

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



### TESIS DE GRADO

#### MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACIÓN FINANCIERA EN BOLIVIA

Para optar al título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas  
**Mención: INFORMATICA Y COMUNICACIONES**

**Postulante:** Celestino Miranda Condori

**Tutor Metodológico:** Msc. Marisol Arguedas Balladares

**Tutor Especialista:** P.Ph.D.-Ph.D. Gimmy Nardo Sanjinés  
Tudela

**Tutor revisor:** Lic. Adrián Eusebio Quisbert Vilela

EL ALTO – BOLIVIA

2020

## ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria .....	V
Agradecimiento .....	VI
Resumen.....	VII
1. MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	5
1.3.1. Problema General .....	5
1.3.2. Problemas Específicos.....	6
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. General .....	6
1.4.2. Específicos.....	6
1.5. Hipótesis .....	7
1.5.1. Operacionalización de Variables.....	7
1.5.2. Docimasia de Hipótesis.....	8
1.6. Justificación.....	10
1.6.1. Científica .....	10
1.6.2. Técnica .....	10
1.6.3. Económica .....	10
1.7. Metodología .....	11
1.7.1. Método Científico .....	11
1.8. Método de Ingeniería .....	12

1.8.1.	Metodología del Vector Autorregresivo.....	12
1.9.	Herramientas.....	14
1.9.1.	Características principales.....	14
1.10.	Límites y alcances.....	15
1.10.1.	Limites.....	15
1.10.2.	Alcances.....	15
1.10.3.	Aportes.....	15
2.	MARCO TÉORICO.....	16
2.1.1.	Sistema Financiero.....	16
2.1.2.	Autoridad de supervisión del Sistema Financiero.....	16
2.1.3.	Regulación y Supervisión Financiera.....	17
2.1.4.	Entidades de Intermediación Financiera.....	17
2.1.5.	Objetivo de la Banca Múltiple.....	18
2.1.6.	Entidad Financiera de Vivienda.....	19
2.2.	Teoría sobre Matlab.....	20
2.2.1.	Acerca de Guide.....	21
2.2.2.	Teoría sobre Modelos Matemáticos.....	23
2.2.3.	Modelo Matemático.....	24
2.3.	Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR).....	24
3.	MARCO APLICATIVO.....	30
3.1.	Descripción del Fenómeno.....	31
3.2.	Construcción de los Modelos.....	37
3.2.1.	Descripción de variables.....	37
3.2.2.	Variables Macroeconómicas.....	45
3.2.3.	Variables financieras.....	47

3.3.	Construcción del Modelo e Interpretación Financiera .....	48
3.3.1.	Análisis Topdown (Datos Agregados) .....	48
3.3.2.	Modelado de la tasa de mora.....	49
3.3.3.	Modelado del Margen Financiero.....	53
3.3.4.	Modelado de la Tasa de Mora con Datos de Panel .....	56
3.3.5.	Modelos de Data Panel Efectos Fijos .....	57
3.3.6.	Análisis Botton Up.....	59
3.3.7.	Análisis de Tensión.....	64
3.3.8.	Análisis de Escenarios Simultáneos .....	68
3.3.9.	Demostración de Hipótesis .....	70
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	71
4.1.	CONCLUSIONES .....	71
4.2.	RECOMENDACIONES .....	72
4.3.	BIBLIOGRAFÍA .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1.	Bancos Múltiples .....	18
Tabla 2.	Efectos Fijos del Sector Financiero .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1.	Comportamiento de la Tasa de Mora.....	38
Figura2.	Comportamiento de la ratio del margen financiero.....	39

Figura3. Préstamos para a la Vivienda (Bs.).....	39
Figura4. Ratio Prestamos hacia la vivienda .....	40
Figura5A. Evolución del Activo total sin y con afectación de logaritmo .....	41
Figura5B. Activo expresado en unidades Logaritmizadas.....	41
Figura6. Evolución Ratio Capital social a Capital total .....	42
Figura7. Provisiones/activos totales .....	43
Figura8. Descripción de los Ingresos Distintos de los Intereses .....	43
Figura9. Gastos distintos de Intereses .....	44
Figura10. Comportamiento de los Créditos al consumo.....	45
Figura11. Producto Interno Bruto ( miles de Bs) .....	46
Figura12. Inflación.....	46
Figura13. Evolución de la Tasa Libor .....	47
Figura14. NPL estimado por el modelo (1997-2016) .....	50
Figura15. Datos Ajustados de la ratio NIM.....	54
Figura16. Ajuste de NPL con modelo de Bases de Panel.....	57
Figura12. PIB Vs. Tasa de Mora .....	69
Figura13. Inflación Vs. Tasa de Mora.....	69
Figura14. Tasa Libor Vs. Tasa de Mora .....	70

## ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1.Pruebas Estadísticas .....	75
Anexo 2.Modelo Lineal sin Transformaciones con solo los significativos.....	76
Anexo 3.Modelado con Transformaciones .....	78
Anexo 4.Ajuste de NPL con modelo de Bases de Panel.....	79
Anexo 5: MANUAL DE USUARIO.....	85

## Dedicatoria

*Dedico este proyecto de tesis a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación académica mis padres, por ser el pilar más importante por su apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mis hermanos, a pesar de nuestra distancia física. A mi hermana, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi hermano Sócrates, porque estoy agradecido infinitamente sin su apoyo no hubiera sido logrado esta meta.*

**GRACIAS A TODOS.**

## Agradecimiento

*A*gradezco a Dios por todo lo que me ha dado, por darme fortaleza en los momentos difíciles y sabiduría para afrontar cada una de las dificultades que tuve que enfrentar durante mi formación en la carrera. GRACIAS SEÑOR.

*Le doy gracias a mis padres Patricio y Estefa por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.*

*Agradezco a mis hermanos, por su apoyo, comprensión y cariño que me brindan incondicionalmente y que ha servido de fuerza para no rendirme en situaciones difíciles durante toda mi vida.*

Celestino Miranda Condori

## Resumen

La presente tesis abordo el tema denominado Modelo matemático para pruebas de contagio en entidades de intermediación financiera en Bolivia surge de una investigación, debido a que en Bolivia, la supervisión financiera realizada por ASFI, tiene falencia para conocer en que cuantía las entidades de intermediación financiera son afectadas por efecto de contagio lo que genera que el sistema financiero no pueda cuantificar los efectos adversos que pueda ocasionar en toma de decisiones en el sistema financiero.

El objetivo principal de la presente tesis es construir el modelo matemático para coadyuvar de forma eficiente en la cuantificación financiera de Bolivia. Se plantea una metodología de modelo de vectores autorregresivo para ver el fenómeno del contagio

El desarrollo de la investigación de tesis se fundamenta teóricamente a partir de estudios realizados sobre antecedentes, Siguiendo a Demirgüç-Kunt y Huizinga (1999, 2000) y estudios similares en esta área, la calidad de los activos se mide por NPLs para el banco  $i$  en el tiempo  $t$  ( $NPL_i, t$ ) y está relacionada con una serie de factores macroeconómicos y financieros, que afectan a los bancos:

Como resultados de la presente tesis se describen con base en el cálculo de las ratios mostrados y descritos la estimación de los parámetros de varios modelos econométricos. Finalmente se realizan simulaciones para crear escenarios de estrés y alcanzar los resultados que se dan a conocer en las pruebas de tensión.

Los resultados del análisis de las variables o ratios calculados se expresan en la descripción del comportamiento y evolución de cada una de ellas, expresando la existencia de un quiebre estructural en el intervalo de tiempo comprendido entre 1997 al 2005 y el de 2006 al 2017.

El modelo de data panel expresa que el banco con mayor tasa en mora relativa al banco unión es el Banco Mercantil Santa Cruz.

## CAPITULO I

### MARCO PRELIMINAR

#### 1.1. Introducción

El pronóstico del desempeño de los bancos en Bolivia, sugiere una evaluación que incluya la realidad vigente y la tendencia de la actividad económica, lo cual implica considerar el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), el comportamiento de la inflación y otros como la tasa libor para evaluar valores futuros. En tal sentido ha de existir una evaluación objetiva de las ratios de desempeño en la cual se resalte la tasa de mora y el margen financiero como indicadores para medir la fortaleza de las entidades. Esta información es requerida por las instituciones estatales de control para evaluar el estado del sistema financiero en general y de cada una de las entidades que lo conforman en particular. En Bolivia, la supervisión financiera, tiene falencia para conocer en qué cuantía las entidades de intermediación financiera son afectadas por el efecto contagio lo que genera que el sistema financiero no pueda cuantificar los efectos adversos que puede ocasionar. La hipótesis central es el modelo de vectores autorregresivos permite la cuantificación, en las entidades de intermediación financiera de Bolivia, del efecto contagio y sus posibles resultados. El objetivo general es construir un modelo matemático para coadyuvar en la cuantificación, en las entidades de intermediación financiera de Bolivia, del efecto contagio y sus posibles resultados.

Para llevar la presente tesis, se ha estructurado en cuatro capítulos. En capítulo I se efectuará sobre el Marco teórico de teoría sobre el sistema bancario en Bolivia, el modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) que nos permitan a comprender sobre el

modelo Matemático. En capítulo II Marco Aplicativo descripción del sistema de instituciones de intermediación financiera en Bolivia, análisis estadístico y sistematización de datos financieros. En el capítulo III se exhibe un estudio de tensión y contagio a través de los determinantes de la rentabilidad de las entidades de intermediación financiera de Bolivia, centrándose especialmente en los márgenes financieros y la tasa de mora, dos medidas importantes de la rentabilidad de los bancos. El estudio considera la información financiera de diez bancos entre los años 2000 y 2019, excluyendo a otras instituciones financieras por razones de disponibilidad de datos, en la primera fase, para construir el modelo se hace una descripción de variables identificando las variables Económicas y Financieras.

Para la presente tesis, se utilizó metodología de los modelos de vectores autorregresivos, herramientas como Matlab, Eviews y Rstudio.

## **1.2. Antecedentes**

Sánchez(2017) en su proyecto Memoria Laboral Base de datos para la gestion de cartera en Mora en la Empresa “Crédito Ayni S.R.L.” tuvo como objetivo Contribuir en una mejor administración de los créditos en mora de la cartera de “Crédito Ayni S.R.L.”, mediante la propuesta de una aplicación en función a una base de datos de consulta rápida y reporte de la cartera en mora. Todo dentro del marco de la metodología descriptiva. La propuesta en su primera fase constaba de una base de datos de los clientes de la cartera en mora, la cual permitió seleccionar información al crear perfiles de los clientes y actualizar la información con un registro cronológico según los convenios realizadas, con el fin de emitir reportes con información precisa para efectuar el seguimiento de cobranzas en cada caso. Se utiliza una herramienta

para la ubicación del negocio o domicilio vía coordenadas GPS (Sistema de posicionamiento Global), Automatización en la emisión de reportes mediante la base de datos SQL y Crystal Reports. Los resultados obtenidos, lo que demuestra que manejando las herramientas adecuadas y combinando la experiencia con la formación técnica se dar solución a cualquier tipo de contingencia y en cualquier tipo de empresa independiente el grado de complejidad. En conclusión, que el diseño y aplicación de esta herramienta favorece a la gestión de la mora.

Vasquez (2018) en su tesis de Técnicas y Herramientas para la Recuperación de cartera en mora para reducir el impacto de las provisiones en banco FIE. Tuvo como objetivo analizar las distintas técnicas y herramientas de recuperación de cartera en mora para que la gestión de cobranza deje de ser una tarea basada en la intuición de los oficiales de crédito y se convierta en un proceso objetivo y cuantificable. Se explico sobre los cambios en la legislación boliviana y las reglamentaciones específicas emitidas por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero ASFI que influyen en el resultado final de la región, se analizó la descripción de la situación actual del BANCO FIE, provisiones acumuladas de las dos últimas gestiones y el comportamiento del índice de mora de las tres últimas gestiones y el estado de pérdidas y ganancias. Se empleo método descriptivo-Narrativo. La aplicación del esquema asegura que los clientes de crédito pagaran, sin tener que presionarlos, dentro de los términos y plazos. Las técnicas que se describen son; supervisión de crédito, recuperación normal, ocasional, seguimiento continuo, reprogramación, extra judicial y para esto se realiza la segmentación de clientes diferenciando a clientes que quieren y pueden pagar.

Perez (2015) en su tesis incidencia de la producción de Cacao en el PIB agrícola del departamento de La paz tuvo como el objetivo determinar la incidencia de la producción de cacao en el PIB agrícola del departamento de La Paz, periodo 2000-2014. El cacao se encuentra de manera silvestre y de cultivo en la región amazónica de Bolivia en los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz y Cochabamba. Para observar la incidencia de la Producción de Cacao en el PIB Agrícola del departamento La Paz, se estimó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), como referencia para el modelo econométrico, que fue aplicado modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), el modelo estimado tiene como variable dependiente el PIB agrícola del departamento de La paz y las variables independientes son la superficie, el rendimiento de cacao y la precipitación pluvial. Concluyendo, el modelo es globalmente significativo, la mayoría de las variables, a partir de la relación a largo plazo, se puede deducir que la superficie cultivada de cacao en el departamento de La paz.

### **1.3. Planteamiento del problema**

El pronóstico del desempeño de los bancos en Bolivia, sugiere una evaluación que incluya la realidad vigente y la tendencia de la actividad económica, lo cual implica considerar el crecimiento del PIB, el comportamiento de la inflación y otros como la tasa libor para evaluar valores futuros.

En tal sentido ha de existir una evaluación objetiva de las ratios de desempeño en la cual se resalte la tasa de mora y el margen financiero como indicadores para medir la fortaleza de las entidades.

Esta información es requerida por las instituciones estatales de control (ASFI) para evaluar el estado del sistema financiero en general y de cada una de las entidades que lo conforman en particular.

#### **1.3.1. Problema General**

En Bolivia, la supervisión financiera realizada por ASFI, tiene falencia para conocer en qué cuantía las entidades de intermediación financiera son afectadas por el efecto contagio lo que genera que el sistema financiero no pueda cuantificar los efectos adversos que puede ocasionar para toma de decisiones.

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- La cuantificación de la interdependencia entre las entidades bancarias es ineficiente, lo que causa, los Bancos puedan afectarse unos a otros.
- El efecto contagio es complejo de cuantificar y orientar a las entidades de supervisión en la toma de decisiones.
- La cuantificación mediante modelos matemáticos en nuestro medio es incipiente, lo que genera, que este tipo de fenómeno no es transparente.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

Construir un modelo matemático para coadyuvar de forma eficiente en la cuantificación del efecto contagio y sus posibles resultados, en las entidades de intermediación financiera de Bolivia.

### **1.4.2. Específicos**

- Acopiar los datos y sistematizarlos para un adecuado procesamiento.
- Realizar el análisis estadístico para describir e interpretar las variables.
- Realizar el modelado matemático mediante modelos de vectores autorregresivos para cuantificar el efecto contagio.
- Realizar el análisis de los resultados para realizar recomendaciones.

## 1.5. Hipótesis

El modelo de vectores autorregresivos permite la cuantificación, del efecto contagio y sus posibles resultados en las entidades de intermediación financiera de Bolivia con alta eficiencia.

### 1.5.1. Operacionalización de Variables

#### Variables independientes

VARIABLE	DIMENSIÓN	UNIDAD
Activo Financiero	Dinero	Bs.
Activo Total	Dinero	Bs.
Cambios En Precios De Propiedad	Dinero	Bs.
Préstamos Inmobiliarios	Dinero	Bs.
Activo	Dinero	Bs.
Previsión	Dinero	Bs.

## Variables Dependientes

VARIABLE	DIMENSIÓN	UNIDAD
Cartera En Mora	Tasa porcentual	0 ...100 %
Previsiones	Tasa porcentual	0 ...100 %
Créditos Al Consumo	Tasa porcentual	0 ...100 %

## Variable interviniente

Modelo matemático con vectores autorregresivos.

### 1.5.2. Docimasia de Hipótesis

**Ho:** El modelo de vectores autorregresivos NO permite la cuantificación, del efecto contagio y sus posibles resultados en las entidades de intermediación financiera de Bolivia.

**Ha:** El modelo de vectores autorregresivos permite la cuantificación del efecto contagio y sus posibles resultados., en las entidades de intermediación financiera de Bolivia.



## **1.6. Justificación**

### **1.6.1. Científica**

Se justifica desde el enfoque científico por que se sustenta teóricamente con finanzas bancarias, aborda un fenómeno real, en este caso financiero, para poder proveer de una herramienta que permita entenderlo y cuantificarlo. Esta cuantificación permitirá realizar el apoyo a al entendimiento del fenómeno y de esta manera a la toma de decisiones.

### **1.6.2. Técnica**

Se justifica desde la perspectiva técnica por qué; primero se construirá un modelo matemático basado en vectores autorregresivos y luego con el mismo se desarrollará un prototipo que pueda ser de uso para las personas interesadas.

### **1.6.3. Económica**

En el entorno económico, la presente tesis, aportará de manera significativa al medio y entorno financiero boliviano pues proveerá de un medio que pueda evitar o mostrar los efectos negativos en caso de un suceso adverso de fenómeno de contagio en el sistema bancario.

## **1.7. Metodología**

### **1.7.1. Método Científico**

El método científico está basado en los preceptos de falsabilidad (indica que cualquier proposición de la ciencia debe resultar susceptible a ser falsada) y reproducibilidad (un experimento tiene que poder repetirse en lugares indistintos y por un sujeto cualquiera).

Entre los pasos necesarios que conforman el método científico se hallan la observación (el investigador debe apelar a sus sentidos para estudiar el fenómeno de la misma manera en que este se muestra en la realidad), la inducción partiendo de las observaciones, el científico debe extraer los principios particulares de ellas), el planteo de una hipótesis (surgido de la propia observación), la demostración o refutación de la misma y la representación de la tesis (la teoría científica).

- Observación.
- Experimentación.
- Comparación.
- Abstracción.
- Generalización.

## **1.8. Tipo de la Investigación Cuantitativo**

La **investigación cuantitativa** implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya

que trata de cuantificar el problema mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor.

## **1.9. Método de Ingeniería**

### **1.9.1. Metodología del Vector Autorregresivo.**

La metodología de Vectores Autorregresivo (VAR) es, en cierta forma, una respuesta a la imposición de restricciones a priori que caracteriza a los modelos econométricos convencionales: en un sistema de ecuaciones simultáneas se requiere imponer restricciones sobre los parámetros de las mismas para garantizar la identificación y posible estimación de las ecuaciones que lo conforman. Para ello, además, es indispensable diferenciar entre las variables endógenas y las predeterminadas, es decir, aquellas cuyos valores no son determinados por el modelo en el período actual. Estas últimas pueden ser exógenas o endógenas rezagadas. El VAR presenta alternativamente, un sistema de ecuaciones simultáneas en el que cada una de las variables son explicadas por sus propios rezagos y los del resto de variables del sistema. Es decir, no se admite restricciones a priori y todas las variables son consideradas endógenas. La única información a priori que se incluye está referida al número de rezagos de las variables explicativas que se incorporan en cada ecuación. No obstante, en términos operativos, una correcta especificación del sistema requiere que la determinación de las variables a ser incluidas en él, se base en el conocimiento de un modelo teórico relevante. Un VAR tiene en general la siguiente especificación:

$$y_t = \sum_{i=1}^p \Pi_i Y_{t+i} + \mu_t \quad [1]$$

## **Descripción de datos**

La práctica estándar en análisis VAR es reportar resultados de la Prueba de causalidad de Granger, las gráficas de la función impulso- respuesta y la descomposición de varianza del error de pronóstico. Esas estadísticas son automáticamente calculadas por paquetes como Eviews o PC-Give. Debido a la complicada dinámica en el VAR, estas pruebas estadísticas son más informativas que los coeficientes de regresión estimados o el estadístico  $R^2$ , los cuales típicamente no son reportados.

### **La prueba de causalidad de granger**

Sirve para examinar si los valores rezagados de una variable ayudan a predecir otra variable.

Es un test consistente en comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable, si tiene carácter unidireccional o bidireccional. Para ello se tiene que comparar y deducir si el comportamiento actual y el pasado de una serie temporal A predicen la conducta de una serie temporal B. Si ocurre el hecho, se dice que “el resultado A” causa en el sentido de Wiener-Granger “el resultado B”; el comportamiento es unidireccional. Si sucede lo explicado e igualmente “el resultado B” predice “el resultado A”, el comportamiento es bidireccional, entonces “el resultado A” causa “el resultado B”, y “el resultado B” causa “el resultado A”.

### **Las funciones impulso- respuestas**

Muestran la respuesta de los valores corrientes y futuros de cada una de las variables, a un incremento equivalente a una desviación estándar en el valor corriente

de uno de los errores del VAR, asumiendo que el error en cuestión retorna a cero en el siguiente período y que el resto de errores son iguales que cero. El hecho de cambiar un error, manteniendo constantes los otros errores, tiene sentido cuando los errores no están correlacionados entre ecuaciones, por lo que las funciones impulso-respuesta son típicamente calculadas para VAR recursivos y estructurales.

## **1.10. Herramientas**

Para la presente tesis de grado utilizamos, Matlab ayuda a automatizar todo el camino de la investigación a la producción, ya que permite: Conectar: Matlab permite conectarse con más de 1.000 dispositivos de hardware. Analizar: Integrar Matlab a entornos de producción.

### **1.10.1. Características principales**

- Lenguaje de alto nivel para cálculos científicos y de ingeniería.
- Entorno de escritorio optimizado para la exploración iterativa, el diseño y la solución de problemas.
- Gráficas para visualizar datos y herramientas para crear diagramas personalizados.
- Aplicaciones para ajustar curvas, clasificar datos, analizar señales, ajustar sistemas de control y muchas otras tareas.
- Toolbox es complementarias para una amplia variedad de aplicaciones científicas y de ingeniería.
- Herramientas para crear aplicaciones con interfaces de usuario personalizadas.

- Interfaces para C/C++, Java®, .NET, Python, SQL, Hadoop y Microsoft® Excel®.
- Opciones de implementación libres de derechos para compartir programas de MATLAB con los usuarios finales.

## **1.11. Límites y alcances**

### **1.11.1. Límites**

Los límites se dan en los datos, pues solo se tomarán, por su disponibilidad las descritas en la operacionalización de variables.

### **1.11.2. Alcances**

El alcance está dado por el modelo matemático pues estará construido por vectores autorregresivos en un periodo de tiempo desde 1998 hasta 2016 en periodos mensuales.

### **1.11.3. Aportes**

El aporte de la presente investigación se refleja en un sistema de modelos matemáticos que servirán a la ASFI en la toma de decisiones, expresado en el modelo matemático y el prototipo.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1 Teoría sobre el Sistema Bancario**

El concepto de riesgo de contagio financiero, hace referencia a la propagación de las dificultades financieras de uno o más bancos hacia otros bancos a través del sistema financiero. Los contagios financieros forman parte esencial del estudio y análisis del riesgo sistémico, pues sus expansiones y alcances son determinadas de la gravedad de una eventual crisis financiera.

##### **2.1.1. Sistema Financiero**

Es el conjunto de entidades financieras autorizadas por la autoridad de control y Supervisión del Sistema Financiero-ASFI, que cumple el rol de intermediarios financieros entre la oferta y la demanda de recursos monetarios (Villegas, 2017).

##### **2.1.2. Autoridad de supervisión del Sistema Financiero**

**ASFI** es una institución de derecho público y de duración indefinida, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica, con jurisdicción, competencia y estructura de alcance nacional, bajo tuición del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas y sujeta a control social

**El Objeto de ASFI** es regular, controlar y supervisar los servicios financieros en el marco de la Constitución Política del Estado, la ley N° 393 de Servicios Financieros y los Decretos Supremos reglamentarios, así como la actividad del mercado de valores, los intermediarios y sus entidades auxiliares (Villegas, 2017).

### **2.1.3. Regulación y Supervisión Financiera**

- Proteger los ahorros colocados en las entidades de intermediación financiera autoridades.
- Promover el acceso universal a los servicios financieros.
- Asegurar que las entidades financieras proporcionen medios transaccionales financieros eficientes y seguros, que faciliten la actividad económica y satisfagan las necesidades financieras del consumidor financiero.
- Controlar el cumplimiento de las políticas y metas de financiamiento establecidas por el Órgano Ejecutivo del nivel central del Estado.
- Proteger al consumidor financiero e investigar denuncias en el ámbito de su competencia.
- Controlar el financiamiento destinado a satisfacer las necesidades de vivienda de las personas.
- Promover una mayor transparencia de información en el sistema financiero.
- Asegurar la prestación de servicios financieros con atención de calidad.
- Preservar la estabilidad, solvencia y eficiencia del sistema financiero.

### **2.1.4. Entidades de Intermediación Financiera**

Persona jurídica radicada en el país, autorizada por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero-ASFI, cuyo objeto social es la intermediación financiera y la prestación de Servicios Financieros complementarios.

#### **Entidades Financieras Privadas**

- Bancos (Múltiple y PyMe).
- Entidad Financiera de Vivienda.
- Cooperativa de Ahorro y Crédito abierta o Societaria.
- Instituciones Financieras de Desarrollo.

### 2.1.5. Objetivo de la Banca Múltiple

Los bancos múltiples tendrán como objetivo la presentación de servicios financieros al público en general, favoreciendo el desarrollo de la actividad económica nacional, la expansión de la productiva y el desarrollo de la capacidad industria del país.

Tabla1.

*Bancos Múltiples*

<b>Bancos Múltiples</b>	
<b>1</b>	Nacional de Bolivia S.A
<b>2</b>	Mercantil Santa Cruz S.A
<b>3</b>	Bisa S.A
<b>4</b>	Crédito de Bolivia S.A.
<b>5</b>	Económico S.A
<b>6</b>	Ganadero S.A.

---

7	Solidario S.A.
8	Fomento a Iniciativa Económicas S.A.
9	De la Nación Argentina
10	Do Brasil S.A.
11	Prodem S.A.
12	Fassil S.A.
13	Banco Fortaleza S.A.

---

Fuente 1.Elaboración Propia

### **Banca PYME**

Los bancos PYME tendrán como objetivo la prestación de servicios financieros especializados en el sector de las pequeñas empresas, sin restricción para la prestación de los mismos también podrá otorgar créditos a empresas grandes.

- De la Comunidad S.A.
- Ecofuturo S.A.

#### **2.1.6. Entidad Financiera de Vivienda**

Sociedad que tiene por objeto prestar servicios de intermediación financiera con especialización en préstamos para adquisición de:

- Vivienda.

- Proyectos de construcción de vivienda unifamiliar o multifamiliar.
- Compra de terrenos.
- Refacción, remodelación, ampliación y mejoramiento de viviendas individuales o en propiedad horizontal.
- Operaciones de arrendamiento financiero habitacional.

### **2.1.7. Teoría sobre Matlab**

Matlab, abreviatura de Matrix Laboratory, es un software informático ampliamente utilizado en ingeniería. Su lenguaje de programación (lenguaje M) es propio y está orientado al cálculo numérico, basándose en operaciones matriciales (aunque también admite operaciones escalares). Su amplia biblioteca de funciones lo convierte en un programa ideal para desarrollos matemáticos comunes en ingeniería, de ahí que su uso en carreras técnicas esté muy extendido. Matlab no está recomendado para programar algoritmos muy complejos o muy grandes, ni interfaces de usuario elaboradas. Sin embargo, el paquete Matlab incluye dos herramientas que, para pequeños modelos, resultan funcionar bastante bien: Simulink y Guide. El lenguaje M es interpretado, haciéndolo más dinámico y permitiendo un uso de la memoria más ágil, comparado con otro tipo de lenguajes. Así, la declaración de variables previas no es necesaria, como, por ejemplo, en Fortran, de modo que las variables en Matlab se parecen más a las definidas en general por las matemáticas. Como fundamentalmente Matlab trabaja con matrices, simplifica mucho las cosas que no tengan que dimensionarse previamente. El coste de esta flexibilidad es menor potencia computacional.

### **2.1.8. Acerca de Guide**

La herramienta Guide de Matlab es una utilidad que permite diseñar interfaces gráficas muy simples. Permite la ejecución de todas las funciones disponibles en la librería de Matlab. En las nuevas versiones (Matlab Versión Ra2019 y superiores) permite también la inserción de controles ActiveX, siempre que se corra la aplicación en Microsoft Windows. Respecto a este sistema operativo, resulta interesante resaltar la similitud entre Guide y Visual Basic. Una interfaz gráfica es un programa que, utilizando imágenes y objetos gráficos, forma una interfaz que represente información en pantalla y permita al usuario interactuar con la misma. La aplicación de entornos gráficos en los programas es, actualmente, lo más común. Desde la entrada del entorno de escritorio Windows como interfaz gráfica de usuario aplicada en un sistema operativo, todos los programas se desarrollaron con esta misma idea. La principal razón por la cual usar Guide, al igual que cualquier otra herramienta similar, es que la experiencia del usuario final es más intuitiva y sencilla. Esta razón se intensifica si, además, el usuario no posee conocimientos de Matlab, pues el desarrollo de un programa a través de GUIDE permite al usuario utilizar el mismo sin necesidad de escribir en la pantalla de comandos de Matlab, del mismo modo que un usuario sin conocimientos informáticos avanzados pueda utilizar los sistemas operativos actuales.

### **Crystal Ball**

Crystal Ball parte de modelos de hojas de cálculo preexistente o creadas por el usuario y, a partir de estas, se incorporan características adicionales a las celdas de las hojas de cálculo para que se pueda efectuar las simulaciones y obtener los pronósticos, predicciones y optimizaciones, a fin de tener una herramienta valiosa que sirva para

reducir el riesgo en la toma de decisiones en entornos de incertidumbre. Esta herramienta tiene potencial prácticamente ilimitado para ser aplicado a diferentes campos, sectores y ámbitos en la vida profesional, desde técnicos hasta gerentes, administradores y directivos que cualquier proyecto.

Adicionalmente a los resultados gráficos, que son los más evidentes y que por defecto genera Crystal Ball una vez que se lleva a cabo la primera ejecución, esta aplicación también produce informes predefinidos tanto de los datos de entrada, como los generados aleatoriamente según las distribuciones establecidas, así como los resultados de la propia simulación. Estos informes pueden ser básicos o personalizados para cualquiera de los elementos que intervienen en un modelo de simulación, tales como: variables de entrada (independientes/supuestos), variables de decisión, pronósticos o estadísticas de datos.

Crystal Ball dispone, además, de la herramienta **Option Quest** (CB-OptQuest), un valioso módulo incorporado al programa principal que permite potenciar al máximo la incorporación de las variables de decisión que puedan incorporar en cualquier modelo de simulación. Muchas veces no es suficiente efectuar un simple pronóstico o una predicción, a veces se requiere encontrar otro tipo de soluciones que nos permitan manejar ciertas variables sobre las cuales el analista de riesgo, el gerente, el jefe de un proyecto tiene el control, es decir, tiene el poder de decisión sobre los valores que puede tomar estas variables -denominadas variables de decisión-. Estas variables estarán delimitadas dentro de ciertos límites y un intervalo de crecimiento o disminución, a objeto de que, además de efectuar el pronóstico, encuentre la mejor solución en el estudio de una problemática.

### 2.1.9. Teoría sobre Modelos Matemáticos

Una de las herramientas más interesantes que actualmente dispone para analizar y predecir el comportamiento de un sistema biológico es la construcción y posterior simulación de un modelo matemático. Son muchas las razones que justifican la edad de oro que hoy en día vive la modelación matemática, pero debemos de destacar, en primer lugar, el mejor conocimiento de los procesos biológicos, y en segundo lugar, el espectacular avance de los ordenadores y el software matemático (Nicole, 2019).

Con frecuencia la palabra modelo tiene distintas interpretaciones, nosotros la aplicaremos en el sentido dado por el profesor Sixto Ríos, :” Un modelo es un objeto, concepto o conjunto de relaciones, que se utiliza para representar y estudiar de forma simple y comprensible una porción de la realidad empírica”.

Generalmente los métodos que se utilizan para estudiar un fenómeno biológico son la construcción de un modelo matemático o bien el uso del método científico, el cual está basado en:

- 1) La observación y en la descripción.
- 2) El desarrollo de hipótesis o explicaciones.
- 3) La comprobación por experimentación de dichas hipótesis.
- 4) La aplicación de estos conocimientos en la resolución de problemas similares.

### **2.1.10. Modelo Matemático**

Un modelo matemático de un objeto (fenómeno real) es cualquier esquema simplificado e idealizado de aquel, constituido por símbolos y operaciones (relaciones) matemáticas. Un modelo matemático es un caso de formalización que emplea los más diversos instrumentos producidos en la ciencia matemática (Nicole, 2019)

## **2.2. Modelo de Vectores Autorregresivos (VAR)**

### **Origen de Modelos VAR**

Fueron planteados inicialmente por Sims en un artículo publicado en 1980 en econométrica, bajo el título de “Macroeconomía y realidad”.

Surgen como una crítica a los métodos tradicionales de elaboración de modelo econométricos al estilo de la Cowles Commission, y sobre todo a la forma en cómo se realiza la identificación.

**Sims**, retoma una antigua crítica de Liu (1960) en el sentido de que las restricciones que se imponen en los modelos son ficticias y no se corresponde con la realidad en la todas las variables son dependientes

Adicionalmente Sims se plantea el problema de la dinamicidad de las relaciones y escasa información que aporta la teoría económica.

En 1980, Sims afirma que debe ser factible estimar modelos macro de gran escala como formas reducidas sin restricciones, tratando todas las variables como endógenas

$$Y_t = \sum_{p=1}^p B_p Y_{t-p} + aX_t + \mu_t \quad [2]$$

Donde:

$Y_t$  =Vector de k variables endógenas

$Y_{t-p}$  =Vector de las k variables endógenas rezagadas hasta t – p periodos

$X_t$  =Vector de valores de variables exógenas en el periodo t

$B_p$  =Matriz cuadrada con k\*k términos

$\mu_t$  =Proceso multivariado ruido blanco  $\mu_t$

$p$  =Número de rezagos

$a$  =Matriz k\*r siendo r el número de variables exógenas

Este sencillo esquema provee una manera sistemática de captura la gran dinámica en series de tiempo múltiples, y las herramientas estadísticas que vienen con los VAR son fáciles de usar y de interpretar.

Representaciones alternativas de un VAR

En general, hay tres variedades de VAR

1.- VAR en su forma estructural

2.- VAR forma reducida

**El proceso VAR(p) estructural**

El VAR estructural es similar al reducido, pero las variables tienen relación contemporánea

Para determinarla, se usa teoría económica.

Se requiere de supuestos de identificación que permitan interpretar correlaciones como causalidad.

Se representa de la forma general.

$$\Gamma_0 y_t = d + \Gamma_1 y_{t-1} + \Gamma_2 y_{t-2} + \dots + \Gamma_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde:

$\Gamma_j$  es la matriz  $n \times n$  de coeficientes del rezago  $j$

El termino de error cumple:

$$E\varepsilon_t = 0 \quad \text{Cov}[\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}] = \begin{cases} \sigma_{ij}^2, & \text{si } t = s \\ 0, & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y_t + \beta_1 m_t &= y_0 + \alpha_{11} y_{t-1} + \alpha_{12} m_{t-1} + \alpha_{13} z_{t-1} + u_t^y \\ m_t + \beta_2 z_t &= m_0 + \alpha_{21} y_{t-1} + \alpha_{22} m_{t-1} + \alpha_{23} z_{t-1} + u_t^m \\ z_t + \beta_3 y_t + \beta_4 m_t &= z_0 + \alpha_{31} y_{t-1} + \alpha_{32} m_{t-1} + \alpha_{33} z_{t-1} + u_t^z \end{aligned}$$

### 2.3. El Proceso VAR(p) en forma Reducida

El **VAR** reducido expresa cada variable como función lineal de los rezagos de todas las variables en el sistema y de un término de error sin correlación serial.

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde:

$\phi_j$  es una matriz cuadrada de  $n \times n$  coeficientes del rezago  $j$

$y_t$  = Es un vector con las  $g$  variables objeto de predicción

$\varepsilon_t$  = Es un vector de perturbaciones aleatorias, cada una de las cuales cumple individualmente el supuesto de ruido blanco.

El término de error cumple:

$$E\varepsilon_t = 0 \quad \text{Var}\varepsilon_t = \Omega \quad \text{Cov}[\varepsilon_t, \varepsilon_s] = 0 \text{ si } t \neq s$$

No hay relación contemporánea entre las variables

$$\begin{aligned} y_t &= y_0 + \alpha_{11}y_{t-1} + \alpha_{12}m_{t-1} + \alpha_{13}z_{t-1} + u^y_t \\ m_t &= m_0 + \alpha_{21}y_{t-1} + \alpha_{22}m_{t-1} + \alpha_{23}z_{t-1} + u^m_t \\ z_t &= z_0 + \alpha_{31}y_{t-1} + \alpha_{32}m_{t-1} + \alpha_{33}z_{t-1} + u^z_t \end{aligned}$$

### Modelo VAR(1) con dos Variables

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= b_{10} - b_{12}Y_{2,t} + c_{11}Y_{1,t} + c_{12}Y_{2,t-1} + \mu_{1,t} \\ Y_{2,t} &= b_{20} - b_{21}Y_{1,t} + c_{21}Y_{1,t-1} + c_{22}Y_{2,t} - 1 + \mu_{2,t} \end{aligned}$$

$Y_{1,t} \sim I(0)$  y  $Y_{2,t} \sim I(0)$ . Si quisiéramos trabajar con series que no lo son, se puede recurrir a las mismas transformaciones que vimos en la metodología de Box-Jenkins (diferenciación y/o logaritmo natural).

Las perturbaciones estocásticas estructurales no están correlacionadas contemporáneamente, ni tampoco autocorrelacionadas:

$$E[\mu_{1,t}, \mu_{2,t}] = 0 \quad E[\mu_{i,t}, \mu_{i,t-k}] = 0 \quad \forall i = 1, 2 \text{ y para } k \neq 0$$

## La Función Impulso-Respuesta y la Descomposición de la Varianza

Los coeficientes de regresión estimados por un modelo VAR tienen cierta dificultad de Interpretación, por lo que más acertado es obtener la llamada función impulso respuesta (FIR) y también la descomposición de la varianza del sistema. Entonces la forma común de evaluar comportamiento dinámico: Es el análisis Impulso-Respuesta que es la respuesta de las variables en VAR ante un shock en una de las variables del modelo.

- Qué nos interesa más, shocks a  $\mu_{it}$  (innovaciones de forma reducida) ó shocks a  $\mu_{it}$  (innovaciones estructurales).
- Vimos que  $\mu_{it}$  es en realidad combinación lineal de shocks estructurales  $\mu_{it}$  no sabríamos como interpretarlo.
- El objetivo es ver impacto de shocks estructurales.

Se trata de conocer la reacción de las variables del sistema frente a shocks. La FIR representa la reacción de la variable endógena ante un cambio de una de las variables aleatorias (shocks). Así, por ejemplo, en nuestro caso, dada una variación del efecto será inmediato en, pero también habrá un efecto en los valores futuros de dicha variable y en el valor futuro de las otras variables debido al carácter dinámico interconectado del sistema. La FIR calcula el efecto presente y futuro en las variables endógenas, ante una variación “shock” expresado en el tamaño de su desviación estándar.



### **CAPITULO III**

#### **MARCO APLICATIVO**

En el presente acápite se exhibe un estudio de tensión y contagio a través de los determinantes de la rentabilidad de las entidades de intermediación financiera de Bolivia, centrándose especialmente en los márgenes financieros y la tasa de mora, dos medidas importantes de la rentabilidad de los bancos. El estudio considera la información financiera de diez bancos entre los años 2000 y 2019, excluyendo a otras instituciones financieras por razones de disponibilidad de datos. Se construyen varios modelos bajo diferentes enfoques metodológicos con base en los cuales se demuestra el efecto que poseen las variables macroeconómicas en la calidad de los servicios financieros. Diagnosticados los modelos, aplicando los mismos, y ayudados en simulaciones se realizan las pruebas de tensión. Los cuales muestran los escenarios extremos que pueden generar altos índices de mora.

El pronóstico del desempeño futuro de los bancos, sugiere una evaluación que incluya la realidad vigente y la tendencia de la actividad económica, la cual implica considerar el crecimiento del PIB, el comportamiento de la inflación y otros como la tasa libor.

En tal sentido ha de existir una evaluación objetiva de las ratios de desempeño en la cual se resalte el indicador de mora y el margen financiero como indicadores para medir la fortaleza de las entidades.

La Autoridad del Supervisión del Sistema Financiero “ASFI” requiere conocer en qué cuantía, las entidades de intermediación financiera, son afectadas por el comportamiento macroeconómico del país, variables financieras externas y las variables internas explican la mora y el margen financiero y cuáles serían las condiciones con las cuales se generarían eventos adversos. Lo anterior es importante para prever alternativas de solución y plantear decisiones ante su ocurrencia real.

### 3.1. Descripción del Fenómeno

Como punto de partida para el análisis de la rentabilidad a continuación, es útil observar que, en términos contables, la rentabilidad bancaria puede descomponerse de la siguiente manera:

$$\frac{BTP}{TA} = \frac{NI}{TA} + \frac{NII}{TA} - \frac{OV}{TA} - \frac{PROV}{TA}$$

Donde:

*BTP*: denota ganancias antes de impuestos

*TA*: activos totales

*NI*: ingresos netos de intereses

*NII*: ingresos no relacionados con intereses

*OV*: costos generales

*PROV*: provisiones de pérdidas crediticias

Se debe prestar mucha atención a dos ratios, el de los ingresos netos por intereses y el total de los activos (comúnmente denominado el margen financiero neto) y el de la mora respecto al total de los préstamos (ratio de morosidad).

En lo que resta del presente trabajo se describen y muestran los resultados del análisis econométrico sobre el efecto de las condiciones macroeconómicas y financieras sobre los márgenes netos de interés y sobre el índice de morosidad. Dado que interesa el describir el comportamiento de diez instituciones de intermediación financiera, se emplean varios métodos de estimación de parámetros para diferentes formas funcionales.

Siguiendo a Demirgüç-Kunt y Huizinga (1999, 2000) y estudios similares en esta área, la calidad de los activos se mide por NPLs para el banco  $i$  en el tiempo  $t$  ( $NPL_{i,t}$ ) y está relacionada con una serie de factores macroeconómicos y financieros, que afectan a los bancos, como sigue:

$$NPL_{i,t} = f(MACRO_t, FIN_t, BANK_{i,t}) + \mu_{i,t} \quad [5]$$

Donde NPL es la relación de la mora con el total de los préstamos ejecutados, MACRO denota un conjunto de variables macroeconómicas que reflejan el estado de la economía, como el crecimiento y la inflación, FIN denota un conjunto de variables financieras que incluye las tasas de interés y los cambios en los préstamos orientados a la vivienda y el BANK expresa un conjunto de variables específicas de los bancos, como el tamaño de los activos, capital social, provisiones, ingresos distintos a intereses, activo total, gastos distintos a de los intereses.

No hay una razón obvia por la cual las condiciones macroeconómicas y financieras debieran tener el mismo impacto en todos los bancos por lo que es necesario describir estas interacciones para cuantificar el efecto o impacto de la misma en la calidad de los activos. Por lo que con base en los modelos se estima el impacto de las variables macroeconómicas y financieras en diez entidades de intermediación. También se trata de relacionar los préstamos hacia la vivienda como un proxy al efecto de la rentabilidad bancaria con respecto a su exposición al sector inmobiliario.

Se plantea el modelo general para los márgenes financieros (NIM) de la siguiente manera:

$$NIM_{i,t} = g(MACRO_t, FIN_T, BANK_{i,t}) + \mu_{i,t} \quad [2]$$

En la anterior función se muestran las variables que capturan la estructura de activos y pasivos; variables que capturan la estructura de ingresos y gastos; y la concentración del sector. Como en el modelo genérico (2), se incluyen términos interactivos entre el tamaño del banco, por un lado, y las variables macroeconómicas y financieras, por el otro.

De acuerdo a las consideraciones de Le-Fort y Huerta, al ejecutar un ejercicio de tensión a nivel de sistema se debe tener en cuenta el objetivo y el alcance que se requiere alcanzar, a lo cual se suma que se debe identificar adecuadamente el enfoque que se debe aplicar. El alcance de las pruebas de tensión debe estar relacionadas con la realidad de un país y las necesidades de información que posee, tomado en cuenta la complejidad del sistema financiero y de la disponibilidad de información. En el presente trabajo se toman los datos de una muestra de entidades de intermediación

financiera lo cual no limita que esta misma aplicación se pueda realizar a un mayor número de entidades o enfocarse al sistema bancario completo. Se debe considerar que sólo toman los bancos sistémicamente importantes, concentrarse en una evaluación del sistema bancario agregado o sólo en bancos de origen doméstico. Así, la cobertura de las pruebas de tensión dependerá de la cantidad de información de la que se disponga.

Las pruebas realizadas en Chile, 2005 se clasifican en pruebas simultáneas y de escenario. Esta última es la que se aplica para realizar las pruebas de tensión, la que se caracteriza porque ofrece un panorama completo y se realiza con base en modelos que representan el comportamiento conjunto o agregado.

Ahora bien, para el análisis de sensibilidad y de escenarios, independiente del tipo de prueba que se aplique, los ejercicios de tensión involucran por lo menos uno de los siguientes análisis:

1. Análisis de sensibilidad
2. Análisis de escenarios.
3. Análisis de contagio

Para analizar las situaciones extremas, para el caso boliviano, se selecciona el análisis de escenarios, esto porque permite generar diversas situaciones, dentro del comportamiento lógico y real, para analizar las características y connotaciones de los mismos.

Cabe aclarar qué; una prueba de tensión genera como resultado una cuantificación probable de la variable en análisis basado en la aplicación de diferentes escenarios en el modelo, pero, por la naturaleza de los fenómenos involucrados, ninguno de ellos entrega información respecto de la probabilidad de ocurrencia de los eventos involucrados en dicho contexto”. (ASOBANCOS 2007)

En el análisis de sensibilidad, la elección de las variables a perturbar debe hacerse de la siguiente forma:

1. Seleccionar los factores de riesgo que puedan crear pérdidas significativas en el sector.
2. Asociar al menos una variable con cada uno de los factores.
3. En cada uno de los casos anteriores de deberá modificar el nivel de esta variable, su volatilidad o correlación con alguna otra variable macro financiera.
4. La magnitud de la perturbación surgirá a partir de la observación histórica o/a partir de la evidencia estadística.
5. En este último caso, lo común es considerar un determinado percentil de la distribución relevante fuera de su evolución normal.
6. En cualquier caso, es necesario que la magnitud de las perturbaciones represente escenarios plausibles, de tal modo que se puedan evitar conclusiones erradas (Le-Fort & Huerta 2006).

El análisis de escenarios tiene como propósito evaluar la resistencia del sistema financiero a cambios simultáneos en ciertas variables económicas. Dichos movimientos pueden ser, como se sabe, moderados o extremos.

La ventaja del análisis de escenarios es que permite replicar situaciones históricas, para lo cual, claro está, se requiere contar con los datos de series de tiempo que permitan identificar las mayores variaciones en las variables intervinientes.

*“Cuando se realiza análisis de escenarios, pueden aplicarse dos tipos de enfoques básicos. Uno de ellos permite la interacción simultánea de varios shocks. El otro en que las variaciones de los factores de riesgo se modelan sobre la base de ciertos supuestos acerca de posibles crisis políticas, económicas y/o financieras que pudiesen ocurrir, las que finalmente impactan en las estimaciones del estado de resultados y/o del patrimonio de las instituciones involucradas”.* (LeFort & Huerta 2006).  
La medición de los efectos puede hacerse mediante modelos econométricos flexibles.

Los pasos a seguir una vez determinados los escenarios son:

1. Una vez simulados los escenarios debe ser viable implicar el efecto de cada uno de ellos sobre la o las variables dependientes.
2. Los comportamientos de las variables de calidad financiera deben ser explicadas bajo diferentes escenarios.
3. Junto con el análisis de los efectos de los escenarios, se debe analizar el impacto de los eventos extremos existentes.
4. Adicionalmente, se deben considerar los supuestos de volatilidad y correlación, porque, estos eventos extremos deben ser tomados en cuenta. (Le-Fort & Huerta 2006).

Entre los elementos más importantes que permiten las pruebas de tensión, es necesario tener presente que una de las funciones de las mismas “es *identificar*

*vulnerabilidades ocultas y esclarecer las consecuencias de equivocarse en los supuestos. Por ejemplo, para posiciones en opciones cubiertas contra pequeñas oscilaciones de un factor de riesgo, se podrían analizar los efectos sobre la solvencia de un banco ante escenarios de oscilaciones significativas” (Le-Fort & Huerta 2006). En este marco, el análisis de escenarios permite examinar las consecuencias de variaciones en la volatilidad de un determinado factor de riesgo.*

### **3.2. Construcción de los Modelos**

#### **3.2.1. Descripción de variables**

Para el estudio empírico se realiza, como primera fase, la identificación de variables Económicas y Financieras, la que consiste en identificar el conjunto de variables relevantes que se utilizarán para la elaboración de las pruebas de estrés. Adicionalmente, se definen los supuestos macroeconómicos, en función de las perspectivas y proyecciones de la economía boliviana.

En base al análisis de la estructura y composición de los estados de situación y de resultados de las entidades de intermediación financiera, se determinaron las partidas o rubros financieros de mayor peso dentro de los activos y pasivos del sistema. En este sentido, se construyeron, para cada entidad, estados financieros resumidos, a través de los cuales se cuantifica el impacto de cambios en los escenarios macroeconómico y microeconómico.

Las variables financieras seleccionadas de los estados financieros resumidos se presentan y definen a continuación:

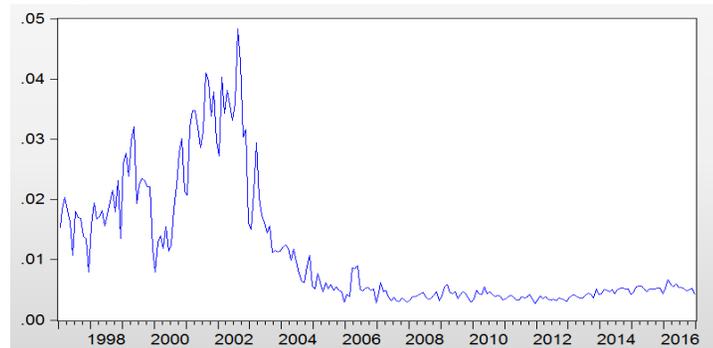
#### **Variables Bancarias y Ratios**

NPL: Proporción resultante de dividir los préstamos en mora entre los préstamos totales

$$NPL = \frac{\text{Préstamo en mora}}{\text{Préstamos totales}}$$

Figura1.

*Comportamiento de la Tasa de Mora*



Fuente: Base de datos ASF

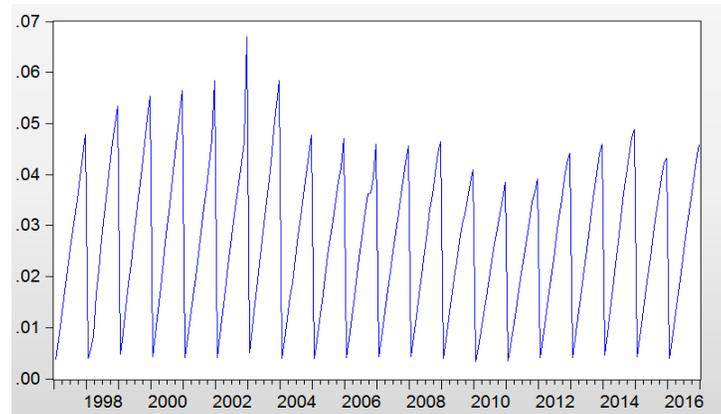
Elaboración: Propia

En la figura 1, se aprecia que en el intervalo 1997 al 2005 la mora logra los niveles más altos, teniendo un periodo de incremento desde 1997 al 2002, para luego sufrir decrementos desde ese año hasta el 2005, luego de lo cual se puede considerar que su comportamiento, aparentemente, se estabiliza. Así también, se menciona que existe una alta variabilidad.

NIM: Relación del margen financiero y el activo total

$$\text{Margen Financiero} = \text{Ingresos Financieros} - \text{Gastos Financieros}$$

$$NIM = \frac{\text{Margen Financiero}}{\text{Activo Total}}$$

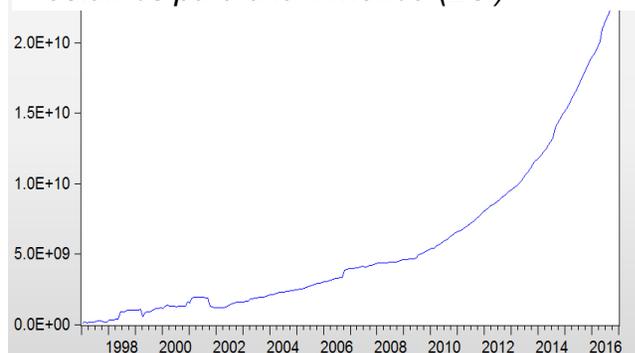
**Figura1.***Comportamiento de la ratio del margen financiero*

Fuente: Base de datos ASF

Elaboración: Propia

El margen financiero muestra los ingresos netos que poseen las entidades de intermediación, la importancia de tomar esta variable radica en que describe si esta puede ser afectada por factores externos y/o internos.

PROP: Cambios en los precios de propiedad, ésta se aproxima por los préstamos para la vivienda

**Figura2.***Préstamos para a la Vivienda (Bs.)*

Fuente: Base de datos ASF

Elaboración: Propia

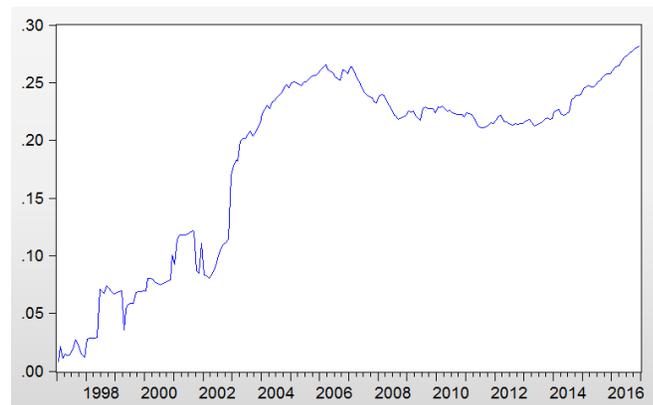
Esta variable describe la exposición de las entidades financieras al sector inmobiliario en el tiempo, donde se aprecia un comportamiento exponencial.

PROPSHARE: Proporción de préstamos inmobiliarios sobre préstamos totales

$$PROPSHARE = \frac{\text{Préstamos hacia la Vivienda}}{\text{Préstamos totales}}$$

### Figura3.

*Ratio Prestamos hacia la vivienda*



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

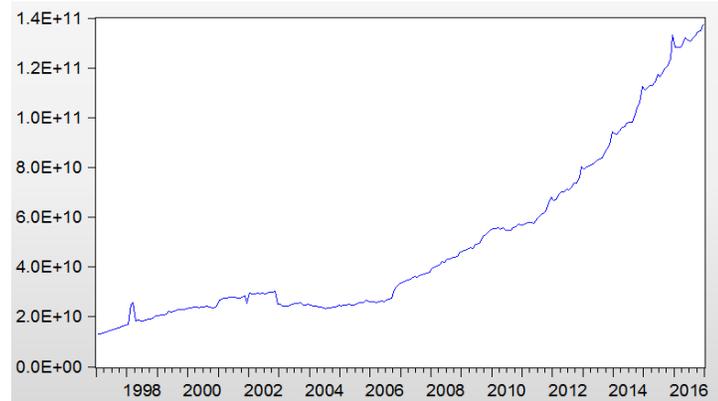
La ratio préstamos para la vivienda muestra un comportamiento creciente desde 1997 al 2005, luego decrece en el período 2007-2013, para luego tener una tendencia positiva, lo cual muestra una mayor exposición a este sector en los últimos años.

TAMAÑO: Logaritmo del tamaño del activo

$$TAMAÑO = \log(\text{Activo Total})$$

**Figura4A.**

*Evolución del Activo total sin y con afectación de logaritmo*

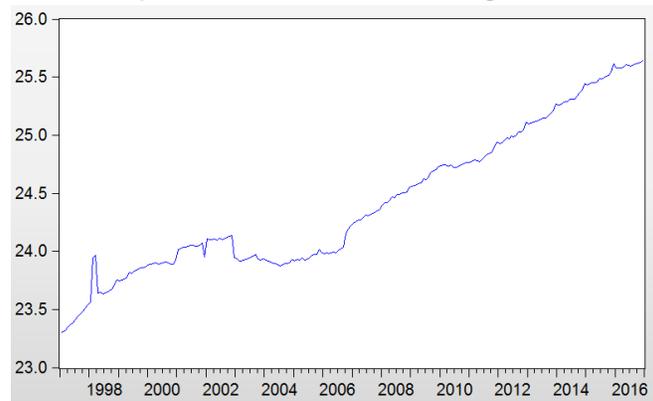


Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

**Figura5B.**

*Activo expresado en unidades Logaritmizadas*



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

En la figura 5A se muestra el comportamiento del activo agregado, en esta se nota un comportamiento incremental a partir del año 2006. Este es importante en el análisis a realizar porque las ratios se construirán en función de esta variable. En la

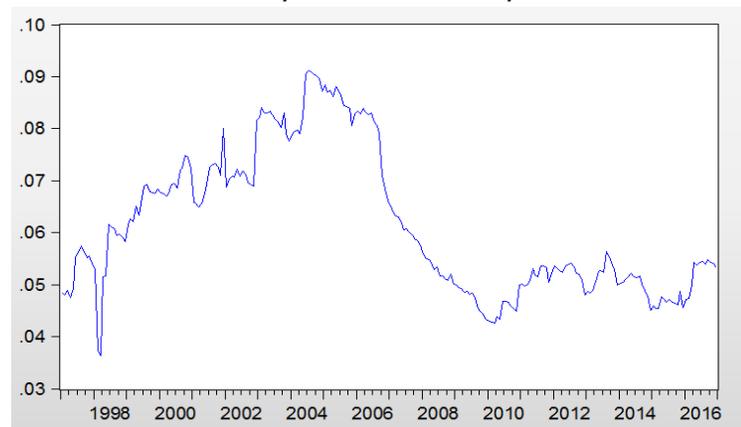
figura 5B se describe la evolución, pero afectada por logaritmo, esto con el fin de que los valores sean menores y que en el modelado sea más sensible su aplicación.

EQU: Relación entre el capital social y activos totales

$$EQU = \frac{\text{Capital Social}}{\text{Capital Total}}$$

**Figura5.**

*Evolución Ratio Capital social a Capital total*



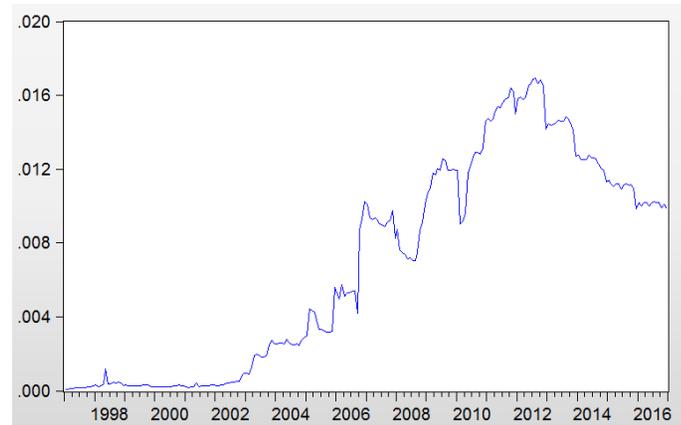
Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

Con relación a la ratio capital social respecto a capital total, se puede apreciar un decremento acelerado en los años 2004 – 2009, para luego mantenerse entre la banda variacional 0,04 al 0,06. Se utiliza esta ratio para evaluar el efecto del comportamiento del capital social en la calidad financiera de las entidades de intermediación.

PREVICIÓN: Relación o ratio de provisiones con activos totales

$$Ratioprev = \frac{\text{Provisiones}}{\text{Activos Totales}}$$

**Figura6.***Previsiones/activos totales*

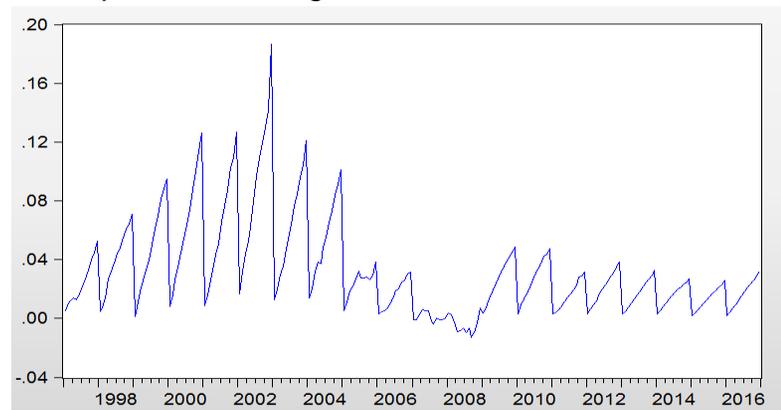
Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

La tasa de provisiones se orienta a mostrar cual es la cuantía que se asigna para cubrir el riesgo de mora que pueden afrontar los bancos a través del tiempo.

NII: proporción de ingresos distintos de los intereses a los activos totales.  
Ingresos distintos de los intereses.

$$NII = \frac{\text{Ingresos Distintos de los Intereses}}{\text{Activos Totales}}$$

**Figura7.***Descripción de los Ingresos Distintos de los Intereses*

Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

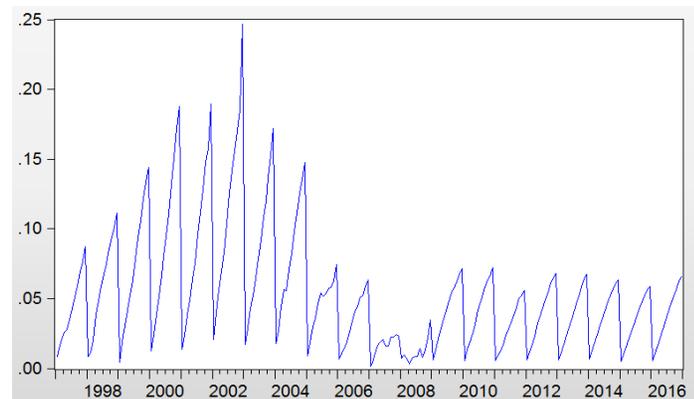
Se toma en cuenta la variable de ingresos de intereses porque se desea conocer si este tipo de ingresos decrementan o incrementan el margen financiero. Se toma en cuenta también para tratar de explicar la «mora» aunque esta no incide de manera directa. Es de apreciar que posee un comportamiento de incrementos y decrementos abruptos, esto por la reasignación de cuentas a fin del periodo.

NIREXPENSE: Proporción de los gastos distintos de los intereses a los activos totales

$$NIREXPENSE = \frac{\text{Gastos Distintos de los Intereses}}{\text{Activos Totales}}$$

**Figura8.**

*Gastos distintos de Intereses*



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

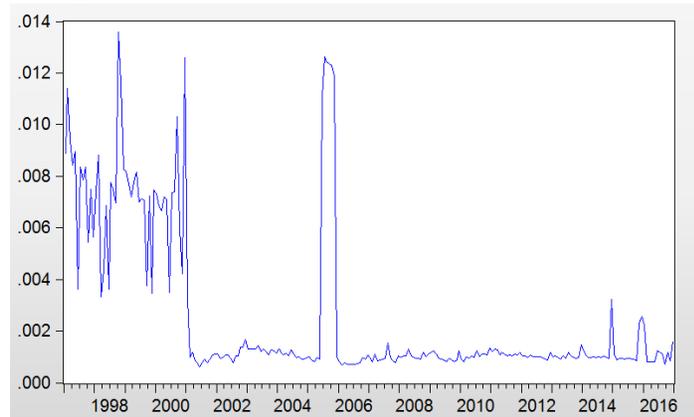
Se hace uso de esta variable para conocer cuál es el efecto que tienen otros gastos en el ingreso neto y en la mora. El comportamiento acumulativo dentro del período y las actividades financieras del final del mismo hace que posea el comportamiento descrito en la figura 9.

CONSSHARE: Proporción de los créditos al consumo al total de préstamos.

$$CONSSHARE = \frac{\text{Créditos al consumo}}{\text{Total de Prestamos}}$$

**Figura9.**

*Comportamiento de los Créditos al consumo*



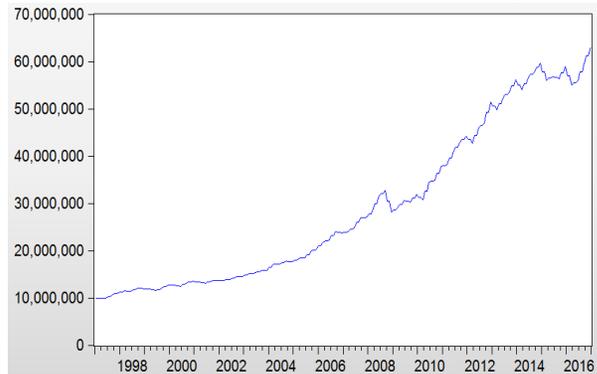
Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

Los préstamos bancarios por medio de tarjetas de crédito supera el 0,012 de los préstamos totales en el periodo 1997-2001 para luego caer a una tasa menor a 0,002, en el año 2005 se muestra un comportamiento atípico que es seguido de un comportamiento muy parecido al segundo intervalo.

### 3.2.2. Variables Macroeconómicas

PIB: Producto Interno Bruto

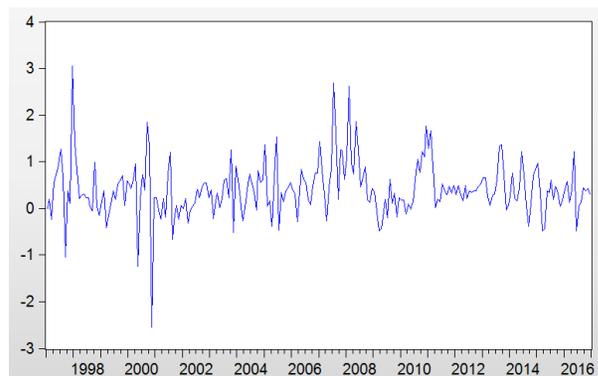
**Figura10.***Producto Interno Bruto (miles de Bs)*

Fuente: Base de datos INE

Elaboración: Propia

Se debe mencionar que el Producto Interno Bruto se utiliza a nivel mensual a través de rellenar los datos faltantes de una serie trimestral mediante datos promedios de los extremos. En la curva original se aprecia un incremento acelerado, marginalmente, en los valores anuales desde el período 2006 al 2016.

INF: Inflación aproximada por el IPC

**Figura11.***Inflación*

Fuente: Base de datos INE

Elaboración: Propia

Mide la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un período

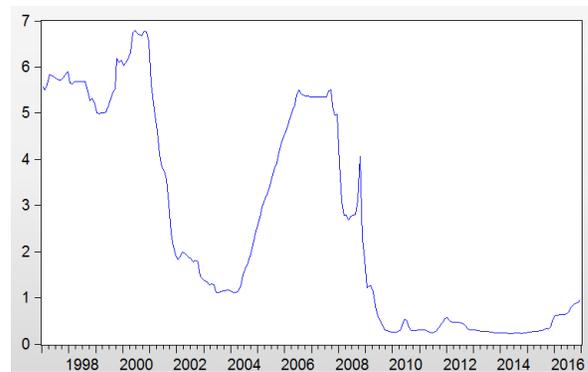
base. La variación porcentual del IPC entre dos periodos de tiempo representa la inflación observada en dicho lapso.

### 3.2.3. Variables financieras

LIBOR: tasa promedio mensual a horizonte de tres meses

**Figura12.**

*Evolución de la Tasa Libor*



Fuente: Base de datos Banco de la República (Col.)

Elaboración: Propia

Otros resultados sostienen que la estructura del sistema bancario impone una serie de determinantes microeconómicos sobre las tasas de interés y de los spreads de las tasas de interés. Como se expresa en Laguna (1998):

En este sentido Nina (1993) expresa: *“Se debe destacar la importancia de la cartera en mora y de la liquidez de los bancos sobre las tasas de interés. Antelo, Cupé y Requena (1996) basados en modelos de datos de panel encuentran que la cartera en mora y la liquidez (entre los factores microeconómicos), y la tasa LIBOR y la inflación (entre las variables macroeconómicas) son relevantes para explicar el comportamiento de las tasas de interés; siendo las variables macroeconómicas las de mayor importancia relativa. Comboni, Ramírez y De la Barra (1992) también resaltan el*

*comportamiento oligopólico del sistema financiero y el efecto poco significativo de las operaciones de mercado abierto sobre los spreads y las tasas de interés del sistema bancario”.*

### **3.3. Construcción del Modelo e Interpretación Financiera**

En la presente fase de modelación econométrica e interpretación financiera se establecen los métodos y relaciones estadísticas entre las variables macroeconómicas y las principales variables financieras, mediante las cuales serán proyectados los estados financieros resumidos de las entidades de intermediación financiera para, posteriormente, cuantificar el impacto de shocks adversos sobre el Sistema Financiero y a nivel de entidades individuales.

Se estiman entonces, para cada una de las entidades de intermediación financiera consideradas, modelos encaminados a explicar la trayectoria de las principales variables financieras. Para la estimación de los modelos, se utiliza una muestra de datos de frecuencia mensual que abarca el periodo 1997:1 – 2016:12, construida sobre la base de las estadísticas económicas publicadas por el Banco Central Bolivia y de la información de las entidades de intermediación financiera publicada por ASFI.

La especificación general del modelo a estimar es la siguiente:

#### **3.3.1. Análisis Topdown (Datos Agregados)**

Se considera el enfoque de arriba hacia abajo (top-down), con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad del Sistema Financiero en función de los datos agregados.

(Martínez, J. & Perez, L. 2011)

En este punto se desarrolla el modelado con base en datos agregados de las diez instituciones de intermediación financiera para analizar el comportamiento general.

- Como primer punto se describen, mediante la graficación de los mismos, cada una de las variables a tomar en cuenta para el modelado.
- En segundo lugar, se realiza el modelado mostrando los resultados obtenidos.
- Finalmente se interpretan los resultados más importantes.

### **3.3.2. Modelado de la tasa de mora**

Para el presente análisis se toman las variables agregadas de los siguientes bancos:

BCR: Banco de Crédito de Bolivia

BDB: Banco Do Brasil S.A.

BEC: Banco Económico

BGA: Banco Ganadero

BIS: Banco Bisa

BME: Banco Mercantil Santa Cruz

BNA: Banco de la Nación Argentina

BNB: Banco Nacional de Bolivia

BSO: Banco Solidario

BUN: Banco Unión

Se debe expresar que los datos corresponden a el rango de tiempo comprendido desde el 1997 al 2016, en intervalos de tiempo de meses, donde se aprecia el cambio del neoliberalismo al socialismo, lo cual genera un quiebre estructural.

Para analizar la calidad de los activos se plantea, en primera instancia, un modelo agregado en el cual se suman los estados financieros de los diez bancos para hallar ratios globales en los cuales se pueda estimar los efectos macroeconómicos.

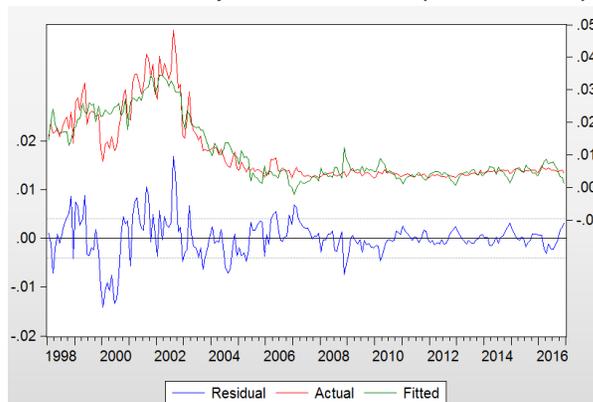
El modelo que se plantea es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{NPLA} = & \\
 & -0.683^* - 0.115^* \text{PROPSHAREA} - 0.026^* \text{NIREXPENSE}_{t-1} - 0.095^{**} \text{NIREXPENSE}_{t-6} \\
 & - 0.552^* \text{CONSSHAREA} + 0.377^* \text{EQUA} - 0.00081^{****} \text{INF} - 0.00394^* \text{LIBOR} - 6.032e - \\
 & 10^* \text{PIB} + 0.0296^* \text{TAMANOA} + 0.0035^* \text{LIBOR}_{t-1} + 0.1135^{***} \text{NIIA}_{t-6} - 0.827^* * \\
 & \text{PREVISIONA}_{t-1} - 6.803e - 13^{***} \text{PROPA}_{t-12}
 \end{aligned}$$

*Significancia a:* \*≡ 1%, \*\*≡ 5%, \*\*\*≡ 10%, \*\*\*\*≡ 20%

Figura13.

*NPL estimado por el modelo (1997-2016)*



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

La proporción de préstamos inmobiliarios en el país afecta de forma negativa a la mora, la exposición inmobiliaria que poseen las entidades de intermediación bancaria hace que se disminuya la mora, conformándose en un sector atractivo para el sector bancario.

Por otro lado, la información contenida en los datos muestra que la proporción de los gastos distintos a intereses relacionados a los activos totales rezagados en un periodo y en seis periodos anteriores afectan de manera negativa a la mora.

Los préstamos orientados al consumo relativos al total de préstamos disminuyen la mora. Así, los préstamos realizados con, por ejemplo, las tarjetas de crédito tienden a ser pagos en tiempos establecidos.

A incremento del activo con relación al capital social, si el activo incrementa con relación al capital social la mora puede potencialmente incrementar al tener (el banco) mayores disponibilidades para invertir o prestar, estando el banco dispuesto a flexibilizar los requerimientos de préstamo.

En segundo lugar, la inflación tiene un efecto negativo en la tasa de morosidad. Esto puede explicarse por el efecto de la inflación sobre la carga real de la deuda de los prestatarios: una inflación más alta erosiona la carga real de la deuda, facilitando así a los prestatarios el cumplimiento de sus obligaciones.

Otro resultado, relacionado con la tasa libor y su primer rezago expresa que a incremento de la tasa libor se incrementa la mora. La utilización de la tasa libor se argumenta de la siguiente manera: Antelo, Cupé y Requena (1996) basados en modelos de datos de panel encuentran que la cartera en mora y la liquidez (entre los

factores microeconómicos), y la tasa LIBOR y la inflación (entre las variables macroeconómicas) son relevantes para explicar el comportamiento de las tasas de interés; siendo las variables macroeconómicas las de mayor importancia relativa.

El PIB tiene un signo positivo que sugiere que un aumento en el crecimiento reduce la ratio de morosidad, el término interactivo, PIB, es significativo. En el cual se puede apreciar que el PIB genera un decremento en la mora, es decir, si el país es más productivo la población y empresas tienen mayor capacidad de pago.

Corroborando el análisis de la ratio de capital social y capital total, el tamaño del activo total genera un efecto positivo hacia la mora, lo cual puede interpretarse como la ratio mencionada. En otras palabras, las entidades de intermediación financiera, según el tipo, a mayor capital que posean serán más afectados por la mora (los bancos pequeños tendrán una menor incidencia de mora que los bancos grandes).

Los ingresos distintos de los intereses afectan positivamente a la mora, ya que, estos ingresos al banco se transforman en activo y pueden ser sujeto de préstamo, generando ingresando por interés y estos a su vez, si no son pagos, puede incrementar la mora.

Finalmente se puede mencionar que las provisiones pueden reducir la mora al dar garantía al banco de que si la mora se incrementa esta podrá ser cubierta por la institución de intermediación financiera.

### 3.3.3. Modelado del Margen Financiero

Según Arreaza, Fernández & Mirabal (2001) el margen financiero es el costo de intermediación, es decir, la diferencia entre lo que cobran los bancos a los prestatarios y lo que pagan las entidades a sus depositantes.

En ASOBANCOS (2007) se menciona que:

*“Los determinantes del margen financiero, puede clasificarse en tres niveles: macroeconómicos, mesoeconómicos y microeconómicos. Aquellos a nivel macro tienen que ver con la existencia de una legislación apropiada, y el entorno económico, los que puede favorecer u obstaculizar el desempeño de las instituciones financieras. A nivel mesoeconómico, es posible destacar la infraestructura financiera básica y el rango de servicios requerido para, entre otros, reducir los costos de transacción, aumentar la transparencia entre los proveedores de servicios financieros. Incluye también una amplia variedad de elementos como auditoría, calificadoras de riesgo, asociaciones de comercio, buró de crédito, sistemas de transferencia y pago, tecnología, tanto a nivel local como externo. El nivel microeconómico se refiere aquellas variables directamente relacionadas con el manejo de los bancos”.*

Dadas las características de la variable que se muestra en la figura 2 la serie es desintegrada en grado estacional 12 para lograr eliminar los cambios abruptos que se tiene cada final de gestión y lograr una serie más suave y susceptible de ser modelada.

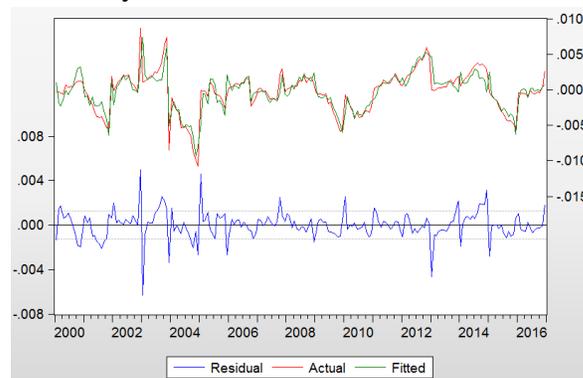
El modelo generado se muestra a continuación:

$$\begin{aligned}
 DNIMA12 = & -0.12^* \\
 & + 0.00014 LIBOR - 0.41^* NIIA + 0.39^* NIREXPENSE - 1.83E - 12^* PROPA \\
 & + 0.025^* PROPSHAREA - 0.026^* TAMANOA - 0.26^* NIREXPENSE_{t-12} \\
 & + 0.032^* TAMANOA_{t-1} + 0.534 DNIMA12_{t-1} - 0.367 DNIMA12_{t-12} - \\
 & 0.238 DNIMA12_{t-24} \\
 & + 0.087 EQUA_{t-12} + 0.234 NIIA_{t-12} + 0.009 NIREXPENSE_{t-13} + 1.99E - \\
 & 12 PROPA_{t-12} \\
 & - 0.036^* PROPSHAREA_{t-12}
 \end{aligned}$$

Significancia a: \*≡ 1%, \*\*≡ 5%, \*\*\*≡ 10%, \*\*\*\*≡ 20%

**Figura14.**

*Datos Ajustados de la ratio NIM*



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

El Modelo, como sugieren las estimaciones, indica que el crecimiento económico y la inflación no afectan al margen financiero. Lo cual, se encuentra en contra de la teoría, que expresa, que la demanda de préstamos es probable que aumente en un

período de expansión, dando a los bancos un mayor ingreso por el interés activo y con ello se incrementaría el margen.

La ratio de gastos distintos de los intereses con respecto a los activos totales reduce el margen neto, esto sucede porque al tener que cubrirse estos gastos se debe afectar al margen.

La exposición inmobiliaria, expresada en préstamos para la vivienda, afecta de manera negativa, aunque era de esperar un efecto incremental porque a mayores préstamos orientados al sector estos deberían incrementar los ingresos por intereses. Pero esto último, es capturado por la tasa de préstamos hacia la vivienda a préstamos totales, ya que un incremento en esta tasa si aporta de manera positiva al margen.

En este caso la evidencia empírica muestra que el activo total afecta de manera negativa al margen financiero, esto porque al ser el banco más grande entonces esto reduce la tasa del margen financiero. Ver la siguiente ratio:

Revisión estadística, financiera y cumplimiento de los objetivos específicos.

$$NIM = \frac{\text{Margen Financiero}}{\text{Activo Total}}$$

La proporción de los ingresos distintos de los intereses con un rezago de 12 meses afecta positivamente esto por la estacionalidad intrínseca en los datos. Esto cambia cuando la variable no se tiene ningún rezago lo que puede expresar que a corto plazo los ingresos distintos de intereses incrementan el activo y disminuye la ratio del margen.

La importancia de los términos interactivos sugiere que los efectos de los desarrollos macroeconómicos en los NIM varían según el tamaño del banco, y los bancos más pequeños están más afectados. Una interpretación es que, durante los aumentos económicos cuando aumenta la demanda de préstamos, los bancos más pequeños pueden estar más preparados para expandir los préstamos de manera más agresiva que los bancos más grandes, asumiendo proyectos más riesgosos con mayores retornos.

Finalmente, los costos operativos se encuentran positivamente relacionados con los NIM.

Hay dos posibles explicaciones. En primer lugar, los bancos pueden ser capaces de pasar cambios en los costos operativos a los clientes mediante la variación de los diferenciales de préstamos. Segundo, un NIM más alto puede estar asociado con un perfil de riesgo más alto de préstamos, lo que, a su vez, eleva los costos de operación involucrados en el monitoreo y control de riesgos.

#### **3.3.4. Modelado de la Tasa de Mora con Datos de Panel**

Los datos de panel tienen varias ventajas, las cuales son: Permiten solucionar los problemas de micronumerosidad de datos y la heterogeneidad existente en los mismos, permiten investigar patrones de comportamiento en el tiempo sin tener que recurrir a preguntas retrospectivas que pueden ser afectadas por errores sistemáticos, permiten, mediante la combinación, incrementar el número de las observaciones. (Si observamos  $n$  unidades durante  $T$  periodos de tiempo, disponemos de  $nT$  observaciones).

En este caso se aplican modelos de data panel efectos fijos para diferenciar de manera explícita que bancos tienen una mayor tasa de mora relativo a un banco de comparación. Además, que con el incremento de datos a 2400 los estimadores son más eficientes.

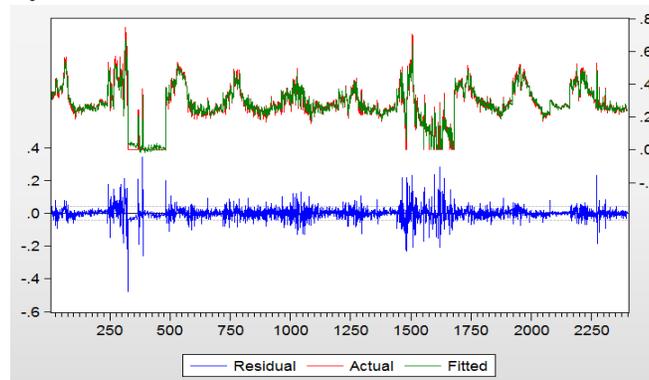
### 3.3.5. Modelos de Data Panel Efectos Fijos

$$\begin{aligned} \text{LOGNPL} = & 0.2076^* + 0.837^* \text{LOGNPL}(t-1) + 0.0058^{**} \text{TAMANO} - 0.034^* \text{EQU} - \\ & 1.4007^{**} \text{PREVISION} - 0.1108^{***} \text{NII} + 0.1588^* \text{NIREXPENSE} - 0.0644^* \text{LOGPIB} + \\ & 0.0012^{**} \text{PROP}^{0.1} + 1.3153^{***} \text{PREVISION}(t-1) - 0.0438^{**} \text{NIREXPENSE}(t-6) + 0.1109 \\ & \text{CONSSHARE} + 0.0479^* \text{LOGPIB}(t-1) + 0.0042^* \text{INF}(t-1) - 0.00482 \text{D1} + 0.0067 \text{D2} + \\ & 0.0021 \text{D3} - 8.42\text{e-}05 \text{D4} - 0.0033 \text{D5} - 0.0115 \text{D6} + 0.0206 \text{D7} - 0.0050 \text{D8} + 0.0012 \\ & \text{D9} + 0.0093 \text{SER02} - 0.0026 \text{MES1} \end{aligned}$$

Significancia a: \*≡ 1%, \*\*≡ 5%, \*\*\*≡ 10%, \*\*\*\*≡ 20%

#### Figura15.

Ajuste de NPL con modelo de Bases de Panel



Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

En este caso se procede, con prioridad, describir los efectos fijos dado que por la comparación de las tasas de mora de los bancos con respecto al Banco Unión. En la siguiente tabla 1 se muestran los resultados alcanzados.

**Tabla 2.**

*Efectos Fijos del Sector Financiero*

<i>TASA DIFERENCIAL</i>	<i>RELACION</i>
0.1870	<i>El Banco de la Argentina tiene una mora menor al Banco Unión en 0.1870</i>
0.2009	<i>El Banco Do Brasil tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2009</i>
0.2055	<i>El Banco de Económico tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2055</i>
0.2064	<i>El Banco Solidario tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2064</i>
0.2077	<i>El Banco Ganadero tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2077</i>
0.2109	<i>El Banco de Bisa tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2109</i>
0.2124	<i>El Banco de Crédito tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2124</i>
0.2126	<i>El Banco Nacional de Bolivia tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2126</i>

---

0.2191

*El Banco de Mercantil Santa Cruz tiene una mora menor al Banco Unión en 0.2191*

---

Fuente: Base de datos ASFI

Elaboración: Propia

Dada la tabla se puede expresar que el banco con mayor índice de mora es el Banco Mercantil Santa Cruz y que la menor tasa de mora afecta al Banco de la Nación Argentina, con lo que la institución con mayor vulnerabilidad sería el Banco Mercantil Santa Cruz.

Así también, se muestra que el sector financiero se ve afectado por las variables macroeconómicas del Producto Interno Bruto y la inflación. En este caso la variable financiera representada por la tasa Libor no afecta y se tienen varias variables microeconómicas o de los bancos que afectan de manera significativa a la mora. Para la interpretación de los parámetros remitirse como base interpretativa al análisis del modelo lineal agregado.

### **3.3.6. Análisis Botton Up**

Las pruebas de estrés aplicadas al Sistema Financiero Boliviano se realizan bajo el enfoque metodológico de abajo hacia arriba (bottom-up) que considera el impacto de los shocks en cada entidad de manera individual. (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA 2011)

**Modelado Mediante Sistemas de Modelos - Método de Vectores Autorregresivos Aparentemente no Correlacionados (VAR)**

Los modelos con base en un sistema de ecuaciones, en el caso particular modelos de Vectores Autorregresivos y aparentemente no relacionados o *Seemingly Unrelated Regressions* (VAR-SUR) son una generalización de un modelo econométrico lineal que consta de varias ecuaciones, cada uno con su propia variable dependiente y diferentes conjuntos de variables independientes. Cada uno de los modelos econométricos que lo conforman se considera válido por sí mismo porque se pueden estimar los parámetros individualmente, pero lo que busca un modelo SUR es capturar y relacionar el comportamiento de cada uno de los modelos mediante el componente de error para lograr estimaciones más eficientes, rompiendo de esta manera el principio de *seteris paribus*.

Los parámetros de cada uno de los modelos se pueden estimar utilizando métodos tradicionales como mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Estas estimaciones son consistentes, pero no eficientes, por lo que el método VAR-SUR logra obtener esta eficiencia. Esta eficiencia se logra afectando las matrices originales con la matriz de varianza-covarianza y cuya estimación requiere aplicar mínimos cuadrados generalizados. Hay dos casos importantes en los que el SUR es de hecho equivalente a los MCO, estos son: cuando los términos de error no tienen correlación entre las ecuaciones (para que sean verdaderamente no relacionadas), o cuando cada ecuación contiene exactamente el mismo conjunto de variables independientes del lado derecho.

Para el presente estudio, donde se analiza a las entidades de intermediación financiera, de un conjunto de bancos se obtienen observaciones de cada una de las variables antes descritas propias de cada banco. El principio del presente trabajo es identificar que instituciones de intermediación son afectadas por las variables

macroeconómicas, es decir son más sensibles a variaciones del entorno y buscar indicios de fenómenos de contagio. Esto último partiendo del supuesto de la existencia de una o varias variables que no se toman de manera explícita pero que puede estar contenidas en el error.

En principio se estructura un sistema de ecuaciones conformada por diez (10) modelos y 338 parámetros a estimar. Realizado el modelado y análisis de la eficiencia del mismo se diagnostica el siguiente modelo:

$$\begin{aligned}
 1) \text{NPL\_BCR}^{0,25} &= 0,0048 - 1,14e-10 \text{PROP\_BCR} + 0,0326 \\
 &\text{PROP\_SHARE\_BCR} + 0,6340 (\text{NPL\_BCR}(-1))^{0,25} + 1,21e-10 * \text{PROP\_BCR}(- \\
 &1) + 0,0246 \text{NPL\_BDB}^{0,25} + 0,0686 \text{NPL\_BEC}^{0,25} + 0,14 \text{NPL\_BIS}^{0,25} \\
 &+ 0,0568 \text{NPL\_BME}^{0,25} - 0,0216 \text{NPL\_BNA}^{0,25} + 0,0648 \text{NPL\_BSO}^{0,25} \\
 &- 0,0233 \text{NPL\_BUN}^{0,25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{NPL\_BDB}^{0,25} &= 0,1578 + 0,5675 (\text{NPL\_BDB}(-1))^{0,25} - 0,2577 \\
 &\text{NPL\_BIS}^{0,25} - 0,3355 \text{NPL\_BSO}^{0,25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{NPL\_BEC}^{0,25} &= 0,1206 - 0,2102 \text{NIREXPENSE\_BEC} + 0,5280 (\text{NPL\_BEC}(- \\
 &1))^{0,25}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{NPL\_BGA}^{0,25} &= -2,7111 + 2,6688 \text{EQU\_BGA} - 1,0448 \text{NII\_BGA} + 0,7466 \\
 &\text{NIREXPENSE\_BGA} - 6,3410 \text{PREVISION\_BGA} - 9,1517e-10 \text{PROP\_BGA} + \\
 &0,8333 \text{EQU\_BGA}(-12) + 5,8444 \text{PREVISION\_BGA}(-1) + 8,5022e-10 \\
 &\text{PROP\_BGA}(-1) + 0,1177 \text{TAMANO\_BGA}(-12) + 0,0409 \text{NPL\_BDB}^{0,25} + \\
 &0,0987 \text{NPL\_BEC}^{0,25} + 0,1483 \text{NPL\_BIS}^{0,25} + 0,3097 \text{NPL\_BME}^{0,25} + \\
 &0,0621 \text{NPL\_BNA}^{0,25} + 0,2169 \text{NPL\_BNB}^{0,25} + 0,1826 \text{NPL\_BSO}^{0,25}
 \end{aligned}$$

$$5) \text{NPL\_BIS}^{0,25} = -0,9281 - 1,5877e-10 \text{ PROP\_BIS} + 0,5274 \text{ PROPSHARE\_BIS} + 0,0427 \text{ TAMANO\_BIS} - 3,2694e-09 \text{ PIB} - 0,0249 \text{ LIBOR} + 5,9550e-09 \text{ PIB}(-1) + 0,0215 \text{ LIBOR}(-1) + 0,3968 \text{ NPL\_BME}^{0,25} + 0,0192 \text{ NPL\_BNA}^{0,25} + 0,1050 \text{ NPL\_BSO}^{0,25}$$

$$6) \text{NPL\_BME}^{0,25} = 0,0040 - 5,2113e-10 \text{ PIB} + 0,4028 (\text{NPL\_BME}(-1))^{0,25} + 0,0865 \text{ PROPSHARE\_BME}(-1) + 0,2137 \text{ NPL\_BCR}^{0,25} + 0,0144 \text{ NPL\_BEC}^{0,25} + 0,1113 \text{ NPL\_BGA}^{0,25} + 0,2599 \text{ NPL\_BIS}^{0,25} - 0,0998 \text{ NPL\_BSO}^{0,25}$$

$$7) \text{NPL\_BNA}^{0,25} = 0,0118 + 0,3406 \text{ NII\_BNA} - 0,1528 \text{ NIREXPENSE\_BNA} + 0,5343 (\text{NPL\_BNA}(-1))^{0,25} + 25,0274 \text{ CONSSHARE\_BNA}(-1) - 0,7950 \text{ NPL\_BCR}^{0,25} + 0,4786 \text{ NPL\_BEC}^{0,25} + 0,6912 \text{ NPL\_BGA}^{0,25} + 0,1061 \text{ NPL\_BME}^{0,25} - 0,0034 \text{ NPL\_BNB}^{0,25} - 0,2486 \text{ NPL\_BUN}^{0,25}$$

$$8) \text{NPL\_BNB}^{0,25} = -0,0131 + 4,5114e-09 \text{ PIB} + 0,559 (\text{NPL\_BNB}(-1))^{0,25} - 4,8911e-09 \text{ PIB}(-1) + 0,2868 \text{ NPL\_BCR}^{0,25} + 0,1806 \text{ NPL\_BGA}^{0,25} + 0,0856 \text{ NPL\_BUN}^{0,25}$$

$$9) \text{NPL\_BSO}^{0,25} = 0,0290 - 3,9956 \text{ CONSSHARE\_BSO} + 0,8968 (\text{NPL\_BSO}(-1))^{0,25} - 0,0905 \text{ NIREXPENSE\_BSO}(-1) - 0,3098 \text{ PREVISION\_BSO}(-1) - 0,0012 \text{ TAMANO\_BSO}(-12) + 0,0914 \text{ NPL\_BEC}^{0,25} + 0,0396 \text{ NPL\_BGA}^{0,25} + 0,1630 \text{ NPL\_BIS}^{0,25} - 0,1149 \text{ NPL\_BME}^{0,25} - 0,0413 \text{ NPL\_BUN}^{0,25}$$

$$10) \text{NPL\_BUN}^{0,25} = 0,0535 + 1,9512 \text{ PROPSHARE\_BUN} + 0,5302 (\text{NPL\_BUN}(-1))^{0,25} - 0,0087 \text{ NII\_BUN}(-1) - 2,2826 \text{ PROPSHARE\_BUN}(-1) - 0,5437 \text{ NPL\_BCR}^{0,25} + 0,0852 \text{ NPL\_BDB}^{0,25} + 0,1824 \text{ NPL\_BEC}^{0,25} +$$

$$0,3766 NPL\_BIS^{0,25} - 0,0699 NPL\_BNA^{0,25} + 0,2183 NPL\_BNB^{0,25} + 0,3192 NPL\_BSO^{0,25}$$

(Valores de significancia se encuentran en anexo)

Se debe tomar en cuenta que los parámetros estimados difieren de los estimados por MCO individual lo que expresa que existe una correlación en los errores entre cada uno de los modelos.

La interpretación de parámetros se realiza en el mismo sentido que en el punto uno (modelo lineal agregado).

Dados los modelos diagnosticados se puede mostrar en la siguiente figura las relaciones causales entre las entidades. Esto se realiza para poder mostrar cuales serían, como aproximación, a las funciones de contagio.

$$1) NPL\_BCR^{0,25} = f(NPL\_BDB^{0,25}, NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BME^{0,25}, NPL\_BNA^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25}, NPL\_BUN^{0,25})$$

$$2) NPL\_BDB^{0,25} = f(NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25})$$

$$3) NPL\_BEC^{0,25}$$

$$4) NPL\_BGA^{0,25} = f(NPL\_BDB^{0,25}, NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BME^{0,25}, NPL\_BNA^{0,25}, NPL\_BNB^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25})$$

$$5) NPL\_BIS^{0,25} = f(NPL\_BME^{0,25}, NPL\_BNA^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25})$$

$$6) NPL\_BME^{0,25} = f(NPL\_BCR^{0,25}, NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BGA^{0,25}, NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25})$$

$$7) NPL\_BNA^{0,25} = f(NPL\_BCR^{0,25}, NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BGA^{0,25}, NPL\_BME^{0,25}, NPL\_BNB^{0,25}, NPL\_BUN^{0,25})$$

$$8) NPL\_BNB^{0,25} = f(NPL\_BCR^{0,25}, NPL\_BGA^{0,25}, NPL\_BUN^{0,25})$$

$$9) NPL\_BSO^{0,25} = f(NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BGA^{0,25}, NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BME^{0,25}, NPL\_BUN^{0,25})$$

$$10) NPL\_BUN^{0,25} = f(NPL\_BCR^{0,25}, NPL\_BDB^{0,25}, NPL\_BEC^{0,25}, NPL\_BIS^{0,25}, NPL\_BNA^{0,25}, NPL\_BNB^{0,25}, NPL\_BSO^{0,25})$$

### 3.3.7. Análisis de Tensión

El objetivo fundamental en un análisis de tensión, que se realizará en adelante, es establecer el vínculo existente entre la calidad de la cartera de crédito (indicador de mora y el margen financiero) del sistema financiero bancario boliviano y describir su posible evolución futura ante un entorno económico (escenarios hipotéticos). De esta manera, se podrán determinar los posibles comportamientos de la calidad de cartera y su impacto en los resultados de las entidades bancarias analizadas, frente a cambios adversos generados en variables económicas exógenas como crecimiento del PIB, inflación y Libor.

Lo anterior se realiza para identificar y cuantificar el impacto en condiciones de estrés financiero sobre la cartera vencida afecta directamente los resultados de las entidades bancarias bolivianas.

**Diagnóstico y Asignación de Función de Distribución de Probabilidades(fdp) para cada Variable Objeto de Estudio:**

Dado el conjunto de datos obtenidos se requiere aplicar la prueba de Kolmogórov-Smirnov (también prueba K-S), la cual es una prueba no paramétrica, para determinar la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí, una teórica ideal y la otra empírica real.

En el caso de que se requiera identificar y asignar una función de densidad de probabilidades a un conjunto de datos, la prueba de Lilliefors conlleva algunas mejoras con respecto a la de Kolmogórov-Smirnov; y, en general, el test de Shapiro–Wilk o la prueba de Anderson-Darling son alternativas más robustas.

Conviene tener en cuenta que la prueba Kolmogórov-Smirnov es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución. Esta se estima mediante la siguiente expresión matemática:

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1 & \text{si } y_i \leq x, \\ 0 & \text{alternativa.} \end{cases}$$

Para dos colas el estadístico viene dado.

$$D_n^+ = \max(F_n(x) - F(x))$$

$$D_n^- = \max(F(x) - F_n(x))$$

Donde  $F(x)$  es la distribución presenta como hipótesis.

Por otro lado, la prueba de Anderson-Darling, es sensible a capturar los valores extremos lo cual es muy importantes en series financieras. Esta prueba, como la anterior, permite determinar si una muestra de datos corresponde a una función de distribución de probabilidad. Esta prueba parte del supuesto de que no existen parámetros a estimar en la distribución que se está probando, en cuyo caso la prueba y

su conjunto de valores críticos siguen una distribución libre. Sin embargo, la prueba se aplica con frecuencia en escenarios en los que se está probando un conjunto de distribuciones, en cuyo caso deben ser estimados los parámetros de cada una de las distribuciones teóricas y deben tenerse estos en cuenta a la hora de ajustar la prueba estadística y sus valores críticos.

En resumen, esta prueba no paramétrica se aplica para conocer si los datos de una muestra provienen de una distribución específica.

$$A^2 = -N - S$$

$$S = \sum_{k=1}^N \frac{2k-1}{N} [\ln F(Y_k) + \ln(1 - F(Y_{N+1-k}))]$$

Aplicando las anteriores pruebas se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 2.**

*Distribuciones de Probabilidad Asignadas*

VARIABLE	FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE PROB.	
<i>NPLA</i>	<i>Logarítmico Normal</i>	<i>Ubicación: 0,00</i>
		<i>Media: 0,01</i>
		<i>Desv. Est.: 0,02</i>
<i>NMA</i>	<i>Beta</i>	<i>Mínimo: 0</i>
		<i>Alfa: 1,624</i>
		<i>Máximo: 0,06</i>

---

		Beta: 1,96
<b>NIMA12</b>	Logística	Media: 0
		Escala:0
	Logarítmico Normal	Ubicación: -
	271212378,62	
<b>PROPA</b>		Media:
	6047757286,45	
		Desv,Est,:
	8458988844,34	
<b>TAMANOA</b>	Gamma	Ubicación: 23,04
		Escala: 0,31
		Forma:4,48
<b>EQUA</b>	Logarítmico Normal	Ubicación: 0,03
		Media: 0,06
		Desv, Est,: 0,01
<b>PREVISIONA</b>	Extremo Mínimo	Más Probable:0,01
		Escala: 0,01
<b>NIIA</b>	Logarítmico Normal	Ubicación: -0,02
		Media: 0,03
		Desv, Est,: 0,03
<b>NIREXPENSE</b>	Gamma	Ubicación: 0,00
		Escala: 0,04
		Forma:1,406
<b>PROPSHAREA</b>	Extremo Mínimo	Más Probable:0,22

---

---

		<i>Escala: 0,05</i>
<b>CONSSHAREA</b>	<i>Pareto</i>	<i>Ubicación: 0,00</i>
		<i>Forma: 1,058</i>
<b>PIB</b>	<i>Uniforme</i>	<i>Min:9721393</i>
		<i>Max: 63187858</i>
<b>INF</b>	<i>Logística</i>	<i>Media: 0,38</i>
		<i>Escala:0,30</i>
<b>LIBOR</b>	<i>Gamma</i>	<i>Ubicación: 0,23</i>
		<i>Escala: 4,61</i>
		<i>Forma:0,514</i>

---

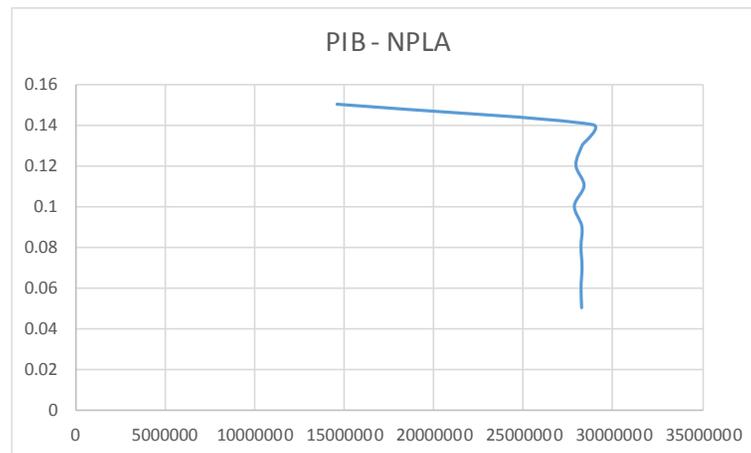
Fuente y Elaboración: Propia

### 3.3.8. Análisis de Escenarios Simultáneos

En el presente punto se realizan 10.000 simulaciones para cada una de las variables y se aplica el modelo lineal con datos agregados.

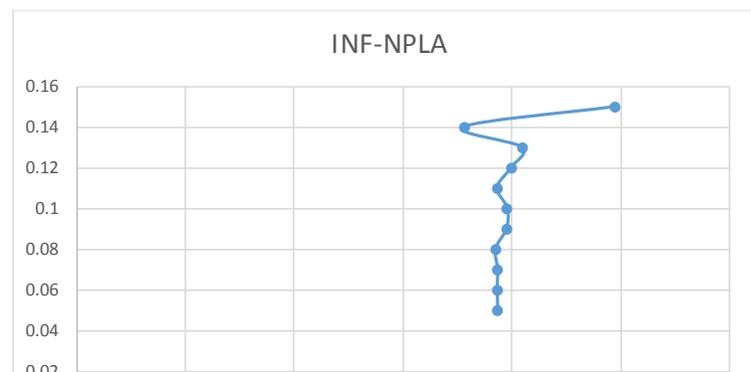
Realizadas las simulaciones y procesados los datos se puede mencionar que la tasa de mora se eleva a un máximo de 0,16 si el PIB trimestral es próximo a Bs14.570.575,54. Y va en incremento aun manteniéndose estable alrededor de Bs 28.897.837,14 Bs. Este incremento se debe a otras variables. Se menciona que el PIB trimestral actual es de Bs 62.967.831,00. Y es muy poco probable que se pueda generar este escenario.

Dadas las simulaciones se tienen los siguientes resultados:

**Figura12.***PIB Vs. Tasa de Mora*

Fuente y Elaboración: Propia

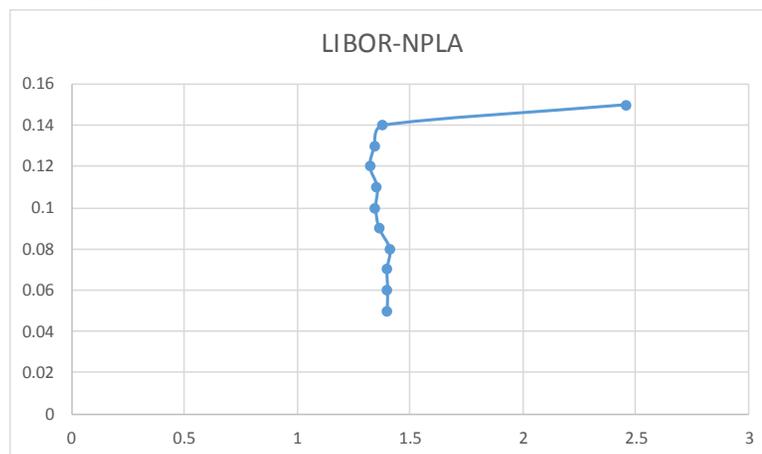
Por otro lado, si se analiza el comportamiento de la mora con base en la inflación se expresa que si la inflación es de 0,5 se podría alcanzar un máximo, debe tomarse en cuenta que la última tasa registrada es de 0,29. Si la tasa se encuentra en el rango de [0,35 0,40] se incrementa el indicador debido a razones microeconómicas.

**Figura13.***Inflación Vs. Tasa de Mora*

La tasa libor muestra un comportamiento parecido, es decir si se incrementa hasta un 2,5 el índice de mora alcanzaría su máximo.

#### Figura14.

*Tasa Libor Vs. Tasa de Mora*



Fuente y Elaboración: Propia

#### 3.3.9. Demostración de Hipótesis

Con los modelos de vectores autorregresivos estimados se logra demostrar la existencia de los fenómenos de contagio entre las entidades de intermediación financieras, porque explican el comportamiento de unos con los otros (lo cual expresa

que la intermediación financiera afectará al otro entonces existe un fenómeno de contagio). Así también, se realizaron con base de simulaciones, pruebas de tensión. Con lo cual se habría logrado el objetivo de la presente tesis.

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

Los resultados del presente trabajo se describen con base en el cálculo de las ratios mostrados y descritos en el primer punto y la estimación de los parámetros de varios modelos econométricos, que expresan a nivel agregado o no, que las variables macroeconómicas y financieras influyen en la calidad financiera. Finalmente se realizan simulaciones para crear escenarios de estrés y alcanzar los resultados que se dan a conocer en las pruebas de tensión.

Los resultados del análisis de las variables o ratios calculados se expresan en la descripción del comportamiento y evolución de cada una de ellas, expresando la existencia de un quiebre estructural en el intervalo de tiempo comprendido entre 1997 al 2005 y el de 2006 al 2017.

Las pruebas en los modelos muestran la existencia de un efecto de las variables Macroeconómicas afectan los indicadores de calidad de las entidades de

intermediación financiera demostrando que estas no son aisladas de las políticas económicas que se puedan tomar. Se advierte también que a nivel agregado es más significativo el efecto y a nivel individual solo algunas son las que muestran, econométricamente, ser afectadas por variables macroeconómicas. Lo anterior se complementa con la existencia de una interacción interbancaria que no se explica por las variables utilizadas como independientes y que demostraría una estructura de contagio al interior de la muestra conformada por los bancos seleccionados. El modelo de data panel expresa que el banco con mayor tasa en mora relativa al banco unión es el Banco Mercantil Santa Cruz.

El análisis de tensión expresa, con base en 10000 simulaciones, las circunstancias en que se podría ejecutar un máximo de mora. Es así que se debería tener un PIB próximo a Bs14.570.575,54, una inflación de 0,5 y una tasa libor de aproximado de 2,5 se tiene el escenario con una mora de alrededor de 0.15.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un mayor número de investigaciones, desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas, para apoyar al Sistema de Intermediación Financiera en la toma de decisiones.

### 4.3. BIBLIOGRAFÍA

Arreaza, A., Fernández, M., & Mirabal, J. (2001) Determinantes del spread bancario en Venezuela. Serie Documentos de Trabajo, N° 32.

ASOBANCOS (2007) Asociación de Bancos.

Budnevich, C. & Huerta, S. (2006). Ejercicios de tensión del capital en la banca chilena. Santiago de Chile.

Demirgüç-Kunt, Asli, and Harry Huizinga (1999), “Determinants of Commercial Bank Interest Margins and Profitability: Some International Evidence”, World Bank Economic Review.

Demirgüç-Kunt, Asli, and Harry Huizinga (2000), “Financial Structure and Bank Profitability”, World Bank Working Paper.

Laguna, M. (1998) “El Comportamiento de las Tasas de Interés en el Sistema Bancario Boliviano y el Margen del Banco Central de Bolivia para Políticas de Tasas de Interés. Banco central de Bolivia.

Le-Fort, C. & Huerta, S. (2006) Ejercicios de Tensión del Capital en la Banca Chilena, Departamento de Estudios de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras.

Superintendencia de Bancos de la República Dominicana (2011) Marco Metodológico para la Aplicación de Pruebas de Estrés al Sistema Financiero Dominicano, División de Estudios – Departamento de Gestión de Riesgos y Estudios 5 que permite identificar las instituciones financieras más vulnerables.

Nicole, P. (2 de julio de 2019). *economepedia.com*. Obtenido de economipedia:

<https://economipedia.com/>

Villegas, R. (2017). Sistema Financiero. *Sites*.

## ANEXO

## Anexo 1. Pruebas Estadísticas

Dependent Variable: DNIMA12  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/21/17 Time: 18:37  
 Sample (adjusted): 2000M01 2016M12  
 Included observations: 204 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.121262	0.037847	-3.204040	0.0016
LIBOR	0.000140	0.000118	1.182214	0.2386
NIIA	-0.406691	0.050192	-8.102672	0.0000
NIREXPENSE	0.385146	0.046274	8.323159	0.0000
PROPA	-1.83E-12	4.85E-13	-3.771844	0.0002
PROPSHAREA	0.024910	0.008021	3.105531	0.0022
TAMANOA	-0.026816	0.004184	-6.409139	0.0000
NIREXPENSE(-12)	-0.263661	0.048489	-5.437531	0.0000
TAMANOA(-1)	0.031631	0.004056	7.798693	0.0000
DNIMA12(-1)	0.533887	0.042707	12.50104	0.0000
DNIMA12(-12)	-0.367111	0.042317	-8.675216	0.0000
DNIMA12(-24)	-0.238326	0.039502	-6.033335	0.0000
EQUA(-12)	0.087453	0.021108	4.143074	0.0001
INF(-1)	0.000221	0.000172	1.289377	0.1989
NIIA(-12)	0.234059	0.053057	4.411484	0.0000
NIREXPENSE(-13)	0.008569	0.003126	2.740826	0.0067
PREVISIONA(-1)	0.065496	0.070427	0.929992	0.3536
PROPA(-12)	1.99E-12	6.13E-13	3.245131	0.0014
PROPSHAREA(-12)	-0.036336	0.008216	-4.422473	0.0000
SERIES02	-0.000186	0.000112	-1.653345	0.1000

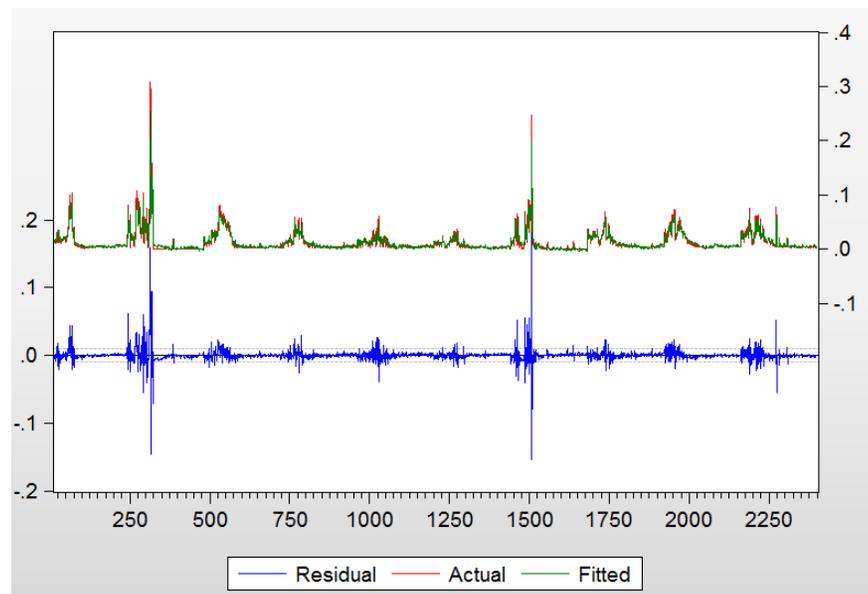
R-squared	0.813266	Mean dependent var	-0.000273
Adjusted R-squared	0.793984	S.D. dependent var	0.002848
S.E. of regression	0.001292	Akaike info criterion	-10.37159
Sum squared resid	0.000307	Schwarz criterion	-10.04629
Log likelihood	1077.903	Hannan-Quinn criter.	-10.24000
F-statistic	42.17686	Durbin-Watson stat	1.779097
Prob(F-statistic)	0.000000		

## Anexo 2. Modelo Lineal sin Transformaciones con solo los significativos

Dependent Variable: NPL  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/25/17 Time: 11:23  
 Sample (adjusted): 13 2400  
 Included observations: 2388 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.033621	0.021089	1.594280	0.1110
NPL(-1)	0.792151	0.013024	60.82094	0.0000
TAMANO	0.001287	0.000748	1.719965	0.0856
EQU	-0.010521	0.004403	-2.389471	0.0170
PREVISION	-0.161907	0.179824	-0.900364	0.3680
NII	0.004106	0.016969	0.241941	0.8088
NIREXPENSE	-0.002165	0.015389	-0.140655	0.8882
PROPSHARE	-0.003448	0.004067	-0.847800	0.3966
CONSSHARE	-0.039705	0.062776	-0.632485	0.5271
LOGPIB	-0.008438	0.003368	-2.505247	0.0123
PROP^0.1	0.000392	0.000188	2.090924	0.0366
LIBOR	-0.001011	0.000981	-1.030075	0.3031
TAMANO(-12)	-0.000341	0.000376	-0.907964	0.3640
EQU(-12)	0.003580	0.004124	0.868193	0.3854
PREVISION(-1)	0.107622	0.179547	0.599409	0.5490
NII(-1)	-0.000843	0.006592	-0.127845	0.8983
NIREXPENSE(-6)	-0.005474	0.004484	-1.220739	0.2223
CONSSHARE(-1)	0.035301	0.062544	0.564416	0.5725
LOGPIB(-1)	0.005435	0.003245	1.674989	0.0941
INF(-12)	-9.52E-05	0.000377	-0.252609	0.8006
LIBOR(-1)	0.000927	0.000993	0.932907	0.3510
D1	-0.001074	0.001024	-1.048840	0.2944
D2	0.006923	0.002299	3.011196	0.0026
D3	0.000265	0.001036	0.255800	0.7981
D4	-0.000609	0.001092	-0.557759	0.5771
D5	-0.000952	0.001078	-0.883525	0.3770
D6	-0.002373	0.001147	-2.068284	0.0387
D7	0.007045	0.002364	2.980802	0.0029
D8	-0.001844	0.001048	-1.759222	0.0787
D9	0.001214	0.001314	0.924018	0.3556
SER02	0.002182	0.001176	1.856229	0.0635
MES1	-0.000299	8.89E-05	-3.362605	0.0008
R-squared	0.746993	Mean dependent var		0.012445
Adjusted R-squared	0.743664	S.D. dependent var		0.020440
S.E. of regression	0.010349	Akaike info criterion		-6.290561
Sum squared resid	0.252328	Schwarz criterion		-6.213131
Log likelihood	7542.930	Hannan-Quinn criter.		-6.262385
F-statistic	224.3873	Durbin-Watson stat		1.872962
Prob(F-statistic)	0.000000			

$$\begin{aligned}
\text{NPL} = & 0.0336211230748 + 0.792151441826*\text{NPL}(-1) + \\
& 0.00128731257987*\text{TAMANO} - 0.0105205719153*\text{EQU} - \\
& 0.161906832367*\text{PREVISION} + 0.00410559394266*\text{NII} - \\
& 0.00216460256114*\text{NIREXPENSE} - 0.00344762926315*\text{PROPSHARE} - \\
& 0.0397048894079*\text{CONSSHARE} - 0.00843849021712*\text{LOGPIB} + \\
& 0.000392325189182*\text{PROP}^0.1 - 0.00101085986902*\text{LIBOR} - \\
& 0.000341067936641*\text{TAMANO}(-12) + 0.00358046153086*\text{EQU}(-12) + \\
& 0.107622310732*\text{PREVISION}(-1) - 0.000842740999666*\text{NII}(-1) - \\
& 0.00547352883879*\text{NIREXPENSE}(-6) + 0.0353005910096*\text{CONSSHARE}(-1) + \\
& 0.00543491005402*\text{LOGPIB}(-1) - 9.51830300268\text{e-}05*\text{INF}(-12) + \\
& 0.000926543877846*\text{LIBOR}(-1) - 0.00107426787894*\text{D1} + 0.00692341293558*\text{D2} + \\
& 0.000264993336681*\text{D3} - 0.000609199316308*\text{D4} - 0.000952119673007*\text{D5} - \\
& 0.00237304069385*\text{D6} + 0.00704544946554*\text{D7} - 0.00184361998987*\text{D8} + \\
& 0.00121426237153*\text{D9} + 0.00218244245914*\text{SER02} - 0.000299030971734*\text{MES1}
\end{aligned}$$



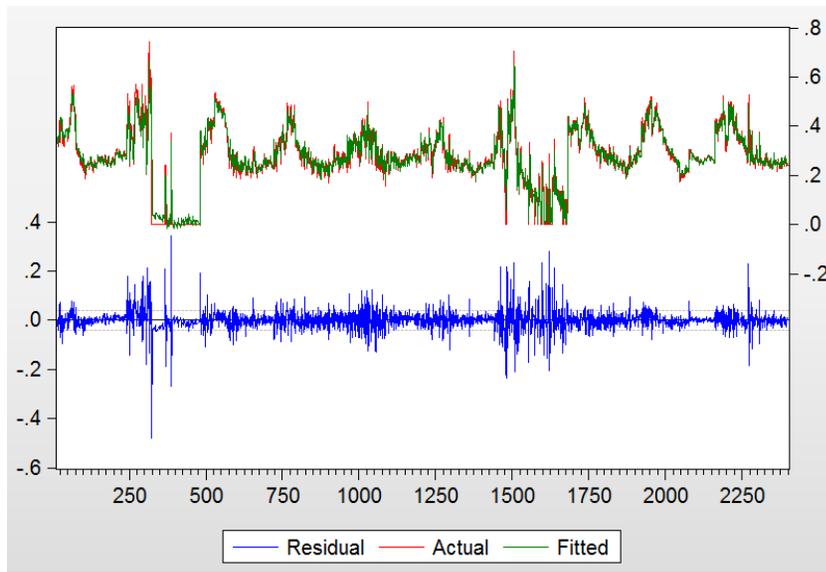
## Anexo 3. Modelado con Transformaciones

Dependent Variable: LOGNPL  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/25/17 Time: 10:50  
 Sample (adjusted): 13 2400  
 Included observations: 2388 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.186596	0.084394	2.211016	0.0271
LOGNPL(-1)	0.833571	0.011810	70.58225	0.0000
TAMANO	0.005669	0.002972	1.907487	0.0566
EQU	-0.036821	0.017525	-2.101131	0.0357
PREVISION	-1.390411	0.712332	-1.951914	0.0511
NII	-0.121126	0.067824	-1.785886	0.0742
NIREXPENSE	0.150518	0.061626	2.442463	0.0147
PROPSHARE	-0.007304	0.016104	-0.453548	0.6502
CONSSHARE	0.097957	0.248786	0.393740	0.6938
LOGPIB	-0.070467	0.013373	-5.269357	0.0000
PROP^0.1	0.001662	0.000748	2.222775	0.0263
LIBOR	-0.003022	0.003895	-0.775936	0.4379
TAMANO(-12)	-0.001707	0.001490	-1.145725	0.2520
EQU(-12)	-0.002120	0.016322	-0.129886	0.8967
PREVISION(-1)	1.287528	0.711263	1.810200	0.0704
NII(-1)	0.022378	0.026105	0.857217	0.3914
NIREXPENSE(-6)	-0.054542	0.017769	-3.069508	0.0022
CONSSHARE(-1)	-0.041492	0.247785	-0.167453	0.8670
LOGPIB(-1)	0.057592	0.012849	4.482216	0.0000
INF(-12)	-0.001301	0.001493	-0.871705	0.3835
LIBOR(-1)	0.003635	0.003944	0.921510	0.3569
D1	-0.004879	0.004068	-1.199495	0.2305
D2	0.003408	0.008916	0.382237	0.7023
D3	0.000544	0.004099	0.132669	0.8945
D4	-0.001471	0.004328	-0.339916	0.7340
D5	-0.002470	0.004269	-0.578537	0.5630
D6	-0.010596	0.004591	-2.308024	0.0211
D7	0.018600	0.009353	1.988661	0.0469
D8	-0.005192	0.004159	-1.248579	0.2119
D9	-0.000206	0.005206	-0.039576	0.9684
SER02	0.010760	0.004675	2.301327	0.0215
MES1	-0.002618	0.000353	-7.423312	0.0000
R-squared	0.882097	Mean dependent var	0.276403	
Adjusted R-squared	0.880546	S.D. dependent var	0.118609	
S.E. of regression	0.040994	Akaike info criterion	-3.537474	
Sum squared resid	3.959271	Schwarz criterion	-3.460044	
Log likelihood	4255.744	Hannan-Quinn criter.	-3.509298	
F-statistic	568.5987	Durbin-Watson stat	2.165008	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Se debe tomar en cuenta que para disminuir la heteroscedasticidad se realizó la transformación  $\log NPL = NPL^{1/4}$

*Anexo 4. Ajuste de NPL con modelo de Bases de Panel*



$$\begin{aligned}
 \text{LOGNPL} = & 0.207557772632 + 0.836537898152 * \text{LOGNPL}(-1) + \\
 & 0.00579901863698 * \text{TAMANO} - 0.034001363878 * \text{EQU} - 1.40069474398 * \text{PREVISION} - \\
 & 0.110822023148 * \text{NII} + 0.15879196124 * \text{NIREXPENSE} - 0.0644080166931 * \text{LOGPIB} + \\
 & 0.00116292128853 * \text{PROP}^{0.1} + 1.31530695138 * \text{PREVISION}(-1) - \\
 & 0.0438330615111 * \text{NIREXPENSE}(-6) + 0.110889696431 * \text{CONSSHARE} + \\
 & 0.0478834935724 * \text{LOGPIB}(-1) + 0.00416459506562 * \text{INF}(-1) - 0.00482928313503 * \text{D1} \\
 & + 0.0066561586238 * \text{D2} + 0.0020820938382 * \text{D3} - 8.4233959896e-05 * \text{D4} - \\
 & 0.00326234802961 * \text{D5} - 0.0115122816497 * \text{D6} + 0.0206258227512 * \text{D7} - \\
 & 0.00500714465859 * \text{D8} + 0.00117362288791 * \text{D9} + 0.00930187712226 * \text{SER02} - \\
 & 0.00261585175975 * \text{MES1}
 \end{aligned}$$

Dependent Variable: LOGNPL  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/25/17 Time: 11:09  
 Sample (adjusted): 7 2400  
 Included observations: 2394 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.207558	0.062890	3.300306	0.0010
LOGNPL(-1)	0.836538	0.011696	71.52081	0.0000
TAMANO	0.005799	0.002851	2.033734	0.0421
EQU	-0.034001	0.012327	-2.758298	0.0059
PREVISION	-1.400695	0.707257	-1.980461	0.0478
NII	-0.110822	0.061229	-1.809972	0.0704
NIREXPENSE	0.158792	0.060178	2.638685	0.0084
LOGPIB	-0.064408	0.009953	-6.471082	0.0000
PROP^0.1	0.001163	0.000510	2.280446	0.0227
PREVISION(-1)	1.315307	0.706121	1.862722	0.0626
NIREXPENSE(-6)	-0.043833	0.017433	-2.514415	0.0120
CONSSHARE	0.110890	0.121112	0.915598	0.3600
LOGPIB(-1)	0.047883	0.008683	5.514405	0.0000
INF(-1)	0.004165	0.001486	2.803374	0.0051
D1	-0.004829	0.003921	-1.231520	0.2183
D2	0.006656	0.008559	0.777639	0.4369
D3	0.002082	0.004024	0.517406	0.6049
D4	-8.42E-05	0.004247	-0.019836	0.9842
D5	-0.003262	0.004175	-0.781424	0.4346
D6	-0.011512	0.004173	-2.759071	0.0058
D7	0.020626	0.009151	2.254012	0.0243
D8	-0.005007	0.004087	-1.225152	0.2206
D9	0.001174	0.005126	0.228970	0.8189
SER02	0.009302	0.004168	2.231793	0.0257
MES1	-0.002616	0.000348	-7.522406	0.0000
R-squared	0.882243	Mean dependent var		0.276549
Adjusted R-squared	0.881050	S.D. dependent var		0.118499
S.E. of regression	0.040869	Akaike info criterion		-3.546486
Sum squared resid	3.956943	Schwarz criterion		-3.486120
Log likelihood	4270.144	Hannan-Quinn criter.		-3.524522
F-statistic	739.5258	Durbin-Watson stat		2.166088
Prob(F-statistic)	0.000000			

System: UNTITLED  
 Estimation Method: Seemingly Unrelated Regression  
 Date: 07/25/17 Time: 18:41  
 Sample: 2006M02 2016M12  
 Included observations: 131  
 Total system (unbalanced) observations 1288  
 Linear estimation after one-step weighting matrix

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.004809	0.019742	0.243597	0.8076
C(7)	-1.14E-10	6.96E-11	-1.631224	0.1031
C(8)	0.032617	0.049406	0.660181	0.5093
C(121)	0.634016	0.056297	11.26198	0.0000
C(136)	1.21E-10	7.18E-11	1.687649	0.0917
C(242)	0.024561	0.014046	1.748631	0.0806
C(243)	0.068595	0.033823	2.028054	0.0428
C(245)	0.139976	0.033261	4.208378	0.0000
C(246)	0.056786	0.043303	1.311355	0.1900
C(247)	-0.021578	0.010212	-2.113060	0.0348
C(249)	0.064840	0.032862	1.973063	0.0487
C(250)	-0.023308	0.021210	-1.098899	0.2720
C(13)	0.157795	0.049385	3.195207	0.0014
C(122)	0.567540	0.069885	8.121095	0.0000
C(255)	-0.257669	0.155421	-1.657876	0.0976
C(259)	-0.335486	0.142892	-2.347832	0.0190
C(25)	0.120614	0.017553	6.871425	0.0000
C(29)	-0.210174	0.076572	-2.744779	0.0061
C(123)	0.527979	0.072011	7.331870	0.0000
C(37)	-2.711104	0.756701	-3.582795	0.0004
C(39)	2.668839	0.588785	4.532795	0.0000
C(40)	-1.044851	0.572596	-1.824761	0.0683
C(41)	0.746601	0.367961	2.029024	0.0427
C(42)	-6.341028	5.004193	-1.267143	0.2054
C(43)	-9.15E-10	2.41E-10	-3.795332	0.0002
C(169)	0.833349	0.529937	1.572544	0.1161
C(172)	5.844440	4.957241	1.178970	0.2386
C(173)	8.50E-10	2.44E-10	3.483766	0.0005
C(175)	0.117728	0.034891	3.374220	0.0008
C(272)	0.040897	0.031073	1.316179	0.1884
C(273)	0.098684	0.078917	1.250484	0.2114
C(275)	0.148315	0.089054	1.665461	0.0961
C(276)	0.309679	0.099669	3.107091	0.0019
C(277)	0.062053	0.024536	2.529051	0.0116
C(278)	0.216943	0.083242	2.606166	0.0093
C(279)	0.182622	0.089829	2.032993	0.0423
C(49)	-0.928119	0.933405	-0.994337	0.3203
C(55)	-1.59E-10	6.84E-11	-2.322180	0.0204
C(56)	0.527443	0.206450	2.554819	0.0107
C(57)	0.042732	0.041175	1.037809	0.2996
C(58)	-3.27E-09	2.22E-09	-1.471784	0.1413
C(60)	-0.024948	0.008402	-2.969225	0.0030
C(187)	5.96E-09	2.11E-09	2.826589	0.0048
C(189)	0.021467	0.007895	2.719172	0.0066
C(286)	0.396825	0.096445	4.114540	0.0000
C(287)	0.019244	0.025095	0.766829	0.4433
C(289)	0.104957	0.074893	1.401424	0.1613

C(61)	0.003988	0.027383	0.145622	0.8842
C(70)	-5.21E-10	1.82E-10	-2.859932	0.0043
C(126)	0.402852	0.077595	5.191693	0.0000
C(196)	0.086476	0.031971	2.704839	0.0069
C(291)	0.213648	0.103872	2.056845	0.0399
C(293)	0.014420	0.058455	0.246690	0.8052
C(294)	0.111323	0.054023	2.060661	0.0396
C(295)	0.259924	0.057664	4.507587	0.0000
C(299)	-0.099800	0.054401	-1.834538	0.0668
C(73)	0.011833	0.098510	0.120120	0.9044
C(76)	0.340581	0.486745	0.699712	0.4842
C(77)	-0.152803	0.357201	-0.427778	0.6689
C(127)	0.534345	0.068818	7.764643	0.0000
C(201)	25.02736	16.08620	1.555827	0.1200
C(301)	-0.794976	0.323024	-2.461045	0.0140
C(303)	0.478606	0.232797	2.055900	0.0400
C(304)	0.691160	0.213484	3.237527	0.0012
C(306)	0.106106	0.294113	0.360767	0.7183
C(308)	-0.003382	0.215712	-0.015679	0.9875
C(310)	-0.248585	0.136867	-1.816255	0.0696
C(85)	-0.013122	0.031268	-0.419665	0.6748
C(94)	4.51E-09	2.06E-09	2.188712	0.0288
C(128)	0.559428	0.065765	8.506454	0.0000
C(220)	-4.89E-09	2.07E-09	-2.359903	0.0184
C(311)	0.286757	0.122154	2.347500	0.0191
C(314)	0.180637	0.065065	2.776275	0.0056
C(320)	0.085607	0.043882	1.950860	0.0513
C(97)	0.028998	0.054360	0.533448	0.5938
C(98)	-3.995574	1.206415	-3.311941	0.0010
C(129)	0.896821	0.040351	22.22527	0.0000
C(226)	-0.090539	0.035010	-2.586107	0.0098
C(227)	-0.309794	0.260299	-1.190147	0.2342
C(230)	-0.001204	0.002715	-0.443552	0.6574
C(322)	0.091371	0.040504	2.255832	0.0243
C(323)	0.039646	0.038321	1.034569	0.3011
C(324)	0.162985	0.044879	3.631622	0.0003
C(325)	-0.114871	0.050826	-2.260088	0.0240
C(329)	-0.041303	0.042946	-0.961742	0.3364
C(109)	0.053508	0.052000	1.028994	0.3037
C(116)	1.951214	0.745733	2.616505	0.0090
C(130)	0.530234	0.065211	8.131063	0.0000
C(236)	-0.008690	0.095843	-0.090670	0.9278
C(240)	-2.282592	0.757421	-3.013637	0.0026
C(340)	-0.543726	0.168809	-3.220957	0.0013
C(331)	0.085244	0.049325	1.728236	0.0842
C(332)	0.182432	0.115046	1.585733	0.1131
C(334)	0.376566	0.115966	3.247199	0.0012
C(336)	-0.069888	0.037890	-1.844486	0.0654
C(337)	0.218325	0.101737	2.145969	0.0321
C(338)	0.319221	0.118311	2.698146	0.0071

---

Determinant residual covariance	1.49E-34
---------------------------------	----------

---

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BCR}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(1) + \text{C}(7) * \text{PROP\_BCR} + \text{C}(8) \\ & * \text{PROPSHARE\_BCR} + \text{C}(121) * (\text{NPL\_BCR}(-1))^{\wedge}0.25 + \text{C}(136) \\ & * \text{PROP\_BCR}(-1) + \text{C}(242) * \text{NPL\_BDB}^{\wedge}0.25 + \text{C}(243) * \text{NPL\_BEC}^{\wedge}0.25 \\ & + \text{C}(245) * \text{NPL\_BIS}^{\wedge}0.25 + \text{C}(246) * \text{NPL\_BME}^{\wedge}0.25 + \text{C}(247) \\ & * \text{NPL\_BNA}^{\wedge}0.25 + \text{C}(249) * \text{NPL\_BSO}^{\wedge}0.25 + \text{C}(250) * \text{NPL\_BUN}^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.809400	Mean dependent var	0.263796
Adjusted R-squared	0.791781	S.D. dependent var	0.020733
S.E. of regression	0.009461	Sum squared resid	0.010651
Durbin-Watson stat	1.761730		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BDB}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(13) + \text{C}(122) * (\text{NPL\_BDB}(-1))^{\wedge}0.25 + \text{C}(255) \\ & * \text{NPL\_BIS}^{\wedge}0.25 + \text{C}(259) * \text{NPL\_BSO}^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.441340	Mean dependent var	0.013973
Adjusted R-squared	0.428143	S.D. dependent var	0.060127
S.E. of regression	0.045469	Sum squared resid	0.262559
Durbin-Watson stat	1.761248		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BEC}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(25) + \text{C}(29) * \text{NIREXPENSE\_BEC} + \text{C}(123) \\ & * (\text{NPL\_BEC}(-1))^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.296823	Mean dependent var	0.240364
Adjusted R-squared	0.285836	S.D. dependent var	0.024753
S.E. of regression	0.020919	Sum squared resid	0.056011
Durbin-Watson stat	2.084003		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BGA}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(37) + \text{C}(39) * \text{EQU\_BGA} + \text{C}(40) * \text{NII\_BGA} + \text{C}(41) \\ & * \text{NIREXPENSE\_BGA} + \text{C}(42) * \text{PREVISION\_BGA} + \text{C}(43) * \text{PROP\_BGA} \\ & + \text{C}(169) * \text{EQU\_BGA}(-12) + \text{C}(172) * \text{PREVISION\_BGA}(-1) + \text{C}(173) \\ & * \text{PROP\_BGA}(-1) + \text{C}(175) * \text{TAMANO\_BGA}(-12) + \text{C}(272) * \text{NPL\_BDB}^{\wedge}0.25 \\ & + \text{C}(273) * \text{NPL\_BEC}^{\wedge}0.25 + \text{C}(275) * \text{NPL\_BIS}^{\wedge}0.25 + \text{C}(276) \\ & * \text{NPL\_BME}^{\wedge}0.25 + \text{C}(277) * \text{NPL\_BNA}^{\wedge}0.25 + \text{C}(278) * \text{NPL\_BNB}^{\wedge}0.25 \\ & + \text{C}(279) * \text{NPL\_BSO}^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 120

R-squared	0.574777	Mean dependent var	0.246329
Adjusted R-squared	0.508723	S.D. dependent var	0.029158
S.E. of regression	0.020437	Sum squared resid	0.043021
Durbin-Watson stat	1.970725		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BIS}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(49) + \text{C}(55) * \text{PROP\_BIS} + \text{C}(56) \\ & * \text{PROPSHARE\_BIS} + \text{C}(57) * \text{TAMANO\_BIS} + \text{C}(58) * \text{PIB} + \text{C}(60) * \text{LIBOR} \\ & + \text{C}(187) * \text{PIB}(-1) + \text{C}(189) * \text{LIBOR}(-1) + \text{C}(286) * \text{NPL\_BME}^{\wedge}0.25 + \text{C}(287) \\ & * \text{NPL\_BNA}^{\wedge}0.25 + \text{C}(289) * \text{NPL\_BSO}^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.336777	Mean dependent var	0.261057
Adjusted R-squared	0.281508	S.D. dependent var	0.025723
S.E. of regression	0.021804	Sum squared resid	0.057049
Durbin-Watson stat	1.589942		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BME}^{\wedge}0.25 &= \text{C}(61) + \text{C}(70) * \text{PIB} + \text{C}(126) * (\text{NPL\_BME}(-1))^{\wedge}0.25 \\ & + \text{C}(196) * \text{PROPSHARE\_BME}(-1) + \text{C}(291) * \text{NPL\_BCR}^{\wedge}0.25 + \text{C}(293) \\ & * \text{NPL\_BEC}^{\wedge}0.25 + \text{C}(294) * \text{NPL\_BGA}^{\wedge}0.25 + \text{C}(295) * \text{NPL\_BIS}^{\wedge}0.25 \\ & + \text{C}(299) * \text{NPL\_BSO}^{\wedge}0.25 \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.452357	Mean dependent var	0.239948
Adjusted R-squared	0.416446	S.D. dependent var	0.021843

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BNA}^{0.25} &= \text{C}(73) + \text{C}(76) * \text{NII\_BNA} + \text{C}(77) \\ &* \text{NIREXPENSE\_BNA} + \text{C}(127) * (\text{NPL\_BNA}(-1))^{0.25} + \text{C}(201) \\ &* \text{CONSSHARE\_BNA}(-1) + \text{C}(301) * \text{NPL\_BCR}^{0.25} + \text{C}(303) \\ &* \text{NPL\_BEC}^{0.25} + \text{C}(304) * \text{NPL\_BGA}^{0.25} + \text{C}(306) * \text{NPL\_BME}^{0.25} \\ &+ \text{C}(308) * \text{NPL\_BNB}^{0.25} + \text{C}(310) * \text{NPL\_BUN}^{0.25} \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.403302	Mean dependent var	0.104863
Adjusted R-squared	0.353577	S.D. dependent var	0.082257
S.E. of regression	0.066135	Sum squared resid	0.524856
Durbin-Watson stat	2.043971		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BNB}^{0.25} &= \text{C}(85) + \text{C}(94) * \text{PIB} + \text{C}(128) * (\text{NPL\_BNB}(-1))^{0.25} \\ &+ \text{C}(220) * \text{PIB}(-1) + \text{C}(311) * \text{NPL\_BCR}^{0.25} + \text{C}(314) * \text{NPL\_BGA}^{0.25} \\ &+ \text{C}(320) * \text{NPL\_BUN}^{0.25} \end{aligned}$$

Observations: 131

R-squared	0.496367	Mean dependent var	0.262685
Adjusted R-squared	0.471998	S.D. dependent var	0.028422
S.E. of regression	0.020652	Sum squared resid	0.052889
Durbin-Watson stat	2.180218		

$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BSO}^{0.25} &= \text{C}(97) + \text{C}(98) * \text{CONSSHARE\_BSO} + \text{C}(129) \\ &* (\text{NPL\_BSO}(-1))^{0.25} + \text{C}(226) * \text{NIREXPENSE\_BSO}(-1) + \text{C}(227) \\ &* \text{PREVISION\_BSO}(-1) + \text{C}(230) * \text{TAMANO\_BSO}(-12) + \text{C}(322) \\ &* \text{NPL\_BEC}^{0.25} + \text{C}(323) * \text{NPL\_BGA}^{0.25} + \text{C}(324) * \text{NPL\_BIS}^{0.25} \\ &+ \text{C}(325) * \text{NPL\_BME}^{0.25} + \text{C}(329) * \text{NPL\_BUN}^{0.25} \end{aligned}$$

Observations: 120

R-squared	0.894713	Mean dependent var	0.251475
Adjusted R-squared	0.885054	S.D. dependent var	0.031197
S.E. of regression	0.010577	Sum squared resid	0.012194
Durbin-Watson stat	2.094354		

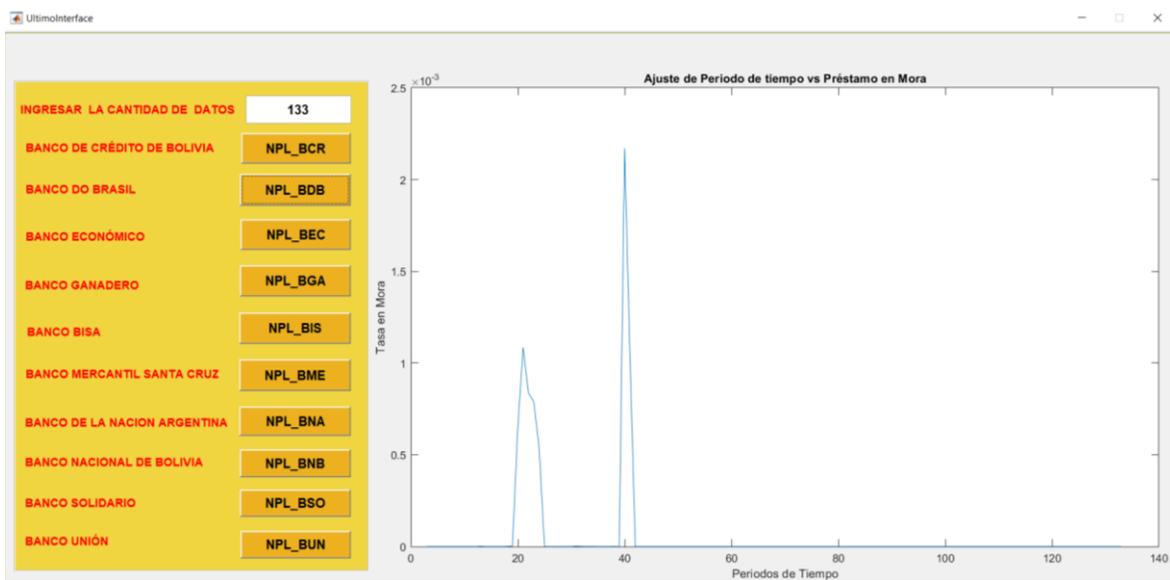
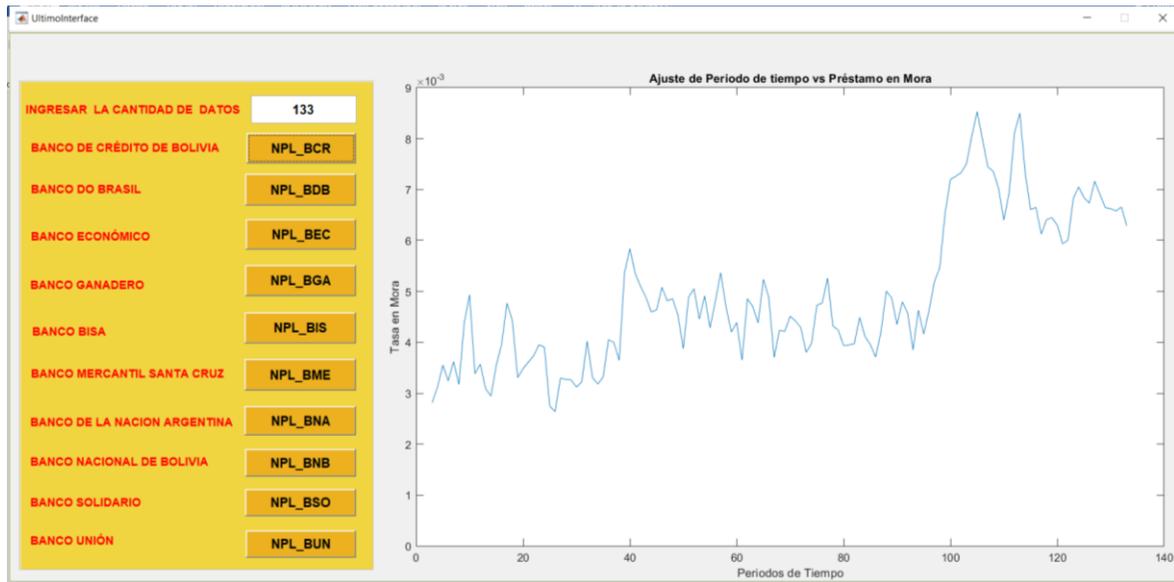
$$\begin{aligned} \text{Equation: } \text{NPL\_BUN}^{0.25} &= \text{C}(109) + \text{C}(116) * \text{PROPSHARE\_BUN} + \text{C}(130) \\ &* (\text{NPL\_BUN}(-1))^{0.25} + \text{C}(236) * \text{NII\_BUN}(-1) + \text{C}(240) \\ &* \text{PROPSHARE\_BUN}(-1) + \text{C}(340) * \text{NPL\_BCR}^{0.25} + \text{C}(331) \\ &* \text{NPL\_BDB}^{0.25} + \text{C}(332) * \text{NPL\_BEC}^{0.25} + \text{C}(334) * \text{NPL\_BIS}^{0.25} \\ &+ \text{C}(336) * \text{NPL\_BNA}^{0.25} + \text{C}(337) * \text{NPL\_BNB}^{0.25} + \text{C}(338) \\ &* \text{NPL\_BSO}^{0.25} \end{aligned}$$

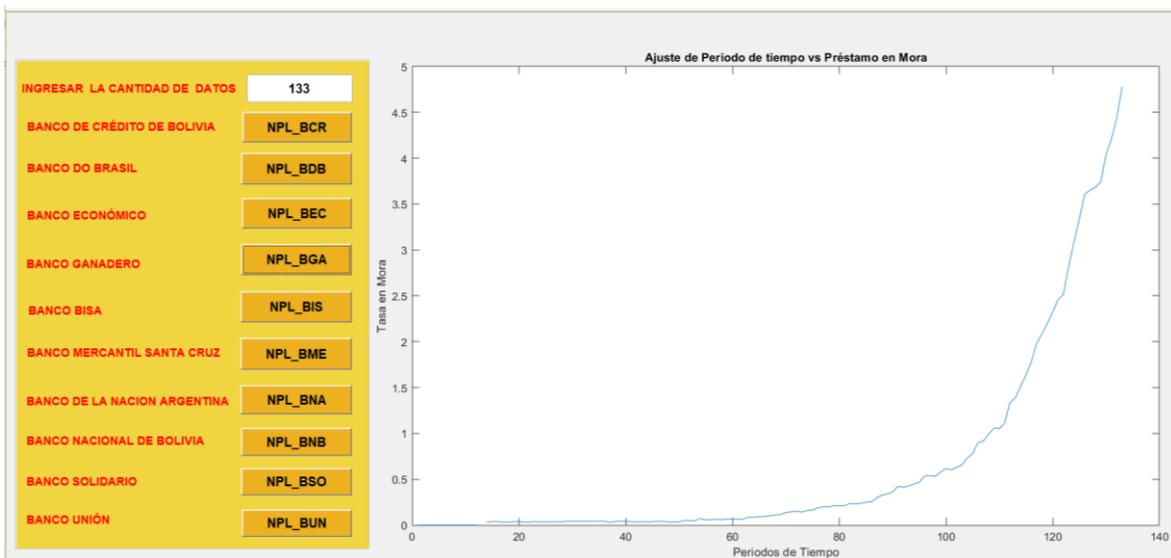
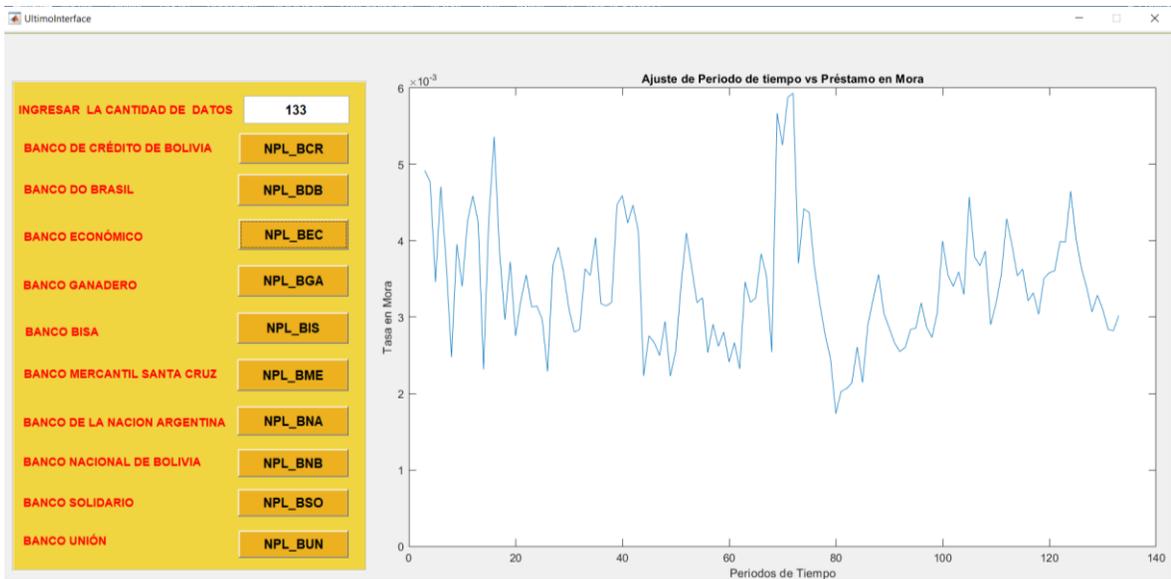
Observations: 131

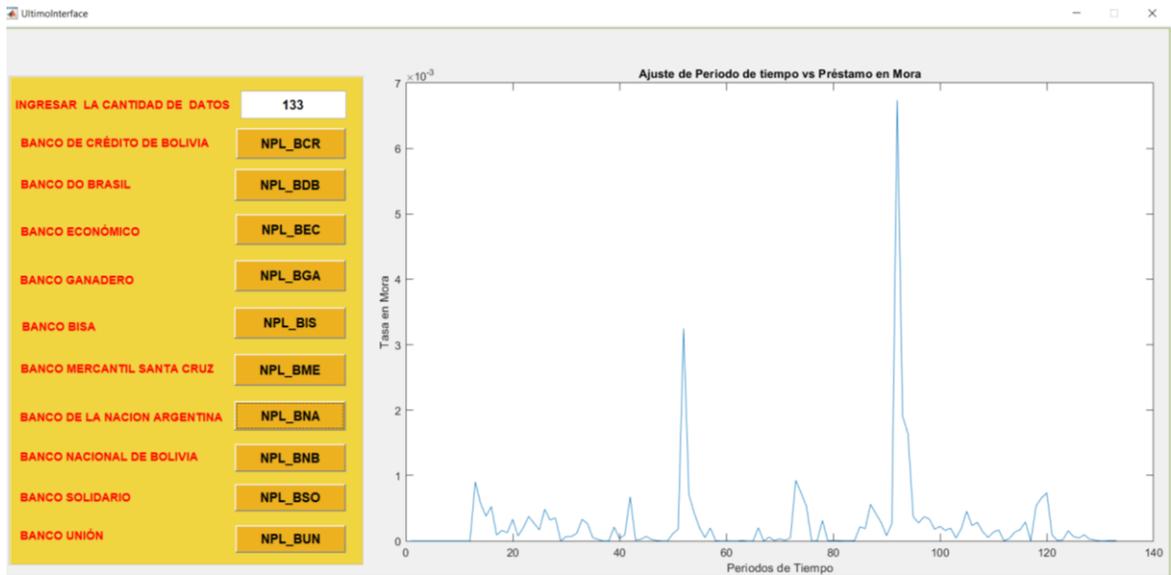
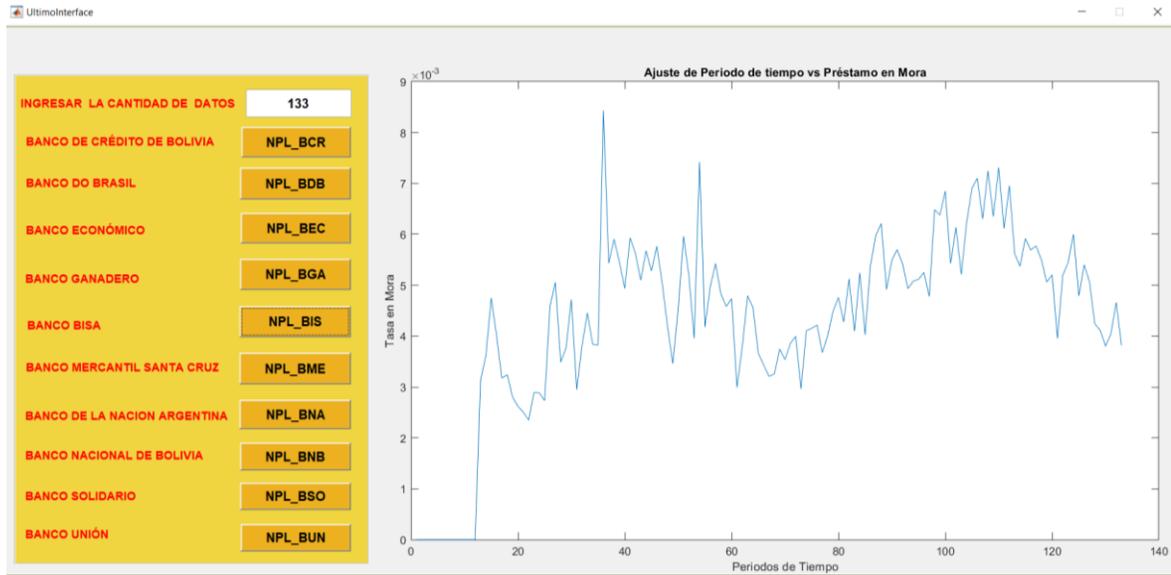
R-squared	0.542184	Mean dependent var	0.262929
Adjusted R-squared	0.499864	S.D. dependent var	0.044872
S.E. of regression	0.031733	Sum squared resid	0.119833
Durbin-Watson stat	1.826300		

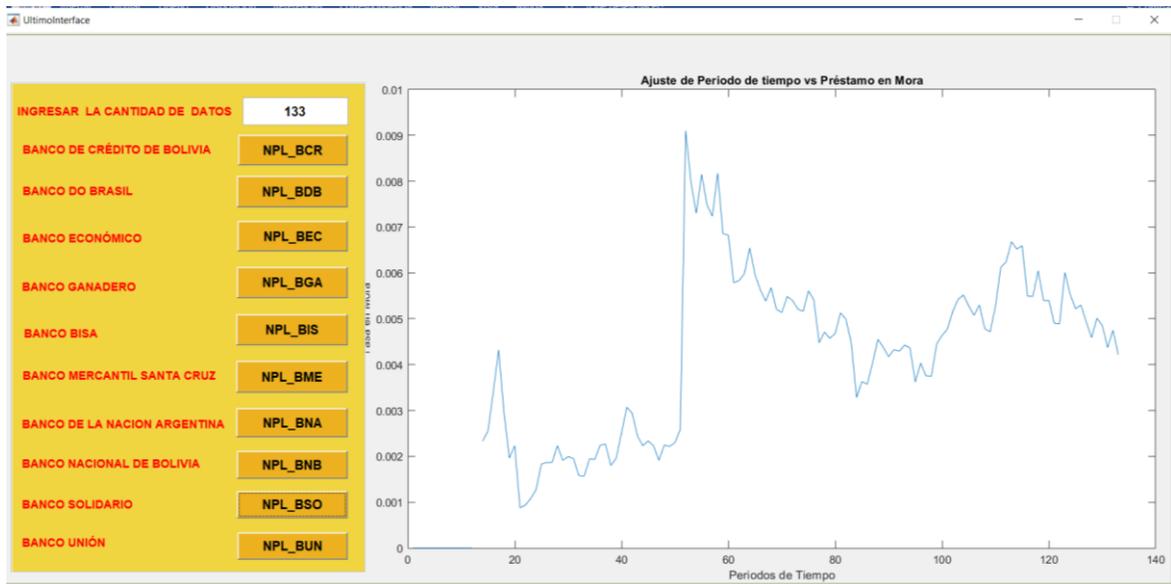
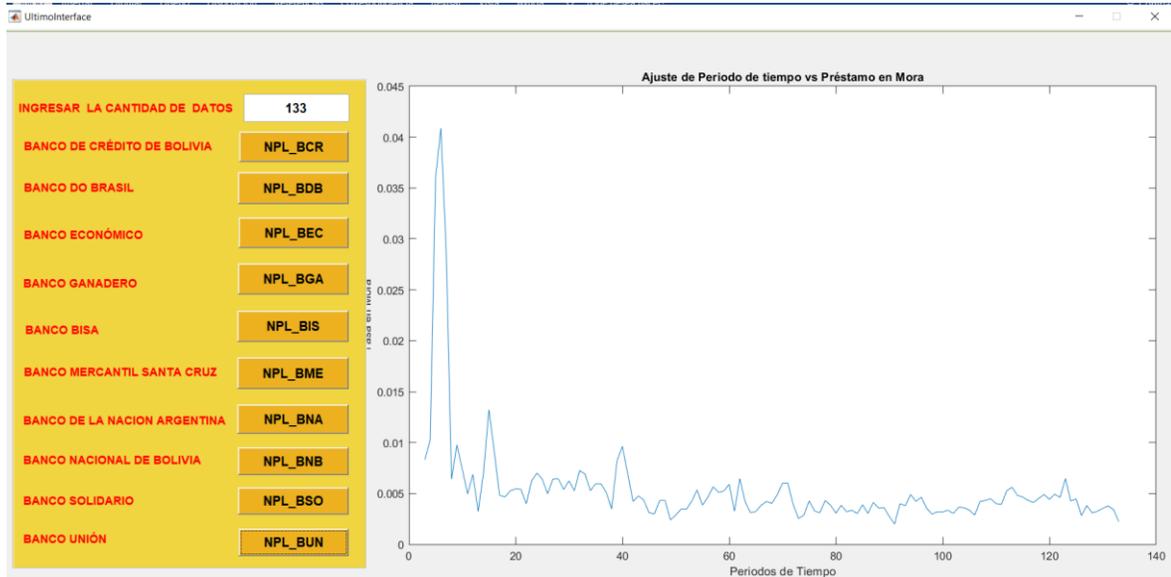
## Anexo 5: MANUAL DE USUARIO

Primero ingresamos la cantidad de datos, luego presionamos en el botón para cada variable de la tasa en mora de cada entidad financiera y mostramos el comportamiento de entidad en la gráfica.









# APÉNDICE

## Apéndice **A**: DOCUMENTACIÓN DE AVALES

El Alto, 29 de junio del 2020

Señor

**Ing. Carlos David Mamani Quispe**  
**CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Presente.-

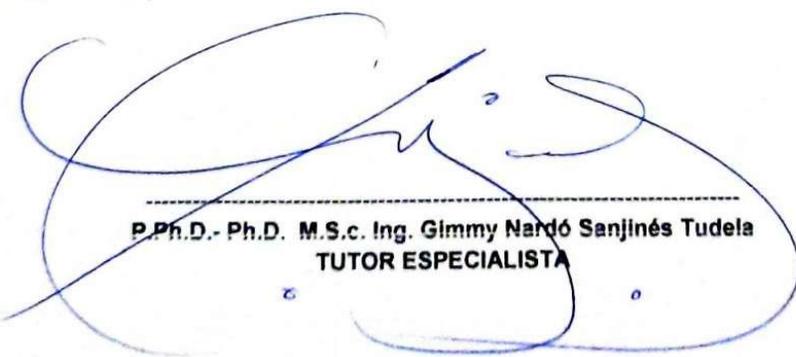
**Ref. : AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido Ingeniero:

Tengo a bien dirigirme a su persona para comunicar mi conformidad con el perfil del Tesis de Grado, titulado "MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACION FINANCIERA EN BOLIVIA", elaborado por el universitario CELRESTINO MIRANDA CONDORI con cedula de identidad 6804150 L.P y R.U. 8002829 de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,



-----  
**P.Ph.D.- Ph.D. M.S.c. Ing. Gimmy Nardó Sanjinés Tudela**  
**TUTOR ESPECIALISTA**

El Alto, 29 de Junio del 2020

Señor

**Ing. Carlos David Mamani Quispe**  
**CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Presente. -

**Ref. : AVAL DE ACEPTACIÓN TUTOR ESPECIALISTA**

Distinguido Ingeniero:

Tengo a bien dirigirme a su persona para comunicar mi conformidad con el Tesis de Grado, titulado “**MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACION FINANCIERA EN BOLIVIA**”, elaborado por el universitario CELRESTINO MIRANDA CONDORI con cedula de identidad 6804150 L.P y R.U. 8002829 de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto

Sin orto particular, me despido de usted.

Atentamente,



-----  
Lic. Adrián Eusebio Quisbert Vilela

Ci. 2448088 L.P

TUTOR REVISOR

 <b>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO</b> Ley 2556 de 12 de Noviembre de 2003 <b>VICERRECTORADO</b>		<b>CÉDULA UNIVERSITARIA</b> <b>GESTIÓN 2020</b>
	<b>MIRANDA CONDORI CELESTINO</b> <small>APELLIDOS Y NOMBRES</small>	
	<b>INGENIERÍA DE SISTEMAS</b> <small>CARRERA</small>	
<b>Z/MERCEDARIO C/AV:C/ MAX PAREDEZ N/1725</b> <small>DOMICILIO</small>		
<b>CURSO PRE-UNIVERSITARIO</b> <small>CATEGORIA ADMISION ESTUDIANTIL</small>		
<b>6804150 LP</b> <small>Nro CÉDULA DE IDENTIDAD</small>	<b>2008</b> <small>AÑO INGRESO</small>	<b>VILLA ESPERANZA</b> <small>SEDE</small>
<b>8002829</b> <small>Nro REGISTRO UNIVERSITARIO</small>	<b>000607</b> <small>Nro TIT. BACHILLER</small>	<b>N.- 01068</b> 
<small>FECHA MATRICULA: 2020-01-14 11:48:43</small> <small>RR.AA. &amp; S.I.E.</small>		

 <b>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO</b> Ley 2556 de 12 de Noviembre de 2003 <b>VICERRECTORADO</b>		<b>MATRÍCULA UNIVERSITARIA</b> <b>GESTIÓN 2020</b>
<b>MIRANDA CONDORI CELESTINO</b> <small>APELLIDOS Y NOMBRES</small>		
<b>6804150 LP</b> <small>Nro CÉDULA DE IDENTIDAD</small>	<b>8002829</b> <small>Nro REGISTRO UNIVERSITARIO</small>	<b>000607</b> <small>Nro TIT. BACHILLER</small>
<b>INGENIERÍA DE SISTEMAS</b> <small>CARRERA</small>		
<b>Z/MERCEDARIO C/AV:C/ MAX PAREDEZ N/1725</b> <small>DOMICILIO</small>		<b>2008</b> <small>AÑO INGRESO</small>
<b>CURSO PRE-UNIVERSITARIO</b> <small>CATEGORIA ADMISION ESTUDIANTIL</small>		
<b>VILLA ESPERANZA</b> <small>SEDE</small>		<b>N.- 01068</b> 
<small>FECHA MATRICULA: 2020-01-14 11:45:43</small> <small>RR.AA.</small>		

El Alto, mayo de 2021

Señor(a)  
**Ing. Carlos David Mamani Quispe**  
**DIRECTOR**  
**CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS – UPEA**  
Presente. -

**REF.: AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido ingeniero:

Tengo a bien dirigirme a su persona para comunicarle mi conformidad del trabajo final del Tesis de Grado, titulado “**MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACION FINANCIERA EN BOLIVIA**”, elaborado por la universitario **Celestino Miranda Condori**, con cedula de identidad **6804150 L.P.** y **R.U.:8002829**, para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Licenciatura II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente.



Ing. Marisol Argueda Balladares  
**TUTOR METODOLÓGICO**

El Alto, 29 de junio del 2020

Señor

**Ing. Carlos David Mamani Quispe**  
**CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Presente.-

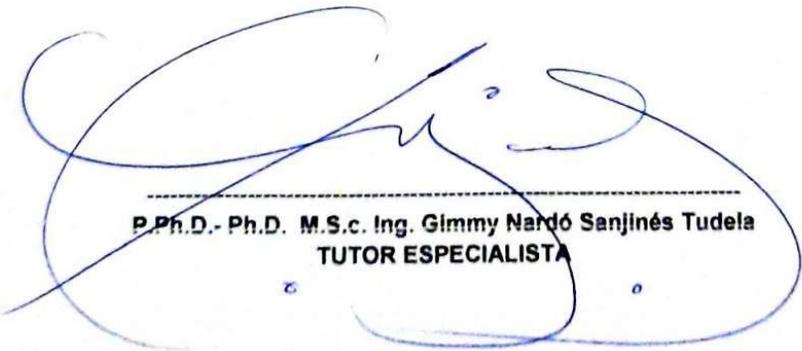
**Ref. : AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido Ingeniero:

Tengo a bien dirigirme a su persona para comunicar mi conformidad con el perfil del Tesis de Grado, titulado "MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACION FINANCIERA EN BOLIVIA", elaborado por el universitario CELRESTINO MIRANDA CONDORI con cedula de identidad 6804150 L.P y R.U. 8002829 de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente,



-----  
**P.Ph.D.- Ph.D. M.S.c. Ing. Gimmy Nardó Sanjinés Tudela**  
**TUTOR ESPECIALISTA**

El Alto, 29 de Junio del 2020

Señor

**Ing. Carlos David Mamani Quispe**  
**CARRERA INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Presente. -

**Ref. : AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido Ingeniero:

Tengo a bien dirigirme a su persona para comunicar mi conformidad con el Tesis de Grado, titulado “**MODELO MATEMÁTICO PARA PRUEBAS DE CONTAGIO EN ENTIDADES DE INTERMEDIACION FINANCIERA EN BOLIVIA**”, elaborado por el universitario CELRESTINO MIRANDA CONDORI con cedula de identidad 6804150 L.P y R.U. 8002829 de acuerdo al reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto

Sin orto particular, me despido de usted.

Atentamente,



---

Lic. Adrián Eusebio Quisbert Vilela

Ci. 2448088 L.P

TUTOR REVISOR