



**Análisis de la demanda de crédito en el Ecuador, período 2006-2014**

Sarmiento Sarmiento, Narcisa Marisol

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Enseñanza de la Matemática

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster en Enseñanza de la Matemática

Dr. Cadena Cepeda, Meitner Nassary

5 de noviembre del 2020



**URKUND**

**Document Information**

---

**Analyzed document** tesis\_marisol sarmiento espe.docx (D83167437)  
**Submitted** 10/29/2020 9:07:00 PM  
**Submitted by** ARMIJOS TORO LIVINO MANUEL  
**Submitter email** lmarmijos2@espe.edu.ec  
**Similarity** 1%  
**Analysis address** lmarmijos2.espe@analysis.arkund.com

Quito, 5 de noviembre del 2020

Firma:

MEITNER  
NASSARY  
CADENA  
CEPEDA  
Digitally signed  
by MEITNER  
NASSARY  
CADENA  
CEPEDA  
Date: 2020.12.02  
20:43:37 -0500

Cadena Cepeda, Meitner Nassary

Director

C.C.: 1708069115



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,  
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “**Análisis de la demanda de crédito en el Ecuador Período 2006-2014**” fue realizado por la señorita **Sarmiento Sarmiento Narcisa Marisol** el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Quito, 5 de noviembre del 2020

Firma:

MEITNER Digitally signed  
by MEITNER  
NASSARY  
CADENA  
CEPEDA  
Date: 2020.12.02  
20:43:37 -0500

Cadena Cepeda, Meitner Nassary

Director

C.C.: 1708069115



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

**CENTRO DE POSGRADOS**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Sarmiento Sarmiento Narcisa Marisol**, con cédula de ciudadanía no 1709148157, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Análisis de la demanda de crédito en el Ecuador, período 2006-2014** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 5 de noviembre del 2020

Firma

NARCISA  
MARISOL  
SARMIENTO  
SARMIENTO

Firmado digitalmente  
por NARCISA  
MARISOL SARMIENTO  
SARMIENTO  
Fecha: 2020.12.15  
12:00:44 -05'00'

Sarmiento Sarmiento, Narcisa Marisol

C.C.:1709148157



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA  
CENTRO DE POSGRADOS**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **Sarmiento Sarmiento Narcisa Marisol**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, publicar el trabajo de titulación: “**Análisis de la demanda de crédito en el Ecuador, periodo 2006-2014**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 5 de noviembre del 2020

Firma

NARCISA  
MARISOL  
SARMIENTO  
SARMIENTO  
Firmado digitalmente  
por NARCISA  
MARISOL SARMIENTO  
SARMIENTO  
Fecha: 2020.12.15  
12:00:44 -05'00'

Sarmiento Sarmiento, Narcisa Marisol

C.C.: 1709148157

### **Dedicatoria**

A mis padres, Lauro e Ibelia, ejemplo de trabajo y honestidad,  
mi admiración, respeto y todo mi amor.

A mi hijo, Esteban, razón de mi existir,  
por sus consejos y compañía, por ser el  
regalo más hermoso que Dios me dio.

## Agradecimiento

Al ingeniero Nelson Núñez, por hacer realidad el sueño de educarme en la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE.

A mis compañeros de clase, en especial a Marina, Miguel, Luchito, Pablo, Daniel; por compartir momentos inolvidables.

A los profesores, en especial a Juan Mayorga, Margarita Kostikova, Guillermo Albuja, Ramiro Delgado, Hernán Benalcázar, Ramiro Guerrón; por ayudarme a entender el verdadero sentido de una maestría en Enseñanza de la Matemática.

Al Dr. Meitner Cadena, por su compromiso con una educación de calidad, por la dirección de este trabajo y por la motivación a conocer más de cerca el mundo de la estadística.

Al Ingeniero Livino Armijos, por su comprensión, apoyo y valiosas sugerencias.

Al ingeniero Patricio Pugarín, coordinador de la maestría, mi más sincero agradecimiento, por brindarme sus consejos, su paciencia, su mano amiga, su apoyo incondicional y su tiempo.

Finalmente, quiero agradecer a Dios, por permitirme compartir con las personas a quienes he nombrado, todas han contribuido a perfeccionar mi forma de ser, pensar, aprender y enseñar.

## Índice de contenido

Análisis Urkund.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido.....	8
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras .....	11
Resumen.....	12
Abstract .....	13
Introducción .....	14
Objetivos .....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
Generalidades .....	17
La Banca-historia .....	17
Descripción del Sistema Financiero .....	34
Superintendencia de Bancos.....	35
Banco Central del Ecuador .....	37
Acuerdos de Basilea .....	39
El crédito .....	42
Definición .....	42
Elementos del crédito .....	42
Tipos de crédito en el Ecuador.....	43
Desarrollo histórico, en cifras, del crédito en Ecuador .....	44

Factores determinantes en la demanda de crédito .....	51
Demanda de crédito en países latinoamericanos .....	54
Modelos estadísticos .....	60
Series temporales .....	60
Regresión lineal .....	64
Regresión lineal múltiple .....	73
Modelo ARIMA .....	76
El modelo multivariante de vectores auto regresivo (VAR) .....	78
Regresión lineal con Distribución Burr tipo XII .....	80
Análisis de datos .....	84
Obtención de datos .....	84
Resultados .....	91
Regresión lineal simple .....	91
Regresión lineal múltiple .....	95
Modelo ARIMA .....	96
Modelo VAR .....	112
Regresión lineal con distribución Burr tipo XII .....	117
Conclusiones .....	118
Recomendaciones .....	121
Bibliografía .....	122
Anexos .....	125

### Índice de tablas

Tabla 1.Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2006 (millones USD) .....	44
Tabla 2.Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2007 (millones USD) .....	45
Tabla 3:Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2008 (millones USD) .....	46
Tabla 4.Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2009 (millones USD) .....	47
Tabla 5. Análisis básico de la serie del Volumen de Crédito Comercial - Banco del Pichincha.....	97
Tabla 6.Análisis básico de la serie del Volumen de Crédito Comercial Bancos grandes.....	108

## Índice de figuras

Figura 1. Volumen de Crédito - Bancos Privados-Ecuador 2006 (Millones USD).....	45
Figura 2. Volumen de Crédito - Bancos Privados - Ecuador 2007 (Millones USD).....	46
Figura 3. Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2008 (Millones USD).....	47
Figura 4. Volumen de Crédito- Bancos Privados-Ecuador 2009(Millones USD) .....	48
Figura 5. Volumen de Crédito-Bancos Privados- Ecuador 2008-2009 (Millones USD) .....	48
Figura 6. Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2010-2011(Millones USD) .....	49
Figura 7. Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2012-2013(Millones USD) .....	49
Figura 8. Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2014-2015(Millones USD) .....	50
Figura 9. Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2016(Millones USD) .....	50
Figura 10. Serie de tiempo-Banco Pichincha-Crédito comercial .....	64
Figura 11. Variables con correlación positiva.....	65
Figura 12. Distribución Burr Tipo XII .....	81
Figura 13. Diagramas de dispersión Volumen de Crédito Comercial-Banco Pichincha .....	91
Figura 14. Serie de Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha .....	97
Figura 15. Distribución de la serie Comercial Banco del Pichincha.....	98
Figura 16. Distribución de la serie Comercial Banco Pichincha.....	99
Figura 17. Función de auto correlación simple Banco Pichincha- Crédito Comercial.....	99
Figura 18. Función de auto correlación parcial Banco Pichincha- Crédito Comercial.....	100
Figura 19. Serie del Volumen de Crédito Comercial- Banco del Pichincha .....	101
Figura 20. Auto correlación simple - Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha .....	102
Figura 21. Auto correlación parcial serie Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha.....	103
Figura 22. Residuos de la serie Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha .....	105
Figura 23. Proyección Banco del Pichincha- Crédito comercial .....	106
Figura 24. Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes .....	107
Figura 25. Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes .....	109
Figura 26. Serie Volumen de Crédito Comercial - Bancos Grandes .....	110
Figura 27. Proyecciones- Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes.....	111
Figura 28. Residuos-Crédito Comercial .....	112

## Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo analizar la demanda del volumen de Crédito en los Bancos privados del Ecuador, mediante la utilización de modelos estadísticos. Para ello se parte de la recopilación de datos históricos del volumen de crédito, obtenidos en la página web de la Superintendencia de Bancos e indicadores macroeconómicos obtenidos en la página web del Banco Central del Ecuador (BCE), y en la página web del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), periodo 2006 -2014.

En primera instancia se presenta un breve recorrido por la historia de la Banca nacional e internacional, su progreso y relación con la estadística y probabilidad, así como la descripción del sistema financiero y los acuerdos de Basilea, útiles en la gestión del riesgo financiero. Luego, y con el fin de conocer el tema crediticio, se realiza un estudio bibliográfico sobre el crédito, sus elementos, tipos y desarrollo.

Posteriormente, se describen los modelos estadísticos, sus definiciones, ecuaciones y diagramas; con las bases conceptuales formalizadas y con el empleo del lenguaje de programación R, se aplican los modelos estadísticos a series temporales del volumen de crédito comercial, consumo, microcrédito y vivienda.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **ANÁLISIS**
- **CRÉDITO**
- **MODELOS**
-

### **Abstract**

The present work aims to analyze the demand for the volume of Credit in the private banks of Ecuador, using statistical models. For this, it is based on the collection of historical data on the volume of credit, obtained on the website of the Superintendency of Banks and macroeconomic indicators obtained on the website of the Central Bank of Ecuador (BCE), and on the website of the National Institute of Statistics and Censuses (INEC), period 2006 -2014.

In the first instance, a brief overview of the history of national and international banking is presented, its progress and its relationship with statistics and probability, as well as a description of the financial system and the Basel agreements, useful in financial risk management. Then, and to know the credit issue, a bibliographic study is carried out on credit, its elements, types, and development.

Later, the statistical models, their definitions, equations, and diagrams are described; With the conceptual bases formalized and with the use of the programming language R, the statistical models are applied to time series of the volume of commercial credit, consumption, microcredit, and housing.

#### **KEYWORDS:**

- **ANALYSIS**
- **CREDIT**
- **MODELS**

## Introducción

Una de las condiciones fundamentales para lograr que la economía de países en vías de desarrollo crezca más rápido y sean menos vulnerables a choques externos, es dinamizar el crédito bancario (López J. , 2015).

El crédito, tiene su propia historia, proceso e importancia, analizar la relación que tiene con indicadores macroeconómicos y su comportamiento pasado, permite proyectar de mejor forma su desarrollo futuro. La probabilidad y estadística posee una gran cantidad de modelos diseñados para estudiar este comportamiento. Sin embargo, en este trabajo y como un primer acercamiento al análisis de los factores que inciden en la demanda de crédito, se emplean los modelos de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple, que permiten cuantificar la relación que existe entre el volumen de crédito y los indicadores macroeconómicos y financieros.

Además, se emplean los modelos auto regresivos ARIMA y VAR que permiten analizar el volumen de crédito en función de sus valores pasados. Estos modelos se encuentran enmarcados dentro de los procesos estocásticos (sucesión de variables aleatorias que dependen del tiempo). Tanto en los modelos de regresión lineal como en los modelos auto regresivos se consideran residuos normalizados.

Para complementar el trabajo, se agregó al análisis, un modelo de regresión lineal con residuos que siguen una distribución Burr tipo XII, que permite examinar la presencia de valores extremos en los datos. Los modelos empleados fueron escogidos por la naturaleza cuantitativa de

las variables, porque ayudan a extraer información representativa de los datos y permiten interpretar los resultados.

El trabajo se encuentra dividido en cuatro capítulos. Primer capítulo: Generalidades. Segundo capítulo: El Crédito. Tercer Capítulo: Modelos estadísticos. Cuarto capítulo: Análisis de datos.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## Objetivos

### Objetivo general

Analizar el comportamiento de la demanda de crédito en los Bancos Privados del Ecuador, en el período 2006-2014, mediante el empleo de modelos estadísticos.

### Objetivos específicos

- Obtener información real en la Superintendencia de Bancos, Banco Central del Ecuador e Instituto Nacional de Estadística y Censos, sobre volumen de crédito e indicadores macroeconómicos y financieros.
- Emplear los modelos de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple para cuantificar la relación que existe entre el volumen de crédito y los indicadores macroeconómicos y financieros.
- Aplicar modelos estadísticos ARIMA Y VAR al volumen de crédito que permitan determinar el comportamiento de la demanda de crédito en función de sus valores pasados.
- Emplear la distribución Burr Tipo XII, para determinar la presencia de valores extremos en las series de volumen de crédito.

## Capítulo1

### Generalidades

#### La Banca-historia

La Banca tiene sus orígenes en los de la humanidad misma; sin embargo, y a pesar de los siglos transcurridos, sus pilares han permanecido inmutables: tomar dinero en depósito, dar dinero en préstamo y el más importante, generar confianza en los clientes. Actualmente, la Banca es una actividad imprescindible en el mundo mercantilista, su capacidad de transformar el ahorro de las personas y empresas en inversión productiva ha modificado su concepto. La actividad modesta, dudosa y despreciada en otro tiempo, se ha convertido en un elemento importante en el desarrollo económico de las naciones. Mientras más sano y fuerte es el sistema bancario de un país, mayor es la oportunidad de generar empleo, riqueza y bienestar social. La experiencia complementada con los *descubrimientos matemáticos* mejoró su práctica y proceso (Pérez, 2011).

La historia de la Banca comienza en el siglo XVIII a.C., en la ciudad de Babilonia (Sur de Mesopotamia), en el mandato del rey Hammurabi, los campesinos "depositaban" sus cosechas de cebada y trigo en palacios y templos de la ciudad. Babilonia fue un centro esplendoroso de la edad antigua gracias a su política, comercio, cultura y religión. Uno de los principales legados que dejó esta civilización fue " El Código de Hammurabi", código legislativo de origen divino, considerado el primer código de leyes escrito en la historia.

Sahmash, el dios de la Justicia entregó al rey Hammurabi, 282 leyes para regular *el comercio*, el trabajo asalariado, *los préstamos*, los alquileres, las herencias, las propiedades, las penas por delitos de robo, los asesinatos; y para evitar la subjetividad de los jueces.

El Código permitía realizar un mejor control en las ciudades del reino; y representó la pérdida de los poderes de los sacerdotes, quienes ejercían como jueces, Hammurabi ordenó que los jueces sean funcionarios del Rey, lo cual le permitió fortalecer su poder (Rojas, 1981).

El Código fue escrito en un gran bloque de diorita (roca volcánica) de 2,25 metros de altura (actualmente se encuentra en el museo de Louvre-París). De las 282 leyes se mencionan las siguientes por ser de interés para este trabajo:

*"Si el prestamista ha prestado con interés trigo o plata, y si cuando ha prestado a interés, ha entregado plata en una cantidad menor o el trigo con una medida inferior, o si ha percibido plata o trigo en una medida superior, este prestamista perderá todo lo que ha prestado".*

*"Si alguien ha obtenido crédito y no posee plata para restituir, pero sí trigo, el negociante percibirá como interés trigo".*

*"Si una persona ha tomado una deuda y no puede pagarla, dará a su esposa, su hijo y su hija, y éstos trabajarán durante tres años para el acreedor y al cuarto año se los pondrá en libertad".*

*"Si una persona obligada a pagar una deuda en trigo o en plata no tiene una cosa ni otra, pero posee otra clase de bienes; entregará éstos delante de testigos, el negociante no podrá rehusar y deberá aceptar" (Franco, 2016).*

Los babilonios también dejaron pequeñas tablillas de arcilla que usaban para escribir datos sobre la producción agrícola, ganadera y artículos comercializados mediante la acción del trueque. Además, el desarrollo de las matemáticas y la Ingeniería hicieron posible la construcción de grandes

diques, muros, templos y palacios. Las técnicas y métodos para medir y contar les permitieron resolver problemas de intercambio comercial. Es decir, los conceptos de crédito, interés, deuda, obligación, plata, control, ciencia, eran conocidos en Babilonia y dan muestras de la existencia de "operaciones bancarias".

Después, en el año 650 a.C. aparece la moneda en las ciudades griegas. Su empleo sustituye al trueque y una nueva profesión aparece: "El Banquero" (Goldschmied, 1961). El banquero griego cambista o trapequista, llamado así por la mesa (forma de trapecio) en la que realizaba su trabajo, perfecciona los métodos de registro contable de los babilonios, sustituye las tablas de arcilla por libros, presta su dinero o los depósitos que le habían confiado, realiza el cambio de divisas y las "operaciones de crédito".

Posteriormente, en el Imperio Romano siglo IV a.C. aparecen los Argentari, nombre asignado a las personas que administraban los depósitos y concedían préstamos a los clientes que se dedicaban a la agricultura y al comercio. Los argentari (banqueros) utilizaban el libro de caja, el libro diario y el libro de registros y estaban obligados a enviar estados de cuenta a sus clientes a fecha fija, los estados indicaban el saldo de la cuenta y los intereses. Para regular estos negocios financieros se promulgó la Ley de las Doce Tablas que, entre otras leyes, prohibía el cobro de intereses exorbitantes y permitía cortar en pedazos a los deudores (Pérez, 2011).

Pasan los años y los siglos, la caída del Imperio Romano, en la edad media, año 476 d.C., detuvo todo progreso económico, la moneda de plata se devaluó totalmente; los romanos volvieron al trueque, los impuestos se cobraban en grano. La crisis de esta época fue terrible, el emperador,

un tirano, los obispos dueños de la vida, y los fanáticos cristianos mataron a filósofos, científicos y campesinos. La prohibición de la Iglesia de conceder préstamos con interés fue la onda de interferencia que retrasó aún más el desarrollo de los sistemas bancarios.

En 1118 se funda la Orden del Temple (templarios), orden militar cristiana formada por 9 caballeros franceses, luego fue aprobada por el Papa de la iglesia católica, cuyo objetivo principal era proteger la vida de los cristianos que peregrinaban a Jerusalén. Sin embargo, gracias a la red de casas y monasterios que gestionaban, se convirtieron en grandes terratenientes y banqueros de reyes y comerciantes. Fueron los predecesores de la banca moderna, innovaron técnicas financieras como los documentos pagaderos al portador (cheques), concedían créditos empleando cartas de crédito, difundieron documentos como la letra de cambio, manejaban correctamente la contabilidad bancaria. Dominaron en Francia, Inglaterra, Alemania y España (Gómez, 2005).

En 1175, nace en Italia, Leonardo de Pisa, conocido con el nombre de Fibonacci, considerado el más grande matemático de la Edad Media (González, 2008). El padre de Leonardo fue mercader, le inició en asuntos de negocios y contabilidad mercantil. Leonardo escribió la obra Liber Abaci, en la que analizó problemas de tipo de cambio, regla de compañía y contabilidad mercantil. La introducción de la matemática en el mundo de los negocios fue gracias a sus trabajos. Con este acontecimiento se cruzan dos caminos fundamentales, el negocio y la ciencia. (Pérez, 2011).

En 1252, el comercio se intensifica en Europa y la necesidad de dinero en efectivo se incrementa, por esta razón se acuña por primera vez el florín de oro, moneda emitida en Florencia y que sirvió para sustituir las piezas de oro. La moneda siempre mantenía su peso y su pureza por lo

que fue usada en toda Europa por tres siglos. A mediados del siglo XIII, Venecia, Génova y Florencia se distinguieron como centros industriales y bancarios.

Mientras tanto, los templarios continuaban otorgando préstamos a los reyes, especialmente a Felipe IV, rey de Francia. Sin embargo, Felipe IV, "El Hermoso", no concebía la idea de estar bajo el dominio "económico" de los Templarios, aceptaba sus préstamos, pero luego se negaba a pagarlos, temeroso de la situación, decidió terminar con ellos; les acusó de herejía, condenó a muerte a todos sus miembros y confiscó sus inmensas riquezas. En 1307 finalizó el sistema bancario más organizado de esa época (Goldschmied, 1961).

En el siglo XIV aparecieron en Florencia las grandes familias de comerciantes-banqueros como los Bardi y los Médicis. Los Bardi construyeron su fortuna gracias al comercio y al préstamo de dinero. Su importancia en la historia bancaria radica en el hecho de que sus agentes recopilaban información relacionada con la cotización de productos o con la vida sociopolítica de las regiones para realizar su intervención. La Banca Bardi facilitó las finanzas en Aviñón y en Sevilla, apoyó el comercio de vino y aceite en Nápoles.

La Banca Médici fue uno de los bancos más prósperos y respetados en Europa. En 1397 los Médicis contaban con sociedades filiales en Londres, Ginebra, Génova, Milán, Roma, Nápoles, Venecia, Lyon, Aviñón; todos con su propio capital. Apoyaron el arte, la arquitectura y la ciencia; fue tanta su influencia que cuando salieron de Florencia, la ciudad pasó por un periodo de desempleo y pobreza. El aporte al sistema bancario fue su práctica contable, separaban en sus libros, depósitos y retiros. (Galán, 2014).

Estos bancos concedían préstamos al rey de Francia, al rey de Inglaterra, al rey de Sicilia, al Papa. Sin embargo, un préstamo realizado al Rey de Inglaterra, Eduardo III, generó una grave crisis económica en Florencia, el rey se negó a pagar el préstamo y los bancos de los Bardi se declararon en quiebra, lo cual afectó a toda la ciudad (Goldschmied, 1961).

Es interesante descubrir que estos bancos dirigieron sus acciones para apoyar al desarrollo de las sociedades, pero los malos negocios y la falta de leyes que regulen el pago oportuno de los créditos originaron la presencia de nuevos conceptos de interferencia: "la quiebra" y "la crisis económica". Nuevamente la relación Banca-Monarquía fue un desastre, una interferencia negativa. Sin embargo, se puede decir que para 1400, Europa ya había adquirido un vasto conocimiento sobre la Banca, sus métodos, sus problemas; pero también reconocía su gran influencia en la economía y desarrollo de la sociedad.

En 1440, el Alemán Johannes Gutenberg inventa la imprenta, su invención causaría una verdadera revolución en la reforma religiosa de Europa. La Iglesia ya no controlaría los impresos, los monjes serían reemplazados por una máquina formada de tipos móviles capaces de imprimir cientos de copias de un escrito. Gracias a la imprenta se escribieron diarios, novelas, obras científicas, a menor costo y tiempo. La banca no podía quedarse al margen de este descubrimiento, se utilizaron nuevas técnicas comerciales y de crédito como los contratos escritos, las letras de cambio y los giros bancarios; los comerciantes se sentían más seguros y protegidos de los bandidos porque ya no era necesario viajar con la bolsa llena de monedas (LA ENCICLOPEDIA DEL ESTUDIANTE, 2006).

En 1445, nace Luca Pacioli, en la localidad de Florencia. Ingresó en la orden de San Francisco de Asís en 1472 y se especializó en el estudio de Teología y Matemática. Tuvo una intensa labor docente en los mejores centros de estudio y Universidades de Perugia, Milán, Florencia, Pisa, Bolonia, Nápoles, Roma. En 1494, en Venecia, imprime su obra: "Suma de Arithmetica Geometría Proportioni et Proportionalita" considerada la primera obra en la que se logró reunir todo el conocimiento matemático de la época, su obra fue el "el opus magnum" de la matemática.

En una de las secciones describe el método contable veneciano o por partida doble. Recoge amplia información de las prácticas comerciales de su tiempo: ventas, intereses, letras de cambio, débito y crédito, explica la forma de establecer el balance del libro Mayor o summa summarum y cómo deben ser guardados y archivados los documentos (Pérez, 2011).

Pacioli escribe también en el libro el problema de la división de una apuesta entre dos jugadores que compiten por un premio que es otorgado después que uno de ellos haya ganado  $n$  veces el juego. Se suspende la partida por una intervención externa y no se llega al juego  $n$ . ¿Cómo deben repartirse la apuesta? Pacioli da la respuesta al problema enfocando su solución como un simple reparto aritmético y de acuerdo con los puntos obtenidos por cada jugador. La importancia de este problema no sólo está en su respuesta realizada en forma "escrita", sino en que, al polemizar sobre su resultado determinístico, impropio de los juegos de azar, los matemáticos construyeron las bases de una nueva teoría: La teoría de la Probabilidad. (García, 2000).

El descubrimiento de América en 1492 marcó un hito en la historia, la época moderna abrió sus puertas, la existencia de nuevas tierras llenas de metales preciosos motivó al viejo mundo.

Enormes cantidades de oro y plata fueron llevadas a Europa para calmar la necesidad de medios de pago. Sin embargo, la exploración y conquista del continente americano produjo el desplazamiento de la actividad comercial desde el Mediterráneo hacia el Atlántico, provocando la crisis de los puertos mediterráneos (LA ENCICLOPEDIA DEL ESTUDIANTE, 2006).

En 1501, nace Girolamo Cardano, médico, astrólogo y matemático italiano, jugador de juegos de azar: dados, cartas y ajedrez, Cardano retoma el problema del reparto de la apuesta en su obra *Practica arithmeticae generalis* (1539); critica el resultado de Pacioli por su respuesta basada en la certeza y no en la incertidumbre, pero continúa con el estudio de la probabilidad, escribió el libro *Liber de ludo aleae* (1565), obra que presenta por primera vez el cálculo de probabilidades. Introdujo el término "probable" para referirse a eventos cuyo resultado era incierto. Cardano distinguía los resultados favorables de los posibles y fue él quien asignó a la probabilidad los valores de 0 a 1 (Alfonso, 2005).

En la época moderna, en Alemania se destaca la Banca Fugger. La actividad bancaria, especialmente los créditos con interés a la alta nobleza, casas reales europeas e iglesia católica, unida a la actividad comercial, hicieron de la Banca Fugger (1525), la potencia financiera más importante de Europa; pero una vez más, el volumen de créditos no pagados por el Rey Felipe II provocaron en la Banca Fugger una terrible crisis financiera que afectó a toda Europa.

En la segunda mitad del siglo XVII el desarrollo científico se aceleró. La monarquía inglesa fundó la Royal Society. La monarquía francesa creó la Academia de las Ciencias. Galileo Galilei (1564-1642) astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano, pionero del método científico

experimental, escribió sobre la teoría de la probabilidad, en su obra "Jugando a los Dados", Galileo analizó la frecuencia de diferentes combinaciones y posibles resultados al tirar los dados. Su mayor aporte al estudio de la probabilidad fue la teoría de errores. Para él existían dos tipos de errores, los sistemáticos (causados por los métodos de medida e instrumentos) y los aleatorios. Galileo Galilei se dedicó al estudio de la ciencia, gracias a la protección de los "Banqueros" Médici (Pérez, 2011).

En 1609 se funda el banco de Ámsterdam, especialmente para los comerciantes, liberándoles del riesgo de cambio de las monedas (en esa época existían 800 monedas diferentes). Este banco fue pionero en la creación de un sistema de pagos (transferencias). En 1630 Holanda se dedica a la producción y venta de tulipanes, gracias a este comercio, el mundo maneja otros conceptos: operaciones de bolsa, acciones, empresas y se establecen nuevas ciudades "financieras".

En 1642 Blaise Pascal, matemático, físico, filósofo y escritor francés (1623-1662) inventa la primera calculadora (Pascalina), diseñada para ayudar a su padre en los numerosos cálculos contables que este debía realizar como intendente de finanzas. En 1654, Pascal solicita a Pierre de Fermat, jurista matemático (1601- 1665), que resuelva el problema del reparto de la apuesta. Después de una amplia correspondencia, Fermat resolvió el problema empleando combinaciones. Del análisis de la correspondencia, se concluye que Pascal y Fermat son los padres del cálculo de probabilidades porque fueron los primeros en aplicar métodos matemáticos en la solución de problemas de juegos de azar (García, 2000).

Una vez más la ciencia y la técnica fueron puestas al servicio de la contabilidad y las finanzas, la Pascalina ayudó en la precisión de los cálculos y en el ahorro del tiempo.

En 1763 se funda en Londres el Lloyds Bank, que junto a varios bancos más, convierten a esta ciudad en el centro financiero del mundo, atrás quedan las ciudades del mediterráneo. Lamentablemente, en 1772 y posteriormente en 1783 se presenta una nueva crisis económica en Europa, provocada directamente por una crisis de volumen de crédito.

En 1789, Francia vive una época de opresión: el absolutismo monárquico, la enorme deuda del estado, la escasez de alimentos, el descontento de las clases bajas ahoga al pueblo. En este contexto, Pierre Simón Laplace (1749-1827), astrónomo, físico y matemático francés, es nombrado miembro de la Comisión de Pesas y medidas, sienta las bases de la teoría matemática de las probabilidades y formula el método de los mínimos cuadrados, fundamental en la teoría de errores. En 1799 es nombrado miembro del senado, sin embargo, en ese mismo año; los conceptos de libertad, fraternidad, igualdad, república marcan el camino de una nueva "onda". La onda de la Revolución Francesa (Valenzuela, 2008).

Esta onda se propaga al nuevo continente, las tierras americanas dominadas por España, Portugal, Gran Bretaña y Francia, inician en el siglo XIX una serie de guerras. En especial las colonias españolas, cansadas del maltrato, la imposición de tributos y la religión, deciden desvincularse de la corona española para organizar sus propias repúblicas. Una de las colonias que logra su independencia el 24 de mayo de 1822 y se une a la Gran Colombia, fue Ecuador. Pero la deuda que tenía el Estado con los *bancos ingleses*, el estancamiento de la agricultura, la ganadería, minería y comercio, así como la lucha política entre los estados, aceleraron la separación de Ecuador de la Gran Colombia en 1830 (Kalmanovitz, 2008).

Sin embargo, la nueva estructuración política, las confrontaciones sociales y la economía poco monetizada hicieron de la nueva República, de 600 000 habitantes, un rompecabezas de regiones socioeconómicas muy complejas. Quito, Cuenca y Guayaquil fueron el asiento de poderosas familias terratenientes, dueñas de importantes haciendas productoras de cereales, granos y ganado; actividades orientadas en gran parte al comercio exterior, por lo que el país enfrentó una crisis de recursos monetarios.

En esa época circulaban onzas de oro españolas y mexicanas junto a onzas, medias onzas, doblones y escudos ecuatorianos; las platerías de Quito y Cuenca acuñaban monedas de "mala ley". El gobierno de Juan José Flores promulgó medidas de castigo para estas actividades ilegales, pero no dispuso de autoridad que las hiciese cumplir (ECUADOR A SU ALCANCE, 2004).

La exportación de monedas, la falsificación e incluso la emisión de billetes por establecimientos particulares, determinó que en 1832 se dicte por primera vez una Ley de Monedas para regular la acuñación de dinero y plata. (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, 2017)

En el gobierno de Gabriel García Moreno, en 1860, se crea la Caja de Amortización para emitir billetes. Además, se funda el primer Banco, establecido en la ciudad de Guayaquil, denominado Banco Particular de Manuel Antonio de Luzarraga (ciudadano español). Este Banco estuvo facultado para emitir "el peso feble" de 8 reales que era la unidad monetaria y otorgar crédito al estado (Miño, 2001).

La política modernizadora de Gabriel García Moreno y las exportaciones de cacao permitirían el nacimiento de la Banca. En este ambiente favorable se funda el Banco Particular de

Descuento y Circulación (1862) y el Banco del Ecuador (1868), que se constituyó en el principal Banco del siglo XIX por su política de solidez, estabilidad y liderazgo, enmarcado en el patrón “de oro”. El patrón de oro significó el inicio de un periodo de estabilidad monetaria en un escenario de gran expansión económica. El Banco del Ecuador dominó el panorama financiero durante casi medio siglo y estaba facultado para recibir depósitos y dar crédito al gobierno.

Luego se funda El Banco de Quito (1869), el Banco de Crédito e Hipotecario (1871). El Estado fue promotor y beneficiario de este surgimiento bancario. Sin embargo, las insaciables necesidades crediticias estatales y el bajo porcentaje de la reserva metálica que respaldaba el papel moneda provocaron el primer pánico bancario en 1872(Grijalva, 2008).

Para regular la actividad bancaria se expidió la primera Ley de Bancos en 1871, la cual constaba de 25 artículos, se destacan tres:

- Los estatutos de cualquier banco debían ser obligatoriamente aprobados por el gobierno.
- Los billetes podían cambiarse por metálico (convertibilidad), bajo multa de 10 a 100 pesos por incumplimiento, repartida la mitad en beneficio del dueño del billete y la otra mitad para el fisco.
- *Los bancos estaban obligados a informar al gobierno mensualmente sobre su situación. Debían presentar balances y cuentas anuales. El incumplimiento era sancionado con multa y la falsedad de los informes ocasionaba el cierre del banco (Miño, 2001).*

En 1884 se estableció al "sucre" como unidad monetaria oficial del Ecuador; el patrón monetario fue la plata. En 1885 se constituyó el Banco Internacional. En 1895 se fundó en Guayaquil el Banco Comercial y Agrícola. En 1906 se funda el Banco del Pichincha, actualmente el banco privado más grande del Ecuador; desde su creación acumuló capital gracias al precio bajo de sus acciones, asequible a todas las clases sociales y a todas las fortunas. *En 1914 se creó el cargo de Comisario Fiscal de Bancos*, su misión era vigilar la emisión y cancelación de los billetes de bancos (Grijalva, 2008).

En 1925 los "julianos" proponían, desde un gobierno controlado, reorganizar las aduanas, la emisión del dinero, el sistema bancario, el crédito y las obras públicas. El punto central del cambio político consistía en reorganizar el sistema financiero. Una comisión fiscalizadora examinó por primera vez en la historia del Ecuador las entidades del sistema y se propuso crear un banco emisor- el Banco Central.

En 1926, el "doctor del dinero", Edwin Walter Kemmerer, *economista estadounidense* (1875-1945 ), asesoró el Gobierno de Isidro Ayora, presentó una serie de novedosas reformas: Banco Central, sistema monetario, sistema bancario, banco hipotecario, seguro agrícola, legislación presupuestaria, contabilidad pública, contraloría de la nación, administración tributaria, impuesto a la renta, administración de aduanas, aranceles, crédito público, reformas a la constitución, es decir por primera vez se realizó un estudio profundo de la economía ecuatoriana (ECUADOR A SU ALCANCE, 2004).

Luego de este estudio, en 1927 se produjo en el país una verdadera transformación en el ramo bancario y financiero, se expidió la Ley Orgánica de Bancos, la Ley Orgánica del Banco Hipotecario (Banco Nacional de Fomento), la Ley orgánica de Hacienda que permitió la creación de la Contraloría General de la Nación, independiente del gobierno, cuyo objetivo primordial fue realizar el control fiscal del Estado, la Ley Orgánica del Banco Central, fundado en Quito, el 10 de agosto de 1927. Además, se estableció que la supervisión de las operaciones bancarias estaría a cargo de la *Superintendencia de Bancos*, institución creada el seis de septiembre de 1927 (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, 2017).

En 1947, en la Constitución de la República se estableció la autonomía de la Superintendencia, que hasta esa fecha funcionaba como una dependencia del Ministerio de Hacienda, la autonomía económica significó mejoras en su capacidad operativa y mayor eficacia. Entre 1956 y 1960 la Misión Curran asesoró a la Superintendencia de Bancos en métodos y sistemas de actuaría bancaria.

Mientras el Ecuador transitaba por un camino de mejoras bancarias, la estadística también encontraba nuevos métodos. John Graunt, Galton, Pearson y Fisher sitúan a la estadística como una poderosa herramienta para el análisis de datos de fenómenos naturales y sociales. John Graunt mercader londinense, publicó por primera vez, las cifras brutas de nacimientos y defunciones ocurridas en Londres durante el periodo 1604-1661, así como las influencias que ejercían las causas sociales y políticas de esos acontecimientos.

Francis Galton (1822-1911), médico, antropólogo, inventor, psicólogo y estadístico inglés, realizó formulaciones sobre regresión y análisis de correlación lineal; utilizó por primera vez la distribución normal para medir la inteligencia, descubrió que la mayoría de los sujetos se localizaban en el centro de la distribución y solo un pequeño grupo en las colas. Karl Pearson (1857-1936), científico y matemático londinense, creador de la estadística matemática, estableció el método de los momentos para determinar parámetros desconocidos de una distribución, formuló distribuciones asimétricas y explicó que puede haber situaciones en las cuales los errores de las observaciones no necesariamente siguen una distribución normal, sustituyó la distribución normal por una familia de distribuciones que le permitían modelar la incertidumbre (Villegas, 2013).

Ronald Fisher (1890-1962), biólogo londinense, considerado la figura más influyente de la estadística, fue pionero en el análisis de varianza, en el desarrollo de numerosas técnicas de análisis multivariante y fue quien introdujo el método de máxima verosimilitud para la estimación de parámetros. Sus formulaciones junto con la aparición de la computadora favorecieron el desarrollo del análisis de datos sociales, políticos y económicos; no solo para describirlos, sino para interpretar e inferir conclusiones que optimicen la toma de decisiones aun en condiciones de incertidumbre. (Milnes, 2012)

La incertidumbre incluida en los modelos matemáticos para dar impulso a la estadística no era la misma incertidumbre que el Ecuador sentía por el cambio de producción; atrás quedaba el cacao, el arroz, el banano, en suma, la agricultura. La explotación petrolera llegaba con una onda "urbano industrial". En el periodo de 1972 a 1980 el boom petrolero fue sorprendente, el petróleo subió de 2,5 dólares a 35 dólares. Se creó la Corporación estatal petrolera ecuatoriana (CEPE) y la

Refinería Estatal de Esmeraldas. El Ecuador ingresó a la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).

Los grandes capitales manejados por el estado le permitieron invertir en empresas bancarias e industriales, la economía registró un crecimiento en la industria manufacturera, construcción, bienes inmuebles y establecimientos financieros. Sin embargo, el petróleo no fue el elixir de vida inyectada a una economía vieja, paradójicamente, la deuda externa se incrementó de 343,9 millones de dólares en 1974 a 7.380,9 en 1983.

De 1986 a 1995 se crearon 40 nuevas instituciones entre bancos y compañías financieras, que dinamizaban el comercio, el volumen de crédito se incrementó notablemente. Sin embargo, la liberación de las tasas de interés, la flexibilización del cumplimiento de indicadores de gestión, elevados **créditos**, mala administración, problemas de liquidez, caída del precio del petróleo, devaluación del sucre, inflación, intervención de Banco Central para salvar bancos privados y la paralización de la Superintendencia de Bancos, fueron factores que incidieron en el origen de la crisis financiera de fin de siglo (Grijalva, 2008).

En 1998, en el gobierno de Yamil Mahuad, se presentó la peor crisis financiera de la historia ecuatoriana; quiebran los bancos más grandes (Progreso, Previsora, Filanbanco), víctimas del uso **indiscriminado de créditos** y negocios con empresas fantasmas, en ese marco, el Banco Central pierde el control de la inflación y la gestión de la moneda nacional. En medio de la incertidumbre y el caos bancario, en el 2000, la SUPERINTENDENCIA DE BANCOS toma a su cargo la política monetaria y cambiaria. El sucre deja de ser la moneda oficial y se implanta el dólar como salvación

al desequilibrio bancario. En general, la crisis financiera dejó al país cifras estadísticas fatales: 70% de la población sumida en la pobreza, cerca del 30% de la población miserable, se duplicó el desempleo, y el endeudamiento externo fue el más alto de Latinoamérica.

Si el conocimiento de la Banca en Europa era avanzado, en métodos, técnicas y solución de problemas de financiamiento ¿qué paso entonces en el Ecuador? Yamil Mahuad se negó a escuchar los planteamientos del director del Fondo Monetario Internacional, quien advirtió que no se debían realizar **relaciones incestuosas entre el Estado, los bancos y las empresas**. Optó por lo más fácil: declarar un feriado bancario, congelar los depósitos y subir el precio de los combustibles. Es decir, asfixiar al pueblo ecuatoriano y no a sus "aliados" (Grijalva, 2008).

La historia de la Banca concluye con los siguientes puntos relevantes:

El volumen de crédito desmedido, sin estudio previo, ha sumergido a los Bancos en crisis insalvables, lo cual ha perturbado a un sinnúmero de personas y empresas de distintas épocas y sociedades.

Es de vital importancia contar con información histórica y presente sobre asuntos políticos, sociales, económicos, científicos y tecnológicos; para que los bancos en general y los bancos ecuatorianos en particular, refresquen sus métodos, procedimientos y proyecciones, es especial en temas crediticios, de tal manera que cumplan con su verdadera misión de servicio e intermediación financiera, y sean aporte positivo en el crecimiento de las sociedades.

Las operaciones de los sistemas bancarios deben tener un control más estricto para evitar quiebras y salvatajes. Las instituciones creadas para este fin deben ser autónomas, transparentes e insobornables.

### **Descripción del Sistema Financiero**

La Superintendencia de Bancos define al sistema financiero como " el conjunto de instituciones que tiene como objetivo canalizar el ahorro de las personas. Esta canalización de recursos permite el desarrollo de la actividad económica (producir y consumir) haciendo que los fondos lleguen desde las personas que tienen recursos monetarios excedentes hacia las personas que necesitan estos recursos. Los intermediarios financieros crediticios se encargan de captar depósitos del público y, por otro, prestarlo a los demandantes de recursos".

El sistema financiero ecuatoriano está formado por el sistema financiero público (Bancos Públicos y Corporaciones), el Sistema Financiero Privado (Bancos Privados y Sociedades Financieras), y el Sistema Popular y Solidario (Cooperativas de Ahorro y Crédito, Cajas Centrales y Mutualistas). Cada una de las instituciones del sistema financiero tiene su función, la cual está detallada en el Portal del Usuario Financiero de la Superintendencia de Bancos.

**Banco.** - Es una institución que se encarga de cuidar el dinero entregado por los clientes y utilizar parte de ese dinero para dar préstamos a personas cobrando una tasa de interés. El Banco debe garantizar liquidez (capacidad de convertir los depósitos de los clientes en dinero cuando sea necesario), rentabilidad (beneficios que se obtienen de una inversión) y solvencia (conjunto de bienes superiores a sus deudas).

Sociedad Financiera. - Es una institución que tiene como objetivo fundamental intervenir en el mercado de capitales y otorgar créditos para financiar la producción, la construcción, la adquisición y la venta de bienes a mediano y largo plazo.

Cooperativas de Ahorro y Crédito. - Unión de un grupo de personas cuya finalidad es ayudarse para alcanzar sus necesidades financieras. La cooperativa está formada por socios.

Mutualistas. - Unión de un grupo de personas cuya finalidad es solventar sus necesidades financieras. Las mutualistas están formadas por socios y generalmente invierten en el mercado inmobiliario.

El Sistema Financiero ecuatoriano está regulado por La Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, responsable de la formulación de las políticas públicas, regulación y supervisión monetaria, crediticia, cambiaria, financiera, de seguros y valores; y los organismos de Supervisión y control: Superintendencia de Bancos(Bancos y Sociedades Financieras), Superintendencia de Economía Popular y Solidaria(Cooperativas y Mutualistas de Ahorro y Crédito de vivienda), Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros(compañías de seguros).

### **Superintendencia de Bancos**

La Superintendencia de Bancos del Ecuador es un organismo técnico de derecho público, con personalidad jurídica, parte de la Función de Transparencia y Control Social, con autonomía administrativa, financiera, presupuestaria y organizativa. Es el encargado de controlar y supervisar

las actividades que ejercen las entidades financieras y de seguridad social, públicas y privadas, con el propósito de proteger los intereses de la ciudadanía y fortalecer los sistemas controlados.

### **Objetivos**

- 1) Incrementar la efectividad del modelo de supervisión y control basado en riesgos de la Superintendencia de Bancos.
- 2) Incrementar la calidad de los servicios de atención al ciudadano.
- 3) Promover la educación financiera en la ciudadanía.
- 4) Reposicionar el rol de la Superintendencia de Bancos sobre la base de las competencias establecidas en la normativa vigente.
- 5) Incrementar la gestión por procesos de la Superintendencia de Bancos.
- 6) Incrementar la gestión tecnológica de la Superintendencia de Bancos.
- 7) Incrementar el desarrollo, motivación y compromiso del Talento Humano de la Superintendencia de Bancos

En la página web de la Superintendencia de Bancos, enero del 2018, se especifican las entidades financieras privadas activas, entidades financieras públicas activas y sociedades financieras activas, controladas por este organismo.

Entidades financieras privadas. -Bancos activos

AMAZO NAS  
AUSTRO  
BANCODESARROLLO  
BOLIVARIANO  
CAPITAL

COMERCIAL DE MANABÍ  
COOPNACIONAL  
D-MIRO S.A.  
DELBANK  
DINERS  
FINCA S.A.  
GENERAL RUMIÑAHUI  
GUAYAQUIL  
INTRNACIONAL  
LITORAL  
LOJA  
MACHALA  
PACIFICO  
PICHINCHA  
PROCREDIT  
PRODUBANCO  
SOLIDARIO  
VISIONFUND ECUADOR S.A.

Entidades Financieras Públicas. - Activas

BANCO DE DESARROLLO DEL ECUADOR B.P.  
BANECUADOR B.P.  
BANCO CENTRAL DEL ECUADOR (BCE)  
BCE-DIRECCIÓN DE OFICINA DE RECUPERACIÓN Y LIQUIDACIÓN  
BIESS  
CORPORACIÓN FINANCIERA NACIONAL B.P.

Sociedades Financieras Activas

SF FIDASA  
SF FIRESA(SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, 2018).

### **Banco Central del Ecuador**

El Banco Central del Ecuador (BCE), es una institución que regula el sistema financiero. Tiene la misión de garantizar el funcionamiento del régimen monetario, controlar la inflación e impulsar

el crecimiento económico del país. La Constitución Política de la República del Ecuador y la Ley Orgánica de Régimen Monetario y Banco del Estado determinan como objetivo primordial, velar por la estabilidad de la moneda y como funciones: establecer, controlar y aplicar la política monetaria, financiera, crediticia y cambiaria del Estado.

El BCE contribuye a que el Estado cuente con información, escenarios y alternativas de política económica en los que se apoyen los hacedores de la política para la toma de decisiones; y que el pueblo en general cuente con información transparente y objetiva sobre el desenvolvimiento de la economía.

Para asegurar la estabilidad financiera y no tener nuevas crisis financieras que afecten al pueblo ecuatoriano, el BCE proporciona a la sociedad un mecanismo de pago eficaz y transparente (sistema de pagos), administra el encaje bancario y el mecanismo de reciclaje de liquidez.

Actualmente, el BCE tiene las siguientes funciones:

- Posibilita que las personas dispongan de billetes y monedas en la cantidad, calidad y en las denominaciones necesarias. Retira billetes deteriorados o de baja circulación
- Facilita los pagos y cobros que todas las personas realizan en efectivo, o a través del sistema financiero privado.
- Evalúa, monitorea y controla permanentemente la cantidad de dinero de la economía, para lo que utiliza como herramienta el encaje bancario.
- Revisa la integridad, transparencia y seguridad de los recursos del Estado que se manejan a través de operaciones bancarias.

- Ofrece a las personas, empresas y autoridades, información para la toma de decisiones financieras y económicas (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2018)

### **Acuerdos de Basilea**

Los acuerdos de Basilea constituyen uno de los aportes más importantes en materia de legislación, regulación y supervisión Bancaria. En 1974 se reunieron los representantes de 11 Bancos Centrales: Bélgica, Canadá, Francia, Italia, Japón, Países Bajos, Reino Unido, Estados Unidos, Alemania, Suecia y Suiza, para formar un Comité que regule las prácticas bancarias, cuyo objetivo se centraría en fortalecer la solidez de los sistemas financieros y evitar situaciones de pánico bancario. La idea nació luego de la quiebra del Banco "Bankhaus Herstatt" ubicado en Alemania; la quiebra de este banco generó una onda que afectó a su sucursal en Nueva York, se congelaron las cuentas y casi colapsa el sistema de pagos norteamericano. En 1975, el Comité establece algunos acuerdos; sin embargo, en este trabajo, se mencionan los tres más relevantes, creados y actualizados a través del tiempo, en base a la experiencia y a la internacionalización financiera.

Basilea I, Acuerdo de Capital de Basilea, se firmó en 1988. Estableció principios básicos en los que debía fundamentarse la actividad bancaria: capital regulatorio, requisito de permanencia, capacidad de absorción de pérdidas y protección ante quiebra. El capital "propio" del Banco debía ser suficiente para hacer frente a los riesgos de crédito y tipo de cambio. El acuerdo establecía una metodología simple de medición; el capital mínimo de la entidad bancaria debía ser el 8% del total de los activos ponderados por riesgo; su aplicación permitía detener la reducción de la capitalización y medir la solidez de los bancos. Este acuerdo logró

fortalecer los sistemas bancarios en más de 130 países; sin embargo, años después quedó obsoleto y generó efectos adversos en la evolución del crédito (Sotelsek Salem, 2012).

Basilea II, aprobado en el 2004, presentó tres pilares básicos:

- 1) Requerimiento mínimo de capital, con énfasis en el riesgo de crédito
- 2) Proceso de supervisión bancaria, obtención y seguimiento de información, introducción de modelos matemáticos desarrollados por las instituciones para evaluar los riesgos.
- 3) Disciplina de mercado basada en información clara y oportuna sobre políticas de gestión de riesgos.

Basilea III, aprobado en diciembre de 2010, intentó adaptarse a la magnitud de la crisis económica, atendiendo a la exposición de gran parte de los bancos de todo el mundo a los “activos tóxicos” en los balances de los bancos y en los derivados que circulaban en el mercado. El temor al efecto dominó que pudiera causar la insolvencia de los bancos, hizo que se establecieron nuevas recomendaciones como:

- Endurecimiento de los criterios y aumento de la calidad del volumen de capital para asegurar su mayor capacidad para absorber pérdidas.
- Modificación de los criterios de cálculo de los riesgos para disminuir el nivel de exposición real.
- Constitución de colchones de capital durante los buenos tiempos que permitan hacer frente el cambio de ciclo económico.

- Introducción de una nueva ratio de apalancamiento como medida complementaria a la ratio de solvencia.

Los acuerdos de Basilea fueron planteados para "ayudar" en el control de los riesgos financieros, riesgos que tiene origen en una mala gestión de crédito, por tal razón, el conocimiento y control del volumen de crédito debe ser la principal preocupación de las entidades bancarias, no solo para garantizar su estabilidad, credibilidad y solvencia, sino para garantizar la estabilidad económica de una sociedad internacionalizada.

## Capítulo 2

### El crédito

#### Definición

La palabra crédito viene del latín *creditum*, que significa "cosa confiada". Crédito en su origen, significa confiar. El crédito es un préstamo de dinero realizado a una persona, quien se compromete a devolver la cantidad solicitada más los intereses, en un plazo o tiempo determinado y bajo ciertas condiciones (Morales, 2014).

Para la Superintendencia de Bancos, Crédito "es el uso de un capital ajeno por un tiempo determinado a cambio del pago de una cantidad de dinero que se conoce como interés" (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, 2018).

Crédito Bancario: "Contrato por el cual una entidad financiera pone a disposición del cliente cierta cantidad de dinero, el cual deberá devolver con intereses y comisiones según los plazos pactados" (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS, 2018).

#### Elementos del crédito

Deudor o prestatario- Recibe el dinero del préstamo

Acreedor o prestamista. - Concede el dinero

Monto. - Cantidad de dinero que se solicita

Tasa de interés. - Porcentaje que se aplica a un deudor por el uso del dinero recibido.

Interés. - Cantidad de dinero que debe pagarse como compensación al dinero prestado. Costo del uso del dinero.

Plazo. - Tiempo que el deudor tiene para pagar el préstamo

Deudor solidario o Garante. - Quien se compromete a pagar la deuda, en caso de incumplimiento de prestatario.

### **Tipos de crédito en el Ecuador**

La definición de cada uno de los diferentes tipos de crédito fue tomada de la página web de la Superintendencia de Bancos. <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/glosario-de-terminos/>

TIPO DE CREDITO	DESTINO
COMERCIAL	Crédito dirigido al financiamiento de actividades productivas, las operaciones de tarjetas de crédito corporativas y los créditos entre instituciones.
CONSUMO	Crédito dirigido a personas naturales, destinado a la adquisición de bienes de consumo o pago de servicios.
MICROCRÉDITO	Crédito dirigido a personas naturales o jurídicas o a un grupo de prestatarios con garantía solidaria, destinado a financiar actividades en pequeña escala de producción, comercialización o servicios, cuya fuente principal de pago la constituye el producto de las ventas o ingresos generados por dichas actividades
INMOBILIARIO	Crédito dirigido a personas naturales para la adquisición, construcción, reparación, remodelación y mejoramiento de vivienda propia.
EDUCATIVO	Crédito dirigido a personas naturales para financiar pagos de actividades académicas (educación primaria, secundaria, universitaria-postgrado).

### Desarrollo histórico, en cifras, del crédito en Ecuador

En la revista Súper Visión (primera edición-2017) de la Superintendencia de Bancos se menciona que el crédito constituye un pilar fundamental para lograr un sistema financiero sólido y estable, acceder al crédito significa realizar inversiones, generar empleo, activar el comercio y la economía en general. La Banca ecuatoriana privada, ofrece distintos tipos de crédito: Comercial, Consumo, Microcrédito y Vivienda; cada uno presenta su propio desarrollo. A continuación, se muestra la evolución del crédito desde el año 2006 hasta el año 2014, según mes y por segmento, información tomada de la Superintendencia de Bancos.

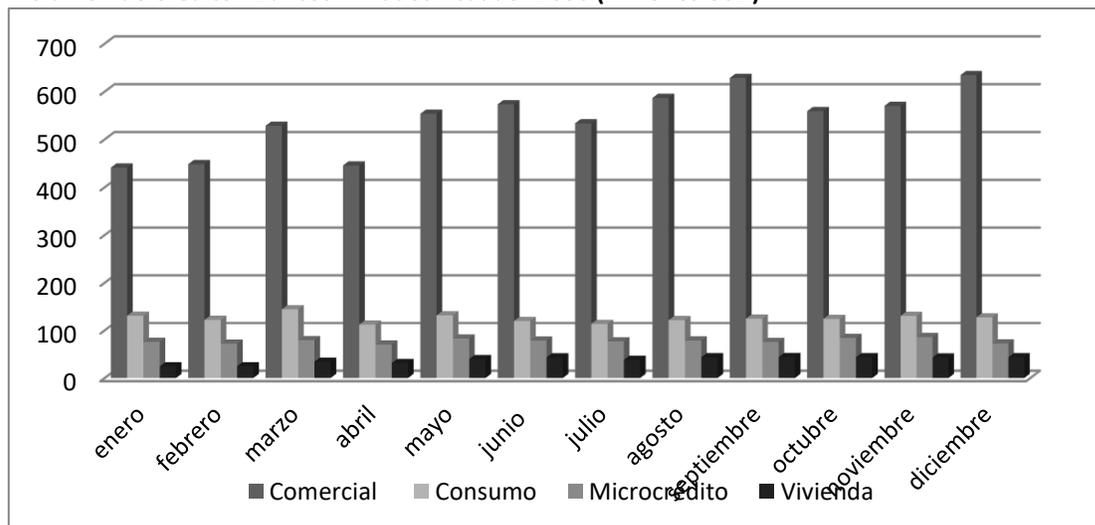
**Tabla 1.**

#### ***Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2006 (millones USD)***

Fecha	Comercial	Consumo	Microcrédito	Vivienda
enero	441.03	130.67	75.75	24.52
febrero	448.26	121.99	71.99	24.58
marzo	528.37	144.11	79.23	34.03
abril	445.45	112.12	70.34	31.28
mayo	553.66	131.45	82.78	39.6
junio	573.31	119.51	78.57	43.27
julio	533.54	113.46	76.88	38.01
agosto	586.68	121.5	78.71	43.42
septiembre	628.44	124.49	75.51	43.77
octubre	559.04	123.97	83.97	43.43
noviembre	570.13	130.27	85.95	42.9
diciembre	634.3	127.18	72.45	43.43

**Nota:** El crédito con mayor volumen es el crédito comercial. Recuperado de *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 1

**Volumen de Crédito - Bancos Privados-Ecuador 2006 (Millones USD)**

**Nota:** El crédito con mayor volumen es el Comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

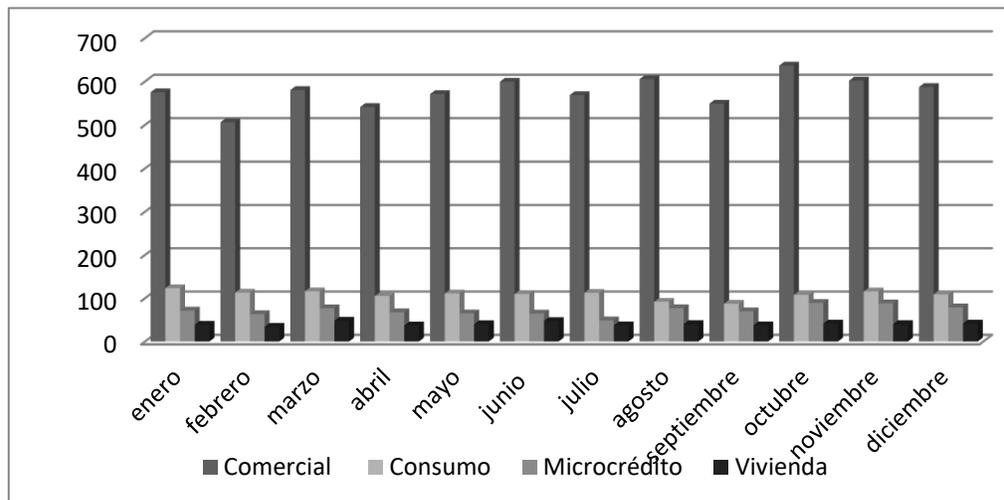
Tabla 2

**Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2007 (millones USD)**

fecha	Comercial	Consumo	Microcrédito	Vivienda
enero	574.96	123.23	71.37	38.66
febrero	506.05	112.89	63.17	33.82
marzo	580.2	116.05	76.68	48.04
abril	541.19	105.05	67.58	37.11
mayo	570.87	111.03	64.98	39.92
junio	599.27	109.49	64.5	47.32
julio	568.4	112.45	48.73	37.15
agosto	605.34	91.79	76.99	40.16
septiembre	548.72	87.33	69.82	37.35
octubre	636.41	107.56	89.2	41.42
noviembre	601.96	115.72	88.19	40.26
diciembre	587.13	108.75	79.04	41.46

**Nota:** El crédito con mayor volumen es el Comercial. Recuperado de *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 2

**Volumen de Crédito - Bancos Privados - Ecuador 2007 (Millones USD).**

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

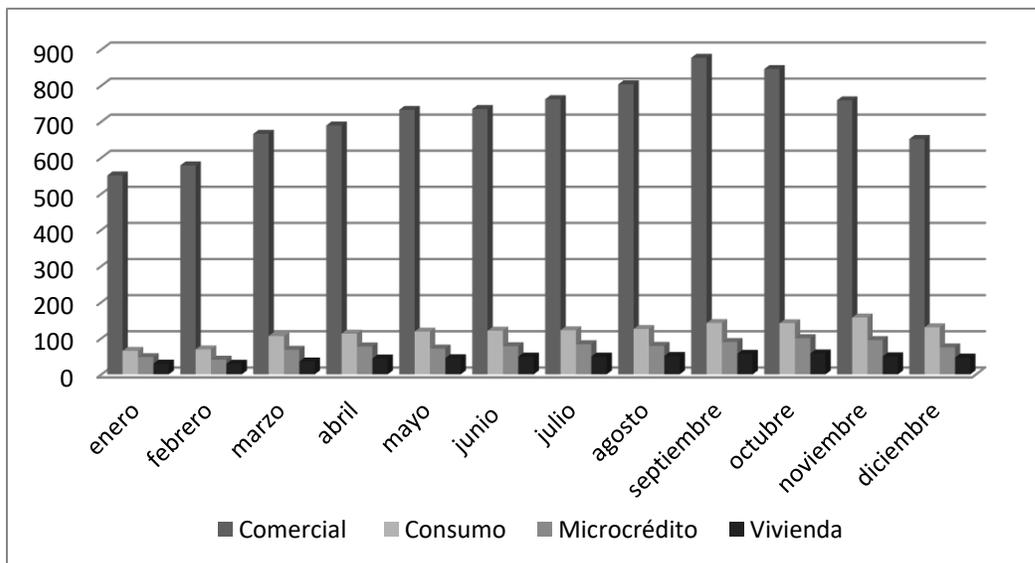
Tabla 3:

**Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2008 (millones USD)**

fecha	Comercial	Consumo	Microcrédito	Vivienda
enero	550.747	65.136	47.587	29.737
febrero	578.508	69.095	40.764	29.321
marzo	666.086	105.992	68.233	35.742
abril	689.294	112.706	77.27	43.924
mayo	732.513	118.518	71.521	44.769
junio	734.862	120.923	78.136	49.216
julio	762.21	122.16	83.59	49.296
agosto	803.284	125.664	78.936	50.931
septiembre	876.666	142.166	89.624	56.879
octubre	845.703	141.667	100.306	57.879
noviembre	758.993	157.451	95.052	49.927
diciembre	651.8	130.244	74.763	46.594

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Recuperado de *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 3

**Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2008 (Millones USD)**

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Tabla 4

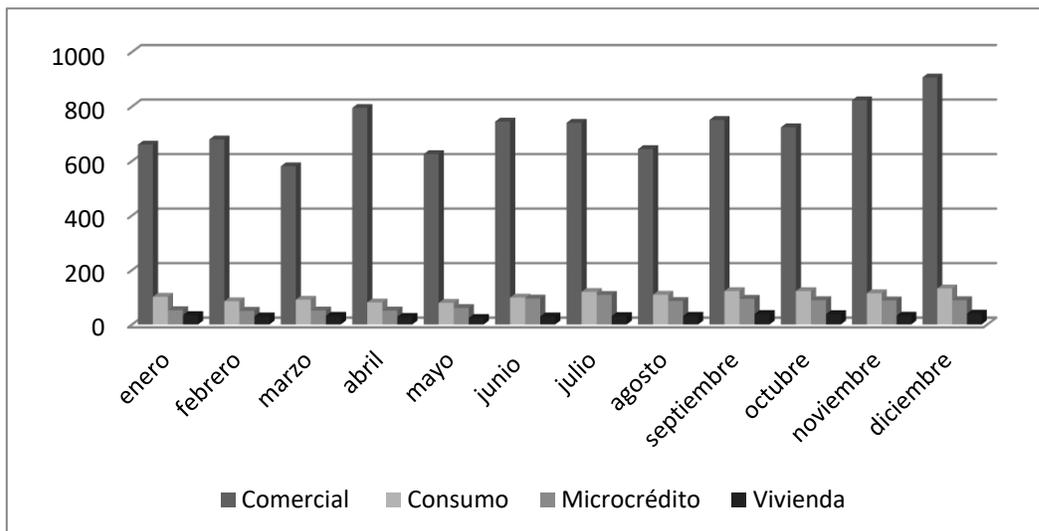
**Volumen de Crédito- Bancos Privados- Ecuador 2009 (millones USD)**

fecha	Comercial	Consumo	Microcrédito	Vivienda
enero	659.536	101.407	52.256	34.42
febrero	678.629	85.049	50.136	29.48
marzo	580.165	90.676	51.16	31.577
abril	794.131	80.683	50.957	27.942
mayo	624.867	79.051	60.412	23.947
junio	744.147	98.569	95.05	29.396
julio	739.755	119.263	108.232	30.858
agosto	643.174	108.938	85.91	31.511
septiembre	749.979	122.314	94.025	38.218
octubre	723.266	122.363	88.962	37.681
noviembre	822.176	114.326	88.106	32.064
diciembre	905.857	131.94	88.754	39.663

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Recuperado de *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 4

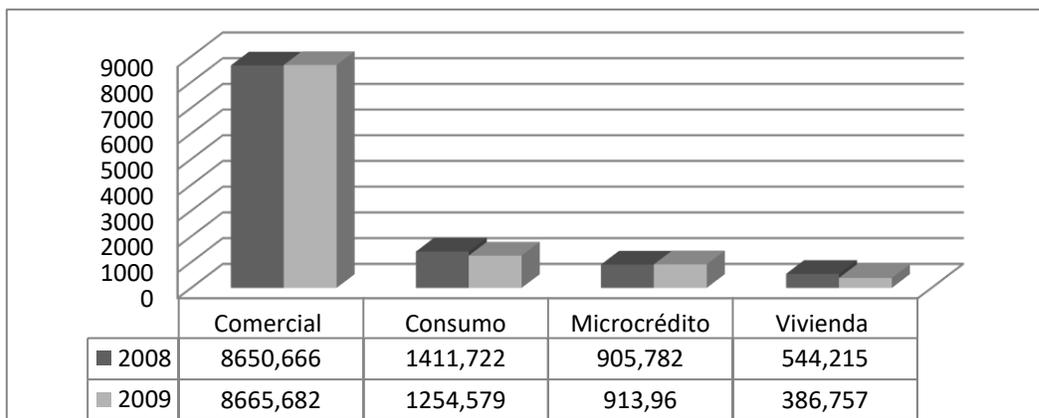
**Volumen de Crédito- Bancos Privados-Ecuador 2009(Millones USD)**



**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 5

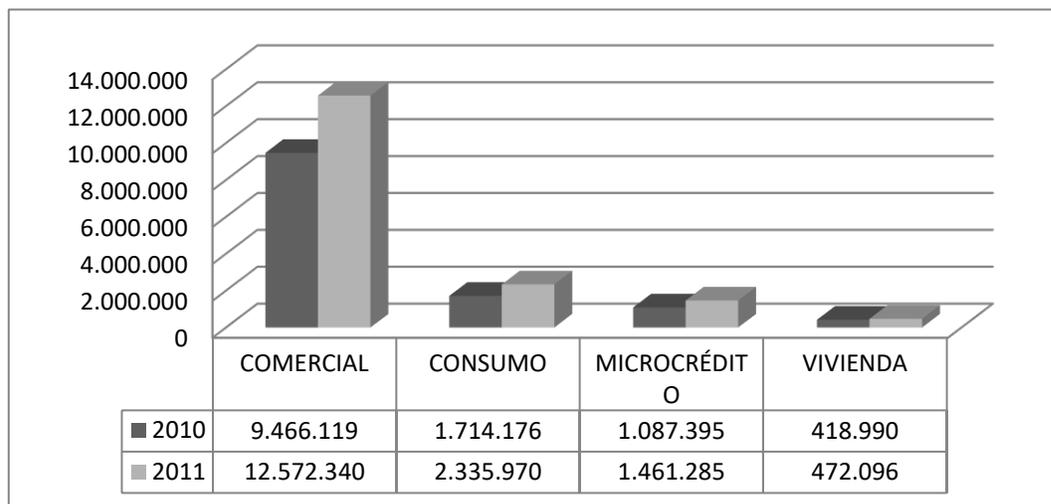
**Volumen de Crédito-Bancos Privados- Ecuador 2008-2009 (Millones USD)**



**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 6

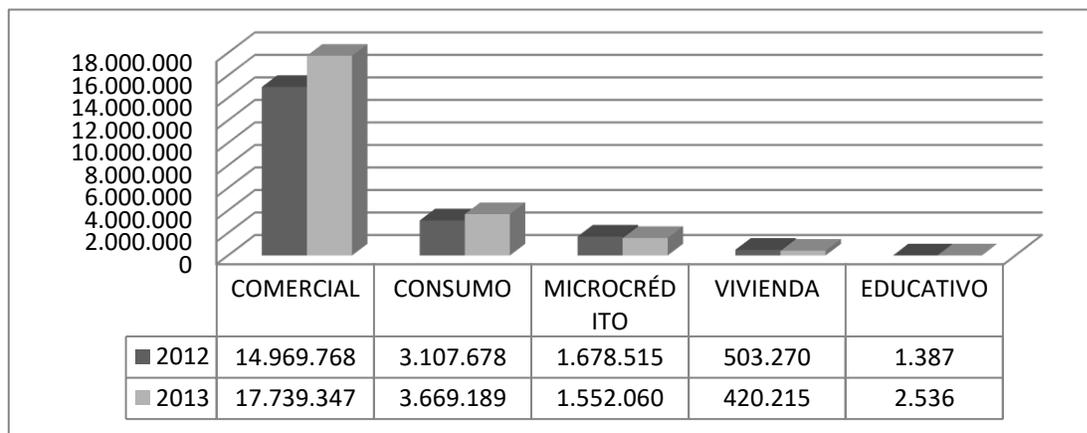
**Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2010-2011(Millones USD)**



**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

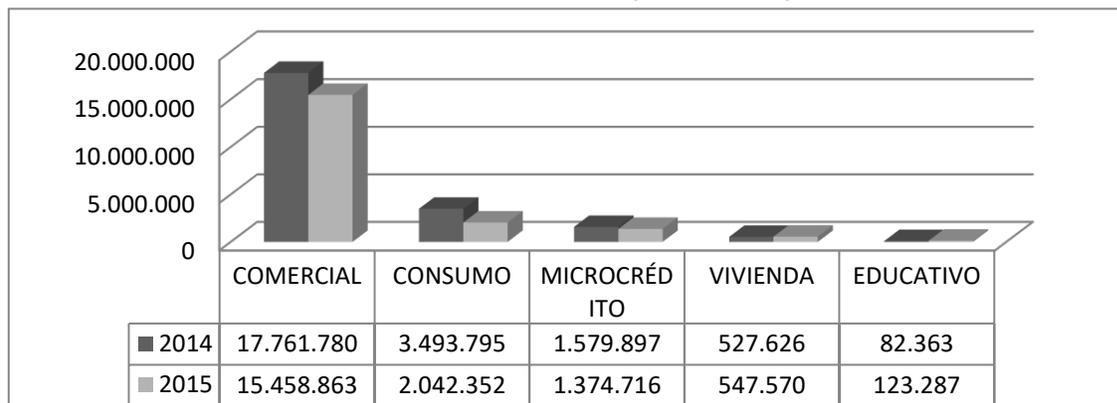
Figura 7

**Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2012-2013(Millones USD)**



**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. Aparece el crédito educativo. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

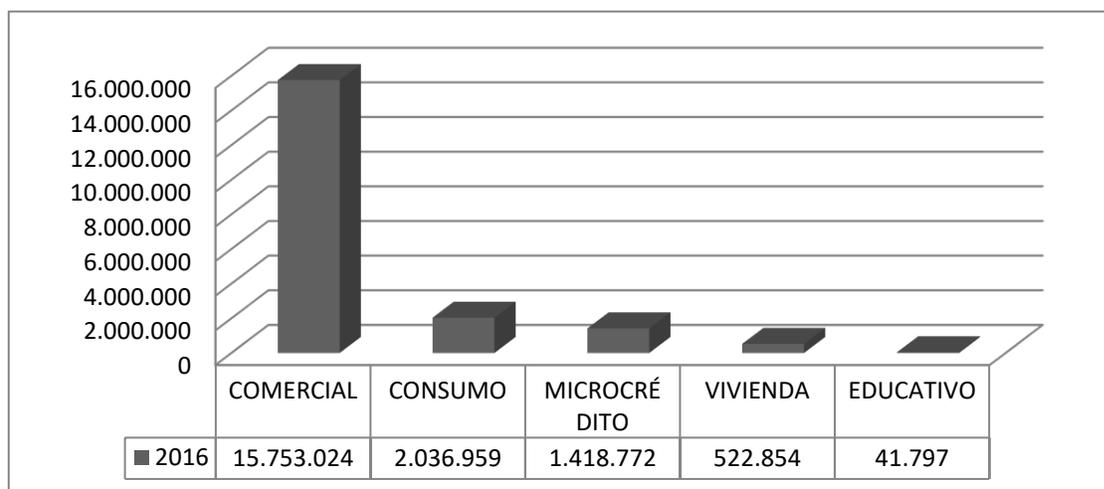
Figura 8.

**Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2014-2015(Millones USD)**

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial; sin embargo, decrece en el 2015. El crédito educativo presenta crecimiento. Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*.

<http://www.superbancos.gob.ec>

Figura 9

**Volumen de Crédito-Bancos Privados-Ecuador 2016(Millones USD)**

**Nota:** El crédito de mayor volumen es el comercial. El crédito de menor volumen fue el educativo.

Datos tomados de la *Superintendencia de Bancos (2017)*. <http://www.superbancos.gob.ec>

### **Factores determinantes en la demanda de crédito**

Los factores determinantes del crédito no se encuentran claramente definidos, de acuerdo con la revisión de la literatura no existe una lista de factores; sin embargo, hay trabajos de investigación en los cuales se plantean factores hipotéticos, y mediante diferentes metodologías buscan probar si las variables consideradas determinan o no la demanda de crédito.

Por ejemplo, en el trabajo de investigación de Guevara (2017), "Factores determinantes de la demanda de crédito bancario privado en moneda nacional en el Perú, periodo 2000-2015", se consideraron cinco variables hipotéticas determinantes del crédito: Tasa de Interés Activa promedio en moneda nacional, Tasa de Interés Activa Promedio en moneda extranjera, el Producto Interno Bruto Real (PIB), Índice de Precios al Consumidor y Tipo de Cambio Real Multilateral.

Para ese trabajo, la tasa de interés activa promedio en moneda nacional hizo referencia al saldo de créditos vigentes otorgados por las empresas bancarias en moneda nacional. La tasa de interés activa promedio en moneda extranjera fue definida como el saldo de créditos vigentes otorgados por las empresas bancarias en moneda extranjera. El PIB real se refirió a la producción de bienes y servicios finales producidos en un país. Se consideró el índice de precios al consumidor como el indicador estadístico que midió el comportamiento de precios de un conjunto de productos (bienes y servicios). El tipo de cambio real multilateral se refirió al precio de dos canastas de consumo y sirvió para medir el poder adquisitivo de una moneda en el extranjero.

Se probó la hipótesis empleando el coeficiente de correlación de Pearson, se consideró normalidad en los datos y se concluyó que solo tres factores fueron significativos: el PIB real, la tasa de interés en moneda extranjera y el índice de precios al consumidor. Según el estudio, el PIB real a precios constantes fue el principal factor que determinó el crecimiento de la demanda de crédito bancario privado (Guevara, 2017).

Otro ejemplo de factores determinantes en el mercado de crédito se presenta en la investigación: " El mercado de crédito mexicano: Factores que determinan su desempeño" Villagómez (2013). En ese trabajo se consideraron dos tipos de variables. Variables institucionales: respeto a los derechos de propiedad, mandato de ley, calidad regulatoria y variables que consideraron las particularidades de los sistemas financieros, denominados factores operativos: tasas de interés, nivel de depósitos, alternativas de financiamiento y concentración bancaria.

En esta investigación se empleó el método de mínimos cuadrados generalizados factibles (técnica que permite determinar estimadores óptimos, aunque la varianza de los errores no sea constante "heterocedasticidad" y la auto correlación de los errores, causada por la relación temporal de las variables exista); y se concluyó que las variables institucionales, aunque presentaron efecto significativo positivo, fue muy reducido. De las variables operativas, se encontró que el principal factor que determina el mercado de crédito fue el nivel de depósitos (Villagómez F. , 2013).

Carvajal (2005) estudió los determinantes del crédito para el caso de Ecuador, mediante el análisis de variables microeconómicas y macroeconómicas explicativas de la demanda y oferta de crédito, utilizó datos del periodo 2000 y primer trimestre de 2005 de la banca y economía

ecuatoriana. Entre los resultados, se establece que la confianza, la liquidez del mercado representado por el crecimiento de depósitos, y el ingreso, mantienen una relación significativa con la evolución de la cartera de crédito (Belmonte, 2014).

Salgado (2015) en su tesis, previa a la obtención del título de economista, " Determinantes macroeconómicos del crédito en el sistema financiero del Ecuador 2005 – 2014, analizó el sistema financiero ecuatoriano, evaluando sus principales factores y cuantificando los indicadores de evolución del crédito mediante el empleo de un modelo VAR, para lo cual consideró el volumen de crédito y diferentes variables macroeconómicas.

En las conclusiones del trabajo señaló: Existe correlación entre el volumen de crédito y varios factores macroeconómicos. El PIB real, el Gasto del Gobierno, los Depósitos Totales, poseen una relación positiva con la variación del Volumen de Crédito. (El modelo VAR tuvo un r-cuadrado equivalente a 0.7 en promedio). Sin embargo, no se demostró correlación entre el volumen de crédito y la Inflación, Depósitos en el Extranjero, Índice de Actividad Económica y Cartera Vencida. (Salgado, 2015).

Morales y Yáñez (2006) estudiaron el comportamiento de los créditos de consumo en Chile, emplearon un modelo de regresión múltiple, una de las variables explicativas fue la tasa de interés, concluyeron que existe una relación inversa de la tasa de interés y el crédito de consumo. (SUPERINTENDENCIA DE BANCOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS CHILE, 2006).

### **Demanda de crédito en países latinoamericanos**

De los 12 países miembros de la Unión de Naciones Suramericanas, se presentan datos de la demanda de crédito de Colombia, Bolivia, Perú, Venezuela, Chile y Argentina. Se ha considerado estos países por tener una cultura parecida, por sus relaciones comerciales y por impulsar la integración regional en materia de educación.

#### ***Colombia***

El Banco Central de Colombia presenta la situación trimestral del crédito en ese país. El objetivo de ese informe es analizar la situación actual y sectorial del crédito, la percepción que tienen las entidades sobre la oferta y la demanda de crédito, los cambios en las políticas de asignación en el corto plazo. Cabe mencionar que el estudio es descriptivo.

Las conclusiones obtenidas en el trimestre marzo 2016 fueron: el indicador de la percepción de demanda de nuevos créditos disminuyó en los últimos tres meses para los préstamos comerciales, de consumo y microcrédito, y aumentó para los créditos de vivienda. La demanda de créditos comerciales, independientemente del tamaño, presentó una tendencia decreciente. (Hurtado, 2016).

#### ***Bolivia***

En el 2012, Bolivia tuvo un sorprendente crecimiento, el aporte del sistema financiero dinamizó el consumo y la inversión. La cartera de créditos del sistema de intermediación financiera alcanzó 9.272 millones de dólares, originó un crecimiento de 772.8 millones de dólares con respecto al 2010. El 59% del total de la cartera de créditos correspondió a la banca comercial, el 30.8% a las

entidades especializadas en micro finanzas, 6% a las cooperativas de ahorro y crédito y 4.2% a las mutuales de ahorro y préstamo (Querejazu, 2012).

En el informe 2017, la asociación de Bancos Privados de Bolivia señaló que la continua capitalización de utilidades y la eficiente gestión de riesgos, mejoraron la expansión crediticia con respecto al 2016, no alcanzó los registros históricos del 2015, pero en general, la banca presentó una buena gestión en términos de crecimiento, liquidez, activos y rentabilidad. Los créditos se concentraron en los sectores productivos y de vivienda. (ASOBAN, 2017).

### **Perú**

El Banco Central de Perú realiza informes del comportamiento de oferta y demanda de crédito en ese país, para lo cual aplica una encuesta denominada Encuesta de Condiciones Crediticias, dirigida a funcionarios de las áreas de riesgos, comercial y finanzas de las instituciones bancarias. En las preguntas relacionadas a la demanda, los bancos pueden responder si la demanda: a) aumentó considerablemente; b) aumentó levemente; c) permaneció estable; d) disminuyó levemente; y, e) disminuyó considerablemente.

A partir de las respuestas, se elaboraron índices de difusión que fluctuaron entre 0 y 100, valores superiores a 50 indicaron un relajamiento de las condiciones crediticias. Valores por debajo de 50 indicaron un endurecimiento de las condiciones crediticias. Un valor del índice igual a 50 indicó una posición neutral, sin cambios en las condiciones crediticias.

Los resultados de la encuesta 2017 indicaron que existe un deterioro en la oferta y demanda en todos los segmentos empresariales: Oferta 37,5. Demanda 38,9. La demanda de crédito para este tipo de actividades se redujo considerablemente. La demanda del crédito de consumo disminuyó considerablemente en el primer trimestre del 2017 (47,5); comparado con el último semestre del 2016 (59,1); pasó del tramo de relajamiento al de endurecimiento. Los créditos hipotecarios se mantuvieron sin cambios en las condiciones crediticias. Oferta 50. Demanda 50. (BANCO CENTRAL DE LA RESERVA DEL PERÚ, 2017).

### ***Chile***

El Banco Central de Chile orienta su política monetaria al control de la inflación, esta entidad considera que una inflación baja y estable en el tiempo, promueve un mayor crecimiento económico. En las últimas décadas, Chile ha presentado una de las economías de más rápido crecimiento en Latinoamérica. Esto le ha permitido una importante reducción de la pobreza. Entre 2000 y 2015, la proporción de la población considerada pobre (US\$ 4 por día) se redujo del 26 a 7.9 por ciento. Sin embargo, el crecimiento disminuyó de 6.1 por ciento en 2011 a 1.5 por ciento de en 2017, debido a la caída de los precios del cobre.

En los que se refiere a los créditos, Chile clasifica sus créditos en consumo, comerciales, de comercio exterior y de vivienda. En el informe mensual de estadísticas monetarias y financieras del Banco Central de Chile se menciona que, en noviembre del 2017, el crecimiento anual del stock total de colocaciones se mantuvo en 4,6%. Las colocaciones comerciales y de vivienda registraron tasas de crecimiento superiores a las del mes previo: 3,4 y 10,2% (octubre: 3,2 y 10,0%), respectivamente.

Los préstamos de comercio exterior experimentaron una contracción de 10,6% (octubre: -9,2%), los créditos de consumo presentaron una variación similar a la del mes anterior de 5,8% (octubre: 5,9%). (BANCO CENTRAL DE CHILE, 2017)

### ***Argentina***

Para Carvallo (2011), en Argentina, el crédito incrementa el empleo, la inversión, la productividad y la tasa de crecimiento de la economía a largo plazo; además, bajo ciertas condiciones contribuye a mitigar la pobreza y permite la reasignación de recursos. (Carballo, 2015).

En ese país, el Banco Central de la República Argentina (BCRA), es el encargado de promover la estabilidad monetaria, la estabilidad financiera, el empleo y el desarrollo económico; y de publicar, cada año, un informe de estabilidad financiera. En el informe del 2016 se menciona que el crédito se modifica de acuerdo con factores estacionales y que el crédito que se incrementa cada año es el hipotecario, accesible solo a hogares y empresas de ingresos altos **(BCRA, 2017)**.

Según este informe, Argentina tiene un sistema financiero sólido y líquido, sin embargo, la desprotección del depositante, resultado de episodios de represión financiera, procesos de elevada inflación y crisis económicas, lo ha sesgado a invertir en activos externos, por lo cual los depósitos y créditos en el sistema financiero local equivalen a sólo 15% y 12% del Producto Interno Bruto (PIB), respectivamente, muy por debajo de los mismos coeficientes para los países de la región. Amplios segmentos de la población y del sector productivo no acceden al crédito.

Se explica, además, que los créditos del sistema financiero a las firmas de la construcción fueron muy bajos (3% del total). Es importante destacar que la disminución de los créditos de construcción no fue por problemas externos o indicadores económicos, sino por las fuertes lluvias que Argentina tuvo que enfrentar en abril del 2016. Es decir, los fenómenos naturales también son factores que inciden en la actividad crediticia.

En términos generales, la retracción de la actividad económica se reflejó en una caída de la demanda de créditos. Para solucionar estos inconvenientes, el BCRA implementó políticas para mitigar la inflación, recuperación del acceso a los mercados internacionales de crédito y otras medidas orientadas a ordenar la macroeconomía. En el caso específico del sector financiero, se implementaron modificaciones en el marco normativo de las entidades bancarias para abandonar la represión financiera (liberalización de las tasas de interés, flexibilización de los mecanismos de apertura de sucursales o medidas que apuntan a la bancarización plena) y las expectativas de crecimiento del mercado crediticio y de otras actividades bancarias.

A lo largo de 2015 tres entidades pequeñas comerciales dejaron de funcionar. El sistema financiero local quedó integrado por 78 entidades: 33 de origen nacional, 17 extranjeras, 12 públicas y 16 entidades no bancarias. Sin embargo, el crecimiento bancario no se debe a las entidades financieras nacionales, sino a las de origen extranjero.

Para promover la estabilidad monetaria y financiera, el BCRA elabora la Encuesta de Condiciones Crediticias (ECC). 23 Entidades públicas, privadas, nacionales y extranjeras responden, trimestralmente desde fines de 2009 y en forma confidencial, a preguntas cualitativas sobre factores que influyen en la oferta y demanda de crédito, que unidos a los informes cuantitativos de las

entidades financieras permiten analizar en forma global los elementos que afectan el crédito y cuáles son las expectativas para el próximo período. Sin embargo, para el 2016, (6 años después de la aplicación de estas encuestas) el volumen de crédito sigue en porcentajes bajos.

Se cree que los periodos de alta inflación y episodios de hiperinflación vividos en Argentina frenan el uso de la moneda local como unidad de cuenta y reserva de valor. Por ejemplo, un individuo que hubiera depositado sus ahorros en el sistema financiero local en abril de 1981 conservaría a mayo de 2016 sólo el 1,4% de los mismos en términos de bienes. Es decir, en 35 años habría perdido el 98,6% del poder de compra de su inversión. En comparación y usando las mismas fechas, un depósito en el sistema financiero estadounidense habría obtenido, en términos reales, el 179,9% de la inversión. En general, las empresas argentinas presentan niveles bajos de crédito en todos los tipos: construcción, comercio, industria, servicios **(BCRA, 2017)**.

Este capítulo finaliza con una reflexión respecto al problema en Argentina... El Ecuador, ha mejorado sus porcentajes de crédito y no es tan notoria la inflación debido a la adopción del dólar. Volver al sucre o a cualquier moneda nueva "nacional" sería una involución en la economía ecuatoriana.

## Capítulo 3

### Modelos estadísticos

El presente trabajo de investigación estadística se enmarca en la teoría de procesos estocásticos (sucesión de variables aleatorias que dependen del tiempo). La variable de análisis es la serie de registros de volumen de crédito mensual de los cuatro bancos grandes del Ecuador (Ranking en base a sus activos - información de la Superintendencia de Bancos): Pichincha, Pacífico, Produbanco y Guayaquil, en el periodo 2006- 2014. Las series de datos se tomaron de la página Web [www.superbancos.gob.ec/bancos/](http://www.superbancos.gob.ec/bancos/).

El volumen de crédito está representado por una serie temporal. Las observaciones son secuenciales y fueron tomadas mes a mes, desde enero del 2006 a diciembre del 2014. Sin embargo, antes de describir los modelos empleados en este trabajo, es importante aclarar los conceptos básicos de las series temporales.

#### Series temporales

Una serie temporal es un conjunto de datos registrados durante un período de tiempo; el orden de las observaciones es fundamental y su objetivo es explicar la evolución de una variable a lo largo del tiempo o predecir futuros valores (Newbold Paúl, 2013).

Las series temporales pueden ser analizadas de forma univariante (análisis de la serie temporal en función de su propia historia) o de forma multivariante (análisis de varias series temporales a la vez). En este trabajo se consideran los modelos de series univariantes.

Algunas características propias de las series temporales son:

1. La mayoría de las series tienen una tendencia. Su valor medio cambia con el tiempo; son llamadas series no estacionarias.
2. El comportamiento de algunas series es impredecible. Es decir, éstas suben y bajan sin ninguna tendencia obvia o tendencia a revertir hacia algún punto.
3. Algunas series presentan shocks persistentes. Los cambios repentinos en estas series tardan mucho tiempo en desaparecer.
4. Algunas series se mueven de manera conjunta, es decir, presentan comovimientos positivos.
5. La volatilidad de una serie puede variar con el tiempo. Es decir, una serie puede ser más variable en un período que en otro. (Londoño, 2005).

Las series temporales se representan por medio de  $X_1, X_2, \dots, X_n$  y en el periodo  $t$  el valor de la serie es  $X_t$ . Los datos se recogen a intervalos iguales de tiempo, semanal, mensual, trimestral o anual.

En la mayoría de las series temporales se identifican cuatro componentes: tendencial, estacional, cíclico, aleatorio. Los componentes tendencial, estacional y aleatorio se consideran en un año, el componente cíclico para periodos mayores que un año; sin embargo, la descomposición de la serie se realiza en sus componentes clásicos: componente tendencial, estacional y componente aleatoria (Newbold Paúl, 2013).

Si la serie temporal muestra una tendencia a crecer o decrecer a un ritmo bastante continuo durante largos periodos de tiempo, indica la existencia de un componente tendencial. El aumento o disminución de la población, la tecnología, la preferencia de consumidores son ejemplos de la existencia de un patrón tendencial.

La estacionalidad se refiere a los movimientos que la serie temporal presenta de acuerdo con la temporada, dentro de un mes, trimestre o año. La estacionalidad marca patrones que se presentan repetidos a lo largo del año. Los negocios suelen tener patrones estacionales recurrentes. Por ejemplo, un negocio de renta de propiedades en la playa ve incrementada significativamente su renta en verano, cuando el ambiente es cálido. Sin embargo, algunas series como el volumen de tráfico, puede mostrar un componente estacional en un día, donde los valores máximos se presentan en las horas de máxima afluencia de vehículos (horas pico), un flujo moderado el resto del día y un flujo ligero desde la medianoche hasta la madrugada (Anderson, 2014).

El componente cíclico se refiere a los cambios bruscos o lentos que presentan los datos durante periodos mayores a un año. La serie experimenta caídas y crecimientos en periodos no fijos. Estos periodos pueden ser de prosperidad, recesión, recuperación, depresión (Lind, 2015).

Aleatoriedad es el movimiento irregular de la variable, determinado por el azar, impredecible de forma determinística. Cuando en una serie se detectan y extraen las componentes de tendencia, estacionalidad y ciclo, en la serie sólo debe quedar el componente aleatorio. Por ello, a este componente se le suele llamar también “residuo aleatorio” o “ruido”, que es lo más difícil de predecir o es no predecible porque no está asociado a ningún patrón; es inducido por multitud de

factores que influyen en la conducta de cualquier serie real y puede considerarse similar al término error aleatorio de un modelo de regresión (Martínez, 2015).

De acuerdo a sus componentes, la serie temporal puede presentarse como la suma de sus componentes  $X_t = T_t + E_t + A_t$  ; T(tendencia), E(estacionalidad), A(componente aleatorio) o como el producto de sus componentes,  $X_t = T_t E_t A_t$ , representado generalmente como un modelo de suma logarítmica  $\ln(X_t) = \ln T_t + \ln E_t + \ln A_t$ . Sin embargo, en ocasiones, la serie temporal puede presentarse como una combinación de sumas y productos (Newbold Paúl, 2013).

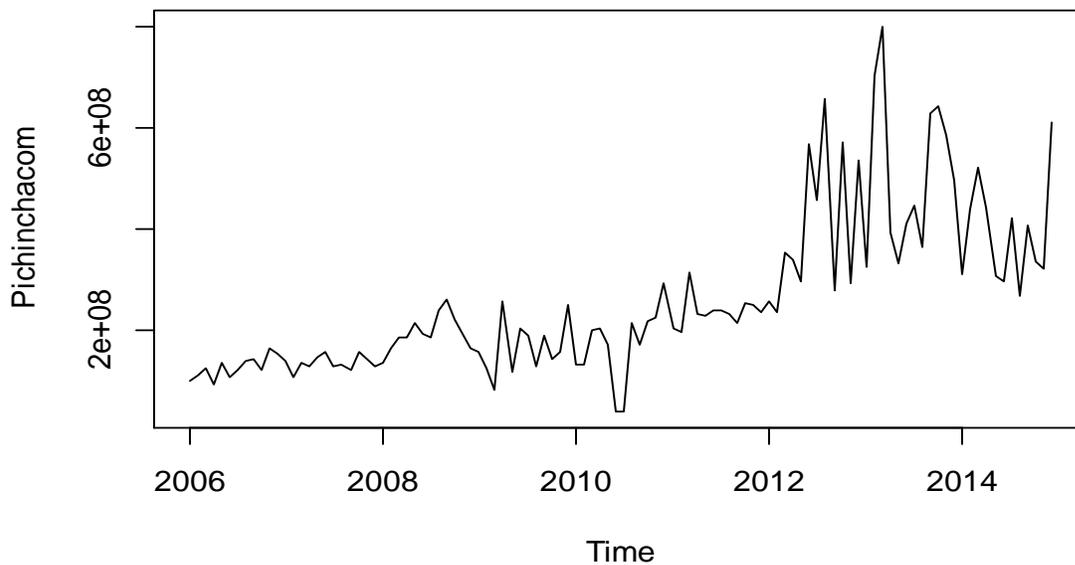
Otro componente importante de las series temporales es su **estacionariedad**. Una serie es estacionaria cuando es **estable** a lo largo del tiempo, es decir cuando la **media** y la **varianza** son constantes en el tiempo, y el valor de la covarianza entre dos periodos depende de la distancia o rezago entre estos dos periodos de tiempo.

La serie es no estacionaria cuando la varianza y/o la media cambian con el tiempo. Los cambios en la media determinan una tendencia a crecer o decrecer a largo plazo, por lo que la serie no oscila alrededor de un valor constante (Villavicencio, 2016).

Las series de tiempo se ilustran mediante gráficas; los períodos de tiempo se representan en el eje horizontal y los valores de la serie en el eje vertical.

Figura 10

Serie de tiempo-Banco Pichincha-Crédito comercial



### Regresión lineal

El análisis de regresión es una técnica estadística empleada para modelar la relación entre variables. Si la ecuación de regresión es  $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$  se llama modelo de regresión univariante lineal simple y su representación gráfica es una línea recta. Los coeficientes  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son los parámetros del modelo, se les llama coeficientes de la regresión y son estimados a partir de los datos disponibles.  $\beta_0$  es el intercepto de la recta de regresión con el eje de las ordenadas, el coeficiente  $\beta_1$  es la pendiente de la recta. A la variable  $x$  se le llama predictora o regresora y a la variable  $y$  se le denomina variable de respuesta (Montgomery, 2011).

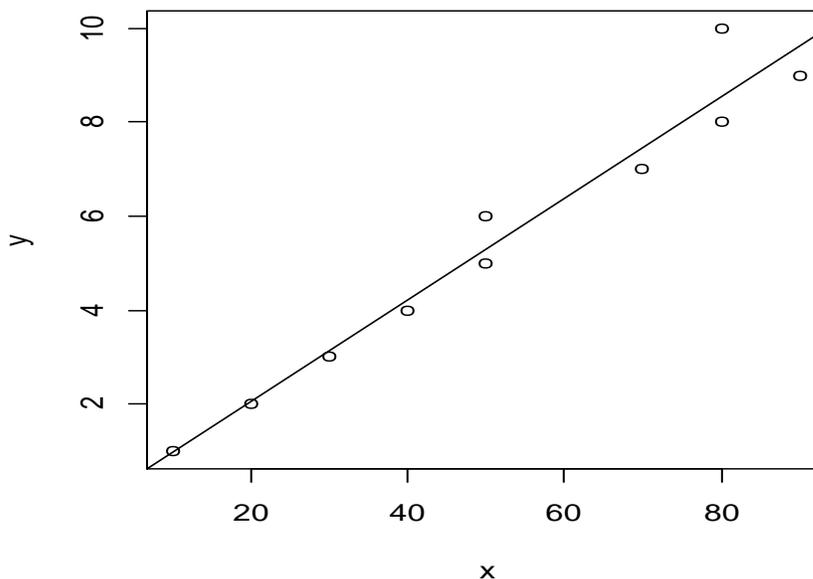
La expresión  $\beta_0 + \beta_1 x$  es la parte estructural lineal, se llama ecuación de la recta de regresión lineal, la variable  $\varepsilon$  se conoce como término de error o desviación aleatoria en el modelo.

Si  $\varepsilon$  cualquier par observado  $(x, y)$ , correspondería a un punto que queda exactamente sobre la recta  $y = \beta_0 + \beta_1 x$ ; es decir, en condiciones ideales el modelo de regresión lineal simple permite predecir sin error el valor de la variable dependiente (Modelo determinístico).

La inclusión del término de error permite a  $(x, y)$  fluctuar aleatoriamente. Si  $(x, y)$  está por encima de la recta de regresión  $\varepsilon > 0$ ; si está por debajo de la recta de regresión  $\varepsilon < 0$ . El error (diferencia entre el valor observado de "y" y el de la línea recta  $y = \beta_0 + \beta_1 x$  es llamado también residuo. Se asume que  $\varepsilon$  es un valor aleatorio cuya distribución es Normal, de media 0 y varianza constante. Además, se suele suponer que los errores no están **correlacionados**, esto significa que un error no depende del valor de cualquier otro error. (Veliz, 2011).

**Figura 11**

**Variables con correlación positiva**



Luego se estima el modelo, es decir, se ajusta el modelo a los datos que se tiene, para lo cual se determinan los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que son desconocidos, y se estudia su precisión. Posteriormente, se analiza la bondad de ajuste del modelo a los datos y; finalmente, se comprueba los supuestos del modelo.

La estimación de los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  se puede realizar por diversos procedimientos o métodos de ajuste, los más utilizados son el método de mínimos cuadrados y el método de máxima verosimilitud. Al encontrar el valor de los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  con estos métodos, la recta encontrada será la que mejor se ajuste a los datos observados y el error será minimizado.

### ***Mínimos cuadrados***

Para estimar los parámetros con el método de mínimos cuadrados se escribe la ecuación de regresión lineal para n pares de datos de una muestra  $(x_i, y_i)$ ;  $(x_1, y_1)(x_2, y_2), \dots (x_n, y_n)$ . La ecuación de la recta de mejor ajuste es de la forma  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$  de donde se tiene que  $\varepsilon_i = y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)$ . Los coeficientes se determinan de tal forma que la suma de los cuadrados de los errores sea mínima. De acuerdo con ese criterio se tiene:

$$S(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2$$

Los estimadores de mínimos cuadrados de  $\beta_0, \beta_1$  que se designan por  $\hat{\beta}_0$  y  $\hat{\beta}_1$  deben satisfacer:

$$\frac{\partial S}{\partial \hat{\beta}_0}(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1) = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 = 0$$

y

$$\frac{\partial S}{\partial \hat{\beta}_1}(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1) = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 x_i)^2 x_i = 0$$

Se simplifican las ecuaciones y se obtiene:

$$\sum_{i=1}^n y_i = n\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^n x_i + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i^2$$

Que se resuelven simultáneamente y se obtiene:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{n \sum_{i=1}^n y_i - \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad \text{que puede escribirse:}$$

$$\frac{n \sum_{i=1}^n y_i}{n} - \frac{\hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

Si los puntos están cerca de esta recta ajustada, el error se minimiza. La manera más simple de revisar esta cercanía es revisar el residuo (desviación vertical) entre  $y_i - \hat{y}_i$ .

La suma de los residuos en cualquier modelo de regresión que contenga una ordena en el origen  $\hat{\beta}_0$  siempre es igual a 0.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) = 0$$

=

La suma de los valores observados  $y_i$  es igual a la suma de los valores ajustados  $\hat{y}_i$

$$\sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \hat{y}_i$$

La línea de regresión de mínimos cuadrados siempre pasa por el centroide de los datos que es el punto  $(\bar{x}, \bar{y})$ .

Los errores  $\varepsilon_i$  del modelo deben estar distribuidos en forma normal e independiente, con media=0 y varianza  $\sigma^2$ .

La ecuación de la distribución normal es  $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$

$\mu$  es la media y  $\sigma$  la desviación estándar; ( $\sigma^2$  varianza) se escribe

$$X \sim N(\mu, \sigma^2).$$

Sin embargo, la metodología de los mínimos cuadrados se puede utilizar para ajustar una nube de puntos a otro tipo de tendencias, no solamente a una lineal. El criterio para hacerlo es el mismo: minimizar suma de los errores al cuadrado.

### **Máxima verosimilitud**

El método de máxima verosimilitud consiste en encontrar el valor más probable de parámetros de un conjunto de datos; para lo cual se maximiza la función de verosimilitud.

La función de máxima verosimilitud es:

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta)$$

$\prod$  se lee producto de

Como ejemplo, en la distribución normal, para determinar los estimadores de  $\mu$  y  $\sigma^2$  que maximizan la función de verosimilitud, se tiene:

Sea  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  una muestra de variables aleatorias independientes e igualmente distribuidas  $X_n \rightarrow N(\mu, \sigma^2)$  con una función de densidad de probabilidad  $f(x, \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$ , la función de verosimilitud queda:

$$L(x_1, x_2 \dots x_n, \mu, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n f(x_i, \mu, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Para obtener los estimadores se escoge por lo común maximizar el logaritmo natural de L, con lo cual:

$$\ln L(x_1, x_2 \dots x_n, \mu, \sigma^2) = \ln \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

$$\ln \left[ \prod_{i=1}^n \left( (2\pi)^{-\frac{1}{2}} (\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x_i - \mu)^2} \right) \right] = \ln \left[ (2\pi)^{-\frac{n}{2}} (\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} \right]$$

$$\ln L(x_1, x_2, \dots, x_n, \mu, \sigma^2) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2$$

$$\frac{\partial}{\partial \mu} \ln L(x_1, x_2, \dots, x_n, \mu, \sigma^2) = \frac{\partial}{\partial \mu} \left( -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial \mu} = -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)(2)(-1) = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu) = 0$$

de donde  $\sum_{i=1}^n (x_i - \mu) = 0$  entonces  $\sum_{i=1}^n x_i - n\mu = 0$  y finalmente:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad ; \quad \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \bar{x}$$

Por lo tanto, el estimador de  $\hat{\mu} = \bar{x}$

Ahora, de

$$-\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \text{ se deriva con respecto a } \sigma^2, \text{ se}$$

mantiene fija  $\mu$  y para simplificar la expresión, se realiza el cambio  $\sigma^2 = \lambda$ ; la ecuación

queda  $-\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \lambda - \frac{1}{2\lambda} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2$ , ahora se deriva parcialmente respecto a  $\lambda$

$$\frac{\partial}{\partial \lambda} \left( -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \lambda - \frac{1}{2\lambda} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \right) = -\frac{n}{2} \cdot \frac{1}{\lambda} + \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{2\lambda^2}$$

Nuevamente  $\sigma^2 = \lambda$  entonces :

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{2\sigma^4} - \frac{n}{2\sigma^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 - n\sigma^2}{2\sigma^4}$$

Se maximiza  $\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 - n\sigma^2}{2\sigma^4} = 0$

por lo que  $\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 - n\sigma^2 = 0$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 = n\sigma^2, \text{ de donde } \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}$$

Si  $\hat{\mu} = \bar{x}$  entonces el estimador para  $\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$

Para el modelo de regresión lineal simple con errores normales, empleando la función de máxima verosimilitud, se determina las constantes  $\beta_0, \beta_1$  y  $\sigma^2$  desconocidas de la siguiente manera:

Si  $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i$ ; con datos  $(y_i, x_i)_{i=1, \dots, n}$   
 $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$  independientes e idénticamente distribuidos

Objetivo:  $\max(\beta_0, \beta_1) [f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)] = \max(\beta_0, \beta_1) \left[ \prod f(\varepsilon_i) \right]$

Si  $\varepsilon_i = y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i$  y  $f(x, \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$  entonces:

$$L(y_i, x_i, \beta_0, \beta_1, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n (2\pi\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma}\right)^2}$$

$$L(y_i, x_i, \beta_0, \beta_1, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n (2\pi\sigma^2)^{-1/2} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2}$$

Los estimadores de máxima verosimilitud son los valores de los parámetros  $\widehat{\beta}_0, \widehat{\beta}_1, \widehat{\sigma}^2$  que maximizan a L, o lo que es lo mismo a  $\ln L$ .

$$L(y_i, x_i, \beta_0, \beta_1, \sigma^2) = (2\pi\sigma^2)^{-n/2} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2}$$

$$\ln L(y_i, x_i, \beta_0, \beta_1, \sigma^2) = \ln (2\pi\sigma^2)^{-n/2} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2}$$

$$\ln L = -\frac{n}{2} \ln 2\pi - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^2$$

La derivada parcial para los estimadores debe satisfacer:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_0} = -\left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) (2) \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)(-1) = 0$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \beta_1} = -\left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) (2) \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)(-x_i) = 0$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n \beta_0 - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i = 0 \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i - \beta_0 \sum_{i=1}^n x_i - \beta_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0 \end{cases}$$

La solución del sistema determina los estimadores de máxima verosimilitud:

$$\widehat{\beta}_0 = \bar{y} - \widehat{\beta}_1 \bar{x} \quad ; \quad \widehat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i (x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad ; \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \widehat{\beta}_0 - \widehat{\beta}_1 x_i)^2}{n}$$

Los estimadores encontrados por el método de máxima verosimilitud tienen mejores propiedades estadísticas que los estimadores por mínimos cuadrados. El estimador de máxima verosimilitud es eficiente (tiene menor varianza) y consistente (si el número de observaciones es grande, el estimador converge en probabilidad al valor verdadero) (Montgomery, 2011). Además, según (Ferreira, 2010), varias investigaciones demuestran que los parámetros encontrados por el método de máxima verosimilitud son más precisos y son recomendado para muestras grandes.

### Regresión lineal múltiple

De los modelos multivariantes, se toma el modelo de regresión múltiple, este modelo se aplica tanto a datos de corte transversal (datos obtenidos en un determinado momento, como por ejemplo encuestas, entrevistas), como a **datos de series temporales**. El análisis de regresión múltiple permite analizar la relación existente entre una variable dependiente y un conjunto de variables regresores (Aldás, 2017).

El modelo de regresión múltiple se escribe

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

Si se considera que la variable dependiente es una función lineal de  $k$  regresores y de un término de error. Designando por  $y_i$  al regresando, por  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$  a los regresores y  $\varepsilon_i$  a la perturbación aleatoria (error), el modelo de regresión lineal es:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i \quad i=1,2,\dots,n$$

Para cada una de las observaciones, el sistema generado es:

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \cdots + \beta_k x_{k1} + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \cdots + \beta_k x_{k2} + \varepsilon_2$$

$$y_3, y_4, \dots$$

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \cdots + \beta_k x_{kn} + \varepsilon_n$$

que escrito de forma matricial queda:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k1} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k2} \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{kn} \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k1} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{k2} \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Entonces, el modelo de regresión múltiple se puede escribir

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Los errores del modelo están distribuidos en forma normal e independiente, con varianza constante e igual a  $\sigma^2$ .

**Estimación de máxima verosimilitud para la regresión lineal múltiple**

La función de densidad normal de los errores es  $f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}\varepsilon_i^2}$

Si el error  $\varepsilon$  se distribuye en forma normal, la función de máxima verosimilitud conjunta de  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ , es decir  $\prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i)$ , es:

$$L(\varepsilon, \beta, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \varepsilon' \varepsilon}$$

Si  $\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \boldsymbol{\varepsilon}$  entonces  $\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\beta$

y la función de máxima verosimilitud queda:

$$L(\varepsilon, \beta, \sigma^2) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)}$$

Se aplica  $\ln$  a la ecuación y obtenemos:

$$\ln L(\varepsilon, \beta, \sigma^2) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - n \ln(\sigma) - \frac{1}{2\sigma^2} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)$$

De acuerdo con esta ecuación, los estimadores de máxima verosimilitud para  $\beta$  y  $\sigma^2$

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \quad , \quad \sigma^2 = \frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta})' (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta})}{n}$$

La diferencia entre el valor observado  $y_i$  y el valor ajustado  $\hat{y}_i$  es el residual

$e_i = y_i - \hat{y}_i$  Los  $n$  residuales se pueden escribir con notación matricial como

$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}$  (Montgomery, 2011).

### ***Supuestos en los que se basa el modelo de regresión múltiple***

-Si existe una relación exacta entre los regresores, la matriz  $X$  derivaría en un determinante nulo, la matriz no sería invertible, condición necesaria para determinar los parámetros. A este problema, se le denomina Multicolinealidad; si existe multicolinealidad alta, los parámetros determinados serán imprecisos.

-Los residuos deben seguir una distribución normal.

-La variabilidad en torno a la línea de regresión debe ser la misma en toda la muestra, a esta condición se le denomina homocedasticidad.

-La relación entre el regresando, los regresores y el error debe ser lineal.

-Los errores deben estar no correlacionados. El test de Durbin-Watson permite determinar el nivel de significancia de la correlación (Aldás, 2017).

### **Modelo ARIMA**

El modelo ARIMA "Autoregressive Integrated Moving Average " (auto regresivo integrado de medias móviles) es un modelo estadístico dinámico que emplea como datos series temporales. Fue propuesto en 1976 por George Box y Gwilym Jenkins en la obra "Time Series Analysis: Forecasting and Control".

ARIMA es un modelo estadístico auto proyectivo que permite **predecir** valores de una variable en función de sus **valores pasados sin necesidad de ninguna otra información de variables auxiliares o relacionadas**. Cada una de las tres partes del acrónimo ARIMA, se le denomina componente y modela un comportamiento distinto de la serie. Autorregresivo (AR), Integrado (I),

Medias Móviles (MA). Auto regresivo significa que la variable de un período  $t$  es explicada por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores, es decir sobre el pasado de la misma serie (Pérez, 2016).

El modelo ARIMA presenta una ecuación explícita que permite describir un valor como una función lineal de datos anteriores y errores debidos al azar. Puede incluir un componente cíclico o estacional. El término de error es conocido como **ruido blanco** y debe cumplir tres características: **media nula, varianza constante y covarianza nula.**

El proceso de modelización de series temporales mediante los modelos ARIMA, consiste en:

Análisis descriptivo de la serie temporal mediante la representación gráfica, que servirá para analizar si la serie es estacionaria o no.

Si la serie no es estacionaria, la serie debe ser diferenciada. Además, con la gráfica de la función de auto correlación simple y auto correlación parcial, se observará cómo se comporta la serie. Luego se estima el modelo para decidir si los estimadores son significativos y posteriormente se realiza la validación del modelo ajustado, mediante el análisis de sus residuos (independientes, proceso estocástico, ruido blanco).

Es importante insistir en el objetivo de la modelización ARIMA: identificar el modelo generador de la serie y estimar los parámetros de este a partir de las observaciones que conforman la serie temporal.

### **El modelo multivariante de vectores auto regresivo (VAR)**

El modelo VAR es una herramienta de series de tiempo multivariado, la cual fue originalmente utilizada para el análisis macroeconómico por Christopher A. Sims, “Macroeconomics and Reality” en 1980 (Pérez, 2016). En la actualidad y con la ventaja de contar con serie de datos económicos a lo largo de mucho tiempo y con programas computacionales, esta metodología se puede emplear de forma más detallada y en varios campos de la ciencia.

El modelo VAR es un proceso estocástico vectorial que permite conocer el desarrollo de un sistema de variables correlacionadas; al establecer las variables del sistema como endógenas, captura los comovimientos y la dinámica de sus interrelaciones (Maldonado, 2007).

Los VAR constituyen una exitosa técnica para hacer pronósticos en sistemas de variables de series de tiempo interrelacionadas a corto y mediano plazo, donde cada variable ayuda a pronosticar a las demás variables (Trujillo, 2010).

Un VAR es un sistema de variables que hace de cada variable endógena una función de su propio pasado y del pasado de otras variables endógenas del sistema. El modelo VAR pueden considerarse como una generalización de los modelos ARIMA (metodología Box- Jenkins). El requisito indispensable para el uso del modelo VAR es que la serie temporal no cuente con el componente estacional.

Para Pérez (2016), el modelo VAR parte de la especificación general de un modelo multiecuacional sobre la forma reducida  $Y_t = X_t \Pi + V_t$  ( $Y_t$  es la variable para explicar,  $X_t \Pi$  representa el conjunto de variables explicativas,  $V_t$  es el componente aleatorio). A partir de este modelo se construye una especificación concreta del modelo VAR, se define a priori el número total de variables que componen el sistema ( $m$ ) y el número máximo de retardos a incluir ( $r$ ), incluyendo, de ser necesario, una matriz adicional con términos deterministas  $D_t$ . Para cada variable  $Y_i$  se plantea la ecuación :

$$Y_{i,t} = D_{i,t} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r \beta_{i,j} Y_{i,t-j} + u_{i,t}$$

Las perturbaciones aleatorias  $u_{i,t}$ , deben comportarse como ruido blanco, presentando matrices de varianzas y covarianzas constantes.

#### Estimación del modelo VAR

La estimación del modelo puede ser realizada por el método de máxima verosimilitud. Sin embargo, el problema a la hora de estimar el modelo es el número de retardos a incluir en la estimación. Sims propone una ratio de verosimilitud entre el modelo que tiene el menor número de retardos y el modelo que tenga todos los retardos posibles.

### **Selección del modelo**

Los criterios utilizados para seleccionar el modelo son: el criterio informativo de Akaike (AIC), el criterio de Schwarz (SC), el criterio de verosimilitud, cuyos estadísticos son:

$$AIC = -2 \frac{l}{N} + 2 \frac{m}{N}$$

$$SC = -2 \frac{l}{N} + m \frac{\log(N)}{N}$$

$$l = \frac{-Nk}{2} (1 + 2\log 2\pi) - N \frac{N}{2} \log |\Sigma|$$

m = número de variables del modelo

k= número de ecuaciones en el modelo

Se selecciona el modelo que presenta un valor menor de estos estadísticos. Los cálculos para los modelos VAR son complejos, sin embargo, utilizando software estadístico R se puede determinar el modelo requerido.

### **Regresión lineal con Distribución Burr tipo XII**

En este tipo de distribuciones es conveniente estimar los parámetros a partir de los datos y uno de los métodos empleados para la estimación es el de máxima verosimilitud, precisamente porque los parámetros buscados por este método son los que tienen mayor probabilidad; además, se usan todos los datos, es recomendado para muestras grandes y completas y varias

investigaciones demuestran que los parámetros encontrados con este método son más precisos (Ferreira, 2010).

La distribución empleada en este trabajo es la distribución de Burr tipo XII. La distribución de Burr es una distribución de probabilidad continua para una variable aleatoria no negativa, puede adaptarse a una amplia gama de datos empíricos y los valores de sus parámetros cubren un amplio conjunto de asimetría y curtosis.

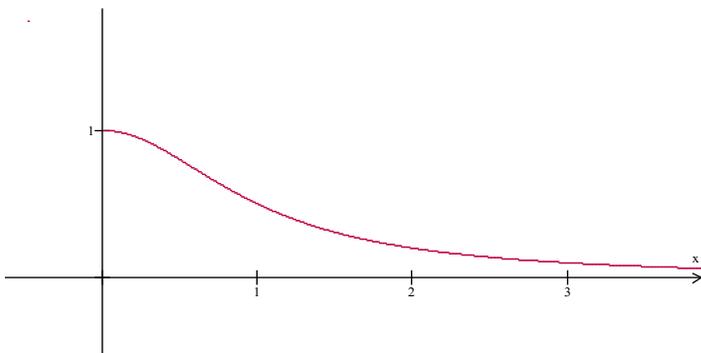
La función de densidad de probabilidad de la distribución Burr, para dos parámetros es:

$$f(x/c, k) = ck \frac{x^{c-1}}{(1+x^c)^{k+1}}$$

donde  $c, k$  son parámetros de forma;  $x > 0, c > 0, k > 0$

**Figura 12**

**Distribución Burr Tipo XII**



La distribución Burr fue introducida en 1942 por Irving Burr, con los parámetros  $c, k$ . Posteriormente, en 1980, Tadikamalla introduce un parámetro adicional de escala, con lo cual la función de densidad de probabilidad queda:

$$f(x, \alpha, c, k) = \frac{\frac{ck}{\alpha} \left(\frac{x}{\alpha}\right)^{c-1}}{\left(1 + \frac{x^c}{\alpha}\right)^{k+1}}; \quad \alpha > 0; c > 0, k > 0$$

Si el modelo de regresión lineal es  $y_i = x_i\beta_1 + \beta_0 + \varepsilon_i$  en el cual

$\varepsilon_i = y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i$  y se emplea en lugar de la variable  $x$  (de la distribución Burr) la ecuación que corresponde a  $\varepsilon_i$ , entonces la distribución Burr tipo XII en función de  $\varepsilon_i$  sería:

$$f(\varepsilon_i) = ck \frac{\varepsilon_i^{c-1}}{(1 + \varepsilon_i^c)^{k+1}}; \quad f(\varepsilon_i) = ck \frac{(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1}}{(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}}$$

Si se asume errores independientes e igualmente distribuidos, y aplicamos la función de máxima verosimilitud, Likelihood (L) es:  $L(x, \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i)$  entonces,

$$L(\beta_0, \beta_1, c, k) = \prod_{i=1}^n ck \frac{(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1}}{(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}}; \quad n = \text{número de datos}$$

$$L = \prod_{i=1}^n c^n k^n \frac{(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1}}{(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}}; \quad \text{Se aplica ln a (L) Likelihood y se tiene:}$$

$$\ln L = \ln \left( c^n k^n \prod_{i=1}^n \frac{(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1}}{(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}} \right);$$

$$\ln L = (c^n k^n \prod_{i=1}^n \frac{(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1}}{(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}});$$

Se aplica a la función las propiedades de los logaritmos, y se tiene,

$$\ln L = n \ln c + n \ln k + \sum_{i=1}^n \ln(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^{c-1} - \sum_{i=1}^n \ln(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)^{k+1}$$

La función final es:

$$\ln L = n \ln c + n \ln k + (c-1) \sum_{i=1}^n \ln(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) - (k+1) \sum_{i=1}^n \ln(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)$$

Función que se empleará para determinar los parámetros de la regresión lineal con errores que siguen una distribución Burr.

## Capítulo 4

### Análisis de datos

#### Obtención de datos

Para realizar el análisis de la demanda de crédito en los bancos privados del Ecuador, se recopilaron datos reales de la serie mensual del volumen de crédito por tipo: comercial, consumo, microcrédito, vivienda y educativo, de la página web de la Superintendencia de Bancos, Sistema Financiero-Volumen de crédito:

([http://www.sbs.gob.ec:7778/practg/sbs\\_index?vp\\_art\\_id=39&vp\\_tip=2&vp\\_buscr=41](http://www.sbs.gob.ec:7778/practg/sbs_index?vp_art_id=39&vp_tip=2&vp_buscr=41)).

En esa misma página web, en atención al usuario, se encontró un glosario de términos financieros, útiles para la mejor comprensión de los resultados, los mismos que fueron copiados textualmente y se presentan a continuación:

#### ***Crédito comercial***

Todos aquellos dirigidos al financiamiento de actividades productivas y comerciales. Un crédito comercial sirve básicamente para solventar necesidades económicas de las empresas. Una empresa puede solicitar un crédito para la compra de una máquina, financiar importaciones.

#### ***Crédito de Consumo***

Es un crédito personal a corto o mediano plazo que se otorga a personas naturales para obtener dinero de libre disposición. Tienen por destino la adquisición de bienes de

consumo (por ejemplo, electrodomésticos) o pago de servicios (por ejemplo, el pago de un tratamiento dental. Su pago se efectúa en cuotas que generalmente se amortizan en función de un sistema de cuotas periódicas y cuya fuente de pago es el ingreso neto mensual promedio del deudor.

### ***Microcrédito***

Es todo préstamo concedido a una persona natural o jurídica, o a un grupo de prestatarios con garantía solidaria, destinado a financiar actividades en pequeña escala, de producción, comercialización o servicios, cuya fuente principal de pago la constituye el producto de las ventas o ingresos generados por dichas actividades, adecuadamente verificados por la institución del sistema financiero, que actúa como prestamista.

### ***Crédito de Vivienda***

Son los créditos otorgados a personas naturales para la adquisición, construcción, reparación, remodelación y mejoramiento de vivienda propia, siempre que se encuentren amparados con garantía hipotecaria y hayan sido otorgados al usuario final del inmueble; caso contrario, se considerarán como créditos comerciales.

### ***Crédito Educativo***

Crédito otorgado a personas naturales para su formación y capacitación profesional o técnica y a personas jurídicas para el financiamiento de formación y capacitación profesional o

técnica de su talento humano, en ambos casos la formación y capacitación deberá ser debidamente acreditada por los órganos competentes. Se incluye todos los consumos y saldos con tarjetas de crédito en los establecimientos educativos.

Luego se procedió a revisar los datos del volumen de crédito durante el periodo 2006-20016, pero en el año 2012 y en el año 2015 se encontraron diferentes clasificaciones de los tipos de crédito; por lo que fue necesario ingresar a la Superintendencia de Bancos para solicitar una inducción sobre el manejo de la página web y aclarar la clasificación de los tipos de crédito.

De ello se tiene que, durante los años 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011; se mantienen 4 categorías de crédito: comercial, consumo, microcrédito y vivienda. Para el año 2012, la Junta Reguladora, máximo ente de control del sector monetario y financiero, cambia la segmentación a 9 categorías: se mantiene consumo, microcrédito, vivienda, comercial, se agrega el crédito comercial corporativo, comercial empresarial, comercial pymes, educativo, inversión pública.

En el año 2013 se anula la categoría comercial, quedando 8 categorías: consumo, microcrédito, vivienda, comercial corporativo, comercial empresarial, comercial pymes, educativo, inversión pública. Esta clasificación se mantuvo hasta el 2014.

En agosto del 2015, la Junta Reguladora, clasifica a los tipos de créditos en 10 categorías: comercial prioritario, comercial ordinario, consumo prioritario, consumo ordinario, productivo, microempresa, inmobiliario, vivienda de interés público, educativo, inversión pública. La intención fue tener mejor control sobre el sistema financiero y alertar a los sujetos de crédito. Sin embargo, en los informes finales del año 2015 y 2016, la Superintendencia

de Bancos presenta un solo tipo de crédito comercial (suma el comercial prioritario, comercial ordinario, etc.). Esta clasificación se mantuvo hasta el 2016.

Por otro lado, la Dirección de Estadística de la Superintendencia de Bancos, encargada de la difusión al público en general de la información del sistema financiero ecuatoriano, en el caso de Volumen de Crédito presenta datos a partir del 2005; sin embargo, el Banco Central del Ecuador tiene datos completos de los indicadores económicos a partir del 2006.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, el análisis del comportamiento del volumen de crédito en el Ecuador se realiza en el periodo 2006- 2014, con los tipos de crédito: Comercial, Consumo, Microcrédito, Vivienda. No se incluye el crédito educativo porque este crédito asoma solo a partir del 2012.

Los datos de posibles influyentes en el comportamiento del volumen de crédito como precio del petróleo, balanza comercial, producto interno bruto (PIB), desocupación, salario unificado nominal, fueron obtenidos de la página web del Banco Central del Ecuador (BCE) <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/776:EstadísticasEconómicas-PublicacionesGenerales- Cifras económicas del Ecuador, Cuentas Nacionales>. Los datos de inflación fueron obtenidos de la página web del INEC <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>.

El precio del petróleo, la desocupación y el salario unificado nominal no requieren definición rigurosa, son términos conocidos; sin embargo, los términos: balanza comercial, producto interno bruto e inflación se definen a continuación con el propósito de comprender mejor el análisis del crédito, estas definiciones fueron tomadas textualmente de la página web del Banco Central del Ecuador, sección, preguntas frecuentes (BANCO CENTRAL DEL ECUADOR, 2018).

**Balanza Comercial**

Es el saldo de la diferencia entre las exportaciones y las importaciones de un país

$$\text{Balanza comercial} = \text{Exportaciones} - \text{importaciones}$$

Si las exportaciones son mayores que la importación se muestra un superávit en la balanza comercial (saldo positivo). Si las importaciones son mayores que las exportaciones se muestra una balanza comercial deficiente (saldo negativo). El superávit responde principalmente a una disminución de importaciones.

**Producto interno Bruto**

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor de los bienes y servicios de uso final generados por los agentes económicos durante un período. Su cálculo en términos globales y por ramas de actividad se deriva de la construcción de la Matriz Insumo-Producto, que describe los flujos de bienes y servicios en el aparato productivo.

En términos sencillos, El PIB es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas de cada país. Un PIB en crecimiento genera mayores ingresos para el gobierno a través de los impuestos, indica que se generan nuevas empresas y plazas de empleo, en términos generales dinamiza el mercado interno. Por ejemplo, en el 2016 el PIB registró una caída del 1.5%, siendo uno de los peores años en la evolución de la economía ecuatoriana en la última década según el Fondo Monetario Internacional.

***Inflación***

La inflación se define como un aumento persistente y sostenido del nivel general de precios a través del tiempo. La inflación es medida a través del Índice de Precios al Consumidor del Área Urbana (IPCU), a partir de una canasta de bienes y servicios demandados por los consumidores de estratos altos, medios y bajos, establecida a través de una encuesta de ingresos y gastos de hogares de 9 ciudades del país, a un conjunto de 359 productos y mediante el levantamiento de información de 25 350 datos.

***Liquidez***

La liquidez es la capacidad que tiene una entidad financiera para convertir sus activos en dinero en efectivo y así hacer frente a sus obligaciones a corto plazo. Es importante conocer el porcentaje de liquidez porque de acuerdo con su valor, el Banco puede comprometer nuevos créditos o destinar más fondos a inversiones.

Para comprender mejor este porcentaje se hace referencia a un estudio realizado en el 2104 sobre liquidez, en el cual se menciona que el Ecuador, comparado con Perú, presenta indicadores bajos de liquidez. Perú tiene un promedio de liquidez del 2008 al 2012 de 58.8%. Ecuador 31.9%. Mientras mayor sea el porcentaje, la entidad bancaria presentará mayor eficiencia (Andrade, 2014).

Finalmente, la base de datos fue realizada en Excel mediante el uso de tablas dinámicas aplicadas a la base de datos del volumen de crédito de la Superintendencia de Bancos; además, se agregó una variable cualitativa, tamaño del banco: grande, mediano, pequeño (clasificación de la Superintendencia de Bancos). Sin embargo, en los bancos pequeños y medianos existieron datos

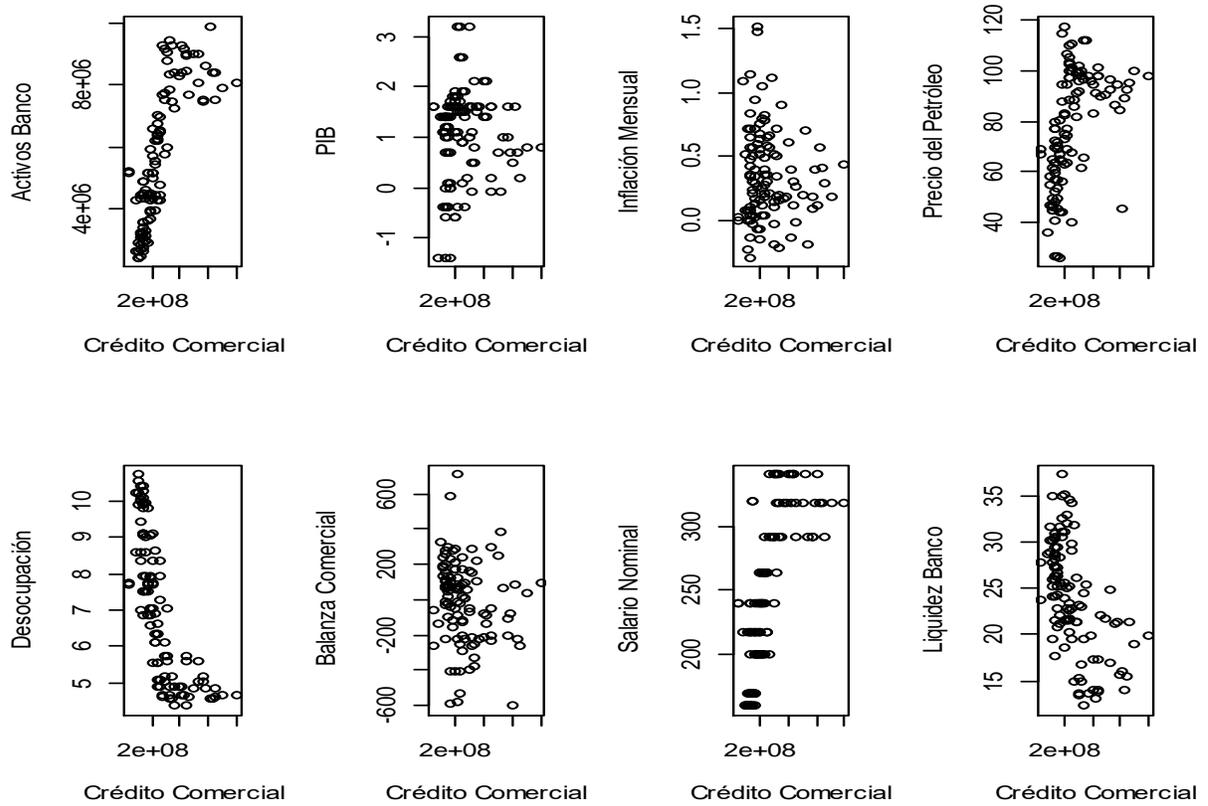
perdidos en varios tipos de crédito (comercial, consumo, microcrédito, vivienda), muchos de estos bancos solo son agrícolas, de vivienda o comerciales, también presentaron datos perdidos los bancos grandes; el único banco grande con datos completos fue el Banco Pichincha, razón por la cual, los modelos matemáticos fueron realizados empleando esos datos. Para el análisis del volumen de crédito se emplearon paquetes computacionales R y Excel.

**Resultados**

**Regresión lineal simple**

**Figura 13**

**Diagramas de dispersión Volumen de Crédito Comercial-Banco Pichincha**



**Banco del Pichincha (2006- 2014)**

Variable dependiente:  $Y = \text{crédito comercial}$

VARIABLES ANALIZADAS:

$X_1 = \text{Activos}$   $X_2 = \text{Liquidez}$   $X_3 = \text{Inflación mensual}$   $X_4 = \text{PIB}$

$X_5 = \text{Precio del petróleo}$   $X_6 = \text{Desocupación}$   $X_7 = \text{Balanza}$   $X_8 = \text{Salario}$

El modelo de regresión lineal simple es  $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon_i$ ; las  $\varepsilon_i$  no se observan (los residuales  $y_i - \hat{y}_i$  sirven para imitar a las  $\varepsilon_i$ ) por lo que para hacer la estimación de cada modelo se plantea la ecuación  $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X$ . Con el empleo del programa R se obtuvo:

## COMERCIAL - ACTIVOS

$\beta_0 = -5.464e+07$       p-valor 0.0395

$\beta_1 = 5.543e+01$       p-valor 2e-16

$r^2 = 0.608$       p-value = 2.2e-16 global de la regresión Prueba F

## COMERCIAL - LIQUIDEZ

$\beta_0 = 613913121$       p-valor 2e-16

$\beta_1 = -14806408$       p-valor 2.12e-10

$r^2 = 0.3178$       p-value = 2.122e-10 global de la regresión Prueba F

## COMERCIAL - PIB

$\beta_0 = 250934501$       p-valor 2e-16

$\beta_1 = 7453211$       p-valor 0.653

$r^2 = 0.0019$       p-value = 0.6528 global de la regresión Prueba F

## COMERCIAL - INFLACIÓN MENSUAL

$$\beta_0 = 271085670 \quad p\text{-valor } 2e-16$$

$$\beta_1 = -35100269 \quad p\text{-valor } 0.411$$

$$r^2 = 0.006387 \quad p\text{-value} = 0.411 \text{ global de la regresión Prueba F}$$

## COMERCIAL - PETROLEO

$$\beta_0 = -10572039 \quad p\text{-valor } 0.824$$

$$\beta_1 = 3494411 \quad p\text{ valor } 3.93e-08$$

$$r^2 = 0.2488 \quad p\text{-value} = 3.928e-08 \text{ global de la regresión Prueba F}$$

## COMERCIAL - DESOCUPACIÓN

$$\beta_0 = 669922721 \quad p\text{-valor } 2e-16$$

$$\beta_1 = -58486187 \quad p\text{-valor } 2e-16$$

$$r^2 = 0.5433 \quad p\text{-value} = 2.2e-16 \text{ global de la regresión Prueba F}$$

## COMERCIAL - BALANZA COMERCIAL

$$\beta_0 = 257715380 \quad p\text{-valor } 2e-16$$

$$\beta_1 = -127521 \quad p\text{-valor } 0.0483$$

$$r^2 = 0.03628 \quad p\text{-value} = 0.0483 \text{ global de la regresión prueba F}$$

## COMERCIAL - SALARIO NOMINAL

$$\beta_0 = -208142419 \quad p\text{-valor } 8.63e-06$$

$$\beta_1 = 1885631 \quad p\text{-valor } 2e-16$$

$$r^2 = 0.5236 \quad p\text{-value} = 2.2e-16 \text{ global de la regresión Prueba F}$$

Ecuación de la regresión lineal para las variables significativas (valores de  $r^2$  de más del 50%): activos, desocupación, salario nominal.

Modelo de regresión lineal

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X \text{ para activos - volumen de crédito comercial:}$$

$$\hat{Y}(\text{crédito comercial}) = -54641863.65 + 55.42787466 (\text{activos})$$

Modelo de regresión desocupación - volumen de crédito comercial-

$$\hat{Y}(\text{crédito comercial}) = 669922721 - 58486187 (\text{desocupación})$$

Modelo de regresión salario nominal - volumen de crédito comercial-

$$\hat{Y}(\text{crédito comercial}) = -208142419 + 1885631 (\text{salario nominal})$$

La estimación de los parámetros se realizó en R por el método de mínimos cuadrados y por el método de máxima verosimilitud.

### Regresión lineal múltiple

Variable dependiente:  $Y = \text{crédito comercial}$

VARIABLES ANALIZADAS:

$X_1 = \text{Activos}$   $X_2 = \text{Liquidez}$   $X_3 = \text{Inflación mensual}$   $X_4 = \text{PIB}$

$X_5 = \text{Precio del petróleo}$   $X_6 = \text{Desocupación}$   $X_7 = \text{Balanza}$   $X_8 = \text{Salario}$

Con el empleo del programa R, utilizando el código "step-regresión" se obtuvo:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
baseactivos\$DESOCUPACIÓN	-5.185e+06	2.207e+06	-2.349	0.0207 *
baseactivos\$ACTIVOS	5.209e+01	2.656e+00	19.608	<2e-16 ***
---				
Signif. codes : 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				
Residual standard error: 98010000 on 106 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.8967, Adjusted R-squared: 0.8948				
F-statistic: 460.1 on 2 and 106 DF, p-value: < 2.2e-16				

Es decir, las variables que mejor explican el crédito comercial son la desocupación y los activos; por lo que el modelo de regresión múltiple es:

$$\hat{Y} = +5.209e + 01 X_1 - 5.185e + 06 X_6$$

$$X_1 = \text{activos} \quad X_6 = \text{desocupación}$$

En la regresión lineal simple y regresión lineal múltiple, se consideran los residuos con distribución normal.

### ***Modelo ARIMA***

Se presenta a continuación el modelo ARIMA, con la serie de volumen de crédito Comercial del Banco del Pichincha. De acuerdo con los datos históricos del volumen de crédito, del 2006 al 2014, el volumen más importante de crédito es el comercial, y el Banco más grande del Ecuador, de acuerdo con sus activos, es el Banco Pichincha, que además no presenta datos perdidos en ninguno de sus segmentos.

Para analizar el volumen de crédito mediante un modelo ARIMA, se representa gráficamente la serie y sus componentes; luego se realiza un resumen de la estadística básica, posteriormente se analizan las funciones de autocorrelación simple (ACF) y correlación parcial (PACF), para determinar la posibilidad de plantar un modelo. Finalmente se verifica el modelo y se establecen sus proyecciones.

En la figura 14 se puede observar que la serie Volumen de Crédito Comercial del Banco del Pichincha, tiene tendencia, con una media que cambia con el paso del tiempo; y componente estacional.

Figura 14

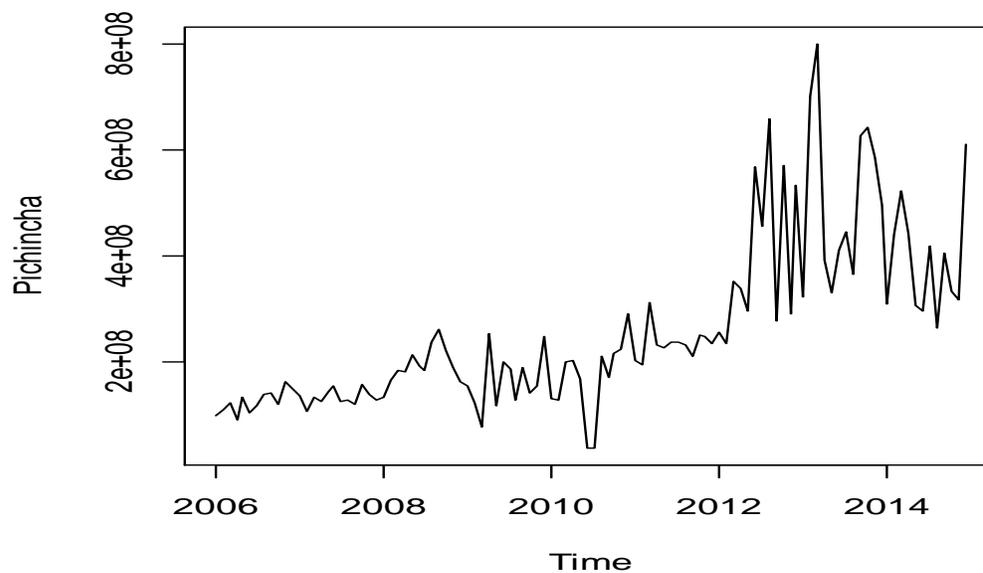
*Serie de Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha*

Tabla 5

*Análisis básico de la serie del Volumen de Crédito Comercial - Banco del Pichincha*

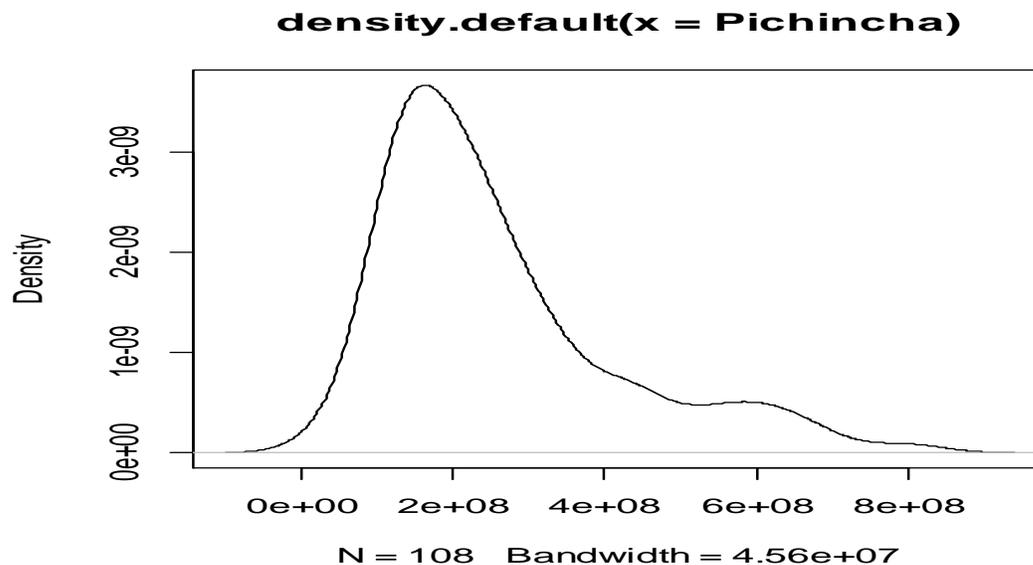
Medida descriptiva	Valor
MEDIA	258781075
MEDIANA	214054464
MÍNIMO	38122343
MÁXIMO	801121323
DESVIACIÓN TIPICA	156635052
VARIANZA	2,45E+16
KURTOSIS	1,20
ASIMETRÍA	1,31

El coeficiente de Kurtosis es menor que 3, por lo que la distribución es platicúrtica (significa que la dispersión mayor, los datos de la serie se encuentran alejados de la media). El coeficiente de asimetría es positivo, la distribución es asimétrica positiva, existe mayor concentración de valores a la derecha de la media (la distribución desciende lentamente por la derecha), el valor de la media es mayor que el valor de la mediana.

El test para revisar la normalidad de la serie, Shapiro Wilk Normality, proporciona un p-valor de  $1.893135e-08$ , lo cual indica que la serie no se distribuye de forma normal. La hipótesis nula de este test es que la serie es normal, por lo tanto, con ese valor pequeño considerando el 95% de confianza, se rechaza la hipótesis nula.

**Figura 15.**

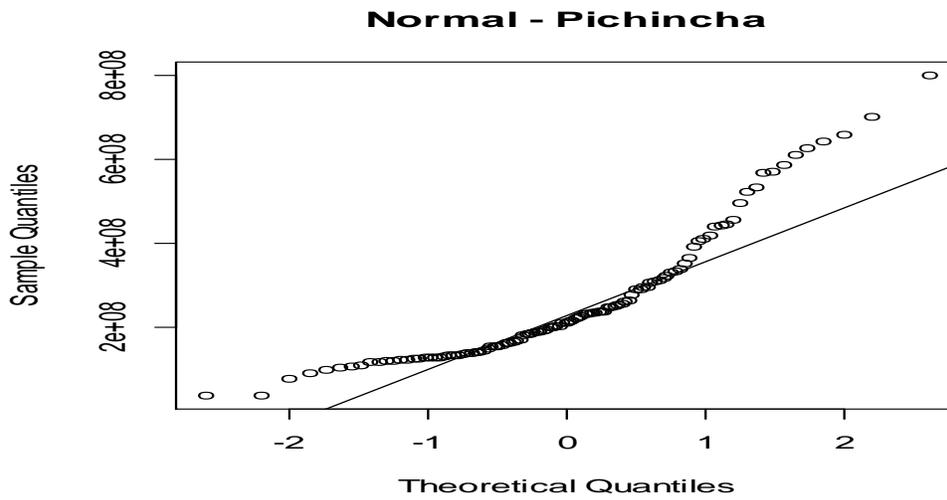
***Distribución de la serie Comercial Banco del Pichincha***



**Nota:** Serie de volumen de crédito no normal

Figura 16

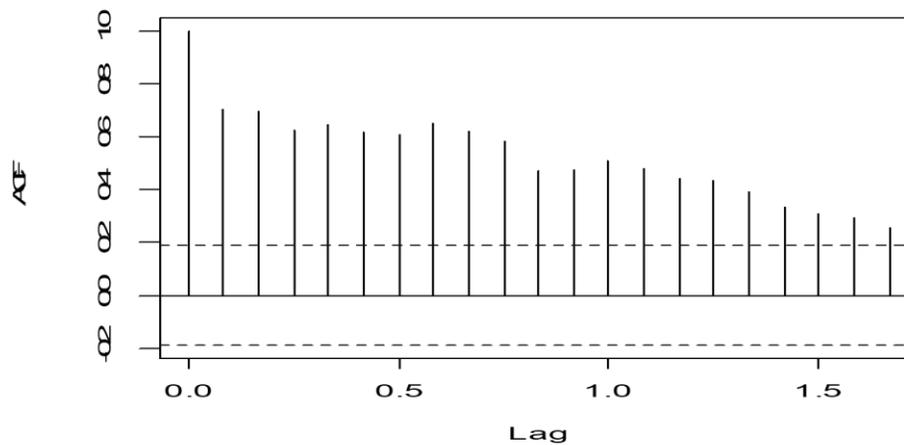
Distribución de la serie Comercial Banco Pichincha



Nota: serie de volumen de crédito no normal

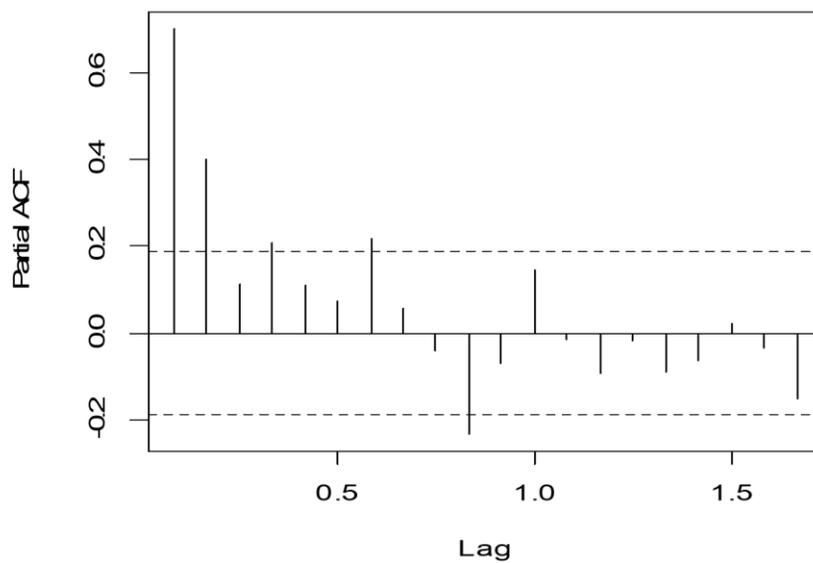
Figura 17

Función de auto correlación simple Banco Pichincha- Crédito Comercial



Nota: Serie volumen de crédito comercial, decrece lentamente

Figura 18

**Función de auto correlación parcial Banco Pichincha- Crédito Comercial**

**Nota:** Serie volumen de crédito comercial, no estacionario.

Según los correlogramas de auto correlación y auto correlación parcial, se verifica que la serie no es estacionaria, para confirmar este hecho de manera formal, se procede a emplear el test de Dickey-Fuller:

Augmented Dickey-Fuller Test  
Data: Pichinchacom  
Dickey-Fuller = -2.7786, Lag order = 4, p-value = 0.2537  
alternative hypothesis: stationary

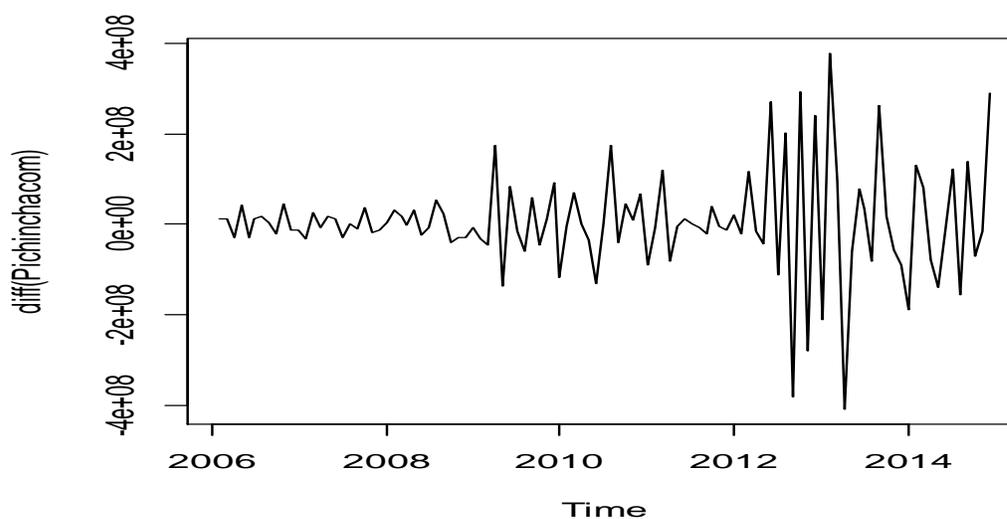
Se observa que el valor  $p\text{-value} = 0.2537$ , que es mayor a  $0.05$ , se acepta la hipótesis nula, significa que la serie no es estacionaria.

La importancia de tener una serie estacionaria es vital porque de eso depende el modelo y la proyección de la serie.

Como la serie es no estacionaria necesita ser diferenciada (estabilizar la media); y esa es la razón por la que se puede utilizar el modelo ARIMA ( $p, d, q$ ). Para verificar cuántas diferenciaciones son necesarias se empleó el código `ndiffs (test=c("kpss"))` en código R, la prueba KPSS (Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin), La respuesta de este test fue que la serie debe ser diferenciada una vez.

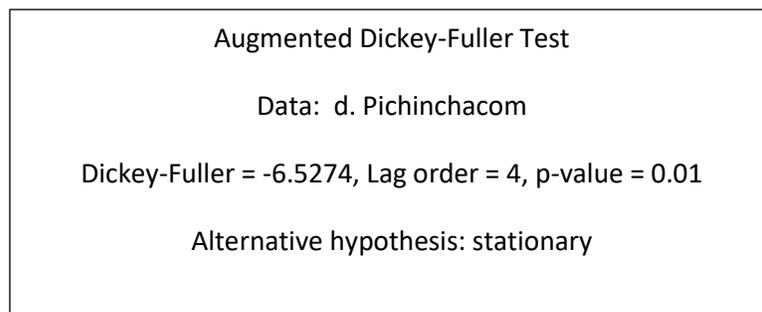
**Figura 19**

***Serie del Volumen de Crédito Comercial- Banco del Pichincha***



**Nota:** Serie volumen de crédito comercial, diferenciada

Gráficamente, la serie diferenciada tiene el comportamiento de una serie estacionaria. Sin embargo, debemos verificar esto con la prueba de Dickey Fuller.



Con el valor de  $p.value = 0.01 \leq 0.05$  se rechaza la hipótesis nula, se toma la alterna, es decir, la serie es estacionaria. Una vez diferenciada la serie se analiza nuevamente la ACF y el PACF para revisar el modelo a aplicar.

Figura 20

***Auto correlación simple - Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha***

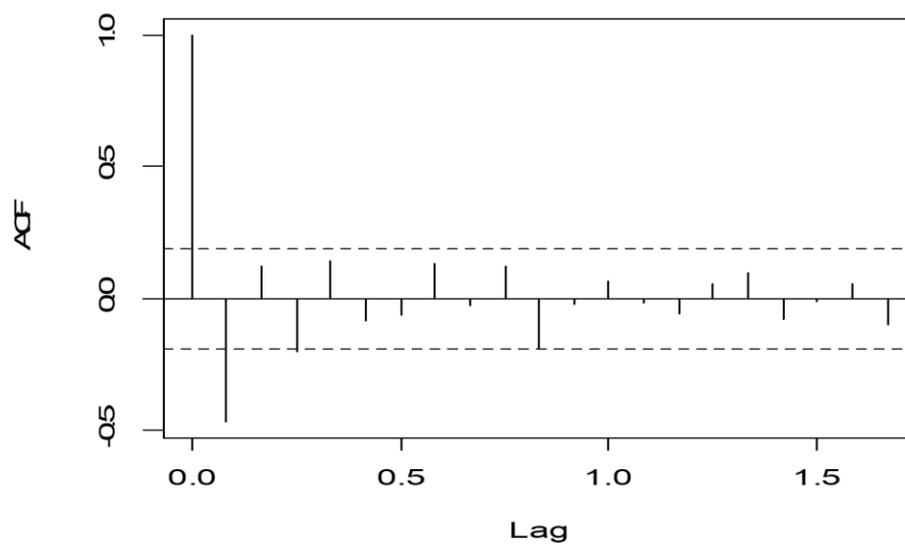
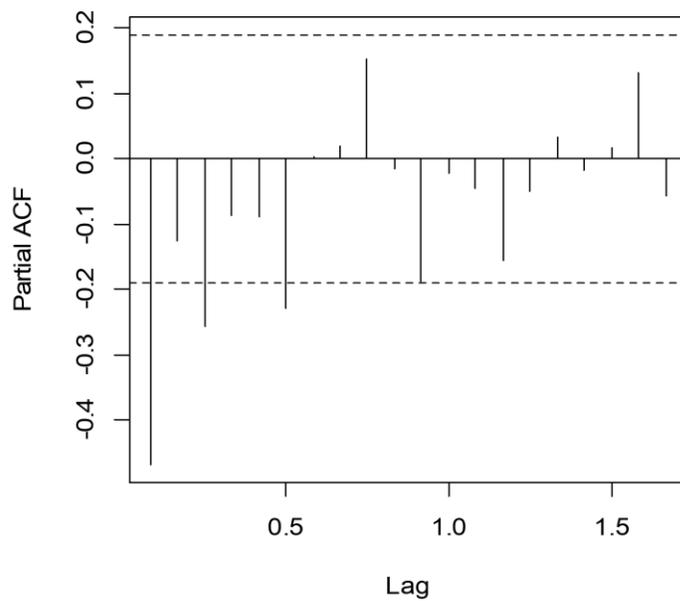


Figura 21

*Auto correlación parcial serie Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha*



Se observa que, de acuerdo con el correlograma de autocorrelaciones, se deben añadir 1 retardo de media móvil, y de acuerdo con el correlograma de autocorrelaciones parciales, hay que añadir 1 retardo autorregresivo. El modelo tentador es un ARIMA (1, 1,1)

De todas maneras, se prueba el modelo ARIMA (p, d, q) para los siguientes valores:

Arima (1, 1,0), Arima (2, 1,0), Arima (1, 1,1), Arima (1, 1,2)

La prueba para determinar el modelo se presenta en el Anexo (1)

Se revisa el AIC de cada modelo, y se escoge el de menor valor, en este caso se escoge el

aic = 4240.95 que corresponde al modelo ARIMA (1,1,1).

MODELO FINAL ARIMA (1, 1,1)

```

          ar1      ma1  intercept
    0.0598 -0.7758   3048385
s. e.  0.1354   0.0853   2239832
sigma^2 estimated as 8.81e+15:  log likelihood = -2116.48,
                                aic = 4240.95

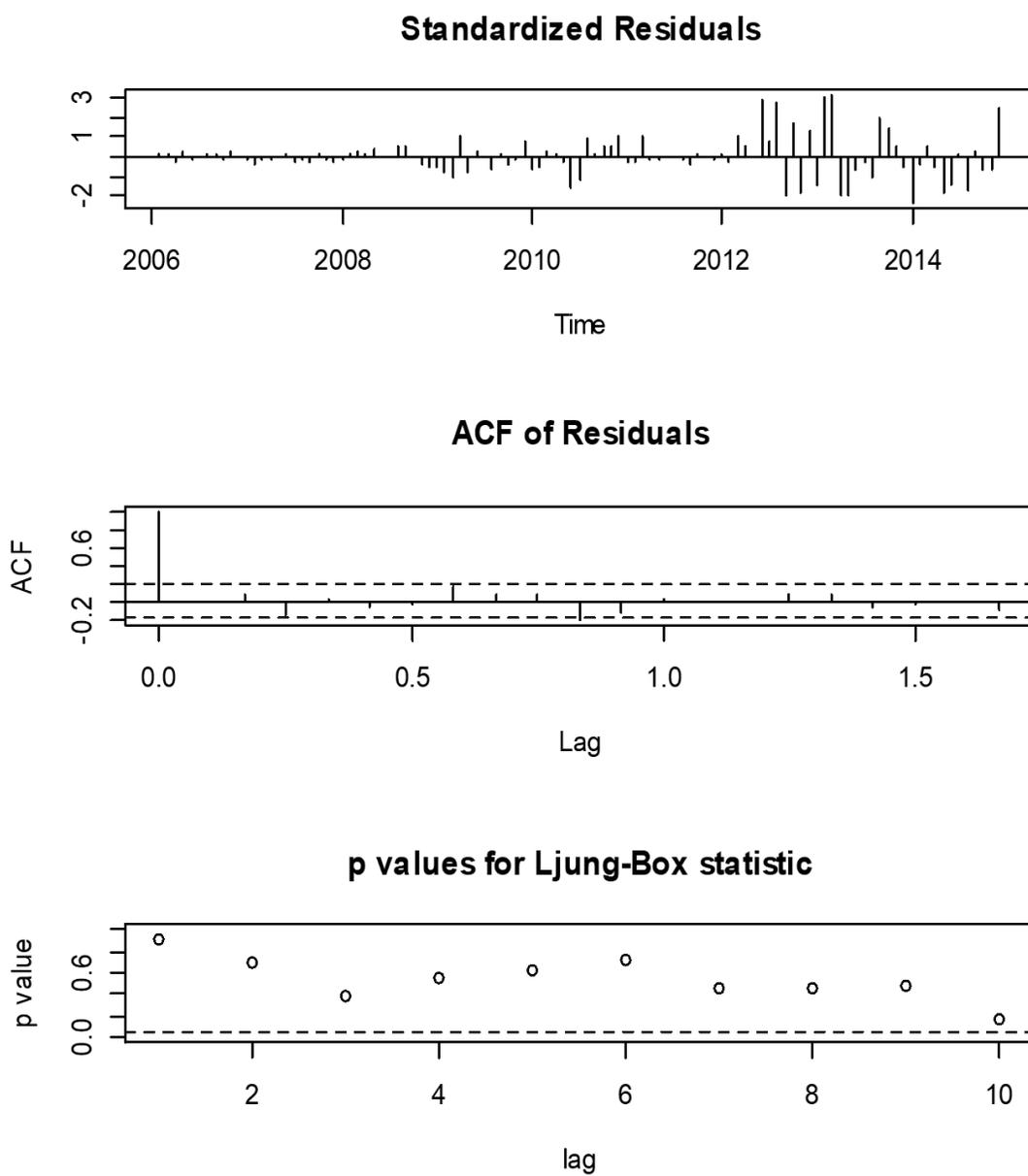
```

### ***Diagnóstico del modelo***

En la figura 22, se presentan los correlogramas de los residuos que contienen los residuos estandarizados, la ACF de los residuos y el p-valor de la prueba estadística de Ljung Box (**H<sub>0</sub>**: los datos se distribuyen de forma independiente, es decir, las correlaciones en la población de la que se toma la muestra son 0, de modo que cualquier correlación observada en los datos es el resultado de la aleatoriedad del proceso de muestreo. **H<sub>a</sub>**: los datos no se distribuyen de forma independiente). Es importante recordar que la hipótesis nula **H<sub>0</sub>**, es la que se somete a prueba y sobre ella se hace la decisión.

Figura 22

*Residuos de la serie Volumen de Crédito Comercial- Banco Pichincha*



En los residuos estandarizados se observa la independencia de los residuos. En el ACF, los residuos se encuentran dentro de la banda de confianza. El p-valor de la prueba Ljung-Box es de 0.9061 que es mayor que 0.05, confirma que los errores son ruido blanco, por lo que el modelo se ajusta bien y se puede realizar pronósticos.

Prueba de Ljung-Box

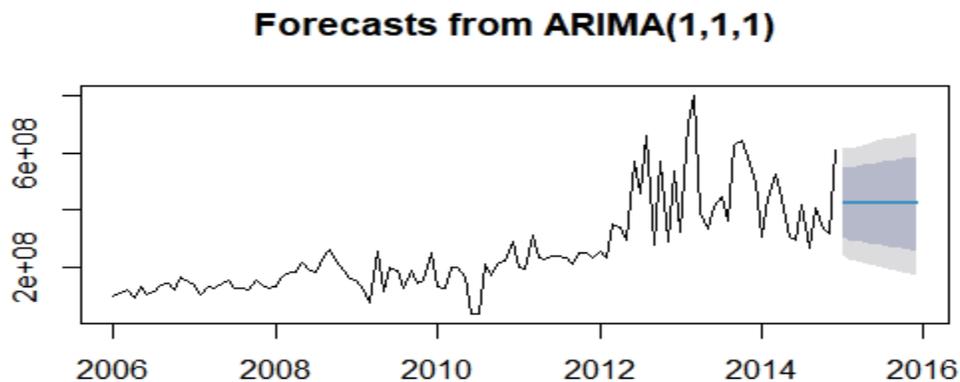
```
Box.test(arima. final$residuals, type = "Ljung-Box"
        )
Box-Ljung test
Data: arima. final$residuals
x-squared = 0.013914, df = 1, p-value = 0.9061
```

La ecuación del modelo final ARIMA (1, 1,1) es:

$$Y_t = 3048385 + Y_{t-1} + 0.0598(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - 0.7758 \varepsilon_{t-1}$$

Figura 23

*Proyección Banco del Pichincha- Crédito comercial*



Para el Volumen de Crédito Comercial, de los 4 Bancos grandes (Pichincha, Guayaquil, Produbanco, Pacífico), con el programa R - código seas- se determinó también un modelo ARIMA; para lo cual se graficó la serie y sus componentes, se determinaron sus estadísticos básicos y con el modelo se procedió a realizar predicciones.

La serie temporal de volumen de crédito comercial de los 4 bancos más grandes del Ecuador presenta tendencia y componente estacional como se observa en la figura 23.

**Figura 24**

***Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes***

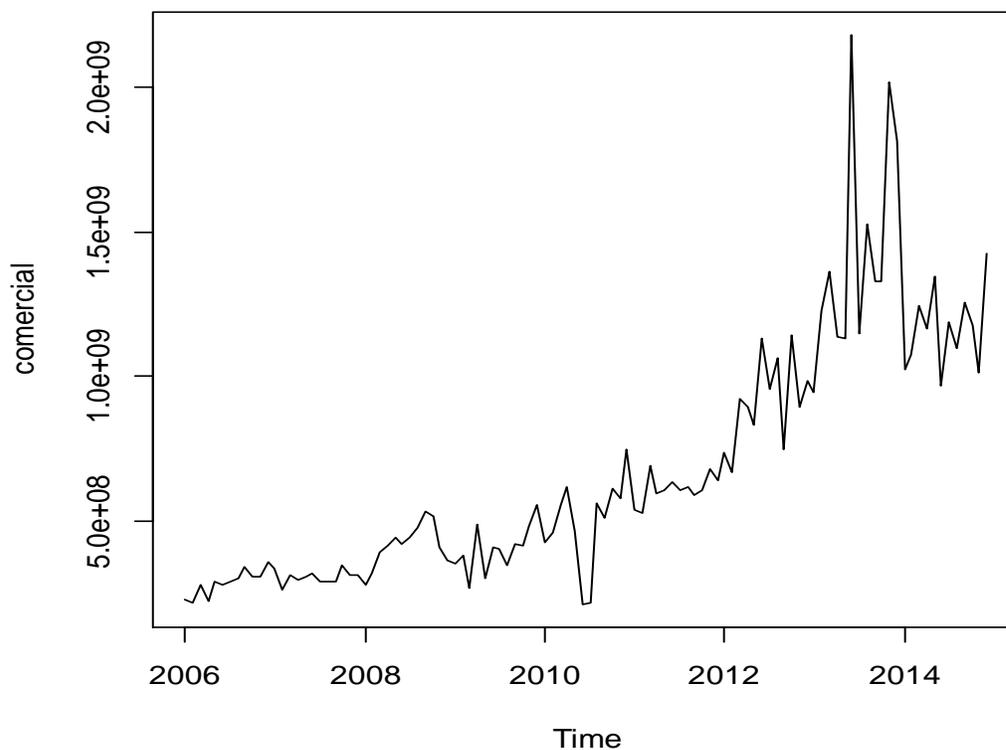


Tabla 6

**Análisis básico de la Serie del Volumen de Crédito Comercial Bancos Grandes**

Medidas descriptivas	Valor
MEDIA	6.688e+08
MEDIANA	5.346e+08
MÍNIMO	2.123e+08
MÁXIMO	2.181e+09
DESVIACIÓN TIPICA	416404978
VARIANZA	1.733931e+17
KURTOSIS	1.203313
ASIMETRÍA	1.226473

El coeficiente de Kurtosis es menor que 3, por lo que la distribución es platicúrtica. El coeficiente de asimetría es positivo, la distribución es asimétrica positiva, existe mayor concentración de valores a la derecha de la media, el valor de la media es mayor que el valor de la mediana.

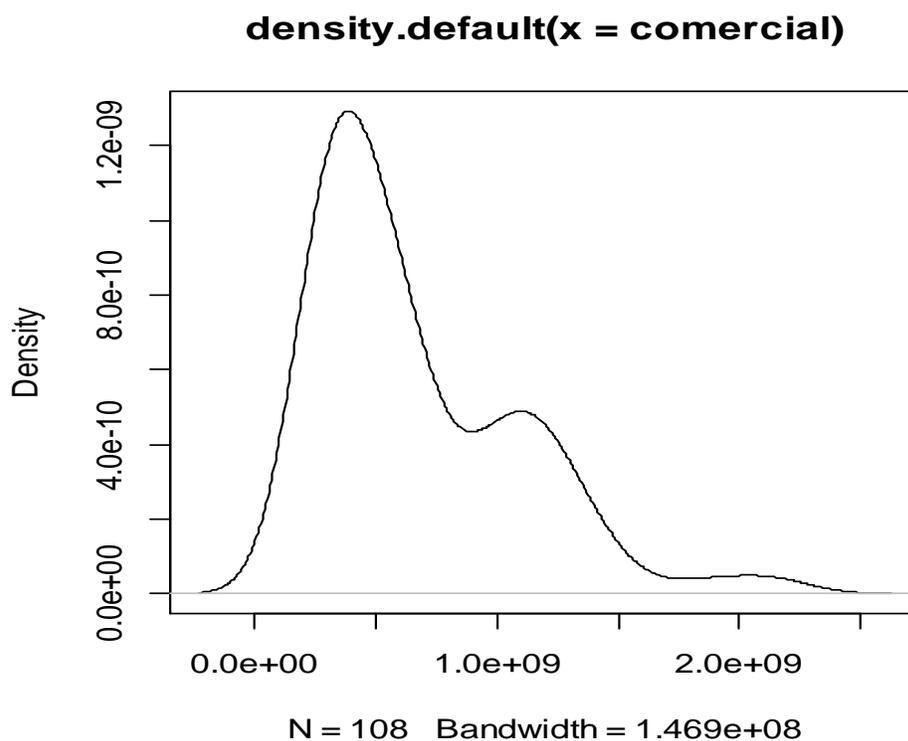
El test para revisar la normalidad de la serie Shapiro Wilk Normality proporciona un valor de  $1.685e-08$  (extremadamente pequeño), lo cual indica que la serie no se distribuye de forma normal, también el test de Kolmogorov-Smirnov proporciona un valor de  $3.474e-08$  (extremadamente pequeño), la serie no es normal, esta afirmación se puede verificar en la figura 34 y 35. También se realiza el test Dickey-Fuller, que permite analizar si la serie es estacionaria, para esta s

erie el p-valor es de 0.585. La hipótesis nula para esta serie es posee raíz unitaria (serie no estacionaria), con el valor de 0.585 se acepta la hipótesis nula, la serie es no estacionaria.

La importancia de tener una serie estacionaria es vital porque de este indicador depende la proyección de la serie.

**Figura 25**

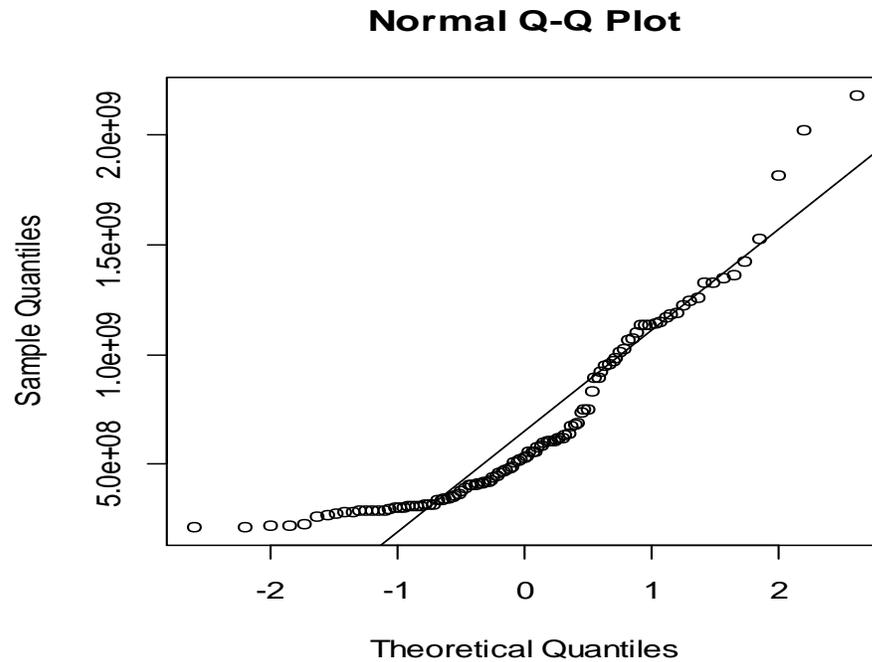
*Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes*



**Nota:** La Serie no es normal

Figura 26

*Serie Volumen de Crédito Comercial - Bancos Grandes*



**Nota:** La Serie no es normal

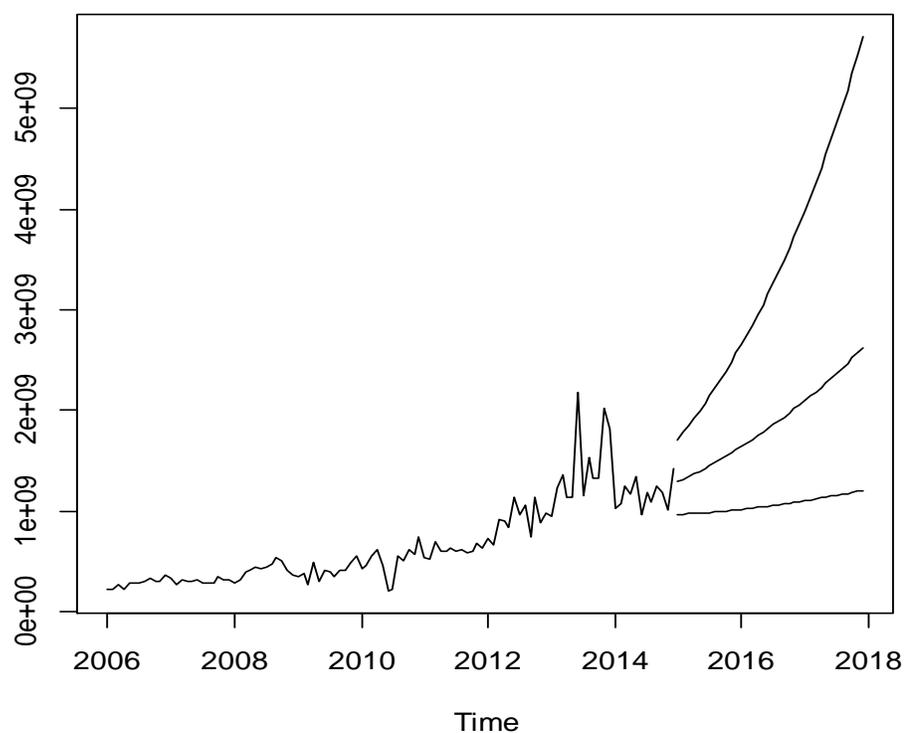
La serie no es estacionaria y no sigue una distribución normal, sin embargo, el código seas de R, permite obtener el modelo ARIMA que mejor se ajusta a la serie temporal. En el anexo (2) se encuentra el código R para la estimación de este modelo.

El modelo ARIMA (0, 1,1) se ajusta a los datos de crédito comercial de los cuatro bancos más grandes del Ecuador. Con el mismo proceso de análisis de residuos se establece que el modelo ajusta bien a los datos y que permite realizar proyecciones.

Las líneas de proyección de la serie Volumen de Crédito Comercial, se presentan en la figura 26. La curva central representa la proyección puntual del volumen de crédito comercial y las otras dos curvas muestran un intervalo de confianza al 95% para dicha estimación.

**Figura 27**

***Proyecciones- Serie Volumen de Crédito Comercial- Bancos Grandes***



Para los modelos del volumen de crédito de consumo, microcrédito y vivienda, se sigue el mismo proceso que para el crédito comercial (Anexo 2).

### Modelo VAR

En el modelo Var, se empleó también la serie de crédito comercial, primero se analizó si las series están o no cointegradas, es decir, si los residuos son o no estacionarios. Las variables que pasaron el test de cointegración y pueden ser modeladas mediante el modelo VAR fueron liquidez, PIB, inflación mensual, precio del petróleo, desocupación. Para determinar el mejor rezago se emplearon los criterios Akaike, Hannan-Quinn, Schwarz y error de predicción final. El mejor rezago fue para  $t_{-1}$ .

Los diagramas de la serie y los residuos de cada variable se presentan a continuación, el código R se presenta en Anexo (3).

Figura 28

#### Residuos-Crédito Comercial

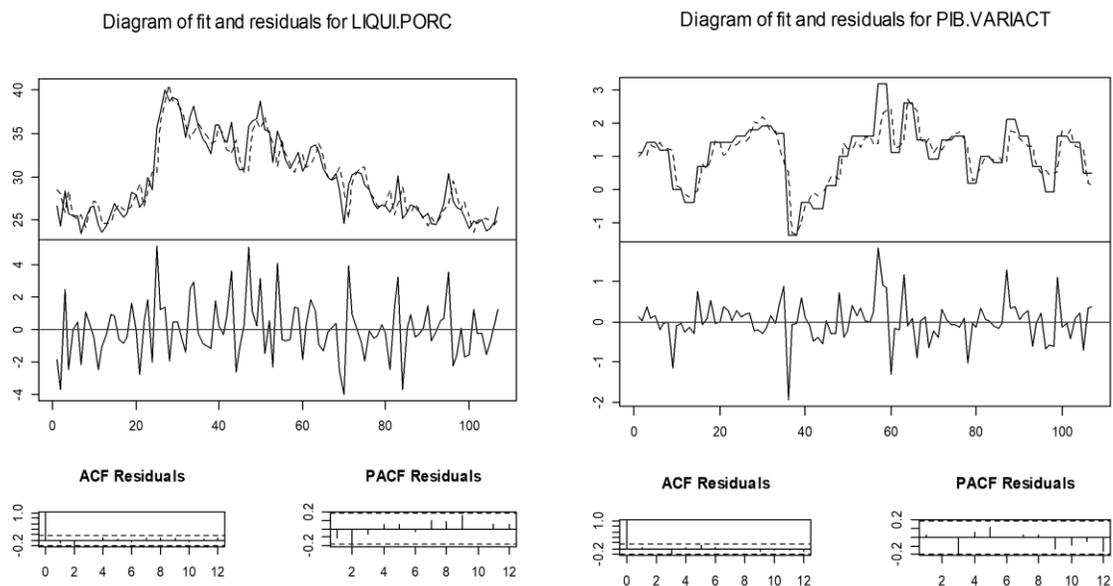


Diagram of fit and residuals for INFLA.MEN

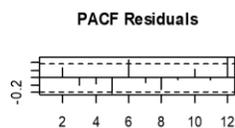
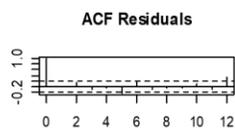
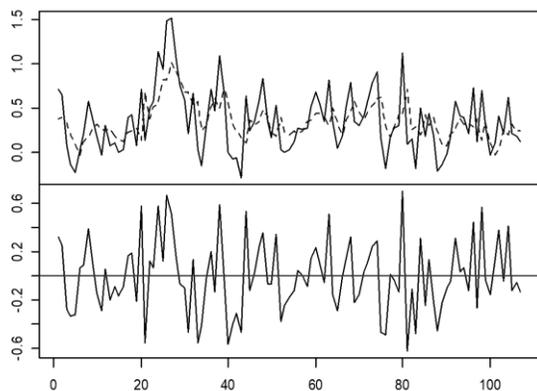


Diagram of fit and residuals for PPETROLEO

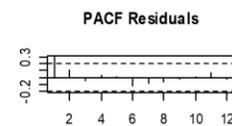
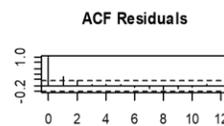
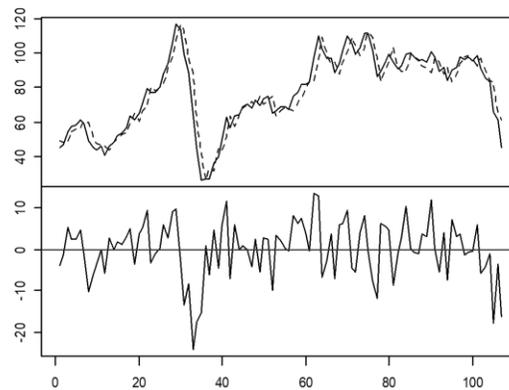
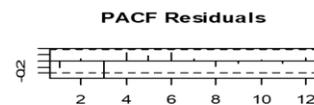
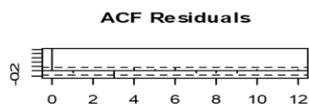
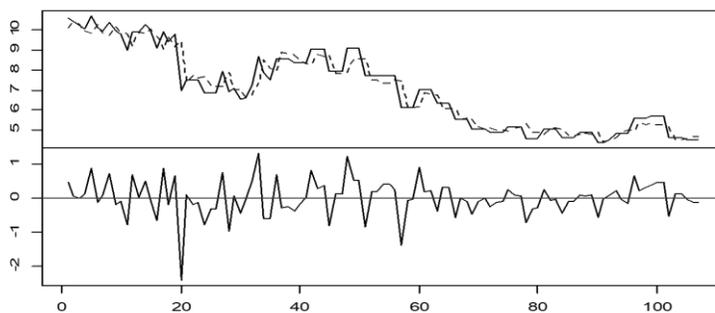


Diagram of fit and residuals for DESOCUPACION



### Resultados estadísticos del VAR

#### VAR Estimation Results:

```

=====
Endogenous variables: X, LIQUI.PORC, PIB.VARIACT, INFLA.MEN, PPETROLEO,
DESOCUPACION
Deterministic variables: both
Sample size: 107
Log Likelihood: -714.974
Roots of the characteristic polynomial:
0.9342 0.8922 0.7413 0.7413 0.3629 0.3629
Call:
VAR(y = var.M1, p = 1, type = "both")

```

#### Estimation results for equation X:

```

=====
X = X.l1 + LIQUI.PORC.l1 + PIB.VARIACT.l1 + INFLA.MEN.l1 + PPETROLEO.l1 +
DESOCUPACION.l1 + const + trend

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
X.l1	0.381799	0.090295	4.228	5.25e-05	***
LIQUI.PORC.l1	-0.009392	0.004830	-1.945	0.054656	.
PIB.VARIACT.l1	-0.016955	0.026169	-0.648	0.518548	
INFLA.MEN.l1	0.010743	0.062366	0.172	0.863587	
PPETROLEO.l1	0.003184	0.001593	1.998	0.048410	*
DESOCUPACION.l1	-0.014899	0.028856	-0.516	0.606784	
const	12.178098	1.827952	6.662	1.53e-09	***
trend	0.008022	0.001985	4.042	0.000105	***

---  
Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.203 on 99 degrees of freedom  
Multiple R-Squared: 0.8853, Adjusted R-squared: 0.8772  
F-statistic: 109.2 on 7 and 99 DF, p-value: < 2.2e-16

#### Estimation results for equation LIQUI.PORC:

```

=====
LIQUI.PORC = X.l1 + LIQUI.PORC.l1 + PIB.VARIACT.l1 + INFLA.MEN.l1 + P
PETROLEO.l1 + DESOCUPACION.l1 + const + trend

```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
X.l1	-0.608803	0.818029	-0.744	0.45850	
LIQUI.PORC.l1	0.855079	0.043757	19.542	< 2e-16	***
PIB.VARIACT.l1	-0.012145	0.237074	-0.051	0.95925	
INFLA.MEN.l1	1.905093	0.565004	3.372	0.00107	**
PPETROLEO.l1	-0.005349	0.014435	-0.371	0.71179	
DESOCUPACION.l1	-0.082050	0.261418	-0.314	0.75428	
const	16.749886	16.560296	1.011	0.31427	
trend	0.002536	0.017981	0.141	0.88814	

---  
Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.839 on 99 degrees of freedom  
Multiple R-Squared: 0.8464, Adjusted R-squared: 0.8355  
F-statistic: 77.92 on 7 and 99 DF, p-value: < 2.2e-16

Estimation results for equation PIB.VARIACT:

=====

PIB.VARIACT = X.11 + LIQUI.PORC.11 + PIB.VARIACT.11 + INFLA.MEN.11 + PPETROLEO.11 + DESOCUPACION.11 + const + trend

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
X.11	-0.294236	0.229281	-1.283	0.20238	
LIQUI.PORC.11	-0.008273	0.012264	-0.675	0.50156	
PIB.VARIACT.11	0.703455	0.066448	10.586	< 2e-16	***
INFLA.MEN.11	0.148729	0.158362	0.939	0.34993	
PPETROLEO.11	0.018920	0.004046	4.676	9.25e-06	***
DESOCUPACION.11	0.198159	0.073272	2.704	0.00806	**
const	3.112223	4.641603	0.671	0.50410	
trend	0.008243	0.005040	1.636	0.10512	

---  
 Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5154 on 99 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.7096, Adjusted R-squared: 0.6891  
 F-statistic: 34.56 on 7 and 99 DF, p-value: < 2.2e-16

Estimation results for equation INFLA.MEN:

=====

INFLA.MEN = X.11 + LIQUI.PORC.11 + PIB.VARIACT.11 + INFLA.MEN.11 + PPETROLEO.11 + DESOCUPACION.11 + const + trend

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
X.11	-0.030767	0.137051	-0.224	0.822838	
LIQUI.PORC.11	0.012035	0.007331	1.642	0.103835	
PIB.VARIACT.11	-0.030456	0.039719	-0.767	0.445039	
INFLA.MEN.11	0.359793	0.094660	3.801	0.000249	***
PPETROLEO.11	-0.001217	0.002418	-0.503	0.615935	
DESOCUPACION.11	-0.118772	0.043798	-2.712	0.007890	**
const	1.767421	2.774483	0.637	0.525578	
Trend	-0.005804	0.003012	-1.927	0.056870	.

---  
 Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3081 on 99 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.3081, Adjusted R-squared: 0.2592  
 F-statistic: 6.298 on 7 and 99 DF, p-value: 4.026e-06

Estimation results for equation PPETROLEO:

=====

PPETROLEO = X.11 + LIQUI.PORC.11 + PIB.VARIACT.11 + INFLA.MEN.11 + PPETROLEO.11 + DESOCUPACION.11 + const + trend

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
X.11	-1.91910	3.17869	-0.604	0.5474	
LIQUI.PORC.11	-0.02880	0.17003	-0.169	0.8658	
PIB.VARIACT.11	-1.29839	0.92122	-1.409	0.1618	
INFLA.MEN.11	4.15503	2.19549	1.893	0.0613	.
PPETROLEO.11	0.98817	0.05609	17.617	<2e-16	***
DESOCUPACION.11	0.26345	1.01582	0.259	0.7959	

const	36.90893	64.34993	0.574	0.5676
trend	0.02816	0.06987	0.403	0.6878

---

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.145 on 99 degrees of freedom  
 Multiple R-Squared: 0.9038, Adjusted R-squared: 0.897  
 F-statistic: 132.9 on 7 and 99 DF, p-value: < 2.2e-16

Estimation results for equation DESOCUPACION:

=====

$$\text{DESOCUPACION} = \text{X.l1} + \text{LIQUI.PORC.l1} + \text{PIB.VARIACT.l1} + \text{INFLA.MEN.l1} + \text{PPETROLEO.l1} + \text{DESOCUPACION.l1} + \text{const} + \text{trend}$$

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
X.l1	0.185765	0.235181	0.790	0.43149
LIQUI.PORC.l1	0.005721	0.012580	0.455	0.65029
PIB.VARIACT.l1	-0.062221	0.068158	-0.913	0.36352
INFLA.MEN.l1	0.049331	0.162437	0.304	0.76200
PPETROLEO.l1	-0.008279	0.004150	-1.995	0.04879 *
DESOCUPACION.l1	0.707569	0.075157	9.415	2.07e-15 ***
const	-0.383441	4.761044	-0.081	0.93597
trend	-0.015075	0.005169	-2.916	0.00438 **

---

Signif. Codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5287 on 99 degrees of freedom  
 Multiple R-Squared: 0.932, Adjusted R-squared: 0.9272  
 F-statistic: 193.8 on 7 and 99 DF, p-value: < 2.2e-16

### Regresión lineal con distribución Burr tipo XII

Los datos corresponden al volumen de crédito comercial del Banco del Pichincha, periodo 2006- 2014. Se escogieron estos datos porque no presentan valores perdidos, se recuerda que el método de máxima verosimilitud necesita datos completos. Estos datos se relacionaron con los datos de los activos del mismo Banco.

Los resultados de la optimización de la función  $\ln L$  se presenta a continuación:

$$\ln L = n \ln c + n \ln k + (c - 1) \sum_{i=1}^n \ln(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) - (k + 1) \sum_{i=1}^n \ln(1 + (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)^c)$$

Para encontrar los valores de  $\beta_0$  y  $\beta_1$ ; se emplearon métodos de optimización numéricos y el lenguaje de programación R, dando valores iniciales a los parámetros:  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $c$ ,  $k$ .

Recordemos que la distribución Burr presenta la ecuación  $f(x/c, k) = ck \frac{x^{c-1}}{(1+x^c)^{k+1}}$

Los parámetros de la distribución Burr ( $c$ ,  $k$ ) se escogieron con el valor de 1 porque con  $c=1$  la distribución presenta solo una cola y no en forma de campana; con  $k=1$  la cola se extiende lentamente a la derecha y es más pesada.

Los valores iniciales de  $\beta_0 = -5.464e+07$  y  $\beta_1 = 5.543e+01$

Fueron escogidos considerando la regresión lineal Comercial-Activos con residuos normales.

Parámetros con distribución Burr:

$$\beta_0 = -5.415096e+07 \quad \beta_1 = 5.541651e+01 \quad c = 9.151695e-01 \quad k = 5.900378e-02$$

El código R para determinar estos parámetros se puede observar en el Anexo (4).

## Conclusiones

El recorrido histórico de la Banca, realizado en la primera parte de este trabajo muestra que el mal manejo de la gestión crediticia, así como la falta de conocimientos técnico-científicos, llevaron a la quiebra a grandes Bancos, poniendo en riesgo la estabilidad económica, no solo de los propios banqueros, socios y clientes, sino que de toda ciudad o nación en donde ejercían influencia esos Bancos.

Durante el período 2006- 2014, en los Bancos privados del Ecuador, el segmento de crédito que presentó mayor demanda fue el Crédito Comercial. En diciembre del 2006, el volumen de crédito comercial fue de 643.3 millones de dólares, el volumen de crédito de consumo fue de 127.18 millones de dólares, el microcrédito, 72.45 millones de dólares y el crédito de vivienda, 43.43 millones de dólares. Es decir, el 72.3% del monto total de crédito demandado fue del segmento comercial. La tendencia creciente y de supremacía sobre los otros segmentos se mantuvo hasta diciembre del 2014, en ese mes el crédito comercial representó el 78,63% del total demandado.

Con el empleo del modelo de regresión simple, aplicado a los datos del Banco del Pichincha, segmento comercial, se obtuvo que los factores que explican el crédito comercial son: activos 60%, desocupación 54%, salario nominal 52%. Con un nivel de explicación menor se presentan liquidez 31%, precio del petróleo 24%. No existe relación entre el volumen del crédito comercial y la inflación mensual (0,6%). No existe dependencia lineal entre la balanza comercial y el volumen de crédito comercial (3,6%). Tampoco existe dependencia lineal entre el volumen de crédito comercial y el PIB (0,19%).

Con el empleo del modelo de regresión múltiple, se obtuvo que las variables que explican el crédito comercial del Banco del Pichincha son los activos y la desocupación. Si se aumenta en 1 dólar los activos, el crédito comercial aumenta en  $5.209e + 01$  dólares. Si se aumenta en 1% la desocupación, el crédito comercial disminuye en  $5.185e + 06$  dólares. Es lógico pensar que el crédito depende de los activos con los que cuenta el propio Banco, a mayor cantidad de activos, más préstamos. En cambio, si existe mayor desocupación, las personas no ganan un salario fijo, por lo tanto, no pueden ser sujetos de crédito.

De acuerdo con los factores determinantes del crédito obtenidos con el modelo lineal simple y con el modelo lineal múltiple se puede establecer que los factores determinantes en la demanda del crédito comercial del Banco Pichincha son los activos y la desocupación.

La serie comercial del Banco del Pichincha puede ser modelada por un Modelo ARIMA (1, 1, 1). En el modelo, los residuos presentan media nula, covarianza constante y están incorrelados, por lo que el modelo permite realizar predicciones.

En el modelo VAR, las variables que ayudan a pronosticar a las demás variables en función de su propio pasado y del pasado de las otras variables del sistema que interactúan con el crédito comercial del Banco del Pichincha y que mejor se ajustan al modelo son: activos, liquidez, precio del petróleo, balanza, salario.

Los parámetros de la regresión lineal que relacionan el volumen de crédito comercial con los activos, empleando la distribución Burr son  $\beta_0 = -5.415096e+07$   $B_1 = 5.541651e+01$ , lo cual

indica que los datos se distribuyen Burr, por lo que existe evidencia de que los datos presentan valores extremos con cola pesada.

### **Recomendaciones**

Es de vital importancia contar con información histórica y presente sobre asuntos políticos, sociales, económicos, científicos y tecnológicos; para que los bancos en general y los bancos ecuatorianos en particular, refresquen sus métodos, procedimientos y proyecciones, es especial en temas crediticios, de tal manera que cumplan con su verdadera misión de servicio e intermediación financiera, y sean aporte positivo en el crecimiento de las sociedades.

Para que los Bancos no cierren sus puertas, deben aceptar las sugerencias de los acuerdos de Basilea: Requerimiento mínimo de capital propio para afrontar riesgos de crédito. Proceso riguroso de Supervisión bancaria. Información clara y oportuna sobre políticas de gestión de riesgos. Introducción de modelos matemáticos para evaluar riesgos crediticios.

Las operaciones de los sistemas bancarios deben tener un control más estricto para evitar quiebras y salvatajes. Las instituciones creadas para este fin deben ser autónomas, transparentes e insobornables.

Se recomienda profundizar en el estudio de la búsqueda de parámetros con distribuciones cuyos residuos no siguen una distribución normal, en este trabajo se empleó la distribución Burr y solo una variable como regresor.

## Bibliografía

- Alfonso, D. L. (2005). Medición y control de riesgos financieros. México: Limusa.
- ASOBAN. (Junio de 2017). Obtenido de ASOBAN-BOLIVIA (Asociación de Bancos Privados de Bolivia).Análisis semestral de la Banca: <https://www.asoban.bo/publications/73>
- Baca, G. (Mayo de 2013). Determinantes cualitativos y cuantitavos de la oferta y demanda de crédito en el Ecuador. Quito, Ecuador: PUCE.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. (2018). BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/funciones-del-banco-central>
- BANCO CENTRAL, E. (2017). Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/comunicacion>
- Belmonte, M. (2014). Banco Central de Bolivia . Obtenido de [mbelmonte@bcb.gob.bo](mailto:mbelmonte@bcb.gob.bo).
- CES. (2014). Obtenido de [http://www.ces.gob.ec/doc/Reglamentos\\_Expedidos\\_CES/codificacin%20del%20reglamento%20de%20rgimen%20acadmico.pdf](http://www.ces.gob.ec/doc/Reglamentos_Expedidos_CES/codificacin%20del%20reglamento%20de%20rgimen%20acadmico.pdf)
- CES. (2014). REGLAMENTO DE REGIMEN ACADÉMICO. Obtenido de [http://www.ces.gob.ec/doc/Reglamentos\\_Expedidos\\_CES/codificacin%20del%20reglamento%20de%20rgimen%20acadmico.pdf](http://www.ces.gob.ec/doc/Reglamentos_Expedidos_CES/codificacin%20del%20reglamento%20de%20rgimen%20acadmico.pdf)
- Clavellina, J. L. (2013). Crédito Bancario y Crecimiento económico México. 14.
- DEFINICIONES. (2016). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/analisis-de-datos/>
- ECONFINANZAS. (2017). Obtenido de <http://www.eco-finanzas.com/diccionario/D/DEMANDA.htm>
- ECUADOR A SU ALCANCE. (2004). ENCICLOPEDIA . BOGOTÁ: Editorial Planeta.
- ECUADOR, B. C. (mayo de 2017).
- Franco, G. (2016). Revista de Ciencias Sociales. Las Leyes de Hammurabi. Obtenido de [https://rcsdigital.homestead.com/files/Vol\\_VI\\_Nm\\_3\\_1962/Franco.pdf](https://rcsdigital.homestead.com/files/Vol_VI_Nm_3_1962/Franco.pdf)
- Galán, V. M. (diciembre de 2014). Historiarum. Obtenido de AUGUE Y CAIDA DE UNOS FINANCIEROS,LOS BARDI: [www.historiarum.es/news/auge-y-caida-de-unos-financieros-los-bardi-por-victor-manuel-galan-tendero/](http://www.historiarum.es/news/auge-y-caida-de-unos-financieros-los-bardi-por-victor-manuel-galan-tendero/)
- García, J. A. (febrero de 2000). HISTORIA DE UNA PROBLEMA, EL REPARTO DE LA APUESTA. Obtenido de REVISTA SUMA: <https://revistasuma.es/IMG/pdf/33/025-036.pdf>

- Goldschmied, L. (1961). HISTORIA DE LA BANCA. México: Hispano Americana.
- Gómez, O. R. (Agosto de 2005). Los Templarios. Su influencia económica y fananciera. Obtenido de Contribucioenes a la Economía: <http://www.eumed.net/ce/2005/orgc-temple.htm>
- González, A. (2008). Luca Pacioli- La divina proporción. Madrid: Akal.
- GRAN ENCICLOPEDIA DE LA ECONOMÍA. (2009). Obtenido de <http://www.economia48.com/spa/d/credito/credito.htm>
- Grijalva, W. M. (2008). Breve Historia Bancaria del Ecuador . Quito : Corporación Editora Nacional .
- Guevara, V. (2017). Factores determinantes de la demanda de crédito bancario. Teujillo, Perú.
- Hurtado, J. (2016). BANCO CENTRAL DE COLOMBIA. Obtenido de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/escs\\_mar\\_2016.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/escs_mar_2016.pdf)
- Ignacio Carballo, M. G. (2011). Características y Determinantes de la demanda potencial de microcréditos Argentina en 2011. Pontificia Universidad Católica Argentina.
- Kalmanovitz, S. (2008). Revista de economía institucional. Obtenido de Consecuencias económicas de la independencia de Colombia: <https://www.economiainstitutional.com/pdf/No19/skalmanovitz19.pdf>
- LA ENCICLOPEDIA DEL ESTUDIANTE. (2006). Historia Universal . Buenos Aires : Santillana.
- López, J. (2015). El economista. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-valores/2015/03/23/credito-bancario-su-papel-como-motor-crecimiento>
- López, M. (2009). Análisis estadístico del financiamiento a las PYMES. México .
- Luz Flores, C. P. (2004). El crédito y sus factores determinantes-caso colombia. Colombia.
- Milnes, H. C. (octubre de 2012). Revista, Negocios internacionales. Obtenido de HISTORIA DE LOS OTIGENES DE LA ESTADISTICA: [www.faceauv.cl/revistainternacional/imagenes/2012/ciencias/pdf](http://www.faceauv.cl/revistainternacional/imagenes/2012/ciencias/pdf)
- Miño, J. P. (2001). Bancos, banqueros y leyes bancarias. Taler de Historia económica- Boletín electrónico, 1-4.
- Morales, J. A. (2014). Crédito y cobranza. México: Grupo Editorial Patria.
- Pereira, I. (octubre de 2010). Importancia del Crédito para alcanzar un crecimiento económico sostenido en el Ecuador. Quito.

- Pérez, J. (2011). *Vidas paralelas. La Banca y el Riesgo a través de la Historia*. España: Marcial Pons.
- Prado, J. (2016). Boletín Informativo de la Asociación de Bancos Privados del Ecuador . Obtenido de <http://www.asobancos.org.ec/internas.asp?opcion=publicaciones.htm>
- Querejazu, R. (octubre de 2012). *La Banca en Bolivia, estabilidad y confianza*. Obtenido de Carta Financiera: <http://www.cartafinanciera.com/latinoamerica/la-banca-en-bolivia>
- Rojas, L. A. (1981). *Banca y Desarrollo económico*. San José , Costa Rica .
- Salgado, S. (2015). *Determinantes macroeconómicos del crédito en el sistema financiero del Ecuador 2005-2014*. Quito: PUCE.
- Salgado, S. (2015). TESIS. *Determinantes macroeconómicos del crédito en el sistema financiero del Ecuador 2005-2014*. Quito: PUCE.
- Sotelsek Salem, D. &. (2012). *Evolución de los Acuerdos de Basilea: diagnóstico de los estándares de regulación bancaria internacional*. Economía UNAM, 29-50.
- SUPERINTENDENCIA. (junio de 2017). Obtenido de [http://www.sbs.gob.ec:7778/practg/p\\_index](http://www.sbs.gob.ec:7778/practg/p_index)
- SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. (2017). Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/historia-de-la-superintendencia/>
- SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. (2018). Obtenido de [http://oidprd.sbs.gob.ec/practg/pk\\_cons\\_bdd.p\\_bal\\_entdd\\_finnc?vp\\_cod\\_tip\\_instt=7](http://oidprd.sbs.gob.ec/practg/pk_cons_bdd.p_bal_entdd_finnc?vp_cod_tip_instt=7)
- SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. (2018). SUPERINTENDENCIA DE BANCOS. Obtenido de GLOSARIO DE TÉRMINOS: <http://www.superbancos.gob.ec>
- SUPERINTENDENCIA DE BANCOS E INSTITUCIONES FINANCIERAS CHILE. (2006). *Crédito de Consumo bancarios*. Chile.
- Valenzuela, M. (octubre de 2008). *Revolución Francesa*. Obtenido de [http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_2011](http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_2011)
- Villagómez, F. (2013). *El mercado de crédito mexicano*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ecoqu/v11n1/v11n1a1.pdf>
- Villegas, M. G. (octubre de 2013). *Karl Pearson, el creador de la Estadística Matemática*. Obtenido de [estadisticaamigable.blogspot.com/2013/10/karl-perason-el-creador-de-la-html](http://estadisticaamigable.blogspot.com/2013/10/karl-perason-el-creador-de-la-html)

**Anexos**