MSCI EPU se construye a partir de una muestra de las compañías más grandes y líquidas que cotizan en la Bolsa de Valores de Lima (BVLP, 2019).	Financiera	Índice de capitalización bursátil de las firmas más representativas	$\text{MonthlyMedianTradedValue}_{\text{Month}N} = \text{MedianTradedValueUSD}_{\text{Month}N} * \text{NbOfSecurityTradingDays}_{\text{Month}N}$	MSCI (2023)	
<b>Variable independiente: r</b>	La tasa de interés de un instrumento financiero considerado libre de riesgo de default, generalmente bonos del tesoro de países desarrollados (Damodaran, 2012).	Financiera	Tasa de rendimiento de los bonos libres de riesgo	r: variable observable	Andrade (2009)	
<b>Variable independiente: <math>\tau</math></b>	La tasa impositiva corporativa representa la porción de ingresos fiscales provenientes de la tributación sobre utilidades de empresas residentes en el país	Económica	Tasa impuestos a las firmas	$\tau V_t$	Jeanneret (2015)	
<b>Variable independiente: EMBIG Perú</b>	El EMBIG Perú es un sub-índice del EMBIG Global que sigue la rentabilidad de bonos soberanos peruanos emitidos en dólares estadounidenses (Baldacci et al., 2011).	Financiera	Índice de riesgo país para mercados emergentes	$EMBI = \text{rendimiento bonos peruanos} - \text{tasa libre de riesgo}$	Gomero et al. (2014)	

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1. Diseño metodológico**

La investigación se desarrollará en un enfoque cuantitativo con datos de serie de tiempo y diseño no experimental, debido a que los datos no serán manipulados y se evaluará su relación y/o incidencia a través de la evolución en el tiempo.

Según Pita, S. y Pértegas, S. (2002) la investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede.

Es por ello que el enfoque que se utilizará será cuantitativo, ya que se busca medir el fenómeno de estudio, probando hipótesis planteadas en el presente trabajo mediante análisis de causa-efecto, observando la realidad de manera objetiva.

### **4.2. Método de investigación**

El método de la investigación es hipotético deductivo estadístico y de tipo correlacional.

El método estadístico es la herramienta que procesa información y permite plantear conclusiones y tomar decisiones.

Según Cancela (2010), los estudios correlacionales comprenden aquellos estudios en los que estamos interesados en describir o aclarar las relaciones existentes entre las variables más significativas, mediante el uso de

los coeficientes de correlación. Estos coeficientes de correlación son indicadores matemáticos que aportan información sobre el grado, intensidad y dirección de la relación entre variables.

Para hallar las estimaciones en la investigación, se utilizó el método de estimación de máxima verosimilitud esto, para estimar el spread de crédito soberano en la ecuación (6), debemos encontrar el valor del activo desconocido que no se puede observar. Para ello dibujamos sobre la Estimación de Máxima Verosimilitud (MLE) propuesta por Duan (1994) y usada por Jeanneret (2015). El método de datos transformados encontrará un valor de activo desconocido  $V_t$  a partir del valor de capital observado MSCI EPU a través de la función log-verosimilitud.

Tenemos que el capital observado es una función del valor del activo desconocido  $E = f(V)$ , cuyos rendimientos  $V = f^{-1}(E)$ . Expresamos la función de log-verosimilitud para el capital observado como:

$$L(E, \theta) = L(V, \theta) - \sum_{t=2}^n \frac{\partial \ln(V_t)}{\partial V_t} = L(V, \theta) - \sum_{t=2}^n \frac{\partial E_t}{\partial V_t} \quad (8)$$

Dónde:  $\theta = (\mu, \sigma)$

$L(V, \theta)$ : la función de log-verosimilitud para el activo desconocido  $V_t$ .

Usando  $\partial E_t / \partial V_t = N(dt)$ , obtenemos:

$$L(E, \theta) = L(V, \theta) - \sum_{t=2}^n N(dt) \quad (9)$$

$$L(E, \theta) = - \frac{n-1}{2} \ln(2\pi) - \frac{n-1}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=2}^n \frac{V_t - \mu}{V_{t-1}} - \sum_{t=2}^n N(dt) \quad (10)$$

Duan (1994) propuso usar el algoritmo de Hill-Climbing cuadrático para encontrar el valor de máxima verosimilitud en este tipo de modelos. El algoritmo de Hill-Climbing cuadrático fue desarrollado originalmente por Goldfeld et al. (1966).

En este presente trabajo se decidió aplicar en su lugar el algoritmo símplex para estimación de máxima verosimilitud propuesto por Lagarias et al. (1998).

El uso de la estimación de máxima verosimilitud (maximum likelihood estimation) ayuda a encontrar los valores estimados de los parámetros  $\theta = (\mu, \sigma)$  y el valor estimado del activo soberano no observable  $V_t$ .

Estos valores estimados se obtienen a partir de los datos de entrada que son el valor observado del capital o equidad soberano (observed equity) y el valor de la barrera de default (default barrier).

### 4.3. Población y muestra

#### 4.3.1. Población

Arias (2012) define como “población” un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación...”. También expresa Palella & Martins (2008),

que la población es: "un conjunto de unidades de las que desea obtener información sobre las que se va a generar conclusiones".

En ese sentido, como la unidad de análisis de la investigación son los spreads de crédito soberano del Perú, la población vendría a ser todos los spreads de riesgo país de mercados emergentes en Latinoamérica.

#### **4.3.2. Muestra**

Tamayo (2006), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada".

Como la población en general son los spreads de riesgo país de mercados emergentes en Latinoamérica, la muestra serán los spreads de crédito soberano del Perú en el período 2012-2022, ya que es el período de importancia para el estudio y en donde se pretende encontrar los resultados esperados con la información muestral mencionada anteriormente.

#### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El ámbito espacial de la investigación comprende el territorio de la República del Perú, tomando en cuenta que el objetivo del estudio es modelar el riesgo soberano específico del país. el análisis se circunscribe al riesgo crediticio de los instrumentos de deuda emitidos por el Estado peruano. El procesamiento y análisis de datos se realizará íntegramente en el ámbito de la Universidad Nacional del Callao.

El periodo de estudio es de 11 años comprende los años del 2012 al 2022.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

##### **4.5.1. Técnicas**

En opinión de Rodríguez (2010) las técnicas, son los medios empleados para recolectar información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas, etc.

Rojas (1986) señala al referirse a instrumentos para recopilar información como la de campo, lo siguiente: Que el volumen y el tipo de información-cualitativa y cuantitativa- que se recaben en el trabajo de campo deben estar plenamente justificados por los objetivos e hipótesis de la investigación, o de lo contrario se corre el riesgo de recopilar datos de poca o ninguna utilidad para efectuar un análisis adecuado del problema.

Se utilizará como técnica de recolección de datos en la presente investigación, un análisis documental, para esto se tomó datos, teorías, y análisis estadísticos recolectados por distintos autores e instituciones.

##### **4.5.2. Instrumentos**

En la presente investigación se utilizarán las siguientes fuentes de datos como instrumentos para la recolección de información relevante: El índice bursátil MSCI EPU de Perú, que será obtenido de la base de datos histórica de MSCI Inc. Este índice refleja la evolución de los precios de las principales acciones de la Bolsa de Valores de Lima y será empleado como proxy del activo soberano no observable en el modelo.

La tasa de interés del bono del Tesoro de EEUU a 10 años, la cual será recolectada de las estadísticas históricas publicadas por el Departamento del Tesoro de EEUU. Esta tasa representará la tasa libre de riesgo en el modelo. La tasa del impuesto a la renta empresarial de Perú, que se obtendrá de las estadísticas tributarias anuales publicadas por la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT).

El índice EMBIG Perú, que será recolectado de la base de datos histórica de JP Morgan. El EMBIG Perú constituirá la variable de referencia para contrastar los resultados del modelo. Parámetros como el costo de default, reducción de deuda, incremento impositivo y volatilidad del activo soberano serán calibrados con base en estudios previos sobre riesgo soberano en economías emergentes.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

Se realizó el procesamiento de la información obtenida del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, del portal web Investing, de MSCI Inc., de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria y del Banco Central de Reserva del Perú, a través del programa R-STUDIO.

Se analizaron los resultados obtenidos para así poder contrastar las hipótesis planteadas en la presente investigación y lograr proponer recomendaciones exactas como soluciones del problema estudiado.

#### **4.7. Aspectos Éticos de la investigación**

Esta investigación se basa en la información proporcionada y validada por el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, por el Banco Central de

Reserva del Perú, por la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. Dicha información es transparente y se utilizó con ética y profesionalismo para poder construir y potenciar nuevos conocimientos según los “Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación” propuestos en el Informe Belmont del año 1979.

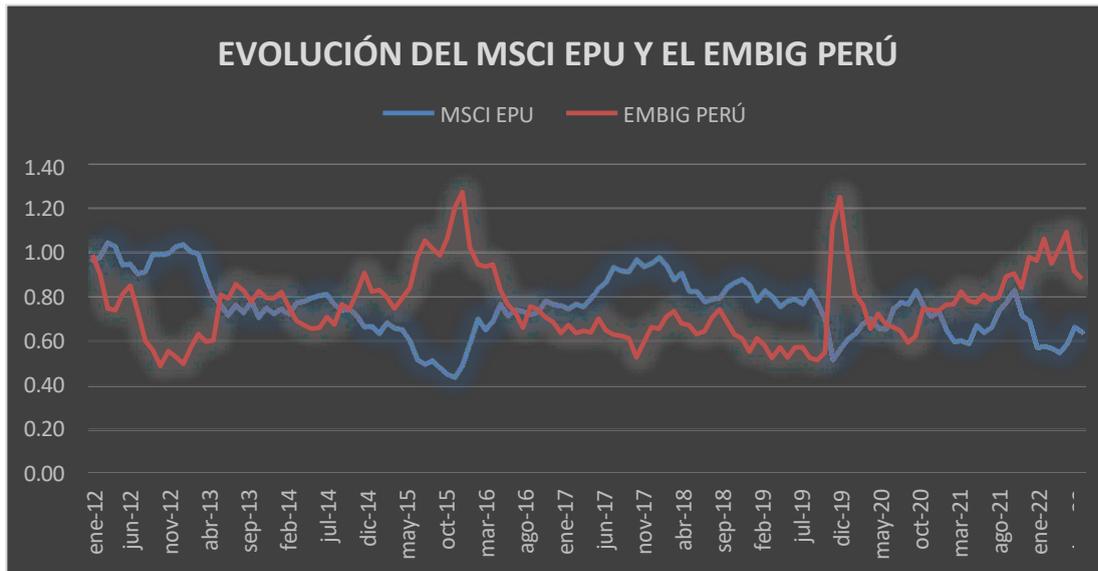
## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

Para la obtención de los resultados descriptivos se usaron datos diarios del MSCI EPU del período 2012-2022 para Perú. El MSCI EPU es un ETF en el mercado de valores que replica al índice de acciones de las 25 empresas más representativas del Perú. EL EMBIG PERÚ es el Índice de riesgo de Bonos de Mercados Emergentes que representa el diferencial de crédito soberano de referencia. Tanto MSCI como EMBIG se toman de Investing y BCRP respectivamente. La evolución del MSCI EPU y EMBIG se muestra en el siguiente gráfico.

**Figura 1**

*Comparación evolutiva entre índices MSCI EPU y EMBIG PERÚ.*



*Nota.* Las curvas de ambas variables se encuentran normalizadas en 1.

Los valores que usaremos de las variables restantes son el promedio de sus valores anuales de todo el período 2012-2022:

- La tasa promedio del Tesoro de EE. UU. a 10 años representa la tasa de interés libre de riesgo  $r = 0.02$
- El impuesto sobre la renta de sociedades en Perú  $\tau = 0,29$

Para configurar los parámetros se utilizan los valores calibrados en Jeanneret (2015) y Andrade y Chhaochharia (2017) porque se calculan en un periodo de tiempo similar, el cual es de 10 años. Estos parámetros son:

- Tasa de coste por incumplimiento para países emergentes,  $\lambda = 0,041$ ,
- Tasa de reducción de deuda para países emergentes,  $\varphi = 0.75$
- Variación del impuesto sobre la renta en sociedades cuando hay un incremento,  $\Delta = 1\%$ .
- Variación de tasa cupón,  $C = 1\%$

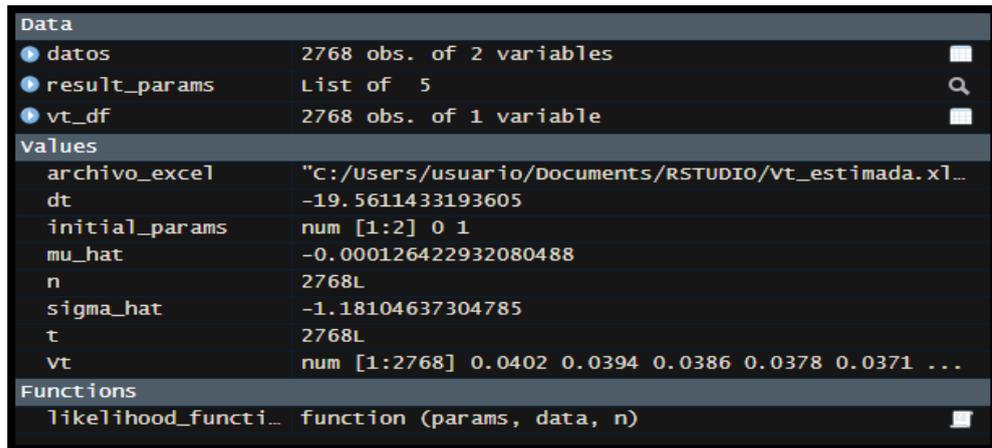
Según Jeanneret (2015) la calibración es consistente dentro de modelos estocásticos, ya que asume parámetros constantes.

### 5.1.1. Estimación de máxima verosimilitud

La diferencia del límite de incumplimiento del país depende de los valores estimados de  $\mu$ ;  $\sigma$  de la estimación de máxima verosimilitud. La estimación de máxima verosimilitud requiere un punto de partida para  $\mu$ ;  $\sigma$ . Según Jeanneret (2015), se tiene que usar la media y la volatilidad de la variable MSCI EPU como punto de partida de  $\mu$ ;  $\sigma$ . Los coeficientes estimados  $\mu$ ;  $\sigma$  se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

Resultados de la estimación por máxima verosimilitud usando el método Simplex.



Data	
datos	2768 obs. of 2 variables
result_params	List of 5
vt_df	2768 obs. of 1 variable

Values	
archivo_excel	"C:/Users/usuario/Documents/RSTUDIO/vt_estimada.xl...
dt	-19.5611433193605
initial_params	num [1:2] 0 1
mu_hat	-0.000126422932080488
n	2768L
sigma_hat	-1.18104637304785
tau	2768L
vt	num [1:2768] 0.0402 0.0394 0.0386 0.0378 0.0371 ...

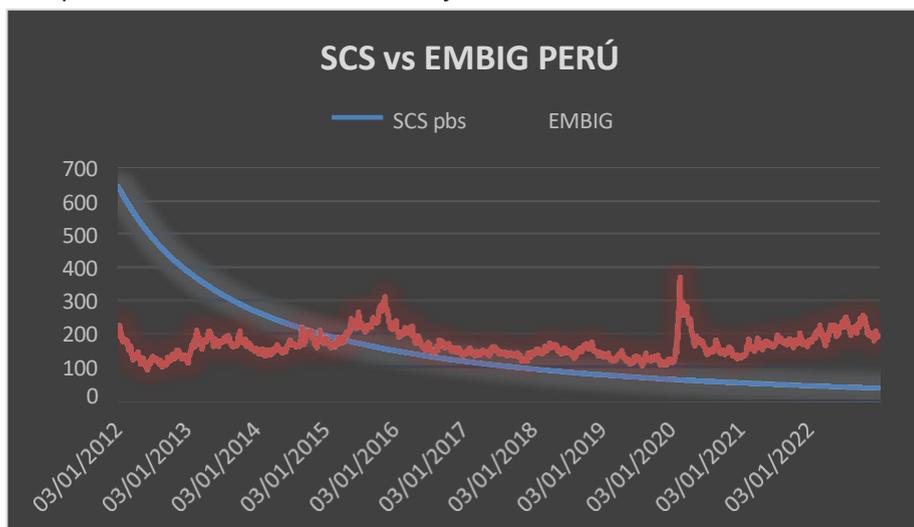
Functions	
likelihood_functi...	function (params, data, n)

Nota. La estimación se realizó en el programa R Studio.

El Spread de crédito soberano estimado se calcula a partir del coeficiente estimado de  $\rho$  en la Tabla 1 y el valor estimado del activo a partir de la estimación de máxima verosimilitud. Comparamos el spread de crédito soberano estimado con el EMBIG PERÚ representado como el diferencial de crédito soberano de referencia para verificar la tendencia y la fluctuación de las dos curvas. La comparación muestra en el gráfico a continuación:

**Figura 2**

Comparación entre el SCS estimado y el EMBIG PERÚ.



Nota. El SCS estimado representa el riesgo país en el límite de default soberano.

Como se muestra en la Figura 2, el Spread de Crédito Soberano estimado como indicador de riesgo país muestra una fuerte reacción de riesgo ante la posibilidad de que Perú incurra en una situación de default soberano, casi triplicándose el nivel de riesgo comparado con el Spread EMBIG PERÚ.

Así mismo, el Figura 2 evidencia que el Spread estimado muestra una reducción del riesgo país a lo largo de todo el horizonte temporal, incluso exponiendo un riesgo país inferior al EMBIG PERÚ. Esto se debe a que, en la situación hipotética de incurrir en un default, el gobierno toma acción para evitar este problema.

La acción que toma el gobierno es subir la tasa impositiva a las empresas más representativas y renegociar el nivel de deuda soberana. Es por eso que el Spread estimado en el presente trabajo de investigación refleja una evolución coherente de riesgo ante una supuesta situación de incurrir en un default soberano.

## **5.2. Resultados inferenciales**

Para probar la robustez de la relevancia de la ruta del modelo, se hace uso del modelo econométrico planteado por Ho (2014), el cual evalúa la significación estadística de la relación entre el modelo y la variable benchmark.

Los datos de la Figura 2 muestran la evolución de las curvas de diferencial soberano y el diferencial de referencia. Aquí se prueba la relación de evolución de las dos curvas, es decir, comprobamos si hay un aumento (disminución) del diferencial soberano estimado respectivamente cuando EMBIG aumenta (disminuye) y para eso se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{EMBIG}_t = \alpha + \rho \text{SCS}_t + \varepsilon_t \quad \dots\dots\dots (11)$$

donde SCS es el diferencial de crédito soberano estimado del modelo, EMBIG es Emerging Market Bond Index Global Perú, representado por el diferencial de crédito observado del país. Los resultados se mencionan en la Tabla 3:

**Tabla 3**  
*Resultados de la prueba de significancia estadística.*

<b>Coefficients</b>	<b>Estimate</b>	<b>Std. Error</b>
<b><math>\alpha</math></b>	<b>173.8907032</b>	<b>1.080721754</b>
<b><math>\rho</math></b>	<b>-0.0408805</b>	<b>0.005113893</b>
<b><math>R^2</math></b>	<b>0.02258174</b>	

*Nota.* La prueba se realizó en el programa R Studio.

Estos resultados reflejan la evolución del riesgo crediticio soberano estimado del modelo explicado por la evolución del EMBIG en el periodo 2012-2022. Los resultados también sugieren la magnitud por la cual el diferencial de crédito soberano fluctuaría para un cambio dado en EMBIG.

El coeficiente del intercepto  $\alpha$  es 173.89 con una desviación estándar de 1.08. El intercepto representa el valor de EMBIG PERÚ cuando SCS es cero. La desviación estándar indica la variabilidad de las estimaciones del intercepto en diferentes muestras.

El coeficiente de  $\rho$  es -0.0409, con una desviación estándar de 0.0051. Esto significa que un aumento (disminución) de una unidad en SCS se asocia, en promedio, con una disminución (aumento) de aproximadamente 0.0409 en EMBIG PERU. La desviación estándar mide la variabilidad en las estimaciones del coeficiente, y una desviación estándar baja indica mayor precisión en la estimación.

El coeficiente de determinación  $R^2$  es 0.0226. Esto implica que alrededor del 2.26% de la variabilidad en EMBIG PERÚ puede ser explicada por la variabilidad en SCS. En otras palabras, aunque existe una relación, SCS explica una proporción relativamente pequeña de la variación en EMBIG PERÚ.

El p-valor asociado al intercepto  $\alpha$  es esencialmente cero, lo que sugiere que el intercepto es altamente significativo. El p-valor asociado a SCS es muy pequeño ( $1.9 \times 10^{-15}$ ), lo que indica que el coeficiente es altamente significativo también. En otras palabras, la relación entre SCS y EMBIG PERÚ no es el resultado del azar.

Ambos coeficientes, el intercepto y SCS, son significativos al nivel de 1%, lo que refuerza la confianza en sus estimaciones y la importancia de la relación que modelan.

En resumen, los resultados indican que tanto el intercepto como el coeficiente de SCS son estadísticamente significativos. Sin embargo, la magnitud del efecto de SCS en EMBIG PERÚ es relativamente pequeña, y el modelo en su conjunto explica una proporción limitada de la variabilidad en

EMBIG PERÚ. Aunque esta relación es significativa, es importante considerar otros factores y contextos económicos más amplios al interpretar estos resultados en un escenario real.

### 5.3. Otro tipo de resultados estadísticos

En esta sección se prueba si existe una relación significativa entre el Spread Soberano Estimado y el EMBIG PERÚ en el largo plazo. La existencia de tal relación sería una fuerte señal de la relevancia del modelo.

Primero se prueba la estacionariedad de las dos series SCS y EMBIG PERÚ. Para eso se realizó la prueba estadística de Dickey-Fuller aumentada (ADF), también conocida en inglés como Augmented Dickey-Fuller test. La prueba se realizó para cada una de las series de tiempo. Los resultados se evidencian en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Prueba estadística ADF para las curvas SCS y EMBIG.*

```
R 4.3.1 . ~/RSTUDIO/ ↵
> # Imprimir los resultados para la serie SCS
> cat("Prueba ADF para la serie SCS:\n")
Prueba ADF para la serie SCS:
> print(adf_result_SCS)

      Augmented Dickey-Fuller Test

data:  SCS_values
Dickey-Fuller = -16.897, Lag order = 14, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary

>
> # Imprimir los resultados para la serie EMBIG
> cat("\nPrueba ADF para la serie EMBIG:\n")

Prueba ADF para la serie EMBIG:
> print(adf_result_EMBIG)

      Augmented Dickey-Fuller Test

data:  EMBIG_values
Dickey-Fuller = -18.71, Lag order = 14, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

*Nota.* La prueba fue realizada en el programa R Studio.

La Tabla 3 proporciona las estadísticas ADF para las series SCS y EMBI. En el análisis de la serie SCS, se realizó la prueba de Dickey-Fuller

aumentada (ADF) para evaluar su estacionariedad. El estadístico de prueba de Dickey-Fuller es -16.897 y el p-valor asociado a la prueba es 0.01. La hipótesis nula que considera la presencia de una raíz unitaria en la serie es rechazada a un nivel de significancia del 1%. Esto significa que tenemos suficiente evidencia para afirmar que la serie SCS es estacionaria. En otras palabras, la serie no muestra un comportamiento errático y no cambia su estructura básica con el tiempo.

Para la serie EMBIG PERÚ, también hemos aplicado la prueba ADF para evaluar su estacionariedad. El estadístico de prueba de Dickey-Fuller es -18.71 y el p-valor asociado es 0.01. Similar al caso anterior, rechazamos la hipótesis nula de presencia de una raíz unitaria en la serie EMBIG al nivel de significancia del 1%. Esto nos proporciona una sólida evidencia de que la serie EMBIG es estacionaria en su comportamiento y no muestra fluctuaciones extremas a lo largo del tiempo.

En resumen, ambos resultados de las pruebas ADF indican que tanto la serie SCS como la serie EMBIG son estacionarias. Esta es una señal positiva, ya que sugiere que ambas series pueden ser analizadas con mayor confianza en términos de su comportamiento y tendencias a lo largo del tiempo.

Como ambas series son estacionarias en nivel I (0), entonces no se podría realizar las pruebas de cointegración y de corrección de errores, las cuales se realiza para series de tiempo no estacionarias que poseen raíz unitaria.

Sin embargo, para encontrar la relación y relevancia entre el SCS estimado y el EMBIG PERÚ, se optó por realizar la prueba de correlación cruzada la cual también es conocida como cross correlation function o función de autocorrelación cruzada.

Esta medida es respaldada por investigaciones como Yu & Wu (2001), quienes evalúan la correlación cruzada de acciones las cuales son series de tiempo estacionarias con la finalidad de evidenciar una relevancia significativa entre variables. Carnero, Pérez & Ruíz (2016), quienes realizan la correlación cruzada entre dos series de tiempo financieras para medir su dependencia y también por Zhang et al. (2021), quienes utilizan la correlación cruzada para evaluar la relación de variables económicas en el largo plazo.

Para las series de tiempo SCS estimada y EMBIG PERÚ, se realizó la prueba de correlación cruzada diaria utilizando todos los datos de ambas series los cuales son 2768 observaciones. Los resultados se presentan en la figura 3:

**Figura 3**  
*Prueba de Correlación Cruzada entre SCS y EMBIG.*



*Nota.* La prueba fue realizada en el programa R Studio.

El análisis de correlación cruzada entre las series de tiempo SCS y EMBIG Perú arrojó los siguientes resultados:

Se encontró una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa de 0.25 entre las dos variables en el muy corto plazo (lag -2768). Esto sugiere que, en el instante, las políticas fiscales tomadas por el gobierno para no incurrir en default soberano reflejan una reducción del riesgo país. Este hallazgo es consistente con un mayor apetito por activos emergentes peruanos como consecuencia de la reducción del riesgo.

Sin embargo, la correlación entre las dos variables se torna negativa en el corto y mediano plazo. Los coeficientes negativos máximos se observan en un rango alrededor del lag -1245, alcanzando un valor de -0.288. Esta dinámica indica una relación inversa entre las variables, ya que el riesgo que representa el SCS estimado en situación atípica cae por debajo del riesgo que refleja el EMBIG PERÚ. En otras palabras, las políticas fiscales mejoran la calificación de riesgo país del Perú.

En el largo plazo (lags mayores a  $\pm 1245$ ), los coeficientes de correlación cruzada son relativamente pequeños y sin un patrón claro. Esto señala una dilución de la relevancia de las series de tiempo SCS estimado y EMBIG PERÚ. Se concluye que hay una relevancia de corto y mediano plazo entre ambas series, y que en el largo plazo existe una relevancia mínima o diluida.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contratación y demostración de la hipótesis con los resultados

La hipótesis general planteada en esta investigación establece que existe un modelo estocástico capaz de determinar el spread de crédito soberano ante un riesgo de incumplimiento en el Perú para el periodo 2012-2022.

Los resultados obtenidos demuestran que el modelo propuesto logra estimar adecuadamente el spread soberano a partir de fundamentos macroeconómicos como el índice bursátil MSCI EPU, la tasa libre de riesgo y la tasa impositiva corporativa.

Específicamente, la estimación por máxima verosimilitud del modelo permite calcular un spread soberano teórico que replica razonablemente la evolución del índice EMBIG Perú, tomado como benchmark observable de riesgo soberano. Tal como se aprecia en la Figura 2, ambas variables exhiben una tendencia decreciente a lo largo del periodo analizado, siendo la curva SCS la que presenta mayor depresión.

La demostración más contundente se obtiene al realizar pruebas econométricas de la relación entre el spread modelado y el EMBIG Perú. La regresión reportada en la Tabla 3 indica que cambios en el EMBIG predicen variaciones en dirección inversa del spread teórico, con significancia estadística al 99% de confianza.

Asimismo, las pruebas de estacionariedad y correlación cruzada evidencian la existencia de una relación de equilibrio de corto y mediano plazo entre el spread soberano estimado y el EMBIG Perú, en el largo plazo la relevancia entre las curvas se diluye.

En consecuencia, la similitud entre las trayectorias del spread modelado y el EMBIG Perú, así como los resultados del contraste econométrico, permiten afirmar que el modelo estocástico propuesto cumple con la hipótesis general, logrando determinar razonablemente el spread de crédito soberano del Perú ante escenarios de estrés fiscal, dentro del periodo analizado.

Los hallazgos confirman la utilidad del modelo para estudiar el riesgo país, evaluar políticas económicas alternativas, y realizar estimaciones ante cambios en los fundamentos macrofinancieros. Se demuestra así la hipótesis central de esta investigación.

## **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

Los resultados obtenidos en este estudio presentan congruencia con evidencia empírica previa sobre modelación de spreads de crédito soberano para economías emergentes.

Específicamente, la calibración de parámetros como el costo por default (4.1%) y la reducción de deuda (75%) se basan en los rangos estimados para países emergentes en investigaciones anteriores de Jeanneret (2015) y Andrade & Chhaochharia (2017).

La utilización del índice bursátil MSCI EPU como proxy del activo soberano también es consistente con el enfoque de estudios previos como Cuadra et al. (2010) y Jeanneret (2015). Igualmente, la elección del EMBIG Perú como benchmark de riesgo soberano tiene sustento en trabajos de Mendoza & Oviedo (2009) y Baldacci et al. (2011).

La aplicación de técnicas econométricas como la estimación de máxima verosimilitud replica la metodología rigurosa empleada en papers influyentes como Jeanneret (2015) y Arellano (2008).

Los resultados de la regresión y el modelo de corrección de error que validan la relación estrecha entre el spread modelado y el EMBIG Perú son congruentes con los hallazgos de Jeanneret (2015) para otro conjunto de economías emergentes.

En suma, esta investigación corrobora y expande la literatura existente sobre spreads soberanos, al proveer un modelo adaptado y validado para el caso específico del Perú, siguiendo estándar metodológicos y obteniendo resultados empíricos en línea con la evidencia previa sobre riesgo crediticio soberano en mercados emergentes.

### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes**

La presente investigación se ha desarrollado cumpliendo con los principios éticos y las normas de integridad en la investigación científica.

Se ha respetado en todo momento la propiedad intelectual, citando adecuadamente cualquier texto, dato o idea tomada de otras fuentes, según las

normas de la American Psychological Association (APA). No existe plagio de ninguna clase en este trabajo.

Asimismo, se ha garantizado la confidencialidad de cualquier información sensible utilizada, así como la privacidad de las personas u organizaciones que hayan colaborado en el proceso investigativo.

La recopilación y procesamiento de datos se realizó de manera objetiva, sin manipular o distorsionar los resultados para ajustarlos a los objetivos e hipótesis planteadas.

Los métodos y técnicas empleados en la investigación cumplieron con los protocolos éticos correspondientes. El uso de información de fuentes secundarias como bases de datos y reportes institucionales se enmarca dentro de límites legales y no viola derechos de autor.

No existieron conflictos de interés de tipo personal, profesional, financiero o de cualquier otra índole que pudieran afectar la objetividad e imparcialidad del estudio realizado.

En consecuencia, el autor de esta investigación se responsabiliza plenamente por la información y resultados vertidos en el presente informe final, dentro del marco de la ética, normas y reglamentos vigentes que rigen la integridad de la investigación científica.

## VII. CONCLUSIONES

El modelo estocástico propuesto, basado en la metodología de equilibrio general dinámico estocástico, logra determinar adecuadamente el spread de crédito soberano del Perú ante escenarios de estrés fiscal hipotéticos. Los resultados del modelo son congruentes en la situación atípica en la que se analiza. La evolución histórica del índice EMBIG Perú en el período analizado es inversa en el largo plazo frente al SCS. El SCS presenta una trayectoria decreciente homogénea (reducción de riesgo) y una relación estadísticamente significativa con el EMBIG Perú, validada mediante pruebas econométricas de significancia estadística, estacionariedad y correlación cruzada. Esto demuestra la capacidad del modelo para estimar spreads ante variaciones en los fundamentos macroeconómicos.

Entre los fundamentos macroeconómicos incorporados en el modelo, el índice bursátil MSCI EPU, la tasa libre de riesgo y la tasa impositiva corporativa muestran tener poder explicativo sobre la dinámica del riesgo soberano del Perú. El MSCI EPU capta el valor de mercado de las 25 principales empresas como proxy del activo soberano no observable. La tasa libre de riesgo representa el retorno base. La tasa corporativa refleja la recaudación fiscal por tributación empresarial. Los resultados resaltan la relevancia de estas variables para el análisis de vulnerabilidad soberana.

La metodología de equilibrio general dinámico estocástico resulta apropiada para modelar spreads soberanos, al permitir incorporar expectativas racionales de los agentes a través de procesos estocásticos, así como la elección óptima de política económica por parte del gobierno ante escenarios

de estrés como el riesgo de default. El modelo capta adecuadamente los trade-offs entre costos y beneficios de instrumentos como el aumento de impuestos, reducción de deuda y mayor déficit ante una crisis potencial.

El modelo econométrico propuesto representa una herramienta útil para el análisis de riesgo país, la evaluación de políticas fiscales alternativas y la realización de estimaciones ante cambios en las condiciones macrofinancieras del Perú. Permite a los policymakers simular el impacto de distintos shocks externos o internos sobre la dinámica del spread soberano, cuantificando el efecto de medidas mitigatorias. Así, entrega orientaciones prácticas para una gestión más informada del riesgo fiscal y crediticio soberano.

Los resultados obtenidos se condicen con evidencia previa sobre aplicación de técnicas de equilibrio general dinámico estocástico para modelización de spreads de crédito soberano en otras economías emergentes. El modelo propuesto expande el conocimiento sobre spreads soberanos al proveer una estimación específica para el caso peruano, replicando patrones empíricos encontrados para spreads soberanos en Latinoamérica. Esto resalta la contribución del estudio para entender las particularidades del riesgo país en Perú.

## VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al Ministerio de Economía y Finanzas considerar la incorporación de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para el monitoreo rutinario de spreads soberanos como herramienta complementaria de gestión de riesgos. El modelo desarrollado entrega estimaciones oportunas ante cambios en fundamentos como tasa libre de riesgo global, crecimiento económico, tipo de cambio, etc. Esto permitiría contar con alertas tempranas y evaluar respuestas de política fiscal.

El regulador (Superintendencia de Mercado de Valores) podría requerir a las Administradoras Privadas de Fondos de Pensiones el uso de modelos internos de spreads soberanos para las inversiones en deuda pública local. El modelo provisto cuantifica el riesgo y retorno esperado de los bonos soberanos ante escenarios de estrés, entregando insumos para una gestión más prudente de las carteras previsionales.

Se plantea extender el modelo incorporando otras variables macrofinancieras relevantes como tipo de cambio, inflación, saldo de cuenta corriente, etc. Esto aumentaría el poder explicativo sobre la dinámica multifactorial del riesgo soberano. Adicionalmente, se podrían explorar otras políticas aparte del aumento impositivo y reducción de deuda ante un shock adverso.

Se recomienda ampliar el horizonte de estimación del modelo a 20 o 30 años para evaluar su capacidad predictiva en muestras más extensas que incluyan varios ciclos económicos. Un historial más largo también permitiría

incorporar efectos e interacciones no lineales entre variables a través de técnicas como redes neuronales o machine learning.

Dado que el riesgo de refinanciamiento es una preocupación relevante para el Perú, se plantea extender el modelo para estimar spreads a distintos plazos de vencimiento de la deuda soberana. Esto requeriría modelar la estructura temporal completa de spreads y sus determinantes. También sería interesante analizar spreads de bonos soberanos en moneda local además de los emitidos en dólares.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfaro, L., & Kanczuk, F. (2005). Sovereign debt as a contingent claim: a quantitative approach. *Journal of International Economics*, 65(2), 297-314. doi:10.1016/j.jinteco.2004.02.006
- Alfaro, L., & Kanczuk, F. (2009). Optimal reserve management and sovereign debt. *Journal of International Economics*, 77(1), 23-36. doi:10.1016/j.jinteco.2008.09.005
- Andrade, S.C., & Chhaochharia, V. (2017). The Costs of Sovereign Default: Evidence from the Stock Market. *SSRN Electronic Journal*, doi:10.2139/ssrn.1706383
- Andrade, S. C. (2009). A model of asset pricing under country risk. *Journal of International Money and Finance*, 28(4), 671-695. doi:10.1016/j.jimonfin.2008.12.014
- Arellano, C., & Ramanarayanan, A. (2012). Default and the Maturity Structure in Sovereign Bonds. *Journal of Political Economy*, 120(2), 187-232. <https://doi.org/10.1086/666589>
- Arellano, C. (2008) "Default Risk and Income Fluctuations in Emerging Economies." *American Economic Review*, 98 (3): 690-712. doi: 10.1257/aer.98.3.690
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. (5ª. ed.). Caracas, Venezuela. <https://n9.cl/bgrb>

- Augustin, P. (2016). The Term Structure of CDS Spreads and Sovereign Credit Risk. SSRN Electronic Journal. doi:10.2139/ssrn.2517018
- Augustin, P., Chernov, M., & Song, D. (2019). Sovereign credit risk and exchange rates: Evidence from CDS quanto spreads. *Journal of Financial Economics*. doi:10.1016/j.jfineco.2019.12.009
- Baldacci, E., Petrova, I., Belhocine, N., Dobrescu, G & Mazraani S. (2011). *Assesing Fiscal Stress*. IFM Working Paper No.11/100. <https://ssrn.com/abstract=1847333>
- BCRP (2009). EPU: Primer ETF de Acciones Peruanas en NYSE. Reporte de Estabilidad Financiera, 6: 46-47. <https://n9.cl/bcrp-paper>
- Ben-Bassat, A., & Gottlieb, D. (1992). Optimal international reserves and sovereign risk. *Journal of International Economics*, 33(3-4), 345-362. doi:10.1016/0022-1996(92)90008-8
- Bhamra, H., Dorion, C., Jeanneret, A. & Weber, M. (2023). High Inflation: Low Default Risk and Low Equity Valuations, *The Review of Financial Studies*, 36(3), 1192-1252, <https://doi.org/10.1093/rfs/hhac021>
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654. doi:10.1086/260062
- Borensztein, E., & Panizza, U. (2009). The Costs of Sovereign Default. IMF Staff Papers, 56(4), 683-741. <http://www.jstor.org/stable/40377829>

- Bostanci, G., & Yilmaz, K. (2015). How Connected is the Global Sovereign Credit Risk Network? SSRN Electronic Journal.  
doi:10.2139/ssrn.2647251
- Bruche, M. (2019). *Estimating Structural Models of Corporate Bond Prices*. World Scientific Publishing Company EBooks.  
[https://doi.org/10.1142/9789814759601\\_0008](https://doi.org/10.1142/9789814759601_0008)
- Bulow, J., & Rogoff, K. (1989a). A Constant Recontracting Model of Sovereign Debt. *Journal of Political Economy*, 97(1), 155-178.  
<http://www.jstor.org/stable/1831058>
- Bulow, J., & Rogoff, K. (1989b). Sovereign Debt: Is to Forgive to Forget? *The American Economic Review*, 79(1), 43-50.  
<http://www.jstor.org/stable/1804772>
- Campos, R. (2020). *Efecto de las reservas internacionales en el spread soberano: Análisis para el caso peruano 2000 al 2019*. (Tesis para optar el grado de bachiller en economía gerencial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.  
<http://hdl.handle.net/10757/652433>
- Cancela, R., Cea, N., Galindo, G. & Valilla, S. (2010). *Metodología de la Investigación Educativa: Investigación ex post facto*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España. <https://n9.cl/f6ewx>
- Carmen, M. (2022). *El rendimiento de los bonos globales del Perú y su relación con el riesgo país, período 2017-2021*. (Tesis para optar el

- grado de ingeniero comercial). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/2583>
- Carnero, A., Pérez, A. & Ruiz, E. (2016). Identification of Asymmetric Conditional Heteroscedasticity in the presence of outliers. *SERIEs*. 7: 179-201. doi: 10.1007/s13209-015-0131-4
- Castañeda, W., Bueno, W. & Arias, G. (2021). Influencia del riesgo país en el rendimiento de los bonos soberanos de Perú. *Revista Veritas Et Scientia UPT*, 10(2).  
<https://doi.org/10.47796/ves.v10i1.468>
- Cavero-Egúsqüiza, L. (2019). *La emisión de bonos globales peruanos en la deuda externa a través del mercado bursátil americano*. (Tesis para optar el grado de doctora en gestión pública y gobernabilidad). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/36390>
- Chae, S. (2009). Group Bargaining with Representation. *Seoul Journal of Economics*, 22(2), 245-262.  
<https://hdl.handle.net/10371/67704>
- Cuadra, G., Sanchez, J. M., & Sapriza, H. (2010). Fiscal Policy and Default Risk in Emerging Markets. *Review of Economic Dynamics*, 13 (2), 452-469.  
<https://doi.org/10.1016/j.red.2009.07.002>
- Cuadros, C. (2015). Descomposición de la estructura a términos de las tasas de interés de los bonos soberanos de Estados Unidos y

- Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 18(2), 309-342.  
doi:dx.doi.org/10.12804/rev.econ.rosario.18.02.2015.05
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. Wiley Finance. ISBN: 978-1-118-20656-0
- Davies, M. & Ng, T. (2011). The Rise of Sovereign Credit Risk: Implications for Financial Stability. *SSRN Electronic Journal*.  
<https://ssrn.com/abstract=1953344>
- Duan, J.-C. (1994). MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION USING PRICE DATA OF THE DERIVATIVE CONTRACT. *Mathematical Finance*, 4(2), 155-167. doi:10.1111/j.1467-9965.1994.tb00055.x
- Dumrauf, G. (2010). *Finanzas Corporativas: Un enfoque Latinoamericano*. Alfaomega. ISBN 978-987-1609-08-6
- Eaton, J., & Gersovitz, M. (1981a). Debt with Potential Repudiation: Theoretical and Empirical Analysis. *The Review of Economic Studies*, 48(2), 289. doi:10.2307/2296886
- Eaton, J., & Gersovitz, M. (1981b). Poor-Country Borrowing in Private Financial Markets and the Repudiation Issue. *Princeton Studies in International Finance*, 47.  
<https://ies.princeton.edu/pdf/S47.pdf>
- Eaton, J., & Gersovitz, M. (1983). Country risk: economic aspects. *Managing International Risk*, 75-108.  
doi:10.1017/cbo9780511664601.005

- Eaton, J., Gersovitz, M., & Stiglitz, J. E. (1986). The pure theory of country risk. *European Economic Review*, 30(3), 481-513.  
doi:10.1016/0014-2921(86)90004-8
- Engle, R., & Granger, C. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Eom, Y., Helwege, J., & Huang, J. (2004). Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis. *The Review of Financial Studies*, 17(2), 499-544.  
<http://www.jstor.org/stable/1262707>
- Ericsson, J., & Reneby, J. (2005). Estimating Structural Bond Pricing Models. *The Journal of Business*, 78(2), 707-735.  
<https://doi.org/10.1086/427644>
- Farah-Yacoub, J., Graf von Luckner, C., Ramalho, R. & Reinhart, C. (2023) "The Social Costs of Sovereign Default." *World Bank Group, Policy Research Working Paper Series*. doi: 10.1596/1813-9450-10157
- Fischer, E. O., Heinkel, R., & Zechner, J. (1989). Dynamic Capital Structure Choice: Theory and Tests. *The Journal of Finance*, 44(1), 19. doi:10.2307/2328273
- Fornari, F. & Zaghini, A. (2022). It's Not Time to Make a Change: Sovereign Fragility and the Corporate Credit Risk. *ECB Working Paper*, 2740. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4244412>

- Frenkel, J. (1974). The Demand for International Reserves by Developed and Less-Developed Countries. *Economica*, 41(161), 14. doi:10.2307/2553419
- Fuentes, G. (2023). *La dinámica entre el mercado de instrumentos de renta fija soberana y el mercado de credit default swaps soberanos en Perú*. (Tesis para optar el grado de bachiller en economía y negocios internacionales). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.  
<http://hdl.handle.net/10757/667589>
- Garcés, F. (2019). *Riesgo de Crédito Soberano, Fragilidad Financiera y Factores Globales*. (Tesis para optar el grado de magíster en economía aplicada). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- García, M., & Rigobon, R. (2004). A Risk Management Approach to Emerging Market's Sovereign Debt Sustainability with an Application to Brazilian Data. *National Bureau of Economic Research Working Paper 10336*. doi: 10.3386/w10336
- García, A. & Rosadío, A. (2019). *Influencia de la Tasa de Interés de los Bonos Peruanos y la Tasa de interés de los Bonos Estadounidenses en el Precio de las Acciones de la Bolsa de Valores de Lima, durante el periodo 2005-2018*. (Tesis para optar el título profesional de economista). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

- García, S. (2017). *Determinantes de la tasa de interés de los bonos soberanos argentinos: una aproximación a través del indicador riesgo país*. (Trabajo de suficiencia para optar la licenciatura en economía). Universidad San Andrés, Buenos Aires, Argentina.
- Gilchrist, S., Wei, B., Yue, V. & Zakrajšek, E. (2021). Sovereign Risk and Financial Risk. *Federal Bank of Atlanta Working Paper Series*, 27. <https://doi.org/10.29338/wp2021-27>
- Goldfeld, S., Quandt, R. & Trotter, H. (1968). Maximization by Improved Quadratic Hill- Climbing and Other Methods. *Econometric Research Program Research Memorandum*, 95. <https://www.princeton.edu/~erp/ERParchives/archivepdfs/M95.pdf>
- Gomero, N., Masuda, V. & Barrera, J. (2014). BONOS SOBERANOS Y SU RELACIÓN CON EL ESCENARIO MACROECONÓMICO GLOBAL. *Quipukamayoc*, 22(42), 31-43. <https://doi.org/10.15381/quipu.v22i42.11033>
- Granger, C. W. J. (1981). Some properties of time series data and their use in econometric model specification. *Journal of Econometrics*, 16(1), 121-130. doi:10.1016/0304-4076(81)90079-8
- Gray, D., Merton, R. & Bodie, Z. (2007). Contingent claims approach to measuring and managing sovereign credit risk. *Journal Of Investment Management*, 5(4), 5-28. [https://doi.org/10.1142/9789814759618\\_0010](https://doi.org/10.1142/9789814759618_0010)

- Hamada, K., & Ueda, K. (1977). Random Walks and the Theory of the Optimal International Reserves. *The Economic Journal*, 87(348), 722. doi:10.2307/2231365
- Hatchondo, J., Martinez, L. & Roch, F. (2012). Fiscal Rules and the Sovereign Default Premium. *IFM Working Paper*, 12.  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2191173>
- Heller, H. (1966). Optimal International Reserves. *The Economic Journal*, 76(302), 296-311. <https://doi.org/10.2307/2229716>
- Ho, S. (2014). Essays on Sovereign Default Risk in Emerging Countries. (Thèse pour l'obtention du grade de docteur). Université Paris Nord, Paris, Francia. <https://n9.cl/go6j7>
- Huberman, G. & Wang, Z. (2005). Arbitrage Pricing Theory. *Federal Reserve Bank of New York Staff Reports*, 216.  
<https://ssrn.com/abstract=796089>
- Jahjah, S., Yue, V. & Wei, B. (2012). Exchange Rate Policy and Sovereign Bond Spreads in Developing Countries. *FRB International Finance Discussion Paper*, 1049.  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2111999>
- Jeanneret, A. (2015). The Dynamics of Sovereign Credit Risk. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 50(5), 963-985.  
<http://www.jstor.org/stable/43862283>

- Jeanneret, A. (2017). Sovereign Default Risk and the U.S. Equity Market. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 52(1), 305-339. <http://www.jstor.org/stable/44157654>
- Jiménez, F. (2005). *BONOS SOBERANOS INDEXADOS A LA CAPACIDAD DE PAGO: Propuesta para asegurar la sostenibilidad de la Deuda Pública Externa*. Documento de Trabajo. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46881>
- Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59(6), 1551-1580. <https://doi.org/10.2307/2938278>
- Jones, E. P., Mason, S. P., & Rosenfeld, E. (1984). Contingent Claims Analysis of Corporate Capital Structures: An Empirical Investigation. *The Journal of Finance*, 39(3), 611-625. <https://doi.org/10.2307/2327919>
- Kirik kaleli, D., & Gokmenoglu, K. (2020). Sovereign credit risk and economic risk in Turkey: Empirical evidence from a wavelet coherence approach. *Borsa Istanbul Review*, 20(2), 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2019.06.003>
- Kitamura, Y. (1998). [Review of Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models, by S. Johansen]. *Econometric Theory*, 14(4), 517-524. <http://www.jstor.org/stable/3533216>

- Lagarias, J., Reeds, J., Wright, M. & Wright, P. (1998). Convergence Properties of the Nelder-Mead Simplex Method in Low Dimensions. *SIAM Journal on Optimization*, 9(1), 112-147.  
doi:10.1137/s1052623496303470
- Lara, J. (2015). *Valoración de la Estructura Temporal de Tipos de Interés Mediante Procesos Estocásticos*. (Tesis para optar el grado de Magíster en Economía). Universidad de Valladolid, Valladolid, España.  
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/15033>
- Laura, J. (2020). *Impacto en la Calidad Institucional en el Riesgo País de los Países Latinoamericanos (2000 – 2019)*. (Tesis para optar el título profesional de economista). Universidad de Lima, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/13262>
- López, G. (2021). *Efecto del Riesgo País sobre las corrientes internacionales de capital: El caso peruano (2000-2020)*. (Tesis para optar el grado de bachiller en economía y negocios internacionales). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/10757/658374>
- Mamani, E. (2020). *El Riesgo País y su Influencia en el Rendimiento de los Bonos Soberanos de 10 Años en Perú, Periodo 2016-2020*. (Tesis para optar el título en negocios internacionales). Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1494>

- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- Martínez, L., Roch, F., Roldan F. & Zettelmeyer J. (2022). Sovereign Debt. *IFM Working Paper*, 122. [https://n9.cl/doi\\_paper](https://n9.cl/doi_paper)
- Mendoza, E., & Oviedo, P. (2009). Public Debt, Fiscal Solvency and Macroeconomic Uncertainty in Latin America. The Cases of Brazil, Colombia, Costa Rica and Mexico. *Economía Mexicana. Nueva Época*, 18(2), 133-177. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32312000001>
- Mendoza, E. & Yue, V. (2012). A General Equilibrium Model of Sovereign Default and Business Cycles. *The Quarterly Journal of Economics, Oxford University Press*, 127(2), 889-946. doi: 10.3386/w17151
- Merton, R. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *The Journal of Finance*, 29(2), 449-470. <https://doi.org/10.2307/2978814>
- Merton, R. (1977). On the Pricing of Contingent Claims and the Modigliani-Miller Theorem. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 241-249. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90020-4](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90020-4)
- MSCI (2023). MSCI INDEX CALCULATION METHODOLOGY. Index Calculation Methodology for the MSCI Equity Indexes. <https://www.msci.com/index-methodology>
- Muñoz, C. (2016). *Determinantes de Rendimientos de Bonos Soberanos a Diez Años: Un Estudio para Países Solventes.*

- (Tesis para optar el grado de magíster en economía). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Pallara, K. & Renne, J. (2023). Fiscal Fatigue, Fiscal Limits and Sovereign Credit Spreads. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3475425>
- Palmi, M. (2017). *Determinantes de las Variaciones de las Tasas de Interés de los Bonos Soberanos y su Efecto en las Economías Emergentes de Latam5 (1999 - 2013)*. (Tesis para optar el título profesional de economía). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3262>
- Parella, S., y Martins, F. (2008). Metodología de la investigación cuantitativa (2ª Edición). FEDUPEL. <https://n9.cl/fcukh>
- Palomino, Y. & Campoblanco, V. (2014). Endeudamiento Público: Bonos Soberanos y Letras del Tesoro en el Perú. *Área del servicio de investigación del Congreso de la República. Informe de Investigación*, 60. <https://n9.cl/congreso-informe-inv>
- Pita, S. & Pértegas, S. (2002). Investigación Cuantitativa y Cualitativa. *Cad Aten Primaria* 2002, 9, 76-78. <https://n9.cl/fsutc>
- Prestan, C. (2018). *Variabilidad de los Spreads de los Bonos Soberanos de Colombia (TES)*. Portal Web Gestipolis. <https://n9.cl/paper-gestipolis>

- Ramírez, E. (2022). Costos del incumplimiento en la deuda soberana: Teoría y evidencia empírica. *Pensamiento Crítico*, 27(1), 59-92. <https://doi.org/10.15381/pc.v27i1.23280>
- Remolona, E., Scatigna, M. & Wu, E. (2007). Interpreting Sovereign Spreads. *BIS Quarterly Review*, *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=1600047>
- Rodríguez, M. (2010). Métodos de Investigación. Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México.  
<https://isbn.cloud/9786077929178/metodos-de-investigacion/>
- Rojas, R. (1986). El proceso de la investigación científica. México, Editorial Trillas. <https://n9.cl/brrsz>
- Ross, S. (1976). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341-360. doi:10.1016/0022-0531(76)90046-6
- Rubinstein, A. (1982). Perfect Equilibrium in a Bargaining Model. *Econometrica*, 50(1), 97-109. <https://doi.org/10.2307/1912531>
- Sabbadini, R. (2018). International Reserves Management in a Model of Partial Sovereign Default. *Department of Economics – FEA/USP, Working Paper Series*, 14. <https://n9.cl/bcb-gob-br>
- Shaked, A., & Sutton, J. (1984). Involuntary Unemployment as a Perfect Equilibrium in a Bargaining Model. *Econometrica*, 52(6), 1351-1364. <https://doi.org/10.2307/1913509>

- Shiller, R. (2012). *Finance and the Good Society*. Princeton University Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt32bb86>
- Shiller, R. (2013). *Increasing taxes during an economic crisis makes perfect sense*. The Guardian 21 March. <https://n9.cl/the-guardian-news>
- Shreve, S. (2004). *Stochastic Calculus for Finance I: The Binomial Asset Pricing Model*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-22527-2>
- Shreve, S. (2004). *Stochastic Calculus for Finance II: Continuous-Time Models*. Springer New York. ISBN: 0387401016 9780387401010
- Stiglitz, J. (2010). *Caída Libre: El libre mercado y el hundimiento de la economía mundial*. Editorial Taurus, Madrid, España. ISBN: 9788430607839
- Sutton, J. (1986). Non-Cooperative Bargaining Theory: An Introduction. *The Review of Economic Studies*, 53(5), 709. doi:10.2307/2297715
- Tamayo, M. (2006). *Técnicas de Investigación*. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill. <https://n9.cl/20ue7a>
- Vasicek, O. (1977). An equilibrium characterization of the term structure. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 177-188. doi:10.1016/0304-405x(77)90016-2
- Wakeman-Linn, J. (1991). The Market for Developing Country Debt: The Nature and Importance of Its Shortcomings. *The World*

*Bank Research Observer*, 6(2), 191-203.

<http://www.jstor.org/stable/3986317>

Yapo, K. (2018). Credit Default Swaps – Pricing teórico y calculo práctico de un CDS para bonos corporativos peruanos usando la plataforma Bloomberg. *Revista TECNIA*, 28(1), 47-52.

<https://doi.org/10.21754/tecnica.v28il.186>

Yu, C. & Wu, C. (2001). Economic sources of asymmetric cross-correlation among stock returns. *International Review of Economics & Finance*, 10(1), 19-40. doi:10.1016/s1059-0560(00)00069-1

Yue, V. (2010). Sovereign default and debt renegotiation. *Journal of International Economics*, 80(2), 176-187. doi:

10.1016/j.jinteco.2009.11.004

Zapata, B. (2006). *Valoración de la Deuda Soberana en una Pequeña Economía Abierta Altamente Endeudada: Aplicación de la Teoría de Opciones al caso colombiano*. (Tesis para optar el grado de magister en economía). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Zavatti, E. & Gutiérrez, H. (2007). La tasa de descuento y el riesgo país. Un modelo basado en la teoría de cartera. *Anales de la Universidad Metropolitana Nueva Serie*, 7(1), 179-202.

<https://n9.cl/paper-modelo-cartera>

Zhang, M., Gao, F., Gao, J., & Chen, W. (2021). The Cross-Correlation Relationship Between the Real Estate Industry and

High-Quality Economic Development. *Journal of Systems  
Science and Information*. 9, (6), 704-720. doi: 10.21078/JSSI-  
2021-704-17

## X. ANEXOS

### ANEXO N° 01. MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA

#### “MODELO ESTOCÁSTICO DE SPREADS DE CRÉDITO SOBERANO EN PERÚ, 2012 – 2022”

**Tabla 5**

*Matriz de Consistencia*

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General: ¿Qué tipo de modelo estocástico puede determinar el spread de crédito soberano cuando existe riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022?	Objetivo General: Determinar el Spread de Crédito Soberano a través de un modelo estocástico cuando hay riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022.	Hipótesis general: Existe un modelo estocástico con el cual se logra determinar el Spread de Crédito Soberano cuando hay un riesgo de incumplimiento soberano en Perú, 2012-2022	Variable dependiente Y: SCS, Spreads de Crédito Soberano	Indicador de riesgo país ante un riesgo de default soberano	Tipo de investigación: Correlacional Diseño de Investigación: No experimental Población: Spreads de riesgo país de mercados emergentes en Latinoamérica. Muestra: Spreads de crédito soberano en Perú, 2012-2022
Problema específico 1: Encontrar la relación de corto plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	Objetivo específico 1: Encontrar la relación de corto plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	Hipótesis específica 1: Existe una relación relevante en el corto plazo entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	Variable independientes X1: MSCI EPU X2: tasa de interés libre de riesgo r	X1: índice de capitalización bursátil de las empresas más significativas. X2: Tasa de rendimientos sin riesgo	
Problema específico 2: Encontrar la relación de largo plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	Objetivo específico 2: Encontrar la relación de largo plazo existente entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	Hipótesis específica 2: Existe una relación relevante en el largo plazo entre el Spread de Crédito Soberano y el EMBIG en Perú, 2012-2022.	X3: tasa impositiva a empresas X4: EMBIG PERÚ	X3: impuestos a las firmas más representativas X4: índice de riesgo país para países emergentes.	

## ANEXO N° 02. PRUEBA DE SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA

**Tabla 5**

*Prueba de significancia estadística para las curvas SCS y EMBIG.*

```
> # Imprimir los coeficientes junto con sus medias y desviaciones estándar
> cat("Coeficientes, Media y Desviación Estándar:\n")
Coeficientes, Media y Desviación Estándar:
> print(media_desv)
              Estimate Std. Error
(Intercept) 173.8907032 1.080721754
`SCS pbs`   -0.0408805 0.005113893
>
> # Imprimir el coeficiente de determinación (R²)
> cat("\nCoeficiente de Determinación (R²):\n")
Coeficiente de Determinación (R²):
> print(r_squared)
[1] 0.02258174
>
> # Imprimir los p-values y verificar significancia
> cat("\nP-values:\n")
P-values:
> print(p_values)
(Intercept) `SCS pbs`
0.000000e+00 1.900266e-15
>
> # verificar significancia a nivel de 1%
> significant_coef <- p_values < nivel_significancia
> cat("\nCoeficientes significativos al nivel de 1%:\n")
Coeficientes significativos al nivel de 1%:
> print(significant_coef)
(Intercept) `SCS pbs`
          TRUE          TRUE
```

*Nota.* La prueba de significancia estadística se realizó en el programa R Studio.

## ANEXO N° 03. ESTIMACIÓN DE MÁXIMA VEROSIMILITUD

**Tabla 6**

*Código de programación para la estimación de máxima verosimilitud.*

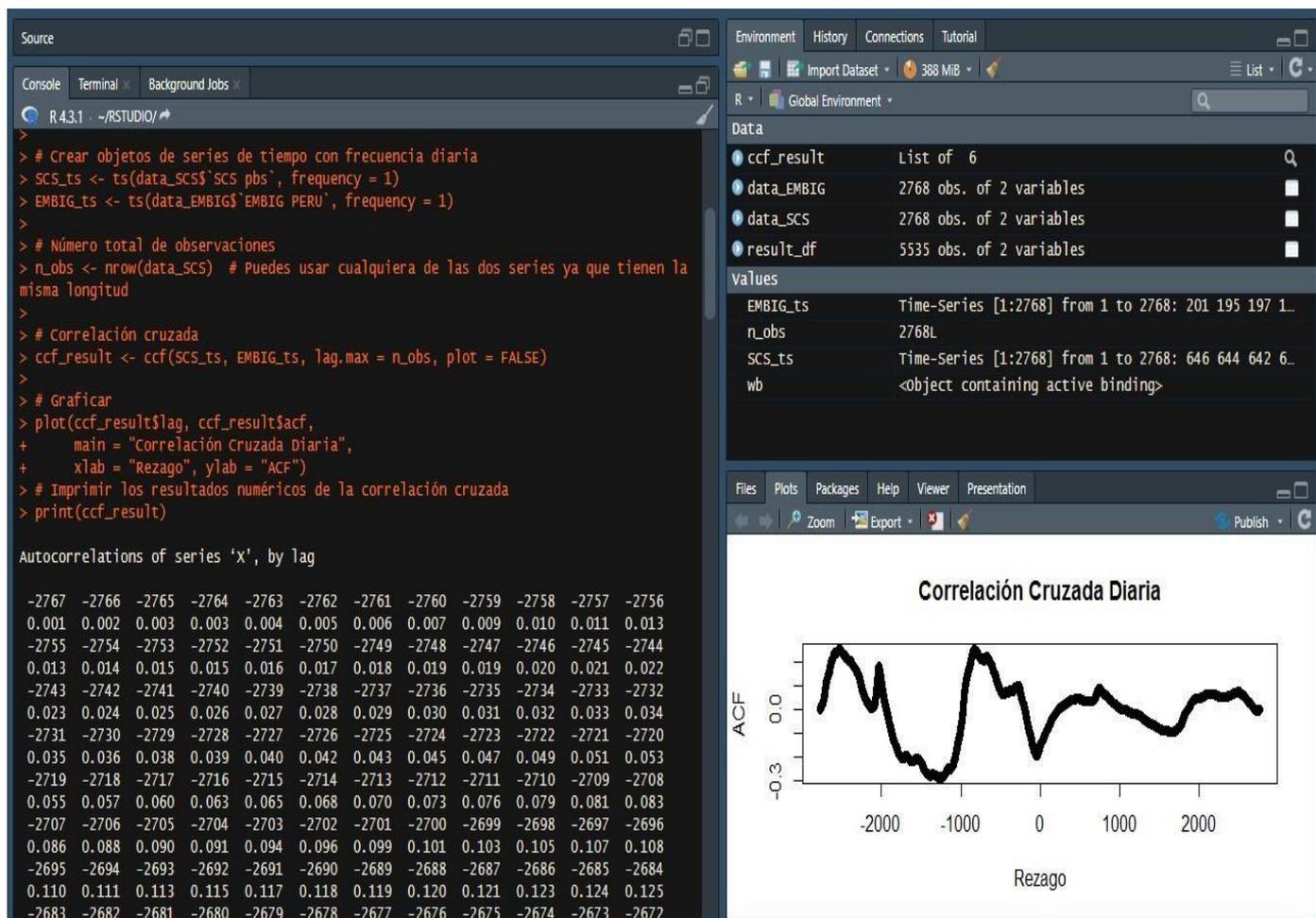
```
R 4.3.1 . ~/RSTUDIO/
> datos <- read.csv("MSCI_EPU.csv")
> n <- length(datos$msci.epu)
> # Función de máxima verosimilitud adaptada
> likelihood_function <- function(params, data, n) {
+   mu <- params[1]
+   sigma <- params[2]
+
+   term1 <- -2544.711
+   term2 <- -1384.5 * log(sigma^2)
+   term3 <- -1 / (2 * sigma^2) * sum((log(data[2:n] / data[1:(n-1)]) - mu)^2)
+
+   dt_sequence <- numeric(n)
+   for (t in 2:n) {
+     dt <- (log(data[t] / 0.02) + (sigma^2 / 2) * (4017 - t)) / (sigma * sqrt(4017
- t))
+     dt_sequence[t] <- dt
+   }
+   term4 <- -sum(log(pnorm(dt_sequence[2:n])))
+
+   neg_log_likelihood <- - (term1 + term2 + term3 + term4)
+   return(neg_log_likelihood)
+ }
> # Estimación de los parámetros mu_hat y sigma_hat usando método simplex
> initial_params <- c(0, 1) # Valores iniciales arbitrarios
> result_params <- optim(initial_params, likelihood_function, data = datos$msci.epu, n
= n, method = "Nelder-Mead")
> mu_hat <- result_params$par[1]
> sigma_hat <- result_params$par[2]
> # Estimación de la secuencia de vt
> vt <- numeric(n)
> vt[1] <- 0.02 * exp((sigma_hat^2) / 2)
> for (t in 2:n) {
+   dt <- (log(vt[t - 1] / 0.02) + (sigma_hat^2) / 2 * (4017 - t)) / (sigma_hat * sqr
t(4017 - t))
+   vt[t] <- vt[t - 1] * exp(-0.02 * pnorm(dt - sigma_hat * sqrt(4017 - t)))
+ }
```

*Nota.* La estimación de máxima verosimilitud se realizó en el programa R Studio.

## ANEXO N° 04. PRUEBA DE CORRELACIÓN CRUZADA

**Tabla 7**

*Prueba de correlación cruzada entre las curvas SCS y EMBIG.*



*Nota.* La prueba de correlación cruzada se realizó en el programa R Studio.

**\* Data y Resultados en:**

<https://drive.google.com/drive/folders/1BEWp1HyHMmbqzBgRI7V2qenO5tQGfPM0>