UNIVERSIDAD CATÓLICA “ANDRÉS BELLO”
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES
ESCUELA DE ECONOMÍA

LAS MEDIDAS DEL CICLO FINANCIERO COMO HERRAMIENTA PARA PREDECIR RECESIONES ECONÓMICAS EN CHINA, DINAMARCA, INDIA, INDONESIA, MÉXICO, PORTUGAL Y TURQUÍA PARA EL PERÍODO 1999 - 2019

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Economista

Tutor: Kabbabe Yañez, María Corina
Autores: Crócker Vázquez, Héctor Manuel
Padrón Grisanti, Isabella Del Carmen

Caracas, diciembre 2020

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por su apoyo incondicional,

A María Corina, por toda la ayuda que nos brindó en estos meses,

A la UCAB y a la Escuela de Economía, por estos maravillosos años llenos de invaluables experiencias,

Y finalmente, a Eduardo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN **9**

CAPÍTULO I **11**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **11**

1.1 Planteamiento del Problema 11

1.4 Objetivos 15

1.4.1 Objetivo General **15**

1.4.2 Objetivos Específicos 15

1.5 Justificación e Importancia 16

CAPÍTULO II **17**

MARCO TEÓRICO **17**

2.1 Antecedentes de la Investigación 17

2.1.1 Curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos para predecir recesiones económicas y políticas monetarias estrictas 17

2.1.2 Medidas del Ciclo Financiero para predecir recesiones económicas 19

2.1.3 Relación entre los ciclos comerciales y los ciclos financieros 20

2.1.4 El índice de servicio de la deuda para predecir futuras disminuciones en la actividad económica y crisis bancarias 21

2.1.5 La brecha de crédito a PIB como herramienta para predecir crisis financieras 22

2.2 Bases teóricas 24

CAPÍTULO III **27**

MARCO METODOLÓGICO **27**

3.1 Tipo de Investigación 27

3.2 Diseño de Investigación 27

3.3 Planteamiento del Modelo Econométrico General 28

3.3.1 Modelo Econométrico para predecir Puntos de Inflexión 30

3.4 Curva ROC 31

3.5 Área debajo de la Curva (AUC) 31

3.4 Variables utilizadas 31

CAPÍTULO IV **34**

ANÁLISIS DE RESULTADOS **34**

4.1 Análisis descriptivo de las variables utilizadas en el modelo 34

4.1.1 Fechas de las recesiones 34

4.1.2 Índice del servicio de deuda 36
4.1.3 Brecha del crédito a PIB 37
4.2 Presentación de los resultados de los modelos econométricos 39
4.3 Análisis de los modelos econométricos generales 52
4.4 Análisis del modelo Econométrico para predecir Puntos de Inflexión 55
4.5 Heterocedasticidad y autocorrelación de los errores de la regresión 58
4.5 Comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación con los del estudio de Borio et al 59
CAPÍTULO V **63**
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **63**
ANEXOS **65**
Anexo 1 65
Anexo 2 **66**
Anexo 3 **67**
Anexo 4 **67**
REFERENCIAS **68**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Variables utilizadas en el modelo* 33
Tabla 2 *Modelo general con datos de la OCDE* 40
Tabla 3 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con los datos de la OCDE* 40
Tabla 4 *Modelo general únicamente con el índice del servicio de la deuda con datos de la OCDE* 41
Tabla 5 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos de la OCDE* 41
Tabla 6 *Modelo general únicamente con la brecha de crédito a PIB con datos de la OCDE* 42
Tabla 7 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos de la OCDE* 42
Tabla 8 *Modelo general con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 43
Tabla 9 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 43
Tabla 10 *Modelo general únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 44
Tabla 11 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 44
Tabla 12 *Modelo general únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 45
Tabla 13 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 1 año de la OCDE* 45
Tabla 14 *Modelo general con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 46
Tabla 15 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 46
Tabla 16 *Modelo general únicamente con índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 47
Tabla 17 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice del servicio de la deuda con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 47

Tabla 18 *Modelo general únicamente con brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 48
Tabla 19 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años de la OCDE* 48
Tabla 20 *Modelo general con datos proyectados a 3 años de la OCDE*
49
Tabla 21 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 3 años de la OCDE* 50
Tabla 22 *Modelo general únicamente con índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 3 años de la OCDE* 50
Tabla 23 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice del servicio de la deuda con datos proyectados a 3 años de la OCDE* 51
Tabla 24 *Modelo general únicamente con brecha del crédito a PIB con fechas proyectadas a 3 años de la OCDE* 51
Tabla 25 *Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 3 años de la OCDE* 52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 *Recesiones por país desde Q1 1999 hasta Q4 2019 para la OCDE* 36
Gráfico 2 *Promedio de índice del servicio de la deuda para todos los países desde Q1 1999 hasta Q4 2019* 37
Gráfico 3 *Promedio de la brecha del crédito a PIB para todos los países desde Q1 1999 hasta Q4 2019* 38
Gráfico 4 *Diagrama de dispersión del índice de servicio de la deuda y la brecha de crédito a PIB* 39
Gráfico 5 *AUC de todas las regresiones con datos proyectados de la OCDE* 51
Gráfico 6 *AUC del ciclo financiero, servicio del índice de la deuda y curva de rendimiento para los diversos horizontes temporales del modelo realizado por Borio et al (2019)* 61
Gráfico 7 *AUC de la brecha del crédito a PIB, brecha de los precios de las propiedades y crecimiento a 3 años del crédito* 62

RESUMEN

Dada la pérdida de validez en la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos para predecir recesiones económicas, nuevos indicadores han surgido para predecir las mismas como las Medidas del Ciclo Financiero. El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la relación entre el índice del servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB con la existencia de recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía entre 1999 y 2019. El modelo se construyó utilizando datos trimestrales proporcionados por el Bank for International Settlements, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y el Economic Cycle Research Institute. Como resultado se observó que las medidas del ciclo financiero poseen un efecto positivo en la probabilidad de que ocurra una recesión y logran predecir recesiones económicas con 2 años de antelación.

ABSTRACT

Given the loss of validity in the yield curve of the United States Treasury Bonds to predict economic recessions, new indicators have emerged to predict them such as the Financial Cycle Measures. The principle objective of this project is to evaluate the relationship between the debt service ratio and the credit-to-GDP gap with the existence of economic recessions in China, Denmark, India, Indonesia, Mexico, Portugal and Turkey between 1999 and 2019. The model was built using quarterly data provided by the Bank for International Settlements, the Organization for Economic Cooperation and Development, and the Economic Cycle Research Institute. As a result, it was observed that financial cycle measures have a positive effect on the probability of occurrence of a recession and are able to predict economic recessions 2 years in advance.

INTRODUCCIÓN

La economía global ha mutado significativamente en las últimas décadas. Fenómenos como la globalización de los mercados y la casi desaparición de tasas altas de inflación han cambiado la forma en la que se analiza la economía y en cómo los hacedores de políticas públicas la manejan. A pesar de que una economía globalizada trae toda clase de beneficios como la disminución de costos de producción y una mayor competencia a nivel empresarial, esta aumenta las probabilidades de que, de existir una crisis en un sector específico, la misma pueda transferirse no solo a otros sectores sino a otros países, pudiendo ocasionar una recesión global. Según el Fondo Monetario Internacional, se considera una recesión global cuando hay un declive en el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita mundial, a la vez que un declive o un empeoramiento de alguno de los otros siete indicadores macroeconómicos: producción industrial, comercio, flujo de capitales, consumo de petróleo, tasas de desempleo, inversión per cápita, y consumo per cápita. Siguiendo esta definición del Fondo Monetario Internacional, desde 1945 hasta ahora han habido cuatro recesiones globales: 1975, 1982, 1991 y 2009. Sin embargo, previo al 2009, el FMI consideraba que una recesión global ocurría cuando la tasa de crecimiento del PIB mundial era igual o inferior al 3%, por lo que se puede observar que estos cambios en la economía en efecto cambian la manera en la que se analiza.

Estas ansias del ser humano por intentar predecir futuras recesiones vienen en gran medida motivadas por las consecuencias que trae una recesión: según Christina Romer, ex jefa del Consejo de Asesores Económicos de EEUU (2020) solamente en Estados Unidos, durante la Gran Depresión, el PIB se contrajo 30%, la tasa de desempleo aumentó hasta 28%, y la producción industrial cayó casi en 47%. Es evidente, entonces, que intentar predecir una recesión para poder prevenirla y tomar las políticas adecuadas se ha convertido en una necesidad. La tasa de desempleo, mencionada anteriormente, ha sido uno de los principales indicadores utilizados en los últimos años. Sin embargo, debido a la complejidad que poseen los sistemas financieros actuales, cuya globalización ha aumentado recientemente, dicho indicador ha quedado rezagado. Producto de esto, han surgido nuevos indicadores que predicen

una recesión con mayor eficacia, resultando particularmente interesante y ampliamente utilizado la Curva de Rendimiento de los Bonos del Tesoro Estadounidenses, o Yield Curve, popularizada en los años 80's por Campbell Harvey, economista canadiense quien fue el primero en ver la relación que tenía la inversión de la curva con la existencia de una recesión. Este indicador ganó credibilidad gracias a la crisis financiera de 2008, al haberse invertido dicha curva, concordando con la recesión que se estaba presentando en ese momento.

A pesar de haber ganado tanta popularidad, la curva de rendimiento es cada vez tomada menos como un indicador fiable para calcular recesiones en Estados Unidos. Esto se debe, en parte, a la relativamente reciente inclusión en la economía global de China y demás países antiguamente pertenecientes al bloque soviético, a la par que el creciente auge de los Bonos del Tesoro Estadounidenses como activos refugio a nivel global, lo que algunos economistas califican como condición para que dicha curva no refleje la salud de la economía estadounidense sino la de la economía global. Es precisamente en este punto donde surgen nuevas alternativas, donde se destacan las Medidas del Ciclo Financiero, propuestas por el economista Claudio Borio del Bank for International Settlements. El presente trabajo tiene como objetivo utilizar este nuevo indicador, compuesto por variables como el ratio de servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB para predecir recesiones en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía durante el período 1999-2019.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La crisis financiera del año 2008 ha sido uno de los acontecimientos que ha afectado en mayor proporción la economía global. Empezando como una crisis del mercado inmobiliario del mercado estadounidense, y debido en parte a la interconexión que tienen los mercados financieros actualmente en todo el planeta, el mundo atravesó por una de las peores crisis de la historia contemporánea. A raíz de eventos como estos nace la necesidad de intentar prevenir recesiones, definidas por primera vez por Julius Shiskin en el diario The New York Times en 1974 como una "caída generalizada de la actividad económica de un país por más de dos trimestres seguidos, la cual puede estar medida a través del PIB" (p.4). Estas recesiones económicas pueden desencadenar crisis globales.

Uno de los indicadores económicos que más fuerza ha adquirido en los últimos años es la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro estadounidenses, específicamente la diferencia entre los rendimientos de los Bonos con vencimiento a diez años y los bonos con vencimiento a tres meses. Es el economista Campbell Harvey quien en su tesis doctoral de 1986 plantea por primera vez que la inversión de la curva de rendimientos de los bonos previamente mencionados, también conocida como yield curve, puede pronosticar una recesión. Esta curva generalmente tiene pendiente positiva debido a que los bonos con vencimiento a diez años se consideran más riesgosos que los bonos con vencimiento a tres meses, por lo que pagan una tasa de interés más alta. Es aquí donde el Doctor Harvey observa la relación entre bonos con vencimiento corto que pagan mayores tasas con la existencia de una recesión económica, habiéndose invertido esta curva en los años 1989, 2001 y 2005, antecediendo tres recesiones distintas en Estados Unidos.

En contraste con esta idea, distintos economistas como Allison Schrager (2018) plantean la posibilidad de que dicho indicador haya perdido validez para predecir recesiones en Estados Unidos, puesto que los Bonos del Tesoro actualmente son conocidos como los activos financieros más seguros en todo el mundo, lo que trae

como consecuencia que la curva de rendimientos de los mismos no refleje la salud del sistema financiero estadounidense sino la del mundo entero por lo que se considera menos precisa a la hora de determinar recesiones locales, pero ideal para predecir las globales. En este mismo orden de ideas, se han publicado diferentes trabajos de investigación como el formulado por Borio *et al* (2019), donde se plantea que las Medidas del Ciclo Financiero, permiten predecir con mayor veracidad y con un horizonte temporal más amplio, posibles recesiones.

Para el completo entendimiento del funcionamiento de las medidas del ciclo financiero es necesario definir el ciclo financiero. De acuerdo a lo establecido por el Banco Central Europeo (2017), el ciclo financiero:

> se puede considerar como fluctuaciones económicas amplificadas por el sistema financiero o que se derivan directamente de él. Generalmente, se manifiesta como un movimiento conjunto entre los agregados crediticios y los precios de los activos los cuales poseen un posible impacto en la evolución económica real. Si bien las fluctuaciones cíclicas de las variables económicas reales no siempre se corresponden con los ciclos financieros, cuando lo hacen, los ciclos económicos resultantes pueden ser mucho más pronunciados, con valles a menudo acompañados de crisis financieras. (p.24)

Por ende, una sola medida que sea capaz de resumir todos los factores involucrados en el análisis del ciclo financiero, sería extremadamente exitosa y traería grandes beneficios, sin embargo, según Ng, T. (2011) “no es obvio cuál es la mejor manera de seleccionar y combinar los muchos indicadores potencialmente relevantes o cómo se podría evaluar la utilidad de la medida resultante” (p.53). De modo que existen numerosas medidas del ciclo financiero que son útiles debido a su poder predictivo como el índice de servicio de la deuda, la brecha del crédito a PIB y el indicador compuesto del ciclo financiero que a su vez está compuesto por el crédito total real, la relación crédito a PIB y los precios de los bienes inmuebles. Para este trabajo de investigación, solo se tomará en cuenta el índice del servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB.

Según lo establecido por el Bank For International Settlements (2018) el índice del servicio de la deuda:

> refleja la parte de los ingresos que se utiliza para pagar la deuda, dadas las tasas de interés, los reembolsos del principal y los vencimientos de los préstamos. Proporciona una evaluación más completa de las cargas crediticias que la relación crédito-ingresos o medidas simples de los pagos de intereses en relación con los ingresos, porque toma en cuenta tanto los pagos de intereses como las amortizaciones. Estos índices se construyen utilizando entradas de datos como ingresos, deuda, tasas de interés y vencimiento restante promedio. (p.310)

Esta variable es realmente importante para poder entender las diversas interacciones entre el ciclo económico y el ciclo financiero y se han encontrado fuertes vínculos entre la acumulación de deuda y el posterior servicio de la deuda, que a su vez tiene un gran efecto negativo sobre el crecimiento económico por lo que es bastante útil para predecir caídas en la economía.

A pesar de ser un indicador que permite predecir recesiones, en ausencia de las mismas, un índice de servicio de la deuda considerablemente alto, puede igualmente generar un impacto negativo en el consumo y la inversión de un país. Adicionalmente, también existen académicos como Drehmann y Juselius que han demostrado que esta variable es a su vez un buen indicador de alerta temprana altamente confiable para crisis bancarias sistémicas, como complemento de las medidas de apalancamiento basadas en acciones.

Por otro lado, de acuerdo con lo establecido por Drehmann, M y Tsatsaronisla, K. (2014) la brecha crédito a PIB se define como la diferencia entre la relación crédito / PIB y su tendencia a largo plazo (p.55), siendo a su vez la relación de crédito a PIB la relación entre la cantidad de crédito que se ha concedido a los hogares y al sector empresarial (nominador) y el PIB del país (denominador). Borio y Lowe (2002) fueron los primeros autores en documentar la propiedad de la brecha de crédito a PIB como un indicador de alerta temprana (EWI, por sus siglas en inglés), siendo muy útil para predecir las crisis bancarias. El trabajo realizado por Borio y Lowe ha sido confirmado por una amplia gama de países y por un período prolongado de crisis bancarias por lo que la brecha crédito a PIB ha recibido una gran atención en los últimos años y muchos expertos y académicos han confirmado su utilidad como indicador de vulnerabilidades financieras.

De este modo, Borio plantea en su trabajo que la naturaleza de las recesiones ha cambiado en las últimas décadas, haciendo una división del análisis a partir de 1985. Este cambio de naturaleza se debe principalmente a tres aspectos. En primer lugar, el hecho de que los mercados financieros y no financieros a través del mundo se han liberalizado, cambiando a su vez las políticas regulatorias de los gobiernos hacia los mismos, trayendo como consecuencia un cambio en el margen de acción que pudieran tener. En segundo lugar, el cambio del enfoque de los hacedores de política monetaria, específicamente los bancos centrales, que han migrado a mantener objetivos de inflación bajos, a la par que la inflación en la mayoría de los países ha dejado de ser un problema puesto que se ha visto estabilizada. En tercer lugar, la entrada de China y países anteriormente miembros de la Unión Soviética a los mercados internacionales; al igual que el desarrollo de nuevas tecnologías, contribuyó a una mayor integración de dichos mercados, lo que trajo como consecuencia un incremento significativo de la oferta mundial de bienes y servicios.

Pyr ende Borio plantea las medidas del ciclo financiero como una alternativa más precisa a la curva de rendimiento de los bonos del Tesoro y en su estudio probó esta nueva metodología no solo en Estados Unidos, sino además en Australia, Bélgica, Canadá, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Japón, Países Bajos, Italia, Noruega, España, Suiza, Suecia, el Reino Unido y en economías emergentes como Brasil, República Checa, Hungría, Corea, Malasia, Polonia, Rusia, Sudáfrica y Tailandia mostrando resultados positivos en todos los casos. El presente trabajo de investigación pretende utilizar la misma metodología utilizada por Borio *et al* para evaluar la capacidad con la que las medidas del ciclo financiero, predicen recesiones en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía, países que no fueron incluídos en la muestra de su trabajo.

1.2 Formulación del problema

El presente trabajo busca aplicar y analizar el poder de predicción de las Medidas del Ciclo Financiero, específicamente el índice de servicio de deuda y la brecha del crédito a PIB en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía en el

período comprendido desde 1999 hasta 2019, buscando responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la relación entre el índice del servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB con las recesiones en los países evaluados?
- ¿Las Medidas del Ciclo Financiero estudiadas logran predecir recesiones en los países seleccionados?
- ¿Cuál de las dos medidas utilizadas es más eficaz a la hora de predecir recesiones económicas?

1.3 Hipótesis

Las medidas del ciclo financiero, específicamente el índice del servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB son ideales para predecir recesiones económicas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la eficiencia con la cual las medidas del ciclo financiero (el índice de servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB) logran predecir recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía entre 1999 y 2019.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Ejecutar el modelo econométrico probit utilizando los datos de las fechas de recesiones proporcionadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), las fechas de recesiones proporcionadas por el Economic Cycle Research Institute (ECRI) y las cifras de los índices de servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB de China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía entre 1999 y 2019.
2. Evaluar las pruebas de significancia individual y el poder de predicción del modelo econométrico.
3. Analizar la eficiencia con la cual las medidas del ciclo financiero predicen recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía hasta 3 años en adelante.

4. Comparar los resultados obtenidos en las pruebas y en el modelo econométrico con los resultados de Borio, Drehman y Xia (2019).

1.5 Justificación e Importancia

A lo largo de la historia, los economistas se han dedicado a la búsqueda de distintos indicadores que permitan predecir recesiones económicas tanto en un país, como a nivel mundial y durante muchos años se ha utilizado la inversión de la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos para pronosticar crisis. Sin embargo, recientemente han surgido nuevos indicadores que son más eficaces y más precisos a la hora de determinar los períodos a futuro en los que se desarrollará una recesión. Este es el caso de las medidas del ciclo financiero. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la eficacia con la cual las medidas del ciclo financiero predicen recesiones en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía en un período determinado.

El descubrimiento de nuevos indicadores para predecir recesiones económicas, como lo son en este caso las medidas del ciclo financiero, significa una nueva metodología para los economistas a la hora de pronosticar crisis de una manera más precisa y dentro de un horizonte temporal más amplio. Adicionalmente, el hecho de que la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos posea menor utilidad a la hora de predecir recesiones locales y en su lugar sea ideal para predecir las mundiales, surge la necesidad de poner en práctica otras herramientas para poder anteponerse a las posibles recesiones económicas en los diversos países alrededor del mundo.

Por ende, las medidas del ciclo financiero son ideales para esto. Siempre y cuando se tenga a la mano todos los datos necesarios que conforman las medidas del ciclo financiero dentro de un período de tiempo de al menos 20 años, esta nueva herramienta será un instrumento de suma importancia para los hacedores de políticas, especialmente en economías emergentes, en donde las recesiones económicas suelen presentarse con mayor frecuencia y seriedad, para desarrollar medidas económicas que permitan al país sobrellevar de una manera más eficiente la recesión que se presentará en el futuro y tener una mayor capacidad de reaccionar ante las adversidades causadas por la misma.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En esta sección se presentan los trabajos de investigación de relevancia para el estudio en cuestión. En primer lugar se exponen trabajos recientes que utilizaron las medidas del ciclo financiero para predecir recesiones económicas en Estados Unidos y en otras economías desarrolladas y emergentes. En segundo lugar se exponen las bases teóricas para el presente trabajo de investigación.

2.1 Antecedentes de la Investigación

En estudios previos se ha buscado establecer instrumentos que tengan la capacidad de predecir y prevenir recesiones económicas, las cuales dada la globalización de la economía actual, pueden derivar en recesiones a nivel mundial. Los estudios presentados a continuación serán utilizados para delimitar el objeto de estudio debido a su relación con el presente trabajo de investigación.

2.1.1 Curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos para predecir recesiones económicas y políticas monetarias estrictas

La curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos, también conocida como yield curve, y que a menudo es medida como la diferencia entre los rendimientos de los bonos con vencimiento a largo plazo y una factura del Tesoro a corto plazo, ha sido utilizada desde finales de los años 80 como un método para predecir posibles recesiones económicas no solo en Estados Unidos, sino en todo el mundo, al ser uno de los activos financieros más seguros. Desde este momento, cada vez que se produce una inversión de la curva de rendimiento, es decir, cuando las tasas de interés de los bonos del Tesoro a largo plazo caen por debajo de las tasas de interés a corto plazo, las probabilidades de que se esté acercando una recesión económica aumentan.

El trabajo realizado por Cooper, D. *et al* (2020) se basa en estudiar la inversión de la curva de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos, que se presentó entre los meses de mayo y octubre del 2019, y cómo ésta sirve como una manera para, no sólo predecir la recesión económica que tuvo lugar posteriormente, sino también para reflejar una

política monetaria estricta por parte de los bancos centrales, en este caso la FED. En este estudio los autores indican que en algunas ocasiones la inversión de la curva puede darse como una reacción de los bancos centrales, que aumentan las tasas de interés, como respuesta a un incremento sostenido en el nivel de precios de la economía y/o expectativas de inflación que normalmente están asociadas a un sobre calentamiento de la economía.

Del mismo modo, generalmente se espera que tales aumentos de tasas sean temporales y, por lo tanto, los inversores en bonos a largo plazo acepten los rendimientos que son inferiores a la tasa de corto plazo temporalmente elevada. No obstante, una inversión de la curva de rendimiento se hace notable cuando se puede rastrear en gran medida una disminución en los rendimientos de los papeles a largo plazo en lugar de un aumento por parte de la FED de la tasa de interés de corto plazo. Esto quiere decir que el nivel de tasas de interés que establecen los bancos centrales para los bonos a corto plazo son tan importantes como cualquier cambio que se realice en las tasas con respecto a la tasa de interés establecida por las fuerzas del mercado, a la cual los autores denominan como una tasa “neutral”.

De esta manera, el estudio indica que la diferencia que existe entre la tasa de interés establecida por la FED a los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos a corto plazo con la tasa de interés neutral o establecida por el mercado, es un indicativo de la posición general de la política monetaria del país. Es decir, cuando la FED establece una tasa por encima de la tasa neutral, estas ejercen una fuerza de contracción en la economía, mientras que las tasas por debajo de la neutral estimulan la economía, manteniendo todo lo demás constante. Por ende, el trabajo de Cooper, D. *et al* evalúa la confiabilidad de la pendiente de la curva de rendimiento como un predictor de recesión económica, teniendo en cuenta la postura de la política monetaria, que en este caso se mide mediante la diferencia de la tasa de interés con la tasa de interés neutral que varía a través del tiempo.

Estudios previos se han abstraído en gran medida de la variación temporal en la tasa neutral. Sin embargo, existe evidencia de que tanto los componentes reales como los nominales de la tasa neutral de política a corto plazo han cambiado con el tiempo. Por ende, al tener en cuenta la variación temporal en la tasa neutral estimada, la

postura de los autores respecto a la medición de la política monetaria se convierte en un indicador más confiable de recesiones futuras. Sin embargo, esta visión de la política monetaria no desplaza el papel de la curva de rendimiento como un instrumento para predecir recesiones, más bien la pendiente de la curva de rendimiento aún contiene información para la actividad económica futura después de que se haya tenido en cuenta la orientación de la política monetaria.

2.1.2 Medidas del Ciclo Financiero para predecir recesiones económicas

Como se estableció anteriormente, la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos ha sido ampliamente utilizada por diversos investigadores y economistas como herramienta para evaluar el estado de la economía de un país y se ha determinado su utilidad a la hora de predecir recesiones cuando esta procede a invertirse. No obstante, diversos estudios han buscado determinar otros instrumentos o herramientas que sean igual de útiles para predecir recesiones diferentes a la curva de rendimiento. De esta manera, Claudio Borio, en conjunto con Mathias Drehmann y Dora Xia desarrollaron un estudio en 2019 en el cual buscan comparar la precisión con la cual la inversión de la curva de rendimiento y las Medidas del Ciclo Financiero logran predecir recesiones económicas y establecen que existe evidencia sustancial de que los ciclos financieros domésticos, o sus componentes de crédito y precio de activos, son indicadores útiles de las crisis financieras. De esta manera, los autores de este trabajo utilizan la combinación del ciclo crediticio, el índice del servicio de la deuda, la brecha del crédito a PIB y el nivel de precios del sector inmobiliario, conocidos como Medidas del Ciclo Financiero, para predecir con mayor veracidad y con un horizonte temporal más amplio, posibles recesiones no solo en Estados Unidos sino también en una lista amplia de 16 economías avanzadas y 9 economías emergentes.

Un aspecto importante que concluyen Borio *et al* es que en las pruebas en muestra, las medidas del ciclo financiero funcionan mejor que la yield curve. Cuando las variables competidoras se consideran de forma independiente, las medidas del ciclo financiero son estadísticamente significativamente más altas y son significativas incluso para un horizonte de tres años, para el cual la curva de rendimiento no ofrece ningún tipo de información al respecto. Por otra parte, cuando las medidas del ciclo financiero y la curva de rendimiento se incluyen conjuntamente en un modelo, ambos siguen

siendo estadísticamente significativos hasta un horizonte de dos años. No obstante, la combinación de la información que ofrece las medidas del ciclo financiero y el yield curve mejora sólo marginalmente, y no significativamente. Esto quiere decir que en comparación con la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos, las medidas del ciclo financiero son más precisas a la hora de predecir posibles recesiones, e incluso son capaces de predecirlas en un horizonte temporal de 3 años.

Las medidas del ciclo financiero muestran mejores resultados y lo más probable es que la razón del desempeño decepcionante de la curva de rendimiento es que, para varios países, la variable está contaminada por las primas de riesgo de crédito. Como resultado, en algunos episodios, la curva de rendimiento se intensificó en lugar de aplanarse antes de las recesiones, sin embargo, la curva de rendimiento siguió pronosticando información con los datos de Estados Unidos. Por el contrario, las medidas del ciclo financiero son inmunes a este problema y fueron capaces de predecir recesiones en todos los casos estudiados.

2.1.3 Relación entre los ciclos comerciales y los ciclos financieros

El estudio de las interacciones entre los sectores real y financiero durante las diferentes fases de los ciclos comerciales y financieros es primordial para la predicción de crisis económicas a nivel mundial. El trabajo de Stijn Claessens, M., Ayhan Kose y Marco E. Terrones analiza las interacciones entre los ciclos comerciales y financieros utilizando una extensa base de datos de más de 200 ciclos comerciales y 700 ciclos financieros en 44 países para el período entre los años 1960 y 2007. Los resultados que obtuvieron en el informe sugieren que existen fuertes vínculos entre las diferentes fases de los ciclos comerciales y financieros. En particular, las recesiones económicas asociadas con los episodios de desórdenes financieros, específicamente cuando se presenta una caída de los precios de las viviendas, tienden a ser más largas y profundas que otras recesiones. Por el contrario, las recuperaciones asociadas con el rápido crecimiento del crédito y los precios de la vivienda tienden a ser más fuertes.

En el estudio, los autores concluyen que los ciclos financieros tienden a ser más largos, más profundos y más agudos que los comerciales, además, ambos ciclos tienden a ser más pronunciados en los mercados emergentes que en los países avanzados. De esta manera, también determinan que los episodios de recesiones

financieras están asociados a un crecimiento de la producción más lento que el promedio, mientras que los aumentos en los mercados financieros generalmente corresponden a expansiones económicas más rápidas. Por otro lado, evidencian que los ciclos en la producción tienden a mostrar un alto grado de sincronización con los ciclos en los precios de crédito y vivienda, mientras que estos no tienen mucha similitud con los ciclos en los precios de las acciones. Adicionalmente, Claessens *et al* indica en su trabajo que las recesiones acompañadas de episodios de interrupción financiera, en particular la caída de los precios de la vivienda, tienden a ser más largas y profundas, mientras que las recuperaciones combinadas con el rápido crecimiento del crédito y los precios de la vivienda tienden a ser más fuertes. Estos hallazgos enfatizan la importancia del desarrollo de los mercados de crédito y vivienda para la economía real de las naciones.

2.1.4 El índice de servicio de la deuda para predecir futuras disminuciones en la actividad económica y crisis bancarias

El índice de servicio de la deuda ha sido de gran utilidad para predecir posibles recesiones económicas y una de las tantas investigaciones que se han llevado a cabo para probar el poder predictivo de esta medida del ciclo financiero, es el realizado por Kronick, J. y Ambler, S. Este trabajo de investigación se enfoca en demostrar que el nivel de servicio de la deuda es un indicador de vulnerabilidad financiera más confiable que el nivel de deuda en sí a través de la construcción de un barómetro de vulnerabilidades financieras aplicado en Canadá.

Kronick y Ambler expusieron que el índice del servicio de la deuda de los hogares canadienses se mantuvo estable durante todo el período de la muestra (1990q1 a 2019q3) a excepción de un aumento que se presentó en los años más recientes y además tuvo un aumento considerable en los períodos previos a crisis financieras. El estudio expresa que los aumentos en el índice del servicio de la deuda pueden ayudar a predecir el estrés financiero asociado con las recesiones, especialmente crisis financieras, incluyendo la Gran Depresión del 2007 y 2008.

Adicionalmente en este trabajo, a pesar de que los datos del índice del servidio de la deuda no están disponibles para antes de 1990, los autores son capaces de establecer una versión estimada de esta medida para años anteriores y pudieron demostrar que el

índice de servicio de la deuda aumentó considerablemente previo a la crisis de principios de los ochenta y antes de la recesión de los años noventa. Este trabajo de investigación refuerza la idea de que cambios importantes en el índice del servicio de la deuda en un país pueden ser útiles para predecir recesiones económicas.

Para poder desarrollar su estudio, Kronick y Ambler utilizaron un barómetro de vulnerabilidades de estabilidad financiera que toma en cuenta indicadores del sector bancario, corporativo, doméstico y de vivienda y para poder realizar una correcta elección de los indicadores, los autores se basan en la metodología de las curvas características de operador-receptor (ROC), que califica a los mismos según su capacidad para predecir períodos de estrés financiero dentro de 24 meses. Las curvas ROC también fueron utilizadas en la metodología de la investigación realizada por Borio *et al* acerca del poder predictivo de las medidas del ciclo financiero y por ende también serán una herramienta de gran utilidad para la elaboración de este trabajo de investigación. Finalmente, los autores concluyen que las medidas del servicio de la deuda mejoran la capacidad para rastrear períodos de vulnerabilidad financiera, particularmente antes de las recesiones y demostraron que el índice de servicio de la deuda es una mejor medida predictiva que el índice de deuda de futuras caídas en la actividad económica y las crisis bancarias.

2.1.5 La brecha de crédito a PIB como herramienta para predecir crisis financieras

La brecha de crédito a PIB ha recibido mucha atención por parte de distintos expertos y académicos, por lo tanto, el Marco de Basilea III, un conjunto de medidas desarrolladas por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea en respuesta a la crisis financiera de 2008 y cuyo objetivo según el Bank for International Settlements (s/f) “es reforzar la regulación, la supervisión y la gestión del riesgo de los bancos” (p. 1), sugiere que los formuladores de políticas utilicen solo esta variable como parte de sus marcos de colchón de capital anticíclico (CCA). Los CCA están definidos según el Banco de España (s/f) como:

> *un requerimiento de capital exigido a todos los bancos durante las fases expansivas del ciclo crediticio. El CCA tiene el objetivo de ralentizar el crecimiento excesivo del crédito total (o de un segmento de éste) por encima de niveles sostenibles. Este colchón permite a los bancos reforzar*

> *su solvencia en "tiempos buenos" y así poder absorber potenciales pérdidas crediticias que se produzcan en fases recesivas del ciclo, para, de esta manera, minimizar el impacto negativo de una contracción en el flujo de financiación bancaria a la economía en "tiempos malos"*. (p.1)

De esta manera, el Comité de Basilea estableció que cuando la brecha del crédito a PIB es positiva y supera el 2%, los requisitos de capital deben aumentarse estableciendo el CCA entre 0% y 2,5% y cuando es negativo, es decir, la tendencia a largo plazo es mayor que su valor observado, solo se debe liberar el CCA por lo que la brecha del crédito a PIB sirve como una herramienta para establecer un correcto CCA y defender al sistema bancario de las variaciones que puedan ocurrir posteriormente en el ciclo financiero.

Por ende, siendo la brecha del crédito a PIB una de las variables esenciales para establecer el CCA, el Comité de Basilea ha sugerido utilizar el filtro Hodrick-Prescott (HP) para calcular la tendencia a largo plazo de la relación crédito / PIB por lo que para reducir la tendencia de la relación crédito / PIB, el filtro HP solo se basa en la propia relación crédito / PIB y no tiene en cuenta otras variables como el PIB Real y el Índice de Precios Inmobiliarios, que pueden ser relevantes para calcular los riesgos de la estabilidad financiera. El estudio realizado por Shota Bakhuashvili en 2017, títulado "Credit to GDP gap as an indicator for upcoming financial crisis" demuestra que estas otras variables que no toma en cuenta el filtro HP, son importantes de considerar ya que durante períodos de brechas negativas en el PIB Real y en el Índice de Precios de Bienes Raíces, una brecha del crédito a PIB alta es menos peligrosa de lo que indica el filtro.

El análisis es el mismo cuando las brechas de estas dos variables son positivas, por lo que una brecha del crédito a PIB alta en estas circunstancias es más riesgosa para la economía y el sistema financiero de un país de lo que establece el filtro HP. Por lo tanto, los autores son capaces de demostrar y justificar esta teoría mediante la elaboración de un filtro diferente llamado Kalman que añade el PIB Real y el Índice de Precio de Bienes Raíces como herramientas para reducir la tendencia de la relación crédito a PIB dado que el filtro HP no es capaz de analizar variables simultáneas.

Comparando las brechas de crédito a PIB calculadas con los dos filtros diferentes, el estudio muestra dos casos en los que el filtro Kalman superó al filtro HP en Georgia entre los años 2000 y 2016. El primer caso fue la crisis financiera de 2007-2008, durante la cual el filtro HP solo pudo indicar que se estaba produciendo una crisis después del hecho, mientras que el filtro de Kalman funcionó como un indicador de alerta temprana, informando sobre una próxima crisis a principios de 2006. El segundo caso siendo el primer semestre de 2016, cuando el filtro HP sugirió configurar el CCB mientras no había crisis financiera, lo cual fue correctamente indicado por el filtro Kalman.

2.2 Bases teóricas

Entre académicos existen diferentes teorías respecto a los fenómenos económicos que ocasionan una recesión, trayendo como consecuencia que los indicadores a modo de alerta utilizados para predecirlas sean distintos. En 1907, Irving Fisher propuso una teoría sobre las tasas de interés basada en el consumo. En esta teoría establece que, cuando se está en equilibrio en este mercado, las tasas de interés a un año reflejarán el valor marginal de los ingresos actuales relativos al valor marginal de los ingresos en un período de un año; a partir de esto, si una recesión se espera dentro de un año, entonces los agentes económicos tienen incentivos para intercambiar bonos de hoy por bonos con vencimiento a un año, con el propósito de percibir ingresos durante esas recesiones, trayendo esto como consecuencia que la demanda de los últimos aumente, al igual que su precio, lo que desemboca en una disminución de las tasas de interés pagadas por los mismos.

A partir de lo planteado anteriormente, Campbell Harvey presenta en su tesis doctoral de 1986 que, en efecto, existe evidencia empírica que permite utilizar la curva de rendimiento de los Bonos del Tesoro para predecir una recesión. Específicamente, Harvey utiliza los bonos con vencimiento a diez años y los bonos con vencimiento a tres meses; encontrando que existe información en la diferencia de las tasas de interés pagadas por las mismas. Cuando la tasa de interés que se paga a tres meses es mayor que la tasa de interés pagada a diez años, la evidencia demuestra que en un período comprendido por once meses se puede esperar una recesión en Estados Unidos. Además de esto, llega a la conclusión que la curva de rendimientos se desempeña con

mejor poder predictivo que dos de los indicadores utilizados para la época con el mismo fin: el retorno real de acciones y el consumo.

Lo expuesto por Harvey ganó popularidad la última década cuando lo propuesto en su tesis coincidió con la crisis financiera del 2006, que si bien comenzó como una crisis inmobiliaria estadounidense, pronto escaló y se trasladó a gran parte del mundo, afectando a millones de personas y perdiéndose solo en los Estados Unidos una cantidad aproximada de diecinueve millardos de dólares, según el Departamento del Tesoro. Sin embargo, en los últimos años distintos economistas han planteado alternativas, unas en referencia a la poca eficacia que tiene la curva de rendimientos y otras enfocadas a nuevos posibles indicadores.

Esta nueva tendencia detractora de la curva de rendimientos, como la expuesta por Borio (2019), se fundamenta en que, según algunos economistas, los ciclos de negocios están directamente relacionados con las recesiones. Es pertinente destacar el trabajo realizado por Zarnowitz en 1990, donde plantea la idea que las expectativas de rendimientos del mercado, para esa época, estaban superando la capacidad que tenía el mismo para satisfacerlas. En este trabajo se presenta una amalgama de rendimientos, inversiones, crédito, precio de acciones, inflación y tasas de interés; donde arroja como resultado que, en efecto, estas variables endógenas constituyen el núcleo de los ciclos de negocios, a la vez que dichas variables se estimulan mutuamente. Concluye que el comportamiento del ciclo de negocios ha mutado la segunda mitad del último siglo producto de la globalización económica y financiera, a la vez que el cambio estructural que ha tenido el mundo al migrar del campo a la ciudad.

Por otra parte, A. Benetrix y P. Lane (2011) proponen que, a pesar de que tradicionalmente la literatura referente a la ciclicalidad fiscal se ha enfocado en cómo las variables fiscales se mueven a la par de los ciclos productivos, el deterioro de las posiciones fiscales que ha acompañado a las crisis financieras globales ha puesto en la palestra pública la sensibilidad de los factores financieros. En referencia a esto, demuestran que los imbalances financieros en los años anteriores a las crisis están significativamente correlacionados con el declive en los balances fiscales durante las crisis.

A pesar de que la mayor parte de la literatura se enfoca en el ciclo de negocios, algunos autores han reconocido que las medidas simples del ciclo de negocios no son suficientes para capturar todas las fuentes de volatilidad fiscal. Por ejemplo, Bouthevillain *et al* (2001) resaltan que los cambios en la distribución del ingreso de los agentes económicos alterarán la base fiscal y por ende el nivel de ingresos. En lo relativo a variables financieras, en las que se enfoca el presente trabajo, Eschenbach y Schuknecht (2002), y Girouard y Price (2004) proponen que los ciclos del nivel de precios influencian los resultados fiscales. Un hallazgo importante de su estudio es que concluyen que un auge en dichos precios no aumentan solamente los ingresos de los bienes relacionados a esos precios, sino que también llevan a un aumento general de los ingresos puesto que dicho aumento también incrementa la riqueza, trayendo como consecuencia un auge en el consumo.

Un punto interesante del trabajo de Benetrix y Lane es que se decantan por utilizar el crecimiento del crédito como variable financiera en lugar de otros indicadores, ya que en términos generales los datos crediticios se encuentran disponibles a mayor escala que otros indicadores, como el índice de servicio de la deuda. Otro factor que tomaron en cuenta para elegir dicha variable fue que el crecimiento del crédito se encuentra altamente correlacionado con el nivel de precios inmobiliario, por lo que puede ser una buena variable proxy general. En adición a esto, los hacedores de políticas públicas pueden tomar medidas que influyan de manera más directa en el crédito que en el nivel de precios de los bienes. Finalmente, la relación entre el ciclo crediticio y variables macroeconómicas puede ser más estable que la relación entre variables macroeconómicas y otras variables financieras. Estos hallazgos le dan más robustez a la propuesta de migrar del enfoque del ciclo de negocios al ciclo financiero.

Se concluye entonces, por lo anteriormente expuesto, que los cambios drásticos por los que ha atravesado la economía mundial han hecho mutar la naturaleza de las recesiones económicas, transformando en obsoletos los indicadores que se tenían anteriormente para predecirlas. Esto crea la necesidad de desarrollar nuevos indicadores, para de esta forma, al igual que la economía y cualquier otra ciencia, evolucionar.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Una vez establecido el problema, los objetivos y la hipótesis del presente trabajo, y tomando en cuenta los antecedentes y las bases teóricas del mismo, se pasará a describir el marco metodológico de la investigación. Primero se expondrá el tipo de investigación, caracterizada como explicativa, para luego describir el diseño de la investigación, en este caso de tipo documental. En la tercera sección se explicarán las variables a utilizar para la estimación del modelo, profundizando en su cálculo y en su manejo a lo largo de la investigación.

3.1 Tipo de Investigación

Hernández, Fernández y Baptista (1997) adoptan la siguiente clasificación para los tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. Además de esto, los mismos autores establecen que el interés de las investigaciones explicativas "se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas" (p.74). De esta manera, la presente investigación es explicativa ya que, en este caso, se buscará evaluar la eficiencia con la cual las medidas del ciclo financiero (brecha del crédito a PIB y el índice del servicio de la deuda) logran predecir recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía para el período entre 1999 y 2019.

3.2 Diseño de Investigación

Como se ha establecido anteriormente, este estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia con la cual las medidas del ciclo financiero logran predecir recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía para el período entre 1999 y 2019. De esta manera, para Hernández (1997) el diseño "señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de la(s) hipótesis formuladas en un contexto en particular" (p.100). Adicionalmente, para Arias (2012): "el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al

problema planteado" y establece que la misma se puede clasificar en documental, de campo y experimental (p.28).

La importancia en definir el diseño de la investigación que mejor se ajusta al estudio que se está llevando a cabo, radica en la eficiencia, validez y aproximación a la realidad de los resultados obtenidos de la misma. Por ello, el diseño utilizado para esta investigación será la Investigación Documental que según Paz (2016) "es una técnica que consiste en la selección y compilación de información a través de la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, bibliotecas, bibliotecas de periódicos, centros de documentación e información" (p.60). Por otra parte, Mercado (1988) señala que la investigación documental "se caracteriza por el uso predominante de registros gráficos y sonoros como fuentes de información (…), registros en forma manuscrita e impresos" (p.104). Por ende, el siguiente trabajo de investigación recibe esta denominación debido a que se basa en el estudio de la medición de variables independientes y utilizará datos recopilados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y del Instituto de Investigación del Ciclo Económico (ECRI, por sus siglas en inglés).

3.3 Planteamiento del Modelo Econométrico General

El objetivo del presente modelo es predecir recesiones económicas en China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía hasta tres años por delante. Para ello se utilizaron datos trimestrales para las 7 economías desde 1999 hasta 2019 y se siguió el modelo econométrico llevado a cabo por Borio *et al* (2019). En primer lugar, para definir las fechas en las cuales tuvo lugar una recesión en cada uno de los países evaluados, se procedió a tomar los datos de las fechas de recesiones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para todos los países y para realizar una comparación de los resultados, también se obtuvieron las fechas de recesiones proveídas por el Instituto de Investigación del Ciclo Económico (ECRI, por sus siglas en inglés) de China, India y México únicamente, debido a la disponibilidad de los datos.

El sistema que utiliza la OCDE para calcular las fechas de recesiones se basa en el enfoque del ciclo de crecimiento, en el que los ciclos económicos y los puntos de inflexión se miden e identifican en la serie de desviaciones de las tendencias en el cual

el PIB se utiliza como referencia para identificar los puntos de inflexión en el ciclo de crecimiento de todos los países, excepto China, para el cual la OCDE se basa en el valor agregado de la industria a precios de 1995. El algoritmo que utiliza este organismo para la detección del punto de inflexión se encarga de analizar los mínimos y máximos locales en la serie de ciclos y aplica reglas de censura para garantizar picos y valles alternos, así como restricciones de duración de cada uno. Por otro lado, ECRI provee las fechas máximas y mínimas del ciclo económico, para 22 países desde 1949 hasta 2019, entre ellos China, México e India, los cuales serán estudiados en el presente trabajo. Las fechas proporcionadas por ECRI son determinadas basándose en una metodología análoga a la utilizada para determinar las fechas del ciclo económico internacional del mismo organismo.

Para el análisis principal, se utilizará un modelo probit el cual según el Instituto de Investigación y Educación Digital de la Universidad de California en Estados Unidos (s/f) "son aquellos modelos econométricos no lineales que se implementan en los casos en los que la variable dependiente es binaria o dummy, es decir que sólo puede tomar dos valores" (p.1). Por ende, al obtener todas las fechas trimestrales de los 7 países desde 1999 hasta 2019, se considera que una recesión ocurre (R = 1) o no (R = 0) basados en el hecho de que los ciclos económicos consisten en períodos alternos de expansión y contracción en el nivel de actividad económica que experimentan las economías y no se toma en cuenta la intensidad con la que ocurren.

Hanck, C., Arnold, M., Gerber, A. y Schmelzer, M (2020) también indican que "en una regresión Probit, la función de distribución normal estándar acumulada $\Phi(\cdot)$ se usa para modelar la función de regresión cuando la variable dependiente es binaria" (p.69). Esto quiere decir que para una regresión probit se asume la siguiente ecuación:

$$E(Y \mid X) = P(Y = 1 \mid X) = \Phi(\beta 0 + \beta 1 X) \qquad (1)$$

En la ecuación 1, β0 + β1X toman el papel de un cuantil z. Cabe destacar que $\Phi(z) = P(Z \leq z),\ Z \sim N(0,1)$ tal que el coeficiente de Probit β1 en la ecuación (1) es el cambio en z asociado a un cambio de una unidad en X. Por lo tanto, aunque el efecto sobre z de un cambio en X es lineal, el vínculo entre z y la variable dependiente Y es

no lineal ya que Φ es una función no lineal de X y dado que la variable dependiente es una función no lineal de los regresores, el coeficiente de X no posee una interpretación simple.

Para el modelo probit utilizado en el siguiente trabajo de investigación, la variable dependiente serán las fechas trimestrales de recesión proveídas por los dos organismos económicos entre 1999 y 2019 y las variables independientes serán el índice de servicio de la deuda, la brecha de crédito a PIB y el índice de servicio de la deuda al cuadrado, el cual será incluido para poder capturar el efecto de esta misma variable a lo largo del tiempo.

Teniendo en cuenta las variables que serán utilizadas en el modelo econométrico, el modelo general tendrá como objetivo predecir si la economía está en recesión *h* períodos adelante $S_{i,t,h} = R_{i,t+h} = 1$ basado en el estado de las variables explicativas $(X_{i,t})$ en el período *t* para los países *i.* Por ende, en la configuración probit del panel se estima:

$$Prob\,(S_{i,t,h} = 1 | X_{i,t}) = \Phi(\alpha_h + \beta_h 'X_{i,t}) \quad (2)$$

Adicionalmente, se implementará el mismo modelo probit pero utilizando únicamente el índice de servicio de la deuda como variable independiente para analizar la efectividad con la cual este indicador puede predecir recesiones en los países estudiados y también se procederá a realizar el mismo proceso pero con la brecha del crédito a PIB para evaluar el efecto de ambas individualmente.

3.3.1 Modelo Econométrico para predecir Puntos de Inflexión

Al igual que el estudio realizado por Borio *et al,* este trabajo de investigación va a observar el poder de pronóstico del modelo y la probabilidad de que exista una recesión dentro de los próximos uno, dos o tres años. Para poder llevar a cabo esta parte del modelo econométrico es necesaria la creación de una variable que contenga las predicciones de las fechas de recesiones de la OCDE a 1, 2 y 3 años en adelante. En consecuencia, se define una variable indicadora $I_{i,h,t} = 1$ uno, dos o tres años antes del inicio de una recesión teniendo en cuenta que en todos los períodos:

$I_{i,h,t} = 0.$ Por lo tanto, al igual que el modelo general, se utiliza un modelo probit de panel para predecir la probabilidad de que comience una recesión en los próximos *h* períodos.

$$Prob(I_{i,h,t} = 1 \mid X_{i,t}) = \Phi\,(\alpha_h + \beta_h' X_{i,t}) \tag{3}$$

3.4 Curva ROC

Para evaluar el rendimiento del pronóstico, se utilizará como medida la curva Receiver Operating Characteristic o Característica Operativa del Receptor (ROC), siguiendo los pasos de Borio, Drehman y Xia, los cuales se basan en la metodología utilizada por Berge y Jordà (2011). Esta curva traza todas las combinaciones posibles de errores de tipo I, es decir, el rechazo de la hipótesis nula cuando esta es, en realidad, cierta y errores de tipo II, es decir, cuando no se rechaza la hipótesis nula siendo ésta falsa. La gráfica de la curva ROC es bidimensional en el que la tasa de falsos positivos se traza en el eje X y la tasa de verdaderos positivos se traza en el eje Y. Las curvas ROC son útiles para visualizar y comparar el desempeño de los métodos de clasificación.

3.5 Área debajo de la Curva (AUC)

Adicionalmente, se obtendrá el AUC, es decir, el área bajo la curva ROC, la cual proporciona una medida resumida, conveniente y fácilmente interpretable de la calidad de señalización del indicador. Según Borito *et al* (2019), un indicador completamente no informativo tiene un AUC de 0.5, y uno perfecto un AUC de 1, esto quiere decir, todas las recesiones predichas, sin errores de tipo 2. Para que un indicador sea clasificado como informativo debe poseer un AUC entre 0.5 y 1.

3.4 Variables utilizadas

Para la recolección de los datos necesarios para la realización del modelo se tomará en cuenta lo dicho por Sampieri, Fernández y Baptista (2014), que lo consideran como:

> Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico. Este plan incluye determinar:
>
> a) ¿Cuáles son las fuentes de las que se obtendrán los datos? Es decir, los datos van a ser proporcionados por personas, se producirán de observaciones y registros o se encuentran en documentos, archivos, bases de datos, etcétera.

> b) ¿En donde se localizan tales fuentes? Regularmente en la muestra seleccionada, pero es indispensable definir con precisión.
>
> c) ¿A través de qué medio o método vamos a recolectar los datos? Esta fase implica elegir uno o varios medios y definir los procedimientos que utilizaremos en la recolección de los datos. El método o métodos deben ser confiables, válidos y "objetivos".
>
> d) Una vez recolectados, ¿de qué forma vamos a prepararlos para que puedan analizarse y respondamos al planteamiento del problema? (p.198)

Las variables explicativas utilizadas para el desarrollo del modelo son el índice del servicio de la deuda, el índice del servicio de la deuda al cuadrado y la brecha del crédito a PIB. El Bank for International Settlements publica el índice del servicio de la deuda para el sector privado no financiero desde 1999 hasta 2019 para 32 países con economías avanzadas y emergentes y lo define como una variable que mide el pago de intereses y la amortización del sector privado no financiero en relación con los ingresos.

La metodología que utiliza el BIS para calcular este indicador sigue el enfoque utilizado por la Junta de la Reserva Federal para construir índices de servicio de la deuda para los hogares y comienza con el supuesto que, para una tasa de interés específica, los costos del servicio de la deuda, es decir, los intereses y las amortizaciones, sobre el saldo total de la deuda, se reembolsan en partes iguales durante el vencimiento de los préstamos. Este supuesto se justifica en el hecho de que las diferencias entre las estructuras de reembolso de los préstamos individuales tenderán a anularse entre sí.

El Bank for International Settlements a su vez publica los datos trimestrales de la brecha de crédito a PIB desde 1951 hasta 2020 para 42 países con economías avanzadas y emergentes. Las brechas de crédito a PIB son definidas por el BIS como la diferencia entre la relación crédito a PIB y su tendencia a largo plazo, en puntos porcentuales. La tendencia a largo plazo es calculada por el organismo utilizando un filtro Hodrick-Prescott unilateral con una lambda (Λ λ) de 400.000 y la relación crédito a PIB es la relación entre la cantidad de crédito que se ha concedido a los hogares y al sector empresarial (nominador) y el PIB del país (denominador).

Tabla 1

Variables a utilizar en el modelo

Variable	Cálculo	Fuente
Índice de servicio de la deuda del sector privado no financiero para el país j en el período t	$DSR_{j,t} = \frac{i_{j,t}}{(1-(1+i_{j,t})^{-S_{j,t}})} * \frac{D_{j,t}}{Y_{j,t}}$ $D_{j,t}$: stock total de deuda $Y_{j,t}$: ingresos trimestrales $i_{j,t}$: tasa de interés promedio sobre el stock de deuda existente por trimestre $S_{j,t}$: vencimiento residual medio en trimestres.	Bank for International Settlements
Brecha de crédito a PIB	Metodología del filtro HP: $\left(\sum_{t=1}^{T} (Y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=3}^{T} \left[(\tau_t - \tau_{t-1}) - (\tau_{t-1} - \tau_{t-2}) \right]^2 \right)$ Y_t : valor del crédito a PIB en el tiempo t τ_t : tendencia	Bank for International Settlements

Con la descripción de los modelos econométricos y las variables a utilizar en el mismo, se procederá a realizar las estimaciones pertinentes. En el próximo capítulo se presentarán y analizarán los resultados obtenidos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se presentarán los resultados derivados de los análisis estadísticos y los modelos econométricos explicados con detenimiento en el capítulo anterior. Posteriormente, se analizarán los resultados obtenidos de los mismos.

4.1 Análisis descriptivo de las variables utilizadas en el modelo

4.1.1 Fechas de las recesiones

Para la elaboración de este modelo se utilizó data trimestral de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Dicha organización pública datos de 39 países en el OECD Composite Leading Indicators, o Indicadores Principales Compuestos, en donde reflejan la existencia o no de una recesión económica desde 1961 hasta 2020.

Para la detección de puntos de inflexión se utiliza un algoritmo basado en la Rutina de Bry y Boschan (1971), donde se establecen mínimos y máximos en las series del ciclo. A diferencia de la original, la rutina utilizada por la OCDE no incluye correcciones por datos aislados, ya que esta corrección es implementada más temprano en el proceso de filtración de datos.

Los componentes de los Indicadores Principales compuestos son series de tiempo que demuestran relación con los puntos de inflexión. Estos son compilados combinando componentes suavizados, normalizados y sin tendencia. Dichos componentes son seleccionados basados en distintos criterios como importancia económica, comportamiento cíclico, calidad de la data y disponibilidad.

Se utilizaron 84 observaciones trimestrales por país, de un total de 7 países (China, Dinamarca, India, Indonesia, México, Portugal y Turquía). Como se puede observar en el Gráfico 1, el país que mostró menos recesiones en el tiempo estudiado fue Indonesia con tres recesiones, mientras que su contraparte con más recesiones fue Portugal, con seis. En promedio la cantidad de recesiones por país fue de 5 mientras que el promedio de trimestres en recesión fue de 35.

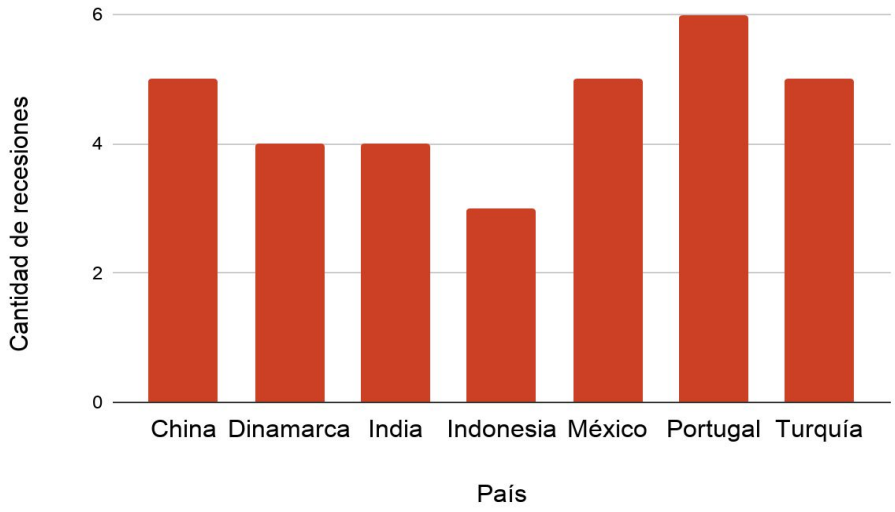
La economía portuguesa, que muestra la mayor cantidad de recesiones de la muestra, viene deteriorándose desde principios del milenio, a diferencia de la mayoría de países europeos cuyas economías empezaron a tambalearse luego de la Gran Recesión. Este deterioro de la economía portuguesa puede explicarse a grandes rasgos por el aumento de su déficit fiscal, siendo el primer país europeo en superar el límite establecido de 3% por el Pacto de Crecimiento y Estabilidad de la Unión Europea, alcanzando niveles de hasta 6% de acuerdo a un informe redactado la Comisión Europea (2005). A pesar de los intentos de diferentes gobiernos, Portugal siguió demostrando una economía tambaleante a principios de la década del 2010, luego de haber sido impactado por la Gran Recesión comentada anteriormente.

Por su parte, la relativa baja cantidad de recesiones que muestra Indonesia en el mismo periodo puede deberse a las reformas estructurales que hizo el país a principio de los 2000, estableciendo metas de inflación luego de haber llegado a un acuerdo con el Fondo Monetario Internacional. Los siguientes 19 años de Indonesia mostraron tasas de crecimiento del PIB sostenidas a la par de una disminución de su tasa de desempleo. Una característica particular de Indonesia, que le permitió no verse afectada en gran medida en el 2008 por la Gran Recesión, es que la demanda doméstica del país equivale aproximadamente a dos tercios de su economía, lo que se traduce en un nivel más de exposición a choques externos.

Es pertinente destacar que, a pesar de cada país mostrar características únicas inherentes a su naturaleza y entorno económico, todos los países de la muestra presentaron una recesión durante el 2008, producto de la crisis inmobiliaria estadounidense.

Gráfico 1

Cantidad de recesiones por país desde Q1 1999 hasta Q4 2019 para la OCDE



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos de la OCDE*

4.1.2 Índice del servicio de deuda

La muestra del índice del servicio de la deuda también comprende 84 observaciones trimestrales por país a excepción de Turquía que posee 72 observaciones.

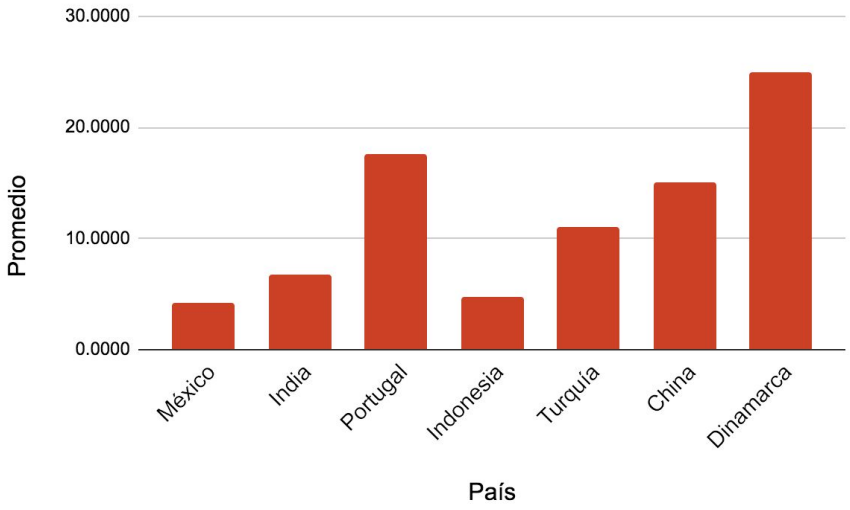
Una crisis bancaria puede suceder producto de un sobreendeudamiento de una gran parte del sector privado. El Bank for International Settlements propone el Índice del Servicio de la Deuda como una medida de las restricciones económicas que impone el endeudamiento privado. Este índice captura la carga impuesta por la deuda de una forma más precisa que otros indicadores utilizados, como el ratio de deuda a PIB. Esto es debido a que el Índice del Servicio de Deuda toma en cuenta explícitamente factores como el cambio en las tasas de interés o el vencimiento, que afectan la capacidad de pago de los prestatarios.

El Bank for International Settlements ha determinado que el nivel del índice antes de una recesión económica explica una fracción significativa de las pérdidas de producción posteriores. También se concluyó que este índice produce una alerta suficientemente confiable antes de crisis bancarias sistémicas puesto que tiende a alcanzar un punto máximo justo antes de que las mismas ocurran, alcanzando niveles similares en distintos países.

El promedio del índice de servicio de deuda para la muestra utilizada es de 12.07. Se puede observar en el Gráfico 2 que Portugal, el país con más recesiones, muestra un índice relativamente alto, quedando de segundo en comparación con los demás países estudiados. Al mismo tiempo, Indonesia, país que muestra la menor cantidad de recesiones en la muestra posee un índice relativamente bajo, siendo el segundo más bajo de los países estudiados. Llama la atención que México, país con 5 recesiones en el período estudiado, muestra el índice de servicio de deuda más bajo de toda la muestra, aparentemente demostrando la inexistencia de relación entre el índice y la ocurrencia de crisis.

Gráfico 2

Promedio de índice del servicio de la deuda para todos los países desde Q1 1999 hasta Q4 2019



Fuente: *elaboración propia*

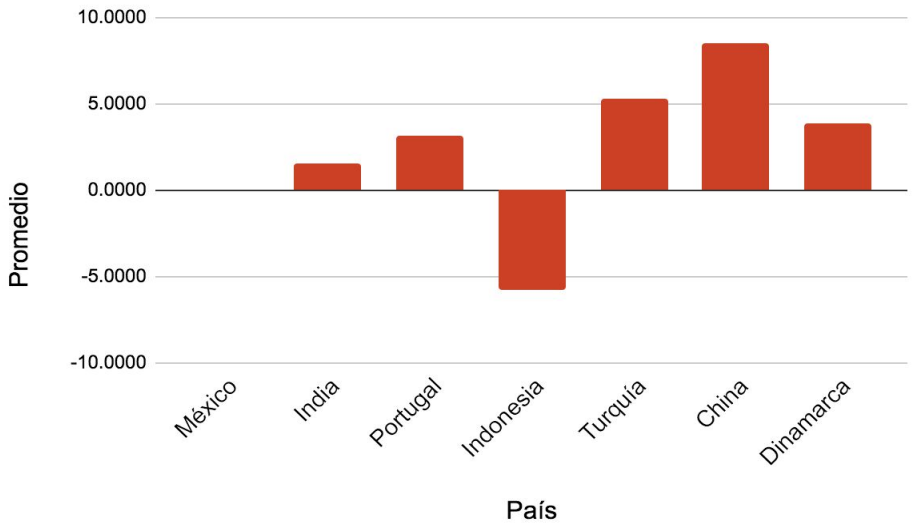
4.1.3 Brecha del crédito a PIB

Es relevante destacar que el ciclo que utiliza este instrumento como base no es el ciclo de negocios sino el ciclo financiero. Claessens *et al* (2011), Drehmann *et al* (2012) y Aikman *et al* (2015) han documentado que las variables financieras, particularmente el crédito y el nivel de precios del sector inmobiliario, tienen largos y pronunciados ciclos que coinciden. Estos ciclos tienen una amplitud y duración más largas que aquellas inherentes al ciclo de negocios.

Para este estudio la muestra también estuvo compuesta de 84 observaciones trimestrales por país, donde el promedio de la brecha fue de 2.4 puntos. Es relevante mencionar que Indonesia, el país de la muestra que presenta la menor cantidad de recesiones en el periodo estudiado, también presenta el promedio de la brecha de crédito a PIB más bajo de la muestra. Por otra parte, China, que es uno de los países con más recesiones en el periodo estudiado, presenta un promedio relativamente alto para la muestra. Sin embargo, el resto de países presenta un promedio variado.

Gráfico 3

Promedio de la brecha del crédito a PIB para todos los países desde Q1 1999 hasta Q4 2019

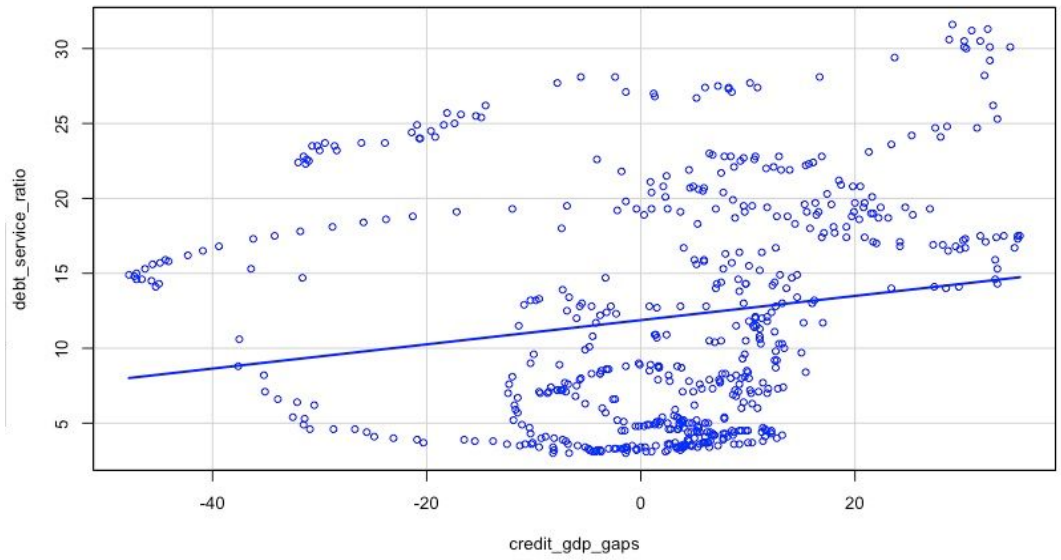


Fuente: *elaboración propia*

Por otra parte, el diagrama de dispersión que se visualiza en el Gráfico 4 muestra que las dos variables explicativas utilizadas en el modelo general, es decir, el índice de servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB, no poseen ninguna relación entre sí en el período estudiado ya que los puntos se encuentran totalmente dispersos. Esto se debe principalmente a que ambas variables toman en consideración distintos ámbitos de la economía. El índice de servicio de la deuda es una variable que mide el pago de intereses y la amortización del sector privado no financiero en relación con los ingresos del mismo mientras que la brecha del crédito a PIB, al ser la diferencia entre el la relación del crédito con el PIB y su tendencia a largo plazo, toma en cuenta el nivel total de crédito en la economía de un país.

Gráfico 4

Diagrama de dispersión del índice de servicio de la deuda y la brecha de crédito a PIB



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del BIS*

4.2 Presentación de los resultados de los modelos econométricos

A continuación se presentarán las tablas con todos los resultados obtenidos del modelo probit con las fechas proporcionadas por la OECD, y posteriormente se realizará un análisis de los mismos.

Tabla 2

Modelo general con datos de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	0.006009 p-value 0.9175
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	0.002123 p-value 0.2316
Brecha del crédito a PIB	0.004249 p-value 0.2277
Predicción para India	0.002384735 p-value 0.6018
Predicción para China	0.001731835 p-value 0.0858 **.**
Predicción para Dinamarca	0.0009715163 p-value 0.0111 *
Predicción para México	0.002328273 p-value 0.1839
Predicción para Portugal	0.001861796 p-value 0.1428
Predicción para Turquía	0.001646159 p-value 0.0317 *
Predicción para Indonesia	0.002173425 p-value 0.0391 *
AIC	767.34

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 3

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con los datos de la OCDE

AUC	0.6405 95% = 0.5947 - 0.6866
Prueba de Breusch-Pagan	25.754 df=9 p value= 0.000483
Prueba de Durbin-Watson	0.47804 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 4

Modelo general únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos de la OCDE.

Variable	**Coeficiente**
Índice de servicio de la deuda	0.07424 p-value 0.000149 ***
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	N/A
Predicción para India	0.02856709 p-value 0.005178 **
Predicción para China	0.02486536 p-value 2.16e-05 ***
Predicción para Dinamarca	0.01810823 p-value 0.000410 ***
Predicción para México	0.02895428 p-value 0.000273 ***
Predicción para Portugal	0.0257202 p-value 0.000318 ***
Predicción para Turquía	0.02482037 p-value 3.54e-07 ***
Predicción para Indonesia	0.02960569 p-value 1.57e-06 ***
AIC	767.35

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta. Corresponde al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 5

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos de la OCDE

AUC	0.6343 95% = 0.5899 - 0.6776
Prueba de Breusch-Pagan	29.092 df=7 p value= 0.0001393
Prueba de Durbin-Watson	0.47255 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 6

Modelo general únicamente con la brecha de crédito a PIB con datos de la OCDE

Variable	**Coeficiente**
Índice de servicio de la deuda	N/A
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	0.006448 p-value 0.053566 **.**
Predicción para India	0.002571976 p-value 0.770683
Predicción para China	0.002453984 p-value 0.021056 *
Predicción para Dinamarca	0.002568664 p-value 0.799715
Predicción para México	0.002492111 p-value 0.050051 **.**
Predicción para Portugal	0.002571299 p-value 0.715913
Predicción para Turquía	0.002292155 p-value 0.000491 ***
Predicción para Indonesia	0.002361661 p-value 0.002562 **
AIC	797.39

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta. Corresponde al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 7

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos de la OCDE

AUC	0.6343 95% = 0.5884 - 0.6762
Prueba de Breusch-Pagan	15.061 df=7 p value= 0.03523
Prueba de Durbin-Watson	0.46248 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 8

Modelo general con datos proyectados a 1 año de la OCDE

Variables	**Coeficientes**
Índice de servicio de la deuda	0.0065823 p-value 0.2504
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	-0.001495 p-value 0.3850
Brecha del crédito a PIB	0.00702 p-value 0.0582 **.**
Predicción para India	0.02489757 p-value 0.2588
Predicción para China	0.02570514 p-value 0.0806 **.**
Predicción para Dinamarca	0.02611623 p-value 0.2922
Predicción para México	0.02548499 p-value 0.0638 **.**
Predicción para Portugal	0.02625183 p-value 0.2122
Predicción para Turquía	0.02476846 p-value 0.0169 *
Predicción para Indonesia	0.02618933 p-value 0.0141 *
AIC	750.08

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 9

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 1 año de la OCDE

AUC	0.6096 95% = 0.5657 - 0.6569
Prueba de Breusch-Pagan	17.371 df=9 p value= 0.04321
Prueba de Durbin-Watson	0.48259 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 10

Modelo general únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 1 año de la OCDE

Variable	**Coeficiente**
Índice de servicio de la deuda	0.02219 p-value 0.2635
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	N/A
Predicción para India	0.008817933 p-value 0.43915
Predicción para China	0.008434392 p-value 0.09183 **.**
Predicción para Dinamarca	0.008691173 p-value 0.40444
Predicción para México	0.008828249 p-value 0.0502 **.**
Predicción para Portugal	0.00878757 p-value 0.33903
Predicción para Turquía	0.007831098 p-value 0.00546 **
Predicción para Indonesia	0.008501919 p-value 0.0025 **
AIC	749.88

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*
*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 11

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 1 año de la OCDE

AUC	0.5992 95% = 0.5512 - 0.6438
Prueba de Breusch-Pagan	11.158 df=7 p-value= 0.1318
Prueba de Durbin-Watson	0.47652 p-value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 12

Modelo general únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 1 año de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	N/A
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	0.006121 p-value 0.08383 .
Predicción para India	0.002441894 p-value 0.93135
Predicción para China	0.02362337 p-value 0.05691 .
Predicción para Dinamarca	0.002427014 p-value 0.51737
Predicción para México	0.002393066 p-value 0.12015
Predicción para Portugal	0.002441623 p-value 0.98663
Predicción para Turquía	0.002218431 p-value 0.00179 **
Predicción para Indonesia	0.002283157 p-value 0.0085 **
AIC	766.3

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 13

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 1 año de la OCDE

AUC	0.5992 95% = 0.5525 - 0.6456
Prueba de Breusch-Pagan	11.644 df=7 p value= 0.1129
Prueba de Durbin-Watson	0.48044 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 14

Modelo general con datos proyectados a 2 años de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	0.097452 p-value 0.0939 .
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	-0.003146 p-value 0.0755 .
Brecha del crédito a PIB	0.00934 p-value 0.0200 *
Predicción para India	0.03845132 p-value 0.0882 .
Predicción para China	0.04258314 p-value 0.0522 .
Predicción para Dinamarca	0.03369107 p-value 0.5604
Predicción para México	0.03812009 p-value 0.0243 *
Predicción para Portugal	0.04011959 p-value 0.2277
Predicción para Turquía	0.04240111 p-value 0.0105 *
Predicción para Indonesia	0.03966156 p-value 0.0117 *
AIC	713.04

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 15

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 2 años de la OCDE

AUC	0.6115 95% = 0.5625 - 0.666
Prueba de Breusch-Pagan	8.9921 df=9 p value= 0.438
Prueba de Durbin-Watson	0.47967 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 16

Modelo general únicamente con índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 2 años de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	0.0048010 p-value 0.8292
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	N/A
Predicción para India	0.001913141 p-value 0.6361
Predicción para China	0.001855669 p-value 0.3941
Predicción para Dinamarca	0.001911422 p-value 0.9847
Predicción para México	0.001876808 p-value 0.1414
Predicción para Portugal	0.001911157 p-value 0.9749
Predicción para Turquía	0.001738287 p-value 0.0701 **.**
Predicción para Indonesia	0.001806405 p-value 0.0306 *
AIC	715.93

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*
*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 17

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice del servicio de la deuda con datos proyectados a 2 años de la OCDE

AUC	0.5883 95% = 0.5404 - 0.635
Prueba de Breusch-Pagan	6.3752 df=7 p value= 0.4967
Prueba de Durbin-Watson	0.4711 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 18

Modelo general únicamente con brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	N/A
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	0.007344 p-value 0.05541 .
Predicción para India	0.002924152 p-value 0.5592
Predicción para China	0.002818256 p-value 0.04423 *
Predicción para Dinamarca	0.002914924 p-value 0.5953
Predicción para México	0.002867393 p-value 0.11358
Predicción para Portugal	0.002924225 p-value 0.79259
Predicción para Turquía	0.00262823 p-value 0.00121 **
Predicción para Indonesia	0.002799571 p-value 0.03065 *
AIC	727.52

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 19

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años de la OCDE

AUC	0.5883 95% = 0.542 - 0.6347
Prueba de Breusch-Pagan	8.4229 df=7 p value= 0.2968
Prueba de Durbin-Watson	0.46702 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 20

Modelo general con datos proyectados a 3 años de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	0.060088 p-value 0.3100
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	-0.001487 p-value 0.4031
Brecha del crédito a PIB	0.006358 p-value 0.1451
Predicción para India	0.023677457 p-value 0.1682
Predicción para China	0.02311464 p-value 0.0957 **.**
Predicción para Dinamarca	0.02383763 p-value 0.4018
Predicción para México	0.02381506 p-value 0.0401 *
Predicción para Portugal	0.02378658 p-value 0.3851
Predicción para Turquía	0.02347353 p-value 0.0569 **.**
Predicción para Indonesia	0.02373516 p-value 0.0603 **.**
AIC	678.14

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 21

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión con datos proyectados a 3 años de la OCDE

AUC	0.6012 95% = 0.5536 - 0.6515
Prueba de Breusch-Pagan	5.893 df=9 p value= 0.7506
Prueba de Durbin-Watson	0.48894 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 22

Modelo general únicamente con índice de servicio de la deuda con datos proyectados a 3 años de la OCDE

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	0.0153400 p-value 0.5081
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	N/A
Predicción para India	0.006101779 p-value 0.2589
Predicción para China	0.005707672 p-value 0.1394
Predicción para Dinamarca	0.006048546 p-value 0.5985
Predicción para México	0.005977611 p-value 0.0319 *
Predicción para Portugal	0.006117331 p-value 0.7579
Predicción para Turquía	0.00572751 p-value 0.0538 **.**
Predicción para Indonesia	0.005964636 p-value 0.0367 *
AIC	676.49

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*
*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 23

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con el índice del servicio de la deuda con datos proyectados a 3 años de la OCDE

AUC	0.5894 95% = 0.539 - 0.6395
Prueba de Breusch-Pagan	5.18 df=7 p value= 0.638
Prueba de Durbin-Watson	0.48435 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 24

Modelo general únicamente con brecha del crédito a PIB con fechas proyectadas a 3 años de la OCDE

Variable	**Coeficiente**
Índice de servicio de la deuda	N/A
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	0.0060060 p-value 0.153581
Predicción para India	0.002372822 p-value 0.287287
Predicción para China	0.002252045 p-value 0.016865 *
Predicción para Dinamarca	0.0023950048 p-value 0.933574
Predicción para México	0.002293236 p-value 0.036552 *
Predicción para Portugal	0.002386357 p-value 0.642576
Predicción para Turquía	0.002039605 p-value 0.000212 ***
Predicción para Indonesia	0.002319222 p-value 0.075077 .
AIC	684.1

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Fuente: *elaboración propia*

Tabla 25

Área debajo de la curva ROC y pruebas de los residuos de la regresión únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 3 años de la OCDE

AUC	0.5894 95% = 0.5416 - 0.6393
Prueba de Breusch-Pagan	7.9255 df=7 p value= 0.3392
Prueba de Durbin-Watson	0.48001 p value < 2.2e-16

Fuente: *elaboración propia*

4.3 Análisis de los modelos econométricos generales

Para poder comprobar la hipótesis, los modelos primordiales a la hora de realizar el análisis son los que contienen los datos proyectados de la OCDE a 1, 2 y 3 años ya que estos permiten evaluar si las 2 variables utilizadas logran predecir con antelación una recesión económica en los 7 países estudiados y además porque incluyen variables que tienden a tener un efecto en el año siguiente y no en el mismo año. Sin embargo, previo a la realización de estas regresiones, se corrió el modelo probit que se observa en la Tabla 2 con las fechas de la OCDE y con los datos del índice del servicio de la deuda, la brecha del crédito a PIB y el índice del servicio de la deuda al cuadrado y los modelos que se observan en la Tabla 4 y 6 únicamente con la brecha del crédito a PIB e índice de servicio de la deuda como variables independientes.

En primera instancia, al analizar estos 3 modelos con fechas del mismo año de la OCDE se puede observar que tanto la brecha del crédito a PIB como el índice del servicio de la deuda son estadísticamente significativos únicamente cuando se incluye una sola de estas variables, más no cuando están juntas en una misma regresión. Adicionalmente, como muestra la Tabla 4, el índice del servicio de la deuda posee un nivel de significancia del 0.0001% y el signo del coeficiente es positivo, lo que quiere decir que un aumento en esta variable aumenta la probabilidad de que ocurra una recesión económica en cualquiera de los países estudiados, siempre tomando en consideración que el efecto de un aumento en esta variable se presenta es en períodos siguientes.

Por otra parte, en la Tabla 6 se puede observar que la brecha del crédito a PIB tiene un nivel de significancia menor en comparación con el índice del servicio de la deuda al ser de 10%. Además, el coeficiente es positivo por lo que igualmente indica que un aumento en esta variable incrementa la probabilidad de que ocurra una recesión. Esta regresión también posee un criterio de información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés) de 797.39 mientras que el modelo con el índice del servicio de la deuda tiene un AIC de 767.35. El AIC es utilizado como un medidor de la calidad relativa de un modelo estadístico para un conjunto dado de datos por lo que al tener una variedad de modelos de regresión con distintos indicadores, el modelo que posea

el AIC con el valor más bajo, será el de mejor calidad y mayor precisión, siendo en este caso el del índice del servicio de la deuda.

Es importante denotar que a pesar de que muchos expertos han centrado su atención en la brecha del crédito a PIB como una medida del ciclo financiero para predecir vulnerabilidades financieras, existen críticas dirigidas hacia este indicador que pueden explicar la razón por la cual la regresión con el índice del servicio de la deuda obtuvo mejores resultados. Según Drehman y Tsatsaronis (2014) uno de los problemas con este indicador es que posee inconvenientes relevantes para su medición relacionados al cálculo de la tendencia a largo plazo del mismo debido al uso del filtro Hodrick y Prescott. Este problema surge porque existe inestabilidad en el resultado del filtro a medida que aparecen nuevos datos y las rupturas estructurales en la serie subyacente pueden tener un efecto importante en el cálculo de la tendencia. Por ende, ambos autores indican que para evitar estos errores de medición es fundamental ajustar adecuadamente los datos para las rupturas estructurales y utilizar la brecha crediticia solo para series de crédito a PIB con al menos 10 años de datos disponibles.

En el caso de la AUC para los dos modelos con únicamente el índice del servicio de la deuda y la brecha del crédito a PIB, ambas fueron iguales a 0.6343 (siendo 0.5 una curva sin información) por lo que a un nivel de confianza del 95%, la predicción de una recesión de 64% de exactitud se encuentra entre 58 y 67.

En el caso de los logaritmos de odds que se pueden observar en la Tabla 4, estos coeficientes correspondientes al índice del servicio de la deuda se pueden interpretar por país de la siguiente manera:

- Para India un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.85%.
- Para China un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.48%.
- Para Dinamarca un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1.81.%.
- Para México un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.89%.

- Para Portugal un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.57%.
- Para Turquía un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.48%.
- Para Indonesia un aumento de 1 punto porcentual en el índice del servicio de la deuda aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2.96%.

Los logaritmos de odds para variables estadísticamente significativas que se pueden observar en la Tabla 6, correspondientes a la brecha del crédito a PIB, se pueden interpretar por país de la siguiente manera:

- Para China un aumento de 1 punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 0.24%.
- Para México un aumento de 1 punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 0.24%.
- Para Turquía un aumento de 1 punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 0.22%.
- Para Indonesia un aumento de 1 punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 0.23%.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de esta interpretación, se puede evidenciar que cuando se utilizan los mismos años de la OCDE, al haber un aumento en el índice del servicio de la deuda este aumenta la probabilidad de que exista una recesión en todos los países mientras que la brecha del crédito a PIB solo aumenta la probabilidad (en menor proporción) de que ocurra una recesión en China, México, Turquía e Indonesia.

Por último, como prueba de consistencia, igualmente se realizaron los mismos modelos con la clasificación de ECRI, sin embargo, los resultados no son tan robustos (véase anexo 1, 2 y 3) debido a que la longitud de los datos es más corta y debido a que según este organismo tanto India como China no tuvieron recesiones en el período estudiado y México únicamente tuvo 2, por lo que la precisión del modelo se vio afectada (véase anexo 4) y no se puede determinar si ocurrirá una recesión económica en estos países.

4.4 Análisis del modelo Econométrico para predecir Puntos de Inflexión

En esta sección se analizarán los resultados obtenidos de utilizar las fechas de recesiones proyectadas a 1, 2 y 3 años de la OCDE. En primer lugar se corrieron los modelos probit utilizando las mismas variables independientes de la regresión anterior, en conjunto e individualmente para 1, 2 y 3 años teniendo como resultado que cuando se utilizan datos proyectados, el mejor modelo es el que muestra la Tabla número 14 que contiene tanto el índice del servicio de la deuda como la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años. La Tabla 14 muestra que las 3 variables independientes son estadísticamente significativas e igualmente, tanto el coeficiente del índice del servicio de la deuda como la brecha del crédito a PIB poseen signo positivo por lo que un aumento en cualquiera de estos indicadores aumentará la probabilidad de que ocurra una recesión económica en los próximos 2 años.

Los demás modelos realizados con datos proyectados con las variables conjuntas no mostraron resultados estadísticamente significativos por lo que tanto el índice del servicio de la deuda como la brecha del crédito a PIB son variables que cuando están juntas solo logran predecir recesiones con 2 años de antelación. Sin embargo, se puede observar en la Tabla 12 y Tabla 18 que la brecha del crédito a PIB también es estadísticamente significativa en las regresiones donde se incluye como único indicador para predecir recesiones con 1 y 2 años de antelación. No obstante, el AIC que posee el modelo conjunto con datos proyectados a 2 años es menor (713.04) que el AIC de las regresiones que contienen únicamente a la brecha del crédito a PIB y en los cuales esta variable es significativa (766.3 y 727.52), por ende el modelo más robusto de todos es el que muestra la Tabla 14.

También es importante resaltar que la brecha del crédito a PIB posee un nivel de significancia de 10%, como se puede observar en la Tabla 18, mientras que cuando se coloca en conjunto con el índice de servicio de la deuda en el modelo con datos proyectados a 2 años, su nivel de significancia aumenta a 5%. Además, el índice del servicio de la deuda no es estadísticamente significativo, como se puede observar en la Tabla 16, pero posee un nivel de significancia de 10% en el modelo conjunto (Tabla 14). Este fenómeno en el que ambas variables aumentan su significancia en el modelo

conjunto puede deberse a que el efecto de la variable independiente de la brecha del crédito a PIB es capturado por las demás variables en el modelo conjunto.

Los logaritmos de odds para las variables estadísticamente significativas que se pueden observar en la Tabla 14, correspondientes al modelo conjunto con datos proyectados a 2 años se pueden interpretar por país de la siguiente manera:

- Para India un aumento de un punto porcentual en el índice del servicio de la deuda y de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2 años en 3.84%.
- Para China un aumento de un punto porcentual en el índice del servicio de la deuda y de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB en 4.25%.
- Para México un aumento de un punto porcentual en el índice del servicio de la deuda y de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB en 3.81%.
- Para Turquía un aumento de un punto porcentual en el índice del servicio de la deuda y de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB en 4.24%.
- Para Indonesia un aumento de un punto porcentual en el índice del servicio de la deuda y de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB en 3.96%.

Por otro lado, los logaritmos de odds de las variables de países estadísticamente significativas que se observan en la Tabla 12, correspondientes al modelo únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 1 año se interpretan de la siguiente manera:

- Para China un aumento de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en 0.24%.
- Para Turquía un aumento de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en 0.22%.
- Para Indonesia un aumento de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en 0.22%.

Por último, los logaritmos de odds de las variables de países estadísticamente significativas que se observan en la Tabla 18, correspondientes al modelo únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos proyectados a 2 años se interpretan de la siguiente manera:

- Para China un aumento de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en 0.28%.
- Para Turquía un aumento de un punto porcentual en la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en 0.26%.

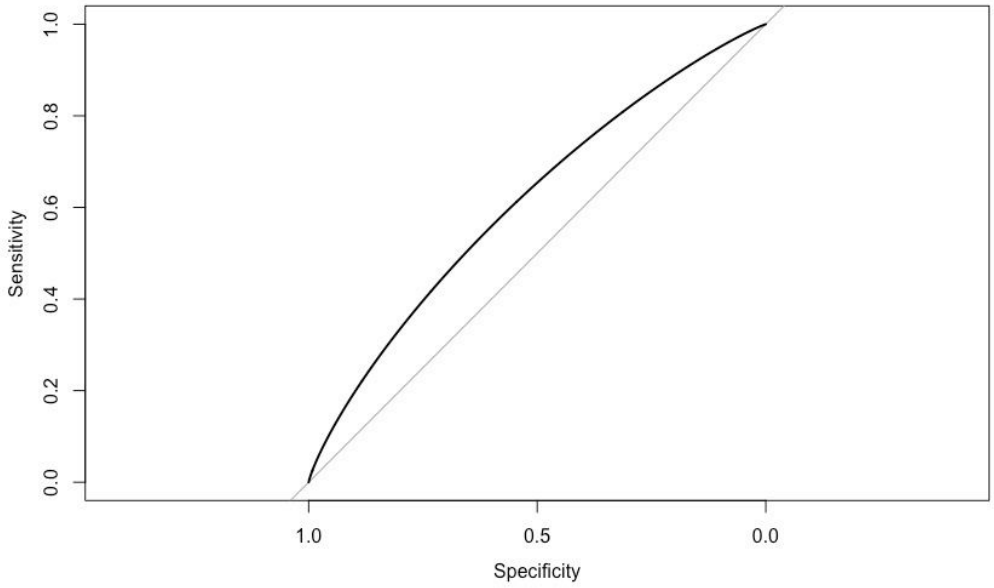
De estas interpretaciones se puede determinar que únicamente la brecha del crédito a PIB aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 1 año en China, Turquía e Indonesia, y además aumenta la probabilidad de que exista una recesión en 2 años en China y Turquía, mientras que el índice del servicio de la deuda no genera resultados significativos para generar recesiones dentro de 1, 2 o 3 años cuando se encuentra por sí solo.

Como el modelo ideal para predecir recesiones con antelación es el que incluye tanto el índice del servicio de la deuda como la brecha del crédito a PIB, se procedió a realizar la curva característica operativa del receptor (ROC) para calcular la AUC de esta regresión. El Gráfico 3 muestra la curva ROC del modelo con datos proyectados a 2 años de la OCDE y su AUC es la diferencia entre la curva y la recta de no discriminación que corresponde a un AUC=0.5. Cabe destacar que en la curva ROC el mejor método de predicción se ubicaría en un punto en la esquina superior izquierda, siendo esta una clasificación perfecta con 100% de sensibilidad, es decir, ningún falso negativo y 100% de especificidad, es decir, ningún falso positivo, por ende con una área debajo de la curva con un valor de 1. Mientras más a la izquierda en el plano se encuentra ubicada la curva, el modelo planteado es más eficaz y confiable.

De esta manera, para la regresión probit representada en el Gráfico 3, el AUC tiene un valor igual a 0.6115 entre un intervalo de 0.5625 hasta 0.666. Esto quiere decir que para un nivel de significancia de 95% la predicción de una recesión de 61% de exactitud se encuentra entre 56 y 66.

Gráfica 4

Curva ROC del modelo con datos proyectados a 2 años con datos de la OCDE



Fuente: *elaboración propia mediante el programa R*

4.5 Heterocedasticidad y autocorrelación de los errores de la regresión

La heterocedasticidad ocurre cuando la varianza de los errores o los residuos de la muestra no es constante y la homocedasticidad es el caso en el que la varianza sí es constante. Para las estimaciones lineales y libres de sesgos por mínimos cuadrados ordinarios, se busca tener errores homocedásticos y no autocorrelacionados, por ende, cuando existe la presencia de residuos heterocedásticos y autocorrelacionados, se deben realizar modificaciones y ajustes a la matriz de los residuos. No obstante, en los modelos probit, cuya estimación se lleva a cabo mediante máxima verosimilitud y no por mínimos cuadrados como es el caso de las series de tiempo, el hecho de que los errores sean heterocedásticos no representa un problema significativo para la estimación. A pesar de esto, se tomó la decisión de evaluar los residuos de todos los modelos mediante la prueba de Breusch-Pagan la cual evalúa la heterocedasticidad en un modelo de regresión lineal. En esta prueba se asume que:

H0: los errores tienen varianza constante.

H1: los errores no tienen varianza constante

Teniendo esto en cuenta, para todos los primeros modelos probit que se realizaron con los datos del mismo año de la OCDE el p-valor es menor que el nivel de significancia de 5% por lo que se rechaza la hipótesis nula y la varianza de los residuos de todas estas regresiones no es constante.

No obstante, para la prueba de Breusch Pagan que se realizó en el modelo conjunto con los datos proyectados a 2 años de la OCDE que se puede visualizar en la Tabla 15, se obtuvo un p-valor=0.438 por lo que al ser mayor a 0.05 se acepta la hipótesis nula y los residuos de este modelo probit son homocedásticos. Además, todos los modelos con datos proyectados realizados con las variables individuales y en conjunto, poseen un p-valor mayor que el nivel de significancia del 5% por lo que la varianza de sus residuos también es constante o homocedástica.

Por otro lado, también se realizó la prueba de Durbin-Watson, la cual permite evaluar la presencia de autocorrelación de los residuos en una regresión lineal. Generalmente este estadístico posee un valor entre 0 y 4.0. Un valor de 2.0 significa que no se detecta autocorrelación en la muestra mientras que los valores de 0 a 2.0 indican autocorrelación positiva y los valores de 2.0 a 4.0 expresan autocorrelación negativa. Para todos los modelos probit que se llevaron a cabo en este trabajo de investigación el estadístico de Durbin Watson tuvo un valor entre 0 y 2.0, lo que quiere decir que en todas las regresiones hay presencia de autocorrelación positiva en los residuos.

4.5 Comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación con los del estudio de Borio *et al*

Este trabajo de investigación busca replicar los resultados alcanzados por Borio *et al* (2019) en un grupo de países distintos y comprobar así su eficacia. En dicho trabajo, a un horizonte temporal de un año, como se puede observar en el Gráfico 6, el índice de servicio de deuda para economías desarrolladas consiguió un AUC por encima del 0.7 (siendo 0.5 una curva sin información, una variable aleatoria), mientras que para economías emergentes el indicador alcanzó aproximadamente 0.65. Por otra parte, la brecha de crédito a PIB para datos reales alcanzó un AUC de 0.6, mientras que el mismo indicador para datos reales y parámetros del modelo estimados de forma

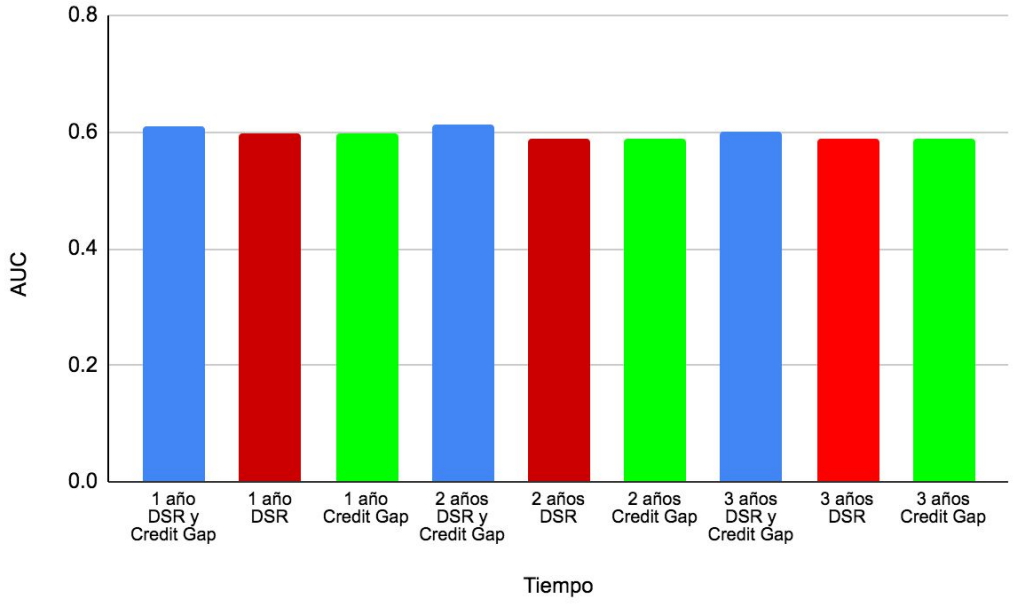
recursiva alcanzó aproximadamente un AUC de 0.61. Se puede notar entonces que los AUC disminuyen a medida que se aumenta el horizonte temporal (Por ejemplo, el AUC del índice de deuda de servicio pasa de ser superior 0.7 a ser inferior a 0.7 cuando el horizonte temporal se expande de 1 a 2 años). Es pertinente aclarar que estos datos son aproximaciones hechas por los autores de esta tesis, puesto que las AUC publicadas por Borio et al se ven reflejadas en gráficas, donde el valor exacto no se ve reflejado.

Por otra parte, en lo que se refiere a los resultados alcanzados en el presente trabajo representados en el Gráfico 5, si bien los AUC de los indicadores también disminuyen en términos generales al aumentar el horizonte temporal, estos lo hacen en menor medida; presentando incluso una excepción: la combinación del índice de servicio de deuda con la brecha de crédito a PIB, que al aumentar el horizonte temporal de un año a dos años aumenta su AUC de 0.6096 a 0.6115. En complemento a esto, se tiene la oportunidad de evaluar ambos indicadores al mismo tiempo, situación que no se presenta en el trabajo de Borio et al. A partir de esto, se puede observar que las ganancias de incluir ambos indicadores en lo referente a su AUC es casi nula, puesto que prácticamente no hay diferencia al evaluar los indicadores individualmente y al evaluarlos de forma conjunta. Sin embargo, es pertinente recordar que a pesar del AUC aumentar en poca medida, al incluir ambas variables en el modelo ambas se vuelven significativas a un nivel más alto que si trabaja con una sola variable.

La mayor diferencia en cuanto a conclusiones se encuentra en la magnitud del AUC de ambos. El presentado por Borio alcanza niveles superiores a 0.7 en un horizonte temporal de un año, mientras que el presentado en este trabajo se encuentra levemente por debajo de 0.6. Esto puede deberse, en parte, a que la muestra utilizada por Borio es significativamente superior, tanto en países como en años (15 contra 7 y 32 contra 21), lo que le añade robustez al modelo. Al mismo tiempo, al contar con un mayor abanico de países, les fue posible subclasificar algunos en “economías avanzadas”, lo que les permitió aislar aún más el efecto de las variables.

Gráfico 5

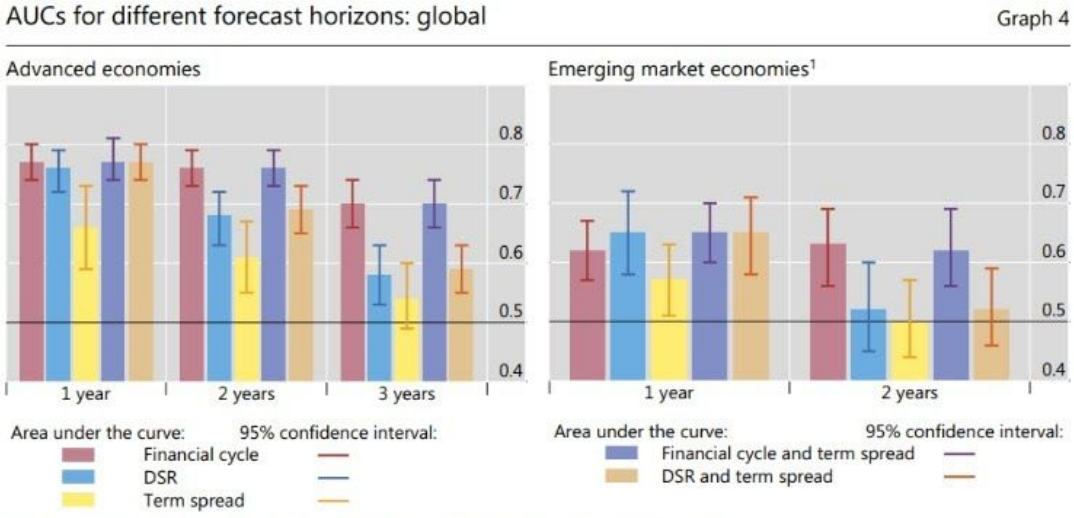
AUC de todas las regresiones con datos proyectados de la OCDE.



Fuente: *elaboración propia*

Gráfico 6

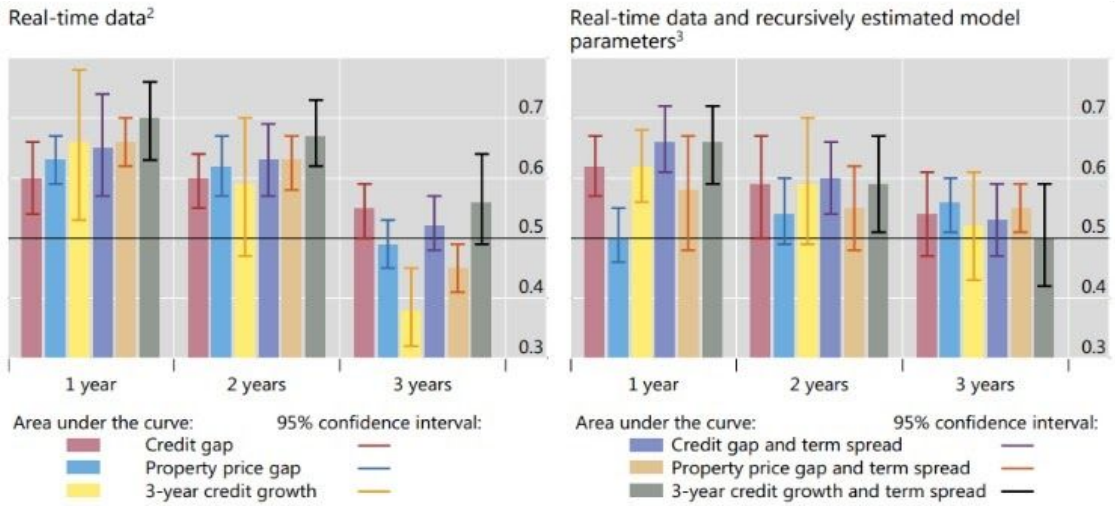
AUC del ciclo financiero, servicio del índice de la deuda y curva de rendimiento para los diversos horizontes temporales del modelo realizado por Borio et al (2019)



Fuente: *Borio et al (2019) "Predicting recessions: financial cycle versus term spread".*

Gráfico 7

AUC de la brecha del crédito a PIB, brecha de los precios de las propiedades y crecimiento a 3 años del crédito



Fuente: *Borio et al (2019) "Predicting recessions: financial cycle versus term spread".*

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los ciclos de negocios no morirán de viejos como planteó Rudebusch (2016), pero, según lo concluido tanto en este trabajo como en el de Borio et al (2019), si los booms financieros se desarrollan, estos se hacen más frágiles. Esto quedó evidenciado en los 7 países analizados en esta muestra; el hecho de que los ciclos financieros se desarrollen de forma lenta permite a las variables utilizadas proveer información sobre posibles recesiones inclusive a un horizonte temporal de tres años, siendo el modelo que emplea un horizonte temporal de dos años el más robusto. Estos resultados sugieren que las medidas del ciclo financiero, específicamente el índice del servicio de la deuda y la brecha de crédito a PIB, pueden resultar en nuevos indicadores que sean útiles tanto para hacedores de políticas públicas como a los participantes del mercado en general.

De todos los modelos analizados en este trabajo, el que arrojó resultados más prometedores fue el modelo que emplea tanto el índice del servicio de deuda como la brecha de crédito a PIB con un horizonte temporal de dos años. En el caso de otros modelos analizados, al emplear ambas variables de manera conjunta, el efecto que estas aportan al poder predictivo del modelo fue capturado entre las mismas variables. Es decir, estas variables estan correlacionadas.

Si bien los resultados fueron positivos y similares a los hallados por Borio et al (2019), no tuvieron la misma calidad ya que los modelos planteados por estos autores logran predecir recesiones hasta con 3 años de antelación. Esto puede deberse a distintas razones, entre las cuales se destaca la diferencia en los tamaños de la muestra, tanto de países como de observaciones de los indicadores. Se recomienda, para futuros trabajos de investigación, utilizar un set de país y una gama de observaciones más amplios.

Tanto la brecha del crédito a PIB como el índice de servicio de la deuda han demostrado ser una herramienta útil para predecir recesiones, esto ha quedado evidenciado tanto en distintos trabajos presentados por el Bank for International

Settlements como en el presente estudio. Sin embargo, el índice del servicio de la deuda al ser un indicador cuya importancia ha sido descubierta hace relativamente poco y no se ha difundido a través del mundo, el único organismo que publica estos datos es el ya mencionado BIS, lo cual disminuye las posibilidades de investigación a las limitaciones del Banco. Por lo tanto, sería interesante que instituciones de investigación y distintos gobiernos del mundo comenzaran a calcular y publicar sus propios índices de servicio de la deuda para su uso como indicador de posibles recesiones económicas.

ANEXOS

Anexo 1

Modelo general con datos de ECRI

Variable	Coeficiente
Índice de servicio de la deuda	19.85634 p-value 0.003904 **
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	-2.17883 p-value 0.004479 **
Brecha del crédito a PIB	-0.22735 p-value 0.000599 ***
Predicción para India	N/A
Predicción para China	N/A
Predicción para Dinamarca	N/A
Predicción para México	N/A
Predicción para Portugal	N/A
Predicción para Turquía	N/A
Predicción para Indonesia	N/A
AIC	48.091

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Anexo 2

Modelo general únicamente con índice de servicio de la deuda con datos de ECRI

Índice de servicio de la deuda	0.05776 p-value 0.6123
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	N/A
Predicción para India	7.71 e-10 p-value 0.9883
Predicción para China	2.75e-11 p-value 0.9872
Predicción para Dinamarca	N/A
Predicción para México	0.02112723 p-value 0.0434 *
Predicción para Portugal	N/A
Predicción para Turquía	N/A
Predicción para Indonesia	N/A
AIC	95.059

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Anexo 3

Modelo general únicamente con la brecha del crédito a PIB con datos de ECRI

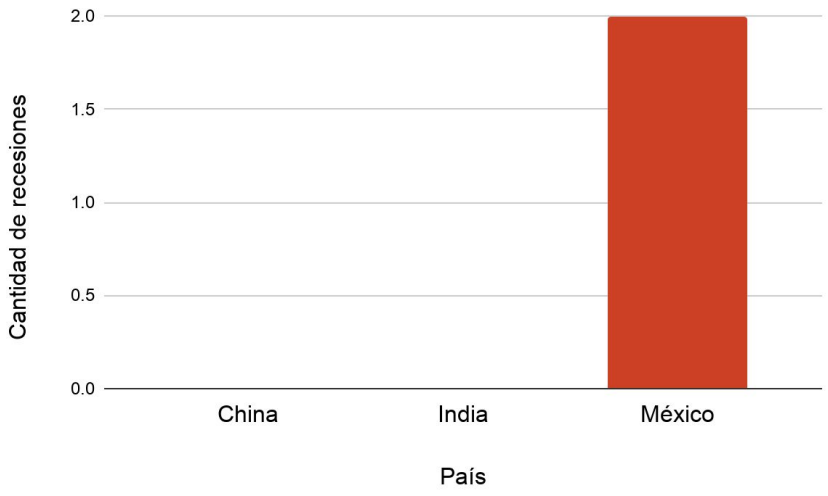
Índice de servicio de la deuda	N/A
Índice de servicio de la deuda al cuadrado	N/A
Brecha del crédito a PIB	-0.10317 p-value 3.58e-05 ***
Predicción para India	N/A
Predicción para China	N/A
Predicción para Dinamarca	N/A
Predicción para México	N/A
Predicción para Portugal	N/A
Predicción para Turquía	N/A
Predicción para Indonesia	N/A
AIC	77.389

** El coeficiente para las predicciones no corresponde al Beta sino al log-odds*

*** El p-value de las predicciones es el asociado al mismo país en el modelo base*

Anexo 4

Gráfica de cantidad de recesiones para ECRI



REFERENCIAS

Achuthan, L. and Banerji, A. (2008) *The Risk of Redefining Recession*. CNNMoney.com. Recuperado de: https://money.cnn.com/2008/05/05/news/economy/recession/

Aikman, D. *et al* (2013). *Curbing The Credit Cycle.* The Economic Journal. 125. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/259548349_Curbing_The_Credit_Cycle

Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación.* Introducción a la metodología científica. 5ta. Fidias G. Arias Odón.

Bakhuashvili, S. (2017). *Credit to GDP Gap as an indicator for upcoming financial crisis* 10.20472/IAC.2017.032.007.

Banco de España (s/f). *Medidas de política macroprudencial del Banco de España.* Recuperado de: https://www.bde.es/bde/es/areas/estabilidad/politica-macropr/#:~:text=El%20colch%C3%B3n%20de%20capital%20antic%C3%ADclico,por%20encima%20de%20niveles%20sostenibles.

Bénétrix, Agustín & Lane, Philip. (2011). *Financial Cycles and Fiscal Cycles.* Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/228455833_Financial_Cycles_and_Fiscal_Cycles

Berge, T and O Jordà (2011) *Evaluating the classification of economic activity into recessions and expansions.* American Economic Journal: Macroeconomics, vol 3, no 2, pp 246–77.

Borio, C., Drehmann, M., & Xia, D. (2019). *Predicting recessions:financial cycle versus term spread.*Bank for International Settlements. Recuperado de: https://www.bis.org/publ/work818.pdf

Borio, C., Disyatat, P. y Juselius, M. (2013). *Rethinking potential output: Embedding information about the financial cycle.* Bank for International Settlements. Recuperado de: https://www.bis.org/publ/work404.htm

Borio, C. y Lowe, P. (2002). *Assessing the risk of banking crises.* BIS Quarterly Review, Diciembre, pp 43–54.

Bouthevillain, C., *et al* (2001). *Cyclically Adjusted Budget Balances: an Alternative Approach.* Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/5076646_Cyclically_Adjusted_Budget_Balances_an_Alternative_Approach/citation/download

Claessens, S., Kose, M. y Terrones, M. (2012). *How do business and financial cycles*

Interact? Journal of International Economics. Recuperado de: https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2011/wp1188.pdf

Claessens, S., Kose, M. y Terrones, M. (2011). *Financial Cycles: What? How? When?* NBER International Seminar on Macroeconomics, 7(1), 303-344. doi:10.1086/658308.

Comisión Europea (2005) *Portugal has until 2008 to correct public deficit.* Publico Portugal. Recuperado de: https://www.publico.pt/2005/07/15/economia/noticia/portugal-tem-ate-2008-para-corrigir-defice-publico-1228310

Cooper, D., Fuhrer, J. & Olivei, G. (2020). *Predicting Recessions Using the Yield Curve: The Role of the Stance of Monetary Policy.* Federal Reserve Bank of Boston Recuperado de: https://www.bostonfed.org/publications/current-policy-perspectives/2020/predicting-recessions-using-the-yield-curve.aspx

Drehmann, M., Borio, C. y Tsatsaronis, K. (2012). *Characterising the financial cycle: don't lose sight of the medium term!* BIS Working Papers, no 380, Junio.

Drehmann, M., y Tsatsaronis, K. (2014). *The credit-to-GDP gap and countercyclical capital buffers: questions and answers.* BIS Quaterly Review:

https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1403g.htm#:~:text=The%20criticisms%20of%20the%20credit,of%20emerging%20market%20economies%3B%20and%20(

Drehmann, M., Ilnes, A. Juselius, M. y Santos, M. (2015). *How much income is used for debt payments? A new database for debt service ratios.* BIS Quarterly Review, Septiembre, pp 89–103.

Fisher, I. (1907) *Rate of Interest.* Nueva York: The Macmillan Company. Recuperado de: https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/fisher/RateofInterest.pdf

Gerhard, B., Boschan, C. (1971) *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs.* National Bureau of Economic Research. Nueva York: Columbia University Press.

Girouard, Nathalie & Price, Robert. (2004). *Asset Price Cycles, "One-Off" Factors and Structural Budget Balances.* 10.1787/305051767827. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/5205076_Asset_Price_Cycles_One-Off_Factors_and_Structural_Budget_Balances

Harding, D. y Pagan, A. (2002). *Dissecting the cycle: a methodological investigation.* Journal of Monetary Economics, vol 49, no 2, pp 365–81.

Hanck, C., Arnold, M., Gerber, A. y Schmelzer, M. (2020). *Introduction to Econometrics with R*. Departamento de Administración de Empresas y Economía de la Universidad de Duisburg-Essen. Essen, Alemania

Harvey, C. (1986) *Recovering Expectations of Consumption Growth From an Equilibrium Model of the Term Structure of Interest Rates* (Tesis doctoral) Universidad de Chicago Recuperado de: https://faculty.fuqua.duke.edu/~charvey/Research/Thesis/Thesis.pdf

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación.* México: McGraw-Hill.

Instituto de Investigación y Educación Digital de la Universidad de California de Estados Unidos (s/f). *Probit Regression | R Data Analysis Examples* Recuperado de: https://stats.idre.ucla.edu/r/dae/probit-regression/

Kronick, J. y Ambler, S. (2020). *Predicting Financial Crises: Deb versus Debt Service Ratios.* UQAM

Mercado, A. G. (1988). *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales y humanidades.* Ciudad de México: El Colegio de México.

Ng, T. (2011). *The predictive content of financial cycle measures for output fluctuations*. Bank for International Settlements. Recuperado de: https://www.bis.org/publ/qtrpdf/r_qt1106g.pdf

Paz, G. B. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Grupo Editorial Patria.

Romer, C. (2020) *Great Depression Sources of Recovery.* Britannica Recuperado de: https://www.britannica.com/event/Great-Depression/Sources-of-recovery

Shrager, A. (2018) *Don't fear a flat yield curve*. Quartz. Recuperado de: https://qz.com/1325937/dont-fear-a-flat-yield-curve/

Silk, L. (1974) *Recession: Some Criteria Missing, So Far.* The New York Times. Recuperado de: https://www.nytimes.com/1974/08/28/archives/recession-some-criteria-missing-so-far-there-will-be-no-recession.html

Schuknecht, L. y Escenbach, F. (2002). *Asset Prices and Fiscal Balances.* Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/4806209_Asset_Prices_and_Fiscal_Balances

Zarnowitz, V. (1999) *Theory and History Behind Business Cycles: Are the 1990s the Onset of a Golden Age?* Recuperado de: https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.13.2.69