

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**VULNERABILIDAD DEL SISTEMA FINANCIERO ECUATORIANO
ANTE CAMBIOS EN VARIABLES DEL ENTORNO MACRO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÁGISTER EN
RIESGO FINANCIERO**

OLGA LUCÍA DELGADO DEL HIERRO
olgaddh@hotmail.com

Directora: Dra. Sandra Elizabeth Gutiérrez Pombosa
sandra.gutierrez@epn.edu.ec

JULIO, 2014



DECLARACIÓN

Yo, Olga Lucía Delgado Del Hierro, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Olga Lucía Delgado Del Hierro

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Ing. Olga Lucía Delgado Del Hierro, bajo mi supervisión.

Dra. Sandra Elizabeth Gutiérrez Pombosa
DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios;

A la Dra. Sandra Gutiérrez por su acertada dirección;

Al personal docente de la Escuela Politécnica Nacional;

A mis familiares, colegas y amigos.

Olga Lucía

DEDICATORIA

A mis padres;

A mis hermanos;

A mis familiares y amigos.

Olga Lucía

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iv
LISTA DE ANEXOS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 LA CRISIS BANCARIA EN EL ECUADOR.....	2
1.1.1 Antecedentes	3
1.1.2 Contexto histórico de la crisis	6
1.1.3 Principales consecuencias	9
1.1.4 Riesgos asumidos	10
1.2 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	14
1.4.1 Justificación Teórica.....	14
1.4.2 Justificación Metodológica.....	15
1.4.3 Justificación Práctica.....	16
1.5 HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	18
2 MARCO TEÓRICO	19
2.1 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS FINANCIEROS.....	19

2.2	DETERMINANTES DEL RIESGO SISTÉMICO DEL SISTEMA FINANCIERO	21
2.2.1	Ingreso, consumo, ahorro e inversión	22
2.2.2	Mecanismos de transmisión monetaria	23
2.3	IDENTIFICACIÓN DE ENTIDADES MÁS SENSIBLES AL RIESGO.....	27
2.4	ESTRUCTURA DEL MODELO	29
2.4.1	Reinversión de utilidades	31
2.4.2	Exposición al riesgo de crédito	33
2.4.3	Influencia de factores externos.....	34
3	IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA.....	36
3.1	SELECCIÓN DE VARIABLES	37
3.1.1	Selección de la variable dependiente.....	37
3.1.2	Selección de la muestra	37
3.1.3	Selección de variables explicativas financieras.....	38
3.1.4	Selección de variables explicativas macroeconómicas	41
3.1.5	Definición de parámetros estructurales	44
3.2	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y SELECCIÓN DEL MEJOR MODELO	47
3.2.1	Modelo de regresión lineal	47
3.2.2	Parámetros del modelo de regresión	51
3.2.3	Pruebas de bondad de ajuste de las variables explicativas.....	56
3.2.4	Selección del mejor modelo	60
3.3	PRUEBAS DE HIPÓTESIS SOBRE LOS RESIDUOS DEL MRL	65
3.3.1	Normalidad.....	65
3.3.2	Homoscedasticidad.....	67
3.3.3	Autocorrelación	68
3.3.4	Multicolinealidad.....	71

3.4	DESARROLLO DEL MODELO DE VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR)	72
3.4.1	Estimación del modelo	72
3.4.2	Especificación del modelo.....	75
3.4.3	Longitud del retardo	76
3.4.4	Estacionariedad	77
3.4.5	Cointegración	78
3.4.6	Modelo de corrección de errores	79
3.5	PRUEBAS DE HIPÓTESIS SOBRE LOS RESIDUOS DEL VAR	80
3.5.1	Normalidad.....	80
3.5.2	Homoscedasticidad.....	81
3.5.3	Correlación serial	82
4	DISEÑO DE ESCENARIOS Y PRUEBAS DE TENSIÓN.....	84
4.1	IDENTIFICACIÓN DE VULNERABILIDADES	85
4.1.1	Entorno financiero nacional	85
4.1.2	Entorno macroeconómico.....	87
4.1.3	Backtesting	89
4.2	DISEÑO DE ESCENARIOS	92
4.2.1	Magnitud del choque	93
4.2.2	Horizonte temporal.....	94
4.2.3	Supuestos para los factores de riesgo	95
4.2.4	Proceso de generación de datos.....	97
4.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	98
4.3.1	Impacto en el entorno macroeconómico	98
4.3.2	Impacto en el sistema financiero privado.....	100
4.3.3	Impacto en la liquidez del sistema financiero privado.....	102
4.3.4	Impacto en la rentabilidad del sistema financiero privado.....	104

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
5.1	CONCLUSIONES.....	107
5.2	RECOMENDACIONES	110
	REFERENCIAS	112
	ANEXOS.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mecanismos de transmisión monetaria	25
Figura 2 – Contracción monetaria y desplazamiento de la demanda de dinero	26
Figura 3 – Función de probabilidad de pérdidas	33
Figura 4 – Evolución de variables financieras del sistema financiero privado	40
Figura 5 – Evolución de variables macroeconómicas	43
Figura 6 – Flujograma del modelo de regresión lineal	48
Figura 7 – Histograma de frecuencias	52
Figura 8 – Presencia de estacionariedad en variables independientes.....	58
Figura 9 – Histograma de frecuencias del estadístico R^2	61
Figura 10 – Histograma de frecuencias del estadístico SE	62
Figura 11 – Histograma de frecuencias del estadístico $\log(L)$	63
Figura 12 – Histograma de frecuencias del estadístico AIC	64
Figura 13 – Histograma de frecuencias del estadístico SC	64
Figura 14 – Histograma de frecuencias del estadístico $H - Q$	65
Figura 15 – Histograma de frecuencias del estadístico Jarque-Bera.....	67
Figura 16 – Histograma de frecuencias del estadístico F de la prueba de White	68
Figura 17 - Histograma de frecuencias del estadístico LM (prueba Breusch-Godfrey). 69	
Figura 18 – Regla de decisión para el estadístico Durbin-Watson.....	70
Figura 19 – Histograma de frecuencias del estadístico Durbin-Watson	71
Figura 20 – Flujograma del modelo de vectores autorregresivos.....	73
Figura 21 – Histograma de frecuencias del número de retardos	77
Figura 22 – Histograma de frecuencias de la prueba de raíz unitaria.....	78
Figura 23 – Histograma de frecuencias del número de relaciones	79
Figura 24 – Histograma de frecuencias del estadístico Jarque-Bera.....	81
Figura 25 – Histograma de frecuencias del estadístico F de la prueba de White	82
Figura 26 – Histograma de frecuencias del estadístico LM	83
Figura 27 – Proyección de variables financieras	86
Figura 28 – Proyección de variables macroeconómicas.....	88

Figura 29 – Backtesting sobre variables financieras	90
Figura 30 – Backtesting sobre variables macroeconómicas	91
Figura 31 – Cambio estructural en el sistema financiero privado	93
Figura 32 – Evolución de la rentabilidad sobre el patrimonio	94
Figura 33 – Desafíos de los modelos de pruebas de tensión	97
Figura 34 – Resultados de la prueba de tensión sobre variables macroeconómicas	99
Figura 35 – Resultados de la prueba de tensión sobre variables financieras.....	101
Figura 36 – Resultados de la prueba de tensión sobre la liquidez.....	103
Figura 37 – Resultados de la prueba de tensión sobre la rentabilidad.....	105
Figura 38 – Proyección de rentabilidad sobre el patrimonio.....	159
Figura 39 – Proyección de manejo administrativo	160
Figura 40 – Proyección de cobertura patrimonial de activos improductivos	160
Figura 41 – Proyección de eficiencia del negocio	161
Figura 42 – Proyección del índice de liquidez	161
Figura 43 – Proyección de calidad crediticia.....	162
Figura 44 – Backtest sobre rentabilidad sobre el patrimonio	163
Figura 45 – Backtest sobre manejo administrativo	164
Figura 46 – Backtest sobre cobertura patrimonial de activos improductivos.....	164
Figura 47 – Backtest sobre eficiencia del negocio	165
Figura 48 – Backtest sobre índice de liquidez	165
Figura 49 – Backtest sobre calidad crediticia.....	166
Figura 50 – Escenarios sobre manejo administrativo.....	167
Figura 51 – Escenarios sobre cobertura patrimonial de activos improductivos.....	168
Figura 52 – Escenarios sobre eficiencia del negocio.....	168
Figura 53 – Escenarios sobre calidad crediticia	169

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Estructura del sistema financiero privado 1994-2001.....	10
Tabla 2 - Estado de Resultados	28
Tabla 3 - Variables financieras.....	38
Tabla 4 - Variables macroeconómicas.....	41
Tabla 5 - Parámetros estructurales.....	44
Tabla 6 - Constante.....	52
Tabla 7- Enfoques de pruebas de tensión macro	96

LISTA DE ABREVIATURAS

Agencia de Garantía de Depósitos	AGD
Asociación de Bancos Privados del Ecuador	ABPE
Banco Central del Ecuador	BCE
Banco Interamericano de Desarrollo	BID
Banco Mundial	BM
Centro de Estudios Monetarios de Latinoamérica	CEMLA
Certificados de Depósito Reprogramados	CDR
Corporación Federal de Seguros de Depósito	FDIC
Corporación Financiera Nacional	CFN
Exposición crediticia	EXP
Financial Sector Assessment Program	FSAP
Fondo Latinoamericano de Reservas	FLAR
Fondo Monetario Internacional	FMI
Formación Bruta de Capital Fijo	FBKF
Grupo de Acción Financiera Internacional	GAFI
Grupo de Revisión de Cooperación Internacional	ICRG
Indicadores de Solidez Financiera	ISF
Instituto Nacional de Estadística y Censos	INEC
Ley General de Instituciones del Sistema Financiero	LGISF
Mejor Estimador Lineal Insesgado	MELI
Modelo de Regresión Lineal	MRL
Mínimos Cuadrados Generalizados	MCG
Mínimos Cuadrados Ordinarios	MCO
Modelo de Evaluación de Riesgos para Instituciones Sistémicas	RAMSI
National Bureau of Economic Research	NBER
Pérdida esperada	PE
Pérdida no esperada	PNE
Pérdida total	PT
Probabilidad de incumplimiento	PI
Producto Interno Bruto	PIB
Rentabilidad sobre el patrimonio	ROE

Superintendencia de Bancos y Seguros

SBS

Vector de Corrección de Errores

VEC

Vectores Autorregresivos

VAR

LISTA DE ANEXOS

1.	DEFINICIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS	117
2.	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	119
3.	RESULTADOS DEL MODELO	122
4.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSIÓN.....	159
5.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	170

RESUMEN

Esta tesis de investigación constituye una primera aproximación a los modelos de alerta temprana para identificar los determinantes de la economía que influyen en el comportamiento de las entidades ecuatorianas más sensibles al riesgo. Utilizando las técnicas de regresión lineal y de vectores autorregresivos fue posible medir el impacto económico que tendrían las pérdidas potenciales sobre el valor de las instituciones financieras en un entorno de incertidumbre. Con estos resultados, bajo simulación de un proceso estocástico, se construyeron escenarios que podrían generarse en el sistema financiero privado para evaluar los riesgos de forma prospectiva y favorecer la comunicación externa de los riesgos y vulnerabilidades tomados por agentes privados.

Palabras clave: modelos de alerta temprana, pruebas de tensión.

ABSTRACT

This research thesis is a first approach to early warning models in order to identify the determinants of the economy that influence the behavior of the risk-sensitive Ecuadorian entities. Using linear regression techniques and vector auto regression models, it was possible to measure the economic impact that the potential losses would have on the value of financial institutions on uncertain environments. With these results, using a stochastic process simulation, we built scenarios that could be generated in the private financial system to assess risk prospectively and encourage external communication of risks and vulnerabilities taken by private agents.

Keywords: early warning models, stress testing.

1 INTRODUCCIÓN

La primera sección de esta tesis contempla una introducción al contexto histórico de la crisis bancaria en el Ecuador y sus principales repercusiones y riesgos asumidos. Con este antecedente, se formula el problema de investigación; se plantean las interrogantes a las que se aspira dar respuesta y los objetivos a seguir; y, se señalan las justificaciones y las hipótesis de trabajo.

En la segunda parte de esta investigación se recoge la literatura referente a la vulnerabilidad del sistema financiero y su relación con el comportamiento económico. Se ahonda en los determinantes del riesgo sistémico del sistema financiero junto con los mecanismos de transmisión monetaria. A partir de este marco teórico, se plantea la identificación de las entidades más sensibles al riesgo así como la estructura del modelo, que incluye la reinversión de utilidades, la exposición al riesgo de crédito y la influencia de factores externos.

En el tercer apartado del documento se describe la implementación metodológica que se utilizó. Se detalla la selección de la muestra así como la definición de variables financieras, macroeconómicas y parámetros estructurales. Se determinan los parámetros del modelo de regresión lineal, las pruebas de ajuste del mismo y el proceso de selección del mejor modelo. Asimismo, se presenta el desarrollo del modelo de vectores autorregresivos, que incluye la estimación y especificación del mismo.

El cuarto capítulo de esta tesis contiene la identificación de las vulnerabilidades del sistema financiero privado, el diseño de los escenarios y de las pruebas de tensión, y los supuestos de los factores de riesgo. Con estas consideraciones, se exponen los resultados del análisis de escenarios y el impacto en la rentabilidad sobre el patrimonio de las instituciones financieras privadas.

Por último, en la quinta división se presentan las conclusiones que arrojó el desarrollo de la investigación y se confirman o se rechazan las hipótesis planteadas. Complementariamente, se presentan algunas recomendaciones

que surgieron una vez finalizados el análisis de escenarios y las pruebas de tensión.

1.1 LA CRISIS BANCARIA EN EL ECUADOR

Las crisis bancarias son un tema que ha cobrado mayor atención en los últimos años, en la medida en que éstas han significado altos costos en la estabilidad económica de los países afectados. El permanente desarrollo tecnológico y la promoción de la transparencia de la información han aumentado la integración y la eficiencia del mercado financiero global.

Hoy en día los mercados se monitorean en tiempo real y las transacciones interbancarias se procesan en segundos, gracias a los avances en las comunicaciones y a las innovaciones en los medios de pago mundiales. El mundo está intercomunicado “en línea”, pero es más vulnerable porque los intermediarios financieros quedan expuestos a volatilidades del mercado, intensificándose su riesgo de liquidez. El riesgo se acentúa si se considera la existencia de asimetría de la información y de grandes sesgos en las predicciones. De hecho, el impacto de la globalización financiera en la liquidez y la solvencia de una institución se evidencian también “en línea”.

La intensa competitividad entre instituciones financieras junto con la reciente crisis económica mundial¹, originada por los altos precios de las materias primas, la proliferación de nuevos productos derivados, la crisis hipotecaria en los Estados Unidos y la desconfianza en los mercados mundiales ante la amenaza de una recesión, obliga a las entidades a concentrarse en mejorar el desempeño de su negocio. Los responsables de las compañías se enfocan cada vez más en el fortalecimiento de la administración de los riesgos financieros, más aún desde la creación de nuevas regulaciones, como Basilea y la Ley Sarbanes Oxley, cuyos objetivos responden a fortalecer los sistemas financieros y a restaurar la confianza de los inversionistas.

Frente a la unificación de los mercados mundiales, una alteración en la actividad económica puede repercutir en la estabilidad financiera de las

¹ Se les atribuye mayor relevancia a las crisis ocurridas en años recientes, por la frecuencia, tamaño y severidad con la que han atacado al sistema financiero mundial.

naciones. Sin duda, un evento externo tiene efectos secundarios sobre las variables económicas y, en definitiva, sobre el sistema financiero. Por ejemplo, una grave crisis de crudo, producida por restricciones en la producción o por una caída del precio, puede afectar al PIB de una nación petrolera, a la par que se comprime el ingreso de divisas, la moneda local se deprecia y se dispara la tasa de inflación. Este impacto es recibido por los intermediarios financieros, cuyas captaciones se reducen, la oferta crediticia se contrae y la confianza de los clientes se debilita, exponiéndose a un mayor riesgo de liquidez. Siendo las entidades bancarias la principal fuente de financiamiento, en épocas de crisis, el crédito se contrae, y, como resultado, la inversión y el consumo se reducen. En el momento en que se interrumpen las operaciones básicas de intercambio, un sistema de pagos colapsa, generando un ambiente de incertidumbre y se convierte en un incentivo para las corridas y los pánicos bancarios.

Dado el mercado interbancario, el deterioro de una institución inducirá al contagio, por efecto dominó, a otras instituciones con diferentes ramificaciones para la economía real, dependiendo de cuántas y cuáles entidades sean más sensibles a los riesgos. El efecto dominó puede ser reducido por medio de un prestamista de última instancia, o bien un seguro de depósitos. Sin embargo, el nivel de liquidez que agreguen estos organismos no es el problema, aún en crisis, sino la distribución de la liquidez entre las instituciones y los vínculos entre ellas.

1.1.1 Antecedentes

Durante el final de la década de los 80 y el inicio de la siguiente, en el Ecuador se vivió un período de ingreso de capitales extranjeros, motivados por el panorama interno, reflejado en un tipo de cambio con baja variabilidad, condición atractiva para la inversión en sures. A este escenario se sumó, en años posteriores, una serie de reformas² que buscaron modernizar el sistema financiero público y privado empujándolo hacia la liberalización financiera. Estas medidas impulsaron el aumento en el número de intermediarios así como la competitividad y eficiencia de los mismos, originando un “boom” del crédito

² Ley de Régimen Monetario y Banco del Estado (1992); Ley de Promoción de Inversiones (1993); y Ley General de Instituciones del Sistema Financiero (1994). Decreto Ley de Emergencia No. 2, publicado en Registro Oficial Suplemento 930 de 7 de mayo de 1992.

en el año 1994. La disponibilidad de recursos inmediatos incrementó la capacidad adquisitiva de los ecuatorianos, hecho que se tradujo en el aumento del consumo, y por ende, del índice general de precios.

A partir de la década de los 90, el aumento de los precios de los bienes y servicios en el Ecuador fue objeto de lucha constante para los gobiernos de turno. El índice de inflación anual marcó una tendencia a permanecer por encima del 40% desde finales de 1988 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013), pese a las estrategias de las autoridades, que en ese entonces se centraron en la austeridad fiscal; la restricción crediticia; y, el control del crecimiento del dinero y de los salarios. Dado que estas medidas anti inflacionarias fueron insuficientes, en 1992 se optó por el cambio de dirección del programa, orientándolo, en primera instancia, hacia el anclaje cambiario; y, en segundo lugar, al control del crecimiento del crédito interno neto de la banca central.

El anclaje cambiario consistió en aplicar una drástica devaluación del sucre con respecto al dólar, a fin de evitar una pérdida de competitividad del valor de las exportaciones ecuatorianas, de tal manera que el precio de la divisa norteamericana osciló entre un piso de 1.700 sucres y un techo de 2.000 sucres desde septiembre de 1992 hasta agosto de 1993 (Banco Central del Ecuador, 2009). Con el propósito de mantener la cotización del sucre con respecto al dólar y comprimir el déficit fiscal, se tomaron medidas adicionales como la elevación de los precios de los combustibles en más de 125% y del gas doméstico en 300%; y, la retención de los depósitos del sector público en el Banco Central del Ecuador. Sin embargo, el impacto de estas medidas sobre el crecimiento de los precios fue rezagado.

Por esta razón, se procedió a controlar el crédito interno de la banca central, entendiéndose éste como la diferencia entre la Reserva Monetaria Internacional y la Emisión Monetaria. Debido a su estrecha relación con las finanzas públicas, la disciplina fiscal y el sistema financiero sano permitieron el manejo austero de la política de crédito de la banca central, desacelerando los niveles de inflación.

Los años siguientes atestiguaron mejores resultados de las políticas emprendidas por el gobierno, hecho meritorio dado la caída del precio del barril de petróleo hasta los USD 13, situación que afectó directamente los ingresos del presupuesto del Estado. Desde 1993 se redujo la tasa de inflación, el crecimiento del PIB fue positivo, aumentó la Reserva Monetaria Internacional y, mejoraron las tasas de interés, aunque seguían siendo elevadas en términos internacionales, lo que dio lugar al ingreso de inversión extranjera de corto plazo. Este panorama macroeconómico estable restauró la confianza del público en el sistema financiero nacional, observado en el incremento de los depósitos a la vista y a plazo.

A partir de 1995 continuó la devaluación del sucre frente al dólar en alrededor del 20% anual, presionando la elevación de la inflación. Los niveles de inflación se dispararon en los años venideros, situándose en 25,6% en 1996, 30,7% en 1997 y 43,4% un año después. No obstante, la devaluación de la moneda local influyó positivamente en la reducción de las tasas de interés, que aminoraron las dificultades de liquidez del sistema financiero privado.

En el año 1995 se debilitó la política fiscal ante el resurgimiento del déficit fiscal global que obedeció al incremento del gasto público, por la compra de armamento en el conflicto fronterizo con Perú y por la falta de energía eléctrica. Más aún, desde 1996 el nuevo régimen presidencial generó una política de gasto público provocado por el incremento de la masa salarial del sector público, del servicio de la deuda externa y de los gastos de capital para costear el plan de vivienda popular.

La inestabilidad macroeconómica presente a mediados de la década de los 90 desencadenó tasas de interés más elevadas que años anteriores. Este entorno fue decisivo el momento en que:

“El comportamiento de las tasas de interés se desligó de la evolución de la tasa de inflación, y sus niveles pasaron a ser determinados por el riesgo cambiario” (Marchán Romero, 2005, pág. 68).

La política de aumentar las tasas de interés ante la presencia de mayor riesgo cambiario, con la intención de evitar el refugio en el dólar, no fue sostenible en

el tiempo. En consecuencia, las autoridades optaron por devaluar la moneda local, de tal forma que se reduzca el riesgo cambiario y las tasas de interés.

De parte de los depositantes, la pérdida de confianza en el sucre se reflejó en la preferencia por activos más líquidos. La estructura de los depósitos en 1998 se concentró mayoritariamente en depósitos a plazo menores a 90 días y en moneda extranjera. La Memoria Anual del Banco Central del Ecuador señalaba que:

“La estructura de captaciones refleja las expectativas inflacionarias de los agentes económicos en el sistema financiero nacional, y en la contracción económica, en general, constituyendo un problema de fondeo de recursos para el financiamiento de operaciones crediticias de mediano y largo plazos” (Banco Central del Ecuador, 1998, pág. 5).

Para precautelar la estabilidad del sistema financiero privado y evitar quiebras de instituciones financieras ante la inminente recesión económica, los organismos de control incentivaron mecanismos de fusión entre entidades, congelaron el otorgamiento de nuevas licencias para la constitución de entidades y aumentaron las exigencias patrimoniales. Pese a estas medidas, entre 1995 y 1997 el número de participantes en el sistema financiero se redujo drásticamente con la liquidación de sociedades financieras insolventes. En 1997, la crisis se extendió también a los bancos, pues el Banco Continental, la quinta entidad bancaria más grande del país, enfrentó serios problemas de liquidez, teniendo que ser intervenido por el Estado, para proteger a sus depositantes.

1.1.2 Contexto histórico de la crisis

Durante los años 1998 y 1999 sucedieron nuevos eventos externos que entorpecieron la política anti inflacionaria iniciada en 1992. Este período se caracterizó por shocks externos, desastres naturales, inestabilidad política y, medidas económicas que no tuvieron el efecto esperado.

En primera instancia, a finales de 1997 los países denominados “tigres asiáticos” Singapur, Indonesia, Malasia, Tailandia, Korea y Hong Kong entraron en crisis y presentaron una variación negativa del PIB. La turbulencia financiera continuó propagándose hacia otros mercados globalizados y en agosto de

1988 se desató en Rusia. Aunque parecería ser un suceso aislado, la crisis asiática y rusa afectó al Ecuador, en la medida en que se contrajo el flujo de capital externo hacia América Latina, se estimuló la salida de capitales y se encareció el crédito. Como resultado, en 1999 la balanza de capitales del Ecuador fue negativa, provocando una disminución en los niveles de reserva monetaria internacional; y, se acentuó el riesgo cambiario, incrementando las expectativas de devaluación y, por ende, las tasas de interés. (Banco Central del Ecuador, 1998, pág. 3)

En segundo lugar, el fenómeno de “El Niño” fue otro hecho adverso que profundizó la brecha fiscal, ocasionando la quiebra de los negocios vinculados al sector de la agricultura, caza y pesca. El desastre natural generó pérdidas por USD 2.900 MM, con una incidencia directa en el Presupuesto General del Estado, equivalente al 1,3% del PIB (Banco Central del Ecuador, 1998, pág. 69). En tercer lugar, los ingresos petroleros se vieron mermados por la fuerte caída del precio de barril de petróleo, afectando el valor y el monto de las exportaciones de crudo; y, por la menor recaudación del impuesto a la renta, que fue reemplazado por el impuesto de 1% a la circulación de capitales, una vez que entró en vigencia la Ley de Reordenamiento en Materia Económica en el Área Tributario-Financiera³.

Ante todos estos acontecimientos fortuitos, las autoridades tomaron medidas económicas que no tuvieron el efecto esperado en el entorno. En 1998, la política monetaria se volvió expansiva para cubrir el déficit fiscal. El Banco Central del Ecuador otorgó mayores niveles de crédito con el fin de otorgar liquidez al mercado. Para contrarrestar las presiones alcistas del tipo de cambio, las autoridades subieron las tasas de interés, provocando un descalce entre la tasa de interés activa de 1997 (42%) y la tasa pasiva de 1999 (48%), agudizando los problemas de liquidez del sistema financiero privado. La situación se volvió insostenible. (Marchán Romero, 2005, págs. 86-88)

La crisis macroeconómica y financiera del Ecuador estuvo acompañada de inestabilidad política. Antes de la crisis, Sixto Durán fue el último presidente que terminó su período de gobierno (1992 a 1996), a pesar de que el

³ Ley No. 98-17 publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 78 de 1 de diciembre de 1998.

vicepresidente Alberto Dahik fue destituido en 1995 por mal uso de los gastos reservados. En febrero de 1997 fue destituido el presidente Abdalá Bucaram por 42 de los 80 diputados. El Congreso Nacional nombró como presidente interino a Fabián Alarcón, impidiendo la sucesión a la vicepresidenta Rosalía Arteaga. En enero de 1998 asumió el poder Jamil Mahuad, mandato en el que estalló la crisis bancaria y se agravó la devaluación del sucre.

El mes de marzo de 1999 marcó la historia de nuestro país: el día 5, luego de un cambio parcial en las autoridades económicas, el gobierno decretó un feriado bancario; el día 9 se decretó el Estado de Emergencia Nacional⁴; y, el día 11 se congelaron los depósitos de todos los ecuatorianos⁵. El 10 de enero del siguiente año se instituyó la dolarización fijando el tipo de cambio en 25.000 Sucre/USD.⁶ El 21 de enero del 2000, Mahuad fue destituido del cargo tras un levantamiento indígena, cívico-militar, que se tomó el Congreso, la Corte Suprema de Justicia y el Palacio de Carondelet. El Congreso lo cesó en sus funciones por abandono del cargo. Por unas horas, el poder estuvo en manos de un triunvirato: los generales Carlos Mendoza, Carlos Solórzano Constantine y Antonio Vargas. Finalmente, asumió el poder el entonces vicepresidente Gustavo Noboa. En el siguiente período se posesionó Lucio Gutiérrez, quien fue derrocado en abril de 2005, finalizando el mandato Alfredo Palacio.

En definitiva, el Ecuador contó con ocho mandatarios en menos de diez años, de los cuales tres fueron elegidos por voto popular y después derrocados: Bucarám (1997), Mahuad (2000) y Gutiérrez (2005); tres vicepresidentes sucedieron el cargo de su antecesor: Arteaga (1997), Noboa (2000) y Palacio (2005); además del presidente interino Alarcón (1997) y el triunvirato después de Mahuad (2000).

⁴ Decreto Ejecutivo No. 681 del 9 de marzo de 1999, publicado en el Registro Oficial 148 del 15 de marzo de 1999.

⁵ Decreto Ejecutivo No. 685 del 11 de marzo de 1999, publicado en el Registro Oficial 149 del 16 de marzo de 1999, declaró en estado de movilización a las instituciones financieras nacionales públicas y privadas, sus entidades “off shore”, a las sucursales y agencias de las instituciones financieras extranjeras que operan en el Ecuador, a las compañías administradoras de fondos, las de arrendamiento mercantil, fideicomisos mercantiles y las emisoras y administradores de tarjetas de crédito; así como a las personas naturales o jurídicas que mantenían a esa fecha deudas o créditos con ellas.

⁶ Resolución No. DBCE-049-D del Directorio del Banco Central del Ecuador.

1.1.3 Principales consecuencias

Durante la crisis del año 1999, 10 bancos salieron del mercado por saneamiento y 2 se encontraban operando administrados por la Agencia de Garantía de Depósitos (AGD).⁷ De esta manera, la banca en poder del Estado llegó a representar más de la mitad del total de activos del sistema bancario.

Según la Comisión Investigadora de la Crisis Económica Financiera, la crisis bancaria significó un costo de oportunidad de USD 8.072 MM para los ecuatorianos. Por un lado, el Banco Central del Ecuador entregó créditos de liquidez y solvencia a 22 entidades del sistema financiero privado entre mayo de 1998 y diciembre de 1999 por 4,81 billones de sucres en capital, alcanzando 6,33 billones de sucres al añadir los intereses y la mora (Comisión Investigadora de la Crisis Económica Financiera, 2007, págs. 16-17)⁸. La Corporación Financiera Nacional asumió USD 1.178 MM entre la recepción de Certificados de Depósito Reprogramados que se vio obligada a recibir como consecuencia de la expedición del Decreto 1492 del 10 de noviembre de 1999 por USD 568 MM, y, la recepción de cartera incobrable proveniente de la banca privada mediante la AGD por USD 610 MM (Comisión Investigadora de la Crisis Económica Financiera, 2007, págs. 68-71).

Los principales índices económicos del Ecuador sufrieron fuertes caídas durante los años de crisis. La producción nacional apenas creció 2% durante 1998 y se contrajo 6,30% durante 1999. La balanza de pagos evidenció un desequilibrio dado que el nivel de importaciones disminuyó en 30% el año 1999, mientras que en las exportaciones el impacto fue más severo a partir de la dolarización, pues en los años 2000 y 2001 se contrajeron en 1%, registrando una leve recuperación los dos años siguientes (Banco Central del Ecuador, 2004).

Además de estas exorbitantes cifras, el coste social fue mucho mayor. Desde el año 1998, se desató un proceso inflacionario originado por la abrupta

⁷ Bancomex, Banco del Azuay, Banco de Crédito, Banco del Occidente, Finagro, Financorp, Banco Popular, Banco del Progreso, Solbanco y Banco Unión salieron del mercado; Filanbanco entró en reestructuración administrado por la AGD; y Pacífico entró en observación.

⁸ No se especifica el monto total en dólares.

devaluación del sucre, con índices superiores al 100% anual, seguido por la consecutiva dolarización a un tipo de cambio de Sucre/USD 25.000. El nivel de pobreza a nivel nacional aumentó de 39,3% a 64% entre los años 1998 y 2000, es decir, alrededor de 2 millones de personas fueron más pobres a raíz de la crisis bancaria. Todos estos hechos dieron inicio al proceso migratorio, pues entre 1999 y 2005 más de un millón de ecuatorianos emigraron al exterior (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2005).

La estructura del sistema financiero pasó de 127 instituciones en 1994 a 111 en 1996, cayendo a 85 en 2001.

Tabla 1- Estructura del sistema financiero privado 1994-2001

Número de lfis	Dic- 1994	Dic- 1995	Dic- 1996	Dic- 1997	Dic- 1998	Dic- 1999	Dic- 2000	Dic- 2001
Bancos	33	39	44	41	39	40 ⁹	38	35
Financieras	59	52	32	29	26	22	19	17
Cooperativas	25	26	26	26	25	26	26	26
Mutualistas	10	10	9	8	8	7	7	7
TOTAL	127	127	111	104	98	95	90	85

Fuente: SBS

Elaboración: la autora

1.1.4 Riesgos asumidos

Los aprietos financieros en el Ecuador han generado importantes cambios en las actividades económicas. Con el objetivo de preservar la estabilidad del sistema financiero, se adoptó el dólar como moneda local, estabilizando los índices de inflación y terminando para siempre con la inestabilidad cambiaria. No obstante, esta política implicó también algunos riesgos, presentes aún en la actualidad. (Heysen, 2005, págs. 44-45)

La adopción del dólar estadounidense como moneda local implica que el Ecuador dependa directamente de la economía de los Estados Unidos, con el riesgo de que este sistema no responda a la necesidad real del país.

Otra dificultad del nuevo sistema monetario es que, ante la ausencia de un prestamista de última instancia, se necesita de mecanismos alternos para asegurar la liquidez del sistema financiero nacional.

⁹ 24 bancos privados, 5 con capital estatal y 11 intervenidos.

Asimismo, se debe dar atención a la demanda de billetes requeridos para realizar transacciones económicas y financieras de los sectores de la sociedad, considerando que las fuentes de liquidez se reducen a la propia de nuestra nación y al financiamiento externo, que en muchas ocasiones no responde a las necesidades internas con efectividad, y a la brevedad requerida.

En una economía dolarizada existen mayores posibilidades de operaciones de lavado y falsificación de dólares. El Ecuador, de hecho, es un blanco fácil de actividades ilícitas como el lavado de dinero, pudiendo convertirse en un paraíso fiscal, de no reforzar los mecanismos de vigilancia para el lavado de activos, tal como lo señala el Grupo de Acción Financiera Internacional (GAFI), que en las reuniones efectuadas en febrero de 2013 conoció y aprobó el informe del Grupo de Revisión de Cooperación Internacional (ICRG, por sus siglas en inglés), que mantiene al Ecuador en la lista de países no cooperantes en la lucha contra el lavado de activos y financiamiento del terrorismo.

Un elemento importante que estuvo presente en los problemas financieros de 1999, y posteriores, es la pérdida de la confianza de los depositantes en las instituciones que integran el sistema bancario. Este hecho ha conducido, a su vez, a una salida de capitales hacia economías que ofrezcan mayor seguridad. Estos factores hacen que el sistema bancario no pueda funcionar eficientemente y un volumen significativo de recursos se desvíe hacia economías extranjeras, con otros usos menos eficientes. De ahí que se hayan implantado políticas de Estado para controlar la fuga de capitales, mediante el impuesto a la salida de divisas, y para incrementar las reservas del sistema financiero nacional, mediante la repatriación de capitales extranjeros por parte de las entidades financieras privadas.

Con la dolarización, el Ecuador no puede utilizar la emisión de moneda como herramienta de política monetaria que actúe como amortiguador en la economía. La adopción de una moneda extranjera, como el dólar, ha seguido un camino de crecimiento en el que se intenta competir dentro de un mundo globalizado, aprovechando las ventajas que ofrece el nuevo sistema.

Sin embargo, aún después de la dolarización, nuestro país ha sufrido algunas experiencias adversas para los depositantes de la banca privada, en especial cuando era de suponerse que la confianza en el sistema financiero se había fortalecido y que las instituciones con problemas habían desaparecido. En el año 2006, el Banco de los Andes cerró sus operaciones; en el 2009 se liquidó el Banco Centro Mundo; y en marzo de 2007 existió un retiro masivo de recursos provocado por rumores acerca de un posible “feriado bancario”, desmentido después por las autoridades.

El aumento de la incertidumbre en nuestra economía dolarizada implicó, en un comienzo, altos costos en la identificación de los niveles de riesgo asociados a los distintos prestatarios. En los períodos que siguieron después de la crisis fue más difícil para los prestamistas discriminar entre buenos y malos clientes, pues muchos hasta antes de la crisis “buenos clientes”, durante la época de crisis no pudieron hacer frente a sus obligaciones en dólares, por lo que se convirtieron en “malos clientes”, a quienes tomó años recuperar su condición anterior. Además, una vez intervenido un banco con el fin de mitigar los costos macroeconómicos, los organismos de supervisión mantienen carencias para controlar el cumplimiento de las contrapartes, intensificándose el riesgo moral de ahorristas y prestamistas. Los problemas de selección adversa, asimetría de información y riesgo moral hacen que la intervención o liquidación de las entidades bancarias constituyan eventos en los que se pierde información valiosa, de difícil recuperación.

1.2 FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La preocupación fundamental de operadores, y de la sociedad en sí, reside en la medida en que se puedan prevenir catástrofes financieras o, de ser el caso, minimizarlas. Esto se puede lograr mediante un adecuado programa de administración de riesgos que debería considerar el control de la actividad financiera en el país, la utilización de sistemas de medición de cada uno de los riesgos inmersos, así como el análisis del efecto que tendrían las variaciones del entorno macroeconómico y financiero sobre la solvencia y la liquidez de las instituciones.

Mediante este trabajo, se intenta presentar una primera aproximación a los modelos de alerta temprana para determinar las variables macroeconómicas que explicarían el comportamiento de las entidades más sensibles al riesgo. Se pretende identificar las variables asociadas a dicho fenómeno, como premisa de que frente a una externalidad, las instituciones financieras podrían seguir actualmente los pasos de las entidades que cerraron, incrementando, así, su perfil de riesgo.

De manera preliminar, en el estudio se utilizarán variables de la economía nacional como: el producto interno bruto, la formación bruta de capital fijo, el índice de precios al consumidor, la balanza comercial, el consumo de los hogares y del gobierno central. Se incluirán también elementos de la economía mundial como: precio del petróleo y cotización del oro; y, componentes de la economía estadounidense como: producto interno bruto y deuda pública.

De esta manera, se aspira dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Qué determinantes económicos influyen en el sistema financiero nacional?
- ¿Cuál es el efecto de las variables macroeconómicas en cada uno de los riesgos inmersos en un entorno de incertidumbre?
- ¿Cuál es el impacto económico que tendrían las pérdidas potenciales sobre el valor de las instituciones financieras?
- ¿Qué escenarios podrían generarse en el sistema financiero privado para evaluar los riesgos de forma prospectiva?
- ¿Cómo favorece la comunicación externa de las vulnerabilidades en el riesgo tomado por agentes privados?

Será objeto de estudio el sistema financiero ecuatoriano, conformado por el conjunto de instituciones bancarias y demás intermediarios financieros de derecho privado, debidamente autorizados por la Superintendencia de Bancos y Seguros, como son las sociedades financieras, las cooperativas de ahorro y crédito¹⁰ y las mutualistas. Pese a que en la crisis los únicos afectados fueron

¹⁰ Se incluyó en el análisis a las cooperativas de ahorro y crédito del segmento 4, pese a que desde enero de 2013 están oficialmente bajo el control de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria.

los bancos, se incorporarán al análisis los demás intermediarios financieros a fin de que se recoja el efecto en el sistema financiero ecuatoriano en su conjunto.

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Determinar las variables macroeconómicas y financieras que afectan la solvencia de los integrantes del sistema financiero nacional, así como cuantificar su impacto ante el caso de una externalidad.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los determinantes de la economía que influyen en el sistema financiero nacional.
- Medir el impacto económico que tendrían las pérdidas potenciales sobre el valor de las instituciones financieras.
- Cuantificar el efecto de las variables macro en cada uno de los riesgos como la probabilidad de pérdida en un entorno de incertidumbre.
- Evaluar los riesgos de forma prospectiva mediante la construcción de escenarios que podrían generarse en el sistema financiero privado.
- Favorecer la comunicación externa de los riesgos y vulnerabilidades para influir el riesgo tomado por agentes privados.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.4.1 Justificación Teórica

Los investigadores se han planteado una variedad de teorías económicas para explicar el origen de las crisis financieras. Mientras los primeros estudios se apoyaron en los movimientos de los fundamentos económicos como el origen de las crisis financieras (Fisher, *The Debt-Deflation Theory of Great Depressions*, 1933), investigaciones más recientes han destacado la importancia del nivel de confianza en los bancos (Diamond & Dybvig, 1983), de la disponibilidad de información (Mishkin, 1996) y de la expectativa de los

inversionistas (Guttentag & Herring, 1984) en la explicación del comportamiento de los sistemas financieros.

Específicamente, a partir de la creación de nuevas regulaciones como Basilea y la Ley Sarbanes Oxley que pretenden precautelar la confianza en los sistemas financieros, se ha desarrollado una amplia línea de investigación que ha tratado de relacionar el comportamiento de algunas variables macroeconómicas con el grado de vulnerabilidad de un sistema bancario y la ocurrencia de crisis financieras. Estos conocimientos forman hoy en día una parte imprescindible de la administración integral de riesgos.

Sin embargo, pese a la interrelación entre los mercados financieros y la economía, no existe una respuesta completa ni universal que permita evaluar la estabilidad del sector financiero. Por esta razón, en este estudio se pretende identificar los factores de vulnerabilidad del sistema financiero ecuatoriano y determinar el impacto que ejercen sobre las entidades financieras.

1.4.2 Justificación Metodológica

A pesar del surgimiento y desarrollo de modelos de alertas tempranas, en nuestro país es incipiente la medición de riesgo de instituciones financieras considerando variables externas. Desde esta perspectiva, el presente estudio constituye un desarrollo metodológico en el análisis de indicadores financieros, en la cuantificación del riesgo al que están expuestas las instituciones financieras y en la construcción de escenarios.

Para la estimación del comportamiento de variables del sistema financiero se empleará una de las metodologías multivariantes que se han desarrollado en los últimos años, de Vectores Autorregresivos (VAR). Este método fue expuesto como alternativa a los modelos estructurales de ecuaciones simultáneas (Sims, 1980); en el estudio de los efectos dinámicos que tiene la demanda agregada sobre la oferta (Blanchard & Quah, 1988), y con el objetivo de determinar los efectos de la política monetaria (Cochrane, 1998), entre las contribuciones más relevantes.

Los modelos de VAR tienen como base una estimación econométrica que implica la utilización de series temporales. En este ámbito, se equiparará el análisis histórico de la evolución de variables del sistema financiero ecuatoriano, el desempeño de componentes políticos, y la evolución de variables macroeconómicas, con el análisis dinámico de índices de solvencia.

Un modelo VAR de forma reducida es un sistema de ecuaciones conformado por un número de variables endógenas, en donde éstas son explicadas en función de su propio pasado, por los rezagos de las demás variables endógenas del sistema, y en algunos casos, por variables determinísticas. En un modelo VAR, todas las variables se consideran endógenas y la única información disponible es el número de rezagos de las variables explicativas.

En el desarrollo de esta tesis se pretende analizar más de una serie de variables, por lo que es indispensable tomar en cuenta la interrelación que podría existir entre las mismas. Además, surge la necesidad de incluir los rezagos en todas las variables, de tal manera que se emplea el VAR como sistema que abarca estos inconvenientes, pero presenta mayor complejidad debido a que incorpora la interdependencia existente entre las variables que se contemplan en el estudio.

Adicionalmente, en el análisis de sensibilidad se planea determinar los efectos que tendría un evento macroeconómico sobre el sistema financiero privado, utilizando una variable aleatoria de tal forma que se simule el proceso.

1.4.3 Justificación Práctica

No se puede establecer a ciencia cierta el origen de las crisis bancarias, sin embargo, están presentes desde siglos anteriores. Como es de conocimiento mundial, en 1866 ocurrió el fracaso del banco londinense Overend & Guerney, hecho que condujo a un cambio clave en la conducta de los bancos centrales de la época. En 1907, los Estados Unidos sufrieron una de las crisis más preocupantes del sistema bancario durante la era de la Banca Nacional, época que se caracteriza por la carencia de un banco central y, por consiguiente, la autorregulación de las instituciones financieras. Años más adelante, estalló la Gran Depresión en 1929, época de incremento del endeudamiento y

especulación bursátil, con ganancias rápidas y de fácil obtención. Finalmente, a finales del 2007 se desató una crisis hipotecaria en Estados Unidos, que se ha transmitido a nivel mundial, fundamentalmente a Europa.

Las crisis no solo afectan a países desarrollados. De hecho, naciones emergentes han enfrentado también crisis financieras de grandes magnitudes. Tal es el caso de Argentina, nación en donde hubo tres pánicos bancarios desde la creación del Banco Central de la República Argentina: en 1980, 1995 y 2001; todos ocurrieron mientras regía una política de tipo de cambio fijo y de convertibilidad. En México, el conocido “efecto tequila” de 1994, provocado por la falta de reservas internacionales, causó la devaluación del peso mexicano y repercutió internacionalmente. Finalmente, la crisis bancaria de nuestro país en 1999 trajo consigo la dolarización, a consecuencia de millones de depositantes perjudicados a raíz del “congelamiento” de los depósitos monetarios de la banca.

La relación existente entre el sistema financiero y la economía ha sido objeto de profundos análisis desarrollados por organismos internacionales. El Banco de Inglaterra desarrolló los manuales de banca central (Davis, 1999) y el FMI, en conjunto con el Banco Mundial, expidieron una metodología para el monitoreo de la estabilidad financiera (Fondo Monetario Internacional, 2006). Algunos estudios, como el del BID (1995) y la publicación sobre crisis bancarias en economías emergentes (Goldstein & Turner, 1996), demuestran que existe una relación entre una política macroeconómica inadecuada y sus efectos sobre un sistema financiero vulnerable.

En nuestro país, la crisis financiera ha sido tema de discusión en diversos medios públicos y privados, de exploración en universidades, y objeto de publicaciones de diversa índole. Las investigaciones de carácter académico abordan el vínculo entre el desarrollo financiero y el crecimiento económico; no obstante, la determinación de vulnerabilidades en el sistema financiero ecuatoriano como efecto del entorno macro es todavía incipiente.

Con estos hechos históricos, dada la crisis financiera internacional de los últimos años que repercute directamente en los sistemas financieros con duras

consecuencias para bancos y clientes, y siendo nuestra economía dolarizada sensible a un mundo globalizado, es de vital importancia analizar los diferentes escenarios que podrían generarse en el sistema financiero privado ecuatoriano, frente a variaciones de variables macroeconómicas clave.

1.5 HIPÓTESIS DE TRABAJO

- Las variables del entorno económico ecuatoriano y mundial afectan la solvencia de las instituciones financieras.
- Las externalidades influyen en los riesgos financieros a los que está expuesto el sistema financiero privado.
- Las pérdidas potenciales dadas por el deterioro de variables exógenas específicas perjudican al patrimonio de las entidades.
- En un entorno de incertidumbre, ante el impacto en un factor económico, los agentes privados incrementan su pérdida.
- El comportamiento actual e histórico del sistema financiero es un escenario potencial que podría replicarse a futuro.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS FINANCIEROS

La clásica explicación de vulnerabilidad financiera nació con Irving Fisher en 1933. Él argumentó que la fragilidad financiera está correlacionada con ciclos macroeconómicos y, en particular, con el pago de deuda. Según sus estudios, una recesión provocada por el endeudamiento excesivo en la economía real requiere, en algún momento, la liquidación de esta deuda a fin de que la economía vuelva al equilibrio. No obstante, esta operación daría lugar a la contracción de pasivos monetarios y, en consecuencia, a la reducción de precios, de producción y de confianza en el mercado; y al aumento de quiebras y el desempleo (Fisher, *The Debt-Deflation Theory of Great Depressions*, 1933).

Teorías como la de Diamond y Dybvig, apuntan a la importancia del nivel de confianza en los bancos como fuente de estabilidad del sector bancario. Según los autores, es posible que el equilibrio “bueno” existente en épocas normales no sea el único, y el sector bancario se encuentre en una “corrida bancaria” de equilibrio, que esté en función de sucesos aleatorios conocidos para todos los agentes (Diamond & Dybvig, 1983). Por lo tanto, una corrida bancaria ocurriría cuando los agentes depositen fondos en un banco en tiempo de baja probabilidad de quiebra, y luego observen eventos negativos que incrementan su perspectiva de crisis.

Otros estudios se centran en cuestiones de asimetría de información. Mishkin, por ejemplo, hace hincapié en que las asimetrías de información entre acreedores y deudores desencadenan en un problema de selección adversa (Mishkin, 1996). Guttentag y Herring extienden el argumento sobre la información asimétrica a la práctica posible de racionamiento del crédito, que aumenta con el nivel de incertidumbre, y, por lo tanto, de la vulnerabilidad financiera (Guttentag & Herring, 1984). La introducción de un mecanismo de seguro de depósitos es visto a menudo como una manera de luchar contra este

problema. Sin embargo, Keeley señala que la posible existencia de problemas de riesgo moral en un esquema de seguro de depósitos puede llevar a las instituciones financieras a tomar más riesgos de los que tomarían en el caso contrario (Keeley, 1990).

Además de las investigaciones detalladas en los párrafos anteriores, a raíz de crisis presentes en Asia, Estados Unidos y Latinoamérica, y de las propuestas regulatorias de Basilea, muchos organismos internacionales han aplicado distintos modelos con el propósito de identificar factores de fragilidad de los sistemas financieros, determinar la capacidad de respuesta de las entidades financieras y evaluar la situación de los clientes. Sobre la base de los reportes regulatorios presentados por los bancos, algunos bancos centrales y organismos de supervisión desarrollaron distintos tipos de metodologías de proyecciones que pretenden estimar la probabilidad de falla o deterioro financiero en un tiempo fijo en el horizonte, o se orientan a la predicción de insolvencia futura estimando las pérdidas potenciales. La mayoría de ellos sigue una proyección estructural en oposición a un equilibrio general o a una perspectiva basada en el precio del activo.

En definitiva, el concepto de modelos de proyección fue considerado por organismos internacionales y supervisores desde diversos ámbitos. Bancos centrales y órganos supervisores de América Latina, y del mundo en general, han desarrollado estudios en donde se detectaron y definieron los beneficios de incluir variables macroeconómicas en las metodologías estructurales de alertas tempranas y en la construcción de escenarios. Entre ellos sobresalen los enfoques del Banco Central Europeo (Bussiere & Fratzscher, 2002); Instituto de Estudios Fiscales de España (Andrés & Doménech, 2006); Corporación Federal de Seguro de Depósitos de los Estados Unidos (Federal Deposit Insurance Corporation, 2002); Fondo Latinoamericano de Reservas (Calderón, Torre, Ize, & Servén, 2011), Banco Central de Chile (Gaytán & Johnson, 2002), Banco Central de Reserva del Perú (Banco Central de Reserva del Perú, 2009). Sin embargo, los programas que han trascendido a nivel mundial y continúan siendo aplicables hoy en día son el manual del Banco de Inglaterra, y, el programa del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial.

Por un lado, el Banco de Inglaterra desde 1996 ha publicado una serie de manuales de banca central, en donde estableció, en términos generales, los datos financieros necesarios para dar seguimiento a los riesgos de inestabilidad financiera y los métodos para analizarlos (Davis, 1999, págs. 13-18). Años más tarde, en el 2009, desarrolló el Modelo de Evaluación de Riesgos para Instituciones Sistémicas (RAMSI) cuyo objetivo fue ofrecer un conjunto de modelos que deberían proporcionar un marco cuantitativo riguroso y coherente para la evaluación del riesgo, y ayudar a afinar el análisis de las vulnerabilidades clave (Aikman, Alessandri, Eklund, Gai, & otros, 2009, págs. 7-28).

Por otro lado, el FMI junto con el BM, empezaron desde 1999 un programa de análisis exhaustivo del sector financiero en varias naciones (Fondo Monetario Internacional, 1999). Se trató de un instrumento clave de vigilancia que incluye la evaluación de la estabilidad financiera y la evaluación del desarrollo financiero en países de mercados emergentes. Complementariamente, en el año 2006, el FMI desarrolló una metodología referencial de monitoreo de la estabilidad financiera basada en un conjunto de conceptos y definiciones de indicadores de solidez financiera (ISF) (Fondo Monetario Internacional, 2006, págs. 1-7). Recientemente, para complementar el análisis, este organismo utilizó las pruebas de estrés financiero no solo como una herramienta de gestión del riesgo, sino también como un instrumento de gestión de crisis (Fondo Monetario Internacional, 2011, págs. 7-19).

2.2 DETERMINANTES DEL RIESGO SISTÉMICO DEL SISTEMA FINANCIERO

En el crecimiento económico de una región, el consumo, el ahorro y la inversión desempeñan un papel fundamental. Tal como lo señala Samuelson, *“los países que ahorran e invierten grandes fracciones de sus ingresos tienden a tener un crecimiento rápido de la producción, los ingresos y los salarios”* (Samuelson, 1999, pág. 431). Al contrario, las economías que registran un consumo alto, destinan pocos recursos hacia inversiones productivas, y, por ende, su crecimiento es lento.

Adicionalmente, en una etapa expansiva, el consumo y la inversión crecen rápidamente, incrementando la demanda agregada, hecho que influye positivamente en la producción y en la generación de plazas de trabajo a corto plazo. En una contracción del ciclo, se restringe el consumo y la inversión, lo que hace disminuir la producción y el empleo.

El ciclo económico y el comportamiento de todas estas variables están ligados directamente con el sistema monetario, pues el dinero se canaliza a través del sistema financiero. De ahí que, los mecanismos de ajuste de la balanza de pagos tienen vital importancia en los procesos de integración monetaria, particularmente en una economía dolarizada.

2.2.1 Ingreso, consumo, ahorro e inversión

El consumo constituye el gasto personal de las familias entre alimentos, vestimenta, atención médica y otros bienes y servicios. Los consumidores eligen sus niveles de consumo con base en su ingreso corriente compuesto por salarios, intereses, rentas, dividendos, pagos de transferencias, entre otros; y también con base en las perspectivas de ingreso en el largo plazo.

Las leyes de Engel señalan que los presupuestos de gasto familiar muestran patrones regulares, es decir, no hay dos hogares que gasten sus ingresos exactamente de la misma forma, pero existe una uniformidad en cómo asignan sus gastos (Banks, Blundell, & Lewbel, 1997). De hecho, las familias de escasos recursos destinan sus ingresos para satisfacer las necesidades básicas de alimentos y vivienda. A medida que aumenta el ingreso, los hogares consumen más alimentos de mejor calidad, y también destinan parte de los recursos hacia otros bienes y servicios, como vestimenta, transporte, salud, diversión y bienes de lujo. En último lugar se ubica el ahorro. El ahorro se define como la parte del ingreso personal disponible que aún no se consume, es decir, la diferencia entre el ingreso menos el consumo. Constituye el mayor lujo de todos y aumenta en mayor proporción que el ingreso.

En suma, el ingreso disponible es el determinante principal de los niveles de consumo y de ahorro. Efectivamente, las familias de estratos altos ahorran más que las pobres. Los hogares de escasos recursos no suelen ahorrar nada, al

contrario, tienden a gastar más de lo que ganan, a reducir sus ahorros o a endeudarse más. Esta misma situación se traduce a nivel de países (Samuelson, 1999, págs. 431-441).

El comportamiento del consumo es básico para definir la inversión. Lo que no se consume, se ahorra, y ese ahorro está disponible para invertir. Las compañías invierten con el fin de generar utilidades. Las decisiones de inversión dependen de los ingresos sobre la producción obtenida con la nueva inversión; los costes de inversión que incluyen los intereses y los impuestos; y, las expectativas y la confianza empresariales (Samuelson, 1999, págs. 443-447).

La inversión, en el corto plazo, soporta el emprendimiento, admite el desarrollo de nuevas empresas y aumenta la producción potencial del país, hechos que conducen a cambios en la demanda agregada. A largo plazo, afecta al ciclo económico porque fomenta la formación de capital y el crecimiento de la producción nacional, y, por ende, incide en la oferta agregada. A nivel nacional, la inversión se mide a través de la cuenta financiera, como la diferencia entre la renta recibida y la renta pagada. En un entorno saludable, la producción, la inversión y el consumo crecen a un ritmo apropiado, hecho que dinamiza el mercado y genera riqueza.

2.2.2 Mecanismos de transmisión monetaria

La relación que existe entre el nivel general de precios y la oferta monetaria, entendida como la cantidad de dinero que existe en la economía, fue analizada desde perspectivas independientes. El enfoque macroeconómico de Fisher (1911), desarrollado inicialmente por Bodin (1568) y profundizado por Hume (1752), argumenta que el nivel de precios (P) dependerá de tres causas: la cantidad de dinero en circulación (M); la velocidad de circulación del dinero (V); y el volumen de comercio en una unidad de tiempo (Q), mediante la expresión (Fisher, *The Purchasing Power of Money: Its Determination and Relation to Credit, Interest, and Crises*, 1922):

$$M \times V = P \times Q \quad [1]$$

De esta teoría se desprende que, en el supuesto de que V y Q permanezcan constantes, la cantidad de dinero en circulación es directamente proporcional al nivel de precios.

El enfoque microeconómico de Cambridge, propuesto en un comienzo por Marshall (1871) y ahondado por Pigou (1917), se basa en que la velocidad de circulación del dinero depende de las preferencias de los individuos, de los tipos de interés y del nivel de riqueza, expresado como la renta nominal. Así, la demanda de dinero individual es proporcional a la renta nominal (Pigou, 1917):

$$M = k \times p \times Y \quad [2]$$

donde M es la masa monetaria; k es la velocidad de circulación del dinero por ingresos; p son los tipos de interés; y , Y es la renta nominal. Esta teoría coincide con la ecuación de Fisher, aunque ambas parten de enfoques distintos.

Por último, Friedman (1956), padre de la nueva teoría cuantitativa del dinero, parte de que no existe una razón particular por la que los individuos demandan dinero, más bien se sustenta en las decisiones del consumidor al considerar que el dinero permite realizar transacciones. Entonces, la demanda de dinero dependerá de un conjunto de tipos de interés de otros activos y de la riqueza del individuo, que se aproxima por la renta permanente (Friedman, 1956):

$$\frac{M}{P} = f(Y_p, r, r_x, r_m, \pi) \quad [3]$$

donde Y_p es el ingreso permanente; r es el retorno esperado de los bonos; r_x es el retorno esperado de las acciones; r_m es el retorno esperado del dinero en servicios; y, π es la tasa de inflación esperada. Bajo esta perspectiva se considera que $f(x)$ es una función estable a largo plazo, que, si se aproxima al volumen de comercio sobre la velocidad de circulación del dinero, se obtendría la ecuación cuantitativa inicial de Fisher.

En la actualidad, los bancos centrales utilizan el enfoque monetario de la balanza de pagos, según el cual, la oferta de dinero de cada país puede ser resumida en:

$$M_s = a(BR + C) = a(DR + IR) \quad [4]$$

donde M_s es la masa monetaria, BR las reservas de los bancos comerciales, C el efectivo en sectores no bancarios, a el multiplicador monetario, DR las reservas domésticas, e IR las reservas internacionales. En una economía dolarizada, las variables BR y C solamente tendrán el carácter de pasivos del banco central dependiendo del nivel de reservas que mantenga el país y las canalice al sistema financiero. Por lo planteado, las reservas domésticas ya no tienen diferencia con las reservas internacionales, de tal suerte que:

$$M_s = a(BR + C) = a(R) \quad [5]$$

Todo país tiene un banco central responsable de administrar la oferta monetaria, mantener baja y estable la inflación e impulsar el crecimiento continuo de la producción nacional. Samuelson describe claramente los mecanismos de transmisión monetaria que utiliza un banco central, por medio de los cuales las variaciones en la oferta de dinero se traducen en cambios en la producción, el empleo, los precios y la inflación:



Figura 1 – Mecanismos de transmisión monetaria
(Samuelson, 1999, pág. 521)

- i. Cuando la producción crece rápidamente y se dispara el índice de inflación, aumenta la demanda de dinero desplazando la curva de la figura 2b de DD a $D'D'$, hasta un nuevo punto de equilibrio E' con tasas de interés más altas. Ante esta situación, los bancos centrales suelen tomar medidas para reducir las reservas bancarias, por ejemplo, vendiendo títulos del gobierno en el mercado abierto.
- ii. La reducción de las reservas genera una contracción de los depósitos de cuenta corriente, y, en consecuencia, de la oferta monetaria, pues contablemente ésta comprende las especies monetarias en circulación, la moneda fraccionaria y los depósitos en cuenta corriente (Banco

Central del Ecuador, 2011). En este caso se desplaza la curva de oferta monetaria de la figura 2a de O a O' .

- iii. La contracción monetaria eleva las tasas de interés, a medida que disminuye el precio de los bonos, hasta un nuevo punto de equilibrio E' en la figura 2a, y encarece el crédito, hecho que tiende a reducir los precios de los activos.
- iv. Con tasas de interés más altas y menos riqueza, el gasto en los componentes de la demanda agregada sensible a la tasa de interés, como inversión y consumo, tiende a bajar. Además, si la economía es abierta al comercio internacional, el aumento de las tasas de interés puede elevar el tipo de cambio del dólar respecto de las demás monedas, reduciéndose las exportaciones netas y provocando un déficit en la balanza de pagos.
- v. Finalmente, la escasez de dinero podría reducir las presiones sobre los precios, el ingreso, la producción, el empleo y la inflación.

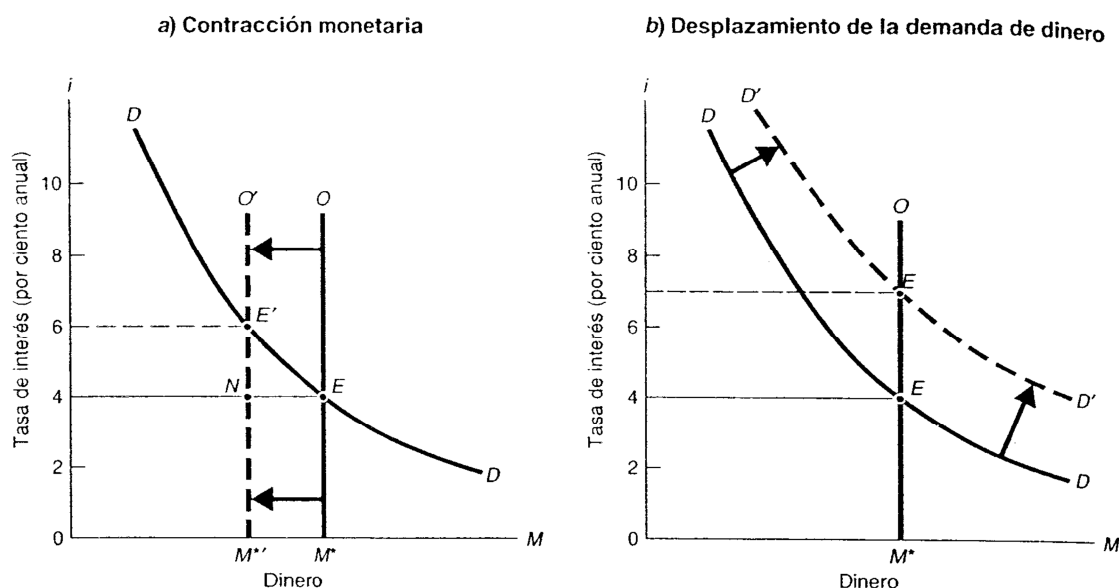


Figura 2 – Contracción monetaria y desplazamiento de la demanda de dinero
(Samuelson, 1999, pág. 524)

En síntesis, la oferta monetaria se encuentra influenciada tanto por la pretensión de los agentes económicos de conservar el dinero como por la política monetaria del gobierno. La interacción entre el público y los bancos centrales determina la tasa de interés del mercado. En una economía dolarizada cuya oferta monetaria es prácticamente fija, los mecanismos de

ajuste de la balanza de pagos tienen vital importancia en los procesos de integración monetaria.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE ENTIDADES MÁS SENSIBLES AL RIESGO

Los ingresos, el consumo y el ahorro de los hogares y del gobierno se canalizan a través del sistema financiero. Las personas, seguras de que una determinada institución salvaguardará su dinero, acuden a ella para depositar sus recursos excedentarios a cambio de recibir una retribución. Por el otro lado, la entidad financiera, confiando en que sus acreedores cumplirán con las condiciones pactadas, entrega parte de estos recursos a personas o empresas que solicitan un crédito, obteniendo, por ello, ingresos, parte de los cuales es retribuida al dueño de los recursos (Berk & Demarzo, 2008, págs. 27-31).

El estado de resultados de una compañía enlista los ingresos y los gastos incurridos durante un período de tiempo. La mayor fuente de ingresos de una institución financiera depende directamente de la tasa de interés activa (ta) y del volumen de crédito ($volc$), mientras que la mayor proporción de egresos, al contrario, está en función de la tasa de interés pasiva (tp) y de los depósitos ($vold$). La diferencia entre los ingresos por intereses, comisiones y servicios ($Ing\ int$) y los costos directos ($Gto\ int$) en que se incurre en el proceso de intermediación financiera, da como resultado el margen bruto financiero.

$$Ing\ int = ta \times volc \quad [6]$$

$$Gto\ int = tp \times vold \quad [7]$$

A este resultado se resta el gasto por provisión, registro contable que contempla una provisión general para cubrir potenciales pérdidas. El margen bruto financiero, descontado el gasto por provisión, da lugar al margen neto financiero. Si a este nivel se sustraen los gastos operativos, se obtiene el margen de intermediación. Los gastos operativos son los que genera la operación ordinaria del negocio y no se relacionan en forma directa con el proceso de intermediación financiera; incluyen los valores pagados al personal por concepto de sueldos, beneficios sociales y demás gastos administrativos.

Luego del margen de intermediación, se incluyen otras fuentes de ingresos o egresos que provienen de actividades que no son parte central del negocio de la institución financiera.

Tabla 2 - Estado de Resultados

	51	Intereses y descuentos ganados
-	41	Intereses causados
=		Margen neto intereses
+	52	Comisiones ganadas
+	54	Ingresos por servicios
-	42	Comisiones causadas
+	53	Utilidades financieras
-	43	Pérdidas financieras
=		Margen bruto financiero
-	44	Gasto por provisiones
=		Margen neto financiero
-	45	Gastos de operación
=		Margen de intermediación
+	55	Otros ingresos operacionales
-	46	Otras pérdidas operacionales
=		Margen operacional
+	56	Otros ingresos
-	47	Otros gastos y pérdidas
=		Utilidad antes de impuestos
-	48	Impuestos y participación a empleados
=		Utilidad neta

Fuente: SBS

Elaboración: la autora

El último renglón del estado de resultados muestra la utilidad neta, cuyo resultado se busca maximizar. Este flujo representaría la rentabilidad porque proviene de la diferencia entre los ingresos y los gastos totales en que incurrió la entidad en un período de tiempo.

$$Utilidad\ neta = \sum_{i=1}^n Ingresos_i - \sum_{j=1}^n Gastos_j \quad [8]$$

Entonces los ingresos y los gastos se pueden descomponer en:

$$Utilidad\ neta = (ta \times volc) + Otros\ ingresos - (tp \times vold) - Provisión - Otros\ gastos \quad [9]$$

A partir del nivel de ganancia se construyen otro tipo de razones, como la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE por sus siglas en inglés):

$$ROE = \frac{Utilidad\ neta}{Patrimonio} \quad [10]$$

A través del Método Dupont, se puede descomponer el ROE al multiplicar y dividir por los activos totales, de la siguiente manera:

$$ROE = \frac{Utilidad\ neta}{Activos} \times \frac{Activos}{Patrimonio} \quad [11]$$

Si se multiplica y se divide al primer término por los ingresos, entonces, el ROE se denota en función de algunas medidas:

$$ROE = \frac{Utilidad\ neta}{Ingresos} \times \frac{Ingresos}{Activos} \times \frac{Activos}{Patrimonio} \quad [12]$$

El primer término de la ecuación corresponde al indicador de eficacia, pues el margen de utilidad representa la ganancia que se obtuvo durante un ejercicio económico sobre el total de ingresos. El segundo término indica la generación de resultados a través del manejo de activos, es decir, el uso eficiente de los activos fijos. Y el tercer término, el multiplicador del capital, revela la capacidad de financiamiento de la institución sin necesidad de contar con recursos propios, al combinar el financiamiento productivo con el apalancamiento de recursos. Este método incluye el apalancamiento en razón de que el financiamiento con pasivos, factor preponderante en la estructura de una entidad, supone un costo financiero que reduce la rentabilidad generada por el manejo eficiente de activos.

$$ROE = Eficacia \times Eficiencia \times Apalancamiento \quad [13]$$

En definitiva, se concluye que la rentabilidad del patrimonio depende del producto de tres factores internos de una entidad financiera: eficacia, eficiencia y apalancamiento. Mediante el sistema Dupont se puede identificar el factor que originó el rendimiento más importante.

2.4 ESTRUCTURA DEL MODELO

Los intermediarios financieros canalizan recursos del público, en forma de depósitos, para colocarlos en unidades económicas deficitarias, en forma de

créditos e inversiones. El objetivo principal es financiar actividades productivas y rentables, capaces de generar empleo y crecimiento económico. Para este fin, las instituciones utilizan una serie de recursos humanos, operativos y financieros, y asumen un conjunto de riesgos.

En un contexto amplio, la palabra riesgo se deriva de su raíz latina “risicare”, que quiere decir “atreverse” o “transitar por un sendero peligroso”. En general, se le asocia con una naturaleza negativa, no obstante, alude tanto a oportunidades como a amenazas de lograr el éxito, es decir, está atado a la incertidumbre sobre eventos futuros (Lara, 2001, pág. 13).

En finanzas corporativas, el riesgo se relaciona con las pérdidas potenciales que puede sufrir una institución y la administración del riesgo se dedica al manejo o cobertura de los riesgos financieros. La Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador define a la administración de riesgos como:

*“proceso mediante el cual las instituciones del sistema financiero identifican, miden, controlan/mitigan y monitorean los riesgos inherentes al negocio, con el objeto de definir el perfil de riesgo, el grado de exposición que la institución está dispuesta a asumir en el desarrollo del negocio y los mecanismos de cobertura, para proteger los recursos propios y de terceros que se encuentren bajo su control y administración”.*¹¹

Una institución financiera puede asumir más o menos riesgos, dependiendo de su perfil. A mayor riesgo, esperaríamos mayores retornos, pero a mayor riesgo también incrementa la posibilidad de presentar pérdidas, lo que desencadenaría problemas de solvencia. El objetivo principal de la administración de una entidad financiera es asegurarse de que la exposición total de riesgo esté relacionada con la capacidad para absorber las pérdidas potenciales que se presenten y mejorar el desempeño financiero.

La interrelación e interdependencia que existe entre la economía y el sistema financiero soporta algunos riesgos. El proceso de transmisión monetaria descrito en el apartado 2.2.2 conlleva a que todo intermediario financiero

¹¹ Superintendencia de Bancos y Seguros, Codificación de Resoluciones, Libro I Normas generales para la aplicación de la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero, Título X De la gestión y administración de riesgos, Capítulo I De la gestión integral y control de riesgos, Sección I Alcance y definiciones, Artículo 2.

asuma cierto nivel de riesgo, vinculado a la lealtad por parte de sus clientes. Cuando esta lealtad se debilita, como sucedió en la época de la crisis del 99, existe una salida de capitales hacia entidades que ofrezcan mayor seguridad. Si la pérdida de confianza se generaliza a gran parte de instituciones, el sistema financiero no puede funcionar eficientemente y los recursos se dirigen hacia economías más estables, afectando inmediatamente el consumo de hogares, la producción de bienes y servicios, y el empleo.

Internamente, un retiro de depósitos de una institución financiera afecta tanto a su pasivo por la disminución de depósitos, como a su activo por la pérdida de liquidez. Esta situación hace que la entidad se vea obligada a liquidar posiciones para hacer frente a la salida de efectivo, y, en consecuencia, los principales índices se deterioran, obteniendo menor rentabilidad. Un problema de liquidez puede tornarse en un problema de solvencia cuando el ritmo de salida de recursos es mayor que la velocidad con que la entidad logra hacer efectivas sus posiciones y demás activos. En este punto pueden registrarse pérdidas que afectan a su patrimonio.

El éxito de las instituciones financieras depende de la administración eficaz, eficiente y efectiva de los recursos utilizados y de los riesgos asumidos, situación que se refleja en los estados financieros de la entidad, en la imagen externa proyectada y en los organismos de supervisión. Por esta razón, el negocio financiero es, sin duda, una gestión de riesgos.

Para identificar las entidades más sensibles al riesgo, se tomará como base el hecho de que el patrimonio de una entidad y sus índices financieros se ven seriamente afectados por la reinversión de utilidades, por la exposición al riesgo de crédito y por la influencia de los factores externos.

2.4.1 Reinversión de utilidades

Desde el año 2002, los operadores del sistema financiero se han beneficiado de un incentivo tributario que les permite obtener una reducción del 10% en la tarifa del impuesto a la renta sobre el monto reinvertido.¹² Posteriormente, se han dado nuevas reformas a esta exoneración adicionando condiciones a esta

¹² Suplemento del Registro Oficial N° 325 de 14 de mayo de 2001.

reinversión para que se efectúe sobre activos productivos, maquinaria, crédito, equipos de investigación y desarrollo, entre otros.¹³

La generación, y posterior reinversión, de utilidades estimula la expansión de la intermediación financiera a través de una mayor capitalización.

$$\text{Patrimonio}_{t+1} = \text{Patrimonio}_t + \gamma(\text{Utilidad}_t) \quad [14]$$

donde γ es el porcentaje de las utilidades que se reinvierte. Esto quiere decir que el patrimonio se verá afectado según la capacidad de generación de utilidades que presente una institución en un ejercicio y la decisión de los accionistas de que dichos recursos sean capitalizados.

En el caso del registro de pérdidas, éstas afectarán de la misma manera al patrimonio de la institución, pero en este caso, reduciéndolo. La normativa del organismo de control establece que se impondrá un programa de regularización cuando una institución del sistema financiero registre pérdidas en los dos últimos trimestres o cuando la proyección de sus negocios indique que dentro de los dos trimestres siguientes, podría caer por debajo del nivel mínimo de patrimonio técnico requerido.¹⁴

Ahora, bajo esta perspectiva, se debe esperar a que finalice un ejercicio para que las correspondientes utilidades (o pérdidas) se contabilicen en cuentas patrimoniales. Una medida de riesgo que recoge el efecto mensual del registro de utilidades (o pérdidas) es el patrimonio técnico constituido, para cuyo cálculo dentro del patrimonio técnico secundario se incluye la diferencia entre los ingresos y los gastos en los meses que no correspondan al cierre del ejercicio.¹⁵

¹³ Ley de Equidad Tributaria, Art. 92, publicada en el Suplemento del Registro Oficial N° 242 de 29 de diciembre de 2007.

¹⁴ Ley General de Instituciones del Sistema Financiero, Art 142, Capítulo I Regularización de instituciones con problemas, Título XI De la regularización y liquidación de instituciones financieras.

¹⁵ Superintendencia de Bancos y Seguros, Codificación de Resoluciones, Libro I *Normas generales para la aplicación de la LGISF*, Título V *Del patrimonio técnico*, Capítulo I *Relación entre patrimonio técnico total y los activos y contingentes ponderados por riesgo para las instituciones del sistema financiero*, Sección III *Conformación del patrimonio técnico total*.

2.4.2 Exposición al riesgo de crédito

El patrimonio de una institución también podría verse afectado por el grado de exposición al riesgo de crédito. Bajo la distribución de pérdidas de un portafolio, el riesgo de crédito se cuantifica en términos de la pérdida esperada (*PE*) y la pérdida no esperada (*PNE*). El primer concepto se relaciona con el nivel de provisiones que debe constituir una entidad financiera por cartera de crédito, mientras que el segundo concepto corresponde al capital económico. Las dos nociones componen la pérdida potencial total (*PT*). (Bluhm, Overveck, & Wagner, 2003)

$$PT = PE + PNE \quad [15]$$

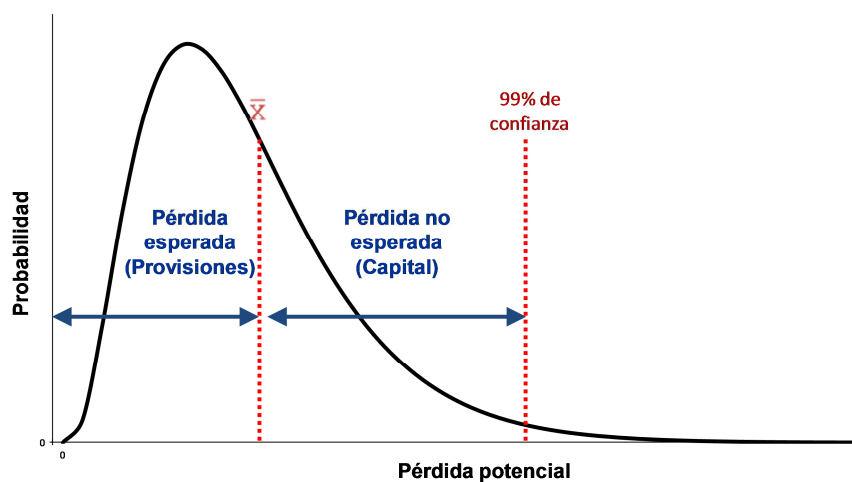


Figura 3 – Función de probabilidad de pérdidas
(Bluhm, Overveck, & Wagner, 2003, pág. 34)

De acuerdo a la función de probabilidad de pérdida, la pérdida esperada es la pérdida potencial que esperaría sufrir una entidad en un entorno normal debido al incumplimiento de algunas contrapartes en las condiciones crediticias pactadas inicialmente. De acuerdo con la metodología estándar de riesgo de crédito de Basilea II, las pérdidas esperadas (*PE*) aumentarán en función de la exposición crediticia (*EXP*), de la probabilidad de deterioro del crédito (*PI*) y de la severidad de la pérdida ($1 - r$):

$$PE = EXP \times PI \times (1 - r) \quad [16]$$

La pérdida no esperada es la máxima pérdida que enfrentaría una entidad dado un nivel de confianza, descontada la pérdida esperada. Recoge la varianza de la función de probabilidad en un período de tiempo (1 año), volatilidad que podría generar pérdidas reales muy superiores a las esperadas, dando lugar a la necesidad de capitalizar a una entidad financiera. Considerando que las tasas de recuperación son constantes, la pérdida no esperada estaría dada por:

$$PNE = \sqrt{PI(1 - PI)} \times EXP \times (1 - r) \quad [17]$$

La exposición crediticia y la probabilidad de incumplimiento se consideran procesos estocásticos porque sus valores pueden cambiar con el tiempo de una manera incierta, mientras que el término $(1 - r)$ es determinístico porque está claramente definido por el saldo del crédito adeudado por una institución al momento del incumplimiento y por la recuperación de las garantías constituidas, condiciones de certeza supuesta, por lo que se asume que solo hay un resultado posible para cada acción.

De estos conceptos se desprende que el grado de exposición al riesgo de crédito afecta a la rentabilidad y al patrimonio de una institución financiera. Como se ha visto, la pérdida esperada está en función del saldo remanente de los créditos a la fecha del incumplimiento, de su probabilidad de deterioro y de su tasa de recuperación. Una pérdida esperada más alta se traduce en mayores provisiones que disminuyen las utilidades generadas, y por ende, el patrimonio. Lo mismo sucede con la pérdida no esperada, que afecta directamente al capital económico de una institución.

2.4.3 Influencia de factores externos

La interrelación e interdependencia entre el sistema financiero privado y la economía hace que tanto los ingresos como los gastos en que incurre una entidad se vean afectados por cambios en variables de la economía nacional como: producto interno bruto, índice de precios al consumidor, salario

unificado, balanza comercial, tasas de interés referenciales; y, variables de la economía mundial como: precio del petróleo, cotización del oro, tasas de interés internacionales, componentes de la economía estadounidense.

$$\text{Ingreso} = f(\beta, \text{Factores externos}) \quad [18]$$

$$\text{Gasto} = f(\alpha, \text{Factores externos}) \quad [19]$$

Considerando que la utilidad viene dada por la diferencia entre ingresos y egresos (Ec 8), y asumiendo que una parte es reinvertida en el siguiente período (Ec 15), el patrimonio depende de la diferencia entre ingresos y gastos, y en consecuencia, se ve afectado por los factores externos.

$$\text{Patrimonio}_{t+1} = f(\beta, \alpha, \text{Patrimonio}_t, \text{Factores externos}) \quad [20]$$

El vector autorregresivo, compuesto por las variables macroeconómicas, va a determinar la interrelación que tienen los factores externos en los ingresos de las entidades del sistema financiero y, por ende, en el patrimonio. En este punto, se desarrollará un modelo de proyección que se enfocará en las dimensiones transversales, es decir, se construirán las vulnerabilidades del sector financiero privado a partir del papel de los factores específicos del país y del exterior, dependiendo de la disponibilidad de datos.

El presente estudio iniciará como un análisis correlacional porque se pretende medir el grado de relación que existe entre el sistema financiero privado y el comportamiento de la economía; y explicativo, en la medida en que se pueda determinar las causas de la relación entre las variables y su conexión con conceptos como el tipo de institución financiera, su tamaño o el segmento al que se dirige. La investigación se fundamentará en el método inductivo-deductivo, así se comprobará la hipótesis de si el sistema financiero nacional efectivamente se ve afectado por variables exógenas, en qué medida y bajo qué condiciones.

3 IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA

La aproximación al entendimiento de los fenómenos económicos y financieros descritos anteriormente desemboca en la implementación del modelo econométrico, cuyas etapas incluyen la identificación del modelo económico, la estimación de los parámetros y, el proceso de validación y contraste para la selección del mejor esquema.

En la primera etapa de identificación del modelo, se define la muestra y se analiza de manera individual cada una de las variables aleatorias que potencialmente serán parte del sistema. Luego, se utiliza la regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios como punto de partida para conocer las variables macroeconómicas y financieras que explican y determinan de mejor manera la variable dependiente, así como los parámetros estructurales que acompañan a las variables y la perturbación aleatoria.

Para la estimación del comportamiento de las variables endógenas, sobre la base del modelo econométrico especificado, en la segunda etapa se procede a aplicar la metodología de vectores autorregresivos en la que se formulan matemáticamente los parámetros del sistema de ecuaciones conformado por las variables endógenas identificadas en el modelo de regresión lineal.

Finalmente, en la tercera etapa de validación y contraste, se termina por verificar que los modelos cumplan con las propiedades que los especialistas en estadística consideran deseables, así como efectuar pruebas de bondad de ajuste sobre los modelos con el fin de seleccionar el modelo más adecuado.

Los principales criterios bajo los cuales se trabaja para la modelación econométrica son parsimonia, significatividad estadística, consistencia de la información previa, admisibilidad de los datos, estabilidad estructural y significatividad econométrica.

3.1 SELECCIÓN DE VARIABLES

3.1.1 Selección de la variable dependiente

En el apartado 2.3 se demostró, a través del Método Dupont, que el ROE depende del producto de otros factores internos de una entidad, como son la eficacia, eficiencia y apalancamiento. Por esta razón, se utilizó este indicador como variable dependiente dentro del modelo de regresión lineal.

3.1.2 Selección de la muestra

Para la estimación de modelos econométricos es recomendable trabajar con datos suficientes, donde el número de observaciones a analizar debe ser, por lo menos, igual al número de parámetros a estimar.

Adicionalmente, es de interés estudiar el comportamiento del sistema financiero ecuatoriano antes, durante y después de la crisis bancaria de 1999, acontecimiento de trascendental importancia tanto para instituciones financieras como para la economía. Por ello, es mandatorio contar con información histórica previa a este año, con el fin de calcular estimaciones válidas. La Superintendencia de Bancos y Seguros publica en su página web información de balances e índices financieros de bancos privados desde 1992 y de los demás intermediarios financieros desde 1994. En el desarrollo de la presente tesis se utilizaron datos trimestrales del período comprendido entre diciembre de 1994 y junio de 2012; es decir, alrededor de 71 observaciones. La información financiera se obtuvo de las páginas web de la Superintendencia de Bancos y Seguros, mientras que la información macroeconómica fue tomada de las páginas web del Banco Central del Ecuador, del Instituto Nacional de Estadística y Censos, y de Bloomberg.

Los actores a quienes se sometió a pruebas de tensión constituyen el conjunto de instituciones financieras privadas que al 30 de junio de 2012 se encontraban abiertas, bajo el control de la Superintendencia de Bancos y Seguros, y tenían un pasado histórico de al menos 1 año. No se consideró para este análisis aquellas instituciones que salieron del mercado hasta la fecha en mención.

3.1.3 Selección de variables explicativas financieras

Para la definición de las variables financieras que se incluyen en el desarrollo del modelo, se tomó como base los indicadores de la metodología CAMELS (Buniak, 2013), así como la definición de los índices publicados en la Codificación de Resoluciones¹⁶ y Notas Técnicas (Superintendencia de Bancos y Seguros, 2010). En este sentido, la metodología utilizada permite medir, desde un enfoque cuantitativo ex-post, el riesgo global de una entidad financiera desde las perspectivas de suficiencia de capital (C), calidad de los activos (A), eficiencia en la gestión administrativa (M), rentabilidad (E) y riesgo de liquidez (L).¹⁷ Cada uno de los factores fue construido a partir de los boletines estadísticos que publican los organismos de control.

Tabla 3 - Variables financieras

Literal	X_n	Índice	Factor
C	X_5	Cobertura patrimonial de activos improductivos	Cobertura patrimonial / Activo improductivo bruto
A	X_1	Calidad de crédito	Cartera improductiva / Cartera bruta
M	X_3	Manejo administrativo	Activos productivos / Pasivos con costo
E	X_4	Eficiencia del negocio	Ingresos ordinarios / Activo promedio
L	X_2	Índice de liquidez	Activo líquido a 90 días / Pasivo exigible

Fuente: SBS

Elaboración: la autora

Suficiencia del Capital o Patrimonio (C): Dentro de este apartado se incluyó el índice de cobertura patrimonial de activos improductivos que mide la proporción de patrimonio efectivo frente a los activos improductivos que puedan implicar pérdidas reales para la entidad. Desde el punto de vista financiero, este índice refleja la capacidad que tiene una institución para absorber pérdidas (esperadas e inesperadas) o desvalorizaciones de los activos que maneja; desde una óptica regulatoria; se trata de una medida de prudencia al resguardar los recursos entregados por los depositantes y demás acreedores; y, desde un enfoque estratégico, se pone en evidencia la expansión de la entidad y la flexibilidad de sus accionistas.

¹⁶ Cfr., Superintendencia de Bancos y Seguros, Codificación de Resoluciones, Libro I *Normas generales para la aplicación de la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero*, Título XIV *De la transparencia de la información*, Capítulo II *De la información y publicidad*, Anexo No.1.

¹⁷ Ver Anexo 1.

Calidad de los Activos (A): En la literatura se encuentra una serie de indicadores que evalúan la calidad de los activos incluyendo índices de mora, cobertura, concentración en créditos vinculados, concentración por sector económico, seguimiento y control de riesgo crediticio. Para este proyecto, se escogió uno de los índices más representativos como es la morosidad de la cartera, definida como el porcentaje de créditos que no generan renta financiera frente a la cartera total. El propósito de este indicador es determinar la cantidad de riesgo crediticio existente asociado con la cartera bruta total, dado que los créditos vencidos o que no devengan intereses podrían traducirse en pérdidas por insolvencia del cliente.

Eficiencia en la Gestión Administrativa (M): Este uno de los módulos más complejos de evaluar porque concentra componentes subjetivos de orden cualitativo, tales como las estrategias y políticas de crecimiento, desarrollo, productividad, administración y posicionamiento estratégico, cuya disponibilidad está restringida a terceros interesados en el negocio bancario, así como a los propios supervisores, quienes no suelen detectar fácilmente las falencias, tal como lo pudimos constatar en la época de la crisis financiera. A fin de evaluar el manejo administrativo de las instituciones del sistema financiero privado se escogió la relación entre los activos productivos y los pasivos con costo, cociente que permite conocer la capacidad de producir ingresos frente a la generación periódica de costos. El objetivo de este indicador es conocer cuán eficazmente se utilizan los factores de producción para dar continuidad al negocio en marcha.

Rentabilidad (E): La misión del factor de análisis y evaluación de la rentabilidad es evaluar la capacidad de una institución financiera para generar resultados operacionales a partir del giro normal del negocio, de naturaleza periódica y en cantidades suficientes, de tal suerte que pueda cubrir posibles pérdidas crediticias y se generen reservas disponibles para mantener el ritmo esperado de crecimiento. De hecho, *“la condición fundamental para que una entidad financiera sea solvente, es que necesariamente sea rentable”* (Buniak, 2013). Se escogió dentro de este grupo al indicador de eficiencia del negocio, que mide la proporción de los ingresos ordinarios con respecto al activo que

maneja la institución; esto es, el nivel de ingreso que genera el manejo de los activos.

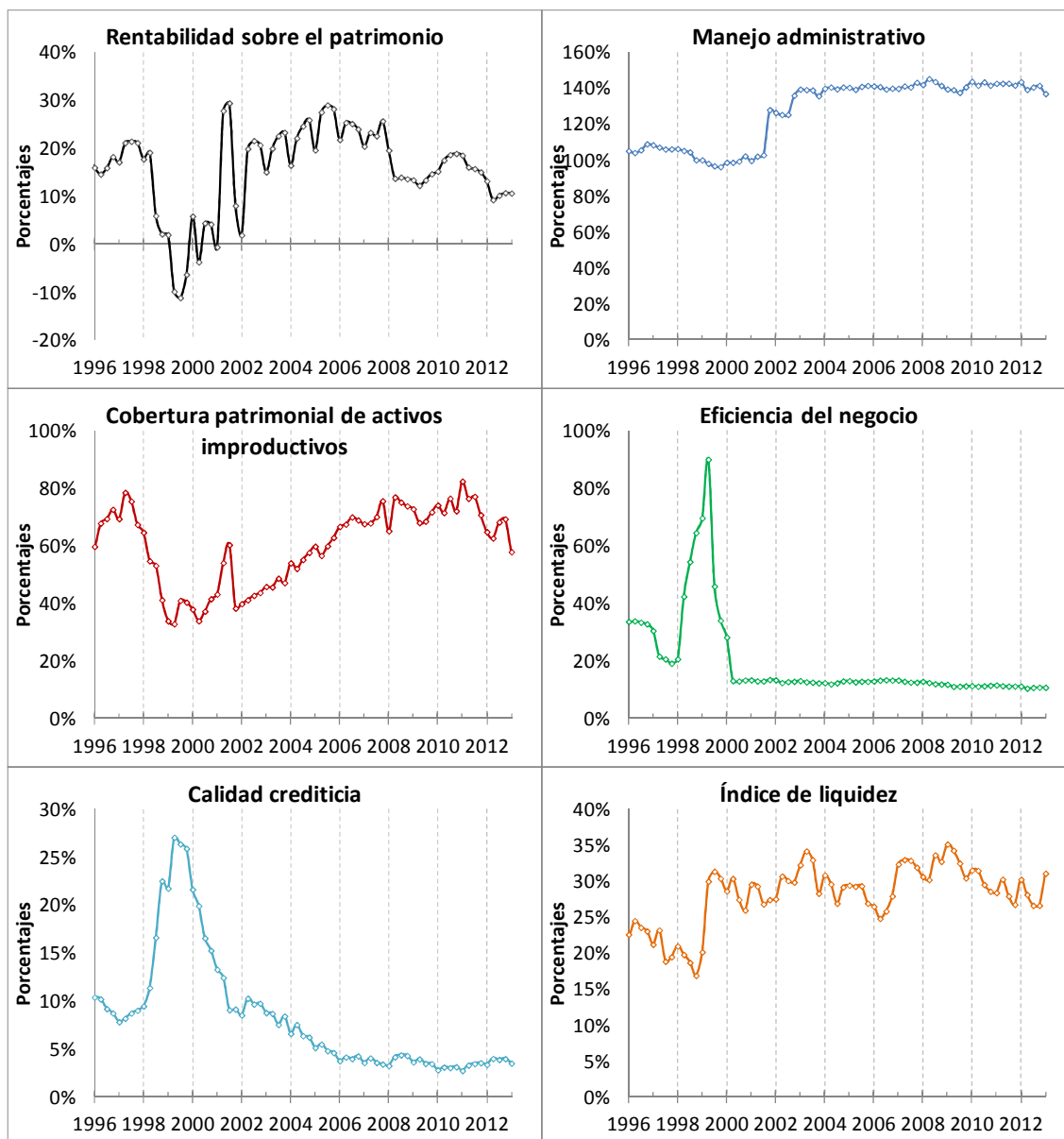


Figura 4 – Evolución de variables financieras del sistema financiero privado
Elaboración: la autora

Liquidez (L): El índice de liquidez revela la capacidad que tiene una institución financiera para atender los requerimientos de encaje, las exigencias de efectivo de sus depositantes el momento en que lo necesiten y nuevas solicitudes de crédito. Los niveles de liquidez dependen directamente de las políticas de cada institución financiera y de la estrategia de tesorería que se ha diseñado en función del grado de aversión al riesgo: algunas entidades sacrifican

rentabilidad para mantener elevados márgenes de liquidez, mientras que otras prefieren colocar los excedentes en inversiones o créditos a clientes en la búsqueda de mayores ingresos. Mediante la relación entre los fondos disponibles y el total de depósitos a corto plazo es posible conocer la magnitud de respuesta de las entidades en el corto plazo, frente a los requerimientos de efectivo de sus clientes.

3.1.4 Selección de variables explicativas macroeconómicas

Para la definición de las variables macroeconómicas a ser incluidas dentro del análisis, se tomó como referente la teoría económica presentada en las secciones anteriores. De manera preliminar, se seleccionaron variables de la economía nacional: el producto interno bruto, la formación bruta de capital fijo, el índice de precios al consumidor, la balanza comercial, el consumo de los hogares y del gobierno central; variables de la economía mundial: el precio del petróleo y la cotización del oro; y, componentes de la economía estadounidense: el índice general de precios, el producto interno bruto y la deuda pública. En este escenario, se consideró la disponibilidad y consistencia de la información.

Una vez construidas las series históricas, con el fin de evitar problemas de multicolinealidad se definieron algunos índices a partir de las variables macroeconómicas. Asimismo, se evaluó el grado de correlación existente entre ellas con el fin de seleccionar las más representativas a ser incluidas en el modelo.

Tabla 4 - Variables macroeconómicas

Economía	X_n	Índice	Factor
Ecuador	X_7	Inversión	Formación bruta de capital fijo / PIB nominal
	X_8	Consumo	Consumo de hogares / Consumo del gobierno
	X_9	Inflación	Variación anual del índice de precios al consumidor
	X_{10}	Balanza comercial	Cobertura de las exportaciones / importaciones
	X_{11}	Petróleo	Precio de petróleo / ingresos petroleros
EEUU	X_6	Endeudamiento	Deuda pública / PIB nominal

Fuente: INEC, BCE y Bloomberg

Elaboración: la autora

Inversión nacional: El grado de inversión de un país puede medirse como la formación bruta de capital fijo (FBCF), correspondiente a los flujos de inversión

en varios productos realizados por los hogares, el sector empresarial y el gobierno; es decir, muestra qué parte del valor que se incorpora a la economía se destina a inversión. La riqueza que genera una nación, en cambio, puede medirse a través del producto interno bruto (PIB), entendiéndose éste como el valor monetario total de los bienes y servicios finales producidos en un país en un período determinado de tiempo. La relación entre estos dos factores especifica qué proporción de la producción nacional se ha invertido durante un período de tiempo.

Consumo: Como se había analizado en el apartado 2.2, el consumo final de un país corresponde al valor de todos los bienes y servicios comprados por los hogares. Sin embargo, el gasto corriente total del gobierno en todos sus niveles institucionales merece, también, ser observado. En épocas de crisis el consumo de los hogares suele reducirse, mientras que el gasto de la administración central generalmente aumenta, por lo que es de gran interés estudiar la influencia de estas dos variables en el sistema financiero privado.

Inflación: La inflación es una variable relevante en una economía porque refleja el incremento generalizado de los precios de bienes y servicios durante un período de tiempo determinado bajo un mismo sistema monetario. Cuando el nivel general de precios sube, se puede adquirir menos cantidad de bienes y servicios con una misma unidad monetaria; esto quiere decir que el valor real de la moneda es inferior. Para efectos de este análisis se ha escogido como medida de inflación la variación anual del índice general de precios al consumidor (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2013).

Cobertura de la balanza comercial: El comercio internacional es uno de los ejes fundamentales para el dinamismo del mercado en la era de globalización por los beneficios que ofrece: permite aprovechar economías de escala, fomenta la competencia y la especialización internacional, faculta diferenciar los productos y mejorar su calidad, diversificar el riesgo, entre los más importantes. En este sentido, la cobertura de la balanza comercial indica la proporción de las importaciones que pueden pagarse con el saldo de las exportaciones en un período de tiempo. Un nivel de cobertura de la balanza comercial mayor que 1 significa un intercambio mundial favorable; en otras

palabras, se enviaron al exterior mayor cantidad de bienes y servicios producidos en el país, comparados con aquellos que se trajeron desde el exterior; mientras que una tasa menor que 1 expresa un déficit de balanza comercial porque en este caso las exportaciones fueron inferiores a las importaciones.

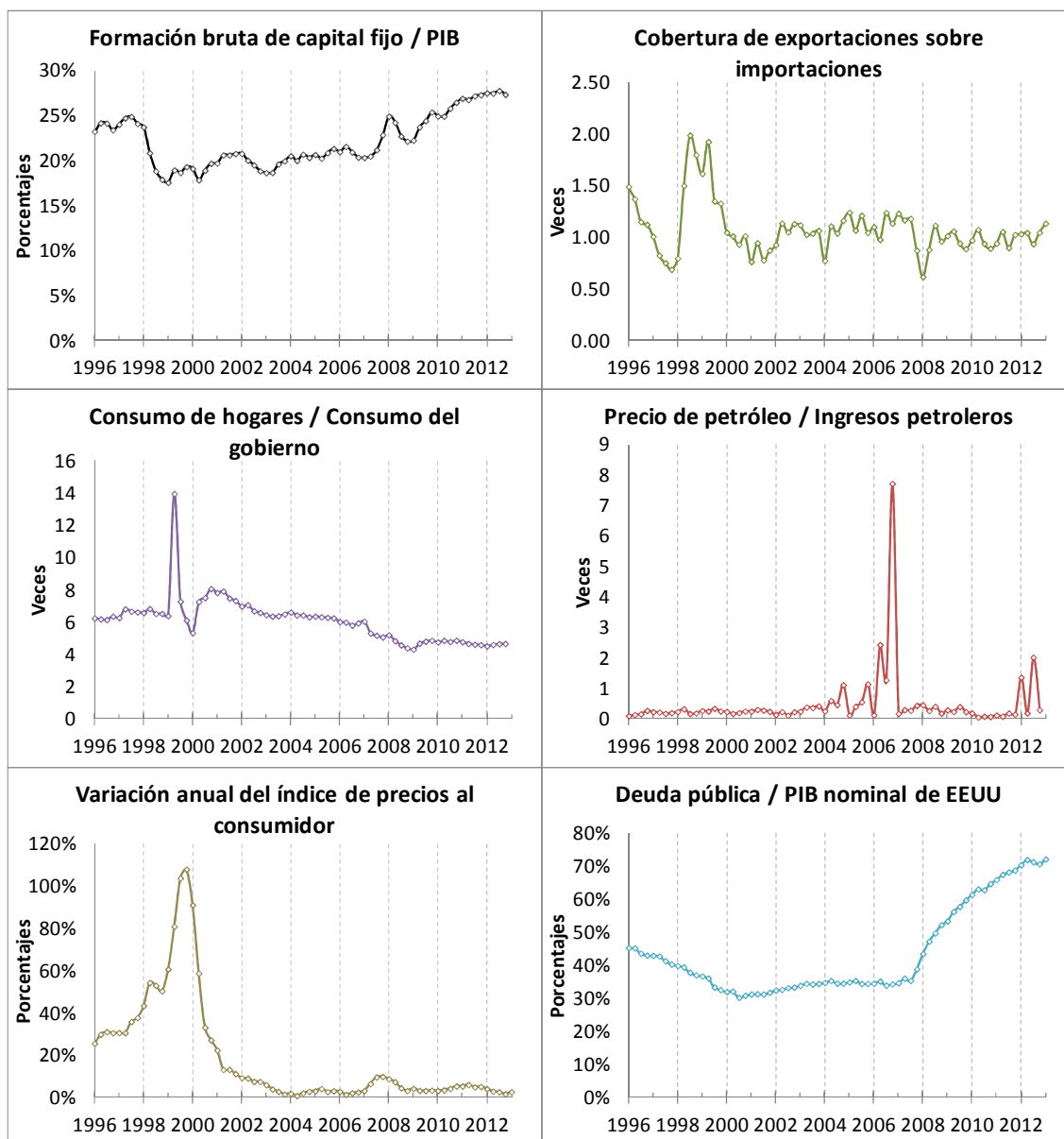


Figura 5 – Evolución de variables macroeconómicas

Elaboración: la autora

Petróleo: Desde la década de los 70, Ecuador es un país predominantemente petrolero. Pese a las diversas medidas de política monetaria, crediticia y cambiaria que se han tomado a lo largo de nuestra historia, aún somos vulnerables ante los cambios en los precios del crudo en el mercado mundial.

Si se mantiene la producción constante, el precio internacional del petróleo es directamente proporcional a los ingresos petroleros obtenidos. Por esta razón, se incluyó como variable independiente la relación entre el precio internacional del petróleo (*West Texas Intermediate - WTI*) y los ingresos petroleros ecuatorianos.

Endeudamiento estadounidense: Para verificar la hipótesis acerca de si las variables del entorno económico mundial afectan a la solvencia de las instituciones ecuatorianas se tomó como variable de análisis el grado de endeudamiento de los Estados Unidos. Durante los últimos años, esta variable se ha tornado crítica en respuesta a los altos techos de deuda autorizados. Este componente se mide a partir de las obligaciones pendientes del Gobierno Federal de los Estados Unidos expresadas en términos del PIB. La deuda pública estadounidense incluye la deuda en poder del público y las tenencias intragubernamentales.

3.1.5 Definición de parámetros estructurales

Además de las variables cuantitativas explicadas en los apartados anteriores, se utilizó el modelo con variables ficticias con el fin de identificar la estacionalidad, el cambio estructural y los valores extremos que pudiera presentar la serie temporal de la variable dependiente. La incorporación de este tipo de variables artificiales responde a la necesidad de ajustarse a los contrastes de hipótesis sustanciales.

Tabla 5 - Parámetros estructurales

Criterio	Variable	Descripción
Estacionalidad	seas(n)	Estacionalidad en trimestre n
Cambio estructural	estpos	Cambio estructural positivo
	estneg	Cambio estructural negativo
Valores extremos	outpos n	Valor extremo superior a la media más n desvíos estándar
	outneg n	Valor extremo inferior a la media menos n desvíos estándar

Fuente y elaboración: la autora

Estacionalidad: Se observó que, en algunos casos, la variable dependiente fluctúa de forma regular durante el período de análisis, es decir, los datos de un mismo trimestre tienden a ubicarse de forma parecida con respecto al promedio

anual.¹⁸ Entonces, se consideraron variables binarias para estacionalidad trimestral que asumen el valor de 1 si la serie presenta un perfil estacional, caso contrario se asumen iguales a 0.

$$seas(n) = \begin{cases} 1 & \text{si estacionalidad en trimestre } n \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \quad [21]$$

En el modelo de regresión lineal se incluyeron las variables de estacionalidad de los trimestres 2, 3 y 4 para reconocer los trimestres del año que exhiben comportamientos similares.

Cambio estructural: Un cambio en la estructura de una serie temporal establece un comportamiento diferente del modelo para distintas partes de la muestra. Esto quiere decir que todos o algunos de los coeficientes de la regresión lineal no se mantienen constantes para todo el período muestral. En nuestra economía, los cambios estructurales suelen estar provocados por cambios institucionales, normativos o hechos exógenos no recogidos en el modelo y que acontecen de una forma puntual.

Para evaluar si existe un cambio estructural en cada uno de los períodos de la variable dependiente se utilizó la prueba de Chow. Bajo la hipótesis nula de que no existe cambio estructural, la prueba compara la suma de los residuos cuadráticos obtenidos al ajustar una sola ecuación a la muestra total, con respecto a la suma de los residuos cuadráticos obtenidos cuando varias ecuaciones separadas se ajustan a cada submuestra de datos.¹⁹ Matemáticamente, el cambio estructural se mide a través del estadístico F que sigue una distribución del mismo nombre si los errores son independientes e idénticamente distribuidos bajo una normal:

$$F = \frac{(\bar{\varepsilon}'\bar{\varepsilon} - (\varepsilon_1'\varepsilon_1 + \varepsilon_2'\varepsilon_2))/k}{(\varepsilon_1'\varepsilon_1 + \varepsilon_2'\varepsilon_2)/(T - 2k)} \quad [22]$$

donde $\bar{\varepsilon}'\bar{\varepsilon}$ es la suma de residuos al cuadrado, $\varepsilon_i'\varepsilon_i$ es la suma de residuos al cuadrado de la submuestra i , T es el número total de observaciones y k es el número de parámetros en la ecuación. Intuitivamente, si no existe cambio

¹⁸ Cfr., Notas tomadas del Curso de Series Temporales de la Maestría en Riesgo Financiero.

¹⁹ La muestra se divide en dos submuestras donde cada una tiene que contener más observaciones que el número de coeficientes en la ecuación, de tal manera que la ecuación pueda ser estimada.

estructural, la suma de los residuos al cuadrado de las submuestras ($\varepsilon_1' \varepsilon_1 + \varepsilon_2' \varepsilon_2$) debe ser igual a la suma de los residuos al cuadrado de la estimación de la muestra total. Entonces, F debe ser cero. Entre más alto sea el valor calculado del estadístico F, más restrictivo es el supuesto de que los coeficientes son iguales. Cuando se cumple la desigualdad probabilística $Prob(F < X_\alpha^2) = 1 - \alpha$, se acepta la hipótesis nula con una probabilidad del 95%, lo quiere decir que no existe un cambio estructural en los residuos del modelo. (Enders, 2010, págs. 104-105)

Luego de llevar a cabo la prueba de cambio estructural de Chow en la variable dependiente, se incluyeron dos variables dummy. La primera toma el valor de 1 cuando existe un cambio estructural en un determinado trimestre y los residuos son positivos; y, 0 en el resto de la muestra. La segunda toma el valor de 1 cuando existe un cambio estructural en un determinado trimestre y los residuos son negativos; y, 0 en el resto de la muestra.

$$estpos = \begin{cases} 1 & \text{si } (Prob(F < X_\alpha^2) \neq 1 - \alpha) \wedge (residuo_t > 0) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$estneg = \begin{cases} 1 & \text{si } (Prob(F < X_\alpha^2) \neq 1 - \alpha) \wedge (residuo_t < 0) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

[23]

Valores extremos: En ciertos períodos de tiempo y para determinadas instituciones financieras, el comportamiento de la variable dependiente no es razonable por diversas circunstancias, como lo fue la época de la crisis, por ejemplo. En estos casos, los residuos del modelo de regresión lineal no se ajustan a una curva de Gauss y/o no son homoscedásticos, razón por la cual, se agregó variables de intervención para resaltar la presencia de valores extremos o *outliers* en los residuos.

De esta manera se calcularon tres variables dummy positivas y tres negativas, de ser necesario, que toman el valor de 1 en aquellos trimestres en donde el residuo está fuera del intervalo $[\varepsilon - 3\sigma_\varepsilon, \varepsilon + 3\sigma_\varepsilon]$ en una primera corrida, $[\varepsilon - 2\sigma_\varepsilon, \varepsilon + 2\sigma_\varepsilon]$ en una segunda corrida, y $[\varepsilon - \sigma_\varepsilon, \varepsilon + \sigma_\varepsilon]$ en una tercera corrida, caso contrario toman el valor de 0. En el intervalo $[\varepsilon - 3\sigma_\varepsilon, \varepsilon + 3\sigma_\varepsilon]$ se encuentra aproximadamente el 99,73% de los datos; en el intervalo $[\varepsilon -$

$2\sigma_\varepsilon, \varepsilon + 2\sigma_\varepsilon]$ el 95,44% de los datos; y, en el intervalo $[\varepsilon - \sigma_\varepsilon, \varepsilon + \sigma_\varepsilon]$ el 68,26% de la distribución.

$$\begin{aligned}
 outpos1 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t > (\sigma_{se} \times 2,33) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \\
 outneg1 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t < (-\sigma_{se} \times 2,33) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \\
 outpos2 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t > (\sigma_{se} \times 1,96) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \\
 outneg2 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t < (-\sigma_{se} \times 1,96) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \\
 outpos3 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t > (\sigma_{se} \times 1,5) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases} \\
 outneg3 &= \begin{cases} 1 & \text{si } \varepsilon_t < (-\sigma_{se} \times 1,5) \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}
 \end{aligned}
 \tag{24}$$

3.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS Y SELECCIÓN DEL MEJOR MODELO

3.2.1 Modelo de regresión lineal

Una vez definidas las variables independientes que podrían describir de mejor manera el comportamiento de la variable explicada, se utilizó el análisis de regresión lineal con el fin de determinar cuáles de estas variables son relevantes porque explican de mejor manera la variable dependiente de una institución determinada. Pese a que este método de estimación es solamente uno de los posibles, se lo utilizó por razones de simplicidad y para guardar congruencia con la técnica de vectores autorregresivos, que utiliza múltiples ecuaciones lineales para pronosticar los valores de las variables.

El proceso utilizado para la construcción del modelo de regresión lineal se resume en la siguiente figura.

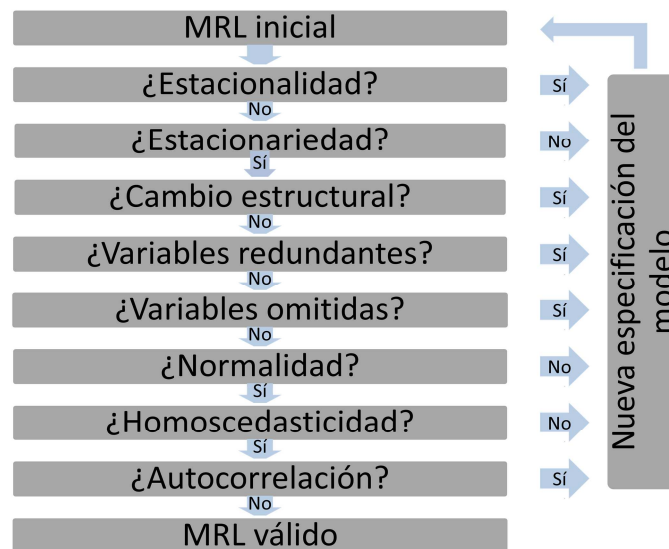


Figura 6 – Flujograma del modelo de regresión lineal
Elaboración: la autora

El objetivo principal de la regresión es estimar el valor medio de la variable dependiente, dados los valores de las variables independientes, y predecir el valor de la variable dependiente más allá de la muestra. Matemáticamente, la función de regresión lineal de la población está dada por:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t \quad [25]$$

donde Y_t es la variable dependiente, X_{kt} es el vector de variables explicativas, β_0 es la intersección o término constante, β_k es el vector de parámetros que miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre la variable dependiente, y ε_t es el término de error estocástico. La perturbación aleatoria puede representar errores de medición o la influencia de aquellas variables que no se incluyen de forma explícita en el modelo, y aún si se incorporaran todas las variables relevantes siempre existirá cierta aleatoriedad intrínseca. (Gujarati, 2010, págs. 188-191)

Ahora, para estimar los parámetros de la población se toma en cuenta el concepto de función de regresión de la muestra:

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_k X_{kt} + \hat{\varepsilon}_t \quad [26]$$

donde, \hat{Y}_t es el estimador de la variable dependiente, $\hat{\beta}$ es el vector de estimadores del coeficiente de las variables explicativas y $\hat{\varepsilon}_t$ el término residual, análogo a ε_t y considerado como un estimador del mismo.

Aunque existen varios métodos para obtener la función de regresión de la muestra como un estimador de la auténtica función de regresión de la población, el método utilizado con mayor frecuencia es el de los mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Partiendo de que los residuos pueden escribirse como la diferencia entre el valor real y el estimado de Y , $\hat{\varepsilon}_t = Y_t - \hat{Y}_t$, entonces $\hat{\varepsilon}_t = Y_t - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_k X_{kt})$.

La mejor forma de estimación consiste en elegir $\hat{\beta}$ de tal forma que los residuos $\hat{\varepsilon}_t$ sean lo más pequeños posible, es decir, $\hat{\beta}'_{MCO} = \text{Min}(\varepsilon' \varepsilon)$. Si el valor medio de los residuos $\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_t}{n}$ tiende a cero, se comprueba la exactitud aritmética de los cálculos. Algebraicamente,

$$\begin{aligned} \text{Min}(\varepsilon' \varepsilon) &= \text{Min} \left((Y - X\hat{\beta})'(Y - X\hat{\beta}) \right) \\ &= \text{Min}(Y'Y - Y'X\hat{\beta} - X'\hat{\beta}'Y + X'\hat{\beta}'X\hat{\beta}) \\ &= \text{Min}(Y'Y - 2\hat{\beta}'X'Y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta}) \end{aligned} \quad [27]$$

Para resolver la minimización, se utiliza el cálculo diferencial²⁰:

$$\begin{aligned} \text{Min}(\varepsilon' \varepsilon) &= \frac{\partial(\varepsilon' \varepsilon)}{\partial \hat{\beta}} = 0 \\ \frac{\partial(Y'Y - 2\hat{\beta}'X'Y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta})}{\partial \hat{\beta}} &= 0 \\ 0 - 2X'Y + 2X'X\hat{\beta} &= 0 \end{aligned} \quad [28]$$

Entonces, el estimador MCO de β' está dado por:

$$\hat{\beta}'_{MCO} = \text{Min}(\varepsilon' \varepsilon) = (X'X)^{-1}X'Y \quad [29]$$

Es importante averiguar hasta qué punto la función de regresión de la muestra obtenida por el método de MCO constituye un buen estimador de la auténtica función de regresión de la población, para lo cual se plantearon algunas pruebas de hipótesis y medidas de bondad de ajuste. El principal objetivo es

²⁰ Para cualquier par de matrices A y B se cumple que $\partial(A'BA)/\partial A = 2BA = 2A'B$.

estimar la función de regresión de la población a partir de la función de regresión de la muestra. El teorema de Gauss-Markov contempla que, un estimador de mínimos cuadrados, $\hat{\beta}'_{MCO}$, tiene la propiedad del mejor estimador lineal insesgado (MELI), si cumple estas propiedades óptimas (Gujarati, 2010, págs. 71-73,100-102):

- **Linealidad:** un estimador es lineal si es una función lineal de una variable aleatoria. $\hat{\beta}$ es un estimador lineal porque es una función lineal de la variable dependiente Y del modelo de regresión, $\hat{\beta} = \sum XY / \sum X^2 = \sum kY$ donde $k = X / \sum X^2$.
- **Ausencia de sesgo:** el sesgo de un estimador $\hat{\beta}$ es la diferencia entre su valor esperado $E(\hat{\beta})$ y su valor verdadero β . Cuando el valor esperado de un estimador del parámetro de una población coincide con el auténtico valor del parámetro, se dice que este estimador es un estimador insesgado de dicho parámetro. Entonces, un estimador, $\hat{\beta}$, es insesgado de β , si $E(\hat{\beta}) = \beta$.
- **Varianza mínima:** la varianza de un estimador $\hat{\beta}$ está dada por $Var(\hat{\beta}) = E[(\hat{\beta} - E(\hat{\beta}))^2]$. Un estimador es de varianza mínima si su varianza es menor que la de cualquier otro estimador insesgado del parámetro. Cuando se conoce la distribución de probabilidad de un estimador, se pueden construir intervalos de confianza para el verdadero valor del parámetro desconocido. Entre menor sea la varianza del estimador, menor será el intervalo de confianza y menor será el rango de posibles valores del parámetro a un nivel de confianza dado.
- **Consistencia:** un estimador es consistente si converge en probabilidad hacia su verdadero valor poblacional a medida que el tamaño de la muestra, n , aumenta; es decir: $\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\hat{\beta}_n - c| > \varepsilon) = 0$.

Un estimador insesgado con varianza mínima se conoce como estimador eficiente. Siempre se escogerá el estimador de menor error cuadrático medio, definido por $ECM(\hat{\beta}) = E[(\hat{\beta} - \beta)^2]$, estadístico que conjuga el sesgo de un

estimador con su varianza. Restando y sumando $E(\hat{\beta})$ se tiene $ECM(\hat{\beta}) = E\left[(\hat{\beta} - E(\hat{\beta})) + (E(\hat{\beta}) - \beta)\right]^2 = E\left[(\hat{\beta} - E(\hat{\beta}))^2\right] + E\left[(E(\hat{\beta}) - \beta)^2\right]$.

Así, $ECM(\hat{\beta}) = Var(\hat{\beta}) + [Sesgo(\hat{\beta})]^2$, lo que determina que si un estimador es insesgado, su error cuadrático medio y su varianza coinciden.

3.2.2 Parámetros del modelo de regresión

Para la construcción de la ecuación del análisis de regresión lineal, se utilizó el método “paso a paso hacia adelante” (*stepwise-forwards*), que selecciona del conjunto de variables independientes, aquellas que más y mejor expliquen la variable dependiente. Este método implica empezar la ecuación sin regresores e introducir, “paso a paso”, cada una de las variables. Se prueba la adición de cada variable añadiendo aquella cuyo p-valor sea menor a 0,05. A continuación se valora si los regresores de la ecuación cumplen con este límite seleccionado, y de no hacerlo, se retiran de la ecuación. Por último, se estiman los parámetros del modelo verificado. Se inicia nuevamente la rutina con la inclusión de la siguiente variable, la valoración de la bondad de ajuste de la regresión y la estimación de los parámetros del modelo verificado. El ciclo termina cuando no queda ninguna variable fuera de la ecuación que satisfaga el criterio de selección o de eliminación.

Se consideró una probabilidad de 95% de que los parámetros a estimar se encuentren en el intervalo de confianza. Además, se fijó un límite al número de pasos igual al doble del número de variables independientes. Las variables independientes se incluyeron en el análisis de regresión lineal hasta con un rezago.

Los resultados de los coeficientes y la probabilidad del modelo de regresión lineal para las variables financieras, para cada institución financiera en particular, se incluyen en los Anexos 3.2.1 y 3.2.2.

Constante: El primer coeficiente de la ecuación de regresión corresponde al origen o β_0 . En el desarrollo de esta tesis se trabajó paralelamente con dos modelos de regresión: en el primero se incluyó el término constante para todas las entidades financieras y en el segundo se omitió el mismo. Al final se eligió el mejor modelo en base a los distintos criterios de selección.

En la regresión sin término constante se supone que los efectos individuales de las variables incluidas en la perturbación aleatoria tienden a compensarse en el término medio; por ende, su valor esperado es cero. Del total de 75 instituciones financieras analizadas, el modelo de regresión presentó mejores resultados, al incluir el origen en 36 entidades. Al analizar la magnitud de sus coeficientes, se observa que éstos son representativos en aproximadamente la mitad de entidades.

Tabla 6 - Constante
(Número de entidades)

Variable	Constante (β_0)
Bancos privados	14
Cooperativas	12
Mutualistas	4
Tarjetas de crédito	0
Sociedades financieras	4
TOTAL	36

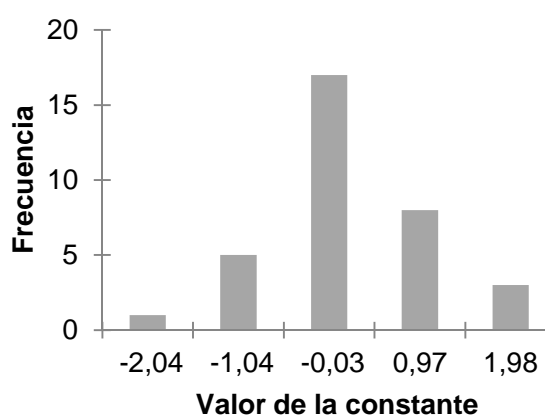


Figura 7 – Histograma de frecuencias
Elaboración: la autora

Variables financieras: El análisis de regresión lineal individual arrojó los siguientes resultados en lo que respecta a las variables financieras utilizadas para cada una de las instituciones, con un nivel de confianza del 95%:

- Frente a una disminución de 1 punto porcentual en la tasa de morosidad de la cartera bruta total (x_1), la rentabilidad sobre el patrimonio de las entidades aumentaría en aproximadamente 1,7 puntos porcentuales en las ecuaciones que contemplan este indicador. Estos resultados señalan que los beneficios que generan las instituciones financieras estarían determinados por el nivel de morosidad de los créditos otorgados a sus clientes. Por ende, una adecuada calidad del crédito influiría

- positivamente a la generación de utilidades, mientras que una cartera vencida elevada afectaría negativamente la obtención de beneficios.
- Un incremento de 1 punto porcentual en el índice de eficiencia (X_4) provocaría un aumento más que proporcional, de aproximadamente 1,6 puntos porcentuales, en el ROE de las instituciones financieras privadas. Todos los coeficientes de esta variable fueron positivos, situación que se traduce a que entre más eficiente sea el manejo de recursos por parte de un intermediario, mayores retornos sobre la inversión podrá alcanzar.
 - El índice de liquidez (X_2) refleja coeficientes negativos en las ecuaciones, lo que indicaría que una reducción de 1 punto porcentual en los activos líquidos a 90 días comparados con los pasivos exigibles, afectaría positivamente la rentabilidad en 0,6 puntos porcentuales; de hecho, en este caso se dispondría de mayores recursos productivos que generen rendimiento. Sin embargo, un grupo pequeño de entidades presentan en sus ecuaciones coeficientes positivos para el índice de liquidez, evidenciando que un incremento de 1 punto porcentual en este indicador ocasionaría el aumento de alrededor de 0,13 puntos porcentuales en el ROE.
 - Ante una variación positiva de 1 punto porcentual en la cobertura patrimonial de activos improductivos (X_5), el retorno sobre el capital variará en aproximadamente 0,20 puntos porcentuales. Esta variable aparece en un gran número de ecuaciones, pero registra coeficientes inferiores a 1, lo que indica que el nivel patrimonial con el que una entidad financiera cubre sus activos improductivos provocaría un aumento menos que proporcional en la rentabilidad sobre el patrimonio.
 - Por último, paralelamente a un crecimiento de 1 punto porcentual en el manejo administrativo (X_3), el ROE de las entidades se incrementaría en apenas 0,03 puntos porcentuales, siendo la variable financiera menos significativa de las utilizadas en el análisis de regresión lineal.

VARIABLES MACROECONÓMICAS: Según el modelo de regresión lineal para cada una de las instituciones financieras, los efectos de las variables macroeconómicas en la variable dependiente se presentan a continuación, bajo un nivel de confianza del 95%:

- La formación bruta de capital fijo del Ecuador (X_7), expresada en términos del PIB nominal, contribuiría a generar mayores utilidades en el sistema financiero privado. Por cada punto porcentual de incremento en la inversión nacional comparada con el PIB, las instituciones financieras se beneficiarían de aproximadamente 1,7 puntos porcentuales en la variable endógena.
- Al aislar los efectos de las demás variables explicativas, un incremento de un punto en la deuda pública de los Estados Unidos (X_6) comparada con su PIB nominal, originaría una reducción de alrededor de 1 punto porcentual en la rentabilidad sobre el patrimonio de algunas entidades financieras ecuatorianas. Al contrario, el sobreendeudamiento estadounidense perjudicaría la rentabilidad del sistema financiero ecuatoriano en la misma proporción.
- Si la relación entre el consumo de los hogares con respecto al consumo del gobierno (X_8) disminuye en un punto, el sistema financiero percibiría cerca de 0,04 puntos porcentuales en su ROE. El signo del coeficiente de esta variable macroeconómica indica que se generaría rentabilidad en las entidades privadas el momento en que el consumo del gobierno aumente en mayor proporción que el consumo de los hogares.
- Un movimiento de 1 punto en la cobertura de la balanza comercial (X_{10}) causaría el aumento de casi 0,17 puntos porcentuales en la rentabilidad de los intermediarios financieros. Esto quiere decir que la expansión de las exportaciones en mayor proporción que el crecimiento de las importaciones, proporcionaría beneficios para las instituciones privadas.
- La variación positiva de 1 punto en el índice de precios al consumidor (X_9) promovería la disminución de aproximadamente 0,01 puntos porcentuales en la rentabilidad sobre el patrimonio de las instituciones financieras privadas. Si bien el efecto de los movimientos de la inflación

en la variable dependiente es leve, este indicador aparece en un gran número de ecuaciones del modelo de regresión.

- Por último, los movimientos del precio del petróleo (X_{11}) en el mercado internacional también afectarían los niveles de rentabilidad del sistema financiero ecuatoriano, aunque en menor proporción que las demás variables macroeconómicas. Una subida de 1 punto en el precio del crudo, medido en relación a los ingresos petroleros, repercutiría en el ROE en alrededor de 0,01 puntos porcentuales.

Parámetros estructurales: En lo concerniente a los parámetros estructurales incluidos en los modelos, el análisis de regresión lineal individual desplegó los siguientes resultados, con un nivel de confianza del 95%:

- El modelo de regresión lineal recogió la estacionalidad del cuarto trimestre en 24 entidades, en las cuales su rentabilidad sobre el patrimonio en este trimestre podría disminuir hasta en 0,12 puntos porcentuales. Se evidenció también que en 5 instituciones en el tercer trimestre el ROE podría ser superior hasta en 0,12 puntos porcentuales comparado con los demás períodos del año y en el segundo trimestre hasta en 0,08 puntos porcentuales en 6 intermediarios.
- Un cambio estructural negativo reduciría en 0,16 puntos porcentuales la rentabilidad sobre el patrimonio de las instituciones financieras. Este cambio en el comportamiento se dio especialmente durante los años 1998 y 1999, etapa anterior a la crisis financiera ecuatoriana. Al contrario, un cambio estructural positivo aumentaría en alrededor de 0,45 puntos porcentuales al ROE, evidente en trimestres posteriores a la crisis, que correspondería a la etapa de recuperación o a circunstancias particulares de cada institución financiera.
- El análisis de regresión identificó 19 entidades en cuyas ecuaciones fue necesario introducir una variable binaria negativa porque los residuos del modelo se encontraron por debajo de $[\varepsilon - 3\sigma_\varepsilon]$, 12 instituciones fuera de $[\varepsilon - 2\sigma_\varepsilon]$ y 12 entidades fuera de $[\varepsilon - \sigma_\varepsilon]$, provocando una disminución de hasta 0,13 puntos porcentuales en el rendimiento de la inversión. Asimismo, fue preciso introducir en 16 instituciones una variable de

intervención positiva para los residuos que se situaron sobre $[\varepsilon + 3\sigma_\varepsilon]$, en 12 entidades los residuos fueron superiores a $[\varepsilon + 2\sigma_\varepsilon]$ y en 14 intermediarios fueron mayores a $[\varepsilon + \sigma_\varepsilon]$, afectando positivamente al ROE en hasta 1,9 puntos porcentuales.

La inclusión de parámetros estructurales en la estimación mínimo cuadrática de los residuos permitió que la varianza total de la serie se vea reducida y se admita estimar el modelo mediante MCO. Asimismo, con la introducción de variables ficticias para los valores extremos en los casos en los que fue necesario, las perturbaciones aleatorias del modelo de regresión lineal de todas las instituciones financieras se sujetan a los principios de normalidad y homoscedasticidad. En consecuencia, se pueden utilizar sin problema los estadísticos habituales para efectuar contrastes de hipótesis tales como t-Student o F-Snedecor, por lo que el modelo utilizado es válido.

3.2.3 Pruebas de bondad de ajuste de las variables explicativas

Estacionariedad

Un proceso estocástico es estacionario cuando al realizar un mismo desplazamiento en el tiempo de una variable con cualquier distribución conjunta finita, resulta que esta distribución no varía. En otras palabras, la media y la varianza son constantes a lo largo del tiempo. Simbólicamente, la serie temporal Y_t es estacionaria si cumple las siguientes condiciones para todo t y $t - s$ (Enders, 2010, págs. 53-57):

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= E(Y_{t-s}) = \mu \\ E(Y_t - \mu)^2 &= E(Y_{t-s} - \mu)^2 = \sigma_y^2 \end{aligned} \quad [30]$$

Cuando la media y todas las autocovarianzas dependen únicamente de la distancia, o retardo, y no del tiempo, se dice que el proceso es débilmente estacionario. En este caso:

$$E[(Y_t - \mu)(Y_{t-s} - \mu)] = E[(Y_{t-j} - \mu)(Y_{t-j-s} - \mu)] = \gamma_s \quad [31]$$

Generalmente, las series económicas presentan un componente tendencial determinista que tiene efectos permanentes sobre la serie temporal. Una

caminata aleatoria $Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$, donde se asume que ε_t es ruido blanco, no es estacionaria porque está condicionada al tiempo y la varianza se incrementa con el paso de éste. Sin embargo, la primera diferencia de Y_t sí es estacionaria: $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = (1 - L)Y_t = \varepsilon_t$.²¹ Para que un proceso autorregresivo sea estacionario, el polinomio en el operador de retardos $\phi_p(L)$ asociados al proceso tiene que ser estable, es decir, al calcular las raíces del polinomio $\phi_p(L) = (1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) = 0$, éstas tienen que caer fuera del círculo unidad.

Para determinar si una serie es estacionaria, se optó por el procedimiento econométrico de Philips-Perron (1989) que desarrolló la prueba de raíz unitaria en presencia de un cambio estructural en el periodo de tiempo $t = \gamma + 1$. El autor estima el coeficiente del proceso autorregresivo, después de sustraer Y_{t-1} a los dos lados de la ecuación, de tal forma que $\Delta Y_t = \alpha Y_{t-1} + \mu D_p + \varepsilon_t$ donde el coeficiente $\alpha = \rho - 1$. La variable D_p representa una variable dummy de pulso tal que $D_p = 1$ si $t = \gamma + 1$ o $D_p = 0$ caso contrario. Como hipótesis nula plantea la presencia de raíz unitaria $H_0: \alpha = 0$ frente a la hipótesis alternativa $H_1: \alpha < 0$, y se evalúa utilizando el cociente:

$$\bar{t}_\alpha = t_\alpha \left(\frac{\gamma_0}{f_0} \right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)(se(\hat{\alpha}))}{2f_0^{1/2} S} \quad [32]$$

donde $\hat{\alpha}$ es el estimador de α , t_α es el cociente convencional de α , $se(\hat{\alpha})$ es el error estándar de la regresión, γ_0 es un estimador de la varianza del error y f_0 es el estimador del espectro residual de frecuencia cero. Este método modifica el cociente convencional t_α de tal manera que la correlación serial no afecte la distribución asintótica del estadístico. (Enders, 2010, págs. 229-232)

²¹ Una serie estacionaria diferenciada se dice que está *integrada* y se denota por $l(d)$, donde d es el orden de integración, o el número de operaciones de diferenciación que lleva a obtener la serie estacionaria.

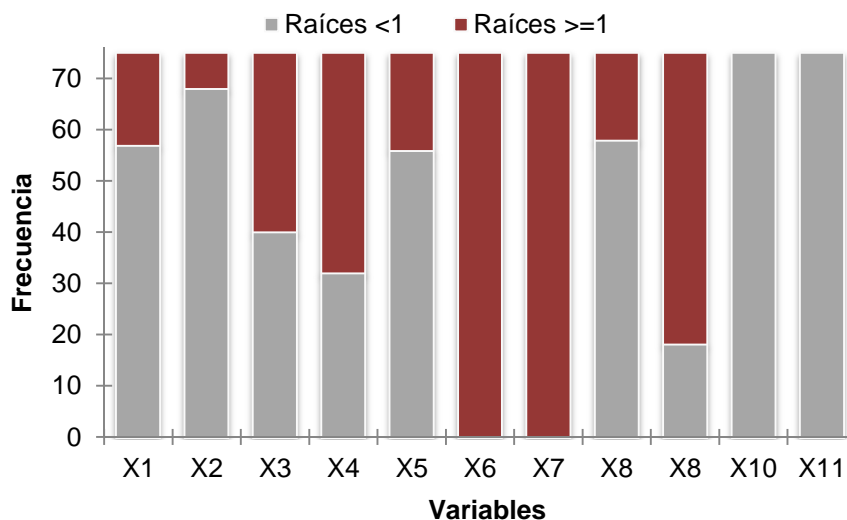


Figura 8 – Presencia de estacionariedad en variables independientes
Elaboración: la autora

De acuerdo a la prueba de raíces unitarias de Philips-Perron, en la mayoría de los casos las variables propias de las instituciones financieras son estacionarias, especialmente la calidad del crédito (X_1), el índice de liquidez (X_2) y la cobertura patrimonial de activos improductivos (X_5), por lo que no requieren de ninguna transformación. Al contrario, los resultados de la prueba indican que la mayoría de variables macroeconómicas necesitan una operación de diferenciación para que sean estacionarias. En estos casos se trabajó con las primeras diferencias de las series. Esto permitió evitar regresiones espurias, el uso correcto de las distribuciones en las etapas del contraste y validación de modelos, y sirvió como etapa previa al análisis de cointegración. Los resultados de las pruebas de estacionariedad se incluyen en el Anexo 3.1.

VARIABLES REDUNDANTES

Por medio de la prueba de variables redundantes se evalúa la hipótesis de que la exclusión de una variable no afecta el ajuste de la ecuación, de tal manera que al prescindir de un regresor, la contribución a la explicación del comportamiento de la variable dependiente es similar.²² Mediante esta prueba se estimó la regresión adicional para calcular el estadístico de máxima verosimilitud $\log(L)$. El estadístico de máxima verosimilitud es una prueba

²² Cuando la teoría afirma que j variables X determinan Y , se deben mantener en el modelo incluso si tras la contrastación empírica se concluye que el coeficiente de una o más de las variables X no es estadísticamente significativo.

asintótica, distribuida como $\chi^2(q)$ con q grados de libertad iguales al número de variables excluidas bajo H_0 , es decir, 1. Al comprobar si cada uno de los regresores tiene coeficiente cero y, por lo tanto, puede ser eliminado de la ecuación, los resultados señalan que, en todos los casos, la disminución del estadístico $\log(L)$ de la nueva regresión excluida la variable de análisis, es significativa con respecto a la regresión original. Entonces, los regresores no deben ser eliminados de la ecuación, por lo que se rechaza la hipótesis nula de redundancia de variables.

En el desarrollo de esta prueba, todos los p-valores del estadístico de máxima verosimilitud fueron inferiores a 5%, tal como se presenta en el Anexo 3.2.3. Los resultados confirman que no existen variables irrelevantes en la ecuación de la regresión lineal, por lo que todos los regresores contribuyen significativamente a la explicación de la variable dependiente, para cada institución financiera.

VARIABLES OMITIDAS

Si una variable teóricamente relevante ha sido excluida de la regresión lineal, los coeficientes de las variables retenidas en el modelo son generalmente sesgados, además de inconsistentes, y la varianza del error y el error estándar de los estimadores MCO están sesgados. En este caso, las pruebas convencionales de máxima verosimilitud tienen un valor cuestionable. La prueba de variables omitidas permitió agregar una variable a la ecuación existente y preguntar, si al incluir este nuevo regresor, la proporción de la variabilidad explicada se incrementa. La hipótesis nula H_0 establece que la variable adicional no es significativa. La prueba utiliza la estimación de la regresión auxiliar bajo la alternativa señalada y proporciona el estadístico $\log(L)$. Al comprobar si cada una de las variables tiene coeficiente diferente de cero y, por lo tanto, puede ser agregado a la ecuación, los resultados señalan que, en todos los casos, la disminución del estadístico $\log(L)$ de la nueva regresión incluida la variable de análisis, no es significativa con respecto a la regresión original.

En el desarrollo de esta prueba, todos los p-valores del estadístico de máxima verosimilitud fueron superiores a 5%, tal como se presenta en el Anexo 3.2.4, por lo que se confirma que las variables omitidas en el modelo de regresión lineal no contribuyen significativamente a la explicación de la variable dependiente.

3.2.4 Selección del mejor modelo

Para la selección de los mejores modelos de regresión lineal se tomaron en cuenta los siguientes criterios, cuyos resultados se incluyen en el Anexo 3.2.5.

Coefficiente de determinación ajustado (\bar{R}^2): El primer criterio para la selección de los mejores análisis de regresión lineal es el coeficiente de determinación R^2 , una medida estadística que sirve para valorar el ajuste del modelo en la predicción de los valores de las variables endógenas dentro del período muestral. Sin embargo, este criterio no está acotado entre 0 y 1 cuando la ecuación se especifica sin término constante o las variables explicativas no son determinísticas. Estas limitaciones se superan al utilizar el coeficiente de determinación ajustado \bar{R}^2 , que se define como la proporción de la varianza de la variable dependiente explicada por las variables independientes:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 / (T - K - 1)}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2 / (T - 1)} = 1 - R^2 \left(\frac{T - 1}{T - K - 1} \right) \quad [33]$$

Los valores registrados por el coeficiente de determinación ajustado indicaron que los modelos seleccionados se ajustan adecuadamente: en 60 instituciones el \bar{R}^2 tomó valores entre 0,83 y 0,99, y en 10 entidades se ubicó entre 0,66 y 0,83. Únicamente los modelos de 5 instituciones no se ajustaron correctamente según este criterio, que fue inferior a 0,58.

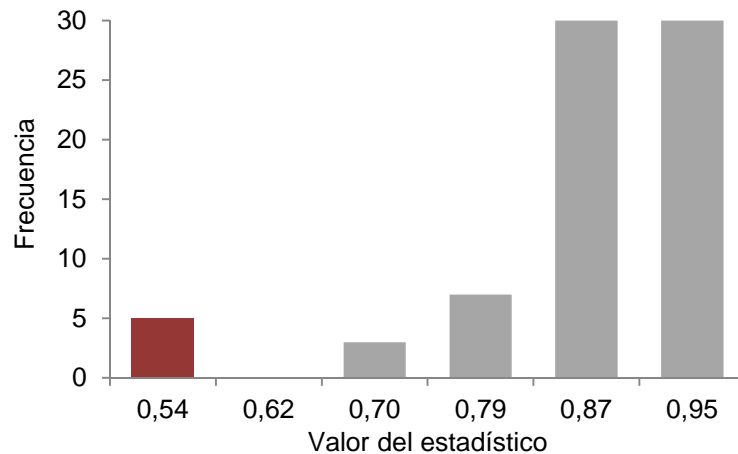


Figura 9 – Histograma de frecuencias del estadístico \bar{R}^2
Elaboración: la autora

Error estándar de la ecuación (SE): El segundo criterio para escoger el mejor modelo se basa en el error estándar de la ecuación. Esta medida sirve para analizar la capacidad explicativa del modelo porque recoge la función objetivo ponderada por sus grados de libertad. Bajo las hipótesis básicas, el cuadrado de este coeficiente es una estimación insesgada y consistente de la varianza de las perturbaciones. Entre menor sea el error estándar, mayor es el grado de confianza que se puede depositar en la ecuación.

$$SE = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\varepsilon'\varepsilon}{T - (K + 1)}} = \sqrt{\hat{\sigma}_\varepsilon^2} \quad [34]$$

Según los resultados obtenidos del análisis de regresión lineal, el error estándar de la ecuación fue cercano a 0 en la mayor parte de instituciones financieras. De hecho, en 72 entidades el SE fue inferior a 0,14. Solamente 3 entidades presentaron un error estándar superior a este valor en sus ecuaciones lineales.

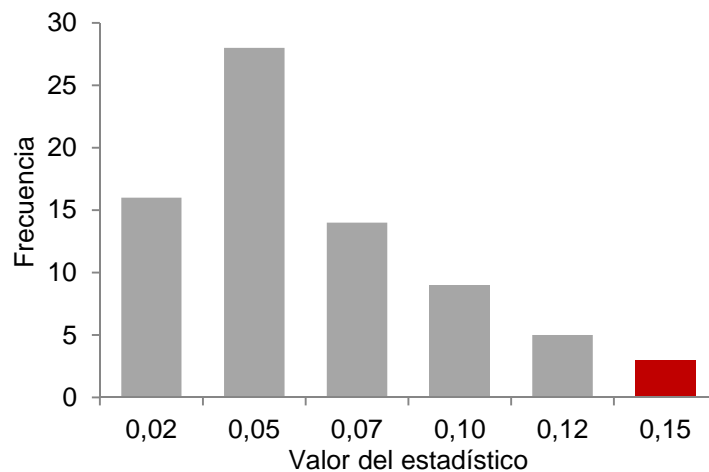


Figura 10 – Histograma de frecuencias del estadístico **SE**
Elaboración: la autora

Función de máxima verosimilitud ($\log(L)$): En tercer lugar se tomó como referente para la selección del mejor modelo la función de verosimilitud o de densidad conjunta de los t residuos del modelo estimado, que puede expresarse como:

$$L = f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_t) = \frac{1}{(2\pi\hat{\sigma}_\varepsilon^2)^{\frac{T}{2}}} e^{-\frac{1}{2\hat{\sigma}_\varepsilon^2} \sum \varepsilon_t^2} \quad [35]$$

Bajo las hipótesis básicas, el estimador por máxima verosimilitud de los coeficientes de regresión coincide con el estimador de mínimos cuadrados ordinarios $\hat{\beta}_{MV} = \hat{\beta}_{MCO} = (X'X)^{-1}X'Y$. No obstante, esto no sucede para la varianza de las perturbaciones, cuyo estimador por máxima verosimilitud es $\hat{\sigma}_{\varepsilon, MV}^2 = \frac{\varepsilon'\varepsilon}{T} = \frac{\sum_{t=1}^T \varepsilon_{t, MV=MCO}^2}{T}$. El estimador de la varianza de las perturbaciones, aunque es sesgado, es asintóticamente insesgado y consistente.

Tomando logaritmos en la función de verosimilitud y sustituyendo $\hat{\sigma}^2$ por su estimación máximo-verosímil se obtiene el logaritmo de la función de verosimilitud ($\log(L)$), que es el valor de la función objetivo en el máximo. De esta manera, se obtienen los estimadores de los parámetros que maximizan la probabilidad de la muestra; es decir, los más verosímiles dada la muestra disponible.

$$\begin{aligned} \log(L) &= \frac{-T}{2} \log 2\pi - \frac{-T}{2} \log \frac{\varepsilon'\varepsilon}{T} - \frac{1}{2\frac{\varepsilon'\varepsilon}{T}} \varepsilon'\varepsilon \\ &= \frac{-T}{2} \left[1 + \log(2\pi) + \log\left(\frac{\varepsilon'\varepsilon}{T}\right) \right] \end{aligned} \quad [36]$$

La principal ventaja de este estadístico es que no se ve influido por las transformaciones a que se puede ver sometida la variable endógena. Para la elección entre distintos modelos de una misma institución financiera, se escogió aquel que presentó el mayor valor de la función de verosimilitud.

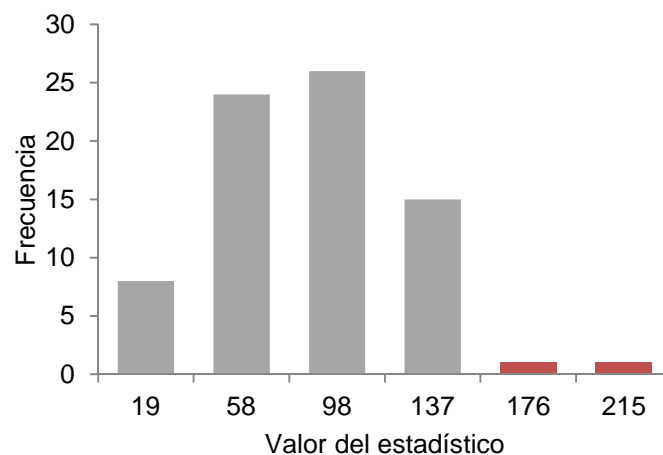


Figura 11 – Histograma de frecuencias del estadístico $\log(L)$
Elaboración: la autora

Criterio de información Akaike (AIC): El criterio de información de Akaike (1973) se utiliza para comparar la bondad del ajuste entre varios modelos. Es un método más adecuado porque corrige los estadísticos anteriores por el número de parámetros del modelo:

$$AIC = \frac{2(K+1)}{T} - \frac{2\log(L)}{T} \quad [37]$$

En el análisis de regresión, el criterio de Akaike se situó entre -6,8 y 2,6, donde la mayor parte de ecuaciones presentó un estadístico de alrededor de -2,86. El criterio para la elección entre distintos modelos se fundamenta en el valor estimado del estadístico, se escogió el modelo entre menor fue el estadístico.

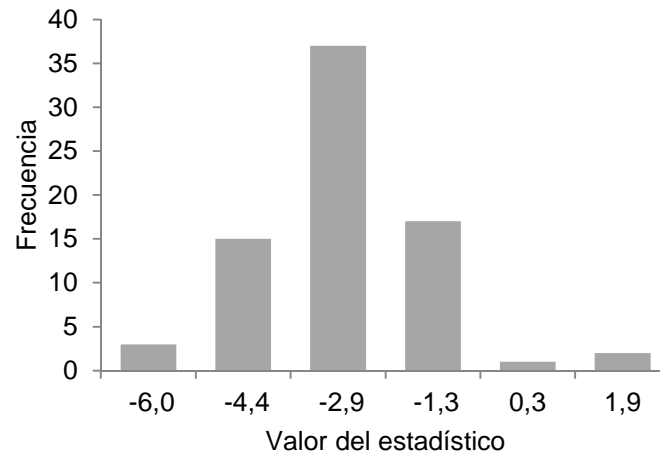


Figura 12 – Histograma de frecuencias del estadístico *AIC*
Elaboración: la autora

Criterio de información Schwarz (SC): Este criterio (1978) fue una alternativa al propuesto por Akaike, igualmente para comparar la bondad de ajuste entre varios modelos, que penaliza de forma explícita el tamaño de la muestra, mediante:

$$SC = \frac{(K + 1) \log(T)}{T} - \frac{2 \log(L)}{T} \quad [38]$$

En el análisis de regresión lineal el estadístico *SC* concentró la mayor cantidad de resultados alrededor de (-2,8). Este criterio de elección de un modelo entre varios alternativos se fundamenta en el valor estimado del estadístico; se seleccionó el modelo con el estadístico menor.

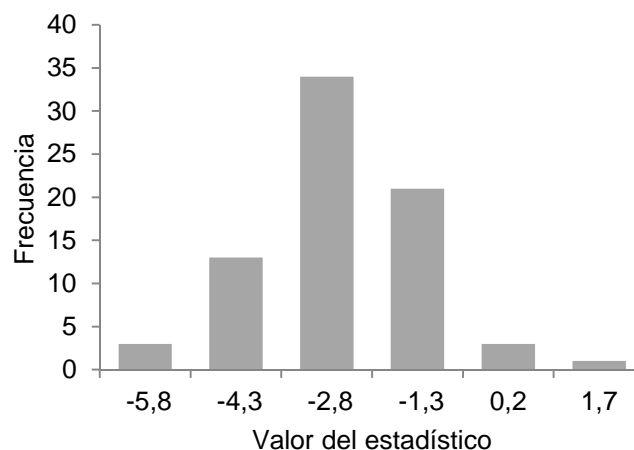


Figura 13 – Histograma de frecuencias del estadístico *SC*
Elaboración: la autora

Criterio de información Hannan-Quinn ($H - Q$): Otra alternativa al criterio propuesto por Akaike es el de Hannan-Quinn (1979), que se define como:

$$H - Q = \frac{2(K + 1) \log(\log T)}{T} - \frac{2 \log(L)}{T} \quad [39]$$

En el análisis de regresión lineal se seleccionó el modelo que presentó el menor estadístico Hannan-Quinn. Este criterio tomó valores comprendidos entre -6,7 y 0,52, si bien las ecuaciones de regresión lineal desplegaron un resultado mayoritario de alrededor de -2,5.

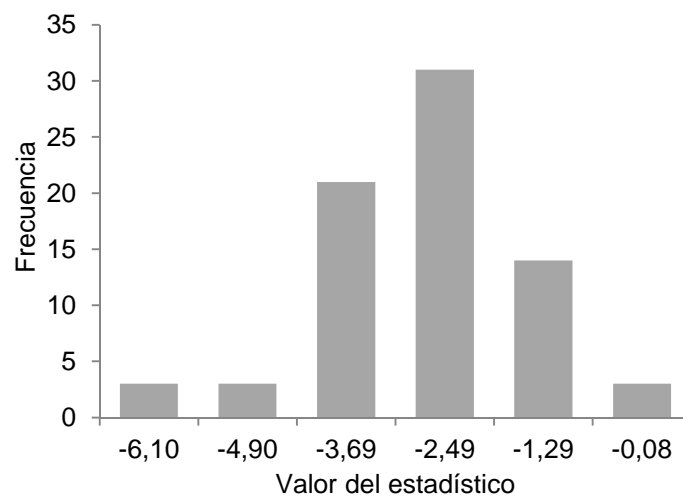


Figura 14 – Histograma de frecuencias del estadístico $H - Q$
Elaboración: la autora

3.3 PRUEBAS DE HIPÓTESIS SOBRE LOS RESIDUOS DEL MRL

Para las pruebas de hipótesis sobre los residuos de los modelos de regresión lineal se trabajó con un nivel de confianza de 95%, cuyos resultados se incluyen en el Anexo 3.2.6. Si no se cumple la condición señalada en cada una de las pruebas, se rechaza la hipótesis nula, en beneficio de la hipótesis alternativa.

3.3.1 Normalidad

Los errores de las ecuaciones que componen la regresión lineal, ε_t , se distribuyen normal $\varepsilon_t \sim N(\bar{\varepsilon}, \sigma_{\varepsilon}^2)$ con esperanza igual a $\bar{\varepsilon}$ y varianza igual a σ_{ε}^2 si:

$$f_{\varepsilon_t}(\varepsilon_t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\varepsilon} \exp\left[\frac{-(\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})^2}{2\sigma_\varepsilon^2}\right] \quad [40]$$

Lo anterior supone que la curva de distribución de las perturbaciones cumple con las propiedades de normalidad. Entonces, la distribución es simétrica en torno a su valor medio $\bar{\varepsilon}$; queda totalmente descrita por sus dos parámetros $\bar{\varepsilon}$ y σ_ε^2 ; y, la función de probabilidad alcanza su máximo en su valor medio y es asintótica en sus extremos. Por el teorema central del límite se sabe que si hay un gran número de variables aleatorias independientes con idéntica distribución, entonces la distribución del valor medio tiende a ser una distribución normal, a medida que el número de esas variables crece indefinidamente. Asimismo, una función lineal de una variable que se distribuye normalmente también se distribuye normalmente. Esto quiere decir que si la distribución del término de error es una normal, y los coeficientes β_i son funciones lineales de la variable ε_t , entonces cada uno de los parámetros también se distribuye normalmente $\beta_i \sim N(\bar{\beta}_i, \sigma_{\beta_i}^2)$. (Gujarati, 2010, págs. 97-101)

Con las propiedades descritas, se plantea la hipótesis nula de normalidad de los errores $H_0: \varepsilon_t \sim N(\bar{\varepsilon}, \sigma_\varepsilon^2)$, frente a la hipótesis alternativa $H_1: \varepsilon_t \not\sim N(\bar{\varepsilon}, \sigma_\varepsilon^2)$. En el análisis de regresión lineal, una primera señal de la existencia de normalidad se logró a través de la representación gráfica de quintiles, del diagrama de caja y del histograma de los errores. Sin embargo, el estadístico que sirve para contrastar las hipótesis sobre normalidad es Jarque-Bera (JB), que está en función del coeficiente de asimetría (Sk) y de la *curtosis* (ku):

$$JB = \frac{I}{6} \left(Sk^2 + \frac{1}{4} (ku - 3)^2 \right) \quad [41]$$

Bajo la hipótesis de normalidad, este estadístico sigue una distribución χ^2 con dos grados de libertad, de tal manera que $Prob(JB < \chi_\alpha^2) = 1 - \alpha$.

La no normalidad de los residuos se corrigió mediante la inclusión de variables dummy en los valores extremos positivos y negativos. Después de la inserción de estos parámetros estructurales, con un nivel de confianza del 95%, la

distribución de los residuos fue normal en los modelos de regresión lineal de 67 instituciones financieras, frente a un total de 75.

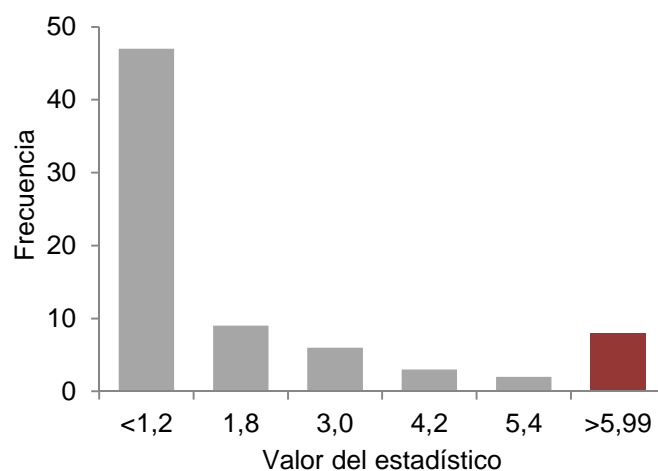


Figura 15 – Histograma de frecuencias del estadístico Jarque-Bera

Elaboración: la autora

3.3.2 Homoscedasticidad

Los modelos econométricos que utilizan la metodología de MCO son válidos bajo el supuesto de que la varianza del término de error a lo largo de las observaciones es constante, sin importar el valor de las variables explicativas; es decir, $var(\varepsilon_i) = E[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i|X_i)]^2 = E(\varepsilon_i^2|X_i) = E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2$. La ecuación anterior representa el supuesto de homoscedasticidad o igual varianza. (Gujarati, 2010, págs. 64-66).

Como punto de partida se identificó la presencia de homoscedasticidad en los residuos del modelo de regresión lineal a través de la representación gráfica entre el cuadrado de los errores y del valor absoluto de los mismos frente a la variable dependiente. En un siguiente paso, para contrastar la hipótesis nula de homoscedasticidad, se utilizó el estadístico *White* que se obtiene a partir de la expresión:

$$White = nR^2 \quad [42]$$

Bajo la hipótesis nula, el estadístico *White* se distribuye asintóticamente como χ^2 con grados de libertad igual al número de regresores de la ecuación auxiliar, sin considerar el término independiente, de tal suerte que $Prob(White < \chi_\alpha^2) =$

$1 - \alpha$. La prueba consiste en establecer una regresión auxiliar, donde se incluye como regresores los residuos cuadráticos del modelo.

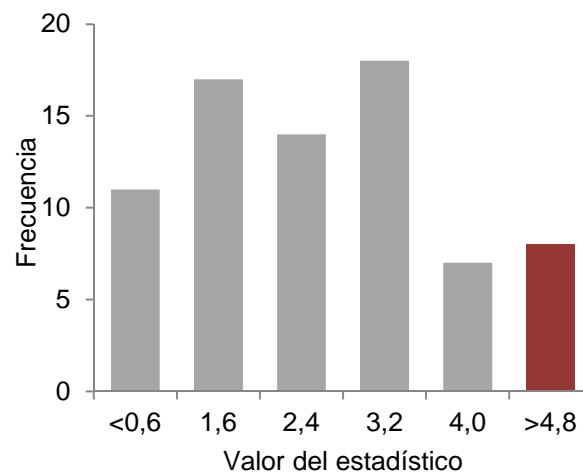


Figura 16 – Histograma de frecuencias del estadístico F de la prueba de White
Elaboración: la autora

Para corregir la heteroscedasticidad de los residuos se incluyó en la regresión lineal variables ficticias en los valores extremos positivos y negativos. Al incluir estos parámetros estructurales, con un nivel de confianza de 95%, los residuos de la regresión lineal fueron homoscedásticos en 67 de 75 instituciones financieras analizadas.

3.3.3 Autocorrelación

Otro de los supuestos del modelo de regresión lineal es que no hay correlación serial entre las perturbaciones; es decir, dados dos valores cualquiera de X , X_i y X_j ($i \neq j$), la correlación entre dos ε_i y ε_j cualesquiera ($i \neq j$) es cero. Simbólicamente, $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$, supone que la matriz de varianzas y covarianzas de las perturbaciones presenta valores de cero en los elementos que se encuentran fuera de la diagonal principal. (Gujarati, 2010, págs. 66-67)

De manera preliminar, un sencillo análisis visual de los residuos utilizando gráficos de secuencia temporal y de residuos frente a residuos retardados un período evidenció una posible existencia de autocorrelación en algunas ecuaciones de regresión lineal. De la misma manera, para caracterizar un proceso autorregresivo se utilizó la función de autocorrelación simple de las perturbaciones y el correspondiente correlograma, calculado a partir de los

coeficientes de correlación entre perturbaciones de diferentes periodos, $\hat{\rho}$. Para cada valor $r = 0,1,2, \dots$ y cada instante t , la función es igual al coeficiente de correlación entre $\hat{\varepsilon}_t$ y $\hat{\varepsilon}_{t-r}$:

$$\hat{\rho}_r = \frac{\sum_{t=r+1}^T \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_{t-r}}{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2} = \frac{Cov(\hat{\varepsilon}_t, \hat{\varepsilon}_{t-r})}{\sqrt{Var(\hat{\varepsilon}_t)Var(\hat{\varepsilon}_{t-r})}} \quad [43]$$

El enfoque estadístico utilizado en esta tesis para detectar autocorrelación en los residuos fue la prueba de Breusch-Godfrey, que sirve para contrastar esquemas generales de autocorrelación de la perturbación mediante multiplicadores de Lagrange (LM por sus siglas en inglés). Esta prueba permite regresores no estocásticos (valores rezagados de la variable dependiente), esquemas autorregresivos de orden mayor y promedios móviles simples o de orden superior de los términos de error de ruido blanco. La prueba estadística para el retardo de orden r se calcula mediante una regresión auxiliar de los residuos $\hat{\varepsilon}_{t-r}$ donde los primeros p valores de $\hat{\varepsilon}_{t-r}$ son reemplazados por ceros. Bajo la hipótesis nula de no correlación serial de orden r , $H_0: \rho = 0$, el estadístico LM es asintóticamente distribuido χ^2 con k^2 grados de libertad, donde $Prob(LM < \chi_{\alpha}^2) = 1 - \alpha$. (Gujarati, 2010, págs. 438-439)

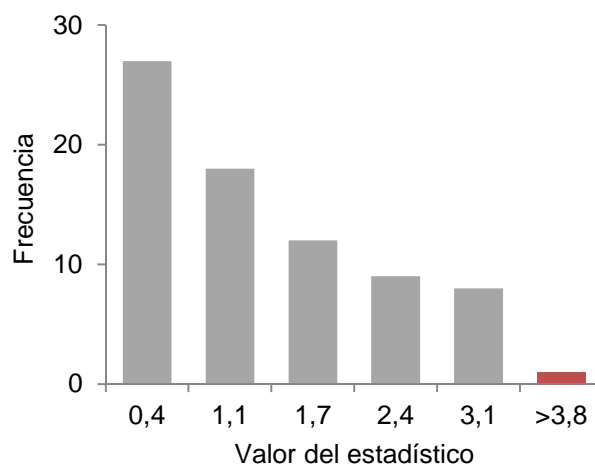


Figura 17 - Histograma de frecuencias del estadístico LM (prueba Breusch-Godfrey)
Elaboración: la autora

La medida correctiva que se tomó para corregir la correlación serial en los residuos fue la inclusión de un término autorregresivo de orden 1 que transformó el modelo, de tal manera que el término de error fuera independiente serialmente, con un nivel de confianza de 95%. Entonces,

aplicando MCO al modelo transformado, se obtuvieron los habituales estimadores lineales, insesgados y eficientes.

Adicionalmente, se utilizó la prueba de Durbin-Watson (d) para detectar autocorrelación de primer orden en los residuos; pues no se puede utilizar para detectar esquemas autorregresivos de orden superior:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{\varepsilon}_t - \hat{\varepsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2} \quad [44]$$

Dado que es difícil derivar la distribución de probabilidad exacta del estadístico d , no existe un valor crítico de rechazo o aceptación de la hipótesis nula. Más bien se compara un límite inferior d_L frente a un límite superior d_U , tales que si el valor de d calculado cae por fuera de los límites, se puede tomar una decisión sobre la autocorrelación positiva o negativa. Los límites de d están entre 0 y 4, sujetándose a las siguientes reglas de decisión:

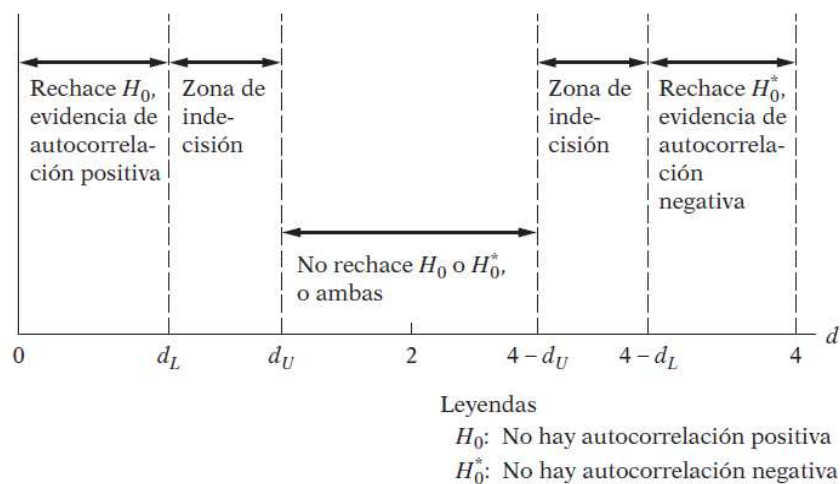


Figura 18 – Regla de decisión para el estadístico Durbin-Watson

Fuente: (Gujarati, Econometría, 2010, pág. 435)

Considerando la inclusión del término autorregresivo en los modelos con residuos correlacionados según la prueba de Breusch-Godfrey, el estadístico d corrobora que en gran parte de los modelos los residuos no están correlacionados. Sin embargo, existe una zona de indecisión en la que no se puede determinar la presencia o no de correlación serial.

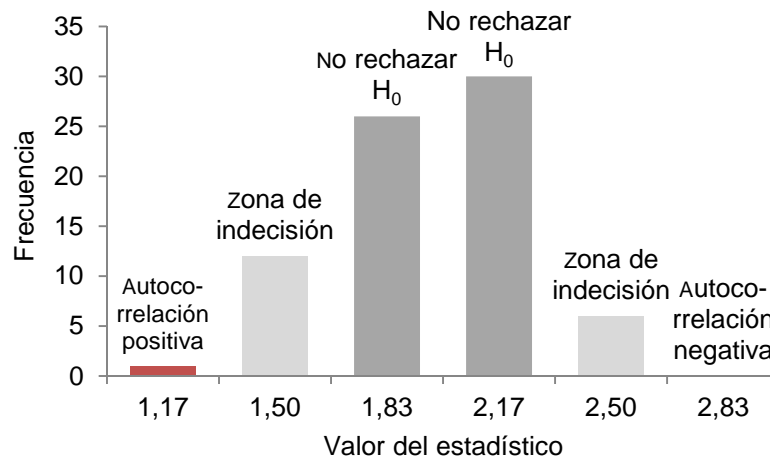


Figura 19 – Histograma de frecuencias del estadístico Durbin-Watson
Elaboración: la autora

3.3.4 Multicolinealidad

La multicolinealidad aparece cuando las variables explicativas de un modelo econométrico están correlacionadas entre sí. Puede ser perfecta cuando la relación lineal es exacta o imperfecta cuando la relación lineal es fuerte. Considerando el modelo de regresión lineal, si existe la inversa de la matriz $X'X$, el estimador MCO de este modelo viene dado por $\hat{\beta}_{MCO} = (X'X)^{-1}X'Y$, y su matriz de covarianza por $\text{Var}(\hat{\beta}) = \sigma_u^2(X'X)^{-1}$. Si una de las variables explicativas tiene una correlación elevada con respecto a las demás variables explicativas del modelo, la regresión lineal

$$x_{it} = \delta_1 + \delta_2 x_{2t} + \dots + \delta_{i-1} x_{i-1,t} + \delta_i x_{i+1,t} + \dots + \delta_{k-1} x_{kt} + v_t \quad [45]$$

tiene un coeficiente de determinación alto. En estas condiciones, la variable x_{it} podría aproximarse por una combinación lineal de las restantes variables explicativas. Como resultado, una de las columnas de la matriz X es aproximadamente una combinación lineal de las demás y, en consecuencia, la matriz $X'X$ será singular. Siempre que el determinante de $X'X$ sea distinto de cero, existirá la inversa $(X'X)^{-1}$ y, por tanto, también existirá el estimador MCO. (Novales, 1993, págs. 359-370)

Existirá un alto grado de multicolinealidad cuando (Gujarati, Principios de Econometría, 2006, págs. 359-370):

- Elevado R^2 pero pocos estadísticos t significativos

- Elevadas correlaciones por pares entre las variables explicativas
- Correlaciones parciales elevadas manteniendo constante la influencia de las demás variables
- Baja significatividad del estadístico F en regresiones auxiliares de cada variable independiente sobre las demás
- Factor de inflación de la varianza

Dado que no existe una prueba para detectar la multicolinealidad, ésta fue considerada durante el análisis de regresión lineal y la determinación de las pruebas de ajuste. Entre algunas medidas que se tomaron para reducir el problema de multicolinealidad están la eliminación de una o más variables del modelo, la recopilación de series históricas con la suficiente anterioridad, la investigación de información anterior sobre algunos parámetros, la transformación de variables mediante la definición de indicadores en lugar de saldos o montos, el número de observaciones n mayor que el número de variables explicativas.

3.4 DESARROLLO DEL MODELO DE VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR)

Identificadas las variables financieras y macroeconómicas que explican de mejor manera la variable dependiente, así como los parámetros estructurales que acompañan a las variables explicativas, la segunda etapa consiste en la aplicación de la metodología de vectores autorregresivos. Para cada una de las instituciones financieras se estimó un sistema de ecuaciones independiente, en vista de que cada entidad refleja un comportamiento diferente.

3.4.1 Estimación del modelo

Al trabajar con variables económicas, usualmente el valor de una variable no solo está relacionado con su pasado histórico, sino que adicionalmente depende de valores anteriores de otras variables. Cuando no se conoce la relación de causalidad entre variables económicas, el análisis tradicional de regresión lineal no es apropiado para describir su comportamiento. En estos casos, existen estructuras más complejas que los modelos uniecuacionales,

como son los modelos multivariantes, dentro de los que se incluyen los Vectores Autorregresivos (VAR).

El modelo VAR se entiende como un proceso estocástico vectorial conformado por un número de variables independientes correlacionadas que son explicadas en función de sus propios valores rezagados y por el valor rezagado de las demás variables endógenas del sistema. En un modelo VAR, todas las variables se consideran aleatorias, no existen restricciones sobre los coeficientes y la única información disponible es el número de retardos de las variables. Como pueden situarse a ambos lados de la ecuación, todas las variables deben ser tratadas de la misma manera, sin distinciones entre dependientes y explicativas.

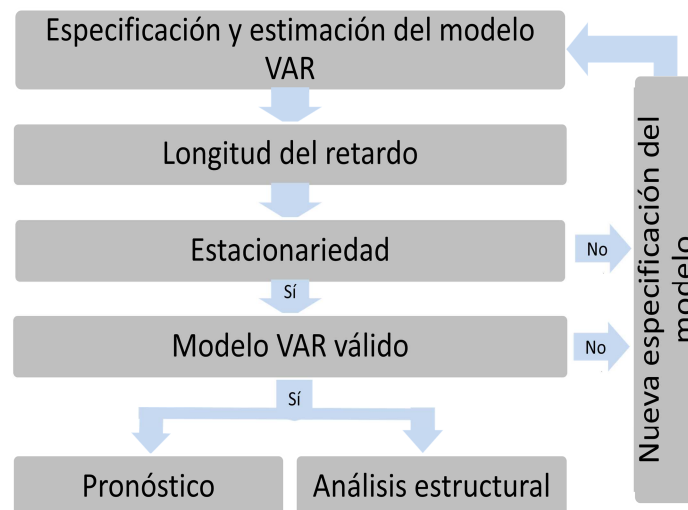


Figura 20 – Flujograma del modelo de vectores autorregresivos
(Lutkepohl, 2005, pág. 6)

El modelo VAR(p) convencional puede expresarse de la forma (Greene, 2008, págs. 693-695):

$$Y_t = \mu + \Gamma_1 Y_{t-1} + \dots + \Gamma_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad [46]$$

$$Y_t = \mu + \sum_{i=1}^p \Gamma_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad [47]$$

donde: Y_t , Y_{t-i} , Y_{t-p} son vectores resultantes de las variables endógenas de orden k ; μ es el vector de los términos de intercepto; Γ_i es la matriz cuadrada

de coeficientes de orden k ; y , ε_t es el vector de perturbaciones no autocorrelacionadas de media cero y matriz de covarianza $E[\varepsilon_t \varepsilon_t'] = \Omega$. Deberán estimarse tantas matrices Γ_i como rezagos se incluyan en el sistema de vectores. De igual manera, los errores deben cumplir la condición de ser ruido blanco o proceso de innovación; es decir, $E(\varepsilon_t) = 0$, $E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = \Sigma_\varepsilon$ y $E(\varepsilon_t \varepsilon_s') = 0$ para $s \neq t$. La matriz de covarianzas Σ_ε se asume no singular.

El modelo VAR de orden p puede ser escrito como un VAR de primer orden, de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} y_t \\ y_{t-1} \\ \dots \\ y_{t-p+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} \Gamma_1 & \Gamma_2 & \dots & \Gamma_p \\ I & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & I & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} y_{t-1} \\ y_{t-2} \\ \dots \\ y_{t-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{pmatrix} \quad [48]$$

Al incluir todas las variables explicativas del sistema (predeterminadas) el modelo puede ser escrito de forma matricial como sigue:

$$\beta \begin{bmatrix} y_t \\ r_t \\ s_t \\ \dots \\ z_t \end{bmatrix} = \mu_0 + \beta_1 \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ r_{t-1} \\ s_{t-1} \\ \dots \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \beta_2 \begin{bmatrix} y_{t-2} \\ r_{t-2} \\ s_{t-2} \\ \dots \\ z_{t-2} \end{bmatrix} + \dots + \beta_p \begin{bmatrix} y_{t-p} \\ r_{t-p} \\ s_{t-p} \\ \dots \\ z_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{y_t} \\ \varepsilon_{r_t} \\ \varepsilon_{s_t} \\ \dots \\ \varepsilon_{z_t} \end{bmatrix} \quad [49]$$

Sobre la matriz anterior es preciso añadir una restricción de tal suerte que los errores no estén correlacionados con las variables rezagadas. De esta manera, toda perturbación aleatoria de la primera ecuación corresponde a la primera variable, sin que exista ningún efecto adicional de las siguientes variables. La perturbación de la segunda ecuación proviene de la primera y de la suya propia. Así se establecen, sucesivamente, las siguientes ecuaciones del VAR, en forma de cadena.

$$\begin{aligned} y_t &= \mu_0 + (\beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p}) + (\beta_1 r_{t-1} + \dots + \beta_p r_{t-p}) + \dots + (\beta_1 z_{t-1} + \dots + \beta_p z_{t-p}) + \varepsilon_{y_t} \\ r_t &= \mu_0 + (\beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p}) + (\beta_1 r_{t-1} + \dots + \beta_p r_{t-p}) + \dots + (\beta_1 z_{t-1} + \dots + \beta_p z_{t-p}) + \varepsilon_{r_t} \\ &\dots \\ z_t &= \mu_0 + (\beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_p y_{t-p}) + (\beta_1 r_{t-1} + \dots + \beta_p r_{t-p}) + \dots + (\beta_1 z_{t-1} + \dots + \beta_p z_{t-p}) + \varepsilon_{z_t} \end{aligned} \quad [50]$$

3.4.2 Especificación del modelo

Variables endógenas: Una característica elemental de la metodología VAR es que en la construcción del sistema no existe razón para admitir ningún fundamento económico estricto. De ahí que, el análisis de regresión lineal constituyó la herramienta base para definir cuáles variables intervienen en el vector. Como variables endógenas se incluyó aquellas variables financieras y macroeconómicas que estadísticamente fueron significativas en el modelo de regresión lineal. Se desarrolló un vector autorregresivo para cada una de las instituciones financieras privadas sujetas a análisis.

Tal como se señaló en el apartado 3.2.2, como variables financieras a priori se incluyeron la calidad crediticia (X_1), el índice de eficiencia (X_4), el índice de liquidez (X_2), la cobertura patrimonial de activos improductivos (X_5) y el manejo administrativo (X_3). Como variables macroeconómicas se incorporaron la formación bruta de capital fijo del Ecuador (X_7), la deuda pública de los Estados Unidos (X_6), la relación entre el consumo de los hogares con respecto al consumo del gobierno (X_8), la cobertura de la balanza comercial (X_{10}), el índice de precios al consumidor (X_9) y los movimientos del precio del petróleo (X_{11}). De todas estas variables, aquellas que fueron estadísticamente significativas en el modelo de regresión lineal, se incluyeron como endógenas en el vector autorregresivo, de acuerdo al orden de significancia estadística, es decir, en primer lugar se situó la variable dependiente, la rentabilidad sobre el patrimonio (Y), seguida por las variables endógenas ordenadas por sus coeficientes desde el más representativo hasta el menor.

Variables exógenas: La posible presencia de estacionalidad, cambio estructural y valores extremos en las series que componen el vector ya fueron tratados mediante la inclusión de variables de intervención en el análisis de regresión lineal. Estos parámetros estructurales se mantuvieron en el VAR, además de la constante, en caso de haber sido estadísticamente significativos en el modelo de regresión lineal.

Propiedades de parámetros: En la estimación de las ecuaciones del vector, se utilizó el método de MCO, lo que implica que se deben cumplir las hipótesis

clásicas de normalidad, homoscedasticidad y multicolinealidad. Adicionalmente, para que los estimadores de la esperanza de las variables integrantes del modelo de vectores autorregresivos sean válidos, deben cumplir con las propiedades descritas en la sección 3.2.1 de linealidad, ausencia de sesgo, eficiencia y consistencia.

3.4.3 Longitud del retardo

La determinación de la longitud del retardo es un problema de selección de modelos en el que hay que tener presente que si el número de rezagos es escaso se incurre en un error de omisión que esconde causalidad, mientras que si es excesivo se comete un error de especificación por inclusión, lo que incrementa el riesgo de colinealidad. El enfoque general para escoger la longitud del retardo ajusta el modelo $VAR(p)$ con orden $p = 0, \dots, p_{max}$ y escoge el valor de p que minimice el criterio escogido, de la forma (Lutkepohl, 2005, págs. 388-389):

$$IC(p) = \ln|\bar{\Sigma}(p)| + c_T \cdot \varphi(n, p) \quad [51]$$

donde $\bar{\Sigma}(p) = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t \hat{\varepsilon}_t'$ es la matriz de covarianzas residual sin corrección por grados de libertad de un modelo $VAR(p)$; c_T es una secuencia indexada por la muestra de tamaño T ; y, $\varphi(n, p)$ es una función que penaliza grandes modelos $VAR(p)$. De los tres criterios de información comunes (Akaike, Schwarz-Bayesian y Hannan-Quinn), en esta tesis la longitud del retardo a incluirse en el modelo $VAR(p)$ se determinó utilizando Akaike como criterio de selección:

$$AIC(p) = \ln|\bar{\Sigma}(p)| + \frac{2}{T}pn^2 \quad [52]$$

Como resultado, para contar con un vector autorregresivo adecuado para predicción, la prueba indicó que en 14 modelos es conveniente incluir un retardo, en 13 modelos dos retardos, en 14 modelos tres retardos y en 34 modelos cuatro retardos.

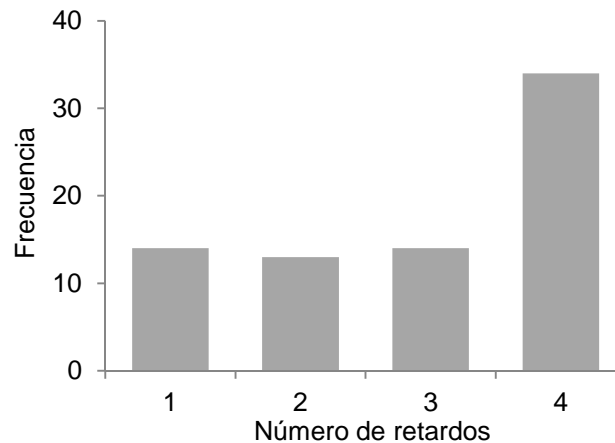


Figura 21 – Histograma de frecuencias del número de retardos
Elaboración: la autora

3.4.4 Estacionariedad

Un proceso estocástico es estacionario si todo Y_t tiene el mismo vector de media finita μ , es decir, $E(Y_t) = \mu$ para todo t , y las autocovarianzas del proceso no dependen de t , sólo en el período de tiempo h los dos vectores Y_t y Y_{t-h} están separados, $E[(Y_t - \mu)(Y_{t-h} - \mu)] = \gamma_y(h) = \gamma_y(-h)$ para todo t y $h = 0, 1, 2, \dots$ donde μ es el vector de términos medios finitos y $\gamma_y(h)$ es la matriz de covarianzas finitas. Para que un $VAR(p)$ sea estacionario, el polinomio en el operador de retardos $\Gamma(L)$ asociados al proceso tiene que ser estable. Esto quiere decir que las inversas de las raíces de la ecuación característica son menores a 1 en valor absoluto. Si $VAR(p)$ es estacionario, entonces tiene una representación $VMA(\infty)$ estacionaria, según el Teorema de Descomposición de Wold (Lutkepohl, 2005, págs. 24-26):

$$Y_t = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t-i}$$

donde $\phi_0 = I_K$, ε_t es un proceso de ruido blanco.

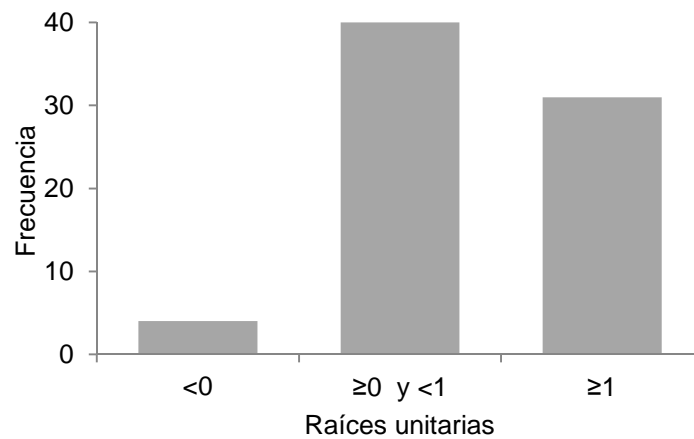


Figura 22 – Histograma de frecuencias de la prueba de raíz unitaria
Elaboración: la autora

Del total de 75 instituciones analizadas, 44 modelos presentaron residuos estacionarios, de los cuales 4 modelos presentaron raíces unitarias negativas lo que quiere decir que las realizaciones positivas de una serie pueden ser asociadas con realizaciones negativas de otra serie, y viceversa. Al contrario, 31 modelos evidenciaron la presencia de raíz unitaria en el polinomio característico. Los procedimientos de inferencia estadística no se aplican para modelos vectoriales que contienen series no estacionarias, por lo expuesto, para series temporales individuales no estacionarias, se analizó el grado de cointegración entre las mismas.

3.4.5 Cointegración

Si bien algunas series temporales económicas no son estacionarias, es muy posible que siga habiendo una relación de equilibrio o estabilidad entre las variables. Se dice, entonces, que las series temporales están cointegradas. La cointegración entre las variables presentes en un VAR se evalúa utilizando la metodología propuesta por Johansen (1995). Según el autor, el VAR puede ser reescrito como:

$$\Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad [53]$$

donde $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$ y $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$. (Enders, 2010, pág. 370)

El teorema de Granger establece que si la matriz Π tiene un rango reducido $r < k$, entonces existen $k \times r$ matrices α y β cada una con rango r tal que $\Pi = \alpha\beta'$ y $\beta'Y_t$ es $I(0)$. r es el número de relaciones de cointegración y cada columna de β es el vector de cointegración. El método de Johansen consiste en estimar la matriz Π de un VAR no restringido y probar si se rechazan las restricciones implicadas por el rango reducido de Π .

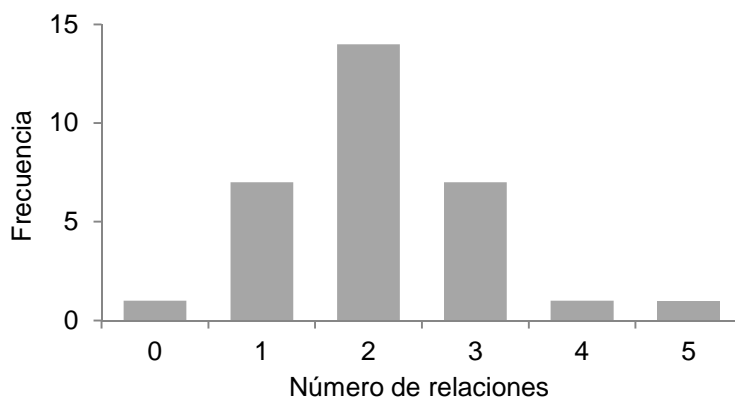


Figura 23 – Histograma de frecuencias del número de relaciones
Elaboración: la autora

En los 31 modelos cuyos residuos presentaron raíz unitaria, se llevó a cabo la prueba de cointegración, considerando el modelo de VAR sin tendencia. Los resultados evidencian que las variables que intervienen en el modelo VAR de cada entidad financiera son estacionarias de orden 1 y existe una combinación lineal entre ellas estacionaria de orden 0. En conclusión, las variables no estacionarias están cointegradas, es decir, existe una relación entre ellas a largo plazo, pues al crecer en el tiempo, lo hacen de una forma acompasada de manera que el error entre ellas no crece.

3.4.6 Modelo de corrección de errores

En los casos en los que las variables que intervienen en el VAR son no estacionarias, pero están cointegradas, se utilizaron los residuos para corregir los errores y estimar los efectos a corto plazo, de tal forma que la modelización no sea espuria. El modelo VAR a estimar puede ser reescrito como un modelo de vector de corrección de errores (VEC), cuyo principio es que existe una relación de equilibrio a largo plazo entre variables endógenas:

$$\Delta Y_t = \mu + \alpha(\beta Y_{t-1}) + \Gamma_1 Y_{t-1} + ZD_t + \varepsilon_t \quad [54]$$

donde: Y_t , Y_{t-1} son vectores resultantes de las variables endógenas de orden 1; D_t es el vector resultante de las variables exógenas; μ es el vector de los términos de intercepto; α y β son matrices de parámetros del vector de corrección de errores; Γ_1 es la matriz cuadrada de coeficientes de variables endógenas de orden 1; Z es la matriz cuadrada de coeficientes de variables exógenas; y, ε_t es el vector de perturbaciones no autocorrelacionadas de media cero y matriz de covarianza $E[\varepsilon_t \varepsilon_t'] = \Omega$. (Enders, 2010, págs. 405-407)

En el equilibrio a largo plazo, los términos de error toman el valor de cero. No obstante, en el corto plazo las variables endógenas pueden desviarse del equilibrio, por lo que el término de error es distinto de cero. Con el vector de corrección de errores una proporción de este desequilibrio es corregido progresivamente a través de ajustes parciales en el corto plazo para restablecer la relación de equilibrio.

3.5 PRUEBAS DE HIPÓTESIS SOBRE LOS RESIDUOS DEL VAR

Para las pruebas de hipótesis sobre los residuos de los modelos de vectores autorregresivos se trabajó con un nivel de confianza de 95%. Si no se cumplió la condición señalada en cada una de las pruebas, se rechazó la hipótesis nula, en beneficio de la hipótesis alternativa. Los resultados de las pruebas de hipótesis sobre los residuos del modelo VAR o VEC se incluyen en el Anexo 3.3.

3.5.1 Normalidad

La distribución normal multivariante es una generalización de la normal univariante. Los errores de las ecuaciones que componen el vector autorregresivo, ε_t , se distribuyen normal $\varepsilon_t = (\varepsilon_{t_1}, \dots, \varepsilon_{t_p})' \sim N_p(\bar{\varepsilon}, \Sigma_\varepsilon)$ con esperanza igual a $\bar{\varepsilon} = (\bar{\varepsilon}_1, \dots, \bar{\varepsilon}_p)'$ y matriz de covarianzas igual a $\Sigma_\varepsilon = E[(\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})(\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})']$ si:

$$f_{\varepsilon_t}(\varepsilon_t) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^p \Sigma_{\varepsilon}^{-1}} \exp \left[-\frac{1}{2} (\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})' \Sigma_{\varepsilon}^{-1} (\varepsilon_t - \bar{\varepsilon}) \right] \quad [55]$$

La prueba de normalidad de Jarque-Bera aplicada a modelos multivariantes (*MJB*), compara el tercer y cuarto momentos de los residuos con aquellos de la distribución normal. En esta prueba se utiliza la factorización de Cholesky de la matriz P de $k \times k$ residuos que son ortogonales el uno al otro, tal que $v_t = P\varepsilon_t \sim N(0, I_k)$ donde ε_t es el término de perturbaciones aleatorias.

Como cada componente es independiente entre sí, se puede formar un estadístico χ^2 sumando los cuadrados de cualquiera de estos momentos. Para el análisis conjunto, bajo la hipótesis de normalidad, el estadístico *MJB* sigue una distribución χ^2 con $2k$ grados de libertad.

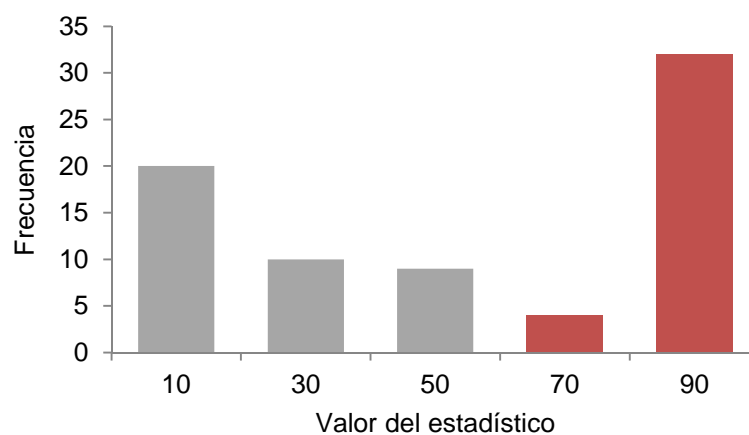


Figura 24 – Histograma de frecuencias del estadístico Jarque-Bera
Elaboración: la autora

Con un nivel de confianza de 95%, la distribución conjunta de residuos fue normal en 30 modelos de vectores autorregresivos. En 45 modelos VAR los residuos de las ecuaciones individuales siguen una distribución normal, pero en forma conjunta no siguen una distribución normal multivariada.

3.5.2 Homoscedasticidad

Para los modelos multivariantes se utilizó una extensión del enfoque estadístico de heteroscedasticidad de White para sistemas de ecuaciones. La regresión auxiliar se estimó utilizando como regresores los residuos cuadráticos del

modelo. De esta manera, se obtuvo la significancia conjunta de los regresores excluyendo el término constante.

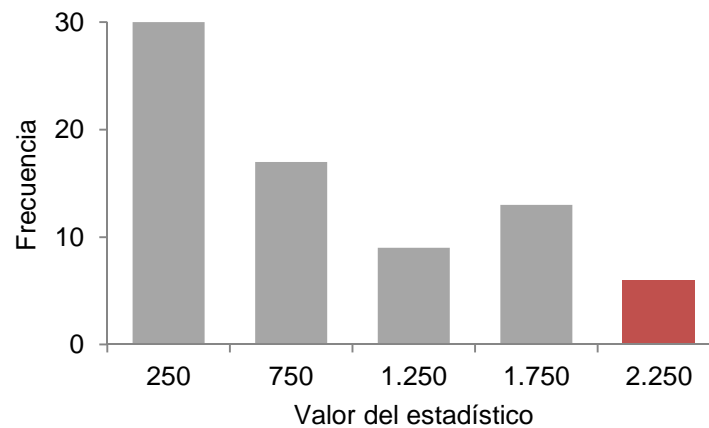


Figura 25 – Histograma de frecuencias del estadístico F de la prueba de White
Elaboración: la autora

Con un nivel de confianza de 95%, la distribución conjunta de residuos fue homoscedástica en 69 modelos de vectores autorregresivos, mientras que únicamente en 6 modelos los residuos fueron heteroscedásticos.

3.5.3 Correlación serial

Otro de los supuestos básicos del modelo de vectores autorregresivos es que las perturbaciones aleatorias no están correlacionadas unas con otras, se asume que la covarianza depende solamente del retardo. En este caso se utilizó la prueba de Breusch-Godfrey modificada para modelos multivariantes. La prueba para el residuo de orden r se computa estimando una regresión auxiliar de los residuos ε_t sobre los residuos rezagados ε_{t-r} , donde los primeros r valores perdidos de ε_{t-r} son llenados con ceros. Bajo la hipótesis nula de no autocorrelación de orden r , el estadístico LM es asintóticamente distribuido X^2 con k^2 grados de libertad. (Lutkepohl, 2005, págs. 171-174)

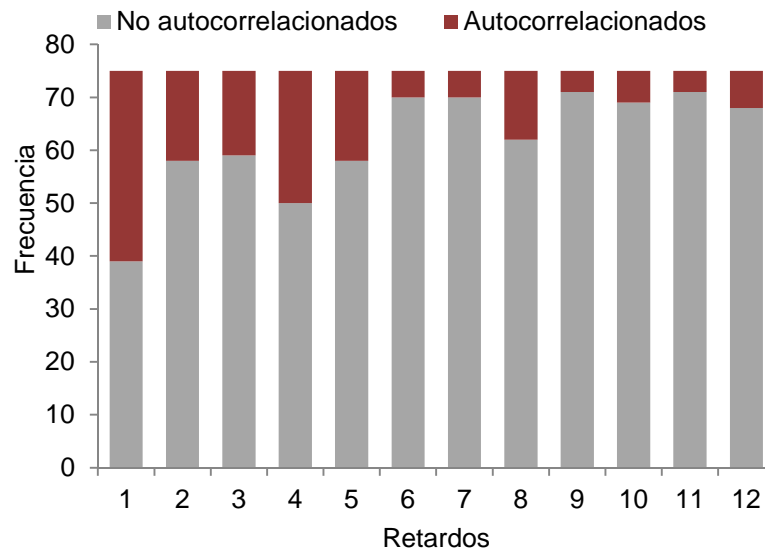


Figura 26 – Histograma de frecuencias del estadístico LM
Elaboración: la autora

Con un nivel de confianza de 95%, los residuos de primer orden no estuvieron autocorrelacionados en 39 modelos de vectores autorregresivos, mientras que en los 36 modelos restantes sí se observó correlación serial. Esta relación se acorta conforme aumenta el orden de los retardos, tal como se aprecia en la figura anterior.

4 DISEÑO DE ESCENARIOS Y PRUEBAS DE TENSIÓN

Dada la interrelación que existe entre la economía y los sistemas financieros, es de gran interés para organismos de control, instituciones financieras y profesionales del área, medir y evaluar el impacto de posibles amenazas internas o externas vinculadas con la estabilidad del sistema financiero. Para las instituciones financieras, la medición de estas externalidades constituye una perspectiva de administración de riesgo basada en teoría financiera, matemática y estadística, mientras que para bancos centrales es un antecedente que requiere tomar fuerzas macroeconómicas fundamentales.

Para ello, se han desarrollado algunos mecanismos, como las pruebas de tensión macro, que constituyen una valiosa herramienta que va más allá de una previsión macroeconómica. Mientras una previsión se basa en datos históricos para estimar el escenario esperado más probable de una variable determinada, las pruebas de tensión son siempre ejercicios de pronósticos, sobre un impacto de eventos con baja probabilidad de ocurrencia, pero que de suceder, podrían traer impactos severos (Sorge, 2004, págs. 6-8). Con esta herramienta, tanto autoridades como líderes financieros pueden prever oportunamente posibles acciones en un ambiente de incertidumbre.

Por esta razón, y dado que complementan a otras medidas en la administración del riesgo financiero, las pruebas de tensión son cada vez más utilizadas en el mundo de hoy, especialmente a la hora de evaluar los riesgos de forma prospectiva; suplir las carencias de los modelos y los datos históricos; favorecer la comunicación interna y externa; mejorar los procesos de planificación del capital y la liquidez; ayudar a las instituciones financieras a fijar su tolerancia al riesgo; así como facilitar el desarrollo de técnicas de limitación de riesgos y planes de contingencia en diversas situaciones de tensión. (Basilea, 2009, págs. 1-2)

El objetivo clave de las pruebas de tensión que se desarrolla en esta tesis es capturar el impacto de un escenario hipotético que replica la conducta de las

variables macroeconómicas ante un cambio estructural o período de crisis, sobre el valor patrimonial y la liquidez de las instituciones del sistema financiero ecuatoriano. Las pruebas de tensión son siempre ejercicios de pronósticos, sobre un impacto de un severo, pero plausible, evento de estrés.

Con el diseño de escenarios y pruebas de tensión se pretende explicar el tiempo de reacción de las respuestas a los choques; la dirección, el patrón y la duración de esas respuestas; así como la intensidad en la interacción entre las diferentes variables que contiene el vector autorregresivo descrito anteriormente. Este planteamiento será la pauta para diseñar los escenarios y las pruebas de tensión mediante los cuales se pretende evaluar la resistencia del sistema financiero ecuatoriano frente a una externalidad.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE VULNERABILIDADES

El escenario base corresponde a la situación de normalidad en la cual las entidades del sistema financiero ecuatoriano reflejan su comportamiento habitual, del mismo modo que la economía fluye en condiciones normales. Bajo este supuesto, con los parámetros establecidos y sobre la base del modelo de vectores autorregresivos descrito en el capítulo anterior, se proyectó el comportamiento que tendrían las variables endógenas, tanto financieras como macroeconómicas, durante los años 2012, 2013 y 2104. Estos pronósticos se efectuaron considerando un nivel de confianza del 95%. Las proyecciones de las variables por cada subsistema se incluyen en los Anexos 4.1 y 4.2.

4.1.1 Entorno financiero nacional

Con respecto a las variables financieras, las proyecciones para los próximos tres años reflejan un comportamiento estable, similar al de la última década. En primer lugar, se esperaría que las instituciones financieras privadas obtengan, en promedio, una rentabilidad sobre el patrimonio de 10%, ganancia que se encuentra influenciada por la conducta de bancos privados y cooperativas. Para las sociedades financieras y las mutualistas esta proyección sería de 7%, mientras que para tarjetas de crédito se esperaría 19%.

En segunda instancia, se esperaría que los activos productivos de las entidades financieras representen, en promedio, 1,5 veces los pasivos con costo. Esta relación sería de 2,5 en el caso de bancos privados, 1,2 de cooperativas y mutualistas, y 0,9 sociedades financieras. Para tarjetas de crédito éste no fue un indicador relevante en el modelo.

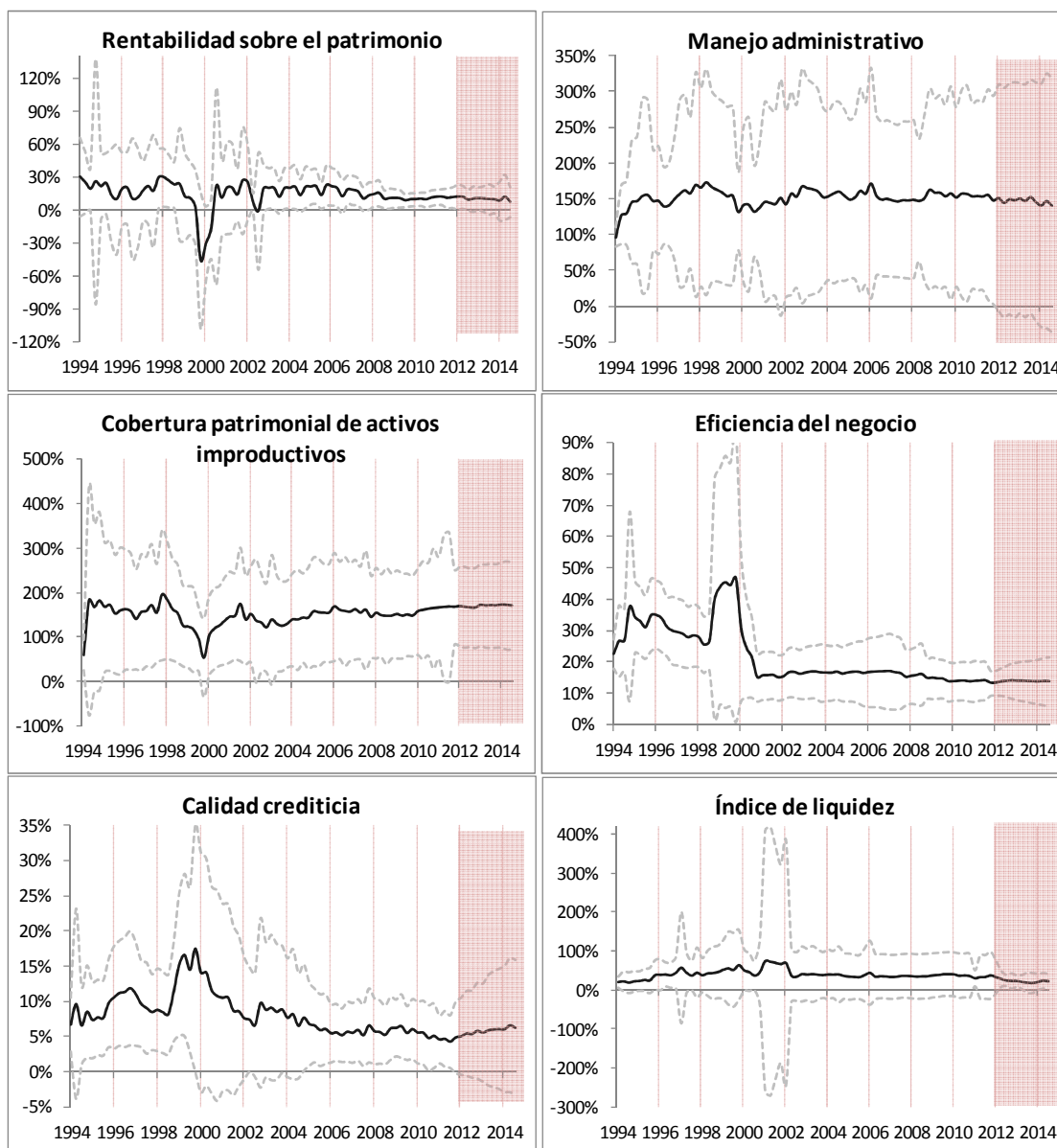


Figura 27 – Proyección de variables financieras

Elaboración: la autora

En tercer lugar, se esperaría que las instituciones financieras privadas mantengan una cobertura patrimonial de activos improductivos de 169% en promedio. Por subsistema esta proyección se sitúa en alrededor de 85% para bancos privados, 91% mutualistas, 186% sociedades financieras y 214% para

cooperativas. En el caso de tarjetas de crédito ésta no fue una variable relevante a incluir en el modelo.

En cuarto lugar, se proyecta que la eficiencia del negocio se conserve, en promedio, en 13% para todas las instituciones financieras privadas durante los próximos años, a excepción de las mutualistas, cuyo indicador se ubicaría alrededor de 5%.

En quinto lugar, se esperaría que las entidades financieras registren, en promedio, el 4% de su cartera como vencida, especialmente los bancos privados y las cooperativas. Las mutualistas registrarían una mora de alrededor de 3,3% y las tarjetas de crédito, por su naturaleza, tendrían 15% de sus créditos vencidos. Las proyecciones señalan cierto deterioro en los créditos otorgados por las sociedades financieras, cuyo nivel de morosidad alcanzaría, en promedio, el 9%.

Por último, se proyecta que los bancos privados y las cooperativas presenten, en promedio, un índice de liquidez de 26% en los próximos años, en tanto que sociedades financieras y mutualistas de 15%.

4.1.2 Entorno macroeconómico

Con relación a las variables macroeconómicas, se prevé que en los próximos años la formación bruta de capital fijo represente alrededor del 27% del PIB ecuatoriano, lo que significa un incremento de un punto porcentual con respecto a los niveles del año 2011. Efectivamente, durante la última década la inversión nacional ha marcado una tendencia creciente en comparación con la producción local, por lo que en las condiciones actuales se esperaría que a futuro se mantenga este comportamiento.

En lo referente al comercio internacional, se observa que después de la época de la crisis, la cobertura de la balanza comercial fluctuó alrededor del 100% hasta el segundo trimestre del año 2008, cuando estalló la crisis financiera internacional. Durante tres trimestres se observó un déficit de balanza comercial ocasionado por una caída en las exportaciones, especialmente petroleras. A partir de mediados del año 2009 el índice de cobertura de la

balanza comercial se ha recuperado, pero permanece bajo los niveles alcanzados antes de la crisis financiera internacional. En los próximos años se proyecta que el monto de las exportaciones ecuatorianas sea ligeramente inferior al de las importaciones; es decir, existiría un índice de cobertura de alrededor del 97%.

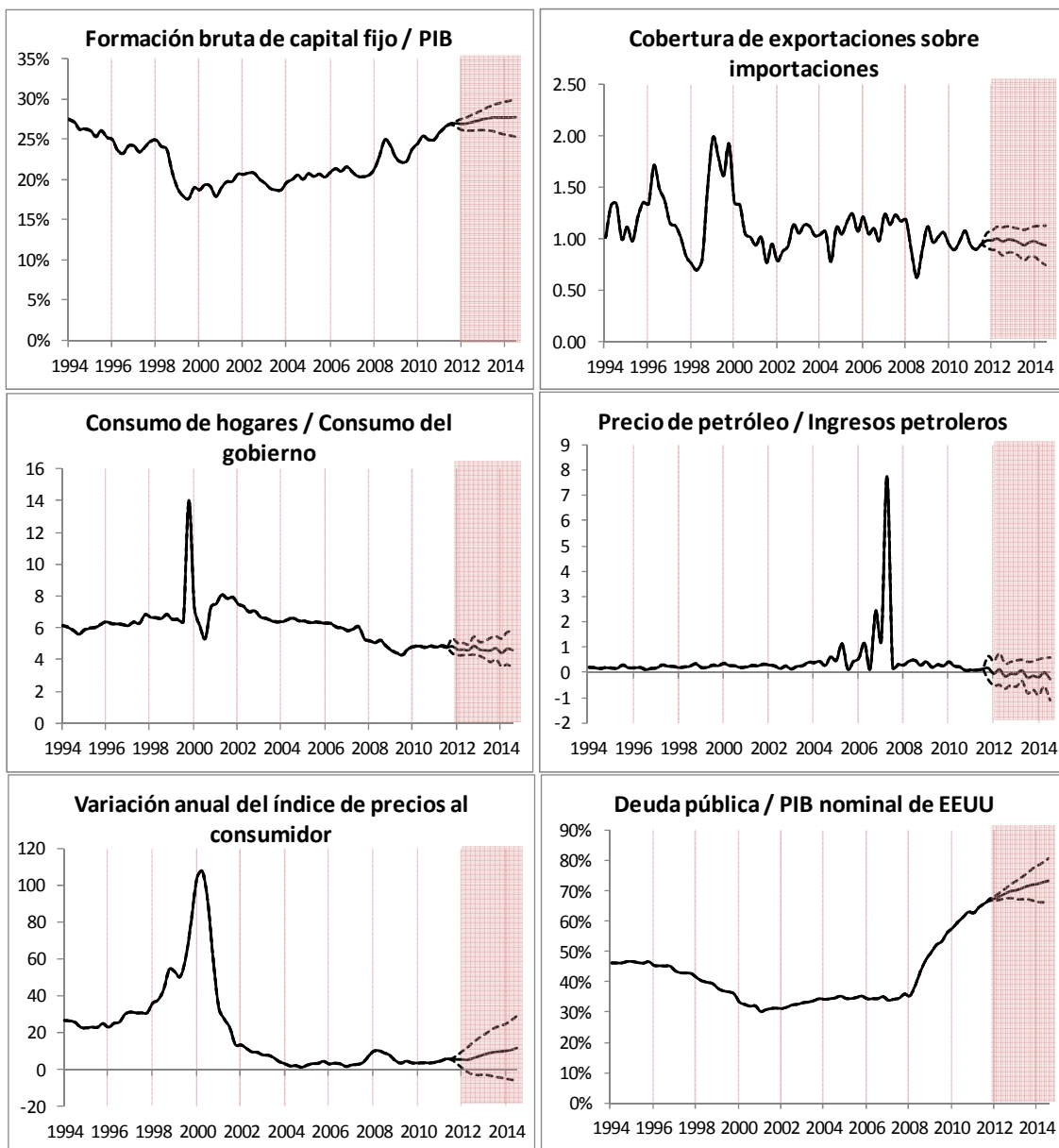


Figura 28 – Proyección de variables macroeconómicas

Elaboración: la autora

Históricamente, sin considerar la época de la crisis ecuatoriana de 1999, el consumo de los hogares ha representado entre 4 y 8 veces el consumo del gobierno. Este cociente evidenció una tendencia a la baja durante el período 2002 – 2010, manteniéndose a partir de allí en alrededor de 4,8 veces. Las

proyecciones indican que se mantendría esta relación durante los próximos tres años.

En los últimos veinte años, el precio del petróleo ha influido directamente en los ingresos petroleros obtenidos por la venta del mismo, con altas variaciones durante el año 2007. Se esperaría que esta relación se mantenga durante los próximos años, con una leve tendencia decreciente.

Uno de los beneficios de la dolarización en el Ecuador ha sido el control del incremento general de los precios de bienes y servicios, puesto que a partir del año 2002 este indicador se ha mantenido en un solo dígito. Según las proyecciones, esta estabilidad se mantendría durante el año 2012; no obstante en los años 2013 y 2014 se esperaría una tendencia creciente hasta llegar a los dos dígitos en el 2014.

Por último, el modelo reflejó que el grado de endeudamiento de los Estados Unidos también afecta a la economía ecuatoriana y a la solvencia de las instituciones financieras privadas. Se observa que a partir de la crisis financiera mundial la deuda pública estadounidense ha crecido exponencialmente con relación al PIB nominal de ese país, al pasar de 35% en junio de 2008 a 66% en diciembre de 2011. En los próximos años se esperaría que el nivel de deuda continúe incrementándose hasta representar el 73% del PIB en diciembre de 2014.

4.1.3 Backtesting

Un atributo implícito a toda variable es la susceptibilidad a ser medida. Existen dificultades que derivan de este requisito y que pueden determinar la ocurrencia de error en su estimación. Se entiende por error de estimación a la diferencia existente entre el valor obtenido al estimar una variable con relación a su valor real y objetivo. Se puede producir error de estimación por causas que determinan su ocurrencia en forma aleatoria (error aleatorio) o bien puede ser efecto de un error que ocurre en forma sistemática (sesgo).

Bajo el supuesto de que lo que ocurrió en el pasado podría repetirse en el futuro, la técnica de backtesting se utiliza ampliamente en econometría para

validar la eficacia de un modelo predictivo utilizando datos históricos. Con el fin de validar el ajuste de las proyecciones del modelo de vectores autorregresivos, se guardaron las cifras reales de los años 2012 y 2013 de las variables financieras y macroeconómicas utilizadas. Los gráficos comparativos de los valores proyectados y los datos reales por cada subsistema se incluyen en el Anexo 4.3.

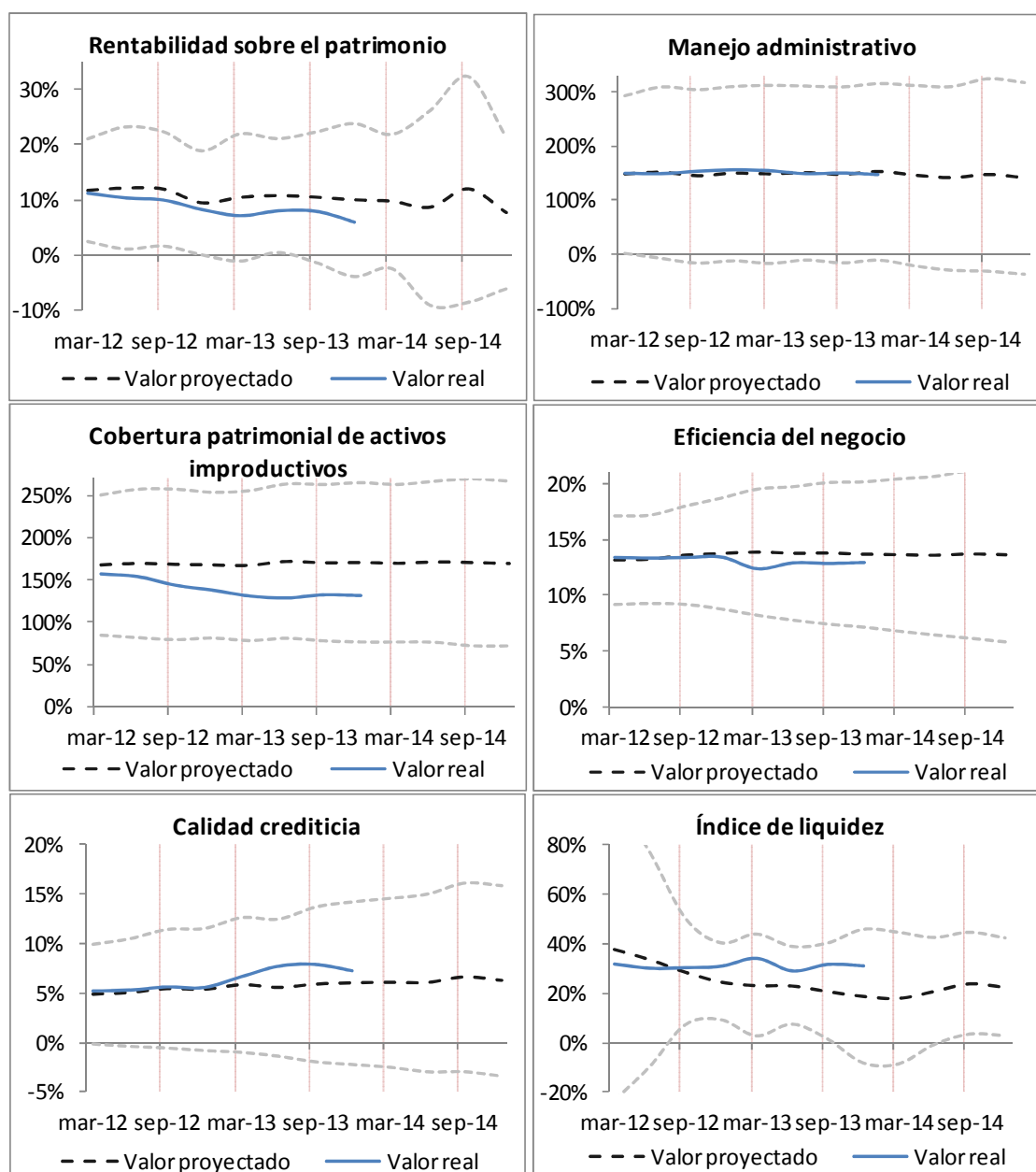


Figura 29 – Backtesting sobre variables financieras

Elaboración: la autora

En el caso de las variables financieras de las instituciones privadas, se observó un ajuste adecuado en lo concerniente al manejo administrativo, la eficiencia

del negocio y la calidad crediticia, proyecciones cuyo margen de error fue inferior al 5%. El ajuste fue menor en lo que respecta a la rentabilidad sobre el patrimonio, la cobertura patrimonial de activos improductivos y el índice de liquidez, donde existió un margen de error de alrededor del 20%.

En las variables macroeconómicas se evidenció un ajuste adecuado de las proyecciones de la inversión nacional, el índice de cobertura de la balanza comercial, el indicador de consumo y el endeudamiento estadounidense. En estas variables los valores proyectados presentaron una diferencia inferior a 5% con respecto a los valores reales.

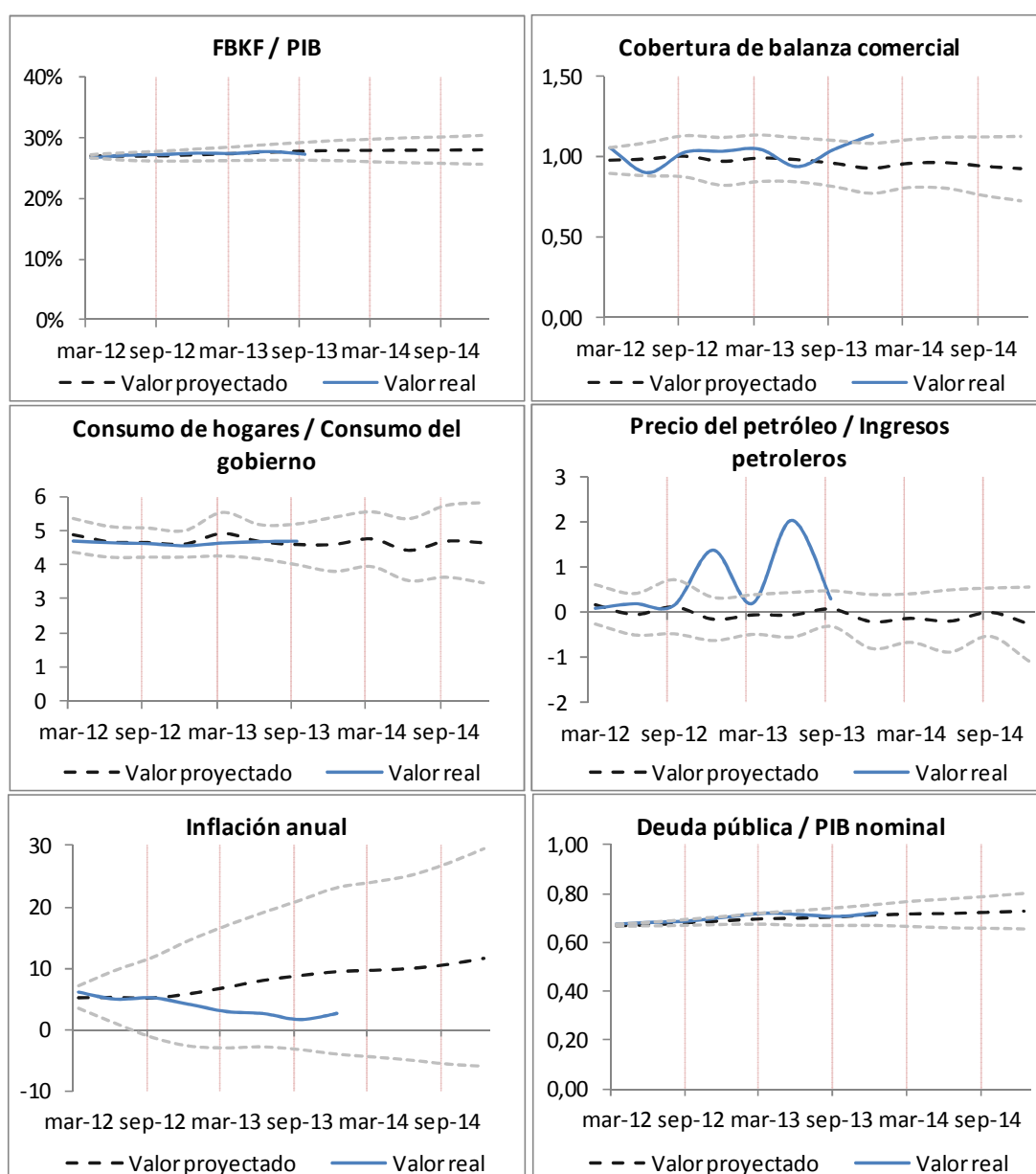


Figura 30 – Backtesting sobre variables macroeconómicas

Elaboración: la autora

En contraste, las proyecciones relativas al precio del petróleo y el nivel de inflación anual se ajustaron adecuadamente a los datos históricos del año 2012, pero presentaron un ajuste inadecuado en el año 2013.

4.2 DISEÑO DE ESCENARIOS

El Comité de Basilea enseña que la experiencia en la realización de pruebas de tensión bajo la crisis ha revelado ciertas deficiencias en los programas implementados por los bancos. El Comité señala que las pruebas de tensión se elaboraron aisladas en la unidad de riesgos, sin incorporar opiniones de otras áreas, o estudiaban tipos de riesgos concretos, dentro de cada línea de negocio. Este planteamiento no permitió a los bancos identificar correlaciones entre riesgos extremos o concentraciones en una entidad. (Basilea, 2009, pág. 2)

Además, las pruebas de tensión de numerosos bancos no estaban diseñadas para reflejar la evolución, muchas veces inusual, de los mercados. Los escenarios empleados solían reflejar alteraciones leves, asumir duraciones cortas y subestimar las correlaciones entre diferentes posiciones, riesgos y mercados. En este sentido, las pruebas de tensión no fueron suficientemente flexibles para responder a tiempo a una crisis, pues no consiguieron agregar con rapidez las exposiciones, aplicar nuevos escenarios o modificar los actuales.

A estas preocupaciones del Comité de Basilea, se debe sumar que en países en vías de desarrollo, como el nuestro, la implementación de metodologías para pruebas de tensión es todavía incipiente. En el Ecuador, el organismo de control ha incluido dentro de su normativa de riesgos, específicamente para riesgo de mercado y, en especial, riesgo de tasas de interés, la obligatoriedad por parte de la unidad de administración integral de riesgos, en sus respectivos análisis de sensibilidad, de simular diferentes escenarios y realizar pruebas de estrés relevantes, incluyendo el análisis del peor escenario.²³

²³ Superintendencia de Bancos y Seguros, Codificación de Regulaciones, Libro I *Normas generales para la aplicación de la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero*, Título X *De la gestión y administración de riesgos*, Capítulo III *De la administración del riesgo de mercado*, Sección II *Responsabilidades de la administración*, Artículo 12, pág.221.

4.2.1 Magnitud del choque

Para determinar la magnitud del choque en la construcción de un escenario adverso, se consideraron los parámetros estructurales relevantes de los modelos de vectores autorregresivos. Este esquema contempla el uso de choques simulados que reflejan cambios estructurales que efectivamente ocurrieron en el pasado y supone que podrían repetirse en el futuro, así como la posibilidad de que se rompan los patrones estadísticos en algunas circunstancias. Los parámetros estructurales con los que se trabajó recogen también la existencia de valores extremos que pudieron haberse dado en el pasado por razones particulares de cada institución financiera. La desventaja de los choques históricos es que no reflejan los riesgos de las nuevas entidades.

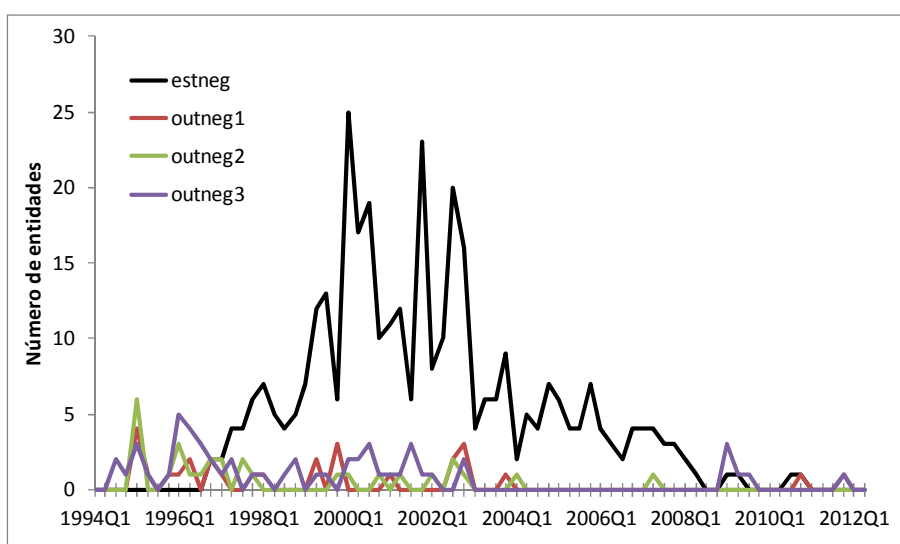


Figura 31 – Cambio estructural en el sistema financiero privado

Elaboración: la autora

En esta tesis se efectuó un análisis de sensibilidad, que busca identificar las vulnerabilidades del sistema financiero privado a cambios en los factores de riesgo estructurales. Si bien en el análisis de sensibilidad se observa un único parámetro, este cambio en el parámetro estructural involucra cambios simultáneos en las demás variables, que se consideran endógenas por la naturaleza del modelo econométrico utilizado. La ventaja de esta técnica es que permite estimar con rapidez la sensibilidad financiera de una institución frente a un determinado factor de riesgo e identificar ciertas concentraciones de

De cualquier manera, el horizonte elegido requiere una compensación entre el tiempo que una vulnerabilidad necesita cristalizarse y la realidad de las respuestas de conducta modeladas en tiempos de estrés. Para elegir el horizonte temporal durante el cual se hará la prueba de estrés, se tomó en cuenta el comportamiento del ROE promedio del sistema financiero privado durante la época de la crisis ecuatoriana. Se aprecia que las instituciones registraron pérdidas durante tres trimestres consecutivos, desde marzo hasta diciembre del año 2000.

Con esta premisa, para construir la prueba de tensión se tomaron tres trimestres consecutivos como horizonte temporal adverso, correspondientes a los tres últimos trimestres del año 2012, replicando lo ocurrido en la década anterior. A partir de allí, se realizaron proyecciones hasta el año 2014 bajo un horizonte temporal con el fin de evaluar también el comportamiento de las variables durante el periodo de recuperación después del escenario de estrés.

4.2.3 Supuestos para los factores de riesgo

En la construcción de la prueba de tensión se asumieron algunas condiciones generales. El primer gran supuesto se basa en que las circunstancias del entorno permanecen invariantes, a excepción de los factores de riesgo a los cuales se aplican los choques. Asimismo, se supone que no existiría intervención alguna por parte del Estado u organismos de control, tendientes a inyectar liquidez al sistema financiero o cesar las funciones de una determinada entidad. Recordemos que la relación entre estabilidad macroeconómica y financiera y el poder predictivo de estas variables para pronósticos futuros se recogen en el modelo planteado.

Un segundo supuesto radica en que las instituciones financieras no tendrían la oportunidad de inyectar capital contra cada tipo de riesgo, sea mercado, crédito u operacional. Cuando se enfrentan con un escenario macro adverso, las instituciones financieras re-optimizarán su comportamiento y sus respuestas seguirán o no funciones de reacción similares como en el pasado. Los participantes del sistema financiero ecuatoriano tampoco podrían reaccionar reasignando su portafolio, reduciendo, por ejemplo, sus exposiciones por riesgo

crediticio. Tampoco se incorpora al análisis, el riesgo de titularización que supone que los mercados de productos estructurados mantendrían su liquidez, pese a que en nuestro país no existe un mercado de valores desarrollado ni un mercado eficiente de instrumentos derivados.

Una tercera condición fundamental dentro de la que se enmarca el análisis supondría que no existen vínculos interbancarios. El modelo únicamente recoge las señales de deterioro financiero de una institución en caso de una externalidad, mas no incorpora el riesgo de ‘contagio’ por efecto dominó en el mercado interbancario. Este enfoque individual modela las pérdidas potenciales de una institución financiera.

Tabla 7- Enfoques de pruebas de tensión macro

Enfoque	Enfoque por partes	Enfoque integrado
	Modelos de predicción de indicadores individuales de solidez financiera	Combina el análisis de factores de riesgo múltiple en una sola distribución de pérdidas del portafolio
Principales opciones de modelos	Series temporales o datos de panel Modelos estructurales o de forma reducida	Modelos de riesgo macro-económico (Wilson 1997) Modelos de riesgo micro-estructurales (Merton 1974)
Ventajas	Intuitivos y con baja carga computacional Amplia caracterización del escenario de estrés Compensación de política monetaria	Integra el análisis de riesgo de mercado y crédito Simula el cambio en la distribución de pérdida impulsado por el impacto de los choques macroeconómicos sobre los componentes de riesgo individuales Aplicado para capturar los efectos no lineales de los choques macros en riesgo de crédito
Desventajas	Formas de función lineal mayormente utilizadas Inestabilidad del parámetro en horizontes largos Provisiones para pérdidas y créditos morosos pueden ser indicadores de ruido del riesgo de crédito	Medidas de valor en riesgo no aditivas entre instituciones La mayoría de modelos se han enfocado solo en riesgo de crédito, limitados a un horizonte de tiempo corto Estudios disponibles no se han ocupado de los efectos de retroalimentación o inestabilidad de los parámetros en un horizonte más largo

Fuente:(Sorge, 2004)

Elaboración: la autora

Por último, para proyectar el escenario adverso se utilizó la simulación Montecarlo, un método basado en información hipotética del factor en estudio. Se simuló un proceso estocástico²⁴ para cada una de las variables endógenas

²⁴ Ver Anexo 2.

del vector autorregresivo en función de la generación de números aleatorios que se han extraído de la distribución normal estándar en un período de tiempo determinado. Estos números se transforman para que coincidan con la matriz de varianzas y covarianzas deseada (o real)²⁵. Las ecuaciones del modelo de VAR se resuelven de modo que los residuos se ajustan a los errores extraídos al azar. De esta manera, existe una solución al modelo para cada variable en cada período. El modelo se resuelve varias veces con diferentes valores para los componentes aleatorios y luego se calcula el valor esperado sobre los resultados. Se definieron 1.000 repeticiones para cada escenario simulado con un intervalo de confianza del 95%. Las repeticiones no representan una conducta real, pero tratan de predecir el comportamiento futuro de cada variable.

4.2.4 Proceso de generación de datos

Desde una perspectiva de modelación, el punto de partida del marco cuantitativo de administración de riesgo son las exposiciones. El análisis se basa en que las exposiciones crediticias de cada entidad financiera afectan al valor de su patrimonio. El valor de las exposiciones se da en el tiempo T (futuro) por una serie de factores exógenos de riesgo sistemático.

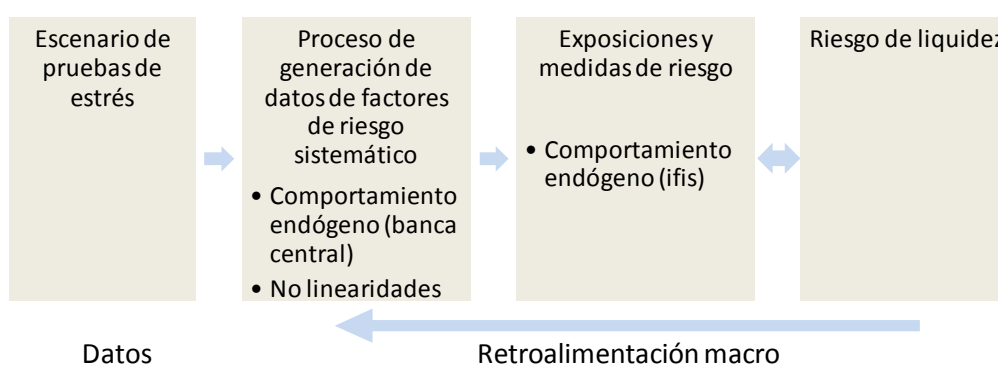


Figura 33 – Desafíos de los modelos de pruebas de tensión
(Drehmann, 2008, pág. 75)

La parte más importante de las pruebas de tensión personifica el proceso de generación de datos. El modelo desarrollado asume que el riesgo viene

²⁵ En el caso general, esto implica multiplicar el vector de números aleatorios por el factor de Cholesky de la matriz de covarianza. Si la matriz es diagonal, esto se reduce a multiplicar cada número aleatorio por su desviación estándar deseada.

determinado por un proceso estadístico conocido y constante, que captura la interdependencia de los factores de riesgo entre ellos y a través del tiempo.

Finalmente, el modelo captura el impacto de los conductores de riesgo sistemático en una medida de riesgo para las exposiciones en el tiempo T. Una vez que el modelo tiene lugar, se pueden simular varios escenarios de estrés.

4.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para cuantificar la transmisión de choques externos a las instituciones financieras ecuatorianas, se llevó a cabo el análisis de sensibilidad frente a impulsos condicionados a los parámetros estructurales. Es de interés averiguar el nivel de impacto que tendría el choque planteado sobre las variables macroeconómicas y/o financieras utilizadas, así como el grado de afectación a integrantes específicos del sistema financiero.

4.3.1 Impacto en el entorno macroeconómico

Al simular un escenario adverso en la economía ecuatoriana durante tres trimestres consecutivos, se observa que la formación bruta de capital fijo representaría alrededor del 26% del PIB; es decir, disminuiría en casi 1 punto porcentual con relación a la proyección efectuada bajo el escenario base. En comparación con el comportamiento de esta variable durante la crisis de 1999, el impacto de un escenario adverso sobre la inversión nacional es leve. De hecho, durante la época de la crisis, este indicador del grado de inversión registró una caída con respecto a la producción nacional al pasar de 24% en diciembre de 1998 hasta 17,6% en diciembre de 1999, con lo cual perdió 5,4 puntos porcentuales en un año únicamente.

Frente al escenario adverso planteado, el índice cobertura de balanza comercial aumentaría hasta 111%, lo que representa 14 puntos porcentuales por encima de lo previsto. Este comportamiento se observó durante la crisis de 1999 con mayor intensidad, puesto que la cobertura de las exportaciones aumentó de 69% en septiembre de 1998 a casi 200% en junio de 1999 y marzo de 2000. Se podría pensar que una mayor cobertura reflejaría aparentes mejoras en los términos de intercambio del comercio internacional; sin

embargo, en épocas de crisis se ha visto que esta relación aumenta dada la reducción de las exportaciones en menor proporción que las importaciones.

De manera similar, al replicar un escenario económico desfavorable, se aprecia que la relación entre el consumo de los hogares y el consumo del gobierno aumentaría a alrededor de 5,3 veces, 0,6 veces superior a la proyección efectuada. Durante la crisis bancaria de 1999 esta relación aumentó de manera exorbitante hasta casi 14 veces dada la restricción del consumo por parte del gobierno en mayor proporción que la caída del consumo de los hogares.

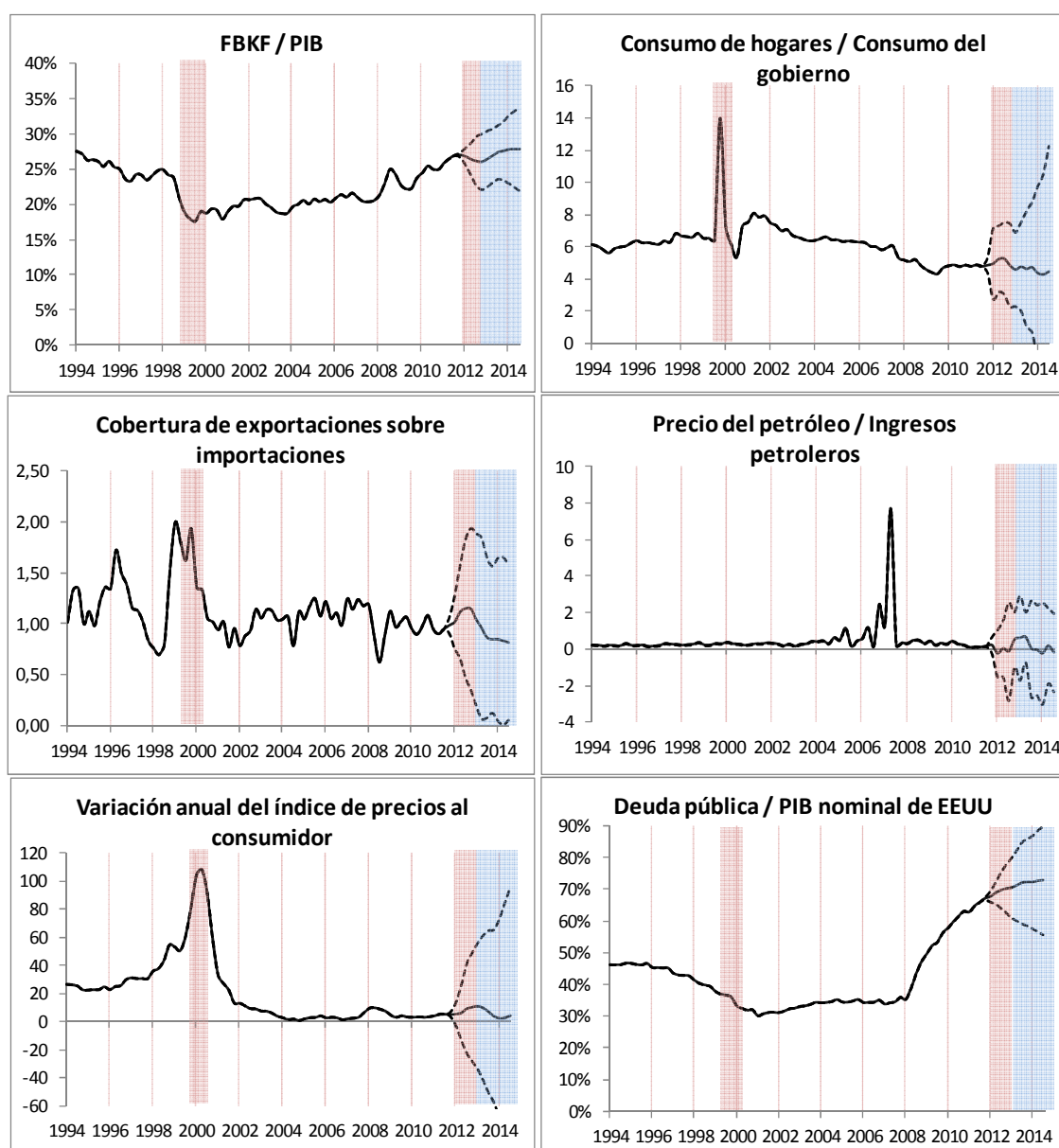


Figura 34 – Resultados de la prueba de tensión sobre variables macroeconómicas
Elaboración: la autora

En lo que respecta al precio del petróleo sobre los ingresos petroleros, se esperaría que ante un escenario severo, esta relación disminuya ligeramente e incluso se vuelva negativa, hecho que no podría darse en la realidad. Gráficamente se puede observar que esta relación no presentó una variación importante durante la época de la crisis, más bien durante el año 2007 creció significativamente.

Para que las instituciones financieras privadas atravesen por un período recesivo, la variación anual del índice de precios al consumidor debería incrementarse hasta 10% aproximadamente, según las estimaciones del modelo. Este escenario fue observado durante la crisis internacional de 2008, etapa en la cual el Ecuador registró el máximo nivel de inflación en la última década, de 9,96%, una vez concluida la crisis de 1999. Estos resultados ratificarían que el entorno económico actual es distinto con respecto al de 15 años atrás. De hecho, en una economía dolarizada no sería concebible el aumento exagerado del índice de precios al consumidor, únicamente el hecho de llegar a dos dígitos ya significaría una señal de alerta para el sistema financiero privado. Durante la crisis de 1999, la inflación anual alcanzó niveles de hasta tres dígitos; sin embargo, en ese entonces la realidad nacional era otra, empezando por que la moneda de circulación era el sucre.

Finalmente, la deuda pública de Estados Unidos tendría que crecer con mayor rapidez que el PIB nominal para que influya negativamente en la economía ecuatoriana y su sistema financiero. Para este indicador, el escenario de estrés es ligeramente superior a la proyección efectuada, lo que significaría que el endeudamiento norteamericano actual podría provocar consecuencias negativas en la economía ecuatoriana, y por ende, en el sistema financiero privado.

4.3.2 Impacto en el sistema financiero privado

Un quiebre estructural de la economía ecuatoriana debilita la situación financiera y podría arrastrar en su caída a algunas instituciones del sistema financiero privado. En el caso del manejo administrativo, una situación económica adversa daría como resultado un deterioro considerable de los

activos productivos, ocasionando un descalce al punto de no cubrirlos con los pasivos con costo. Este escenario sería plausible el momento en que una entidad presente descalces en plazos y no tome medidas al respecto. Los bancos privados y las sociedades financieras son los grupos que experimentarían grave deterioro de sus activos productivos en una etapa recesiva, en tanto que las brechas continuarían siendo positivas para las cooperativas y mutualistas.

En lo que se refiere a la cobertura patrimonial de activos improductivos, ésta variable refleja un leve cambio en el escenario de estrés con respecto a la proyección efectuada por el modelo. Los bancos privados reducirían la cobertura patrimonial de sus activos improductivos de 85% proyectado a 73% en el escenario simulado y las sociedades financieras de 187% proyectado a 182% en estrés. Al contrario, los segmentos de cooperativas y mutualistas registrarían niveles similares de cobertura frente a un escenario adverso.

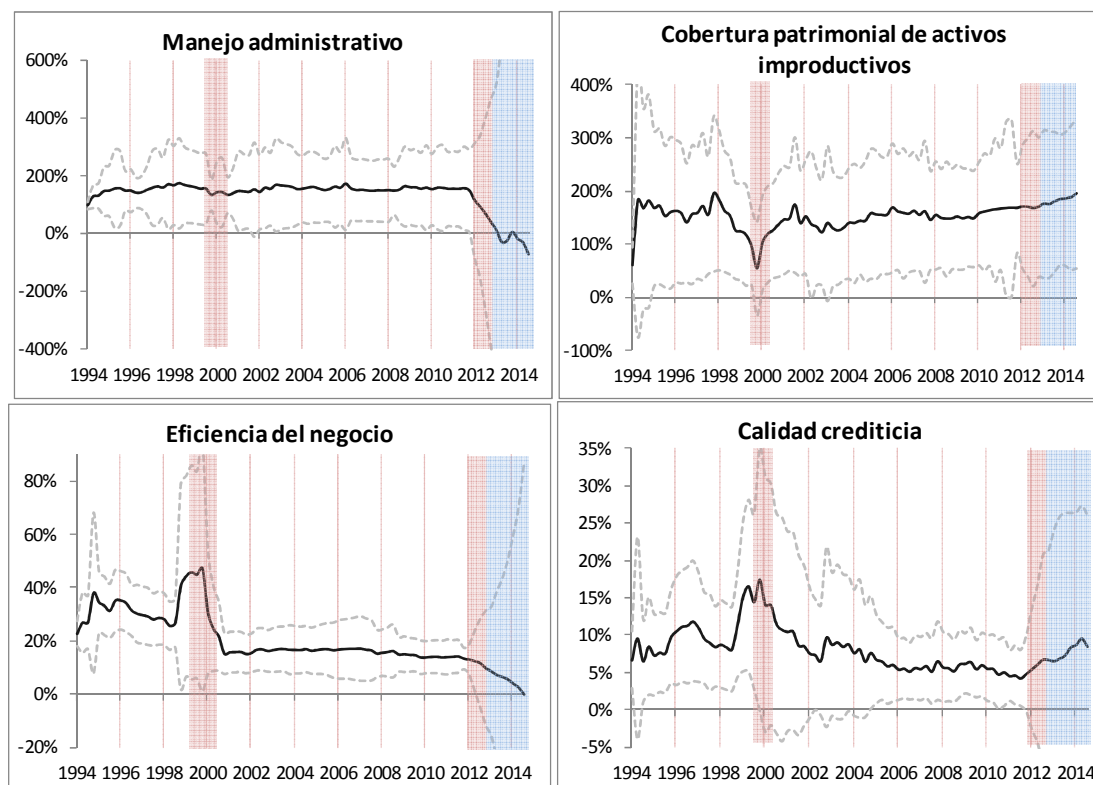


Figura 35 – Resultados de la prueba de tensión sobre variables financieras
Elaboración: la autora

Respecto a la eficiencia del negocio, el escenario de tensión refleja un constante deterioro en el indicador, que incluso podría volverse negativo el

momento en que ya no se registren ingresos ordinarios, sino más bien pérdidas financieras. Es importante destacar que durante la crisis de 1999 la eficiencia del negocio registró una importante caída, pero también se observa que en la etapa pre-crisis aumentó considerablemente en razón de la pérdida de valor de los activos de las instituciones. Los bancos privados serían las instituciones que verían rápidamente deteriorada la eficiencia de su negocio que incluso se tornaría negativa al final del escenario de tensión. Las sociedades financieras, en cambio, durante la etapa de estrés verían incrementada su eficiencia, tal vez como posible consecuencia de la pérdida de valor de sus activos en mayor proporción que los ingresos obtenidos, pero terminada la crisis registrarían una caída en este indicador hasta prácticamente cero. Al contrario, las cooperativas y mutualistas prácticamente no registrarían mayores variaciones en su eficiencia al enfrentar una crisis.

El nivel de morosidad de la cartera de crédito también se vería afectado el momento de un choque macroeconómico. Todos los subsistemas, a excepción de las cooperativas, registrarían un deterioro en su calidad crediticia el momento de un escenario adverso, pues prácticamente la cartera vencida proyectada se duplicaría en un escenario de tensión. La tasa de mora aumentaría casi 4 puntos porcentuales en el caso de mutualistas, alrededor de 7 puntos porcentuales en los bancos privados, 11 puntos porcentuales en sociedades financieras y alrededor de 15 puntos porcentuales en tarjetas de crédito. Las cooperativas, al contrario, registrarían una conducta contraria dado que en un choque macroeconómico, por lo que cabe la posibilidad de que el modelo no esté recogiendo adecuadamente la realidad de la calidad crediticia de estos intermediarios. Los resultados de los choques en las variables financieras se incluyen en el Anexo 4.3.

4.3.3 Impacto en la liquidez del sistema financiero privado

Disponer de liquidez inmediata reduce rentabilidad por el alto costo de mantener activos improductivos. Sin embargo, sus beneficios son plausibles en tiempos de crisis. La velocidad para formar colchones de liquidez es clave al enfrentar un requerimiento masivo de fondos. De hecho, las instituciones que

actualmente permanecen en el mercado sacrificaron rentabilidad para convertir sus activos productivos en liquidez inmediata y hacer frente a sus obligaciones.

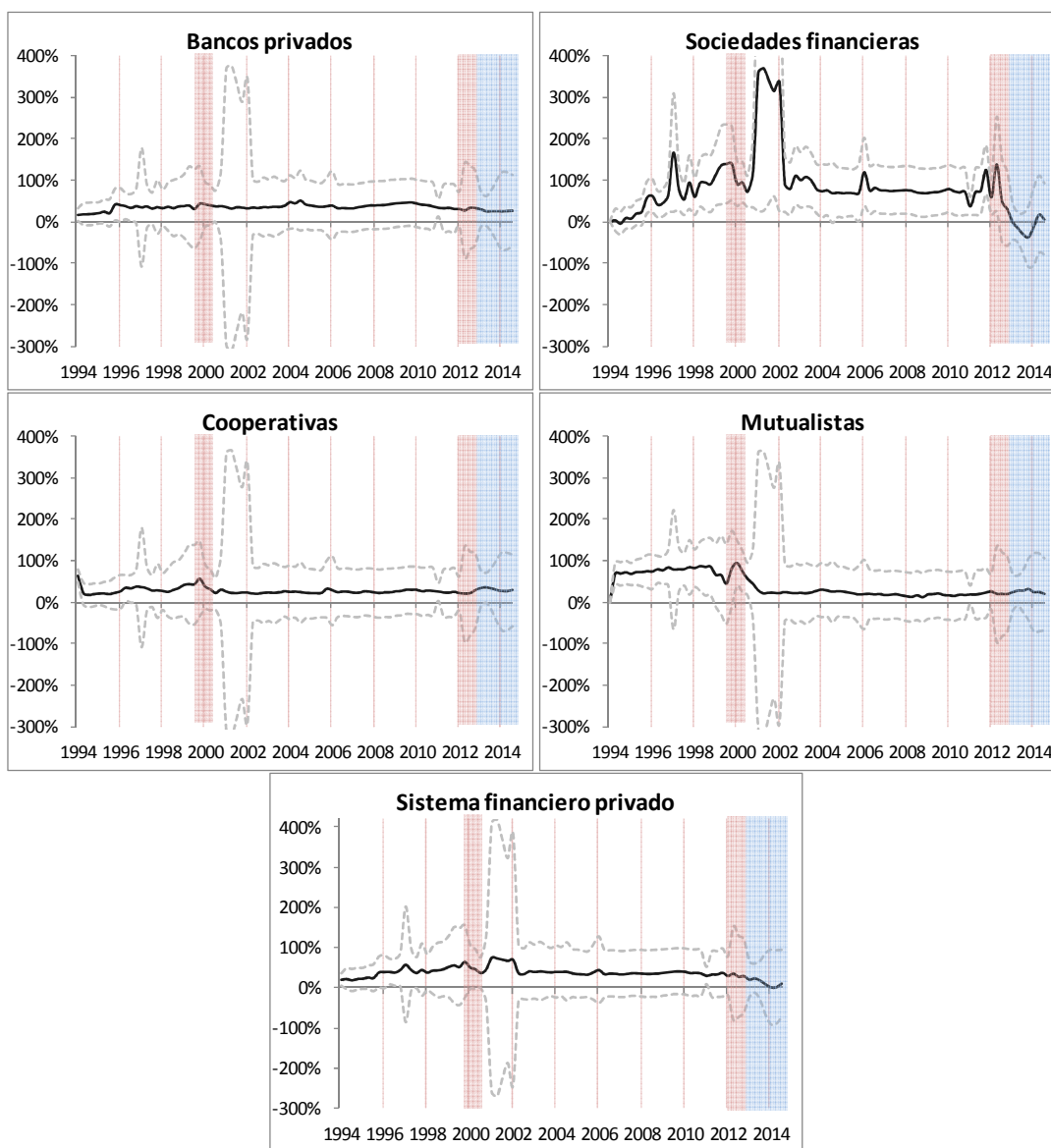


Figura 36 – Resultados de la prueba de tensión sobre la liquidez
Elaboración: la autora

Al simular un escenario adverso los índices de liquidez del sistema financiero privado caerían aproximadamente tres puntos porcentuales; es decir, las instituciones financieras privadas dispondrían de recursos suficientes para responder ante retiros masivos de efectivo. En el caso de los bancos privados durante los dos primeros trimestres de tensión el índice de liquidez disminuiría en alrededor de 5 puntos porcentuales, mientras que en el último período se esperaría que cuenten con mayor cantidad de activos líquidos para hacer frente a retiros de sus depositantes. Asimismo, se esperaría que las cooperativas de

ahorro y crédito vean reducido su índice de liquidez en aproximadamente 3 puntos porcentuales con relación a las proyecciones efectuadas. Por último, el sistema de mutualistas también podría soportar adecuadamente un escenario adverso, puesto que su índice de liquidez disminuiría en apenas 1 punto porcentual con respecto a las predicciones del modelo. De esta manera, estos tres tipos de intermediarios financieros verían disminuida su liquidez ante el escenario adverso planteado, pero ésta sería suficiente para enfrentar un retiro de depósitos.

Las sociedades financieras, en cambio, evidenciarían serios problemas de liquidez el momento de resistir una crisis económica, según el modelo propuesto. Durante el escenario de tensión se esperarían índices de liquidez muy superiores a los actuales, llegando inclusive en el segundo trimestre a que estos intermediarios trasformen en liquidez el total de su pasivo exigible. Esto quiere decir que tendrían que recurrir inmediatamente a mecanismos alternos de generación de liquidez, tal como sucedió en 1999-2000, caso contrario podrían salir del mercado.

Para las tarjetas de crédito no fue posible determinar el grado de afectación de un choque macroeconómico en el índice de liquidez, en vista de que esta variable no fue relevante a incluir en el modelo econométrico.

4.3.4 Impacto en la rentabilidad del sistema financiero privado

Finalmente, todos los cambios del entorno macroeconómico nacional e internacional expuestos, junto con el deterioro de la situación financiera de las instituciones privadas, repercuten directamente en la rentabilidad sobre el patrimonio de estas entidades. De hecho, al simular el escenario adverso, se esperaba el registro de pérdidas durante los tres trimestres de duración del choque.

Las entidades bancarias, las sociedades financieras y las tarjetas de crédito se verían seriamente afectadas al combatir una etapa económica recesiva, pues perderían gran parte de su patrimonio en este escenario. Las pérdidas financieras alcanzarían, en promedio, el 50% del patrimonio de los bancos en el primer trimestre del choque, 68% en el segundo y 81% en el tercero. Algo

similar sucedería con las sociedades financieras, cuyas pérdidas corresponderían al 79% del patrimonio en el primer trimestre de estrés, 82% en el segundo y 97% en el tercero. Asimismo, las tarjetas de crédito perderían el 38% de su patrimonio durante el primer trimestre de tensión, 67% en el segundo y 80% en el tercero. De cumplirse esta perspectiva, el patrimonio de estas instituciones absorbería la totalidad de pérdidas, ocasionando un grave problema de solvencia luego del período, pues prácticamente contarían con capital mínimo para seguir operando después de la crisis planteada.

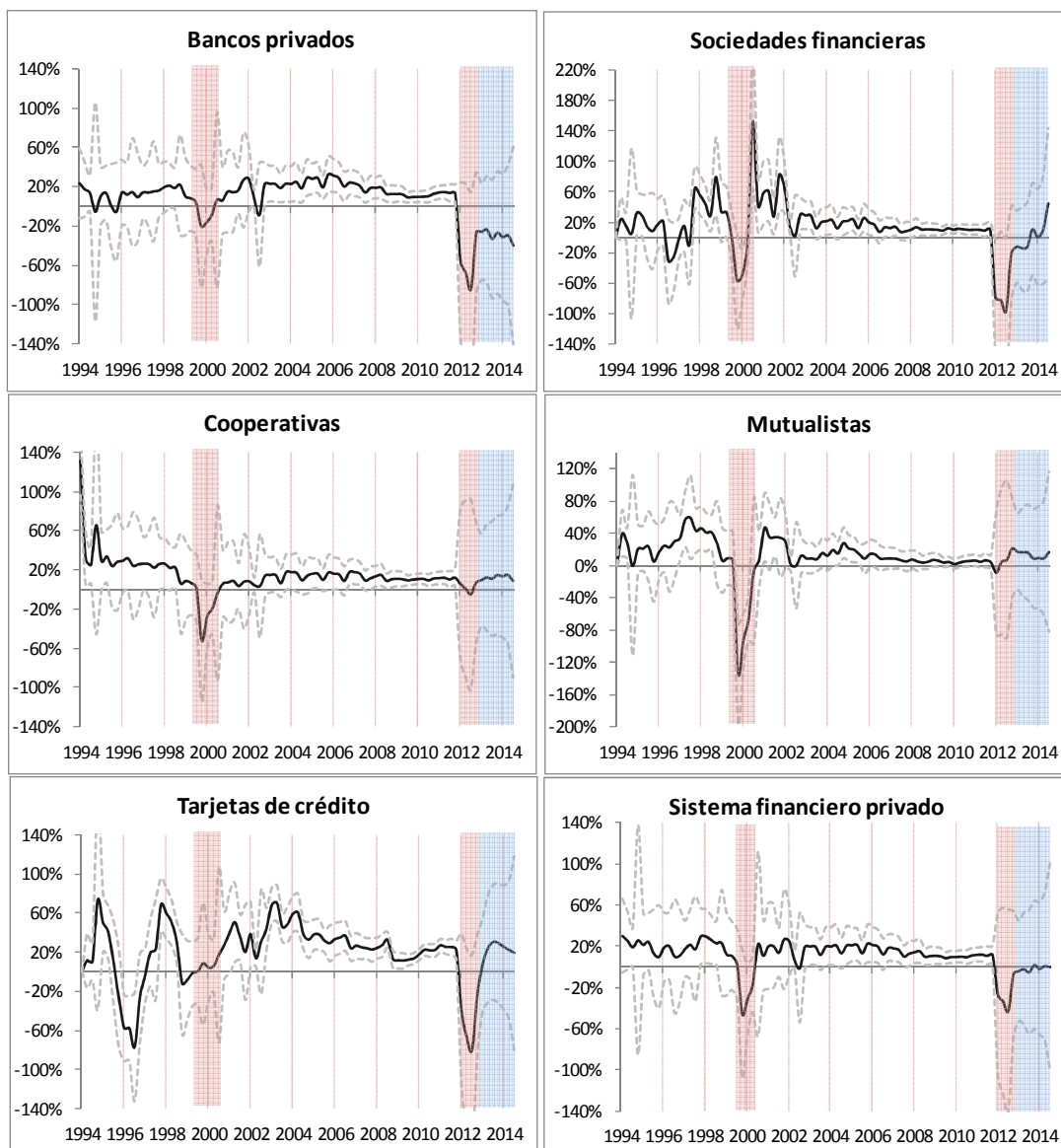


Figura 37 – Resultados de la prueba de tensión sobre la rentabilidad
Elaboración: la autora

Las cooperativas y las mutualistas reflejarían un impacto de menor intensidad en su patrimonio al enfrentar una crisis económica, en comparación con los

demás intermediarios financieros. En el caso de las mutualistas, estas entidades perderían, en promedio, el 9% de su patrimonio durante el primer trimestre de estrés. Durante los dos trimestres siguientes no se evidenciarían pérdida, más bien existiría cierta recuperación puesto que se esperaría un ROE de 4% en el segundo trimestre y de 7% en el tercero. En el caso de las cooperativas sucedería algo similar, durante el primer trimestre de tensión la rentabilidad se vería disminuida a 6% del patrimonio y en el segundo trimestre prácticamente sería 0%, mientras que en el tercer trimestre se esperaría una pérdida de alrededor de 5% del patrimonio.

Estos resultados evidencian que una pequeña parte del patrimonio de las cooperativas y las mutualistas cubriría la totalidad de las pérdidas que se registren, por lo cual podrían recuperarse rápidamente sin presentar problemas de solvencia graves que les impidan continuar operando.

Un interesante aspecto de estudio, posterior al período de crisis, es la capacidad de recuperación de las entidades. El restablecer la credibilidad en el sistema financiero nacional y superar la externalidad constituye, sin duda alguna, una tarea difícil. Recuperar la imagen y el posicionamiento en el mercado se logra a través de instituciones saneadas, solventes, rentables, y que impulsen el crecimiento económico a través de la recuperación del flujo del crédito. En el escenario adverso planteado, una vez que termina el período de crisis, el sistema financiero empieza su recuperación paulatinamente. Gráficamente se puede observar que los bancos privados continúan registrando pérdidas durante dos años después del choque. Conforme se extiende el registro de pérdidas, mayor es la posibilidad de que estas entidades salgan del mercado ante la incapacidad de enfrentar la crisis. En contraste, la recuperación para los demás intermediarios financieros inicia enseguida y la vuelta a la normalidad toma alrededor de un año.

Cabe recordar que este ejercicio de prueba de tensión se centró en el contexto del planteamiento del problema, así como en el impacto que registró cada una de las entidades del sistema financiero ecuatoriano.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En primer lugar, en el desarrollo de esta tesis se pudo constatar que existen variables financieras y macroeconómicas que afectan la solvencia de los integrantes del sistema financiero nacional. Con la muestra seleccionada se utilizó la técnica de regresión lineal para contrarrestar la hipótesis de esta tesis y determinar cuáles de las variables planteadas afectan efectivamente al sistema financiero. Se verificó que los residuos de los modelos de regresión cumplan con los principios de normalidad, homoscedasticidad, no autocorrelación y no multicolinealidad.

De los indicadores financieros propuestos, el análisis de regresión lineal arrojó como resultado que la capacidad que tiene el sistema financiero privado de generar ganancias se explicaría, en mayor medida, por la calidad de los activos y la eficiencia de los intermediarios financieros en su negocio, y, en menor medida, por la liquidez disponible, la solvencia y el manejo administrativo, con un nivel de confianza de 95%. Los índices de calidad de activos y eficiencia registraron los coeficientes más representativos en las ecuaciones de regresión lineal. Este análisis permite concluir que frente a una disminución de 1 punto porcentual en la tasa de morosidad de la cartera bruta total, la rentabilidad sobre el patrimonio de las entidades aumentaría en aproximadamente 1,7 puntos porcentuales. Asimismo, un incremento de 1 punto porcentual en el índice de eficiencia provocaría un aumento de alrededor de 1,6 puntos porcentuales en el ROE de las instituciones financieras privadas.

Al analizar la influencia de los determinantes de la economía en el sistema financiero ecuatoriano, los resultados mostraron que la capacidad de generar ganancias de las instituciones financieras privada dependería, mayoritariamente, de la cantidad de capital fijo que se invierte en el Ecuador y del nivel de endeudamiento de los Estados Unidos, y en menor grado, del comportamiento del consumo, de la cobertura de la balanza comercial y de la

inflación anual, con un nivel de confianza de 95%. Por cada punto porcentual de incremento en la inversión nacional, comparada con el PIB, las instituciones financieras se beneficiarían de aproximadamente 1,7 puntos porcentuales en el ROE. De manera similar, un incremento de un punto en la deuda pública de los Estados Unidos, comparada con su PIB nominal, originaría una reducción de alrededor de 1 punto porcentual en la rentabilidad sobre el patrimonio.

En segundo lugar, de acuerdo al modelo de vectores autorregresivos, en condiciones normales se esperaría que las instituciones financieras obtengan una rentabilidad sobre el patrimonio de alrededor de 10% para bancos y cooperativas, 7% para sociedades financieras y mutualistas, y 19% para tarjetas de crédito durante los próximos tres años. Los demás indicadores financieros se mantendrían en términos estables, semejantes a los actuales; únicamente se proyecta cierto incremento en el nivel de mora de los créditos. El entorno macroeconómico también sería favorable en los próximos años, puesto que las proyecciones del modelo señalan incrementos en la inversión nacional, adecuada cobertura de la balanza comercial y estabilidad en el consumo; sin embargo la inflación podría seguir aumentando, al igual que el endeudamiento estadounidense.

En tercer lugar, una conducta extrema del entorno financiero o un cambio estructural del sistema es relevante para la planificación del desarrollo económico. En este sentido, fue importante plasmar en el escenario de simulación, los efectos secundarios de estos parámetros estructurales sobre las variables económicas que podrían verse afectadas por el choque original, replicando esta situación en las condiciones económicas actuales. Idealmente, los modelos macro-económicos deben ser empleados para caracterizar completamente la interacción de choques que afectan a los indicadores claves de economía real o precios de los activos que definen el escenario de interés. Diferentes opciones de modelos están disponibles para la elaboración de pruebas de tensión, pero la disponibilidad de información y el objetivo principal son los determinantes claves. Para medir las pérdidas esperadas, se utilizó el modelo multiecuacional de vector de autorregresión de forma reducida que especificó las interacciones simultáneas entre los factores de riesgo; es decir, consideró sus correlaciones en el tiempo.

En cuarto lugar, para evaluar los riesgos de forma prospectiva se construyó un escenario adverso que podría generarse en el sistema financiero privado, en función de comportamientos extremos o cambios estructurales de las instituciones financieras. Los cambios del entorno macroeconómico nacional e internacional expuestos, junto con el deterioro de la situación financiera de las instituciones privadas, repercutirían directamente en la rentabilidad sobre el patrimonio de estas entidades. De hecho, al simular el escenario adverso, se esperaría el registro de pérdidas durante los tres trimestres de duración del choque. Los bancos privados, las sociedades financieras y las tarjetas de crédito se verían seriamente afectados al combatir una externalidad. En dichos casos, el impacto económico en el valor patrimonial podría ser tan alto, que el déficit alcanzado igualaría el monto del patrimonio. Ante tal situación, estos participantes podrían llegar a una suspensión de sus actividades, que, de no formularse planes de acción inmediatos, podrían salir definitivamente del mercado. En contraste, las cooperativas y las mutualistas reflejarían un impacto de menor intensidad en su patrimonio al enfrentar una crisis económica, dado que contarían con suficiente capital para cubrir las pérdidas y podrían recuperarse rápidamente sin presentar problemas de solvencia graves que les impidan continuar operando.

Por último, la construcción de escenarios también favorece la comunicación externa de los riesgos y las vulnerabilidades para influir en el riesgo tomado por agentes privados. La precisión del modelo y su desempeño futuro son primordiales para la validación y toma de decisiones, mientras que la transparencia es vital para la comunicación de resultados. Las pruebas de tensión son usualmente utilizadas como herramientas de validación, pues a través de ellas se pueden verificar la consistencia de requerimientos de capital, límites de negociación, apetito al riesgo o planificación del negocio. Cuando la prueba de estrés se usa para planificación del negocio a largo plazo es más importante que el modelo cubra las cuestiones relevantes, de tal manera que la administración pueda captar activamente el análisis de diferentes escenarios. En bancos centrales, las pruebas de estrés alimentan el proceso de toma de decisiones supervisor. A un nivel simple, pruebas de tensión de estabilidad financiera pueden actuar como un chequeo cruzado de los resultados de las

pruebas de estrés individuales de intermediarios financieros. Las pruebas de estrés simulan el riesgo de instituciones individuales, por lo que podrían proveer algunas indicaciones de intermediarios sensibles, constituyendo una herramienta adicional de supervisión off-site.

5.2 RECOMENDACIONES

En la práctica se ha observado que las variables financieras no necesariamente siguen un comportamiento aleatorio que se puede aproximar por una distribución normal. En consecuencia, los escenarios simulados asumiendo que la rentabilidad sobre el patrimonio se caracteriza por una distribución de probabilidad normal, podrían no representar adecuadamente el comportamiento real del riesgo de crédito de una entidad financiera.

La evaluación del riesgo financiero presentada en esta tesis no incorpora el riesgo de liquidez inmediata, elemento determinante en una crisis financiera. La inclusión de este tipo de riesgo a la construcción de escenarios, podría acentuar los resultados de una entidad que no consiga activos líquidos inmediatos ante una crisis, o atenuarlos de obtener los recursos al momento de su solicitud. De realizarse este análisis, se debería considerar períodos de tiempo más pequeños, días o semanas en lugar de trimestres, dado que las crisis de liquidez requieren de atención inmediata.

Si bien las cooperativas de ahorro y crédito también fueron sacudidas por la crisis de 1999, los efectos en los índices financieros fueron de menor intensidad en comparación con los bancos privados, las mutualistas o las sociedades financieras. Adicionalmente, como se observó en el análisis de sensibilidad, algunos factores de riesgo del sector cooperativo presentarían un comportamiento opuesto al de otro tipo de instituciones financieras frente a un choque macroeconómico. Por esta razón, con el fin de mejorar el nivel predictivo del modelo, sería conveniente identificar e incluir variables financieras y macroeconómicas acordes a la realidad del sector popular y solidario, que no necesariamente es la misma que la de los demás intermediarios financieros.

En esta misma línea, se observó que para las tarjetas de crédito algunos indicadores financieros claves, como el índice de liquidez, la eficiencia del negocio, la cobertura patrimonial de activos improductivos y el manejo administrativo, no fueron variables relevantes a incluir en el modelo. Estos resultados dejan la inquietud, al igual que en el caso anterior, de si realmente se están considerando factores de riesgo apropiados para este tipo de entidades o cabría la posibilidad de estudiar con mayor detenimiento el entorno financiero en el que se desenvuelven y efectuar un análisis específico para este segmento.

Finalmente, como complemento del análisis presentado, se recomienda, de ser posible según la disponibilidad de datos, incluir en las pruebas de tensión macro los vínculos entre entidades financieras. Esta información permitirá evaluar, de una forma más certera, la importancia sistémica de choques individuales dado que el impacto de los choques se extiende entre las entidades a través de un efecto dominó.

REFERENCIAS

- Aikman, Alessandri, Eklund, Gai, & otros. (2009). *Funding liquidity risk in a quantitative model of systemic stability*. Bank of England, Federal Reserve Bank of Kansas City, Australian National University.
- Andrés, J., & Doménech, R. (2006). *Fiscal Rules and Macroeconomic Stability*. Valencia: Instituto de Estudios Fiscales.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2009). *Modelo de proyección trimestral del BCRP*. Documento de trabajo 2009-006, Banco Central de la Reserva del Perú, Departamento de Modelos Macroeconómicos.
- Banco Central del Ecuador. (2009). *Boletín: Tipo de cambio sucre-dólar histórico*. Recuperado el 25 de Abril de 2013, de <http://www.bce.fin.ec/>
- Banco Central del Ecuador. (2004). *Boletines de Cuentas Nacionales Trimestrales*. Recuperado el 31 de Enero de 2013, de <http://www.bce.fin.ec/>
- Banco Central del Ecuador. (1998). *Memoria Anual*. Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de <http://www.bce.fin.ec/>
- Banco Central del Ecuador. (2011). *Metodología de la Información Estadística Mensual*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Banks, J., Blundell, R., & Lewbel, A. (1997). Quadratic Engel Curves and Consumer Demand. *The Review of Economics and Statistics* , 79 (4), 527-539.
- Basilea, C. d. (2009). *Principios para la realización y supervisión de pruebas de tensión*. Bank for International Settlements. Basle: Bank for International Settlements.
- Berk, J., & Demarzo, P. (2008). *Finanzas Corporativas* (1° ed.). México, México: PEARSON Educación.
- Blanchard, O., & Quah, D. (1988). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbances. *American Economic Review* , 79 (4), 655-673.
- Bluhm, Overveck, & Wagner. (2003). *An Introduction to Credit Risk Management*. Munich and Frankfurt: Chapman & Hall/CRC.

- Briys, E. (1998). *Options, Futures and Exotic Derivatives*. Inglaterra: John Wiley & Sons.
- Buniak. (2013). *Buniak & Co*. Recuperado el Marzo de 2013, de CAMELS Rating System: <http://www.camelsr.com>
- Bussiere, M., & Fratzscher, M. (2002). *Towards a new early warning system of financial crises*. European Central Bank. Frankfurt: European Central Bank.
- Calderón, Torre, D. I., Ize, & Servén. (2011). *Macro-Prudential Policy Issues: A Latin American Perspective*. Fondo Latinoamericano de Reservas.
- Choudhry, M. (2003). *The Bond and Money Market*. Gran Bretaña: ReadyText Publishing Services.
- Cochrane, J. H. (1998). What do the VARs Mean?: Measuring the Output Effects of Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics* , 41, 277-300.
- Comisión Investigadora de la Crisis Económica Financiera. (2007). *Síntesis de los Resultados de la Investigación*. Quito.
- Davis, P. (1999). *Financial data needs for macroprudential surveillance-What are the key indicators of risk to domestic financial stability?* Bank of England, Centre for Central Banking Studies. Londres: Robert Heath.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. H. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance & Liquidity,, Vol. 91, Jun1983. *Journal of Political Economy* , 91 (3), 401-419.
- Drehmann, M. (Febrero de 2008). Stress tests: Objectives, challenges and modelling choices. *Economic Review* , 60-92.
- Durán, R., & Mayorga, M. (1998). *Crisis Bancarias: Factores causales y lineamientos para su adecuada prevención y administración*. Banco Central de Costa Rica, División Económica, Costa Rica.
- Enders, W. (2010). *Applied Econometric Time Series* (Third ed.). Estados Unidos: Wiley.
- Federal Deposit Insurance Corporation. (2002). *Statistical CAMELS Offsite Rating Review Program for FDIC-Supervised Banks*. Office of Inspector General.
- Fisher, I. (1933). The Debt-Deflation Theory of Great Depressions. *Econometrica* , 1, 337-357.
- Fisher, I. (1922). *The Purchasing Power of Money: Its Determination and Relation to Credit, Interest, and Crises* (Segunda Edición ed.). New York: The Macmillan Co.

- FMI. (1999). *Financial Sector Assessment Program*.
- FMI. (2006). *Indicadores de solidez financiera: Guía de compilación*. Washington, Estados Unidos.
- FMI. (2010). *Informe sobre la estabilidad financiera mundial (GFSR)*. Estados Unidos.
- FMI. (2011). *Next generation balance sheet stress testing*.
- Friedman, M. (1956). The Quantity Theory of Money - A Restatement. (U. o. Press, Ed.) *Studies in the Quantity Theory of Money* .
- Gaytán, A., & Johnson, C. (2002). *A review of the literature on early warning systems for banking crises*. Banco Central de Chile. Banco Central de Chile.
- Goldstein, M., & Turner, P. (1996). *Banking Crises in Emerging Economies: Origins and Policy Options*. Monetary and Economic Department. Basle: BIS.
- Greene, W. H. (2008). *Econometric Analysis* (Sexta edición ed.). New York, New York, United States: Prentice Hall.
- Gujarati, D. (2010). *Econometría* (Quinta edición ed.). México DF, México: McGraw-Hill.
- Gujarati, D. (2006). *Principios de Econometría* (Tercera ed.). Madrid: McGrawHill.
- Guttentag, J., & Herring, R. (1984). Credit Rationing and Financial Disorder. *The Journal of Finance* , 39 (5), 1359-1382.
- Heysen, S. (2005). Dollarization: Controlling Risk Is Key. *Finance and Development* , 44-45.
- INEC. (2005). Recuperado el 4 de Marzo de 2013, de <http://www.inec.gob.ec>
- INEC. (2013). *Boletín: Variación porcentual anual del índice general nacional*. Recuperado el 30 de Abril de 2013, de <http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>
- Keeley, M. C. (1990). Deposit Insurance, Risk, and Market Power in Banking. *The American Economic Review* , 80 (5), 1183-1200.
- Lara, A. d. (2001). *Medición y control de riesgos financieros* (1° ed.). México: LIMUSA Noriega Editores.
- Lutkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Germany: Springer.
- Marchán Romero, C. (2005). *La Banca Central en el entorno de la crisis financiera del Ecuador*. Quito: Ediciones Banco Central del Ecuador.

- Mishkin, F. (1996). Understanding Financial Crises: A Developing Country Perspective. *National Bureau of Economic Research* (Working Paper 5600), 2-27.
- Novalés, A. (1993). *Econometría* (Segunda edición ed.). Madrid: McGrawHill.
- Pigou, A. (1917). The Value of Money. *The Quarterly Journal of Economics* , 32, 38-65.
- Samuelson, N. (1999). *Economía* (18° ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica* , 48 (1), 1-48.
- Sorge, M. (2004). *Stress-testing financial systems: An overview of current methodologies*. Bank for International Settlements. Basle: Bank for International Settlements.
- SBS. (2010). *Nota técnica 5*. SBS, Subdirección de Estadísticas. Quito: SBS.

ANEXOS

1. DEFINICIÓN DE INDICADORES FINANCIEROS

	Índice	Factor	Período Jun-1994 a Dic-2000	Período Ene-2001 a Jun-2002	Período Jul-2002 a Jul-2012	Período Ago-2012 a Dic-2012
C	Cobertura patrimonial de activos improductivos	Cobertura patrimonial / Activo improductivo bruto	Cobertura patrimonial = 3 Patrimonio + (5 Ingresos - 4 Gastos) / mes*12	Cobertura patrimonial = 3 Patrimonio + (5 Ingresos - 4 Gastos) / mes*12	Cobertura patrimonial = 3 Patrimonio + (5 Ingresos - 4 Gastos) / mes*12	Cobertura patrimonial = 3 Patrimonio + (5 Ingresos - 4 Gastos) / mes*12
			Activo improductivo bruto = (11-1103 + Cartera improductiva + 16 - 1699 + 17 - 170399 - 170599 - 170205 - 170210 - 170215 - 170220 + 18 + 19 - 1999 - 1902)	Activo improductivo bruto = (11-1103 + Cartera improductiva + 16 - 1699 + 17 - 170399 - 170599 - 170205 - 170210 - 170215 - 170220 + 18 + 19 - 1999 - 1902)	Activo improductivo bruto = 11 - 1103 + Cartera improductiva + 16 - 1699 + 17 - 1799 - 170105 - 170110 - 170115 + 18 + 19 - 1999 - 1901 - 190205 - 190210 - 190215 - 190225 - 190240 - 190250 - 190280 - 190286 - 1903	Activo improductivo bruto = 11 - 1103 + Cartera improductiva + 16 - 1699 + 17 - 1799 - 170105 - 170110 - 170115 + 18 + 19 - 1999 - 1901 - 190205 - 190210 - 190215 - 190220 - 190240 - 190250 - 190280 - 190286 - 1903
A	Calidad de crédito	Cartera improductiva / Cartera bruta	Cartera improductiva = (1405 - 140585 + 1402 - 140275 + 1404 - 140475 + 1407)	Cartera improductiva = (1405 - 140585 + 1402 - 140275 + 1404 - 140475 + 1407)	Cartera improductiva = (1411 + 1412 + 1413 + 1414 + 1415 + 1416 + 1417 + 1418 + 1421 + 1422 + 1423 + 1424 + 1425 + 1426 + 1427 + 1428)	Cartera improductiva = 1425 + 1426 + 1427 + 1428 + 1429 + 1430 + 1433 + 1434 + 1435 + 1436 + 1437 + 1438 + 1441 + 1442 + 1443 + 1444 + 1445 + 1446 + 1449 + 1450 + 1451 + 1452 + 1453 + 1454 + 1457 + 1458 + 1459 + 1460 + 1461 + 1462 + 1465 + 1466 + 1467 + 1468 + 1469 + 1470
			Cartera bruta = 14 - 140175 - 140275 - 140375 - 140475 - 140585 - 1499 + 149925	Cartera bruta = 14 - 140175 - 140275 - 140375 - 140475 - 140585 - 1499 + 149925	Cartera bruta = (Cartera de crédito - Provisiones) = (14 - 1499)	Cartera bruta = (Cartera de crédito - Provisiones) = (14 - 1499)
M	Manejo administrativo	Activos productivos / Pasivos con costo	Activos productivos = (1103 + 12 + 13 + 1401 + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + 1902 + 140275 + 140475 + 140585 + 170275)	Activos productivos = (1103 + 12 + 13 + 1401 + 1403 + 1406 + 1408 + 15 + 1902 + 140275 + 140475 + 140585 + 170275)	Activos productivos = (1103 + 12 + 13 + 1401 + 1402 + 1403 + 1404 + 1405 + 1406 + 1407 + 1408 + 15 + 1701-170120 + 1901 + 190205 + 190210 + 190215 + 190225 + 190240 + 190250 + 190280 + 190286 + 1903)	Activos productivos = (1103 + 12 + 13 + 1401 + 1402 + 1403 + 1404 + 1405 + 1406 + 1409 + 1410 + 1411 + 1412 + 1413 + 1414 + 1417 + 1418 + 1419 + 1420 + 1421 + 1422 + 15 + 1701-170120 + 1901 + 190205 + 190210 + 190215 + 190220 + 190240 + 190250 + 190280 + 190286 + 1903)

	Índice	Factor	Período Jun-1994 a Dic-2000	Período Ene-2001 a Jun-2002	Período Jul-2002 a Jul-2012	Período Ago-2012 a Dic-2012
			Pasivos con costo = (21 -2190 +22 +23 - 2390 +24 -2490 +27 +28 -2301 -2302)	Pasivos con costo = (21 - 2190 +22 +23 -2390 +24 -2490 +27 +28 -2301 - 2302)	Pasivos con costo = (2101 -210110 - 210130 -210150 + 2102 -210210 +2103 - 210330 + 2104 +2105 +22 -2203 +26 +27 - 2790 +280105 +2903 +2904)	Pasivos con costo = (2101 -210110 -210130 - 210150 + 2102 -210210 +2103 -210330 + 2104 +2105 +22 -2203 +26 +27 -2790 +280105 +2903 +2904)
E	Eficiencia del negocio	Ingresos ordinarios / Activo promedio	Ingresos ordinarios = (51 + 52 + 55 + 53) / mes * 12	Ingresos ordinarios = (51 + 52 + 55 + 53) / mes * 12	Ingresos ordinarios = (51 + 52 + 53 + 54) / mes * 12	Ingresos ordinarios = (51 + 52 + 53 + 54) / mes * 12
			Activo promedio = (1 promedio)	Activo promedio = (1 promedio)	Activo promedio = (1 promedio)	Activo promedio = (1 promedio)
L	Índice de liquidez	Activo líquido a 90 días / Pasivo exigible	Activo líquido a 90 días = (11 + 12 - 22 + 1301 + 1302 + 1303 + 1305 -2350 + 1355 + 1390)	Activo líquido a 90 días = (11 + 130105 + 130205 + 130305 + 130405 + 130505 + 130605 + 12 - 22 + 130110 + 130210 + 130310 + 130410 + 130510 + 130610 - 2350)	Activo líquido a 90 días = (11 + 12 - 22 + 130105 + 130205 + 130305 + 130405 + 130505 + 130605 + 130110 + 130210 + 130310 + 130410 + 130510 + 130610 - 2102)	Activo líquido a 90 días = (11 + 12 - 22 + 130105 + 130205 + 130305 + 130405 + 130505 + 130605 + 130110 + 130210 + 130310 + 130410 + 130510 + 130610 - 2102)
			Pasivo exigible = (21 + 24 + 22 + 23 + 25 + 27 + 2801 - 280170 + 2803)	Pasivo exigible = (21 + 24 + 22 + 23 + 25 + 27 + 2801 - 280170 + 2803)	Pasivo exigible = (2101 + 2102 + 2103 + 22 + 23 + 24 + 26 + 27)	Pasivo exigible = (2101 + 2102 + 2103 + 22 + 23 + 24 + 26 + 27 + 2903)

Fuente: SBS

Elaboración: la autora

2. PROCESOS ESTOCÁSTICOS

2.1. PROCESOS ESTOCÁSTICOS

Se dice que cualquier variable cuyos valores cambien con el tiempo de una manera incierta sigue un proceso estocástico. Éste es un concepto fundamental en la teoría de las finanzas. En esencia, un proceso estocástico es una serie de tiempo de una variable aleatoria, que se puede capturar en una función de densidad de probabilidad.

Al considerar una función $y = f(x)$, dado el valor de x se puede obtener el valor de y . Si se denota la variable aleatoria W , donde $w \in W$, el elemento w representa un proceso aleatorio, y, por lo tanto, la función $f(x, w)$ es una función aleatoria. La función $f(x, w)$ tiene la propiedad de que dado un valor $w \in W$, éste está en función solamente de x . En otras palabras, si decimos que x representa el paso del tiempo, dos funciones $f(x, w_1)$ y $f(x, w_2)$ serán diferentes porque el segundo elemento w es diferente en cada caso. Estas dos funciones describen dos procesos diferentes que son dependientes en diferentes estados del conjunto W . (Choudhry, 2003, págs. 745-746, 757)

Una función aleatoria es llamada también proceso estocástico, en donde x representa el tiempo, siendo $x \geq 0$. La característica de aleatoriedad se refiere a todo el proceso y no a un valor particular en el proceso en un momento específico de tiempo.

Son procesos estocásticos los precios de activos, bonos y acciones, así como las tasas de interés y demás variables económicas, porque exhiben una variación aleatoria en el tiempo. Para efectos de modelación, los cambios en una variable aleatoria se dividen en dos componentes: la derivada del proceso o media, que es un elemento determinístico, y el elemento aleatorio conocido como ruido o volatilidad del proceso.

2.2. PROCESO DE WIENER O MOVIMIENTO BROWNIANO

Los valores de las variables subyacentes que se utilizaron en la evaluación del riesgo financiero cambian con el tiempo de una manera incierta, por lo que se asume que siguen un proceso de Wiener o movimiento browniano. Éste es un tipo particular de procesos estocásticos de Markov. Si W representa una variable que sigue un proceso de Wiener y ΔW es el cambio en su valor durante un período de tiempo t , la primera propiedad de un proceso de Wiener establece que la relación entre ΔW y Δt está dada por:

$$\Delta W = \varepsilon\sqrt{\Delta t} \quad [56]$$

donde ε es una muestra aleatoria de una distribución normal $\Phi(0,1)$. En un período de tiempo corto, los valores de ΔW son independientes y, por ende, siguen una distribución normal $\Phi(0, \sqrt{\Delta t})$.

Si se considera un período de tiempo más largo T , formado por N pequeños intervalos de longitud Δt , $T = N\Delta t$, entonces una variación en W desde $W(0)$ a $W(T)$ está dado por:

$$W(T) - W(0) = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i \sqrt{\Delta t} \quad [57]$$

La segunda propiedad de un proceso de Wiener establece que los valores de ΔW para dos variables estándar son independientes. Por ello, de la ecuación anterior se concluye que el cambio en la variable W en un período de tiempo desde 0 a T sigue una distribución normal de parámetros $\Phi(0, \sqrt{T})$. Así, el valor de la variable aleatoria se compone de la media de 0 y el ruido o varianza de 1.

La derivada de un proceso de Wiener es cero, lo que implica que el cambio futuro en la variable aleatoria es igual a la variación actual. Se considera que las variables cumplen con la propiedad de Markov porque únicamente su valor presente es relevante para las predicciones del futuro. La historia pasada de la variable y la manera cómo el presente ha surgido del pasado es irrelevante. Por ejemplo, se supone que los ingresos futuros que tendrá una entidad financiera el próximo trimestre no serán afectados por los ingresos del trimestre

o del año anterior. Las predicciones para el futuro son inciertas y pueden ser expresadas en términos de distribuciones de probabilidad.

Generalmente, el valor de la variable aleatoria no suele empezar en 0 y sus incrementos tienen una media positiva. Los movimientos de la varianza tampoco son iguales a 1. Por ello, el proceso de Wiener es reemplazado por el proceso generalizado de Wiener, dado por:

$$dx = a dt + b dW \quad [58]$$

donde a y b son constantes. En un proceso de Wiener generalizado, el primer elemento $a dt$, determinístico, significa que la media esperada de x es a por unidad de tiempo. El segundo término, estocástico, muestra que el ruido añadido a la dinámica de x está dado por b veces el proceso de Wiener. Cuando el componente estocástico es nulo, $dx = a dt$ o $dx/dt = a$. Esto es equivalente a:

$$x = x_0 + at \quad [59]$$

Por lo tanto, el valor de x en cualquier momento está dado por su valor inicial x_0 más su derivada multiplicada por la longitud del período de tiempo. De esta manera, para mayores intervalos de longitud Δt , la ecuación del proceso generalizado de Wiener puede escribirse como:

$$\Delta x = a \Delta t + b \varepsilon \sqrt{\Delta t} \quad [60]$$

Como Δx sigue una distribución normal, su media es $a \Delta t$, su desviación estándar es $b \sqrt{\Delta t}$ y su varianza es $b^2 \Delta t$. (Choudhry, 2003, págs. 746-750)

3. RESULTADOS DEL MODELO

3.1. ESTACIONARIEDAD

3.1.1. Variables económicas

d	Variable	Dickey-Fuller
0	X6	-0,792
0	X7	-1,65
0	X8	-4,453
0	X8	-1,598
0	X10	-3,67
0	X11	-4,232
1	X6	-1,92
1	X7	-6,284
1	X8	-9,135
1	X8	-6,25
1	X10	-9,765
1	X11	-17,26
2	X6	-4,692
2	X7	-12,06
2	X8	-7,49
2	X8	-7,223
2	X10	-8,072
2	X11	-7,717

3.1.2. Variables financieras

d	Variable	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
0	X1	-1,863	-1,65	-1,994	-2,505	-2,683	-2,853	-1,394	-2,186	-3,91	-1,24	-2,277	-1,736	-1,865
0	X2	-4,7	-2,81	-2,518	-2,338	-3,514	-2,034	-2,021	-4,816	-3,294	-3,057	-2,498	-3,827	-3,398
0	X3	-1,396	-1,467	-0,839	-2,213	0,1676	-1,87	-2,085	-2,427	-2,799	-1,519	-1,954	-1,426	-1,805
0	X4	-2,576	-2,412	-1,576	-2,208	-2,879	-1,442	-1,684	-3,787	-1,626	-1,636	-1,924	-2,533	-1,339
0	X5	-1,72	-1,265	-1,823	-1,861	-5,071	-2,672	-1,386	-2,893	-3,883	-3,163	-2,401	-2,693	-3,232
1	X1	-8,934	-8,034	-9,239	-14,04	-3,925	-11,68	-5,151	-7,985	-7,181	-4,82	-6,048	-4,132	-9,851
1	X2	-11,52	-9,18	-11,28	-11,4	-9,866	-10,46	-15,96	-5,179	-7,819	-10,55	-9,359	-12,69	-10,56
1	X3	-7,564	-10,11	-10,3	-8,927	-14,32	-8,013	-9,044	-11,5	-9,842	-9,894	-9,33	-8,66	-8,982
1	X4	-9,492	-8,447	-5,986	-9,167	-10,15	-9,908	-8,181	-6,526	-5,625	-5,72	-7,18	-8,099	-6,141
1	X5	-11,38	-6,761	-10,03	-11,88	-8,957	-9,204	-8,725	-9,031	-12,17	-12,03	-9,76	-11,07	-11,77
2	X1	-9,846	-16,42	-7,671	-5,517	-10,82	-13,34	-11,75	-5,13	-8,292	-10,29	-9,711	-5,472	-10,05
2	X2	-11,6	-8,936	-9,418	-9,171	-11,45	-8,8	-13,84	-12,43	-6,76	-10,89	-7,271	-9,601	-7,134
2	X3	-8,331	-8,114	-9,523	-8,084	-10,66	-11,09	-7,833	-9,356	-7,903	-7,899	-18,06	-8,888	-8,024
2	X4	-8,751	-11,44	-10,68	-10,13	-10,98	-9,028	-6,024	-7,847	-6,614	-6,382	-9,433	-10,06	-14,62
2	X5	-11,33	-7,201	-7,248	-9,655	-9,58	-15,69	-8,034	-8,768	-9,007	-8,896	-7,235	-12,75	-8,517

d	Variable	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
0	X1	-5,646	-2,523	-0,398	-2,854	-1,79	-2,545	-3,513	-2,45	-1,547	-2,313	-4,335	-1,999	-2,798
0	X2	-3,444	-2,918	-1,062	-3,649	-1,978	-2,641	-2,931	-4,014	-4,507	-4,529	-1,711	-3,792	-4,454
0	X3	-2,559	-4,295	-2,837	-1,252	-1,244	-1,504	-2,437	-2,969	-0,892	-3,476	-3,173	-2,194	-2,676
0	X4	-2,396	-2,956	-1,336	-2,72	-0,947	-1,242	-1,643	-1,275	-2,021	-2,786	-1,626	-1,703	-1,881
0	X5	-1,667	-3,419	-2,655	-1,713	-3,935	-3,182	-2,863	-3,586	-1,817	-2,285	-1,95	-3,25	-2,435
1	X1	-11,72	-12,39	-9,159	-8,389	-2,881	-8,312	-3,92	-5,347	-11,87	-7,476	-11,52	-9,043	-7,918
1	X2	-13,43	-8,761	-14,31	-10,11	-6,601	-12,37	-11,02	-9,97	-11,13	-14,56	-12,1	-11,94	-8,309
1	X3	-14,89	-11,94	-9,102	-14,18	-4,973	-10,95	-9,71	-2,359	-10,37	-3,905	-11,1	-8,023	-7,264
1	X4	-5,547	-9,429	-8,128	-6,584	-7,78	-7,355	-6,354	-4,645	-7,843	-3,907	-9,462	-4,662	-9,493
1	X5	-8,333	-9,948	-8,471	-11,74	-9,281	-7,689	-10,93	-2,571	-11,57	-6,211	-3,637	-11,35	-8,658
2	X1	-11,1	-8,191	-9,329	-23,32	-7,509	-10,1	-16,52	-5,802	-9,231	-8,14	-10,73	-3,011	-7,097
2	X2	-8,335	-12,56	-7,409	-7,969	-9,902	-6,321	-10,49	-7,555	-8,305	-8,059	-10,67	-9,259	-10,89
2	X3	-7,641	-10,79	-12,58	-7,221	-17,7	-9,038	-8,781	-9,107	-9,273	-4,151	-8,408	-7,88	-9,916
2	X4	-5,285	-8,403	-9,036	-9,038	-7,662	-7,939	-6,3	-2,837	-10,65	-11,49	-9,257	-10,33	-10,41
2	X5	-4,873	-9,029	-9,302	-7,892	-10,8	-8,953	-9,789	-7,358	-11,12	-7,046	-15,34	-9,45	-9,672

d	Variable	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	CO12	CO13	CO14
0	X1	-1,288	-2,059	-3,114	-3,68	-3,23	-3,215	-2,587	-4,223	-1,707	-2,909	-2,049	-2,245	-2,865
0	X2	-3,433	-4,483	-3,921	-6,261	-4,238	-3,526	-3,325	-2,074	-2,055	-5,018	-3,691	-1,168	-2,785
0	X3	-0,101	-1,639	-3,274	-1,858	-1,833	-1,828	-1,926	-3,605	-3,313	-4,226	-1,578	-2,03	-2,388
0	X4	-0,894	-1,163	-6,255	-1,824	-3,077	-2,697	-1,531	-2,97	-0,985	-1,812	-1,771	-1,528	-1,44
0	X5	-0,969	-3,52	-2,229	-2,33	-3,62	-2,702	-4,233	-4,345	-1,618	-4,55	-5,013	-2,598	-2,592
1	X1	-6,24	-9,823	-8,461	-12,74	-7,593	-7,305	-4,466	-11,04	-7,773	-10,17	-11,87	-8,443	-10,13
1	X2	-8,732	-6,494	-8,38	-8,044	-9,105	-6,737	-8,357	-6,447	-9,123	-8,172	-12,03	-10,21	-10,1
1	X3	-9,546	-8,813	-10,79	-7,138	-5,994	-2,674	-2,883	-14,15	-7,6	-4,547	-11,86	-4,706	-3,787
1	X4	-8,768	-7,079	-5,106	-9,84	-4,147	-6,966	-8,939	-6,183	-8,642	-10,43	-8,774	-8,074	-9,431
1	X5	-11,38	-3,571	-11,29	-12,54	-10,06	-11,51	-11,58	-6,006	-10,71	-7,218	-9,461	-10,97	-14,84
2	X1	-9,708	-16,8	-9,829	-12,26	-6,866	-16,44	-18,94	-9,064	-9,231	-8,442	-8,141	-8,135	-8,523
2	X2	-8,728	-7,283	-8,971	-7,046	-11,98	-13,56	-7,70	-8,943	-8,009	-10,17	-6,596	-10,5	-10,38
2	X3	-7,162	-9,011	-12,14	-13,99	-8,891	-6,391	-14,78	-7,505	-9,62	-8,907	-11,53	-28,9	-2,733
2	X4	-11,09	-13,72	-15,65	-6,748	-14,88	-6,502	-12,99	-8,79	-6,56	-7,061	-7,324	-13,26	-7,211
2	X5	-9,394	-14,7	-9,873	-7,912	-9,792	-11,92	-8,051	-5,155	-9,315	-7,404	-8,224	-9,104	-6,882

d	Variable	CO15	CO16	CO17	CO18	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO25	CO26	CO27
0	X1	-2,635	-2,83	-2,079	-3,744	-1,792	-2,623	-4,188	-2,414	-2,351	-1,607	-0,749	-3,518	-2,008
0	X2	-3,66	-5,039	-3,065	-4,445	-4,239	-4,279	-2,386	-2,761	-3,098	-4,98	-3,057	-2,855	-4,482
0	X3	-0,723	-3,124	-1,53	-1,228	-0,855	-2,007	-2,232	-1,513	-17,76	-2,342	-1,46	-1,692	-2,291
0	X4	-7,556	-1,36	-1,331	-1,562	-2,103	-2,54	-1,786	-1,884	-3,718	-2,534	-1,385	-1,502	-1,583
0	X5	-7,209	-3,327	-1,816	-2,47	-1,841	-6,016	-2,408	-3,892	-2,474	-1,617	-2,496	-2,152	-1,955
1	X1	-10,51	-10,79	-6,313	-11,69	-8,095	-8,057	-4,356	-5,407	-6,375	-12,02	-1,415	-8,188	-3,333
1	X2	-8,134	-7,085	-4,039	-5,405	-4,539	-5,587	-7,749	-13,86	-8,024	-9,701	-7,345	-4,225	-10,97
1	X3	-9,763	-8,367	-4,193	-7,463	-3,987	-11,02	-4,684	-3,828	-4,142	-8,832	-2,506	-6,462	-5,218
1	X4	-14,97	-9,3	-8,479	-6,354	-8,43	-10,03	-7,446	-9,733	-6,901	-7,892	-6,376	-7,254	-5,217
1	X5	-14,59	-10,81	-10,24	-10,17	-10,18	-13,99	-11,49	-10,42	-6,203	-6,443	-9,746	-7,666	-7,652
2	X1	-10,5	-9,181	-7,653	-21,66	-7,672	-7,445	-11,41	-7,904	-12,3	-8,806	-5,262	-6,208	-14,11
2	X2	-9,346	-8,385	-13,7	-11,01	-13,05	-8,001	-14,23	-7,285	-34,3	-10,57	-7,423	-8,32	-8,5
2	X3	-8,686	-10,39	-4,909	-9,489	-13,01	-8,239	-12,48	-10,88	-7,447	-5,181	-10,2	-11,75	-6,292
2	X4	-38,74	-6,339	-4,912	-13,56	-14,73	-6,884	-6,735	-6,298	-3,515	-4,916	-6,132	-10,59	-8,936
2	X5	-11,82	-7,222	-10,54	-6,571	-8,192	-8,178	-6,726	-7,979	-9,35	-9,298	-9,796	-11,87	-14,64

d	Variable	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
0	X1	-1,777	-3,804	-2,072	-3,515	-2,181	0,301	-2,113	-0,984	-2,749	-3,597	-3,387	-2,969	-3,347
0	X2	-3,345	-2,503	-4,618	-3,984	-2,728	-2,409	-1,548	-2,457	-2,204	-1,172	-1,524	-2,956	-0,834
0	X3	-1,838	-2,695	-0,813	-1,839	-2,256	-2,591	-1,5	0,2022	-2,453	-2,294	-1,567	-2,468	3,4126
0	X4	-0,818	-6,222	-3,905	-3,206	-1,429	-2,872	-2,957	-0,931	-1,328	-2,144	-1,199	-2,541	-2,47
0	X5	-1,564	-2,38	-1,353	-2,817	-2,271	-4,274	-1,743	-0,653	-3,842	-3,562	-1,276	-2,014	-1,083
1	X1	-4,326	-3,504	-9,806	-13,72	-5,942	-7,418	-3,485	-3,44	-13,82	-11,77	-12,09	-8,279	-5,954
1	X2	-7,737	-6,959	-7,271	-7,665	-6,12	-4,285	-3,252	-5,591	-5,022	-10,64	-8,873	-11,67	-12,35
1	X3	-6,702	-2,837	-6,709	-5,826	-6,426	-6,477	-6,188	-8,414	-7,995	-10	-4,58	-7,371	-9,426
1	X4	-5,623	-4,883	-6,95	-6,303	-6,206	-3,769	-1,817	-3,964	-8,679	-6,706	-8,825	-6,81	-7,634
1	X5	-2,312	-6,243	-9,85	-10,62	-6,738	-10,96	-7,542	-1,427	-9,919	-10,68	-4,878	-8,274	-8,423
2	X1	-8,388	-9,333	-17,99	-22,08	-10,73	-10,21	-7,345	-4,131	-9,069	-9,149	-7,585	-7,831	-7,152
2	X2	-6,626	-8,109	-5,716	-6,134	-9,621	-8,441	-4,473	-4,568	-11,43	-9,15	-8,07	-9,838	-8,227
2	X3	-6,365	-5,75	-6,037	-7,17	-2,573	-6,513	-8,963	-6,237	-8,259	-9,087	-26,24	-13,36	-8,97
2	X4	-3,242	-5,259	-5,733	-5,881	-6,104	-8,4	-5,861	-6,818	-7,845	-12,61	-9,829	-7,557	-14,39
2	X5	-9,961	-6,874	-8,561	-6,843	-7,193	-6,907	-9,789	-11,37	-9,273	-9,018	-4,978	-8,843	-12,1

d	Variable	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
0	X1	-1,301	-3,914	-2,243	-4,573	-3,252	-3,791	-2,027	-4,978	-2,484	-2,813
0	X2	-3,738	-4,817	-2,661	-4,849	-5,161	-6,1	-5,227	-3,323	-3,295	-2,846
0	X3	-2,754	-2,493	-1,758	-2,019	-2,325	-4,295	-5,596	-3,683	-3,295	-1,699
0	X4	-1,19	-1,501	-1,292	-1,931	-2,09	-1,758	-1,595	-2,013	-2,404	-5,513
0	X5	-3,423	-2,18	-4,352	-1,955	-2,227	-2,99	-2,087	-7,503	-2,615	-2,418
1	X1	-11	-11,83	-11,17	-4,966	-9,326	-11,39	-7,306	-6,36	-8,145	-8,521
1	X2	-10,89	-10,97	-5,415	-9,354	-12,12	-17,12	-10,67	-8,045	-7,253	-9,007
1	X3	-9,903	-9,58	-4,201	-9,953	-15,98	-12,35	-10,67	-7,647	-13,32	-8,278
1	X4	-7,074	-9,636	-9,492	-4,659	-6,004	-11,32	-5,318	-8,009	-8,443	-10,1
1	X5	-9,427	-10,25	-12,69	-9,81	-12,79	-10,67	-6,936	-10,67	-1,453	-13,62
2	X1	-10,6	-9,071	-11,87	-18,06	-9,087	-3,708	-5,863	-8,95	-6,464	-10,92
2	X2	-11,48	-12	-12,08	-11,59	-9,535	-13,37	-6,4	-6,347	-15,62	-9,071
2	X3	-14,47	-10,81	-8,524	-9,131	-7,096	-8,657	-6,423	-7,78	-6,602	-9,284
2	X4	-11,43	-12,03	-12,52	-6,241	-5,313	-4,934	-9,751	-10,66	-9,087	-9,772
2	X5	-11,77	-12,02	-9,527	-8,152	-9,17	-11	-8,123	-11,17	-13,84	-10,47

3.2. REGRESIÓN LINEAL

3.2.1. Probabilidad

ENTIDAD	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
C	0,0001					0,6468		0,0038	0,0112			0,0014	0
X1	0				0,0001								0
X2						0				0			
X3	0	0			0,0004								0
X4									0				
X5	0,001							0,001			0,0065		
X6		0		0,0001		0					0,0001	0,0003	
X7					0			0,1745	0	0	0,0179	0	
X8											0,0108		
X9			0,0109							0	0		0
X10			0	0,002			0		0,0001				
X11					0,0293								
X1(-1)	0,0001		0,0373							0			
X2(-1)			0		0								
X3(-1)					0					0			
X4(-1)					0		0	0,0246					0
X5(-1)						0	0,1303	0,0075					
X6(-1)					0			0,0511					
X7(-1)		0		0	0	0							
X8(-1)													
X9(-1)		0,0003											
X10(-1)						0						0,0173	
X11(-1)													
@SEAS(4)		0,0012		0		0							0,0024
@SEAS(3)	0								0,0001			0,0009	
@SEAS(2)	0,0002								0,0035				
AR(1)				0			0,0066	0,0068				0,0069	
ESTNEG		0		0	0,0002	0		0	0	0	0	0,0012	
ESTPOS	0		0				0		0				0
OUTNEG1	0	0						0	0,0003				
OUTPOS1	0		0										
OUTNEG2					0							0	
OUTPOS2					0						0		
OUTNEG3				0,0085		0,0002	0				0		
OUTPOS3				0		0	0	0,0067				0	

ENTIDAD	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
C	0,0937		0,0004	0,0759	0		0	0		0	0		
X1	0,0029						0,0013						
X2								0,0026		0,0004	0		
X3										0,0516			
X4			0	0,0265		0			0,0005	0	0	0	
X5							0,0035	0,0131	0			0	0
X6	0,0281	0					0,0015						
X7					0								0,0116
X8	0		0			0	0					0,0309	0,0025
X9			0	0,0001		0	0,0209					0	
X10				0,2722	0,0003						0		
X11													
X1(-1)					0				0				0
X2(-1)			0,0448	0,016							0		
X3(-1)						0,157							
X4(-1)												0,0005	
X5(-1)									0				
X6(-1)			0							0	0,0001		0,0248
X7(-1)	0,373	0	0	0,0909									0,0003
X8(-1)			0	0,1652		0		0					
X9(-1)				0,0411			0,1323				0,0001		0
X10(-1)				0,0002	0,0067								
X11(-1)				0,0007									
@SEAS(4)		0	0,0011										0,0004
@SEAS(3)													
@SEAS(2)									0,0584				
AR(1)	0,0062			0		0,0006	0		0,0023		0,0208		
ESTNEG	0,3323			0,0002	0	0					0	0,021	
ESTPOS	0,0017	0	0			0	0		0			0,0143	0
OUTNEG1				0			0		0				
OUTPOS1		0,0002	0	0				0,0014					
OUTNEG2					0	0,0004						0	
OUTPOS2		0			0,0003	0						0,0007	
OUTNEG3		0,0033							0				
OUTPOS3								0	0				

ENTIDAD	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
C	0,0001			0,0005		0			0	0,2031	0,0002	0,9166	
X1					0,0375	0,0045		0		0			
X2		0,0078							0			0,0016	
X3	0					0,0008							
X4	0	0,0004		0,0001		0,0001		0,0454	0		0		
X5	0,0006			0,0019	0			0,0003	0	0	0	0,0428	
X6												0,007	
X7													
X8					0,0033				0		0	0	0
X9					0,0007					0	0	0	
X10													0
X11		0,0171											
X1(-1)	0,0359	0,0001								0,0281			0
X2(-1)							0			0			
X3(-1)										0,0004	0,0293	0,0038	
X4(-1)						0,004		0,0004					
X5(-1)	0,0011										0		
X6(-1)		0,3344		0								0,0448	
X7(-1)													
X8(-1)					0,001						0		
X9(-1)											0	0,0001	
X10(-1)			0			0,0001				0,0081			
X11(-1)						0,0266							
@SEAS(4)	0	0,0023		0,0082	0,0032		0,0215			0,0016			
@SEAS(3)							0,0273						
@SEAS(2)													
AR(1)		0,0895											
ESTNEG									0	0			0
ESTPOS											0	0	
OUTNEG1													0,0308
OUTPOS1											0,012		
OUTNEG2													
OUTPOS2		0											
OUTNEG3									0		0		0
OUTPOS3									0		0		0

ENTIDAD	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
C					0,0001	0,0469	0			0
X1	0					0				
X2						0,001				
X3			0		0					
X4	0,0011		0							
X5			0	0		0		0		
X6	0		0,0065	0	0	0				
X7								0		0,0007
X8	0	0	0		0	0	0	0		0
X9	0	0	0		0	0,0258	0,0011	0		
X10	0	0			0				0	
X11										
X1(-1)				0,0039					0,0101	
X2(-1)										0
X3(-1)	0					0,0004	0,0003			
X4(-1)	0				0,0017					0
X5(-1)					0,0081		0	0		
X6(-1)	0		0,0138		0,0001					
X7(-1)	0				0					
X8(-1)		0,0005		0,0019				0		
X9(-1)		0	0		0	0,0057		0		0,0169
X10(-1)										
X11(-1)									0,0114	
@SEAS(4)								0,0059	0,0317	
@SEAS(3)										
@SEAS(2)	0,0068									0,044
AR(1)										
ESTNEG		0	0	0				0		
ESTPOS	0	0			0,0001	0		0		0
OUTNEG1		0		0,0001		0,0249				
OUTPOS1						0				
OUTNEG2				0	0					0
OUTPOS2		0					0,0001			0
OUTNEG3	0							0		
OUTPOS3	0				0			0		

3.2.2. Coeficientes del modelo de regresión

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
C	0,3465					-0,036		0,7421	-0,175			-0,326	0,3792
X1	-1,803				-0,785								-0,863
X2						-0,153				-0,775			
X3	-0,348	0,2855			-0,039								-0,127
X4									1,4063				
X5	0,3172							0,5121			0,2556		
X6		-1,023		-0,578		-0,702					-0,922	-0,507	
X7					-9,303			-2,154	1,1857	-1,58	1,6124	2,9546	
X8											0,0267		
X9			-9E-04							-0,004	-0,007		-0,002
X10			0,1037	0,0694			0,3543		-0,112				
X11					-0,025								
X1(-1)	0,7031		-0,394							1,7154			
X2(-1)			0,4631		0,5511								
X3(-1)					-0,068					0,5637			
X4(-1)					-0,444		-2,22	-0,242					0,6046
X5(-1)						0,0442	-0,096	0,3933					
X6(-1)					2,077			-0,988					
X7(-1)		2,0508		1,787	7,5165	3,1207							
X8(-1)													
X9(-1)		-0,002											
X10(-1)						-0,208						0,0626	
X11(-1)													
@SEAS(4)		-0,075		0,0387		-0,077							-0,031
@SEAS(3)	0,1164								0,0543			0,0325	
@SEAS(2)	0,085								0,0382				
AR(1)				0,641			0,3563	0,3914				0,3879	
ESTNEG		-0,178		-0,149	-0,126	-0,172		-0,267	0,1845	-0,112	-3,216	-0,059	
ESTPOS	0,1272		0,0881				0,4692		0,2431				0,0958
OUTNEG1	-0,741	-0,325						-2,51	-0,173				
OUTPOS1	0,3316		0,2099										
OUTNEG2					-0,351								-0,118
OUTPOS2					0,2943						1,2533		
OUTNEG3				-0,062		-0,12	-0,306				-0,921		
OUTPOS3				0,0862		0,1594	0,2107	0,3544				0,2138	

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
C	-0,289		0,8175	1,3081	0,9306		1,3648	-0,928		-0,156	1,4387		
X1	-1,222						-2,025						
X2								0,3125		0,016	-0,754		
X3										-0,004			
X4			0,9874	1,0268		1,4226			0,3608	0,2841	2,373	1,9367	
X5							0,1614	0,0517	1,4036			0,2814	0,3496
X6	0,4746	0,1666					-1,363						
X7					-2,097								2,2166
X8	0,0746		-0,096			0,098	-0,093					0,0121	-0,016
X9			-0,004	-0,018		-0,012	-0,008					-0,005	
X10				0,1138	-0,177						-0,386		
X11													
X1(-1)					2,0031				-4,321				0,8381
X2(-1)			0,3547	0,6652							-0,841		
X3(-1)						-0,013							
X4(-1)												-1,25	
X5(-1)									-1,177				
X6(-1)			-2,417							0,1809	-0,605		-0,273
X7(-1)	-0,793	-0,28	5,131	-4,477									-2,942
X8(-1)			-0,073	0,0284		-0,108		0,1667					
X9(-1)				0,0081			0,0051				0,0032		-0,002
X10(-1)				-0,501	-0,137								
X11(-1)				-0,069									
@SEAS(4)		-0,014	-0,095										-0,051
@SEAS(3)													
@SEAS(2)									0,0683				
AR(1)	0,4223			0,8071		0,478	0,5848		-0,401		0,193		
ESTNEG	-0,048			-0,316	-0,172	-1,41					-0,17	-0,064	
ESTPOS	0,1168	0,0186	0,3537			0,4982	1,7518		0,2371			0,086	0,1597
OUTNEG1				-0,583			-0,921		-0,699				
OUTPOS1		0,0292	0,3217	0,5936				-0,356					
OUTNEG2					-0,285	-0,421						-0,347	
OUTPOS2		0,0425			0,2152	0,772						0,2226	
OUTNEG3		-0,019							-0,477				
OUTPOS3								0,6843	0,3379				

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
C	2,1253			-0,709		-2,543			-0,471	0,2331	0,2414	-0,025	
X1					-0,4	2,7684		-2,41		4,2437			
X2		-0,304							-0,584			-0,486	
X3	-1,817					1,7592							
X4	2,6398	0,846		5,8647		6,6259		1,2008	4,6519		1,2268		
X5	0,1439			0,0758	0,1265			-0,106	0,3869	0,3887	0,0714	0,1398	
X6												-2,78	
X7													
X8					0,0858				-0,047		-0,096	-0,055	0,1261
X9					-0,008					-0,007	-0,019	-0,011	
X10													-0,535
X11		0,008											
X1(-1)	-2,27	0,7939								-1,53			0,513
X2(-1)							0,4812			0,7692			
X3(-1)										-0,597	-0,126	0,8078	
X4(-1)						-4,175		2,3711					
X5(-1)	-0,145										0,0753		
X6(-1)		0,0451		-0,442								2,1184	
X7(-1)													
X8(-1)					-0,094						0,0408		
X9(-1)											0,0124	0,0075	
X10(-1)			0,07			0,2				-0,168			
X11(-1)						0,0104							
@SEAS(4)	-0,115	-0,027		-0,035	-0,037		-0,03			0,0891			
@SEAS(3)							0,0296						
@SEAS(2)													
AR(1)		0,4227											
ESTNEG									-0,141	-0,224			-0,269
ESTPOS											0,187	0,1952	
OUTNEG1													-0,228
OUTPOS1											0,2044		
OUTNEG2													
OUTPOS2		0,1348											
OUTNEG3									-0,242		-0,238		-0,559
OUTPOS3									0,4003		0,2487		0,4334

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
C					0,5593	-0,857	0,3899			1,6923
X1	-0,758					4,4039				
X2						-0,616				
X3			0,0308		0,0228					
X4	-0,492		1,3415							
X5			0,1335	0,3188		1,0215		0,2231		
X6	-3,348		-2,457	-1,414	-4,342	-3,348				
X7								-2,283		-2,33
X8	-0,09	0,1043	-0,046		-0,135	0,1863	-0,072	0,0821		-0,098
X9	-0,004	-0,031	-0,014		-0,011	-0,014	0,0143	-0,019		
X10	-0,157	-0,41			-0,251				0,0898	
X11										
X1(-1)				-0,995					0,5721	
X2(-1)										-0,015
X3(-1)	0,0956					-0,12	0,0291			
X4(-1)	1,1173				0,567					-1,571
X5(-1)					0,0383		-0,161	-0,179		
X6(-1)	2,8691		2,3082		3,4054					
X7(-1)	3,5068				3,4404					
X8(-1)		0,0488		0,0398				0,064		
X9(-1)		0,0347	0,0087		0,0078	0,0169		0,022		-0,002
X10(-1)										
X11(-1)									-0,011	
@SEAS(4)								-0,094	-0,024	
@SEAS(3)										
@SEAS(2)	-0,04									-0,062
AR(1)										
ESTNEG		-0,522	-0,369	-0,446				-0,902		
ESTPOS	0,1128	1,2671			0,1738	4,2929		1,0539		0,6698
OUTNEG1		-0,829		-0,963		-0,461				
OUTPOS1						1,8651				
OUTNEG2				-1,763	-0,315					-0,754
OUTPOS2		0,6697					0,1814			0,6511
OUTNEG3	-0,137							-0,399		
OUTPOS3	0,1681				0,2476			0,5478		

3.2.3. Prueba de variables redundantes

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
X1	0				0								0
X2						0				0			
X3	0	0			0,0001								0
X4									0				
X5	0,0003							0,0002			0,0037		
X6		0		0		0					0	0	
X7					0			0,0101	0	0	0,0115	0	
X8											0,0065		
X9			0,0075							0	0		0
X10			0	0			0		0				
X11					0,0162								
X1(-1)	0		0,0288							0			
X2(-1)			0		0								
X3(-1)					0					0			
X4(-1)					0		0	0,0004					0
X5(-1)						0	0,0058	0,0046					
X6(-1)					0			0,0098					
X7(-1)		0		0	0	0							
X8(-1)													
X9(-1)		0,0001											
X10(-1)						0						0	
X11(-1)													
@SEAS(4)		0,0006		0		0							0,0013
@SEAS(3)	0								0			0,0009	
@SEAS(2)	0,0001								0,0017				
ESTNEG		0		0	0	0		0	0	0	0	0	
ESTPOS	0		0				0		0				0
OUTNEG1	0		0					0	0,0001				
OUTPOS1	0				0								
OUTNEG2					0						0	0	
OUTPOS2				0			0				0		
OUTNEG3				0		0	0						
OUTPOS3						0		0				0	

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
X1	0						0,0001						
X2								0,0006		0,0001	0		
X3										0,0319			
X4			0	0		0			0,0017	0	0	0	
X5							0,0003	0,0049	0			0	0
X6	0,001	0					0						
X7					0								0,0066
X8	0		0			0	0					0,0202	0,0012
X9			0	0		0	0,0001					0	
X10				0,0062	0,0001						0		
X11													
X1(-1)					0				0				0
X2(-1)			0,0282	0,0156							0		
X3(-1)						0,0027							
X4(-1)												0,0002	
X5(-1)									0				
X6(-1)			0							0	0		0,0156
X7(-1)	0,0387	0	0	0									0,0001
X8(-1)			0	0		0		0					
X9(-1)				0			0,0007				0		0
X10(-1)				0	0,0038								
X11(-1)				0,0001									
@SEAS(4)		0	0,0003										0,0001
@SEAS(3)													
@SEAS(2)									0,011				
ESTNEG	0,008			0	0	0					0	0,0131	
ESTPOS	0,0005	0	0			0	0		0			0,0084	0
OUTNEG1		0,0001		0			0						
OUTPOS1			0	0,0064		0		0,0003			0	0	
OUTNEG2		0			0	0						0,0003	
OUTPOS2		0,0018			0,0001				0				
OUTNEG3									0				
OUTPOS3								0					

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
X1					0,0176	0,0008		0		0			
X2		0							0			0,0006	
X3	0					0,0001							
X4	0	0		0		0		0,021	0		0		
X5	0,0001			0,0005	0			0	0	0	0	0,0278	
X6												0,0034	
X7													
X8					0,0008				0		0	0	0
X9					0,0001					0	0	0	
X10													0
X11		0,0002											
X1(-1)	0,0166	0								0,0171			0
X2(-1)							0			0			
X3(-1)										0,0001	0,0151	0,0017	
X4(-1)						0,0007		0					
X5(-1)	0,0002										0		
X6(-1)		0,0238		0								0,0293	
X7(-1)													
X8(-1)					0,0002						0		
X9(-1)											0	0	
X10(-1)						0				0,004			
X11(-1)						0,0091							
@SEAS(4)	0	0,0022		0,0029	0,0008		0,0135			0,0006			
@SEAS(3)							0,0177						
@SEAS(2)													
ESTNEG									0	0			0
ESTPOS											0	0	
OUTNEG1													
OUTPOS1											0,0051		
OUTNEG2		0											
OUTPOS2													0
OUTNEG3									0		0		0
OUTPOS3									0		0		

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
X1	0					0				
X2						0,0003				
X3			0		0					
X4	0,0003		0							
X5			0	0		0		0		
X6	0		0,0034	0	0	0				
X7								0		0,0002
X8	0	0	0		0	0	0	0		0
X9	0	0	0		0	0,0136	0,0002	0		
X10	0	0			0				0	
X11										
X1(-1)				0,0021					0,006	
X2(-1)										0
X3(-1)	0					0,0001	0			
X4(-1)	0				0,0004					0
X5(-1)					0,0027		0	0		
X6(-1)	0		0,008		0					
X7(-1)	0				0					
X8(-1)		0,0002		0,001				0		
X9(-1)		0	0		0	0,0022		0		0,0095
X10(-1)										
X11(-1)									0,007	
@SEAS(4)								0,0024	0,0219	
@SEAS(3)										
@SEAS(2)	0,0023									0,0287
ESTNEG		0	0	0				0		
ESTPOS	0	0			0	0		0		0
OUTNEG1						0,013				
OUTPOS1				0		0				
OUTNEG2		0			0					0
OUTPOS2	0						0	0		0
OUTNEG3	0							0		
OUTPOS3					0					

3.2.4. Prueba de variables omitidas

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
X1		0,5299	0,7207	0,6632		0,298	0,3659	0,726	0,3419	0,6685	0,4679	0,3063	
X2	0,9165	0,4214	0,4967	0,9787	0,283		0,6641	0,6296	0,1694		0,0652	0,4589	0,5634
X3			0,3851	0,3153		0,3685	0,4637	0,8592	0,696	0,2238	0,1111	0,4205	
X4	0,7198	0,5547	0,0943	0,1333	0,0995	0,8546	0,1914	0,3283		0,6455	0,3812	0,6587	0,5746
X5		0,9966	0,4916	0,1571	0,079	0,5761	0,5315		0,5609	0,7404		0,5571	0,6492
X6	0,901		0,9255		0,8218		0,7806	0,8285	0,8863	0,4203			0,1903
X7	0,9746	0,5748	0,7494	0,3235		0,2355	0,6432						0,2574
X8	0,5044	0,3277	0,9253	0,5442	0,8056	0,4457	0,7303	0,2162	0,7894	0,6114		0,8911	0,4781
X9	0,1874	0,6618		0,4205	0,436	0,9916	0,9765	0,6379	0,2695			0,884	
X10	0,4138	0,1009			0,1559	0,2445		0,4099		0,6567	0,5343	0,0887	0,3893
X11	0,6458	0,4594	0,155	0,5686		0,6944	0,9712	0,5167	0,3734	0,4602	0,0965	0,1542	0,1221

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
X1		0,4156	0,45	0,3818	0,3564	0,641		0,9399	0,4908	0,7438	0,5051	0,744	0,3915
X2	0,5729	0,6289	0,8451	0,246	0,2877	0,6108	0,0604		0,1695			0,5728	0,3513
X3	0,5582	0,7522	0,0852	0,4365	0,337	0,3785	0,3727	0,607	0,7459		0,1014	0,4293	0,655
X4	0,089	0,9827			0,4347		0,701	0,7106					0,6686
X5	0,9117	0,49	0,8595	0,8799	0,6387	0,7885				0,4331	0,23		
X6			0,1677	0,4356	0,429	0,8439		0,6737	0,353	0,566	0,8529	0,2015	0,8817
X7	0,3873	0,9988	0,5057	0,5183		0,6215	0,2509	0,7382	0,6804	0,5171	0,3479	0,3442	
X8		0,8067		0,8186	0,4149			0,8727	0,8857	0,2298	0,6754		
X9	0,2846	0,9397			0,6351			0,3787	0,6136	0,7117	0,74		0,9163
X10	0,3285	0,8627	0,3658			0,1201	0,295	0,5326	0,5112	0,9982		0,5491	0,8945
X11	0,3722	0,5582	0,4705	0,777	0,3885	0,962	0,6773	0,7618	0,6561	0,2241	0,1754	0,8697	0,1898

Entidad	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	CO12	CO13	CO14
X1	0,9508	0,6224	0,9262		0,2301		0,8152	0,4759		0,9605	0,8692	0,9959	0,3845
X2	0,8806	0,7043		0,9081	0,6373	0,8451	0,5064	0,5668		0,6582	0,5354	0,8855	0,5486
X3		0,2999	0,377		0,6212	0,6813		0,9363	0,3648	0,234	0,8466	0,992	0,6277
X4			0,3853				0,4835		0,9542		0,7946		
X5			0,656	0,5851						0,1534		0,619	
X6	0,7254		0,1915	0,5993		0,8779	0,5317			0,3306		0,2579	
X7	0,887	0,0799	0,2133	0,6132		0,8922	0,557	0,2025		0,0674	0,2666	0,4544	0,5606
X8			0,3961			0,4808					0,2504		
X9			0,3088		0,8861						0,1688		
X10	0,8169		0,6312				0,5585	0,6715	0,3507	0,6587	0,8672		0,8041
X11	0,7735			0,9445	0,9807	0,6648		0,4696	0,5677	0,4465	0,878	0,2035	0,293

Entidad	CO15	CO16	CO17	CO18	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO25	CO26	CO27
X1	0,6321	0,7258					0,6179	0,315	0,227	0,1854	0,6994	0,2783	0,5957
X2	0,7155	0,3681		0,4365				0,9985	0,7142	0,1225	0,8399	0,6812	0,4462
X3	0,6724	0,173	0,7169	0,321			0,2816	0,5623		0,3942	0,7094		0,5581
X4					0,5705	0,0921			0,5087		0,4138		
X5				0,7211	0,6159	0,8405			0,1308	0,3957		0,2101	0,896
X6	0,2256			0,9591	0,3125	0,6225		0,3599	0,8136	0,487	0,3735	0,9686	0,2668
X7		0,3708		0,5083	0,2028	0,2051	0,7245	0,1493		0,6561	0,7834	0,8351	0,3613
X8			0,2633		0,487		0,7691			0,7835	0,919	0,8018	0,7452
X9	0,283								0,8935	0,8002	0,3365	0,6285	0,2506
X10	0,8214		0,6602	0,2547	0,9564	0,6938	0,1736	0,6764	0,2303	0,7983	0,9433	0,7013	0,1292
X11	0,2078	0,223	0,4346	0,7986	0,9248	0,6357	0,5997	0,8878	0,6331	0,2423	0,784	0,1083	0,3923

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
X1	0,2909	0,6458	0,8206	0,6632			0,2103		0,8644		0,5153	0,2455	0,1751
X2	0,7076		0,5316	0,8191	0,9432	0,3752	0,3455	0,6609		0,1173	0,2057		0,167
X3		0,6779	0,7339	0,6056	0,7646		0,7331	0,8752	0,0415	0,8423	0,8669	0,9036	0,2171
X4			0,9511		0,4263		0,6558			0,2018		0,6085	0,7536
X5		0,667	0,5783			0,7002	0,5202						0,2076
X6	0,5559	0,0824	0,7041	0,9672	0,4888	0,3538	0,3924	0,5552	0,7727	0,2013	0,6698		0,5748
X7	0,5449	0,8782	0,8685	0,4385	0,4409	0,9474	0,4053	0,705	0,2353	0,452	0,7359	0,719	0,575
X8	0,332	0,6959	0,2508	0,2593		0,598	0,9098	0,8864		0,8959			
X9	0,9979	0,3755	0,684	0,3028		0,4666	0,7028	0,5807	0,0651				0,0835
X10	0,2099	0,5158	0,8989	0,7956	0,3428	0,7148	0,8343	0,514	0,9575	0,2712	0,4391	0,8842	
X11	0,3002		0,3664	0,9805	0,9149	0,482	0,7149	0,2317	0,7589	0,3108	0,4276	0,922	0,7605

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
X1		0,5679	0,2826	0,4376	0,2911		0,3752	0,5131	0,07	0,4372
X2	0,9821	0,9653	0,0912	0,8523	0,0918		0,2674	0,6648	0,729	0,2347
X3	0,553	0,5875		0,6656		0,5511	0,3035	0,5936	0,6818	0,1427
X4		0,3683		0,2336	0,3049	0,187	0,3891	0,1879	0,1597	0,3302
X5	0,1207	0,465			0,8927		0,0667		0,1419	0,9837
X6		0,2495					0,2333	0,5124	0,8171	0,6714
X7	0,0668	0,4149	0,0812	0,4839	0,9686	0,2219	0,2158		0,5932	
X8				0,2825					0,1885	
X9				0,2281					0,8591	0,8507
X10			0,2771	0,6306		0,1457	0,5278	0,0939		0,1568
X11	0,9701	0,7051	0,6753	0,8908	0,3982	0,6294	0,8573	0,7928	0,6978	0,9782

3.2.5. Criterios de selección

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
R2 aj	0,8887	0,7613	0,8295	0,8281	0,81	0,9164	0,874	0,9059	0,8474	0,7873	0,9775	0,8027	0,7867
SE	0,0711	0,0798	0,0405	0,0315	0,0857	0,0466	0,0802	0,1264	0,0429	0,0619	0,0955	0,0386	0,0359
Resid2	0,3034	0,4009	0,105	0,0603	0,4259	0,1283	0,3984	0,9419	0,1139	0,2454	0,5655	0,0895	0,0813
log(L)	91,118	81,365	128,24	145,04	79,243	119,01	79,917	50,235	127,7	8,5403	69,322	131,44	137,23
AIC	-2,318	-2,125	-3,493	-3,972	-1,921	-3,16	-2,114	-1,166	-3,344	2,644	-1,752	-3,549	-3,721
SC	-1,996	-1,9	-3,3	-3,713	-1,536	-2,836	-1,887	-0,842	-3,057	-2,451	-1,495	-3,258	-3,496
H-Q	-2,19	-2,035	-3,416	-3,869	-1,768	-3,031	-2,024	-1,038	-3,23	-2,567	-1,65	-3,433	-3,631

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
R2 aj	0,7844	0,8969	0,8577	0,9043	0,7232	0,9615	0,9102	0,9517	0,9489	0,851	0,9173	0,8713	0,8406
SE	0,0618	0,0077	0,098	0,1446	0,0714	0,1291	0,1313	0,0567	0,1115	0,0083	0,0785	0,0597	0,049
Resid2	0,2024	0,0036	0,5665	1,1291	0,3108	0,9337	0,9483	0,074	0,696	0,0018	0,37	0,2175	0,1439
log(L)	87,544	234,57	69,263	42,848	88,485	46,871	45,163	45,44	56,57	107,14	82,472	102,76	115,06
AIC	-2,608	-6,793	-1,665	-0,848	-2,333	-1,117	-1,082	-2,72	-1,411	-6,59	-2,13	-2,679	-3,074
SC	-2,331	-6,563	-1,311	-0,392	-2,074	-0,786	-0,747	-2,437	-1,079	-6,358	-1,838	-2,39	-2,783
H-Q	-2,5	-6,702	-1,524	-0,667	-2,23	-0,986	-0,95	-2,631	-1,28	-6,514	-2,014	-2,564	-2,958

Entidad	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	CO12	CO13	CO14
R2 aj	0,8373	0,9164	0,5048	0,8852	0,9791	0,9141	0,9358	0,961	0,9566	0,8568	0,9038	0,8812	0,9551
SE	0,0551	0,0469	0,0533	0,0512	0,0357	0,0467	0,0485	0,0499	0,0255	0,0449	0,0377	0,0681	0,0565
Resid2	0,1824	0,1253	0,128	0,1546	0,0738	0,1243	0,1364	0,1094	0,0371	0,1212	0,0781	0,2643	0,1786
log(L)	106,87	119,82	4,1435	112,58	138,07	113,42	116,9	88,643	161,81	118,73	131,2	92,214	105,55
AIC	-2,837	-3,125	-2,964	-2,973	-3,683	-3,164	-3,07	-3,005	-4,342	-3,257	-3,558	-2,389	-2,752
SC	-2,545	-2,737	-2,847	-2,65	-3,327	-2,866	-2,714	-2,671	-3,954	-2,996	-3,163	-2,03	-2,36
H-Q	-2,721	-2,971	-2,92	-2,845	-3,542	-3,046	-2,928	-2,877	-4,188	-3,153	-3,402	-2,246	-2,596

Entidad	CO15	CO16	CO17	CO18	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO25	CO26	CO27
R2 aj	0,9908	0,9068	0,8567	0,9438	0,9582	0,9258	0,9035	0,9456	0,8354	0,7258	0,5463	0,7299	0,8808
SE	0,0865	0,0586	0,0537	0,0321	0,0402	0,0404	0,0546	0,0457	0,0507	0,0212	0,0506	0,0373	0,0274
Resid2	0,4412	0,2025	0,1646	0,0619	0,0903	0,0961	0,1788	0,1233	0,0513	0,0162	0,0923	0,0403	0,0195
log(L)	76,403	103,27	110,42	144,17	131,14	128,97	107,57	120,38	39,712	105,49	0,459	63,867	70,262
AIC	-1,925	-2,703	-2,853	-3,918	-3,424	-3,448	-2,857	-3,199	-2,976	-4,738	-3,077	-3,628	-4,21
SC	-1,601	-2,38	2,4642	-3,626	-3,003	-3,125	-2,566	-2,876	-2,78	-4,49	-2,991	-3,447	-3,979
H-Q	-1,796	-2,575	-2,699	-3,802	-3,257	-3,32	-2,741	-3,071	-2,924	-4,647	-3,046	-3,567	-4,135

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
R2 aj	0,8613	0,8595	0,1809	0,85	0,8603	0,8484	0,5696	0,9651	0,942	0,9078	0,9713	0,8216	0,8658
SE	0,0302	0,0218	0,0273	0,0266	0,0247	0,0298	0,0275	0,0107	0,0928	0,0927	0,0611	0,0809	0,1018
Resid2	0,0228	0,0114	0,0178	0,0149	0,0134	0,0178	0,0174	0,0016	0,5338	0,5066	0,2091	0,3862	0,6421
log(L)	70,514	81,645	5,0562	60,145	67,325	60,581	58,114	58,408	71,339	1,6332	102,15	80,992	63,452
AIC	-3,97	-4,603	-4,325	-4,242	-4,38	-3,969	-4,24	-6,045	-1,81	-1,786	-2,584	-2,058	-1,636
SC	-3,649	-4,236	-4,276	-4	-4,095	-3,633	-4,094	-5,847	-1,553	-1,463	-2,163	-1,734	-1,41
H-Q	-3,863	-4,481	-4,311	-4,172	-4,293	-3,869	-4,198	-6,018	-1,708	-1,658	-2,417	-1,929	-1,546

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
R2 aj	0,9557	0,9172	0,9232	0,948	0,9541	0,9001	0,9242	0,9596	0,3281	0,9137
SE	0,0426	0,1314	0,0728	0,1779	0,06	0,2679	0,0468	0,106	0,0284	0,1054
Resid2	0,0996	1,0354	0,3177	1,8031	0,1839	4,0196	0,0461	0,6405	0,0266	0,655
log(L)	127,74	46,969	7,7246	23,408	98,478	-0,324	47,734	63,54	81,38	62,77
AIC	-3,297	-1,101	2,2819	-0,513	-2,599	0,3625	-3,091	-1,494	-4,183	-1,53
SC	-2,844	-0,809	-1,99	-0,277	-2,131	0,7542	-2,803	-1,105	-4,009	-1,206
H-Q	-3,117	-0,985	-2,166	-0,42	-2,415	0,5177	-3,006	-1,34	-4,121	-1,401

3.2.6. Pruebas sobre residuos

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
Normalidad													
Sesgo	-0,206	-0,223	0,2788	-0,203	-0,121	0,0576	-0,147	-0,11	-0,197	0,0409	1,0011	0,1652	-0,207
Curtosis	3,0156	3,4584	3,845	2,8857	3,6313	2,5374	3,0298	5,0062	2,8672	2,7923	4,4514	2,9708	2,6089
J-B	0,4969	1,1915	2,9893	0,5106	1,3318	0,6535	0,2515	11,71	0,5099	0,1453	17,837	0,3164	0,9482
Homoscedasticidad													
White	1,8622	0,7809	0,4521	3,9853	0,7015	1,3673	2,9763	0,3145	1,565	0,9072	1,2948	1,7159	1,7374
p-valor	0,0754	0,6057	0,8408	0,0008	0,7434	0,2236	0,0094	0,9672	0,1539	0,4956	0,2632	0,1132	0,1269
Autocorrelación													
ADF	-7,909	-6,465	-7,874	-8,595	-8,887	-8,238	-8,904	-7,448	-8,069	-8,12	-6,437	-7,618	-7,064
D-W	1,856	1,6411	1,9086	2,0658	2,1146	2,012	2,0608	1,8072	1,9412	1,9657	1,5084	1,8496	1,7093
L-M	-0,206	-0,223	0,2788	-0,203	-0,121	0,0576	-0,147	-0,11	-0,197	0,0409	1,0011	0,1652	-0,207
p-valor	3,0156	3,4584	3,845	2,8857	3,6313	2,5374	3,0298	5,0062	2,8672	2,7923	4,4514	2,9708	2,6089

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
Normalidad													
Sesgo	0,0471	1,0972	0,1781	0,0172	0,0404	-0,044	-0,03	0,8253	-0,047	-0,608	0,3984	-0,136	-0,064
Curtosis	2,9088	4,6682	3,1412	3,9227	2,6688	7,6272	3,3314	4,5465	2,6151	2,3247	4,1086	3,4883	3,304
J-B	0,0437	21,213	0,4283	2,4155	0,3341	58,9	0,3072	6,1817	0,4313	2,4984	5,3584	0,912	0,3131
Homoscedasticidad													
White	2,275	4,0271	1,5595	1,6082	0,5575	0,9917	1,4458	2,1386	1,7418	1,5646	1,4982	0,6093	1,732
p-valor	0,0421	0,0012	0,1417	0,1116	0,7872	0,4618	0,1918	0,0969	0,0944	0,2133	0,1771	0,7843	0,1018
Autocorrelación													
ADF	-8,013	-10,11	-7,049	-9,275	-8,369	-7,804	-8,054	-5,004	-7,887	-4,439	-7,713	-7,049	-7,454
D-W	2,0719	2,444	1,6564	1,9817	1,9305	1,9496	2,0123	1,9091	1,9715	1,4794	1,8741	1,6902	1,8132
L-M	0,0471	1,0972	0,1781	0,0172	0,0404	-0,044	-0,03	0,8253	-0,047	-0,608	0,3984	-0,136	-0,064
p-valor	2,9088	4,6682	3,1412	3,9227	2,6688	7,6272	3,3314	4,5465	2,6151	2,3247	4,1086	3,4883	3,304

Entidad	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	CO12	CO13	CO14
Normalidad													
Sesgo	0,6754	0,0405	0,6022	0,1633	-0,153	-0,001	-0,15	0,1684	0,541	0,274	-0,211	0,3542	-0,078
Curtosis	3,0151	2,9096	3,1578	3,0882	2,2481	3,2913	2,4216	2,5441	3,4727	3,1365	3,1244	3,2609	4,2524
J-B	5,2458	0,0424	2,951	0,3292	1,8938	0,2334	1,2194	0,7096	4,0087	0,9035	0,5416	1,6146	4,5134
Homoscedasticidad													
White	0,9147	1,6327	1,408	0,4991	2,304	1,6015	0,883	1,1739	0,6112	2,0161	0,4585	0,6702	1,2201
p-valor	0,5108	0,1088	0,2531	0,8837	0,0234	0,1448	0,5617	0,3356	0,8116	0,0599	0,9206	0,7601	0,2934
Autocorrelación													
ADF	-6,764	-7,354	-5,79	-8,628	-7,401	-8,262	-6,064	-6,276	-8,868	-7,991	-7,453	-7,654	-8,251
D-W	1,5127	1,7705	1,6765	1,9875	1,7972	2,0611	1,4155	1,6618	2,1308	1,9659	1,8384	1,8378	1,9797
L-M	0,6754	0,0405	0,6022	0,1633	-0,153	-0,001	-0,15	0,1684	0,541	0,274	-0,211	0,3542	-0,078
p-valor	3,0151	2,9096	3,1578	3,0882	2,2481	3,2913	2,4216	2,5441	3,4727	3,1365	3,1244	3,2609	4,2524

Entidad	CO15	CO16	CO17	CO18	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO25	CO26	CO27
Normalidad													
Sesgo	0,3191	0,0421	-0,189	0,3026	0,1092	0,1372	0,1752	0,0634	-0,601	0,4675	0,0688	-0,167	0,2573
Curtosis	3,2134	2,4893	3,0655	3,7947	2,4937	3,1493	3,8789	3,5977	3,0706	3,4725	2,5346	2,3682	3,2277
J-B	1,3021	0,7702	0,4223	2,8689	0,874	0,2807	2,5737	1,0732	1,4481	1,9208	0,3729	0,7031	0,409
Homoscedasticidad													
White	1,0615	0,8096	1,1088	1,9457	0,5076	0,511	1,7806	0,7481	1,2817	0,6452	1,8098	2,6019	0,6406
p-valor	0,4043	0,6203	0,3716	0,0626	0,9011	0,8755	0,0988	0,6767	0,312	0,6935	0,1787	0,071	0,6709
Autocorrelación													
ADF	-6,251	-6,477	-6,171	-6,707	-7,575	-7,978	-9,436	-6,858	-3,89	-4,998	-2,657	-6,437	-3,566
D-W	1,4089	1,4881	1,3893	1,6069	2,0979	1,9189	2,1208	1,6454	1,473	1,493	1,3443	2,2349	1,2896
L-M	0,3191	0,0421	-0,189	0,3026	0,1092	0,1372	0,1752	0,0634	-0,601	0,4675	0,0688	-0,167	0,2573
p-valor	3,2134	2,4893	3,0655	3,7947	2,4937	3,1493	3,8789	3,5977	3,0706	3,4725	2,5346	2,3682	3,2277

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
Normalidad													
Sesgo	0,3508	0,1009	0,5008	0,2646	-0,017	-0,309	-0,418	0,1825	-0,186	0,2402	-0,07	0,4017	-0,36
Curtosis	2,2085	2,5101	3,0787	2,4349	3,4705	2,4786	2,6131	3,179	2,5167	3,2533	3,364	2,9865	4,8019
J-B	1,4915	0,3743	1,0515	0,6494	0,2596	0,7354	0,9192	0,124	1,0867	0,8478	0,4366	1,8566	10,822
Homoscedasticidad													
White	2,2936	0,5635	2,5374	1,5337	1,0055	0,6154	1,2064	0,6117	2,4414	1,0472	0,7572	1,0181	0,1869
p-valor	0,0669	0,7964	0,1248	0,2288	0,4479	0,7155	0,3307	0,6616	0,0282	0,4147	0,6902	0,4364	0,9871
Autocorrelación													
ADF	-4,553	-4,615	-4,595	-5,099	-6,465	-5,729	-6,752	-4,855	-8,005	-7,298	-6,344	-7,891	-8,397
D-W	1,6598	1,6631	2,0641	2,0024	2,4311	2,1828	2,428	2,2212	1,8037	1,5228	1,4963	1,7338	2,0394
L-M	0,3508	0,1009	0,5008	0,2646	-0,017	-0,309	-0,418	0,1825	-0,186	0,2402	-0,07	0,4017	-0,36
p-valor	2,2085	2,5101	3,0787	2,4349	3,4705	2,4786	2,6131	3,179	2,5167	3,2533	3,364	2,9865	4,8019

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
Normalidad										
Sesgo	0,073	0,1748	0,4612	0,9658	0,1953	0,0541	-0,24	0,0545	0,2341	0,6129
Curtosis	2,4342	2,6475	3,7783	5,3082	2,7108	3,2427	2,172	3,3038	2,5301	5,2958
J-B	0,9815	0,7085	4,1872	24,157	0,6398	0,2	1,0307	0,2995	0,6782	19,474
Homoscedasticidad										
White	2,0816	0,5558	1,7066	2,1919	1,2252	1,0767	0,9533	1,4558	0,4167	0,7313
p-valor	0,0279	0,8273	0,1077	0,0486	0,2897	0,3962	0,468	0,1691	0,7953	0,6785
Autocorrelación										
ADF	-7,353	-8,557	-7,632	-7,023	-8,859	-7,168	-3,103	-8,995	-4,489	-7,976
D-W	1,7069	2,0652	1,765	1,7683	2,2158	1,7258	2,0107	2,0841	1,4551	1,9481
L-M	0,073	0,1748	0,4612	0,9658	0,1953	0,0541	-0,24	0,0545	0,2341	0,6129
p-valor	2,4342	2,6475	3,7783	5,3082	2,7108	3,2427	2,172	3,3038	2,5301	5,2958

3.3. RESULTADOS DEL VECTOR AUTORREGRESIVO

3.3.1. Resultados de pruebas sobre el VAR

Entidad	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8	BP9	BP10	BP11	BP12	BP13
Número de retardos (Akaike)													
Retardo 1	-10	-11,2	-6,19	-17,5	-15,6	-16,8	-9,88	-16,5	-16,1	-16,5	-7,07	-17,3	-8,41
Retardo 2	-9,86	-12,1	-6,8	-17,9	-15,5	-17,3	-10,1	-17,2	-16,4	-17,6	-7,14	-17,6	-9,09
Retardo 3	-9,93	-12,7	-6,77	-17,9	-14,7	-17,3	-10,1	-17,3	-16,8	-18,7	-8,2	-17,4	-9,28
Retardo 4	-10	-12,6	-6,59	-17,7		-17,3	-10	-17,3	-16,9	-19,6	-8,52	-17,4	-9,23

Estacionariedad (Dickey-Fuller)													
D-F	0,937	1,004	1,001	0,997	1,012	0,975	0,985	0,98	0,987	0,979	1,149	1,024	0,933

Normalidad (J-B)													
Conjunta	899,3	32,03	15,88	9,009	5096	293,9	59,59	97,42	10,97	29,41	315,7	35,13	193,4
p-valor	0	4E-04	0,103	0,342	0	0	0	0	0,203	0,009	0	0	0

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	29,46	26,74	33,5	33,18	102,6	39,46	30,86	43,23	17,16	69,22	58,16	21,29	28,01
Retardo 2	14,64	26,14	35,36	20,05	47,39	34	27,34	48,43	24,43	47,26	41,42	7,224	27,24
Retardo 3	14,58	21,32	15,56	19,21	51,6	15,04	7,709	29,07	17,57	72,63	42,45	8,157	21,73
Retardo 4	29,99	28,99	39,47	14,88	98,25	37,3	15	58,82	24,04	40,96	37,27	34,78	24,43
Retardo 5	28,3	34,97	22,31	13,13	74,33	35,64	18,22	24,5	18,53	36,71	59,06	16,8	34,09
Retardo 6	8,314	25,33	35,87	12,27	78,1	81,84	14,15	36,54	17,61	65,3	51,81	9,103	60,45
Retardo 7	14,76	17,13	26,49	19,79	42,05	24,93	15,58	40,88	19,59	41,89	46,66	21,54	16,38
Retardo 8	20,72	24,82	38,97	14,27	57,88	47,22	15,38	25,37	20,85	43,72	36,15	16,72	26,42
Retardo 9	7,405	24,88	31,19	16,8	68,58	34,84	10,23	19,11	13,34	37,41	39,01	22,68	36,25
Retardo 10	21,09	24,3	38,64	19,86	77,67	37,86	8,879	35,48	16,3	65,79	54,39	16,36	30,77
Retardo 11	19,09	31,19	11,72	10,64	61,36	29,82	12,58	20,77	18,51	43,4	54,56	12,42	34,39
Retardo 12	11,81	22,3	48,25	5,491	74,16	31,95	10,11	19,18	16,77	56,71	37,84	14,5	24,53

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	401,9	484,5	356,3	265,3	649	792,5	256,6	511,3	363,7	1593	1037	196,4	547,2
p-valor	0,001	0,126	0,014	0,126	0,019	0,173	0	0,024	0,047	0,325	0,26	0,027	0,001

Entidad	BP14	BP15	BP16	BP17	BP18	BP19	BP20	BP21	BP22	BP23	BP24	BP25	CO1
Número de retardos (Akaike)													
Retardo 1	-17,2	-19	-12,9	-2,66	-14,1	10,43	-2,42	-4,16	-9,72	-12,5	-8,96	0,605	-12,3
Retardo 2	-17,5	-19,4	-13,6	-3,42	-14,4	9,229	-3,6	-3,88	-10,2	-15,1	-9,77		-13,6
Retardo 3	-17,9	-19,6	-14,5	-3,52	-14,4	7,656	-4,19		-9,83		-10,3		-13,8
Retardo 4	-18,7	-19,4	-15	-4,73	-14,6	5,296	-5,55		-10,1		-10,7		-14,2

Estacionariedad (Dickey-Fuller)													
D-F	1,015	0,979	0,956	0,984	0,965	1,082	1,057	0,891	1,003	1,024	0,978	0,965	1,011

Normalidad (J-B)													
Conjunta	44,28	26,41	33,84	853,6	339,1	590,1	6,925	9,98	4222	5,476	48,92	306,8	19,27
p-valor	0	2E-04	0,002	0	0	0	0,863	0,266	0	0,857	0	0	0,155

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	24,92	24,12	45,69	76,42	30,12	32,94	86,37	10,51	21,27	43,52	43,97	88,11	64,46
Retardo 2	27,34	9,417	65,06	71,52	19,19	32,05	45,1	21,95	28,65	61,33	43,59	25,08	64
Retardo 3	25,4	5,419	53,66	73,68	32,74	48,24	43,39	8,42	15,72	22,56	48,06	21,45	40,18
Retardo 4	33,03	14,03	40,88	46,68	18,14	24,09	48,61	34,99	48,71	22,74	50,03	82,86	49,82
Retardo 5	22,19	13,66	40,29	71,6	9,918	37,91	43,24	11,82	31,92	24,13	39,15	45,67	69
Retardo 6	30,81	8,54	39,47	77,55	11,55	18,8	25,45	13,86	18,65	27,59	44,33	16,25	41,75
Retardo 7	26,17	11,55	57,1	68,54	29,38	18,98	38,44	8,476	17,06	18,3	31,96	25,91	56
Retardo 8	14,65	9,57	51,39	57,23	14,76	23,88	32,42	33,32	27,71	21,93	41,09	48,08	55,66
Retardo 9	36,76	9,302	92,23	79,94	7,962	14,96	44,51	10,6	15,07	16,59	31,37	47,65	56,25
Retardo 10	28,35	10,74	53,37	67,73	8,627	19,52	40,76	9,828	12,6	19,68	42,75	30,69	46,83
Retardo 11	22,24	2,83	39,22	84,81	17,4	15,3	32,76	3,388	5,806	25,06	42,14	22,88	53,69
Retardo 12	24,16	7,843	61,49	89,07	14,17	35,86	42,77	12,9	21,1	16,03	47,31	34,43	45,89

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	622,1	140,9	1540	2346	380,4	676,2	1037	130,7	274,7	313,3	1052	303,1	1560
p-valor	0,258	0,018	0,686	0,267	0,011	0,017	0,253	3E-04	0	0,287	0,165	0	0,55

Entidad	CO2	CO3	CO4	CO5	CO6	CO7	CO8	CO9	CO10	CO11	CO12	CO13	CO14
Número de retardos (Akaike)													
Retardo 1	-6,52	-4,48	1,592	-7,61	-22,5	-9,38	2,393	-6,64	-22,7	1,733	-16,3	-1,42	-6,52
Retardo 2	-7,01	-5,3	1,041	-8,29	-22,8	-10,9	2,033	-7,11	-23,4	0,537	-17,4	-2,05	-7,68
Retardo 3	-7,00	-5,73	1,297	-10,4	-22,8	-12	1,737	-8,4	-25,1	0,231	-18,3	-2,36	-9,8
Retardo 4			1,425	-11,9		-12,6	0,382	-9,93		-0,48	-19,6	-3,56	-11,7

Estacionariedad (Dickey-Fuller)													
D-F	0,968	1,02	0,974	0,988	0,988	0,947	-1,05	-0,56	1,062	0,988	1,024	0,98	1,041

Normalidad (J-B)													
Conjunta	1180	1156	783,6	55,98	76,68	11,26	1634	83,27	21,42	48,15	24,19	19,81	77,34
p-valor	0	0	0	0	0	0,507	0	0	0,259	0	0,043	0,071	0

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	56,65	85,55	22,55	88,59	95,47	45,76	102,1	50,85	89,78	24,13	99,89	43,8	83,8
Retardo 2	62,7	69,02	35,1	98,53	68,47	38,8	67,62	42,13	126,2	19,05	53,1	44,68	55,31
Retardo 3	56,27	82,14	13,26	82,33	89	32,14	66,92	54,04	90,2	26,6	63,59	53,26	77,79
Retardo 4	91,84	103,3	22,22	64,49	85,11	31,78	67,68	46,03	93,61	31,67	36,17	40,82	54,67
Retardo 5	71,68	82,17	17,82	67,35	81,56	46,24	65,43	32,61	77,95	25,09	45,3	53,64	42,9
Retardo 6	52,19	55,92	10,76	68,35	49,98	32,41	56,9	36,64	79,03	16,02	57,8	36,02	56,51
Retardo 7	57,52	62,04	12,48	46,83	49,81	26,01	65,67	42,48	80,85	17,28	51,39	19,38	51,56
Retardo 8	66,57	70,37	5,462	79,9	64,49	32,28	82,98	28,65	86,7	31,24	41,29	33,73	56,58
Retardo 9	48,74	86	6,97	39,91	72,42	33,5	57,49	25,94	88,7	14,83	56,26	33,52	58,75
Retardo 10	46,65	59,84	11,95	68,86	56,52	34,52	72,51	29,92	63,38	21,72	46	34,39	44,81
Retardo 11	49,6	74,2	14,16	69,78	79,81	32,85	53,25	22,13	74,94	15,98	66,07	38,94	56,87
Retardo 12	63,11	63,63	6,832	64,88	75,57	39,84	76,33	25,1	67,6	23,43	59,55	34,17	87,38

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	972,1	1765	241,4	2351	1804	1045	1607	1025	2476	382,7	1598	1075	1615
p-valor	0	0,265	0	0,242	0,099	0,205	0,239	0,345	0,255	0,009	0,296	0,07	0,198

Entidad	CO15	CO16	CO17	CO18	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO25	CO26	CO27
Número de retardos (Akaike)													
Retardo 1	-22,2	-4,74	-28,7	-4,78	-8,66	-2,51	-7,99	-6,69	-10,4	-17,1	-3,33	-16,2	-12,53
Retardo 2	-22,2			-6,33	-9,03	-3,55	-8,49	-7,37	-10,4	-17	-3,4	-15,7	-12,4
Retardo 3	-23,3			-7,32	-9	-5,17	-8,65	-8,21		-16,9	-3,37	-15,9	-12,2
Retardo 4	-25,6			-7,72	-9,66	-6,4	-8,6	-10,4		-16,9	-3,4	-15,7	-11,9

Estacionariedad (Dickey-Fuller)													
D-F	0,985	1,025	1,037	0,995	1,039	1,031	1,014	1,018	1,012	1,01	0,988	0,74	0,998

Normalidad (J-B)													
Conjunta	52,14	507,2	112,5	20,5	99,43	73,22	248,4	69,25	4,394	5,823	1,65	3,323	21,65
p-valor	0	0	0	0,025	0	0	0	0	0,82	0,443	0,8	0,767	0,001

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	83,61	99,16	138,4	58,9	76,82	77,86	50,15	83,85	16,82	9,247	7,115	8,283	10,88
Retardo 2	59,94	88,38	119,4	28,28	68,27	46,28	62,75	76,7	25,31	5,804	4,67	8,195	8,621
Retardo 3	94,48	65,37	127,3	40,01	41,21	34,07	36,8	70,42	11,2	16,77	1,491	7,312	7,07
Retardo 4	80,24	77,73	111,8	13,49	66,58	59,31	53,26	51,71	19,91	11	3,65	8,769	12,66
Retardo 5	60,23	50,47	111,4	42,74	48,54	39,14	27,56	77,54	14,23	6,725	2,683	7,427	20
Retardo 6	52,04	34,13	80,62	30,59	50,71	42,69	44,78	54,46	18,21	9,742	0,557	5,05	16,95
Retardo 7	61,77	53,61	94,89	21,7	42,64	26,43	22,09	39,32	15,79	3,159	7,572	11,61	14,5
Retardo 8	90,19	66,91	107,1	25,07	40,46	24,13	65,48	60,77	17,75	12,8	3,794	8,965	6,567
Retardo 9	73,46	52,29	94,01	18,36	44,47	30,52	46,58	45,33	15,1	16,53	9,615	4,354	10,04
Retardo 10	66,81	32,02	89,51	25,67	70,64	41,18	39,5	36,91	13,56	6,214	1,22	8,625	6,531
Retardo 11	77,76	66,96	73,04	29,42	32,8	42,15	30,25	58,12	16,63	8,076	1,003	4,802	8,24
Retardo 12	52,34	53,22	87,43	52,09	53,33	33,47	47,93	48,11	3,163	17,5	5,358	5,045	6,9

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	2348	538,5	978,2	738,3	1599	1087	859,7	1564	94,65	47	45,28	51,02	45,68
p-valor	0,256	0	0	1E-04	0,287	0,042	0,005	0,525	0,126	0,104	0,585	0,05	0,129

Entidad	CO28	CO29	CO30	CO31	CO32	CO33	CO34	CO35	MU1	MU2	MU3	MU4	TC1
Número de retardos (Akaike)													
Retardo 1	-24,5	-25,8	-5,51	-18,4	-7,2	-22,1	-7,96	-24,7	-5,15	-6,89	1,708	-10,1	-1,4
Retardo 2		-25,8	-5,51	-18,8	-7,18	-22,3	-8,12		-6,08	-7,63	0,626	-10,8	-1,63
Retardo 3			-5,29	-18,6			-8,07		-5,87	-8,59	-0,34	-10,9	-1,45
Retardo 4			-5,08				-7,99		-6,61	-9,11	-1,68	-11,4	

Estacionariedad (Dickey-Fuller)													
D-F	0,92	1,011	0,976	0,985	0,998	0,921	0,969	0,967	0,965	1	1,003	1,012	0,98

Normalidad (J-B)													
Conjunta	44,08	130,9	0,718	2,299	7,67	135,9	2,231	3,959	437,9	16,99	208,3	137,7	337,5
p-valor	0	0	0,949	0,971	0,661	0	0,693	0,861	0	0,257	0	0	0

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	27,45	64,35	4,904	11,32	28,05	35,05	5,484	19,57	47,69	51,97	61,36	102,8	16,17
Retardo 2	30,17	36,12	4,118	13,12	26,54	24,92	3,582	16,94	33,6	62,94	46,88	75,63	18,02
Retardo 3	15,94	30,71	1,713	24,34	13,84	34,08	6,118	11,59	30,44	44,75	50,08	92,93	20,56
Retardo 4	23,18	56,15	2,989	13,04	27,32	52,73	2,637	22,19	32,77	59,51	68,81	63,06	23,18
Retardo 5	18,83	58,26	5,997	12,92	25,85	48,39	5,448	22,79	29,97	53,44	36,58	62,8	25,19
Retardo 6	26,05	22,08	7,319	11,76	41,93	41,76	3,652	11	35,13	47,76	35,47	55,84	16,03
Retardo 7	21,71	21,19	10,85	13,89	21,42	44,12	3,983	14,18	29,81	33,32	37,34	63,23	12,26
Retardo 8	23,21	23,32	0,887	8,135	30,95	43,41	2,592	14,36	17,59	44,72	42,72	43,48	17,04
Retardo 9	16,07	32,75	7,623	9,428	14,04	43,47	0,131	11,05	24,29	26,52	50,55	42,92	9,614
Retardo 10	16,57	21,33	2,022	17,89	34,35	63,81	2,69	21,89	30,74	62,25	36,84	60,38	18,49
Retardo 11	18,93	32,14	3,321	12,9	18,28	44,83	1,463	8,357	35,91	30,82	34,88	48,55	18,59
Retardo 12	20,39	28,83	4,98	20,36	36,59	35,73	3,591	5,703	23,94	46,66	37,61	72,02	15,4

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	179,7	538,4	27,67	170,9	154,6	522	27,58	80,72	641,2	1604	1072	1618	212
p-valor	0,049	0,14	0,274	0,264	0,382	0,281	0,278	0,457	0,119	0,26	0,079	0,184	0,004

Entidad	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	SF9	SF10
Número de retardos (Akaike)										
Retardo 1	-17,5	7,663	-0,02	-5,71	-6,89	1,831	-2,03	2,816	-7,67	3,742
Retardo 2	-19,5	7,026	-1,39	-5,57	-7,83	0,14		1,536	-7,2	2,962
Retardo 3	-20,7	6,282	-4,26	-6,03	-9,61	-0,93		-0,76	-7,13	
Retardo 4		5,539	-7,64	-6,56				-1,13	-6,84	

Estacionariedad (Dickey-Fuller)										
D-F	1,024	-0,34	0,745	1,026	0,991	-0,68	0,882	1,003	1,002	0,925

Normalidad (J-B)										
Conjunta	318,9	389,4	49,54	209,1	46,24	699,2	6,161	26,11	750,9	1732
p-valor	0	0	0	0	3E-04	0	0,802	0,004	0	0

Autocorrelación (LM-Stat)										
Retardo 1	119,1	26,66	56,66	62,63	103,4	136,6	33,87	39,98	14,63	76,99
Retardo 2	96,65	11,15	37,68	73,6	92,08	70,29	13,09	38,84	11,2	60,01
Retardo 3	90,4	14,44	47,4	74,87	67,72	48,47	20,57	36,6	10,24	83,9
Retardo 4	77,63	12,46	51,98	38,91	80,16	59,09	38,66	22,42	14,43	86,52
Retardo 5	82,75	20,26	59,72	42,17	82,7	82,12	40,8	31,44	18,35	93,59
Retardo 6	100,3	14,93	36,66	22,78	92,47	68,4	21,99	26,3	12,21	50,87
Retardo 7	80,42	15,45	40,92	26,26	81,47	104,3	7,481	26,03	26,75	49,41
Retardo 8	91,02	6,259	32,17	24,17	84,08	98,86	20,08	16,21	11,57	60,11
Retardo 9	85,27	10,7	35,85	20,13	81,32	69,13	26,45	29,18	11,16	48,16
Retardo 10	58,27	17,9	26,56	32,13	88,43	59,74	16,21	21,16	21,99	59,34
Retardo 11	92,46	30,58	26,96	23,69	62,8	53,13	11,74	16,43	22,93	34,72
Retardo 12	97,37	18,34	39,32	28,02	96,25	67,77	17,81	22,38	12,78	26,93

Homoscedasticidad (White)										
Conjunta	2462	395,6	1017	748,4	2464	1768	167,1	676,1	90,68	724,9
p-valor	0,32	0,003	0,416	0	0,312	0,247	0,161	0,017	0,195	0

3.3.2. Resultados de pruebas sobre el VEC

Entidad	BP2	BP3	BP5	BP11	BP12	BP14	BP19	BP20	BP22	BP23	CO1	CO3	CO10
Normalidad (J-B)													
Conjunta	9,269	7,296	800,8	118,4	23,13	34,83	1481	12,58	2790	28,1	14,57	89,83	16,3
p-valor	0,507	0,697	0	0	0,003	1E-04	0	0,4	0	0,002	0,408	0	0,572

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	51,14	25,33	59,11	48,83	26,66	19,87	43,45	82,16	26,72	48,63	55,04	64,96	69,03
Retardo 2	31,76	35	60,15	33,44	13,5	28,59	44,21	32,04	26,76	34,18	44,75	82,29	86,21
Retardo 3	23,69	19,59	55,8	40,15	8,033	37,14	43,61	46,81	23,27	40,47	55,02	65,47	77,29
Retardo 4	33,71	46,75	108,7	27,87	33,61	30,1	30,45	39,47	45,74	11,61	42,69	85,31	98,54
Retardo 5	31,31	17,89	78,69	37,97	14,93	24,76	29,34	34,8	37,57	29,32	61,16	87,17	94,15
Retardo 6	26,65	41,1	55,92	46,98	6,395	24,64	31,77	38,81	22,39	27,86	47,59	75,29	72,07
Retardo 7	24,53	27,76	66,55	33,74	26,18	21,27	19,24	41,09	15,49	12,23	50,16	73,76	66,11
Retardo 8	26,59	27,91	74,82	39,76	17,27	8,761	27,45	46,65	34,62	23,7	54,28	60,51	101,3
Retardo 9	23,37	56,1	54,91	25,86	16,47	30,81	21,26	39,99	15,97	29,08	51,89	79,32	66,33
Retardo 10	22,25	31,28	77,12	48,12	18,87	35,91	16,92	38,06	18,96	20,92	56,04	66,36	75,65
Retardo 11	27,48	23,22	61,97	45,28	13,32	18,34	18,74	29,99	10,69	21,19	40,86	78,13	105,5
Retardo 12	29,48	41,58	73,21	58,4	16,67	15,26	22,74	43,58	19,17	19,68	60,27	60,7	87,52

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	578,9	428,3	759,6	1181	232,6	704,3	715,1	1112	363,5	365,4	1760	1844	2631
p-valor	0,12	0,088	0,148	0,031	0,005	0,344	0,068	0,33	0	0,411	0,339	0,671	0,382

Cointegración (Johansen)													
Ecuaciones	3	3	2	2	1	3	2	2	3	2	3	2	2

Entidad	CO12	CO14	CO16	CO17	CO19	CO20	CO21	CO22	CO23	CO24	CO29	MU2	MU3
Normalidad (J-B)													
Conjunta	21,32	45,36	368,3	66,69	63,62	19,87	108,1	78,11	12,48	4,865	64,84	72,73	32,17
p-valor	0,094	0	0	0	0	0,07	0	0	0,131	0,561	0	0	0,001

Autocorrelación (LM-Stat)													
Retardo 1	65,52	59,37	95,15	96,07	53,87	75,55	53,23	111,3	19,38	6,198	68,12	64,31	61,43
Retardo 2	47,94	69,44	72,13	75,43	60,54	46,61	63,34	53,96	18,53	8,994	43,66	72,75	53,86
Retardo 3	38,44	49,69	57,69	95,85	50,44	33,75	35	64,27	16,12	11,33	32,12	62,97	42,94
Retardo 4	58,45	39,17	75,1	111,6	58,05	40,41	48,81	82,36	23,28	10,15	35,28	71,49	44,78
Retardo 5	41,54	60,43	56,3	102,4	37,35	37,68	27,39	65,7	23,59	8,329	51,87	54,61	27,15
Retardo 6	45,78	47,22	43,54	78,94	33,17	32,08	39,62	68,2	11,9	5,196	57,04	42,09	35,51
Retardo 7	62,71	41,63	51,87	102,8	43,59	30,45	29,42	41,98	23,5	10,35	34,26	58,17	28,92
Retardo 8	64,15	61,03	64,3	76,68	41,69	15,25	54,12	58,89	17,6	15,69	52,19	44,04	24,95
Retardo 9	52,12	46,88	65,05	99,99	46,26	30,45	35,54	48,26	20,57	13,08	59,46	38,1	31,78
Retardo 10	40,43	50,15	44,58	62,89	43,74	30,99	42,01	39,13	7,838	5,888	36,58	43,69	48,94
Retardo 11	55,53	61,11	49,93	84,56	40,22	44,36	32,56	38,47	15,62	6,953	34,38	50,39	33,55
Retardo 12	70,32	47,76	59,51	108,6	46,78	30,89	37,11	67,52	5,704	13,25	34,36	38,36	23,36

Homoscedasticidad (White)													
Conjunta	1693	1695	651,2	1217	1643	1145	897,6	1635	84,45	61,27	602,5	1789	1184
p-valor	0,404	0,393	0	0,164	0,368	0,4	0,008	0,422	0,867	0,095	0,33	0,185	0,026

Cointegración (Johansen)													
Ecuaciones	2	2	2	4	1	3	1	1	1	1	2	3	2

Entidad	MU4	SF1	SF4	SF8	SF9
Normalidad (J-B)					
Conjunta	88,93	58,62	212,1	48,92	85,55
p-valor	0	0	0	0	0

Autocorrelación (LM-Stat)					
Retardo 1	55,17	116,5	60,61	25,5	11,29
Retardo 2	73,52	97,8	36,38	44,68	13,48
Retardo 3	53,98	93,74	26,71	32,84	21,7
Retardo 4	46,29	79,27	20,85	31,9	29,68
Retardo 5	41,29	74,13	26,55	32,26	25,56
Retardo 6	51,15	109,8	36,67	23,65	21,47
Retardo 7	53,96	87,79	30,75	12,85	15,54
Retardo 8	39,68	84,33	18,75	15,93	15,18
Retardo 9	60,58	82,43	19,34	24,84	22,66
Retardo 10	46,21	73,47	36,76	25,45	11,21
Retardo 11	31,84	89,88	25,28	19,25	25,83
Retardo 12	50,61	92,66	36,91	24,76	9,776

Homoscedasticidad (White)					
Conjunta	1698	2917	750,8	729,2	118,8
p-valor	0,373	0,312	6E-04	0,031	0,097

Cointegración (Johansen)					
Ecuaciones	2	5	1	2	0

4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSION

4.1. PROYECCIÓN DE VARIABLES FINANCIERAS

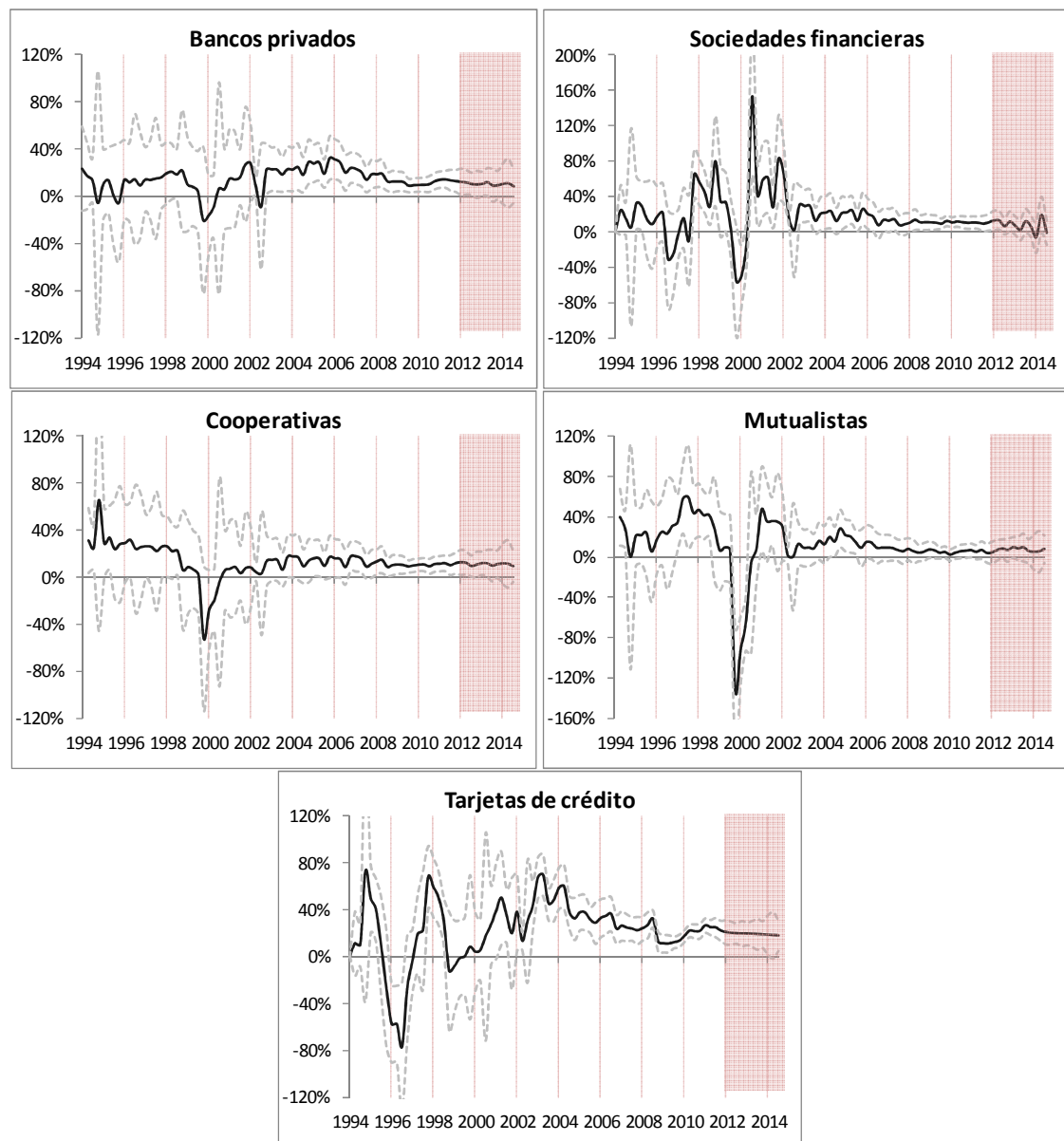


Figura 38 – Proyección de rentabilidad sobre el patrimonio

Elaboración: la autora

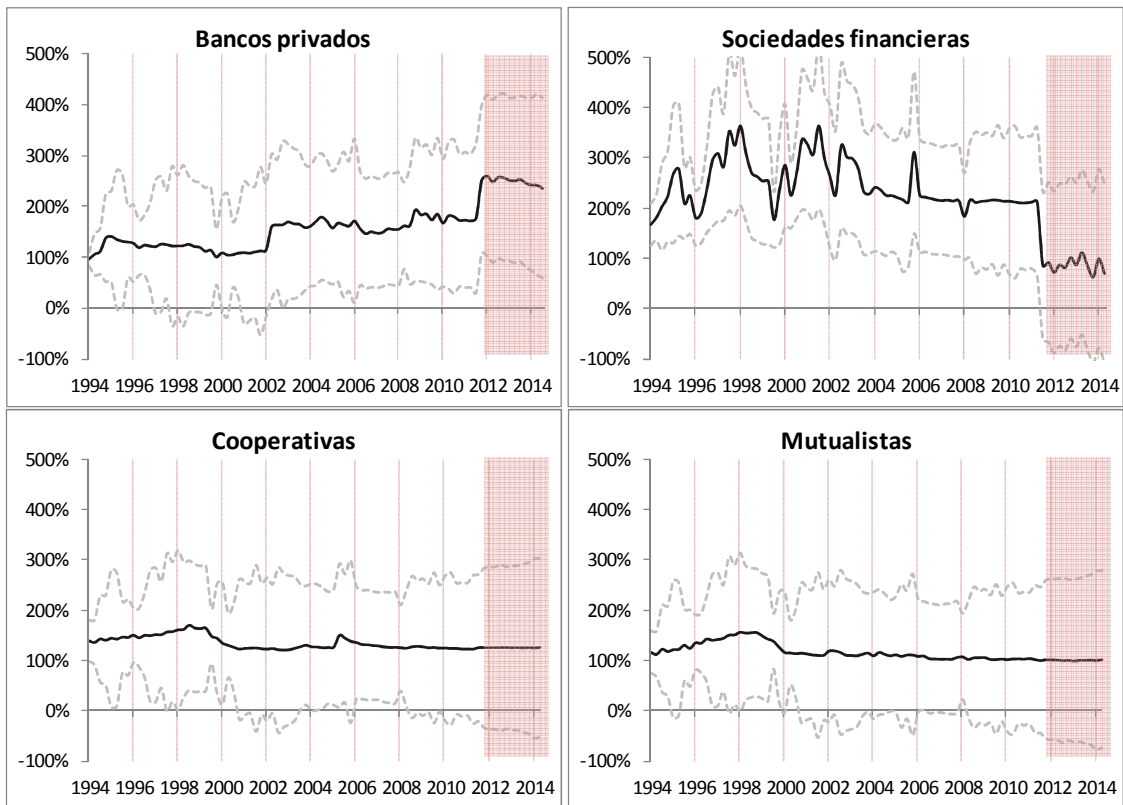


Figura 39 – Proyección de manejo administrativo
Elaboración: la autora

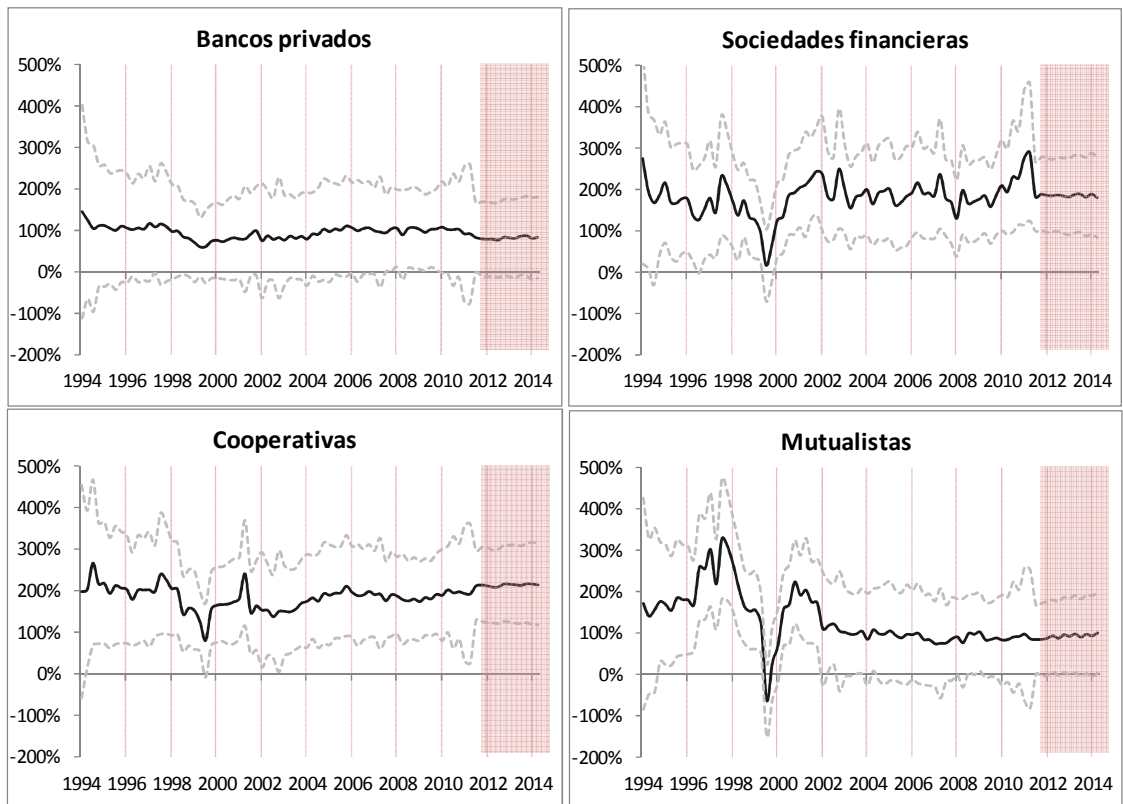


Figura 40 – Proyección de cobertura patrimonial de activos improductivos
Elaboración: la autora

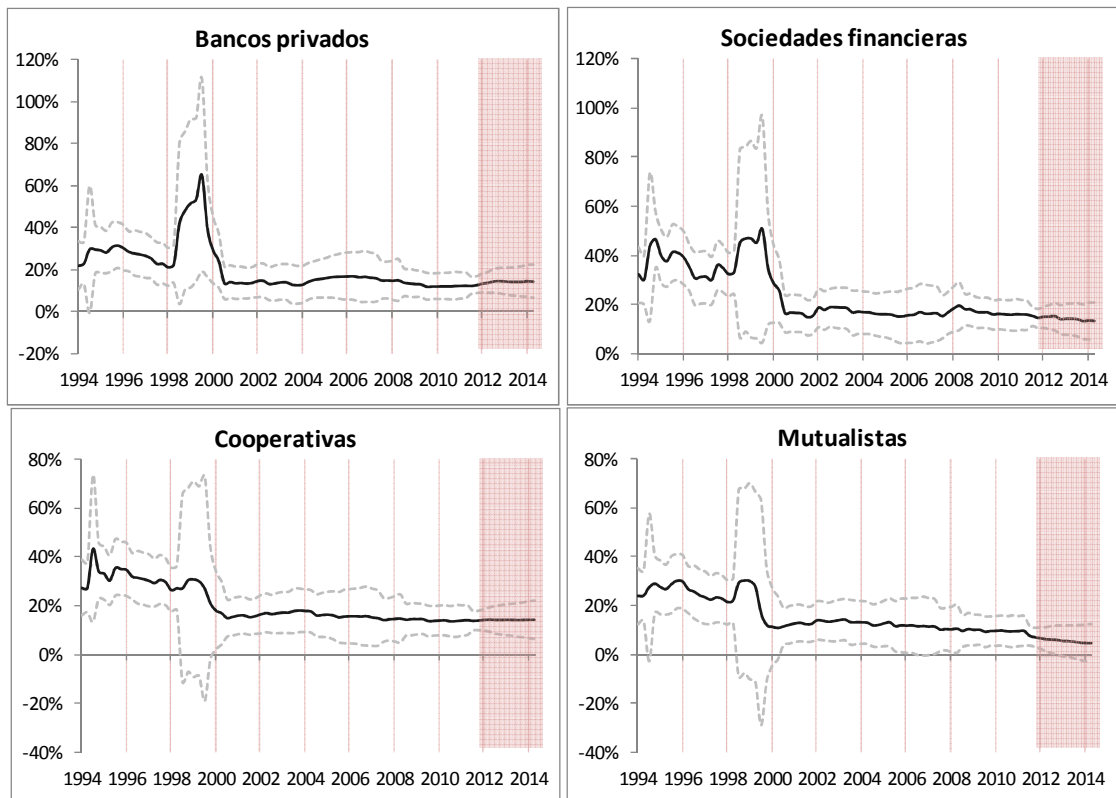


Figura 41 – Proyección de eficiencia del negocio
Elaboración: la autora

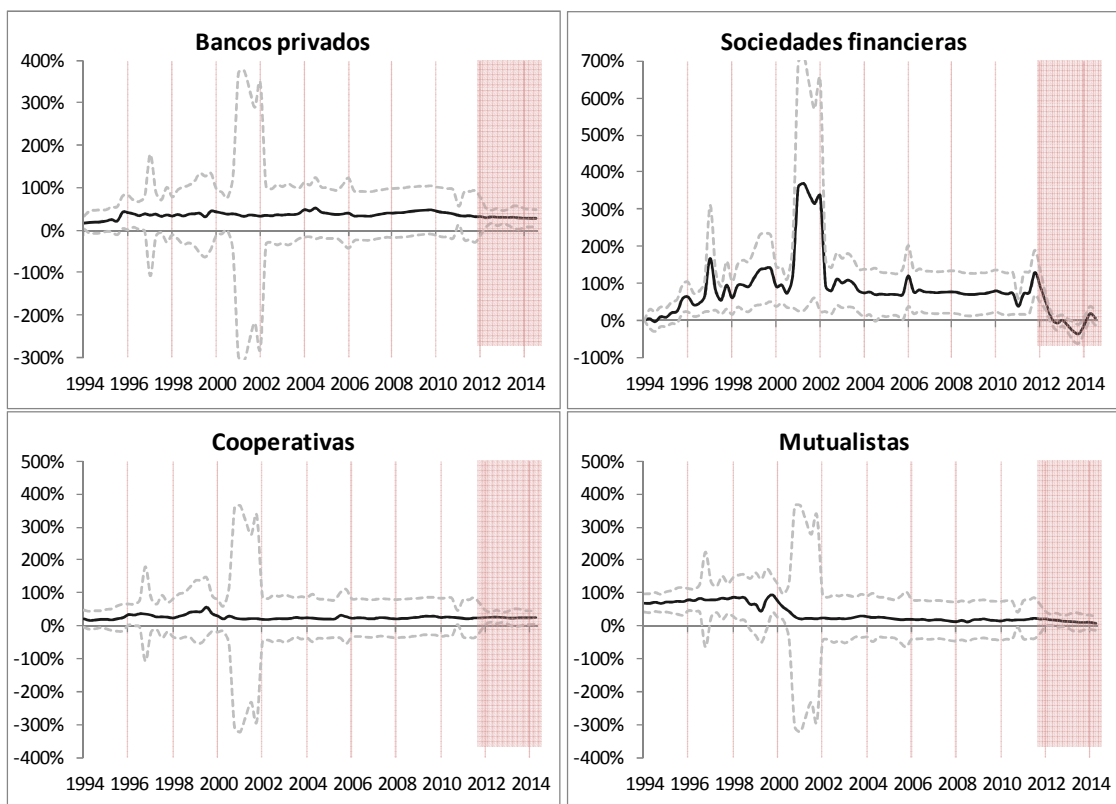


Figura 42 – Proyección del índice de liquidez
Elaboración: la autora

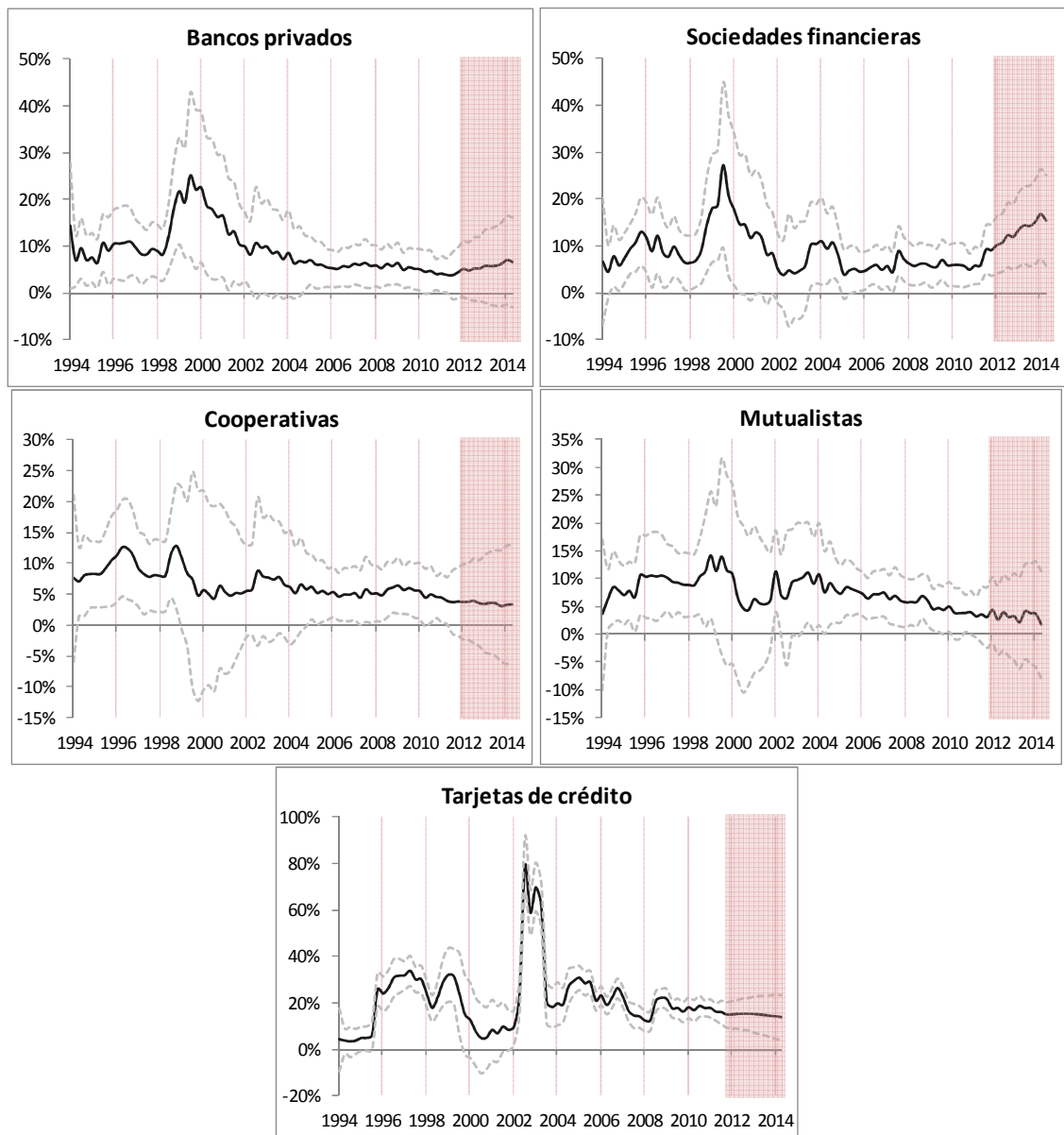


Figura 43 – Proyección de calidad crediticia
Elaboración: la autora

4.2.BACKTESTING

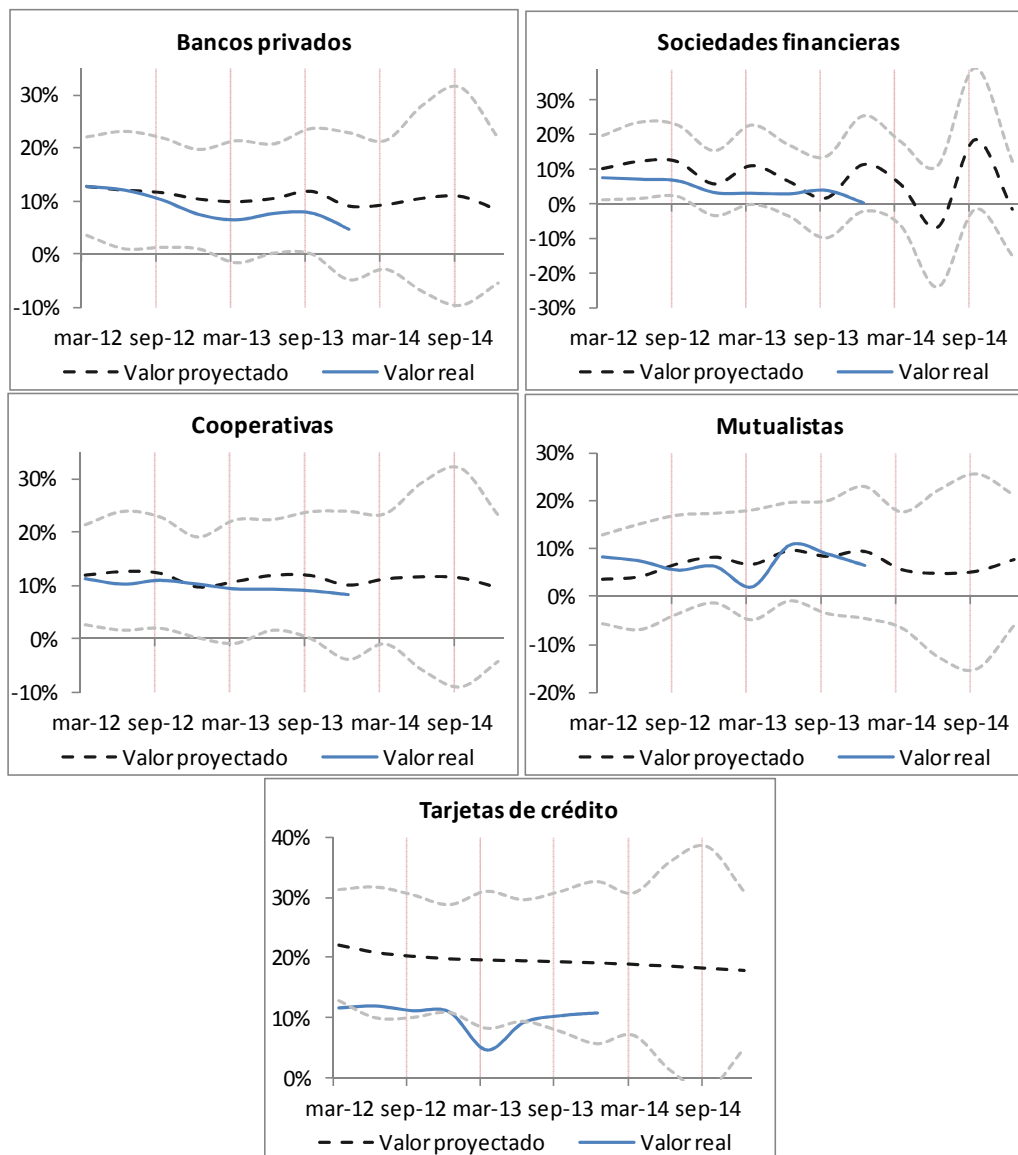


Figura 44 – Backtest sobre rentabilidad sobre el patrimonio
Elaboración: la autora

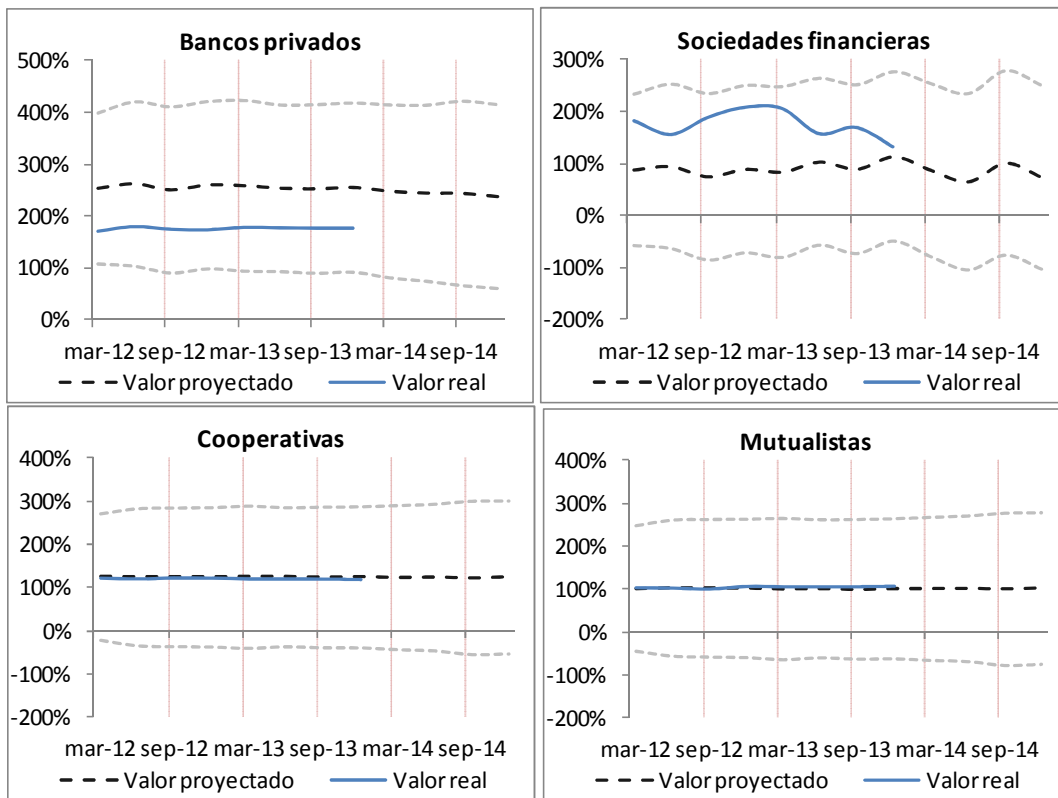


Figura 45 – Backtest sobre manejo administrativo
Elaboración: la autora

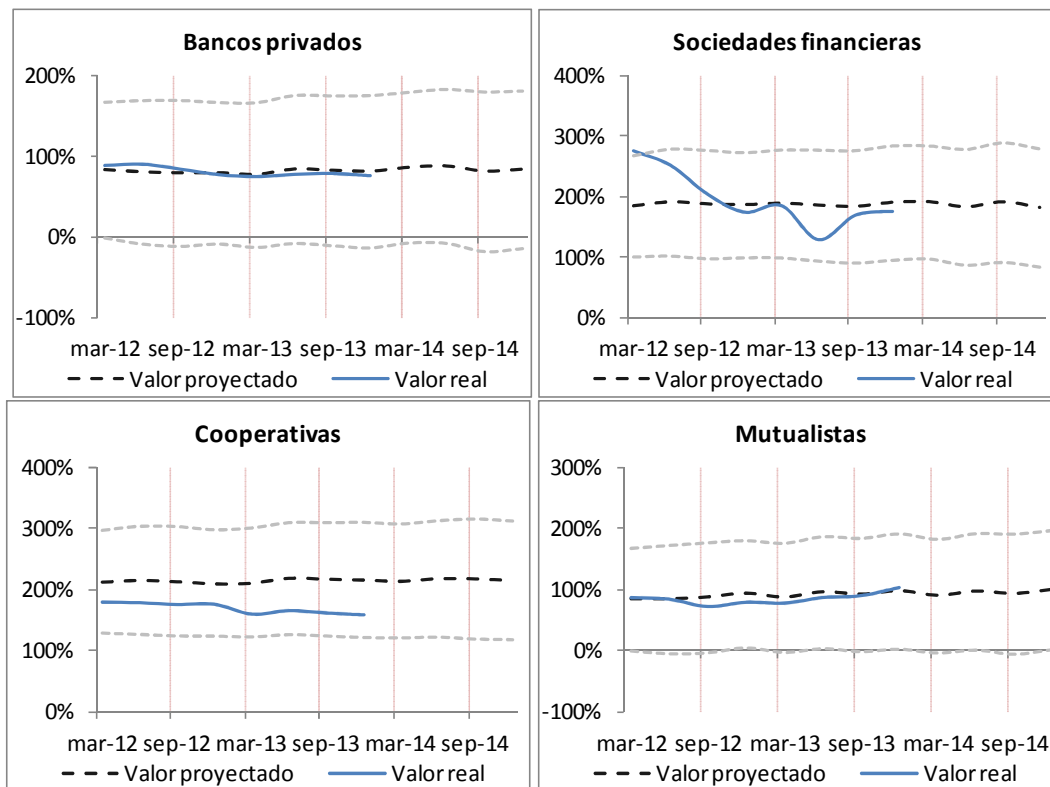


Figura 46 – Backtest sobre cobertura patrimonial de activos improductivos
Elaboración: la autora

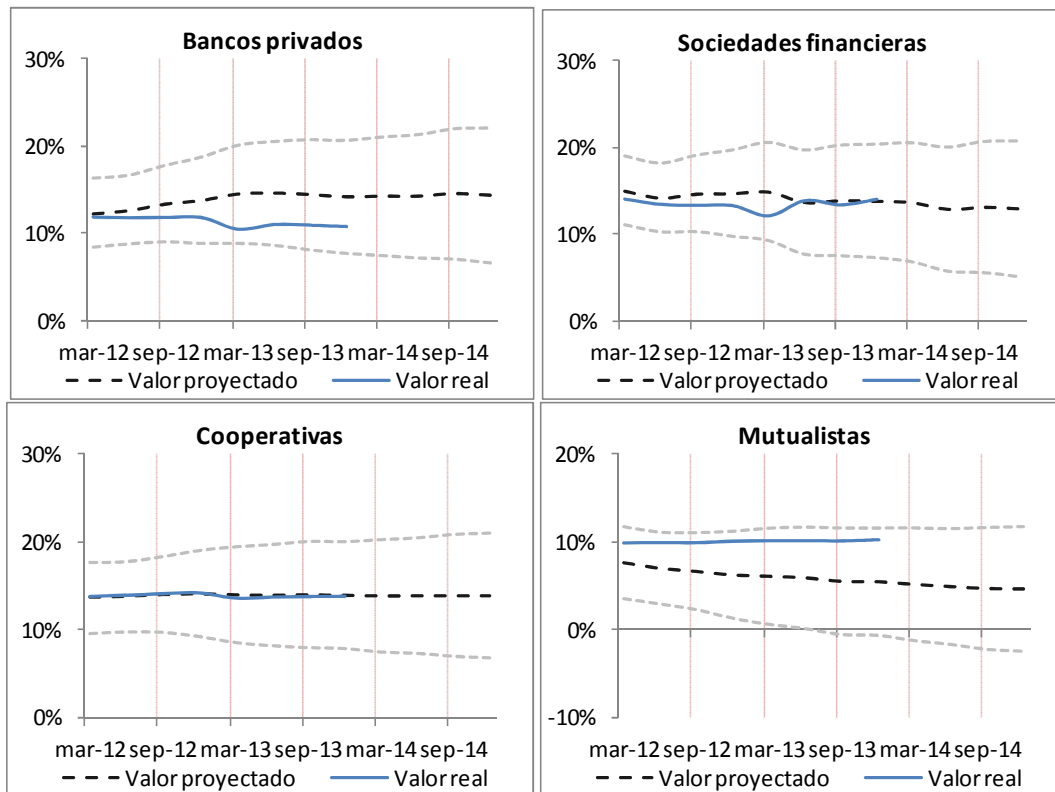


Figura 47 – Backtest sobre eficiencia del negocio

Elaboración: la autora

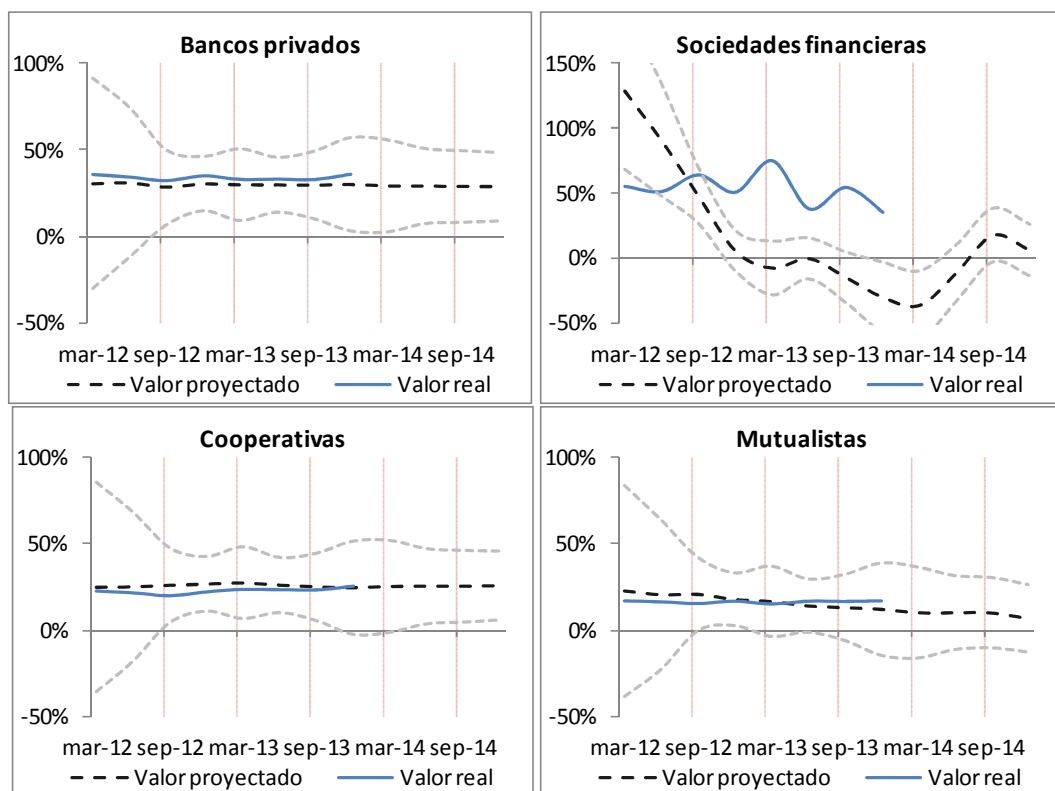


Figura 48 – Backtest sobre índice de liquidez

Elaboración: la autora

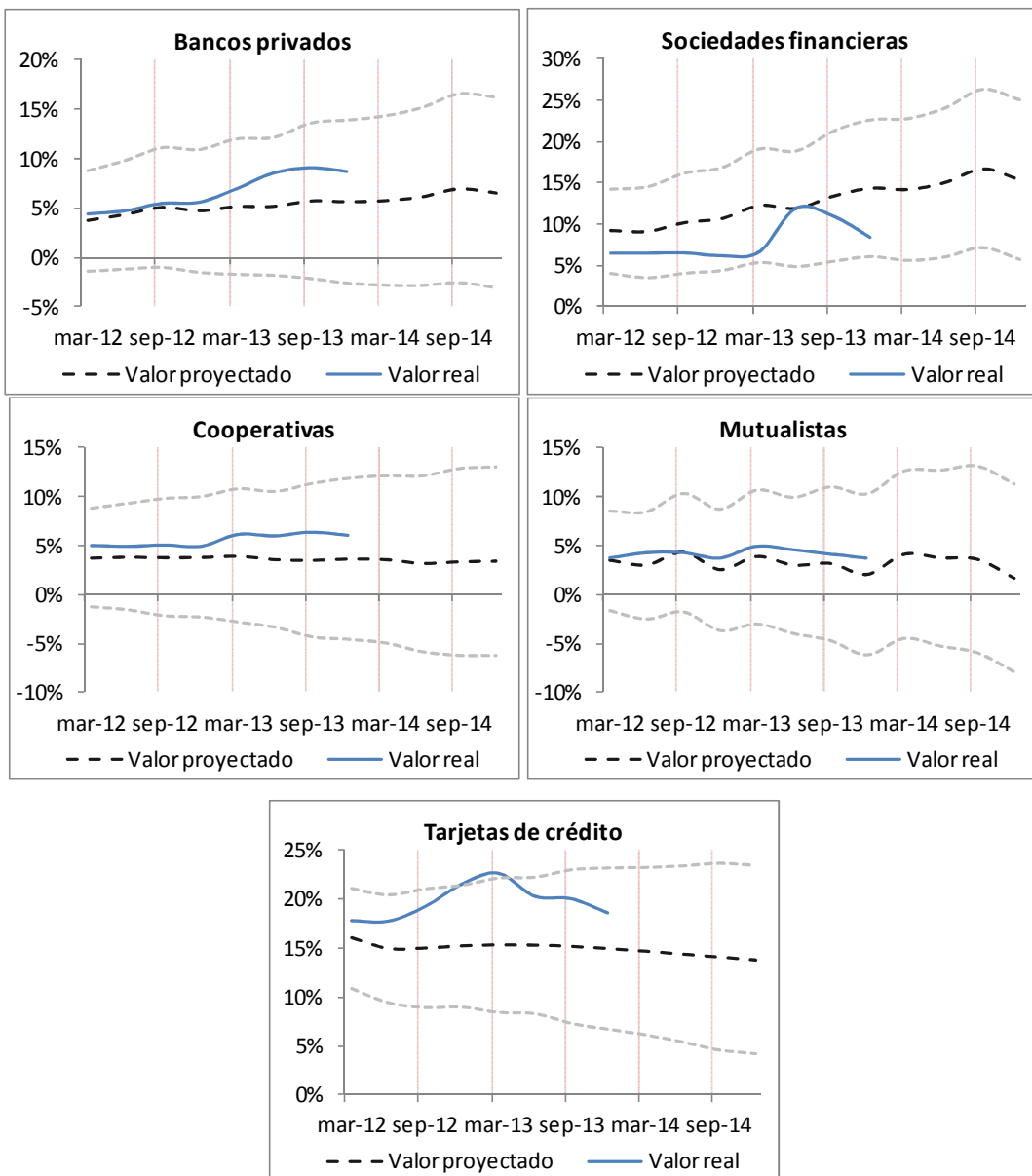


Figura 49 – Backtest sobre calidad crediticia
 Elaboración: la autora

4.3. ESCENARIOS

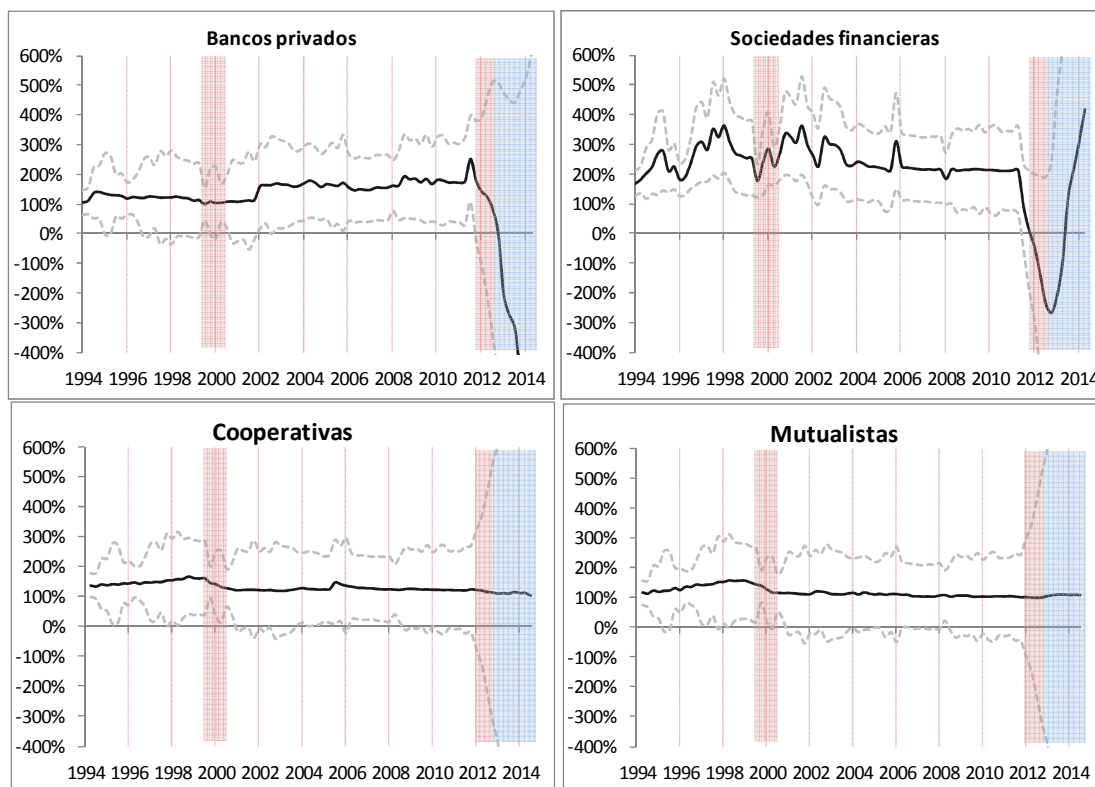


Figura 50 – Escenarios sobre manejo administrativo
Elaboración: la autora

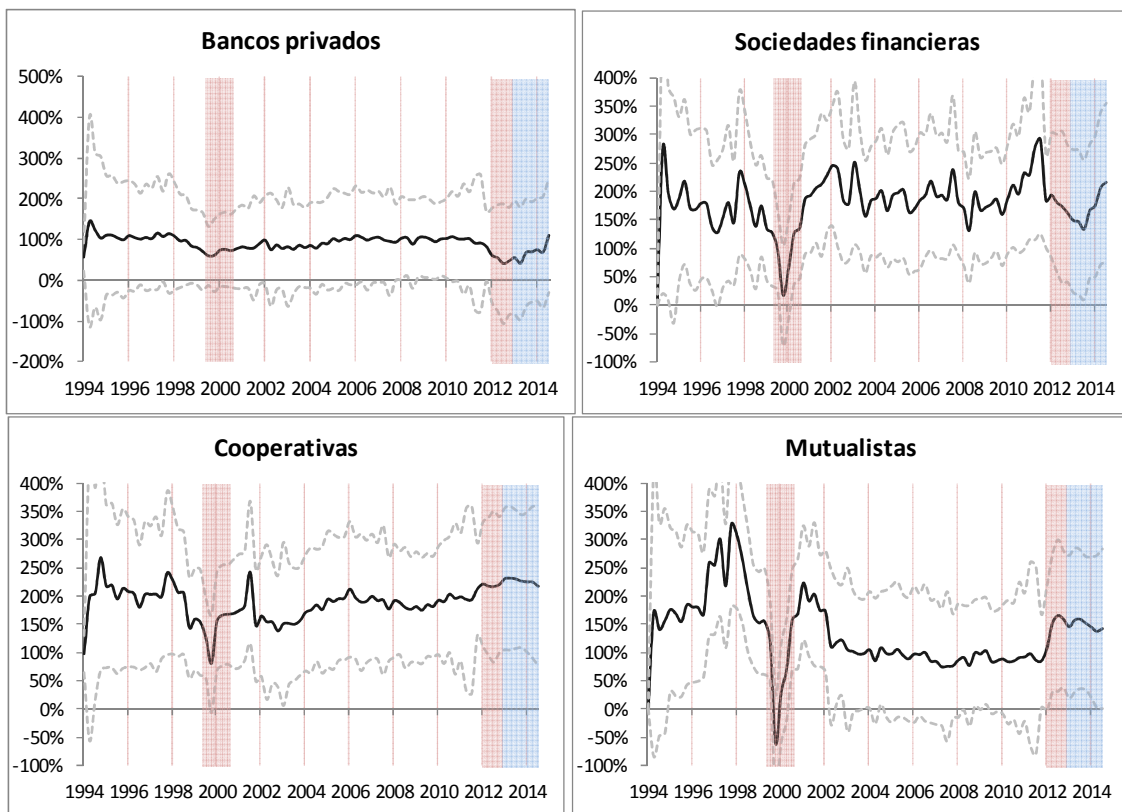


Figura 51 – Escenarios sobre cobertura patrimonial de activos improductivos
 Elaboración: la autora

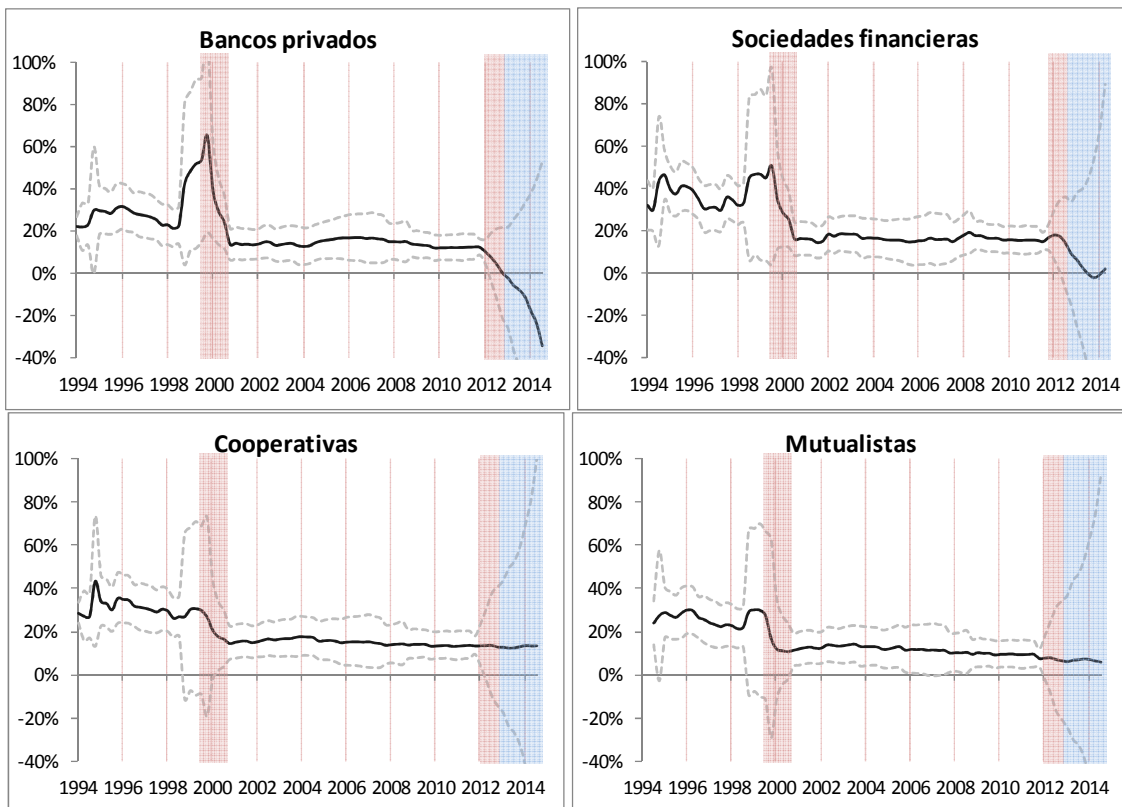


Figura 52 – Escenarios sobre eficiencia del negocio
 Elaboración: la autora

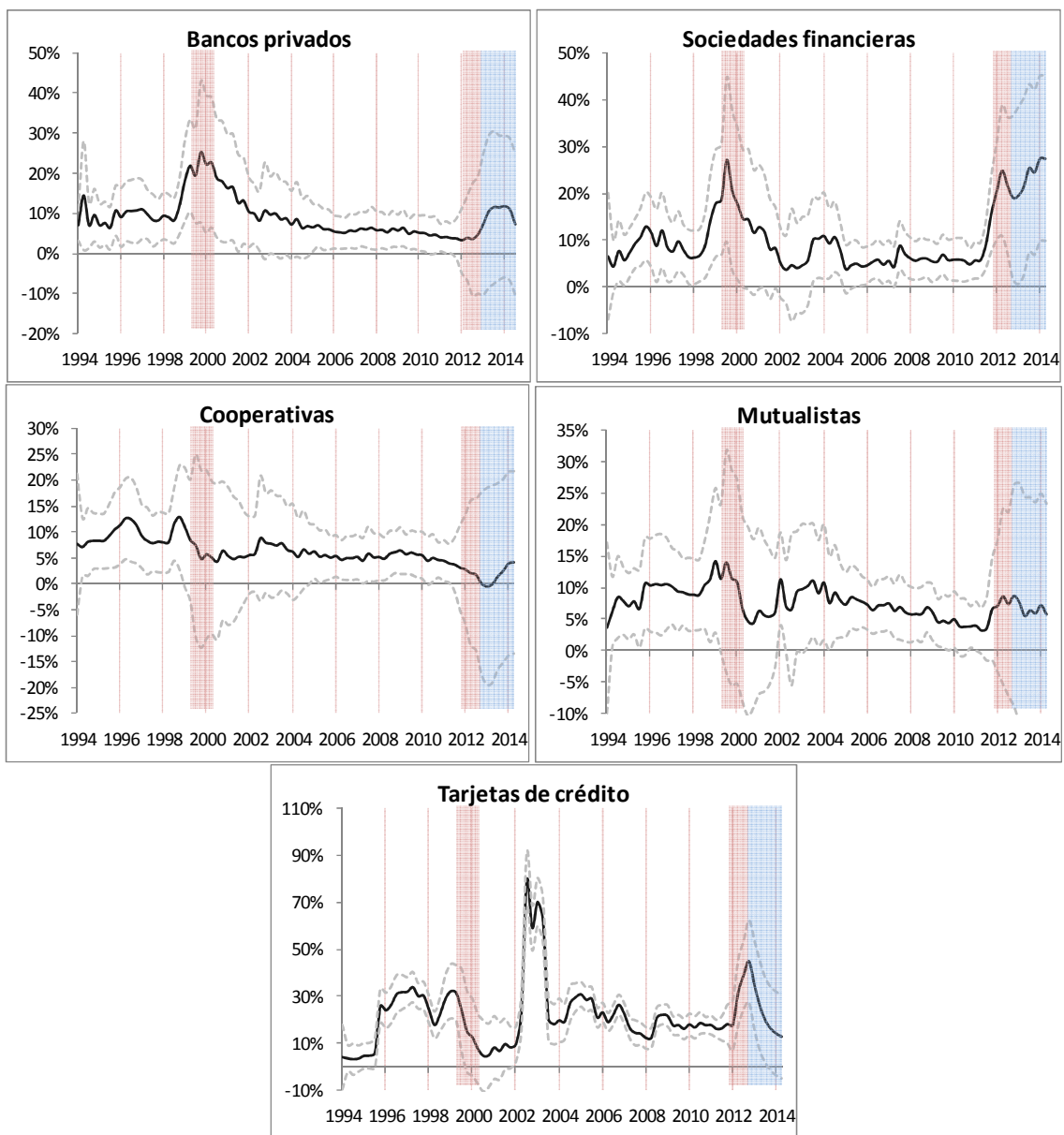


Figura 53 – Escenarios sobre calidad crediticia
Elaboración: la autora

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acuerdos de Basilea.- En la búsqueda de estabilidad financiera, los banqueros centrales del Grupo de los Diez (G-10) llegaron a acuerdos financieros sin precedentes, el Acuerdo de Basilea (1988); años más tarde Basilea II (2004) y Basilea III (2010), un conjunto de recomendaciones para establecer el capital mínimo que debe tener un banco en función de los riesgos que afronta.

Administración integral de riesgos.- Proceso mediante el cual las instituciones del sistema financiero identifican, miden, controlan/mitigan y monitorean los riesgos inherentes al negocio, con el objeto de definir el perfil de riesgo, el grado de exposición que la institución está dispuesta a asumir en el desarrollo del negocio y los mecanismos de cobertura, para proteger los recursos propios y de terceros que se encuentren bajo su control y administración.

Admisibilidad de los datos: Los valores de las variables obtenidos a través del modelo econométrico deben ser coherentes con la información estadística. En los modelos presentados, las variables macroeconómicas tienen valores positivos.

Análisis de sensibilidad.- Herramienta de análisis que determina el grado de sensibilidad de un resultado a los cambios en el valor de una de las variables principales.

Autocorrelación.- Situación en la que el término de error de un modelo econométrico está correlacionado consigo mismo a través del tiempo, es decir, $E(\mu_t \mu_s) \neq 0$.

Causalidad.- La correlación entre dos variables X y Z no necesariamente implica que una de ellas sea explicada por la otra, este tema lo recoge la causalidad. El enfoque de Granger (1969) al planteamiento de si X causa Z , es

ver cuánto de la variable actual Z puede ser explicado por valores pasados de Z ; y luego, ver si al añadir valores pasados de X se mejora la explicación.

Consistencia con la información previa: Este conocimiento proviene de la Teoría Económica, que proporciona información sobre la magnitud y signo de los parámetros, o de los propios estadísticos que deben cumplir ciertas propiedades o condiciones.

Correlación.- Situación en la que los valores de una variable cuantitativa varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de otra. La correlación entre dos variables no implica, por sí misma, ninguna relación de causalidad.

Curtosis.- Una distribución cuya curtosis excede de 3 tiene más masa en las colas que una distribución Gaussiana con la misma varianza. La curtosis (ku) analiza el grado de concentración que presentan los valores alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias y está dada por $ku = \frac{E(e_t - \mu)^4}{[Var(e_t)]^2}$.

Determinístico.- Se denomina determinístico al modelo matemático en el cual a cada valor de la variable independiente corresponde otro valor de la variable dependiente, es decir, las mismas entradas producirán invariablemente las mismas salidas.

Efecto dominó.- Se refiere a la consecuencia de un evento que desencadenó una serie de acontecimientos similares, como una ficha de dominó que cae causando la caída de toda una fila de fichas de dominó.

Estabilidad estructural: Consiste en, una vez estimado el modelo, estudiar la permanencia de los parámetros dentro del ámbito del estudio.

Estacionariedad.- Situación en la que una variable no muestra tendencia a crecer a lo largo del tiempo. La presencia de estacionariedad se la puede deducir a través del análisis de la función de autocorrelación.

Estocástico.- Se denomina estocástico al proceso cuyo comportamiento es no determinista, es decir, sus valores cambian con el tiempo de una manera

incierto. En esencia, un proceso estocástico es una serie de tiempo de una variable aleatoria, que se puede capturar en una función de densidad de probabilidad.

F de Snedecor: El estadístico F se fundamenta en la comparación de varianzas $F = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - \bar{y})^2 / K}{\sum_{t=1}^T \varepsilon_t^2 / (T - K - 1)} = \frac{R^2 / K}{(1 - R^2) / (T - K - 1)}$. Bajo la hipótesis de que ε_t se distribuye normal, se utiliza para contrastar hipótesis y restricciones sobre todos los coeficientes de regresión $\beta_2; \beta_3; \dots; \beta_K$ a través de la desigualdad probabilística: $Prob\left(\frac{R^2 / K}{(1 - R^2) / (T - K - 1)} < F_{T-K-1}^K\right) = 1 - \alpha$. Entonces, se plantea comprobar la hipótesis nula $H_0: \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_K = 0$ frente a la hipótesis alternativa $H_1: \beta_2 \neq \beta_3 \neq \dots \neq \beta_K \neq 0$. Cuando no se cumple la desigualdad probabilística, se rechaza la hipótesis nula con una probabilidad del 95%, en beneficio de la hipótesis alternativa. Esto quiere decir que el modelo es significativo en su conjunto.

Globalización financiera.- Proceso a gran escala que consiste en la creciente comunicación e interdependencia financiera entre los distintos países del mundo, unificando sus mercados, sociedades y culturas, a través de una serie de transformaciones que les dan un carácter global.

Heteroscedasticidad.- Situación en la que la varianza del término de error de un modelo econométrico es diferente para las distintas observaciones que integran la muestra, por lo que los elementos de la diagonal principal de la matriz de covarianzas no serán iguales entre sí. Con datos de series temporales, ello ocurre cuando $\text{Var}(\mu_t) = \sigma_t^2$ con $\sigma_t^2 \neq \sigma_s^2$ para $t \neq s$. En el caso de datos de sección cruzada, esto ocurre cuando $\text{Var}(\mu_i) = \sigma_i^2$ con $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ para $i \neq j$.

Ley Sarbanes Oxley.- Normativa surgida en el año 2002, después de los escándalos financieros en Estados Unidos, que regula las funciones financieras, contables y de auditoría de las empresas que cotizan en bolsa, y penaliza en una forma severa, el crimen corporativo y de cuello blanco.

Liberalización financiera.- Libre flujo de capitales entre países sin intervención estatal o reduciendo ésta al mínimo.

Modelo de fijación de precios de activos de capital.- Modelo propuesto por Sharpe (1964) en donde establece que el rendimiento de un activo (portafolio) es igual a la tasa libre de riesgo, más un premio por el riesgo que tiene ese instrumento (portafolio) medido por el coeficiente beta $R_p - r_f = \beta_p(R_m - r_f)$.

Modelo de equilibrio general.- Modelo que trata de dar una explicación global del comportamiento de la producción, el consumo y la formación de precios en una economía con uno o varios mercados, dentro de la teoría microeconómica.

Modelo de proyección estructural.- Modelo que abarca el análisis de coyuntura y evaluación de distintas medidas de política económica, que posibilita realizar distintas simulaciones en función a diversos escenarios que pudieran presentarse en la coyuntura económica.

Oferta monetaria.- Cantidad de dinero que existe en la economía.

Parsimonia: Se dice que un modelo es más parsimonioso que otro cuando se puede definir con un número menor de parámetros que el modelo alternativo.

Pruebas de tensión.- Evaluación de la situación financiera de una institución bajo circunstancias graves, pero plausibles, para facilitar la toma de decisiones en dicha entidad. Este término también se utiliza para referirse no solo a los mecanismos aplicables a cada una de estas pruebas, sino también al entorno general en el que éstas se desarrollan, evalúan y utilizan dentro del proceso de decisión.

Prueba de Causalidad de Granger.- Señala que la correlación entre dos variables X y Z no necesariamente implica que una de ellas sea explicada por la otra, este tema lo recoge la causalidad. El enfoque de Granger (1969) al planteamiento de si X causa Z , es ver cuánto de la variable actual Z puede ser explicado por valores pasados de Z ; y luego, ver si al añadir valores pasados de X se mejora la explicación. Se dice que Z es causada en el sentido de Granger por X , si X tiene contenido predictivo sobre Z , es decir, si los

coeficientes en los rezagos de X son estadísticamente significativos.²⁶ Las regresiones de las variables para todos los posibles pares de (X, Z) son de la forma:

$$\begin{aligned} Z_t &= \alpha_0 + \alpha_1 Z_{t-1} + \dots + \alpha_l Z_{t-l} + \beta_1 X_{t-1} + \dots + \beta_l X_{t-l} + \varepsilon_t \\ X_t &= \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_l X_{t-l} + \beta_1 Z_{t-1} + \dots + \beta_l Z_{t-l} + \mu_t \end{aligned} \quad [61]$$

donde l es el rezago escogido. De esta manera, la hipótesis nula plantea $H_0: X$ no causa Z en el sentido de Granger en el caso de la primera regresión y que $H_0: Z$ no causa X en el sentido de Granger en la segunda regresión. Se evidencia que la causalidad de Granger va en una sola dirección, de X a Z , y no al contrario.

Regresión espuria.- La regresión de una variable dependiente sobre una variable independiente no relacionada produce ratios del parámetro de la pendiente que indican la existencia de relación cuando no la hay, es decir, las variables no tienen una conexión lógica. En una regresión espuria los errores estarían correlacionados y los estadísticos “t” estarían mal calculados porque se está usando un estimador de la varianza residual que no es consistente.

Riesgo financiero.- Potencial de que eventos, imprevistos o esperados, puedan tener un impacto adverso sobre el activo financiero de un intermediario financiero.

Sesgo.- En una distribución normal, el sesgo (Sk) de los residuos es cercano a 0, dado que la distribución es simétrica cuando al trazar una vertical por el valor de la media en el histograma, esta vertical se transforma en eje de simetría. Una variable con un sesgo negativo es más probable que se encuentre muy por debajo de la media que muy por encima de ella. El sesgo se representa por

$$Sk = \frac{E(e_t - \mu)^3}{[Var(e_t)]^{3/2}}$$

Significatividad econométrica: Tradicionalmente se dice que un modelo es significativo econométricamente si supera los principios o pruebas de

²⁶ La afirmación “ X causa Z en el sentido de Granger” no implica que Z sea el efecto o el resultado de X . La causalidad de Granger mide la precedencia y contenido informativo, pero no indica causalidad en el común uso del término.

coherencia de los resultados, consistencia con la información previa, admisibilidad de los datos y estabilidad estructural.

Significatividad estadística: Se trata de contrastar que el modelo estimado se adecua con los datos e hipótesis estadísticas, es decir, que sus resultados son coherentes.

Sistema de alertas tempranas.- Sistema de indicadores que ayudan a explicar de forma integral el funcionamiento de la economía y proveen información sobre la posible ocurrencia de una crisis financiera.

Supervisión macro prudencial.- Examina el sistema financiero en su conjunto, tratando de: i) contener el riesgo sistémico mediante el fortalecimiento del sistema financiero frente a las perturbaciones, de forma que pueda seguir funcionando de manera estable sin ayudas de emergencia en momentos de tensión; y ii) contrarrestar las fuentes de riesgo y vulnerabilidad tan pronto como se perciba que pueden tener carácter sistémico.

Vector Autorregresivo.- El término Autorregresivo se refiere a la aparición de rezagos en la variable dependiente del sistema, y el término vector indica el empleo de dos o más variables endógenas. El VAR podría verse como una generalización del modelo autorregresivo de series de tiempo, de orden $AR(p)$, en donde se incluyen múltiples variables con cierto grado de correlación.