



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

**“ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ESPERADA DE LA CARTERA DE CRÉDITO DE UNA  
SOCIEDAD FINANCIERA DE OBJETO MÚLTIPLE ENTIDAD No REGULADA EN LA  
CIUDAD DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO EN EL PERIODO ENERO 2014 – JULIO  
2015”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN ACTUARÍA

PRESENTA:  
EVELIN SANTANA MONTES DE OCA

ASESORA:  
M. EN M.A. VERÓNICA ÁNGELES MORALES

REVISORES:  
DR. EN C.S Y P. OSCAR M. RODRIGUEZ PICHARDO  
M. EN E. ELIAS EDUARDO GUTIERREZ ALVA

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, JUNIO 2017.

*A mis padres*

*Una meta más en mi vida se ha cumplido...*

*GRACIAS por ayudarme a escalar el peldaño que me separaba del ideal al que me proponía a llegar, solo apoyado en un pensamiento.*

*Por compartir mis pequeñas victorias y mis dolorosos fracasos, siempre recibiendo de ustedes la palabra de aliento que me dio fuerza para seguir luchando.*

*Quiero que sepan que mi principal motivación e inspiración a lo largo de todo este tiempo han sido ustedes que confiaron en mí y me alentaron a seguir adelante.*

*Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo y guía, especialmente hoy que he concluido una parte del largo camino que queda por recorrer.*

*Con cariño y agradecimiento infinito*

*Evelin*

## Índice

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO 1. Marco Teórico y Conceptual .....	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Antecedentes de Sistema Financiero Mexicano .....	13
1.3 Sistema Financiero Mexicano .....	24
1.3.1 Entidades más importantes .....	26
1.4 Sociedad Financiera de Objeto Múltiple E.N.R. ....	30
1.4.1 Definición.....	30
1.4.2 Marco Legal y Regulatorio .....	32
1.4.3 Evidencia Empírica .....	35
CAPÍTULO 2. Exposición al Riesgo.....	41
2.1 Introducción.....	41
2.2 Clasificación del riesgo.....	41
2.2.1 Riesgo Operativo .....	43
2.2.2 Riesgo de Mercado.....	43
2.2.3 Riesgo Legal.....	44
2.2.4 Riesgo de Reputación .....	44
2.2.5 Riesgo de Liquidez .....	44
2.2.6 Riesgo de Crédito .....	45
2.3 Metodologías para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento.....	66
2.3.1 Modelos de elección cualitativa .....	66
2.3.2 Matriz de transición.....	83
Capítulo 3. Estimación de la pérdida esperada a la Sofom E.N.R.....	87

3.1	Introducción.....	87
3.2	Descripción de la cartera.....	87
3.2.1	Crédito Personal.....	88
3.2.2	Crédito de Nómina.....	88
3.2.3	Crédito Automotriz.....	88
3.3	Descripción Estadística.....	88
3.4	Exposición al Riesgo (EAD).....	92
3.5	Severidad de la pérdida (LGD).....	92
3.6	Estimación de la Probabilidad de Incumplimiento (PI).....	92
3.6.1	Estimación del modelo Logit.....	93
3.7	Estimación de la Pérdida Esperada.....	101
3.8	Principales Resultados.....	102
	Capítulo 4. Conclusiones.....	104
	Anexos.....	107
5.1	Anexo 1.....	107
5.2	Anexo 2.....	108
	Bibliografía.....	109

## INTRODUCCIÓN

El Sistema Financiero Mexicano está integrado por dos partes: la primera, los intermediarios financieros que administran, captan y canalizan el ahorro como la inversión a quien lo necesita; la segunda, las autoridades de carácter público que se encargan de regular y supervisar la actividad económica para proteger a los usuarios. Juntos, contribuyen al buen funcionamiento y crecimiento sostenido de la economía en el país teniendo como principal objetivo el bienestar de la sociedad, administrando y fomentando la actividad financiera. (Banco de México, 2016)

Entre los intermediarios financieros existen los bancos, que son los más destacados, aseguradoras, afianzadoras, casas de bolsa, administradoras de fondo de inversión, entre otras.

Uno de los intermediarios crediticios más jóvenes dentro del sistema financiero del país son las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple Entidades No Reguladas (Sofomes E.N.R.), que constituyen cerca del 2% del PIB nacional y constituyen el 4.2% del financiamiento que tiene el sector privado. (Gutiérrez, 2015)

Distintas fuentes en el mundo comentan que en los últimos años se ha experimentado una tendencia de cambios en la economía, donde la volatilidad e incertidumbre son más constantes, haciendo que los sectores que conforman el sistema financiero tengan una mayor exposición a los riesgos. Menciona Martínez (2016), que ya no se van a tener épocas de estabilidad pues se verán afectadas las variables que dan una perspectiva del futuro financiero.

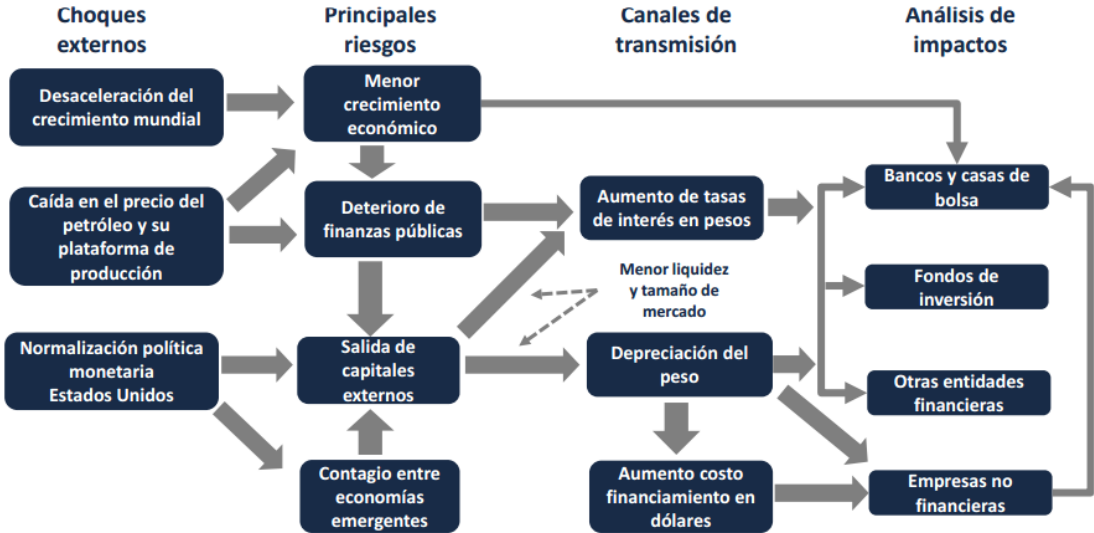
Las deficiencias en las políticas de administración de riesgos son la principal causa por la cual las entidades se ven involucradas en pérdidas excesivas, teniendo un mayor costo comparado con el costo que implica tener una buena administración de riesgos.

Tras la promulgación de la Reforma Financiera que presentó el presidente Enrique Peña Nieto (2013) que entró en vigor el 10 de enero de 2014, el sector de crédito se ha consolidado. Las Sofomes E.N.R. se han apegado a las nuevas regulaciones en temas de Prevención de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo, ante la Comisión

Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF) y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), reforzando exigencias cualitativas pero sin cambiar los requisitos fundamentales, cuestiones como reservas preventivas, entre otras cosas que a largo plazo se verían en la necesidad de requerir una reforma más formal para poder enfrentar un contexto más global y cambiante.

En noviembre de 2015, el Banco de México (Banxico) en el reporte sobre el sistema financiero, presenta los principales riesgos que impactan en la estabilidad del sistema financiero, los cuales se observan en la figura 1.

Figura 1 Mapa de Riesgos



Fuente: Banco de México, 2015

Como se observa, los principales riesgos que se presentan son la desaceleración económica, deficiencias en las finanzas públicas, la salida de capitales y el contagio que se podría dar entre economías emergentes, siendo México una de ellas.

También, la economía se enfrenta a una incertidumbre de la tasa de interés de referencia de Estados Unidos, el bajo crecimiento global, así como situaciones internas como la caída de los precios del petróleo y la disminución de la producción, entre otras

realidades variables que no aseguran un futuro económico para el país y el impacto cae en el sistema financiero.

Por constitución legal, Sofomes al ser entidades no reguladas, no están obligadas a tener una gestión de riesgos según la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito (2014). Sin embargo, la regulación que presentan es básica, pues se enfoca a temas de lavado de dinero y financiamiento al terrorismo, dejando de lado la administración del riesgo de crédito; propia del negocio fuera, por lo que se debe de buscar una forma de mitigar y evaluar el riesgo que muestra convirtiéndose así en una prioridad del negocio.

Regularmente, cuando se escucha la palabra riesgo se vincula con algo negativo, algo que se debe eludir. No obstante, en el proceso de toma de decisiones es inevitable, por lo que es un problema el no preocuparse por la implementación de un modelo interno que sea capaz de guiar la dirección del negocio.

En el boletín de Servicios Financieros de Ernst & Young (2012), se comentaba que las instituciones debían tener un modelo de pérdida esperada para tener las estimaciones sobre las cuentas por cobrar, debido al incremento de morosidad y situaciones repetidas de impago. Tanto la CNBV y las NIF<sup>1</sup> ya estaban trabajando en informar sobre metodologías para la creación de estimaciones preventivas para el riesgo crediticio ayudándose de modelos de pérdida esperada. Particularmente en el caso de las Sofomes E.N.R., se explicaba que la creación de estimaciones de créditos incobrables se debe analizar considerando la tendencia del negocio.

La calificadora Fitch Ratings destaca que los intermediarios financieros no bancarios (IFNB) se consolidaron tras la regulación de 2015, teniendo un desarrollo positivo para el sector. Teniendo en cuenta que las actividades crediticias representan 14.7% del PIB en México, lo anterior con cifras a septiembre 2015. (Gutiérrez, 2016)

---

<sup>1</sup> Normas de Información Financiera



También comenta que estas entidades se han convertido en contribuyentes importantes en la economía, pues proporcionan sus servicios a sectores de la población que no cuentan con acceso bancario, por lo que se espera un crecimiento en el cual se debe mantener el riesgo al margen.

En su artículo, González (2016) destaca los comentarios de Enrique Bojórquez<sup>2</sup>, sobre cómo mejorar a las Sofomes, explica que se debe lograr reducir el riesgo de crédito, así se minimizarán las pérdidas esperadas y el costo de las reservas. Es por ello, la importancia de tener una metodología interna que indique la pérdida esperada que se tiene trimestralmente, por ejemplo.

Así también, comenta que el sector de las Entidades No Reguladas es dinámico debido a su capacidad de especialización en el financiamiento a sectores productivos desatendidos por el banco, lo cual se puede ver como una oportunidad de crecimiento.

Es por ello que surge el interés de efectuar esta investigación, debido a la importancia de tener la reserva de la cartera de crédito, de la misma manera que contar con herramientas que permitan estimar la pérdida esperada de la manera más ajustada a la entidad anticipando el posible estado de quiebra. Así se pueden crear mejores estrategias de negocio que mejorarían el desempeño crediticio de la SOFOM E.N.R.

Revisando la literatura, se encontraron estudios de otros países como Colombia, por ejemplo, los cuales ya desarrollaron metodologías de provisiones para entidades que se pueden comparar con la SOFOM E.N.R., que son parte de su sistema financiero, que a diferencia de México, están reguladas en esta parte de administración de riesgos.

Existen distintas metodologías para medir el riesgo crediticio por lo que en este estudio se dan a conocer los modelos más relevantes dentro de la literatura y aplicados en el entorno financiero, para el caso de este estudio se toma la medida de riesgo asociada a la cartera de crédito que menciona el Banco de México (2015), la pérdida esperada, cuyos elementos principales son la probabilidad de incumplimiento (PD)<sup>3</sup>, la severidad

---

<sup>2</sup> Presidente de la Asociación Mexicana de Entidades Financieras Especializadas (AMFE),

<sup>3</sup> *Probability of Default*

de la pérdida (LGD)<sup>4</sup> y el monto de exposición en el momento del incumplimiento (EAD)<sup>5</sup> por sus siglas en inglés. Para la estimación de la probabilidad de incumplimiento, se realizará un modelo de regresión logística binaria a través de diversas variables que podrían describir el incumplimiento en los acreditados.

Para tal efecto la hipótesis es: **“Es posible estimar un modelo que permita evaluar la pérdida esperada de la SOFOM E.N.R.”**

Es importante mencionar que con el contenido de esta investigación, se pretende dar respuesta a los siguientes cuestionamientos que se plantearon: ¿Cómo será el desempeño del modelo para estimar la pérdida esperada de la SOFOM E.N.R? ¿Es posible establecer los factores que permitan la estimación de la pérdida esperada? ¿Cómo se puede estimar la probabilidad de incumplimiento de la entidad? ¿Qué variables socio-demográficas, financieras y crediticias podrían describir el incumplimiento?

Este trabajo de investigación se compone de cuatro capítulos que se resumen a continuación:

En el capítulo uno, se revisará de manera general los antecedentes del sistema financiero y el proceso de cómo se consolidó a través del sistema bancario. También se conceptualizarán las principales instituciones de éste y puntualmente de la SOFOM E.N.R. así como su definición, marco legal y normativo. En este capítulo también se presentará la evidencia empírica que dio pie a este estudio.

En el capítulo dos se darán a conocer los principales riesgos financieros, particularmente, el riesgo de crédito así como las metodologías para su medición y las principales metodologías para calcular la probabilidad de incumplimiento.

En el capítulo tres se describe la estimación de la pérdida esperada, se dará un descripción de la cartera de crédito, se presentarán las estimaciones de la exposición al

---

4 *Loss Given Default*

5 *Exposure At Default*

riesgo, severidad de la pérdida y probabilidad de incumplimiento, así como se darán a conocer los principales resultados.

En el cuarto capítulo se presentarán las conclusiones de los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo, se revisará la manera general como surge, desarrolla y organiza el Sistema Financiero en México, siendo de suma importancia para el desarrollo del país, se conocerá el proceso de consolidación de éste a través del sistema bancario y cómo se fueron constituyendo todas las instituciones que hoy en día lo conforman. De esta manera, se dará un contexto que permitirá entender mejor su funcionamiento de forma integral. Para efectos del tema de estudio, no se extenderá demasiado la revisión histórica.

Se conceptualizará de manera muy general a las principales instituciones que conforman al Sistema Financiero Mexicano, de esta forma se conocerá un marco de los sectores que están en nuestro sistema y se puntualizará en cuál se encuentra nuestra entidad de estudio; la Sociedad Financiera de Objeto Múltiple Entidad No Regulada, (SOFOM E.N.R.)

De la misma manera, se revisarán a las instituciones regulatorias que son de suma importancia, pues son las que supervisan las funciones de las entidades para que cumplan en la manera que es debida y conforme a lo que establece la ley.

Se dará el panorama normativo y legal de las SOFOM E.N.R.; sus características, definición, así como la forma en que deben constituirse.

Al final, se dará conocimiento de las publicaciones que dan evidencia empírica a esta investigación, como el desarrollo de su estudio y los resultados que obtuvieron, así como la relación con la estimación de la pérdida esperada.

## 1.2 ANTECEDENTES DE SISTEMA FINANCIERO MEXICANO

El sistema financiero se ha ido formando paulatinamente, de manera formal hasta después de la Conquista, antes de este importante evento para el país, en las transacciones no intervenía moneda de cambio, las negociaciones por decirlo así, se pagaban mediante trueque, dar una cosa a cambio de otra, muy común entre artesanos y mercaderes. Principalmente, el medio de intercambio era en especie; cacao, mantas, maíz, plumas, oro en polvo, figuras de estaño y cobre. (Villegas & Ortega, 2002 cita a Moreno, 1981 y a Clavijero, 1959)

No se conoce información alguna sobre libertad de mercado y se sabe que el gobierno tenía una fuerte participación en la economía, ya que controlaba los recursos fundamentales: tierra, trabajo, proceso productivo y redistribución de la riqueza.

Ya en la etapa de la Colonia, la iglesia tuvo un importante papel como fuente de crédito en el sector agrícola, era considerada la entidad prestamista por excelencia, así como la iglesia, el comercio tuvo la misma importancia pues entre ellos mismos practicaban la actividad de crédito para así mantener el comercio en sí.

Con el crecimiento económico que estaba teniendo el país, se vio en la necesidad de crear instituciones formales de crédito para disminuir la importancia de la iglesia y los comerciantes en la actividad.

Villegas y Ortega (2002), documentan que en febrero de 1775 Pedro Romero de Terreros<sup>6</sup> funda la primera institución de crédito prendario en la Ciudad de México, el Monte de Piedad de Ánimas (actualmente, el Nacional Monte de Piedad) con capital de \$300,000 realiza operaciones de préstamos con garantía prendaria y resguardo de depósitos confidenciales, depósitos legales principalmente, así también realizaba venta pública de las prendas no rescatadas. La entidad se estableció de manera asistencial y caritativa, dependiendo de las limosnas que Don Pedro pedía a cambio a los deudores,

---

<sup>6</sup> Conde de Regla de origen español, de los más ricos a mediados del siglo XVIII (1710-1839)

transformándose en breve como el pago de intereses del monto prestado pues no se recibía ninguna aportación que ayudara a la continuación de la actividad.

Con el crecimiento de la actividad minera y la necesidad de fomentar su desarrollo en el país se crea el primer banco refaccionario de América en 1784, el Banco de Avío de Minas.

Cruz (s.f) describe que al concluirse el periodo de la guerra de independencia, se busca promover la industria. En respuesta, Lucas Alamán<sup>7</sup> en octubre de 1830 establece el banco de promoción industrial, Banco de Avío, el primer banco independiente que parte con \$ 1'000,000 como capital mediante la Ley del Congreso en 1830, con el objeto principal en la industria textil.

Siete años después, surgió el Banco de Amortización de la Moneda de Cobre, que tenía como principal objetivo retirar de circulación las monedas de cobre, pues muchas eran falsificadas y circulaban en exceso en la economía, dejando sólo las monedas de oro y plata.

Se concluyen las operaciones del Banco de Avío en 1842 y el Banco de Amortización en 1841. Ambos bancos tienen gran importancia dentro del sistema pues fueron las primeras instituciones en las que el gobierno se apoyó para superar las crisis económicas, como el financiamiento de la guerra de Texas y la guerra contra Francia, por tales motivos económicos y políticos se limitó el progreso de estas entidades.

En 1849, se da la creación de la Caja de Ahorros del Nacional Monte de Piedad y en 1854, la redacción del Código de Comercio obra póstuma de Lucas Alamán, esto se crea en el periodo de calma que se tuvo después de la intervención francesa.

Correa y Girón (2004) detallan que, al vivirse una época con inexistente legislación normativa y reglamentaria ante las actividades económicas como bancaria, monetaria y crediticia, propias de un sistema financiero en 1853, uno de los empresarios más importantes del país, Manuel Escandón, presenta un proyecto sobre la creación de un

---

7 Político e intelectual mexicano del siglo XIX. (1792-1853)

banco central que se encargaría de servir de banco de gobierno operando como banca comercial, administrando las rentas públicas. La propuesta no llegó lejos pues el entorno de inestabilidad política, económica y la falta de consistencia del proyecto mismo, no dieron seguridad para ponerlo en marcha. Sin embargo, fue antecedente de negociaciones futuras para el mismo proyecto.

En 1857, se hizo otro esfuerzo por crear un banco de emisión, esta vez el Presidente de la República, el general Ignacio Comonfort expidió el proyecto en un decreto donde lo denominaba el Banco de México, pero tuvo la misma suerte que Manuel Escandón, el país no estaba preparado para tal cuestión.

Los agiotistas desde la Independencia hasta la reforma en 1855 asistieron a la conservación del estado, repararon y construyeron los caminos a través de la administración de los ingresos de peajes, proveyeron fondos a las administraciones, preservaron el servicio de correo, controlaron el estanco de tabaco y las casas de moneda, entre otras diligencias que los banqueros sin ser bancos realizaron, cumpliendo con funciones que los bancos por ejemplo de Inglaterra y Estados Unidos efectuaban en ese tiempo.

Con el imperio francés y la adopción de la monarquía en México la propuesta de constituir un banco se fue tornando más real.

En junio de 1864, el archiduque Maximiliano de Habsburgo aprueba la concesión al banco británico de instalar una sucursal en la Ciudad de México, por lo que *The Bank of London, Mexico and South America*, fue la primera entidad bancaria comercial en México con un capital de \$ 2' 500,000 abre sus puertas el 1° de agosto del mismo año. Entre las principales actividades que propiamente desarrollaba fue la emisión, circulación y descuento, también el acoger los depósitos, concedía créditos y facilitaba servicios a los comerciantes que tenían negocios en el exterior, dando inicio como tal a la intermediación bancaria en un entorno complicado y logró mantenerse gracias al apoyo de los capitalistas ingleses.

En 1870 se comienza a regular el contrato del seguro en el Código Civil, y dos años después, se promulga la primera ley que rige a las compañías de seguros mexicanas y extranjeras.

Se comienzan a exponer la falta de control sobre creación de bancos y sobre la emisión de billetes y monedas, en vista de la creación del Banco de Santa Eulalia<sup>8</sup> según Villegas y Ortega (2002) en Chihuahua en 1875 y el Banco Mexicano en 1878, ambos autorizados para emitir billetes.

Para el año de 1879, el Nacional Monte de Piedad puede emitir certificados impresos, que deberían ser reembolsables al portador, es decir billetes por autorización previa. Dos años después se le autorizó ser banco de circulación y descuento por autorización de la Secretaría de Gobernación, pero en 1884 dimitió la calidad de emisor y retornó a efectuar las primeras operaciones que realizaba.

Con capital del Banco Franco Egipcio, el gobierno federal y Eduardo Noetzlin fundan el Banco Nacional Mexicano en agosto de 1881, abrió las puertas al público en febrero de 1882 con un capital de \$8' 000,000 según Cruz (s.f.). Brindó sus servicios en los estados del país y en el extranjero y manejaba la cuenta de la Tesorería, colocó los fondos federales, manejó los fondos para el servicio de la cuenta pública, entre otras actividades que le dieron el apoyo por parte del gobierno.

Posteriormente, se establecen otros bancos bajo distintos contratos en el país, como el Banco Mercantil, Agrícola e Hipotecario en 1882, en el mismo año el Banco Mercantil Mexicano (creado sin concesión federal), el Banco de Empleados (antecesor del Banco Obrero) en 1883, el Banco Minero, entre otros.

Villegas y Ortega (2002), detallan que en el año de 1884 los estadounidenses comienzan a retirar capital en consideración de la recesión económica internacional. En México distintos bancos comenzaron a suspender pagos dejando expuesto los inconvenientes de que muchas entidades emitieran billetes, desde este año se

---

<sup>8</sup> Propiedad del estadounidense Francisco McManus



comienza a prestar más atención al tema de que las instituciones debían regirse por una ley especial y tener autorización por la Secretaría de Hacienda y contrato aprobado por el Congreso de la Unión, a consecuencia se comienzan correcciones en el Código de Comercio pues como no existía ninguna ley especial, comienzan a crearse bancos en casi toda la República.

Los principales objetivos del Código de Comercio según Correa y Girón (2004) citando a Dueñes (1945) y a Manero (1957) se centraban en:

1. “Para establecer cualquier tipo de banco se requiere autorización del Gobierno Federal.
2. Ningún banco o persona extranjera podrán tener en el país sucursales o agencias que emitan billetes.
3. Quedan prohibidas las emisiones de vales, pagarés u obligaciones de cualquier clase que significarán promesas de pago en efectivo al portador y a la vista.
4. Las emisiones de billetes no podrán ser mayores que el capital exhibido y deberán estar garantizadas con depósitos del 33% en efectivo o títulos de deuda pública, en la Tesorería Nacional, y otro 33% en arcas del propio banco.
5. Los bancos pagarán un impuesto de 5% sobre sus emisiones y deberán publicar mensualmente sus balances”.

En 1890 se trata de expedir una ley bancaria sin tener éxito, hasta 1896 Porfirio Díaz siendo ministro de hacienda e Yves Limantour como su secretario, se inician los documentos donde se cimentaban los términos operativos y funcionales de las instituciones bancarias, producen la primera legislación bancaria ordenada.

Nace la Bolsa Nacional en 1894 y para el año siguiente se inaugura la Bolsa de México por los corredores Francisco A. Llerena y Luis G. Necoche, que tuvo su origen a partir de las operaciones con valores que efectuaba la Compañía Mexicana de Gas desde 1880, para 1986 la bolsa ya contaba con ocho emisoras privadas y tres públicas.

Se comienza a desarrollar un sistema bancario desorganizado, existían diferencias según Cruz (s.f.) “los plazos de concesión variaban entre 15 y 25 años; los capitales sociales mínimos no eran uniformes; el capital exhibido variaba entre 40 y 50%; las emisiones se garantizaban con el 33 o el 50% en metálico y las denominaciones de los billetes por emitir carecían también de uniformidad”.

Los fondos de reserva se creaban desproporcionadamente, el valor de los billetes que podían emitir variaba, el mínimo de 24 centavos o el mínimo de un peso, el plazo de los préstamos se manejaba distinto, existían notorias diferencias en las garantías para los descuentos y préstamos en este entorno, se vio la necesidad prioritaria de un control y regularización de la situación.

Se conforman las bases generales para el otorgamiento de concesiones bancarias en abril de 1896, siendo aprobado por el Congreso y el derecho fue expedido en junio de 1896 con las siguientes bases según Cruz (s.f.):

1. “La Ley tendría el carácter de Ley federal, rigiendo en consecuencia, a todas las instituciones de crédito del país.
2. Los bancos se constituirían por concesiones similares, debiendo depositarse el 20% de su capital en bonos de la deuda pública, para obtener sus respectivas concesiones.
3. El capital mínimo para los bancos de emisión sería de \$500,000, con el 50% exhibido en efectivo.
4. La suma de los billetes emitidos y depósitos a la vista, no sería mayor que el doble de las existencias en metálico y la emisión no sería del triple del capital exhibido, siendo los billetes de curso voluntario”.

Además, establecía un reglamento riguroso en tema de reservas, las consecuencias de no cumplir esta normatividad eran, por ejemplo la revocación de la concesión, para marzo de 1897 se crea la Ley de Instituciones de Crédito, constituyendo distintos modelos bancarios, de emisión con facultad de emitir billetes (comerciales), hipotecarios

(créditos a largo plazo), refaccionarios (créditos a mediano plazo para industria manufacturera, agricultura y ganadería) y almacenes generales de depósito. Se continuó desarrollando el sistema financiero hasta lograr 24 bancos de emisión, según Ocaranza (2015) dos bancos hipotecarios y cinco refaccionarios, así como una bolsa de valores hasta que llegó la Revolución Mexicana en 1910.

En esta etapa de inestabilidad política y económica ocurrieron muchos saqueos, se limitaron los créditos, los bancos dieron préstamos obligatorios<sup>9</sup> por casi 64 millones de pesos, se concibió una descomedida emisión de papel moneda fomentando el atesoramiento y la exportación de las monedas de plata y oro, muchas instituciones bancarias quebraron dañando el sistema en general.

Las dificultades para el Banco Nacional de México se hicieron notar de inmediato, la captación pasó de \$44' 700,000 en 1910 a \$19' 500,000 a finales de 1913, cayendo más del 55%.

Con Venustiano Carranza como presidente de México se trató de reconstruir el sistema financiero pues estaba estático. En 1913, comenzó a crear una política para consolidar la reforma que el país necesitaba, impulsó la idea de un Banco Central para evitar el monopolio de iniciativa privada nacional o extranjera, pero el movimiento seguía siendo de carácter militar. Hasta 1915 que se ocupó la capital se comenzó por labor del presidente, la suspensión de emisión de billetes y en septiembre de 1915 se creó la Comisión Reguladora e Inspectoría de Instituciones de Crédito (antecedente de la actual Comisión Nacional Bancaria y de Valores).

En octubre de 1915, a través de un decreto con el objetivo de vigilar el desempeño de las entidades bancarias, suspendió a los que se habían fundado sin concesión alguna o no cumplían los requisitos legales, sometió a las instituciones bancarias al cumplimiento de la ley en general con las siguientes derivaciones positivas para el sistema según Correa y Girón (2004) citando a Manero (1957):

---

9 Impuestos por Victoriano Huerta

1. “La unificación de la actual circulación fiduciaria.
2. La fijación de un nuevo valor nominal.
3. Fijación exacta de la deuda de la revolución en oro y su conversión en papel circulante garantizado con un valor fijo.
4. La redención efectiva de la deuda por el gobierno.
5. La posibilidad de liquidar con una sola especie las hipotecas y el activo y pasivo de los bancos.
6. Facilidad para la organización de los presupuestos y el pago de los impuestos”.

Tras la promulgación de la constitución de 1917 el 5 de febrero, se dio un periodo reconstructivo para todo el país, tanto político, económico y social. En la Constitución en el artículo 28 se establece como actividad exclusiva del Banco único de emisión (antecedente del Banco de México) dirigido por el Gobierno, la operación de emitir billetes.

Hasta 1923 no se tuvo antecedentes sólidos para el desarrollo del sistema financiero en el país, sólo se integró una comisión para la elaboración de la Ley Orgánica para fundar el Banco Único de Emisión, un año después se conformaron la Ley de Moratoria para los Deudores de los Bancos Hipotecarios; la Ley sobre Bancos Refaccionarios; la Ley de Suspensión de Pagos o Establecimientos Bancarios; la Comisión Nacional Bancaria; y la Ley de Reorganización de la Comisión Monetaria.

En 1925 se instrumentaron la Ley General de Instituciones de Crédito y Establecimientos Bancarios y la Ley del Banco de México en agosto del mismo año comisionada por Manuel Gómez Morín, Fernando de la Fuente y Elías de Lima.

Se establecen las bases jurídicas del Banco de México, que se constituye en 1925 quedando como el centro del sistema bancario.

Para el año de 1926 se van clasificando las entidades de crédito, comenzando por los bancos de depósitos y descuento, hipotecarios, refaccionarios, de fideicomiso y de ahorro, los almacenes generales de depósitos y las compañías de fianzas; en ese orden, que para 1932 se constituye formalmente la banca de desarrollo en ese tiempo la institución nacional de crédito, algunas de las entidades nacionales de crédito según Ocaranza (2015) son Banobras y Nacional Financiera y en el año siguiente, en 1933 se aprueban los estatutos de la Bolsa de Valores de México S.A.

Para 1936, el Banco de México ya tenía por objeto regular la emisión de moneda, manejar y constituir reservas, dirigir las actividades de la Comisión Nacional Bancaria, actuar como agente financiero del Gobierno entre otras cosas que menciona Correa y Girón (2004) citando a Manero (1957).

Solís (1997) señala como etapa importante a los antecedentes del sistema financiero, la Ley Bancaria expedida en 1941 pues orientó la canalización de recursos a diferentes sectores, así como constituyó la diferencia entre la banca comercial o de depósito e instituciones de inversión, considerando ya no como organismos auxiliares a las sociedades financieras sino como instituciones principales. Ésta Ley contribuyó al desarrollo del sistema bancario y el crecimiento económico del país.

Solís (1997) distingue en la Ley de 1941 los siguientes grupos de operaciones de bancos y crédito:

- a) “Banca de depósito,
- b) operaciones de depósitos de ahorro,
- c) operaciones financieras con emisión de bonos generales y bonos comerciales,
- d) operaciones de crédito hipotecario con emisión de bonos y garantía de cédulas hipotecarias,
- e) operaciones de capitalización, y
- f) operaciones fiduciarias”.

También se consideraban a los organismos auxiliares de crédito, los almacenes generales de depósito, las cámaras de compensación, la bolsa de valores, las uniones de crédito y a finales de 1947 se crearon los bancos de ahorro y préstamo para la vivienda familiar.

Expone Ocaranza (2015a) que para la década de los 50's se comienza a adoptar la agrupación financiera, es decir el modelo de Banca Universal.<sup>10</sup>

En el año de 1955, en materia de seguros y fianzas, se inicia en seguro agrícola integral, reformas a través de la época a la Ley de Instituciones de Seguros, se promueve a estas entidades y a las instituciones de fianzas ya que contribuyen a la estabilidad económica y liquidez de las instituciones.

Con el objetivo de establecer una política de crédito se expidió en 1959 el Reglamento sobre las Instituciones Nacionales y Organizaciones Auxiliares de Crédito, mediante una relación entre las autoridades financieras y las entidades nacionales de crédito.

En los 60's se desarrolla el mercado de valores, se crea la bolsa de valores de Monterrey, de Occidente y la de Guadalajara. Solís (1997) documenta que en el periodo de 1956 a 1969 se dio un crecimiento en el sector financiero incluyendo los intermediarios no monetarios, al no presentar inflación en ese periodo debido a una estabilidad económica, el objetivo era promover un acelerado crecimiento del producto real, del crédito en el sector financiero, del proceso industrial, de la estabilidad de precios, una indiscriminada sustitución de importaciones y otras situaciones, que dieron lugar a finales del periodo presidencial de Gustavo Díaz Ordaz, a un incremento del 130% de la tasa inflacionaria, aún así el sistema financiero tuvo una importante expansión. En 1970, se reconocen legalmente la figura de los grupos financieros en México, para 1974 ya existían 15 grupos financieros y al año siguiente se publicó la primera Ley del Mercado de Valores, fomentando la intermediación bursátil dando paso a la modernidad de los sistemas financieros.

---

10 Un banco de depósito podía agrupar como filiales a una financiera, una hipotecaria, un departamento de ahorro y un departamento de fideicomiso. (Ocaranza, 2015a)

Ocaranza (2015b), menciona la constitución de la banca múltiple en los años 70's como Comermex, Banamex, Bancomer, Serfín y otros que se autorizaban como sociedades con operaciones de depósito, ahorro, fideicomiso e intermediación hipotecaria y financiera.

Para la década de los 80's, se expropia la banca privada por José López Portillo para detener ganancias excesivas e intereses monopólicos, el ahorro financiero representó el 40% del Producto Interno Bruto (PIB) y se privatizó la banca comercial con Carlos Salinas.

Villegas y Ortega (2002) expresan que la estructura del sistema financiero no varió, la SHCP seguía siendo la autoridad máxima ejerciendo sus funciones a través de la Subsecretaría de la Banca, supervisando y regulando el sistema por medio del Banco de México, la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros y la Comisión Nacional de Valores.

En los 90's cambia el régimen de derecho público por el derecho privado en las leyes bancarias, que da a origen a grupos financieros con tendencia a la banca universal, se publican distintas leyes financieras para dar apertura económica al país, como la Ley de Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito, la Ley de Inversiones Extranjeras, entre otras. Con los bancos mexicanos se renegociaron las líneas interbancarias y se da la crisis de 1995 causada por prácticas deficientes. En 1994, los bancos enfrentaban problemas por la presencia de cartera vencida, sobreendeudamiento por malas prácticas contables y por fallas de operación, supervisión y desajuste macroeconómico según funcionarios del Banco de México.

Con la devaluación del peso, el incremento de las tasas de interés, la caída de la actividad económica empeoró la situación, pasando de una crisis bancaria a una crisis fiscal por lo que se desarrollaron diferentes programas de apoyo. Se evidenció la falta de políticas en el sistema financiero, por lo que se comienza a buscar normatividad internacional que se aplicara a México.

En 2001, Citigroup entra a la Bolsa Mexicana de Valores, siendo la primera empresa extranjera, cuatro años más tarde se lanza una plataforma tecnológica para el inversionista final; SIBOLSA. En este mismo año las Siefors (Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro) entran al mercado accionario. En 2014, la Bolsa Mexicana de Valores ingresa al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA).

Ocaranza (2015) menciona que el reto actual del sistema financiero es la era digital, la personalización e innovación que sigue creciendo de manera competitiva.

Como comenta Meján (2008) el término en sí de Sistema Financiero se fue formando involuntariamente al hacer referencia a todas las instituciones que participaban en la intermediación financiera, fuese como institución financiera, normativa o reguladora, el cual se ha ido conformando paulatinamente conforme a las necesidades que se han tenido para formar un sistema orgánico que seguirá en constante cambio.

Joseph Schumpeter<sup>11</sup> afirma la importancia de la relación del sistema financiero con el desarrollo de un país, sostenía que las entidades financieras y los empresarios son los puntos más importantes dentro del sistema, pues impulsan a la economía, aportando y colocando los recursos. No se tiene la competitividad necesaria si no se tiene un desarrollo económico, en el cual la intermediación financiera juega un papel muy importante.

### **1.3 SISTEMA FINANCIERO MEXICANO**

El Sistema Financiero Mexicano está integrado por dos partes, la primera los intermediarios financieros tanto públicos como privados, que administran, captan y canalizan el ahorro como la inversión a quien lo necesita haciendo uso productivo de éste y la segunda las autoridades de carácter público que se encargan de regular y supervisar la actividad económica para proteger a los usuarios, así como vigilar que las

---

11 (1883-1950), destacado economista austriaco, su principal aporte es la Teoría del desarrollo económico publicado en 1911.



actividades realizadas se apeguen a la normatividad establecida. Juntos contribuyen al buen funcionamiento y desarrollo de la economía en el país teniendo como principal objetivo el bienestar de la sociedad, administrando y fomentando la actividad financiera.

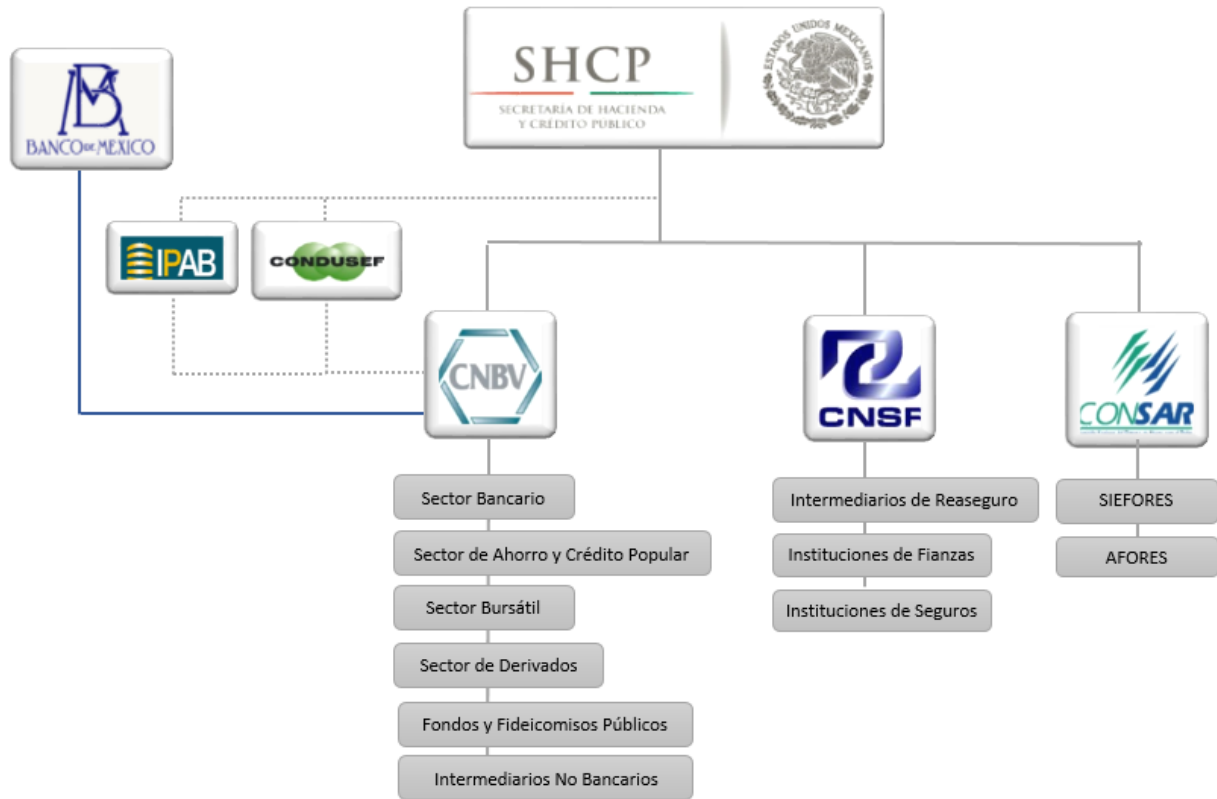
La CNBV (2013) puntualiza la visión del sistema Financiero Mexicano centrada en cinco características; estabilidad, crecimiento, penetración e innovación, buscando una mejor administración de riesgo y gobierno corporativo que apoye en desarrollo de la producción, consumo e inversión de los diferentes sectores que conforman a la economía de manera eficiente e incluyente, garantizando los servicios a toda la población.

El sistema financiero en los últimos 25 años ha tenido modificaciones en su estructura. Sin embargo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) siempre ha fungido como máxima autoridad y existen comisiones nacionales que auxilian a su labor de supervisión y regulación. Se constituyó una Comisión Nacional Bancaria y de Seguros y una de Valores, que posteriormente se separan. Se funda la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), se fusiona la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV) y se instituye la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro (CONSAR), estableciendo tres subsistemas que administran diferentes sectores: fondos y fideicomisos públicos, bancario, ahorro y crédito popular, sector de intermediarios financieros no bancarios, bursátil, derivados, seguros y fianzas y las entidades descentralizadas.

Se fundan también organismos descentralizados de la Administración Pública Federal; la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF), Instituto para la Protección al Ahorro Bancario (IPAB) y el Banco de México (Banxico).

En la figura 2 se puede observar el sistema financiero de manera general y los sectores que cada subsistema administra.

Figura 2. Sistema Financiero Mexicano



Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.1 ENTIDADES MÁS IMPORTANTES

#### 1.3.1.1 BANCO DE MÉXICO (BANXICO)

Comenzando por los organismos descentralizados se tiene al Banco de México el cual se fundamenta en el artículo 28 de la Constitución y en el primer capítulo de su propia Ley. Por mandato legislativo tiene el objetivo principal de proporcionar moneda nacional a la economía mexicana, ser banco de bancos, así como preservar el poder adquisitivo estable fungiendo como banco central del país y ser prestamista de última instancia,

realizando su administración y funciones de forma autónoma ayudando al sano desarrollo del sistema financiero.

#### ***1.3.1.2 COMISIÓN NACIONAL PARA LA PROTECCIÓN Y DEFENSA DE LOS USUARIOS DE SERVICIOS FINANCIEROS (CONDUSEF)***

En 1999 se crea la CONDUSEF, siendo un organismo que atiende y soluciona quejas y reclamaciones de los usuarios por servicios y productos brindados por las instituciones financieras como función principal, revisa contratos y publicidad de las instituciones financieras, así como orienta, informa y promueve la educación financiera entre la población, a través del desarrollo de herramientas y productos para asesorar a la población sobre las mejores decisiones financieras de acuerdo a los beneficios que se proporcionan, los costos y riesgos en defensa de sus derechos, construyendo una justa relación entre usuarios y entidades financieras.

#### ***1.3.1.3 INSTITUTO PARA LA PROTECCIÓN AL AHORRO BANCARIO (IPAB)***

El IPAB por mandato constitucional administra el sistema de protección al ahorro bancario en México, es decir, el seguro de depósito que cubre las operaciones garantizadas en términos de la Ley de Protección al Ahorro Bancario como las cuentas de ahorro, cuentas de cheques, tarjetas de débito, cuentas de nómina, pagarés con rendimiento liquidable al vencimiento y certificados de depósito.

Contribuye a la estabilidad y protección del sistema nacional de pagos, resolviendo las dificultades de solvencia de los bancos al mínimo costo permisible.

#### ***1.3.1.4 SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO (SHCP)***

Por su parte, la SHCP es una entidad dependiente del Poder Ejecutivo Federal que en materia financiera, fiscal, de gasto y deuda pública tiene la primordial función de dirigir,

proponer y controlar la política económica del Gobierno Federal fortaleciendo un desarrollo de la economía, teniendo la asistencia y regulación de la CNBV, las empresas Operadoras de la Base de Datos Nacional, CONSAR, CNSF y los Registros de Fondos de Inversión Privados, Generales de Fondos de Aseguramiento Agropecuario y Nacional de Reaseguradoras Extranjeras.

Es de suma importancia pues es la que autoriza la participación de casi todos los participantes dentro del sistema.

Millán & Robles (2011) definen a la SHCP como la entidad que impulsa el Sistema Financiero a través de la regulación, coordinación y supervisión del mismo, que impulsa las políticas monetarias y crediticias orientadas al crecimiento continuo del mercado financiero y bursátil.

#### **1.3.1.5 COMISIÓN NACIONAL DE SEGUROS Y FIANZAS (CNSF)**

Promoviendo el desarrollo de los sectores asegurador y afianzador, se encuentra la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas siendo órgano desconcentrado de la SHCP que supervisa el cumplimiento de las leyes en las operaciones de las instituciones, así como preserva la estabilidad y solvencia financiera garantizando los intereses de los usuarios, teniendo bajo su asistencia a las Instituciones de Seguros de Vida, de Daños, Mixtas, Instituciones de Seguros Especializadas en Salud, Pensiones, Crédito, Crédito a la Vivienda y en Garantías Financieras. También tiene bajo su cargo a las Instituciones de Fianzas, Agentes de Seguros y Fianzas, Instituciones de Fianzas Autorizadas para practicar exclusivamente el Reafianzamiento, el Reaseguro, los Intermediarios de Reaseguro, las Oficinas de representación de Reaseguradoras Extranjeras, entre las que destacan.

#### **1.3.1.6 COMISIÓN NACIONAL DEL SISTEMA DE AHORRO PARA EL RETIRO (CONSAR)**

La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro es otro órgano desconcentrado de la SHCP el cual regula, supervisa y coordina a los Sistemas de

Ahorro para el Retiro, con el objetivo de que cada trabajador construya su capital pensionario a través del tiempo, mediante su afiliación a las AFORES (Administradoras de Fondos para el Retiro) pues resguarda e invierten los recursos ahorrados incrementando el capital a través de las SIEFORES (Sociedades de Inversión Especializadas en Fondos para el Retiro). Las Afores y Siefores están bajo la supervisión de la CONSAR.

#### ***1.3.1.7 COMISIÓN NACIONAL BANCARIA Y DE VALORES (CNBV)***

La CNBV es uno de los órganos más importantes dentro del sistema financiero, supervisa y regular distintas entidades, por sector se tiene al bancario, donde tiene a cargo principalmente a instituciones de crédito como son la banca de desarrollo y la banca múltiple; en el sector de ahorro y crédito popular, se tiene principalmente a los Fondos de Protección de Sociedades Financieras Populares (SOFIPOS), a las Sociedades Financieras Comunitarias (SFC), a los Fondos de Protección de Sociedades Cooperativas del Ahorro y Préstamo (SCAPs), entre otras.

Por otro lado, en el sector bursátil se tienen a las Sociedades de Inversión, a las Empresas de Servicios, a los Intermediarios Bursátiles, las Prestadoras de Servicios, a las Sociedades de Inversión, etc. En el sector de derivados, se tiene a los Prestadores de Servicios, la Bolsa de Futuros y Opciones, Formadores de Mercado, entre otros.

También están bajo su supervisión las Sociedades de Información Crediticia, los Fondos y Fideicomisos Públicos y las Sociedades Controladoras de Grupos Financieros Bancarios y por último, en sector de Intermediarios Financieros No Bancarios, donde se tienen a las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (SOFIOL) y las Organizaciones y Actividades Auxiliares de Crédito, donde se tienen como organizaciones a las Uniones de Crédito, los Almacenes Generales de Depósito y a las Empresas de Factoraje y de Arrendamiento Financiero.

Por parte de las actividades, se tiene a las Casas de Cambio, las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple Reguladas y las No reguladas, es en este sector donde se encuentra nuestra entidad de estudio.

La CNBV es la entidad que tiene más instituciones bajo su supervisión y regulación, la cual procura en todos los sectores mencionados su funcionamiento de manera correcta así como fomenta el sano desarrollo de manera conjunta propiciando una inclusión financiera a toda la población.

## **1.4 SOCIEDAD FINANCIERA DE OBJETO MÚLTIPLE E.N.R.**

### **1.4.1 DEFINICIÓN**

La CNBV (2015) menciona que las sociedades financieras de objeto múltiple son entidades anónimas que cuentan registro ante la CONDUSEF, que tiene como razón social primordial la actividad de otorgamiento de crédito, factoraje y/o arrendamiento financiero como realización profesional y habitual.

El crédito, como objeto principal de la SOFOM, se puede definir como la cantidad de dinero que se pone a disposición durante un determinado tiempo, pactando condiciones de devolución a la persona o entidad que lo proporcionó.

Por su parte, Brachfield (2009) define al crédito como la posibilidad de obtener dinero, bienes o servicios sin pagar en el momento de recibirlos, a cambio de una promesa de pago realizada por el prestatario de una suma pecuniaria debidamente cuantificada en una fecha en el futuro.

Desde el punto de vista etimológico, la palabra crédito proviene del término latín *creditum* que significa “deuda” y del verbo latino *credere* que significa “cosa confiada”, siendo así el factor clave del crédito la confianza en la promesa formada, se menciona en la obra de Brachfield (2009).

Las Sofomes son entidades financieras que realizan sus operaciones con recursos provenientes de capital propio o por medio de la canalización de recursos de instituciones financieras y/o emisiones públicas de deuda. Sin embargo la SOFOM no puede captar recursos del público y para constituirse no necesita autorización del Gobierno Federal. Estas entidades tienen las mismas ventajas procesales y fiscales que tienen las arrendadoras, las sofoles y las empresas de factoraje por lo que al ser entidades mercantiles tienen algunas ventajas más.

Actualmente, las Sofomes E.N.R. son uno de los intermediarios más jóvenes dentro del sistema financiero. Según Gutiérrez (2015), constituyen cerca del 2% del PIB nacional y de gran importancia pues proporcionan servicios a sectores de la población que no cuentan con acceso a los servicios bancarios.

La SHCP (s.f.) establece que la SOFOM E.N.R. puede tener beneficios fiscales adicionales, pero requiere que las cuentas y documentos por cobrar derivados de su objeto principal representen al menos el 70% del total de ingresos, así como tener una resolución particular del SAT de cumplimiento.

Las Sofomes cuentan con ventajas fiscales como que la cartera crediticia no se incluye para el cómputo del impuesto activo y que no causan impuesto al valor agregado los intereses generados en transacciones de cartera crediticia comercial con entidades financieras.

Con la publicación de la Reforma Financiera el 10 de enero de 2014 en el Diario Oficial de la Federación, se expidió una nueva Ley para regular las Agrupaciones Financieras, se fortaleció a la CONDUSEF en términos de reorientar el objetivo de esta institución en beneficio de los usuarios, incrementando la confianza de la población en materia financiera y otros cambios que fortalecen al sistema financiero, en el sector de ahorro y crédito popular, en la banca de desarrollo, inversiones extranjeras y otros. En el sector de las Sofomes, se amplía la supervisión y regulación de las operaciones en temas de Prevención de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo así como aspectos de constitución, registro y transparencia que harán que se consolide el sector.

Las Sofomes pueden ser entidades reguladas o no reguladas. En términos de la Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito (LGOAAC) las entidades reguladas serán aquellas que mantengan vínculos patrimoniales con instituciones de crédito, sociedades financieras populares, comunitarias o cooperativas de ahorro y préstamo con Niveles de Operación I a IV, así como pueden emitir valores de deuda a su cargo y estarán sujetas a la supervisión y vigilancia de la CNBV, a las disposiciones pertinentes de la Ley de Instituciones de Crédito y Ley de la CNBV así como a las correspondientes autoridades y materias en que éstas refieren.

Por su parte, las entidades no reguladas evidentemente no participan en los términos de las entidades reguladas, por su parte la CNBV señala que están sujetas a su inspección y vigilancia en temas exclusivos de Prevención de Lavado de Dinero y Financiamiento al Terrorismo (Art. 95-Bis LGOAAC), así también deben facilitar de manera correcta la información señalada por la SHCP, CNBV, CONDUSEF y SHCP.

#### **1.4.2 MARCO LEGAL Y REGULATORIO**

El 18 de Julio de 2006 se reforman las leyes financieras y mercantiles con un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), con el objeto de ampliar la oferta, competencia y crecimiento de la intermediación financiera reduciendo costos de operación y tasas de interés, liberando las actividades de factoraje y arrendamiento financiero que eran propias de entidades autorizadas por la SHCP, se crean las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple, SOFOM, sin necesidad de autorización de la SHCP y de carga regulatoria, formando entidades reguladas y no reguladas, es decir, no aplica la normativa financiera relativa a requerimientos de capital, reservas técnicas, límites de operación, de tendencia accionaria o estructura corporativa.

Se constituyen conforme al capítulo II; De la realización habitual y profesional de operaciones de crédito, arrendamiento financiero y factoraje financiero, de manera específica en los artículos 87-B al 87-Ñ de la LGOAAC y las disposiciones de carácter general que de éstas deriven.



Se detalla expresamente el objeto social principal, especificando su denominación social, la actividad de otorgamiento de crédito, arrendamiento financiero o factoraje financiero y tipo de ésta, así como las actividades complementarias que se puedan realizar, realizando un registro ante la CONDUSEF y contando con un dictamen técnico con resultado favorable en materia de Prevención de Lavado de dinero y Financiamiento al Terrorismo (PLD/FT) ante la CNBV.

En capítulo de la LGOAAC se detalla la diferencia entre las entidades reguladas y las no reguladas, se exponen los requisitos que se deben de cumplir ante las disposiciones generales emitidas por la CONDUSEF así como cuando se procede la cancelación del registro de la entidad entre otras disposiciones aplicables al correcto funcionamiento de las Sofomes.

De manera general, la Condusef (2016), menciona que las Sofomes como parte del sistema financiero se rigen bajo las diversas disposiciones de las siguientes leyes:

- Ley General de Títulos y Operaciones de Crédito,
- Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito,
- Ley de Instituciones de Crédito,
- Ley para Regular las Agrupaciones Financieras,
- Ley de Ahorro y Crédito Popular,
- Ley de Inversión Extranjera,
- Ley del Impuesto sobre la Renta,
- Ley del Impuesto al Valor Agregado,
- Ley para la Transparencia y Ordenamiento de los Servicios Financieros,
- Ley de Transparencia y de Fomento a la Competencia en el Crédito Garantizado,

- Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita,
- Código Fiscal de la Federación, y
- Código Penal Federal.

Particularmente, la LGOAAC establece en el artículo 87-B los requisitos y objeto principal que la SOFOM debe realizar para ser considerada entidad no regulada.

Se debe presentar un dictamen técnico favorable referido al artículo 87-P de la LGOAAC, el cual se forma en materia de prevención, detección y reporte de actos, omisiones u operaciones que pudiesen ubicarse en los artículos 139, 148 Bis o 400 Bis del Código Penal Federal, así como documentos donde se establezcan políticas, criterios, medidas y procedimientos internos para cumplir en la materia referida.

También se menciona en el artículo 87 que las Sofomes E.N.R. deberán proporcionar a la SHCP, CNBV, Banco de México y Condusef en los plazos indicados, información y documentación que se requieran en el ámbito de su competencia y para los fines establecidos, al no presentarla, negarla o mostrarla de manera errónea o extemporánea podrá ser sujeta a multas de doscientos a dos mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal en la fecha de infracción emitidas por la CNBV, Condusef y Banco de México ya que supervisan, inspeccionan y vigilan esta entidad.

Por disposición del artículo 56 de la LGOAAC, de la inspección y vigilancia, la CNBV verificará a las entidades no reguladas el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 95 Bis de la LGOAAC, de manera general se refiere a prevenir y detectar delitos referidos en el dictamen técnico, presentar los casos detectados, el registrar información de las operaciones celebradas con los clientes y las instituciones financieras, el conocimiento y adecuado resguardo de información del cliente, la automatización de procesos para el cumplimiento de medidas establecidas en las disposiciones de carácter general, las estructuras y áreas internas para el cumplimiento

de la materia, la conservación de la información recabada por al menos diez años, de las sanciones impuestas entre las situaciones que destacan.

En el artículo 87 también se establece que la entidad debe hacer uso de una sociedad de información crediticia, proporcionando información de todos los créditos otorgados de manera periódica en términos de la Ley para Regular las Sociedades de Información Crediticia, alude también como obtener el registro, así como las situaciones en las que se cancela o los requisitos para ser consideradas entidades reguladas.

De la información que debe contener el contrato, así como informar al cliente previo a la contraprestación acerca del convenio, pagos, periodicidad, tasa de interés, la forma de liquidación, los intereses generados, los intereses moratorios, la forma del cálculo, cancelación del convenio y otras disposiciones puntuales a las que se debe apegar la sociedad financiera de objeto múltiple como entidad no regulada para operar de manera correcta, adoptando las normas y verificación de cumplimiento ante las instituciones que lo requieren.

### **1.4.3 EVIDENCIA EMPÍRICA**

Támara-Ayús, Aristizábal y Velásquez (2010) realizaron un artículo donde estiman las provisiones esperadas de una institución financiera utilizando modelos Logit y Probit para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento.

El marco teórico de la estimación de los modelos y su inferencia, así como también los criterios de selección y bondades de ajuste de los modelos se basan en el estudio de Maddala<sup>12</sup>.

La información utilizada fue de una muestra de 1500 clientes de cartera comercial en un periodo de doce meses, de agosto de 2009 a julio de 2010; entre los datos utilizados

---

12 Maddala, G., Phillips P & Srinivasan, T. (eds.). (1995). *Specification test in limited dependent variables models*, Blackwell. Oxford. In *Advances in econometrics and quantitative economics; Essays in honour of Professor C.Rao*, pp. 1-49.

aparecen el número de obligación, el monto prestado, la fecha de desembolso del crédito, la inversión, el tipo de cartera, activos, pasivos, ingresos, edad, actividad económica, garantías y calificación del deudor hasta ese momento. Con la estimación de los modelos Probit y Logit establecieron las variables activo, pasivo y patrimonio como relevantes, para explicar el incumplimiento pues resultaron estadísticamente significativas, los indicadores: pasivo/ingreso, pasivo/utilidad operativa, pasivo/ utilidad neta y pasivo/activo resultaron también estadísticamente significativos para complementar la explicación del incumplimiento.

Támara-Ayús, Aristizábal y Velásquez (2010) explicaron que los modelos estimados tuvieron un buen ajuste y un 92% de predicciones correctas, también verificaron a través del análisis residual que los modelos estimados no quebrantaran algún supuesto.

Ya con la probabilidad de incumplimiento estimada, calcularon la pérdida esperada mensual y compararon los resultados de ambos modelos que, por la naturaleza similar de los modelos, la provisión resultante también es similar, explican.

Támara-Ayús, Aristizábal y Velásquez concluyen que el endeudamiento, activos e ingresos son las variables más influyentes en el incumplimiento.

Con respecto a los modelos que estimaron, encontraron que la mayoría de las variables que teóricamente explican el incumplimiento son estadísticamente significativas y los signos son acordes también a la teoría.

El estudio les permitió concluir que las provisiones estimadas por su modelo son menores a las que prevé el ente regulador, pero no existe riesgo que implique quebranto patrimonial.

Por su parte Rodríguez y Hernández (2013) realizan un estudio de la matriz de probabilidad de transición de microcréditos, el caso de una microfinanciera como herramienta para obtener el riesgo de crédito. Puntualizan la importancia de la medición del riesgo de las entidades microfinancieras por el crecimiento que han tenido en los últimos años, a pesar de que aún no se exige de manera legislativa, evidencian que

México no cuenta con metodología que permita a las microfinancieras evaluar el riesgo crediticio al que están expuestas.

Afirman que desarrollar tecnología crediticia para este sector es indispensable, utilizando herramientas probabilísticas que proporcionen información precisa para desarrollar una mejor gestión del riesgo, como las estimaciones preventivas, la rentabilidad de la entidad y el cálculo del valor en riesgo.

Estimaron matrices de probabilidad de transición para calcular el Valor en riesgo reflejando el cumplimiento que se tiene de pago, tomando en cuenta las matrices de probabilidades de transición crediticia que la Superintendencia Financiera de Colombia provee a las carteras de microcrédito de manera gratuita, Rodríguez y Hernández puntualizaron su objetivo como sigue:

*“Valorar las ventajas de incluir prácticas probabilísticas en la administración de riesgo y la riqueza de información que cada institución microfinanciera posee para incentivar la cooperación, un mejor conocimiento del sector de las microfinanzas y el someter a prueba paradigmas existentes, en suma, para un mejor ejercicio de las microfinanzas”.* (Rodríguez y Hernández, 2013)

También, Rodríguez y Hernández (2013) abordan el tema del pago del crédito comparado por género, enfocándose en que el género femenino es más responsable al cumplir sus obligaciones de pago.

Según Rodríguez y Hernández (2013), para analizar mejor el comportamiento de pago elaboraron matrices de probabilidad de transición general y otras clasificándolas por género, región, frecuencias de pago y sus posibles combinaciones, reflejando una alta recuperación de los microcréditos. Para cada matriz de probabilidad de transición se estimaron intervalos de confianza con  $\alpha = 5\%$ .

También, probaron la suposición de absorbencia del estado de impago, por ejemplo, para la mayoría de matrices regionales y por frecuencia de pago obtuvieron que tenga el 99% de probabilidad de permanecer en estado de incumplimiento.

Con respecto al tema de género, no obtuvieron diferencia significativa en el cumplimiento del pago de hombres y mujeres.

Concluyen que las matrices de probabilidades de transición son una buena herramienta para mejorar la administración de riesgo, puesto que reflejan el cumplimiento del pago de los deudores. Mencionan que analizar e incluir prácticas probabilísticas dentro de la administración de riesgos en la entidad financiera mejora el conocimiento y somete a prueba los paradigmas existentes.

En su investigación Velandia (2013), desarrolla un estudio sobre la estimación de probabilidad de incumplimiento de créditos a Pymes, utilizando un modelo de regresión Logit para identificar las variables determinantes en el riesgo crediticio, en una muestra de 201 créditos; entre ellos 120 hombres, 35 mujeres y 46 personas morales en la cartera vigente al día 30 de marzo de 2013.

Velandia utilizó variables como sexo, calificación interna, calificación dada por la superintendencia financiera, meses vigentes, valor de garantía, edad, activos, productos de riesgo, entre las más sobresalientes. Tomando un  $p$ -value no mayor a 0.07, concluyó que las variables más significativas son sexo, calificación interna A, calificación interna A menos, calificación interna AA y préstamo.

El perfil del sexo masculino es 3.57 veces más riesgoso que el perfil femenino, con respecto a la calificación, Velandia observó que es importante pero no relevante al momento de medir su impacto en el incumplimiento de las obligaciones.

Menciona también, que se debe tener un balance del riesgo de crédito teniendo en cuenta el profesionalismo con el cliente, la responsabilidad social, el nivel de servicio y la evolución tecnológica que contribuyen a manejar mejores soluciones para el riesgo enfrentado.

Por su parte Támara-Ayús, Aristizábal y Velásquez (2012) en su investigación, documentan la importancia del cálculo de la pérdida esperada de una entidad financiera haciendo énfasis en implementar metodologías que permitan cuantificar previamente las pérdidas potenciales en las que las entidades podrían incurrir, analizando el principal componente para su estimación la probabilidad de incumplimiento, misma que calculan a través de matrices de transición. Tomando las características que identifican a cada cliente de una muestra de 1,500 clientes de la cartera en un plazo de doce meses.

La matriz de transición refleja estabilidad en las calificaciones AA, A y BB, lo cual es natural puesto que es poco probable que por cambios en la economía se vea afectada su capacidad de pago, Támara-Ayús, Aristizábal y Velásquez obtuvieron el 2.6% de probabilidad de incumplimiento para la categoría AA con respecto a un 35.9% a los de categoría CC.

Hacen un comparativo entre el valor de la pérdida dada por la superintendencia financiera colombiana y el modelo realizado con las matrices de transición, se observó que el valor obtenido es menor y este conlleva un quiebre por parte de la entidad financiera.

Revisando estudios hacia este tema, se encontró que Missaoui (s.f.) enseña cómo aplicar la estadística al tema de micro finanzas, en particular a usar el modelo Logit para estimar la probabilidad de incumplimiento usando variables disponibles sobre detalles personales del acreditado, características del crédito y comportamiento histórico que ha desarrollado.

Por su parte Kofi (2011) modela la probabilidad de incumplimiento mediante un modelo de regresión logística, menciona que es una importante herramienta de evaluación de riesgo y ayuda a las entidades financieras a poder estimar la pérdida esperada del portafolio y así poder aproximar el requerimiento de capital que se tiene.

El estudio lo construye de datos del Banco Internacional de Ghana, tomando 9,939 observaciones donde el 14% de los acreditados está en estado de incumplimiento.

Toma como variables predictivas las características del acreditado como el ingreso, la edad, el género, nivel educativo, el estado civil, así como información del crédito: monto, tasa de interés, días de mora, estado del crédito, entre otras.

Las variables más representativas fueron el estado civil, la tasa de interés, el ingreso, el monto del préstamo y el plazo del préstamo para la estimación de la probabilidad de incumplimiento.

A lo largo de este capítulo se revisó cómo se fue formando el Sistema Financiero a través de los años, hasta llegar a un sistema bien organizado y funcional como se le conoce ahora; así también se definieron las entidades más importantes dentro del Sistema Financiero Mexicano entre las que destaca la Sociedad Financiera de Objeto Múltiple Entidad No Regulada misma que también se define y como se conoció la manera en que se constituye, su marco legal y regulatorio.

También se dió a conocer la evidencia empírica de esta investigación, ofreciendo un panorama de la medición de riesgo crediticio a entidades similares a la SOFOM E.N.R.



## **CAPÍTULO 2. EXPOSICIÓN AL RIESGO**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

México al ser parte de una globalización, propicia a que las empresas se enfrenten a tendencias de cambio en el mercado financiero, de desarrollo, en el sector demográfico, social, político, financiero, entre otras cuestiones, causando un entorno más competitivo que impulsa a buscar tácticas para medir y minimizar el riesgo, haciendo que el marco de administración de riesgos sea de suma importancia y gran ayuda; midiendo los riesgos significativos del medio financiero, el impacto de circunstancias futuras, apoyando la toma de decisiones y creando estrategias según el análisis arrojado, sin interesarse en la dimensión de la empresa.

La necesidad de disponer de herramientas adecuadas para idear un modelo para conocer la evolución financiera de la compañía, evaluando el éxito de solvencia de una manera alternativa, está en constante crecimiento y desarrollo.

En el presente capítulo se darán a conocer los principales riesgos financieros a los que se enfrenta una institución financiera y de manera muy particular al más importante que enfrenta la SOFOM, el riesgo de crédito, así como también las principales metodologías en el entorno financiero que auxilian a su medición.

La probabilidad de incumplimiento es una de las variables más importantes dentro de la medición de la pérdida esperada, por lo que es de suma importancia conocer alternativas para su estimación, se hace énfasis en el modelo Logit, método que se emplea para la estimación de la pérdida esperada de la SOFOME.N.R., en esta investigación.

### **2.2 CLASIFICACIÓN DEL RIESGO**

El riesgo se puede definir como la posibilidad de tener una pérdida económica, vinculada normalmente con incertidumbre, Deloitte (2015) define al riesgo como “el

impacto y la probabilidad de que una amenaza (o serie de eventos/amenazas) puedan afectar de manera adversa la consecución de los objetivos”.

Para la compañía el crear y proteger el valor de los activos para el futuro puede comprenderse como su objetivo principal por lo que el riesgo que se tome puede ser en cierta forma; positivo como la creación de valor y negativo como la pérdida del mismo. Tomar algunos riesgos puede valer la pena, pues sustenta retribuciones a plazo determinado, dando como resultado un crecimiento del negocio. Sin embargo, se puede incurrir en pérdidas, siendo más costoso que tener una buena administración.

El identificar, priorizar, responder, evaluar, monitorear, cuantificar y reportar riesgos son operaciones que resaltan en el proceso de la administración de riesgos siendo de suma importancia para poder aminorar o eliminar las posibles pérdidas que éste conlleve, pues da orientación crítica a decisiones que pueden ser fundamentales para la dirección del negocio, así como conocer el impacto que tienen en el cumplimiento de los objetivos de la empresa además de los resultados y solvencia a un plazo determinado, por lo que se debe tener una buena administración de riesgos a través de técnicas, estrategias, políticas, normativas, reportes y guías de procesos por ejemplo.

Los reguladores financieros establecen una normativa estandarizada para su control, basados en resultados del sector a que va dirigido, pero con la constante evolución del medio financiero se ha vuelto un reto el gestionar modelos más flexibles y sofisticados que representen puntualmente a la institución financiera.

Algunas instituciones financieras no están reguladas por mandato constitucional, a saber, la entidad de estudio la SOFOM E.N.R. no tiene regulación alguna en los principales riesgos financieros, por ejemplo, de liquidez o solvencia.

Existen diferentes riesgos a los que las empresas están expuestas, siendo los riesgos financieros los más destacados por el tipo de investigación que se presenta.

Para Jorion (2009) las categorías más relevantes son: el riesgo operativo, de mercado, legal, de reputación, de liquidez y de crédito, los cuales se deben de manejar de manera integral y a continuación se definen.

### **2.2.1 RIESGO OPERATIVO**

El riesgo Operativo comprende distintas fallas y deficiencias en el sistema interno, que abarca la organización, operaciones, procesos y modelos utilizados por la compañía, así como las faltas y/o errores cometidos por el personal por una capacitación inadecuada o una ética profesional deficiente. Conduciendo a tener retrasos o penalizaciones, fraudes, robos e incluso de manera externa exponerse al riesgo tecnológico que Jorion (2009) lo refiere a “la necesidad de proteger los sistemas de acceso no autorizado y la interferencia”; entre otras cuestiones que llevan a una pérdida potencial así pues se deben definir y planear las responsabilidades y controles internos para evitar contingencias.

### **2.2.2 RIESGO DE MERCADO**

El riesgo de mercado se enfoca en la probable pérdida debido a la variabilidad del mercado, como los precios de los activos, pasivos financieros (o volatilidades), tasas de interés, tipos de cambio y otras variables. Comenta Jorion (2009) que se puede asumir el riesgo relativo adjudicado a la medición de la desviación respecto a un índice base y el riesgo absoluto que se concentra en la volatilidad de las ganancias totales midiendo la pérdida potencial en términos monetarios siendo el cálculo del Valor en Riesgo<sup>13</sup> (VAR) una de las metodologías más usadas para cuantificar este tipo de riesgo.

---

13 “La estimación estadística, para un determinado nivel de confianza, de las pérdidas máximas derivadas del mantenimiento de posiciones en los mercados financieros, en un periodo de tiempo específico, como consecuencia de las variaciones de los precios del mercado”. (Samaniego, 2008)

### **2.2.3 RIESGO LEGAL**

El riesgo legal se presenta “cuando una contraparte no tiene la autoridad legal o regulatoria para realizar una transacción.” (Jorion, 2009) Es decir, la contraparte incumple en las obligaciones pactadas y resulta una pérdida pues los compromisos no se pueden exigir por la vía jurídica por omisión o error en la interpretación de la documentación. El riesgo legal abarca las actividades que podrían quebrantar la regulación gubernamental, donde el buen cumplimiento de la normativa es muy importante.

### **2.2.4 RIESGO DE REPUTACIÓN**

El riesgo de reputación se presenta cuando existe un desprestigio de la entidad el cual lleva a no concretar o perder oportunidades de negocio. J.P.Morgan (2004) lo define como “el riesgo que una acción, situación, transacción, o inversión pueda reducir la confianza en la integridad y competencia de los clientes, accionistas, empleados o público en general”.

El cual conduce a probables pérdidas, pues el entorno percibe a la entidad financiera de manera negativa perdiendo relaciones existentes o nuevas pues los clientes reconsiderarán eventualmente a la institución.

### **2.2.5 RIESGO DE LIQUIDEZ**

El riesgo de liquidez representa la pérdida en que puede incurrir la entidad al llegar a un punto donde no se tiene capacidad de transformar en efectivo un activo o cartera. Este riesgo puede ser asumido en dos formas según Jorion (2009); el riesgo de liquidez/mercado y el riesgo de flujo de efectivo/financiamiento.

El primero, hace referencia a cuando existe una baja operatividad en el mercado y una transacción no puede ser conducida a los precios prevalecientes.

El segundo, se refiere a la imposibilidad de tener flujo de efectivo necesario para el pago de obligaciones, forzando a una liquidación obligada dando como resultado pérdidas. Este tipo de riesgo puede gestionarse con una apropiada diversificación y planeación estableciendo límites en productos y flujos de efectivo.

### **2.2.6 RIESGO DE CRÉDITO**

Desde el punto de vista etimológico, la palabra crédito proviene del término latín *creditum* que significa “deuda” y del verbo latino *credere* que significa “cosa confiada”, siendo así el factor clave del crédito la confianza en la promesa formada, como se menciona en la obra de Brachfield (2009).

Al solicitar un crédito se contrae una obligación, asumiendo el compromiso de pagar tanto el capital como los intereses tratados, entendiendo por interés el precio o recompensa a pagar por la disposición de capitales ajenos, durante un determinado periodo de tiempo.

El riesgo de crédito se origina según Jorion (2009) “cuando las contrapartes están parcial o totalmente indispuestas o incapaces de cumplir con sus obligaciones contractuales”. Su efecto se mide por el costo de la reposición de flujos de efectivo si la otra parte incumple con sus obligaciones de acuerdo con los términos establecidos. Es importante pues se expone la pérdida parcial del capital y los intereses celebrados impactando en los resultados financieros.

De Lara (2008b) menciona que es un riesgo de los más importantes, así como uno de los más antiguos, pues siempre se ha estado en la búsqueda de medir la probabilidad de pérdida en el futuro; en la época del renacimiento el ser humano comienza a desarrollar estudios sobre nociones de probabilidad, iniciando con soluciones de juegos de azar.

El riesgo de crédito puede ser visto desde dos puntos de vista; según Altman et al. (2003) el riesgo de mercado alusivo a que el tenedor de un instrumento de deuda está

expuesto a que el valor de la cartera disminuya y el riesgo de incumplimiento referido a que la contraparte no efectúe sus obligaciones contractuales.

El objetivo de esta investigación es la medición del riesgo derivado del incumplimiento, contemplando el riesgo individual y el del portafolio, reflejado a través de la pérdida esperada.

Dentro de los elementos en el análisis individual está la probabilidad de incumplimiento, la tasa de recuperación (posible parte de la deuda que puede ser recuperada una vez que exista incumplimiento) y la calidad del crédito.

El análisis a nivel portafolio considera la composición de la cartera, las posibles correlaciones y como objeto principal la concentración del riesgo.

El riesgo de mercado ha tenido mayor relevancia en comparación con el riesgo de crédito, debido a las dificultades de la estimación e identificación de los elementos que intervienen. Sin embargo, tras enfrentar las tendencias de cambio en el mercado financiero, de desarrollo, en el sector demográfico, social, político, financiero entre otras cuestiones causando un entorno más competitivo que impulsa a buscar tácticas para medir el riesgo, haciendo que el marco de administración de riesgos sea de suma importancia y gran ayuda; midiendo los riesgos significativos del medio financiero, el impacto de circunstancias futuras, apoyando la toma de decisiones y creando estrategias según el análisis arrojado, sin interesarse en la dimensión de la empresa.

Samaniengo (2008) menciona que se está ampliando una búsqueda de herramientas adecuadas para desarrollar modelos para gestionar el riesgo de crédito, incluso las entidades financieras con independencia de la regulación.

El riesgo de crédito es el que más impacto e importancia tiene en la SOFOM E.N.R. pues es el principal riesgo que presenta pues es su giro de negocio, por lo que el conocimiento y análisis de modelos de riesgo ayudan a tener información continua que ayuda a proteger el capital y prevenir pérdidas, tomando decisiones más convenientes.

Para Altman et al. (2003), la estimación de la distribución de pérdidas es el objetivo principal de la medición del riesgo de crédito, como consecuencia del incumplimiento de sus acreditados.

En el entorno financiero se encontraron una gran cantidad de modelos que ayudan a cuantificar el riesgo, se cuentan con modelos tradicionales como los sistemas de calificación basados en los Acuerdos del Comité para Supervisión de Basilea, como el modelo Z-Score<sup>14</sup> y los modelos modernos como el modelo de Creditmetrics<sup>15</sup>, CreditRisk+<sup>16</sup>, Modelo CYRCE<sup>17</sup> y el de Pérdida Esperada por mencionar algunos. Esta investigación se limitará a mencionar los más conocidos y aplicados en el entorno financiero para la medición del riesgo crediticio.

#### **2.2.6.1 MODELO Z-SCORE**

El modelo Z-Score es un modelo de calificación por ponderación de factores que fue desarrollado por Edward I. Altman<sup>18</sup> quien discute por vez primera en 1968 el análisis discriminante dentro del sector financiero.

El análisis discriminante lineal como técnica multivariada determina un resultado discriminante entre los grupos a través de una combinación lineal de las características principales de los grupos, minimizando la varianza dentro de cada grupo y maximizando la varianza entre grupos, es decir, como precisa Altman et al. (2003) “identificar variables que permitan homogeneidad de varianzas dentro de cada grupo y heterogeneidad de varianzas entre grupos distintos”.

---

14 Modelo econométrico desarrollado por Edward Altman en 1968.

15 Desarrollado por J.P. Morgan (1997).

16 Desarrollado por Credit Suisse Financial Products en 1997.

17 Desarrollado por el Banco de México.

18 Profesor de Finanzas de la Universidad de New York, Director de Investigación de Mercados de Deuda y Crédito. (New York University Leonard N. Stern School of Business, s.f.)

Las principales ventajas de ésta técnica es el uso completo de la información disponible, la interdependencia que puede concurrir entre variables se tiene presente, transforma el problema multivariado a una sola función; por lo que reduce la dimensionalidad del espacio.

En el análisis en este modelo es importante tomar en cuenta la selección de la muestra, de las variables, los resultados de las pruebas de significancia, la validación de los resultados, el poder predictivo de la función discriminante, así como los supuestos del modelo.

El objetivo del modelo de Altman es clasificar a las empresas en el grupo de Quiebra y No Quiebra a través del análisis discriminante, dando como resultado una calificación (*Z-score*), vista como la variable dependiente  $Z$ , desarrollada a partir de las principales razones financieras, obteniendo la siguiente función:

$$Z = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \dots + \gamma_k X_k$$

donde:

$Z$  es el valor de la función o Z-Score.

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_k$  son los coeficientes de la función.

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$  son las variables independientes, las razones financieras.

Al terminar el proceso secuencial, en el modelo permanecen las variables estadísticamente significativas y se obtienen el valor de los coeficientes. Altman et al. (2003), menciona que en el modelo original de Altman las cinco variables que permanecieron de 22 utilizadas primeramente fueron:

$X_1 =$  capital de trabajo / activos totales

$X_2 =$  utilidades retenidas / activos totales



$X_3$  = utilidades antes de impuestos e intereses / activos totales

$X_4$  = capital a valor de mercado / pasivos totales

$X_5$  = ventas / activos totales

Siendo el modelo siguiente:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.99X_5$$

donde el valor  $Z$  asigna la situación financiera de las empresas:

Si  $Z > 2.99$  la empresa es considerada saludable.

Si  $Z < 1.81$  la empresa es considerada en bancarrota.

Si  $1.81 < Z < 2.99$  no se puede determinar la condición financiera de la empresa (zona gris).

Se le atribuye un gran poder de predicción de ruina por la observación del deterioro de la calificación, razón por la cual los coeficientes del modelo no han cambiado. Sin embargo, el modelo tiene fuertes críticas dirigidas al tomar razones financieras que subestiman la información relevante para el otorgamiento de crédito, así como la nula predicción en pequeñas entidades, pues se utilizó solamente información de compañías grandes con dificultades de solvencia.

Otra limitación que se encuentra en el modelo de Altman es que, al usar información del estado de resultados y balance general de las empresas, no es posible saber si realmente se está reflejando la situación financiera de la compañía pues existe la posible manipulación de los datos.

En 1977, Altman diseña un modelo perfeccionado con Robert Haldeman y Paul Narayaman considerando los cambios en las finanzas, la tecnología, la nueva

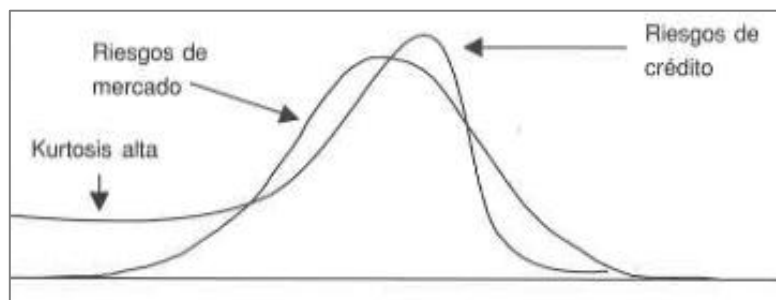
normativa contable, el tamaño de la empresa, el sector no manufacturero incluso técnicas más recientes del análisis estadístico. El resultado fue superior al modelo Z-Score, la predicción de ruina en cinco años se podía anticipar con confiabilidad del 70% y en un año con confiabilidad del 96%.

### 2.2.6.2 CREDITMETRICS

Creditmetrics es una herramienta desarrollada por J.P. Morgan en 1997 basada en los cambios probables de las calificaciones crediticias de la contraparte, para estimar el riesgo de la cartera como valor en riesgo, es decir, además de considerar el incumplimiento también toma en cuenta el aumento o disminución de la calidad crediticia, por eso se dice que es un modelo de valuación de mercado (*market to market*).

Con respecto a la medición del riesgo de crédito, según la literatura, uno de los problemas que surgen para su cálculo es la estimación de la curva de distribución de probabilidad de los rendimientos de crédito. De Lara (2008a) lo menciona como un problema complejo, pues a diferencia del riesgo de mercado del que su distribución tiende a semejarse a una normal y al obtener la media y desviación estándar basta para cuantificar el riesgo, los rendimientos del riesgo de crédito tienden a presentar alto sesgo y en la cola izquierda presenta alta kurtosis en consecuencia a los posibles incumplimientos, en la Figura 3 se muestra la diferencia.

Figura 3. Kurtosis por Riesgo de Mercado y Riesgo de Crédito



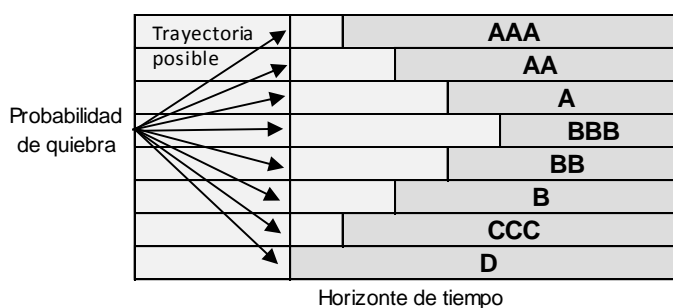
Fuente: De Lara, 2008a

Acerca del segundo problema, alude a la estimación de las correlaciones entre los rendimientos de los activos de la cartera, que puede ser compleja por la falta de los datos históricos de la calidad crediticia del emisor. Sin embargo, Creditmetrics propone su metodología discreta para determinar el riesgo de crédito. Primeramente, definiendo un horizonte de tiempo, después establece un sistema de calificación del crédito, el cual puede ser estimado por la entidad o bien utilizar los ya elaborados por agencias calificadoras, por ejemplo Standard & Poor's, Fitch y Moody's. Posteriormente, utiliza la matriz de transición e identifica la curva correspondiente a cada calificación para obtener el precio del vencimiento del bono en distintos escenarios.

De Lara (2008) menciona que “la idea central de las calificadoras es tener un juicio objetivo y libre de conflicto de intereses sobre la situación financiera de una empresa” por lo que es bueno utilizar esa información.

La matriz de transición muestra la probabilidad de que un deudor migre a otra calificación, póngase el caso de la figura 4; donde se toman las calificaciones de Standard & Poor's, un crédito con calificación inicial BBB y las posibles trayectorias que podría tomar, siendo D la probabilidad de *default*<sup>19</sup>.

Figura 4. Calificaciones de Standard & Poor's.



Fuente: Altman et al., 2003

19 En el argot del medio financiero, *default* es la manera de referirse al incumplimiento de las obligaciones contraídas.

Después, para evaluar el bono se utiliza la curva de tasas por cada nivel de calificación, si tomamos las calificaciones del ejemplo anterior, se requieren siete curvas de rendimientos que incorporen el *spread* que muestre el riesgo de crédito.

En ese sentido el precio del bono es el valor presente del bono considerando las tasas de descuento de la curva según su calificación, un año adelante y los flujos de efectivo del bono desde un año hacia adelante hasta el vencimiento.

De acuerdo con De Lara (2008) al deducir el “diferencial” o “*spread*” de los flujos de crédito dado esta migración, se obtienen las probables pérdidas o ganancias. El *spread* depende de cada uno de los probables estados de calidad del bono que están relacionados con las calificaciones. En caso de obtener el quebranto, la metodología propone calcular las pérdidas resultantes empleando las estadísticas de tasa de recuperación.

En los cambios en la distribución de pérdidas y/o ganancias se asume normalidad y la media y desviación estándar de acuerdo con De Lara (2008) se estima como sigue:

$$\mu_{TOTAL} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \Delta V_i \qquad \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_i (\Delta V_i - \mu)^2}$$

donde:

$P_i$  = probabilidad de tener calificación  $i$ .

$\mu_{TOTAL}$  = valor del portafolio en el estado  $i$ .

$\Delta V_i$  = cambio de valor en el estado  $i$ .

Esta metodología logra capturar el riesgo de manera completa de la cartera, incluyendo la granularidad; que se enfoca al grado de homogeneidad en el tamaño de las posiciones (si una posición es mayor en relación al promedio, mayor riesgo aportará a

la cartera) y la concentración de la cartera que se refiere a la fracción de posiciones en un sector o zona geográfica.

Cualquier modelo de cartera debe tener en cuenta ciertos factores intuitivos, afirman Altman et al. (2003):

- *Caeteris paribus*<sup>20</sup>, un obligado con calificación mayor es mejor que uno con calificación menor (calidad crediticia individual).
- Una posición menor contribuye menos riesgo que una mayor, aún en proporción a su tamaño (granularidad).
- Una nueva posición en una industria menos concentrada es preferible a una en una industria más concentrada (concentración).

Creditmetrics logra medir la perspectiva de riesgo completa, como el beneficio de diversificación o la concentración de riesgo potencial, así como la desagregación del riesgo a nivel individual.

### **2.2.6.3 CREDITRISK+**

Se desarrolla en 1997 por *Credit Suisse Financial Products*, estableciendo la pérdida esperada y no esperada en lugar de determinar un Valor en Riesgo específico, considerando el incumplimiento y cumplimiento de las obligaciones del acreditado. Altman et al. (2003) mencionan que la probabilidad de incumplimiento en el modelo CreditRisk+ es una variable continua, que se distribuye Poisson; la probabilidad de que incumplan “*d*” deudores, dada una tasa promedio de incumplimiento “*λ*” viene dada por:

---

20 Término latín introducido por Alfred Marshall en Economía para referirse a que “todo permanece constante”, es decir, aísla el comportamiento de una variable, suponiendo que los demás factores son constantes.

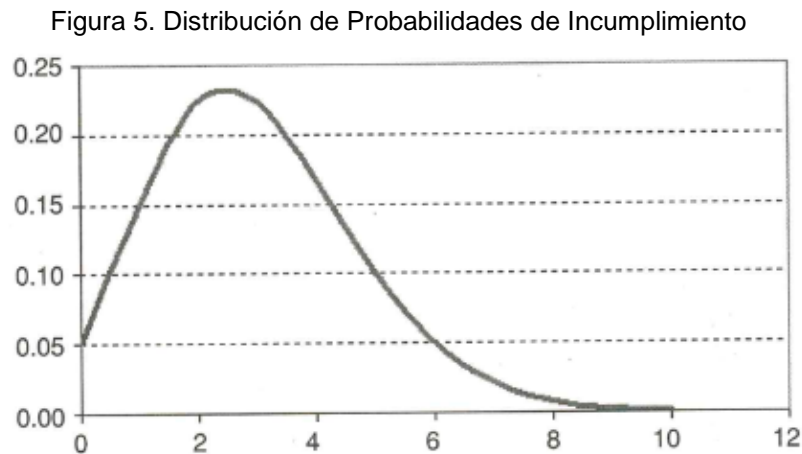
$$D(d, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^d}{d!} \quad d = 0, 1, 2, \dots$$

Donde  $d$  se refiere al número de incumplimientos. El valor de  $\lambda$  es la tasa de créditos incumplidos que en promedio se registran en un periodo determinado (regularmente un año). La letra  $e$  simboliza la base de los logaritmos naturales.

En la distribución Poisson la media y la varianza son iguales:

$$\sigma^2 = \text{media} = \lambda \qquad \sigma = \sqrt{\text{media}} = \sqrt{\lambda}$$

Al graficar las probabilidades de  $\mathcal{N}$  incumplimientos se obtiene la distribución de probabilidades, obteniendo una curva como la figura 5.



Fuente: De Lara, 2008

El modelo CreditRisk+ parte de esta distribución, considera un proceso Poisson mixto, según Altman et al. (2003) en el que se involucran efectos particulares de segmentos de la cartera y el efecto de no independencia entre los créditos, formándose de la idea de la teoría del riesgo y el enfoque actuarial.

Hay factores exclusivos que pueden afectar a cada crédito por lo que CreditRisk+ clasifica los factores de riesgo en sistémicos, aquellos que afectan a un grupo de la cartera y los específicos o idiosincráticos, factores que sólo afectan a un crédito en la cartera.

La cartera cuenta con alta concentración de riesgo si un factor sistémico afecta a muchos créditos, de tal manera que se puede provocar la quiebra de varios créditos si se da un cambio desfavorable en el factor, conllevando a grandes pérdidas.

Altman et al. (2003), expone que el modelo Poisson no considera cambios en la calidad de los créditos pues supone que las probabilidades de incumplimiento son constantes y que el modelo Pólya supone que las probabilidades de incumplimiento están sujetas a un sólo factor, por lo que todos los créditos cambian conjuntamente, teniendo una exclusión de los beneficios que se pudieran tener en la cartera de la diversificación, si los créditos están sujetos a factores mutuamente excluyentes.

Una solución que se menciona a esta dificultad es “asignar una proporción de cada crédito (según la influencia de cada factor sobre el crédito) a segmentos mutuamente independientes, cada uno sujeto a un factor.” (Altman et al., 2003)

Por lo que se debe analizar los factores de riesgo que se incorporan al modelo, tendiendo la siguiente notación (Tabla 1) al suponer segmentos mutuamente independientes.

Tabla 1. Notación por sector

Segmento o sector	$S_k: 1 \leq k \leq K$
Tasa de quiebra sectorial V.A del número esperado de incumplimientos	$\lambda_k$
Promedio del número esperado de incumplimientos. Media de $\lambda_k$	$\mu_k$
Desviación estándar de la tasa de quiebra sectorial	$\sigma_k$

Fuente: Altman et al., 2003

También se define el ponderador  $W_{A,k}$  que se refiere al grado de influencia del factor  $k$  sobre el crédito  $A$  de tal manera que

$$\sum_{k=1}^K W_{A,k} = 1 \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 1}$$

Se supone que las probabilidades de incumplimiento  $\lambda_A$  y tasa de quiebra dependen de los factores de la siguiente manera:

$$\lambda_A = P_A \left( \sum_{k=1}^K W_{A,k} \frac{\lambda_k}{\mu_k} \right) \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 2}$$

Ahora bien, en el modelo CreditRisk+, las tasas de quiebra sectorial  $\lambda_k$  se distribuyen de forma Gamma:

$$\mu_k = \sum_A W_{A,k} P_A \quad \sigma_k = \sum_A W_{A,k} \sigma_A$$

Siendo la tasa de quiebra la suma de las probabilidades de incumplimiento, verificándose que es igual a la suma de las tasas de quiebras sectoriales.

$$\lambda \equiv \sum_A \lambda_A = \sum_{k=1}^K \lambda_k \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 3}$$

Se recurre a la función generadora de probabilidad para determinar las funciones de probabilidad del número de incumplimientos y de pérdidas como explica Altman et al. (2003)

Se demuestra a través de una aproximación Poisson que el número de incumplimientos de cada sector sigue un proceso Pólya con su pertinente tasa de quiebra sectorial. Como los segmentos presentan independencia, la función generadora de probabilidades del número de incumplimientos de la cartera es la siguiente, donde Altman et al. (2003) hacen referencia a *Credit Suisse* (1997):



$$F(z) = \prod_{k=1}^K F_k(z) = \prod_{k=1}^K \left( \frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k z} \right)^{\frac{1}{h_k}} \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 4}$$

donde  $\theta_k = \frac{\mu_k}{\mu_k + h_k^{-1}} = \frac{\sigma_k^2}{\mu_k + \sigma_k^2}$

Se demuestra que la distribución del número de incumplimientos de la cartera es equivalente a la suma de procesos Pólya independientes, porque corresponde al producto de las funciones generadoras de probabilidad de  $K$  binomiales negativas.

En la tabla 2 se muestra que el número esperado de incumplimientos es el mismo para el proceso Poisson y Pólya, sin embargo la desviación estándar es diferente.

Tabla 2. Comparativo de Modelos

Concepto	Poisson	Pólya	CreditRisk+
Número esperado de incumplimientos	$\mu$	$\mu$	$\mu$
Varianza de las tasas de quiebra	0	$\sigma^2$	$\sum_{k=1}^K \sigma_k^2$
Varianza de la distribución del número de incumplimientos	$\mu$	$\mu + \sigma^2$	$\mu + \sum_{k=1}^K \sigma_k^2$

Fuente: Altman et al., 2003

Altman et al. (2003), explican que la varianza del modelo CreditRisk+ está acotada por la varianza de los modelos Pólya y Poisson. Evidentemente, el modelo Poisson considera una tasa de quiebra fija y el modelo Pólya supone que todos los créditos están sujetos a un solo factor, así el modelo CreditRisk+ al agregar diversos factores toma en cuenta la diversificación de la cartera y por ello la desviación estándar del número de incumplimientos es menor que la de Pólya.

Es decir, se puede tener mayor diversificación mientras mayor sea el número de factores entre los que se puede descomponer la variabilidad de las probabilidades de incumplimiento.

Inclusive, el modelo CreditRisk+ tiende al modelo Poisson compuesto (diversificación) si el número de factores tiende a infinito y, por otro lado, tiende al modelo Pólya Compuesto (concentración) si sólo se considera un factor.

Se incluye un factor extra para considerar la existencia de factores específicos propios de cada crédito que no dependen de factores sistémicos, que al no depender de un factor en particular se modela con un Proceso Poisson Compuesto o, equivalentemente, un Pólya con tasa de quiebra sectorial constante. (Altman et al., 2003)

Para obtener la función generadora de probabilidad de las pérdidas de la cartera  $G$ , a partir de la del número de incumplimientos, utilizando la discretización de la distribución de montos, de modo que un crédito  $A$  puede perder  $v_A$  unidades, por lo que la probabilidad de que el crédito quebrante es igual a que un solo crédito  $A$  sufra una pérdida  $v_A$  de unidades si la cartera estuviera formada sólo por ese crédito  $A$ , se verifica la siguiente relación (Aproximación de Poisson) entre la función generadora de probabilidad de pérdida y la de incumplimiento:

$$G_A(z|\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k) = F_A(z^{v_A}|\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k) \cong \exp(\lambda_A(z^{v_A} - 1)) \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 5}$$

Ahora bien, Altman et al. (2003) mencionan que dadas las tasas de quiebra sectoriales, los créditos son independientes teniendo:

$$G(z|\lambda_1, \dots, \lambda_k) = \prod_A G_A(z^{v_A}|\lambda_1, \dots, \lambda_k) \cong \exp\left(\sum_A (\lambda_A(z^{v_A} - 1))\right) \quad \text{Ec. 2.2.6.3 - 6}$$

Al integrarse sobre todos los posibles valores de las tasas de quiebra sectoriales el término anterior, se obtiene la función generadora de probabilidad de las pérdidas de la cartera, donde Altman et al. (2003) hacen referencia a *Credit Suisse* (1997):

$$G(z) = \prod_{k=1}^K F_k(P_k(z)) = \prod_{k=1}^K \left( \frac{1 - \theta_k}{1 - \theta_k P_k(z)} \right)^{\frac{1}{h_k}} \quad \text{Ec. 2.2.63 - 7}$$

donde  $P_k(z) \equiv \frac{1}{\mu_k} \sum_A w_{A,k} P_A z^{v_A}$

El modelo CreditRisk+ consiste en segmentar los créditos de la cartera en proporciones y asignar a cada uno segmentos independientes influenciados por un factor de riesgo, modelando cada segmento con un proceso Pólya compuesto. Con esto se tiene la media y varianza de la distribución de pérdida del modelo CreditRisk+ siguiente tabla:

Tabla 3. Comparativo de los tres modelos

	Poisson	Pólya	CreditRisk+
Pérdida Esperada	$\varepsilon$	$\varepsilon$	$\varepsilon$
Varianza de la distribución de pérdidas	$\sum_A \varepsilon_A \cdot V_A$	$\varepsilon \cdot h + \sum_A \varepsilon_A \cdot V_A$	$\sum_{k=1}^K \varepsilon_k \cdot h_k + \sum_A \varepsilon_A \cdot V_A$

Fuente: (Altman et al., 2003)

donde:

$\varepsilon_A$  es la pérdida esperada del monto  $A$

$\varepsilon = \sum_A \varepsilon_A$  y  $\varepsilon_k = \sum_A w_{A,k} \cdot \varepsilon_A$  son las pérdidas esperadas de la cartera y de los segmentos, respectivamente.

Se logra deducir que la diversificación depende de la uniformidad de la distribución de los montos (granularidad) y también de la cantidad de factores mutuamente

independientes entre los que se puede distribuir los créditos, siendo así menos riesgoso un conjunto de créditos de grandes montos con bajas correlaciones que un conjunto de pequeños montos altamente correlacionados.

Así, una medida conveniente para evaluar el beneficio de la diversificación es el cociente  $\frac{\sum_{k=1}^K \sigma_k^2}{\sigma^2}$ , también la media  $\frac{\sum_{k=1}^K \varepsilon_k^2 h_k}{\varepsilon^2 h}$  que incorpora la distribución de los montos.

En resumen, el modelo consiste de segmentos agrupados, cada uno sujeto a un factor de riesgo distinto e independiente. Los créditos están expuestos a un factor sistémico y un factor específico, por lo que el modelo se compone de estos dos segmentos; un segmento sistémico (Pólya Compuesto) y uno específico (Poisson compuesto).

Se supone que todos los créditos están expuestos de igual forma al factor sistémico y mediante la ecuación (2.2.6.3-2) y la definición (2.2.6.3-3) se estiman los parámetros de éste modelo:

$$\lambda = \mu((1 - w) + wQ)$$

donde:

$Q$  = variable mixta correspondiente al factor sistémico.

$w$  = grado de influencia de ésta sobre las probabilidades de incumplimiento.

Se obtiene la varianza de la tasa de quiebra:

$$V(\lambda) = V(N) - \mu = \mu^2 w^2 h$$

donde:

$h$ <sup>21</sup> = la varianza de la variable mixta del factor sistémico.

---

21 En el manual técnico de CreditRisk+ se sugiere que  $h$  es aproximadamente uno. (Altman et al., 2003)

Para un valor de  $h$  dado, se puede determinar el valor de  $w$  mediante la fórmula:

$$w = \sqrt{\frac{V(N) - \mu}{\mu^2 \cdot h}}$$

#### **2.2.6.4 PÉRDIDA ESPERADA**

La calidad de los activos de la cartera está asociada al deterioro progresivo que ésta presenta, un factor importante es el incumplimiento de los acreditados lo que resulta como la pérdida esperada de la institución.

El incumplimiento se considera en los modelos de riesgo cuando presentan un “estado crítico” el cual se predefine por cada institución, por lo que el “estado crítico” varía y no tiene definición precisa, “afectando así las medidas relativas de incumplimiento y estimación de las pérdidas y de su distribución de probabilidad.” (Altman et al.,2003)

Las principales métricas del riesgo de crédito miden la distribución de la pérdida, a través de la pérdida no esperada y la pérdida esperada, desarrollando más esta última ya que es el tema de interés de esta tesis.

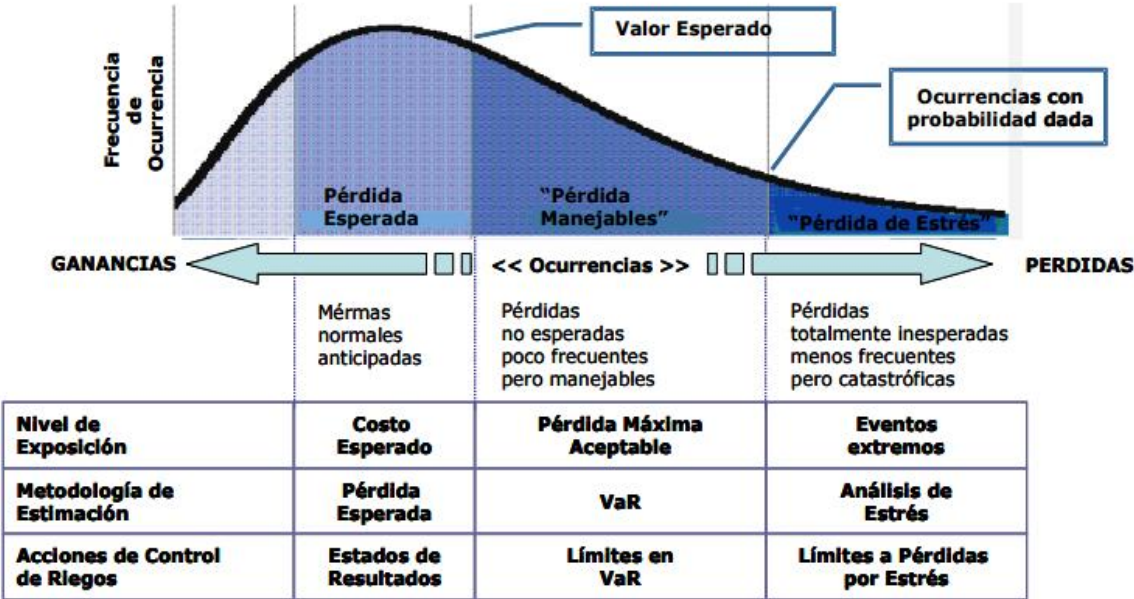
La pérdida no esperada se constituye de las pérdidas que tuvieron origen por eventos no previstos e influyeron de manera negativa, cayendo en *default*. Es la pérdida por encima de la pérdida esperada, se mide como la diferencia del Valor en Riesgo (VaR) y la pérdida esperada. Determina el capital requerido para afrontar pérdidas no anticipadas y se puede formular como múltiplo de la desviación estándar de la distribución de pérdidas y ganancias. También hace referencia al nivel de capital mínimo que se debe tener para mantener la cartera.

La pérdida esperada se puede definir como la composición de la suma de los posibles quebrantos que sufra la compañía. El Banco de México (2005) expresa que la medida de riesgo de un crédito individual es su probabilidad de incumplimiento, con respecto a

una cartera de créditos se requiere encontrar una distribución de las probabilidades de las pérdidas y ganancias, regularmente asociada a evaluación de reservas preventivas con las que la entidad debe contar. Se estima como el producto de tres variables importantes en el crédito; la probabilidad de incumplimiento, el monto expuesto y la severidad de la pérdida.

En la figura 6, el Banco de México expone la distribución de pérdidas y ganancias, así como la composición de la pérdida esperada y la no esperada. También propone una metodología de estimación y acciones de control de riesgos.

Figura 6. Distribución de Pérdidas y Ganancias



Fuente: Banco de México, 2005

Por su parte, Altman et al. (2003) puntualizan a la pérdida esperada como la suma de capital que la entidad podría perder en consecuencia de la exposición al riesgo en un horizonte de tiempo determinado.

La pérdida esperada representa el coste de participación en el negocio de crédito. Asimismo, se relaciona con las reservas que la entidad debería de retener de sus utilidades para enfrentar el incumplimiento de manera prudencial, siendo un sano ejercicio de administración de la cartera crediticia se debería realizar esta operación de

manera habitual, por lo que las variables asociadas a la pérdida esperada cambian a través del tiempo como explica De Lara (2008a).

Por disposiciones legales, sólo algunas instituciones financieras en México hacen estimación de esta significativa medida, especialmente las bancarias. Sin embargo, el uso no es exclusivo pues la exposición al riesgo es global y se habla de una práctica sana de la administración del riesgo.

Se establece la variable aleatoria  $x$  como la pérdida potencial del crédito en cuestión, donde toma el valor de la pérdida en caso de incumplimiento o de cero si ésta no incumple. Por lo que la pérdida esperada es igual al valor esperado de la variable  $x$ , es decir,  $PE = E(x)$ .

Para la estimación de la  $PE$  se encontró que está en función de tres elementos indispensables; la probabilidad de incumplimiento (PD), la severidad de la pérdida (LGD) y el monto de exposición en el momento del incumplimiento (EAD). Matemáticamente se tiene:

$$PE_{Individual} = PD \cdot LGD \cdot EAD$$

Como mencionan Navarro y Gutiérrez (2014), para una cartera con créditos independientes la pérdida de la cartera total se puede estimar a través del cálculo de la pérdida individual, pues la variable aleatoria de pérdida de un crédito tiene la propiedad de ser lineal, la pérdida esperada total de la cartera es igual a la suma de las pérdidas esperadas de cada acreditado.

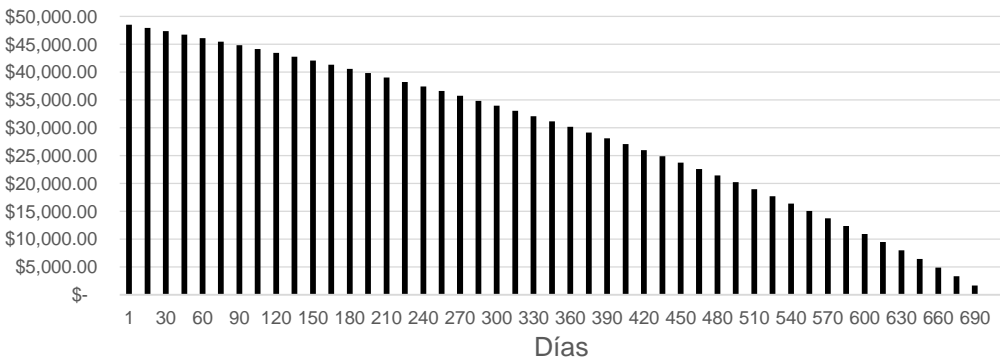
Matemáticamente, si se tienen  $n$  créditos entonces la pérdida potencial de la cartera es la suma de la pérdida potencial de cada crédito.

$$PE_{cartera} = \sum_{i=1}^n PE_i$$

El monto de exposición en el momento de incumplimiento (EAD) representa el saldo vigente del crédito, es decir, el monto comprometido o línea de crédito autorizada que presenta el acreditado en una fecha de corte específica, por lo que es una variable que depende de la amortización programada según la periodicidad del crédito, semanal, quincenal o mensual, es el saldo según los pagos anticipados, prepagos, disposiciones e incumplimientos que pudiera presentar el acreditado siendo el monto que la entidad perdería.

El pago del crédito de manera general se amortiza por pagos fijos según la periodicidad dada, por lo que al ir transcurriendo el tiempo el crédito madura y esta exposición disminuye como se muestra un ejemplo en la figura 7.

Figura 7. Saldo Insoluto



Fuente: Elaboración propia.

La severidad de la pérdida (LGD) puede calcularse mediante la diferencia uno menos la tasa de recuperación, que considera el posible monto de recuperación en proporción al monto expuesto, de manera que la severidad cuantifica la pérdida real de la entidad, lo que ya no se recuperará en un futuro.

Por su parte, De Lara (2008b) define a la severidad de la pérdida como “un factor porcentual de la exposición al riesgo que esté relacionado con el nivel de la recuperación de las garantías o colaterales asociados al préstamo”.



La creación de una estadística confiable de tasas de recuperación debe ser en base a los datos históricos de la entidad, siendo la principal fuente de información.

La probabilidad de incumplimiento (PD) es definida por Altman et al. (2003) como “la frecuencia relativa con la que ocurre el evento de que, al término del periodo establecido para el crédito, el acreditado o contraparte haya incumplido con sus obligaciones de pago, o bien, como la probabilidad de que la contraparte caiga en estado crítico predefinido como incumplimiento durante o al final del periodo de análisis”, la cual puede provocar pérdidas significativas en el ingreso que espera la compañía. Esta variable es la más importante dentro del cálculo de la pérdida esperada.

Existen diferentes metodologías para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento (PD) debido a que depende de muchos factores, como la metodología, la calidad de la información que se dispone, como los datos del crédito (monto, plazo, tasa de interés, periodicidad de pago, etc.) y del acreditado (edad, tipo de empleo, ingreso, dependientes económicos, sueldo, etc.), así como los del comportamiento del crédito hasta la fecha de corte (saldo actual, número de pagos vencidos, prepagos, etc.).

Altman et al. (2003), menciona distintas metodologías para la estimación de la probabilidad de incumplimiento que incluyen técnicas univariadas, multivariadas, modelos de elección cualitativa, modelos de clasificación, matrices de transición, entre otros. Los cuales se deben conocer para que se elija la que mejor se apegue a la información de la entidad, para contar con un cálculo confiable se debe hacer un análisis de las características específicas al tipo de cartera.

Según De Lara (2008b) la estimación de la probabilidad de incumplimiento puede realizarse de dos formas: tomando como cimiento la frecuencia relativa en un plazo determinado de los incumplimientos (enfocado más a créditos de empresas), como por ejemplo la metodología de las matrices de transición, o bien, a través de modelos econométricos del tipo Probit o Logit (enfocados a créditos de consumo).

A continuación se describen algunos modelos para su estimación.

## 2.3 METODOLOGÍAS PARA EL CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO

### 2.3.1 MODELOS DE ELECCIÓN CUALITATIVA

Los modelos de elección explican la relación de una variable dicotómica (llámese éxito y fracaso) o en ocasiones la variable respuesta presenta más categorías de elección, que representa la elección cualitativa y un conjunto de variables o atributos, cuyo principio según Altman et al. (2003) es la probabilidad de que un evento ocurra depende de ciertos atributos que caracterizan al individuo que realiza la elección.

Explica López (2013) que estos modelos son bastante útiles cuando la probabilidad de ocurrencia del evento de interés de manera natural o experimental sigue una forma  $S$  o sigmoideal, por ejemplo, el riesgo  $p$  de incumplir en el pago del crédito se comporta así. A medida que aumenta la deuda del acreditado el riesgo crece gradualmente de que no pague (forma  $S$  creciente).

Por su parte De Lara (2008) menciona que se obtiene la probabilidad de que los acreditados que están en cartera vigente, con el tiempo cambien a cartera vencida a través de estos modelos, de manera general tratan de determinar los atributos que explican el incumplimiento del acreditado asumiendo que la probabilidad de incumplimiento es una función lineal de múltiples variables independientes.

El modelo representa la variable  $Y_i$  como función lineal de los atributos  $X_i$  de la manera siguiente:

$$Y_i = a + \beta \cdot X_i + \varepsilon_i \quad Y_i = 0, 1$$

Donde  $Y_i$  define una variable dicotómica que representa la elección incumplimiento (1) y cumplimiento (0), sean  $X_i$  los atributos que caracterizan al crédito relacionados a la

elección tomada, sea  $\beta$  el vector de parámetros que mide la relación de dichas variables sobre la probabilidad de tomar  $Y = 1$ .

El valor esperado condicional  $E[Y_i | X_i]$  en este tipo de modelos se interpreta como la probabilidad condicional de que el crédito despeñe incumplimiento ( $Y = 1$ ), dado un conjunto de atributos  $X_i$  que lo caracterizan, es decir:

$$Pr[Y_i = 1 | X_i] = P_i = E[Y_i | X_i]$$

Por la naturaleza de la variable dicotómica:

Tabla 4. Variable Dicotómica

$Y_i$	Probabilidad
1	$P_i$
0	$1 - P_i$

$$E[Y_i | X_i] = \beta X$$

Siendo  $X$  el vector de variables explicativas y  $\beta$  el impacto de dichas variables sobre la probabilidad, entonces la probabilidad se puede expresar en función de  $X$  como:

$$Pr[Y = 1] = h(\beta X)$$

$$Pr[Y = 0] = 1 - h(\beta X)$$

$$h(X, \beta) = \beta X$$

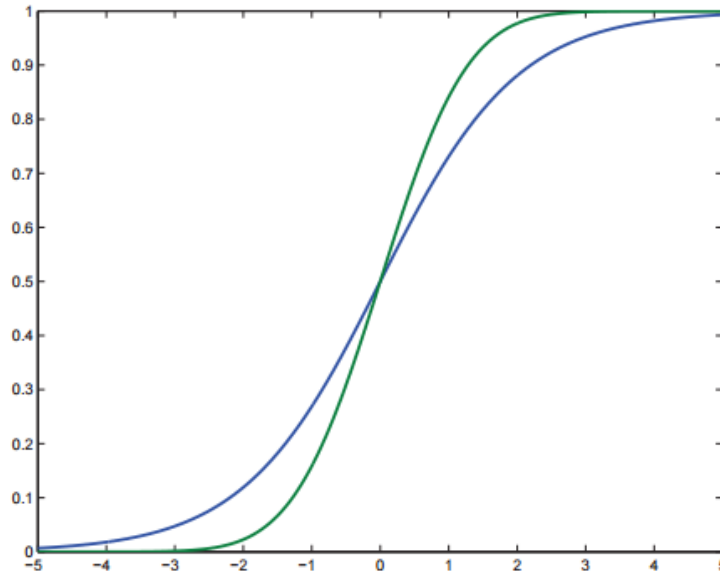
Dado que  $E[Y | X] = h(X, \beta)$ , el modelo de regresión es:

$$Y_i = \beta X_i + \varepsilon_i$$

Dentro de los modelos de elección cualitativa se tiene el modelo Probit y Logit, dentro de los más utilizados, la diferencia está en los supuestos que se realicen acerca de la distribución del error dentro del modelo.

Menciona Salmerón (s.f.) que la diferencia entre estos modelos radica en que la función logística (curva azul) tiene colas más anchas, lo que da una mayor oportunidad de éxito en los extremos como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Distribución Logit y Probit



Fuente: Salmerón, s.f.

### 2.3.1.1 MODELO PROBIT

El modelo Probit se basa en la función de distribución acumulada normal, según Altman et al. (2003) este modelo garantiza que las probabilidades estimadas estén en el intervalo (0,1) y la relación que guardan éstas con el vector de atributos es no lineal con el siguiente planteamiento.

La decisión de elegir la opción A, supóngase que depende de un índice no observable  $I_i$  que a partir del vector de atributos  $X_i$  se determina, así que cuando el valor de  $I_i$  crece, mayor será la probabilidad asociada a la elección, siendo el índice:

$$I_i = \beta X_i + \varepsilon_i$$

Adicionalmente se supone la existencia de un valor umbral del índice  $I_i$  que se le denominará  $I_i^*$ , de tal manera que si  $I_i$  excede el valor  $I_i^*$  se escoge la opción A. El valor

del umbral  $I_i$  como el valor del índice  $I_i^*$  no es observable. No obstante, en este modelo se supone que  $I_i$  se distribuye normal por lo que se pueden estimar los parámetros de la función, por lo que la probabilidad de que  $I_i^*$  sea menor o igual a  $I_i$  se puede calcular a través de la función de distribución normal acumulada como sigue:

$$P_i = Pr[Y_i = 1 | X_i] = Pr(I_i^* < I_i) = F(I_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{I_i} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$Pr[Y = 1 | X_i] = \int_{-\infty}^{\beta x} \phi(t) dt \quad (Ec. 2.2.3.1 - 1)$$

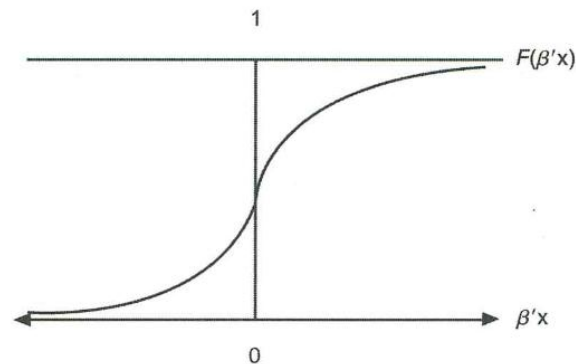
$$Pr[Y = 1 | X_i] = \Phi(\beta X)$$

donde:

$\Phi$  es la distribución normal estándar con media cero y varianza uno.

$P_i$  representa la probabilidad de que el evento ocurra,  $P_i$  se mide como el área bajo la curva normal estándar desde  $-\infty$  hasta  $I_i$ , se muestra la forma sigmoïdal en la siguiente figura 9.

Figura 9. Modelo Probit



Fuente: Altman et al., 2003

De esta forma mencionan Altman et al. (2003) si la relación entre el vector de atributos  $X$  y el índice es positiva ( $\beta > 0$ ), entonces el valor del índice será mayor aumentando la

probabilidad de observar la ocurrencia del evento  $Y = 1$ , ya que la probabilidad acumulada asociada a un valor mayor del índice será más grande.

Entonces, para conseguir información sobre  $I_i^*$  así como de los parámetros del modelo, se calcula el inverso de la función acumulada para obtener:

$$I_i = F^{-1}(P_i) = \beta X \quad (\text{Ec. 2.2.3.1} - 2)$$

donde:

$F^{-1}$  es el inverso de la función de distribución normal acumulada.

Dada la naturaleza dicotómica de la variable dependiente se tiene que:

$$E[Y_i = 1 \mid X_i] = P_i$$

$$P_i = Pr[Y_i = 1 \mid X_i] = Pr(I_i^* < I_i) = F(I_i)$$

Por lo que el modelo Probit se puede expresar como:

$$I_i = F^{-1}(P_i) = \beta X$$

Donde se debe estimar el valor del vector de parámetros  $\beta$  y a partir de éste obtener las estimaciones para el índice  $I_i$  y para las probabilidades  $P_i$ , las cuales indicarán que para un individuo con cierto conjunto de atributos la probabilidad de que éste elija la opción A ésta medida por el valor de esta probabilidad.

El procedimiento de estimación que se utiliza es el de máxima verosimilitud debido a la no-linealidad del modelo, por lo que se garantiza las propiedades de eficiencia y consistencia de los estimadores.

A diferencia de la regresión lineal, los parámetros de estos modelos no miden necesariamente los efectos marginales que cada una de las variables independientes tiene sobre la variable dependiente. Es necesario una transformación para calcular las estimaciones del vector de parámetros  $\beta$  que indica Altman et al. (2003) en la siguiente ecuación:

$$\frac{\delta E[Y / X]}{\delta x} = \left\{ \frac{dF(\beta X)}{(\beta X)} \right\} \beta$$

$$\frac{\delta E[Y/X]}{\delta x} = f(\beta X)\beta$$

donde:

$F(\cdot)$  = función de distribución acumulada

Por lo que los estimadores de los parámetros tomarán valores que variarán de acuerdo a los valores tomados por  $X$ .

Para este tipo de modelos, aluden Altman et al. (2003) que se toma el cociente de verosimilitudes como una medida alternativa a la prueba de bondad de ajuste del modelo de regresión lineal clásico, el cual se puede estimar comparando el logaritmo de la verosimilitud del modelo que incluye todas las variables explicativas, contra el logaritmo de la verosimilitud del modelo evaluado exclusivamente con la constante, es decir, bajo la hipótesis nula  $H_0: \beta = 0$ . El cociente de verosimilitud puede expresarse como sigue:

$$\rho = 1 - \frac{\log(NR)}{\log(R)}$$

donde:

$\log(NR)$  = logaritmo de la verosimilitud de la regresión original (no restringida)

$\log(R)$  = logaritmo de la verosimilitud de la regresión bajo la hipótesis nula (restringida)<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Evaluada únicamente con la constante.

### 2.3.1.2 MODELO LOGIT

El modelo Logit utiliza una regresión logística que es muy similar a la regresión lineal, siendo una alternativa para la estimación de modelos de elección binaria, el cual supone que la función de distribución acumulada en la que se basa el modelo es la función Logística.

$$P_1 = E[Y_i = 1|X_i] = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}} = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad \text{Ec. 2.2.3.1 - 3}$$

De donde se obtiene:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad \text{Ec. 2.2.3.1 - 4}$$

$$Z_i = \beta X_i$$

La función de distribución logística es representada por la ecuación 2.2.3.1-3, donde es fácil comprobar que dado que  $Z_i$  está comprendida entre  $(-\infty, \infty)$ ,  $P_i$  está en el intervalo (0,1) además de que  $P_i$  está relacionada en forma no-lineal con  $Z_i$  (es decir con  $X_i$ ).

Debido a la no linealidad del modelo, no es posible estimar este modelo con el método tradicional de mínimos cuadrados, algunos problemas que presenta según Enchautegui (s.f.) son los siguientes:

No normalidad del término de error: Quebrantando el supuesto clásico de regresión, presentando no normalidad del término de error.

Heterocedasticidad; Infringe otro supuesto, el término de error no tiene varianza constante.

Predicciones fuera de rango: La estimación de mínimos cuadrados no garantiza que el valor predicho de la variable dependiente estará entre 0 y 1, siendo la mayor desventaja.



Para obtener un modelo lineal se realiza una sencilla transformación en términos de lo que se conoce como razón de ventajas, expresadas como el cociente de la probabilidad  $P_i$  de manifestar morosidad contra la probabilidad  $1 - P_i$  de mostrar cumplimiento según López (2013), dando como resultado el modelo de regresión en unidad logarítmica o función *logit*<sup>23</sup> siguiente.

Primero se plantea lo siguiente:

$$P_i = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} \Rightarrow 1 - P_i = \frac{1}{1+e^{Z_i}} \text{ y por lo tanto se puede expresar:}$$

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{e^{Z_i}}{1}$$

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{(1 + e^{Z_i})e^{Z_i}}{1 + e^{Z_i}} = e^{Z_i} \quad \text{Ec. 2.2.3.1 - 5}$$

donde:

$\frac{P_i}{1-P_i}$  = la razón de probabilidades entre la opción  $Y = 1$  y no elegirla.

Tomando el logaritmo natural de la ecuación 2.2.3.1-5 se tiene la relación lineal tanto en  $X$  como en los parámetros.  $L_i$  se denomina como el Logit de donde toma su nombre el modelo, explica Altman et al. (2003):

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = Z_i = \beta \cdot X_i \quad \text{Ec. 2.2.3.1 - 6}$$

Siendo un modelo lineal, la estimación de los parámetros  $\beta$  se realiza mediante la técnica de máxima verosimilitud.

---

23 Del inglés log-unit.

La razón de verosimilitud u *odds-ratio* nos ayuda a entender la relación en ambas probabilidades, es decir, la razón de verosimilitud es “el número de veces que es más probable que ocurra el fenómeno o suceso frente a que no ocurra” (Salmerón, s.f.)

El método Logit, menciona Velandia (2013) permite la evaluación de riesgo en el sentido de la probabilidad de incumplimiento en el debido pago por la contraparte; dando la toma de decisiones oportunas debido al análisis y organización de la información.

Así el modelo más comúnmente utilizado para estimar los parámetros es el método de máxima verosimilitud que, explica Enchautegui (s.f.) busca los valores de los estimadores de manera que se maximice la probabilidad de que el valor observado de la variable dependiente sea predicha a base de los valores de la variable independiente.

#### 2.3.1.2.1 MÁXIMA VEROSIMILITUD

Se hace uso de este método pues el valor esperado condicional no es lineal en los parámetros debido a la naturaleza dicotómica de la variable dependiente, por lo que el método de máxima verosimilitud puede ser definido de la manera siguiente:

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

donde:

$\theta$  = Parámetro o vector de parámetros desconocidos que deseamos estimar.

Para realizar la función de máxima verosimilitud primero se le aplica logaritmo:

$$l(\theta) = \ln L(\theta) = \ln \left[ \prod_{i=1}^n f(x_i, \theta) \right]$$

Después, se procede a derivar  $l(\theta)$ , con respecto a  $\theta$  y se iguala a cero, con el fin de obtener el parámetro:

$$\frac{\partial l}{\partial \theta} = \frac{\partial \ln L(\theta)}{\partial \theta} = 0$$

Algunas de las propiedades que presentan los estimadores de máxima verosimilitud son las siguientes:

A medida que el tamaño de la muestra se incrementa, el estimador se aproxima a una distribución normal, por lo que los estimadores de máxima verosimilitud son asintóticamente normales.

A medida que  $n \rightarrow \infty$ , el valor esperado del estimador se aproxima al verdadero valor del parámetro, esto es, los estimadores de máxima verosimilitud son asintóticamente insesgados.

Los estimadores de máxima verosimilitud tienen la varianza asintótica más pequeña de todos los estimadores de  $\theta$  que son asintóticamente normales.

La estimación de la probabilidad de incumplimiento de las carteras de crédito de las entidades financieras mediante modelos de elección cualitativa presenta varias ventajas, en relación a las otras metodologías.

Con este tipo de modelos se consiguen estimaciones consistentes de la probabilidad de incumplimiento a partir de la identificación de los factores de riesgo, además de la influencia o peso relativo de éstos sobre las mismas.

También se pueden obtener estas estimaciones a diferentes niveles de desagregación, así como el cálculo de la probabilidad de incumplimiento individual y poder estimar el nivel de provisiones por sector o total. (Altman et al., 2003)

Otra ventaja que explica Velandia (2013) es la suavidad de la hipótesis de partida del método, que es fácil de comprobar en cualquier problema empírico.

Los factores de riesgo de la cartera están asociados a las características del acreditado y del crédito principalmente, los cuales son de suma importancia pues con la

información obtenida guían las decisiones en cuanto a políticas que permitan minimizar riesgos y maximizar rentabilidad.

Otra ventaja que presentan estos modelos es que pueden añadir información de otras variables que pudieran tener un peso significativo al determinar la pérdida esperada.

Al estimar los parámetros mediante la función de máxima verosimilitud hace que no exista una interpretación tan intuitiva de la bondad del ajuste en el modelo, como el modelo de regresión clásico, menciona Medina (2003).

A continuación, se indican algunos métodos utilizados para medir la bondad de ajuste del modelo Logit, mismo que se utiliza en esta investigación.

#### 2.3.1.2.2 VALIDACIÓN DEL MODELO

Para validar el modelo se utilizan las pruebas de bondad de ajuste, para saber si el modelo estimado explica el comportamiento de los datos de forma apropiada.

##### 2.3.1.2.2.1 ÍNDICE DE COCIENTE DE VEROSIMILITUDES

Se puede obtener un estadístico que es similar al coeficiente de determinación calculado en la estimación lineal a través de la comparación del valor de la función de verosimilitud de dos modelos, llamado índice de cociente de verosimilitudes o  $R^2$  de McFadden, que lo propuso en 1974.

Se utiliza un modelo restringido; cuya única variable explicativa es la constante y el modelo completo que incluye todas las variables explicativas que se define como sigue:

$$R_{McF}^2 = 1 - \frac{\ln L}{\ln L_r}$$

donde:

$L$  es la función de verosimilitud del modelo completo.

$L_r$  es la función de verosimilitud del modelo restringido.

Esta razón tendrá valores entre cero y uno de tal manera que:

Cuando  $L_r$  sea muy similar a  $L$ , se obtendrán valores cercanos a uno, cuando la estimación de los parámetros  $\beta$  no mejora el error que se comete si dichos parámetros se igualaran a cero, es decir, las variables incluidas en el modelo son poco significativas. Por lo que en este caso la capacidad explicativa del modelo será muy reducida.

Cuanto mayor sea la capacidad explicativa del modelo, mayor será el valor de  $L$  sobre el valor de  $L_r$  y más se aproximará el ratio de verosimilitud calculado al valor uno.

#### 2.3.1.2.2.2 PROPORCIÓN DE ACIERTOS

Una alternativa para analizar la bondad de ajuste del modelo es contabilizar el porcentaje de aciertos que se han tenido con el modelo, considerando el valor de  $Y_i = 1$ , si la probabilidad sobrepasa el 0.5 y  $Y_i = 0$  probabilidades menores a 0.5.

Tabla 5. Registro

	$\hat{Y}_i = 1$	$\hat{Y}_i = 0$
$Y_i = 1$	$a$	$b$
$Y_i = 0$	$c$	$d$

Observando en la tabla anterior, los valores predichos correctamente serán los valores de  $a$  y  $d$ , por lo tanto, la proporción de certeza del modelo se expresa como el siguiente cociente con respecto al total de casos ( $n$ ):

$$\% \text{ de aciertos} = \frac{a+d}{n}$$

### 2.3.1.2.2.3 SIGNIFICANCIA INDIVIDUAL DE LOS COEFICIENTES

En esta prueba se contrasta la significación individual sobre los coeficientes del modelo:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Considerando que los estimadores se distribuyen de manera normal:

$$\hat{\beta}_j \sim N(\beta_j, \text{Var}(\beta_j))$$

Por lo que se sigue la siguiente regla para tomar una decisión:

$$\text{Se rechaza } H_0 \text{ si } \left| \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{\text{var}(\beta_j)}} \right| \geq Z_{1-\alpha/2}$$

$$\text{donde } P[Z < Z_{1-\alpha/2}] = 1 - \frac{\alpha}{2} \quad \text{con } Z \sim N(0,1)$$

### 2.3.1.2.2.4 $R^2$ DE COX Y SNELL

Es un coeficiente de determinación generalizado que estima la proporción de varianza de la variable dependiente explicada por las variables independientes, se fundamenta en la comparación del logaritmo de la verosimilitud. Se llama pseudos  $R^2$  pues no tienen el significado geométrico que se tiene en la regresión lineal, más bien analiza el incremento de verosimilitud y se definen de la siguiente manera:

$$R^2 = 1 - \frac{L(b_0)}{L(b_0, b_1, \dots, b_k)}$$
$$R^2 = 1 - \left( \frac{L(b_0)}{L(b_0, b_1, \dots, b_k)} \right)^{\frac{2}{N}}$$

### 2.3.1.2.2.5 $R^2$ DE NAGELKERKE

El pseudo  $R^2$  de Nagelkerke también mide la variabilidad, es una versión que corrige la escala del estadístico de Cox y Snell que tiene un valor máximo inferior a 1, el estadístico de Nagelkerke cubre un rango completo de 0 a 1, definiéndose como sigue:

$$R^2 = \frac{R^2}{R_{Max}^2}$$

$$\text{donde } R_{Max}^2 = 1 - (L(b_0))^{\frac{2}{N}}$$

#### 2.3.1.2.2.6 -2 LOG LIKEHOOD

El estadístico -2 Log Likelihood mide la verosimilitud ( $L$ ) del modelo, puesto que la verosimilitud es un número muy pequeño comprendido en el rango de 0 a 1, se suele proporcionar menos dos veces el logaritmo neperiano de la verosimilitud ( $-2LL$ ) derivado del logaritmo neperiano de la verosimilitud ( $LL$ ) que es un número negativo y se requiere uno positivo, como menciona (De la Fuente, 2011).

El estadístico ( $-2LL$ ) mide el nivel de ajuste del modelo a los datos, cuanto más pequeño sea el valor, se reflejará un mejor ajuste.

#### 2.3.1.2.2.7 ESTADÍSTICO DE WALD

Se aplica el estadístico de Wald para determinar si una variable debe ser incluida en el modelo porque tiene un peso significativo con las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_i \neq 0$$

Con un estadístico definido como:

$$W(b_j) = \left( \frac{\hat{b}_i}{\sigma(b_i)} \right)^2$$

Este estadístico se distribuye según una  $\chi^2$  con un grado de libertad. Si la variable independiente es numérica, en caso de que la variable dependiente sea cualitativa, los grados de libertad son iguales al número de categorías menos uno.

### 2.3.1.2.2.8 PRUEBA DE HOSMER – LEMESHOW

En el año de 1989, David W. Jr. Hosmer y Stanley Lemeshow diseñaron una medida de la exactitud predictiva que no se basa en la predicción real de la variable dependiente ni en el valor de la función de verosimilitud, es el contraste de clasificación que compara el valor estimado y el observado por grupos.

Las observaciones se fraccionan en  $J$  grupos aproximadamente iguales<sup>24</sup>, dividiendo el recorrido de la probabilidad en deciles de riesgo<sup>25</sup>. Cada uno de los grupos contiene  $n_j$  observaciones, y en cada uno de los  $J$  grupos se define:

$Y_j$  como la suma de los valores 1 en cada uno de los grupos ( $Y_j = \sum Y_j$ )

$\bar{P}_j$  como la medida de los valores predichos en cada grupo ( $\bar{P}_j = \sum \frac{\hat{P}_i}{n_j}$ )

En una tabla de contingencia que se puede obtener a partir de esta información en la cual se compara la distribución de ocurrencia como la de no ocurrencia prevista por la ecuación y los valores realmente observados.

Comparando las frecuencias observadas y las esperadas se realiza el contraste a través del cálculo del estadístico:

$$HL = \sum_{j=1}^J \frac{(Y_j - n_j \bar{P}_j)^2}{n_j \bar{P}_j (1 - \bar{P}_j)}$$

Se demostró que cuando el modelo es correcto el estadístico  $HL$  se distribuye Chi-cuadrado con  $J - 2$  grados de libertad, por tanto, valores inferiores del estadístico estimado respecto al teórico indicarán un buen ajuste del modelo.

---

24 Medina (2003) menciona que generalmente son 10.

25 Con probabilidad de ocurrencia del fenómeno  $< 0.1$ ,  $< 0.2$ , y así hasta  $< 1$ .



El tamaño de muestra adecuado es importante en este contraste para asegurar que cada grupo cuenta al menos con cinco observaciones, pues el estadístico chi-cuadrado es sensible al tamaño muestral, por lo que esta medida permite encontrar diferencias estadísticamente muy pequeñas cuando el tamaño muestral crece.

En resumen, se verifica si el modelo ajusta bien o no a los datos teniendo las siguientes hipótesis:

$H_0$ : El modelo ajusta bien.

$H_1$ : El modelo no ajusta bien.

### 2.3.1.2.2.9 ANDERSON – DARLING

Se recurre al estadístico de Anderson – Darling para probar si una serie de datos provienen de una distribución específica, por lo general la distribución normal.

La prueba es no paramétrica y mide qué tan bien una serie de datos siguen la distribución, basándose en la comparación de la distribución de probabilidades acumulada empírica con la distribución de probabilidades acumulada teórica, definida como la hipótesis nula.

El estadístico de Anderson – Darling se expresa:

$$A^2 = n \left[ \sum_{j=0}^{k-1} \left( (1 - F_n(y_j))^2 \ln \left( \frac{1 - \widehat{F}_n(y_j)}{1 - \widehat{F}_n(y_{j+1})} \right) \right) + \sum_{j=0}^{k-1} \left( (F_n(y_j))^2 \ln \left( \frac{\widehat{F}_n(y_{j+1})}{\widehat{F}_n(y_j)} \right) \right) \right] - n$$

Donde  $F_n(y_j)$  es la distribución empírica,  $\widehat{F}_n(y_j)$  se refiere a la distribución estimada y  $n$  representa el número de observaciones.

Tabla 6. Valores Críticos

NIVEL DE SIGNIFICANCIA	VALOR CRÍTICO
0.10	1.933
0.05	2.492
0.01	3.857

Mientras mejor se ajuste un conjunto de datos a una distribución particular, el estadístico será menor. Por ejemplo, para determinar si se ajustan los datos a una distribución normal, las hipótesis serían las siguientes:

$H_0$ : Los datos siguen una distribución normal.

$H_1$ : Los datos no siguen una distribución normal.

Si el valor estadístico es menor al valor crítico, no se rechaza la hipótesis nula.

Si el valor  $p$  correspondiente es menor a un nivel de significancia establecido (generalmente 0.05 o 0.10) se rechaza la hipótesis nula.

#### 2.3.1.2.2.10 KOLMOGOROV – SMIRNOV

La prueba de Kolmogorov – Smirnov es una prueba no paramétrica utilizada para probar que un conjunto de datos “provienen” de una distribución normal, basándose en la comparación de la función distribución acumulada teórica  $F_t(X)$  y la función distribución acumulada de la muestra  $F_m(X)$ .

Se dice que la muestra proviene de la distribución cuya función acumulada es  $F_t(X)$  si las funciones acumuladas; teórica y muestral, no son significativamente distintas.

El estadístico  $K - S$  se construye como sigue:

$$dn = \text{Max}_{\forall x_j} |F_n(x_j) - \hat{F}_n(x_j)| \quad j = 1, 2, 3 \dots, n$$

Donde  $F_n(x_j)$  es la distribución empírica y  $\hat{F}_n(x_j)$  es la distribución estimada.

El estadístico se evalúa de acuerdo a los valores críticos siguientes:

Tabla 7. Valores Críticos

Nivel de significancia	Valor Crítico
0.10	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$
0.05	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$
0.01	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$

Si el valor de  $dn$  es menor a los valores críticos o el valor  $p$  es mayor al nivel de significancia determinado se dice que no se rechaza la hipótesis nula, por lo que los datos estudiados siguen una distribución normal.

### 2.3.2 MATRIZ DE TRANSICIÓN

La matriz de transición representa la probabilidad de que conserve su actual estado o migre a otro en cierto periodo de tiempo. En el caso de la probabilidad de incumplimiento del crédito se puede definir  $P_{ij}$  como la probabilidad de que un deudor con calificación crediticia  $i$  pueda moverse a otra calificación crediticia  $j$  en un determinado tiempo, es decir, la migración en su calidad de crédito.

Por su parte, Altman et al. (2003) señalan a la matriz de transición como una herramienta que permite conocer la experiencia de pago por acreditado a través de un indicador que sirve en los modelos de elección cualitativa como variable explicativa.

Se define como  $X_t$  al estado en que se encuentra el acreditado en el tiempo  $t$  en el proceso del crédito, por lo que la probabilidad de transición del estado  $i$  al estado  $j$ , es decir, pasar del estado  $i$  en el periodo  $t$  al estado  $j$  en el periodo  $t + 1$  se define como:

$$P_{ij}^{(t,t+1)} = Pr[X_{t+1} = j | X_t = i] \quad i, j = 0, 1$$

Las probabilidades  $P_{ij}$  se pueden representar en un matriz debido al supuesto de homogeneidad en el tiempo, es decir,  $P_{ij}^{(t,t+1)}$  es independiente de  $t$ , por lo que se definen el número de transiciones por los posibles estados presentes. Por ejemplo, si se tienen dos estados, se definen cuatro posibles transiciones.

Se emplea el método de máxima verosimilitud para calcular las probabilidades de la siguiente manera:

$$P_{ij} = \frac{\sum_{n+1=2}^N (A_{ij}^{n+1})}{\sum_{n=1}^N (A_{ij}^n)}$$

Donde:

$A_{ij}^{n+1}$  = Es el número de acreditados que pasó del estado  $i$  al estado  $j$  en el periodo  $n + 1$ .

$A_{ij}^n$  = Es el número de acreditados que presentaron el estado  $i$  en el periodo  $n$ .

Para la construcción de una matriz de probabilidades de transición  $P$  para  $n$  periodos se obtiene elevando la matriz  $P$  a la potencia  $n$ , cumpliendo con lo siguiente:

1. Todos los elementos de la matriz son no negativos, por lo tanto  $p_{ij} > 0$ .
2. La suma de los elementos de cada fila es igual a uno, por lo tanto  $\sum p_{ij} = 1$  para todo  $i$ .

Se puede representar de manera general como en la tabla 8.

Tabla 8. Matriz de Transición

Categoría inicial	Categoría después de transición				
	1	2	3	...	$j(\text{default})$
1	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$	...	$P_{1j}$
2	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	...	$P_{2j}$
3	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	...	$P_{3j}$
...	...	...	...	...	$\vdots$
$i - 1$	$P_{(i-1)1}$	$P_{(i-2)2}$	$P_{(i-3)3}$	...	$P_{i-1 j}$
$i(\text{default})$	0	0	0	...	1

Fuente: Támara-Ayús, Aristizábal & Velásquez, 2012

Donde  $p_{ij}$  representa la porción de créditos con calificación con  $i$  que tienen un mes después calificación  $j$ .

Según Altman et al. (2003) las matrices de transición presentan las siguientes características:

Los elementos de la diagonal que se refieren a mantener la calidad crediticia, que indican la probabilidad de que un crédito permanezca en la misma calificación siendo su probabilidad mayor a los demás valores de la fila correspondiente.

Un crédito tiene mayor probabilidad de migrar a un estado inmediato inferior que migrar a un estado superior.

Se supone que los créditos calificados conciernen ciertamente al nivel que fueron determinados, pues se supone que las instituciones se apegan a una metodología de calificación que produce una calificación sólida a través del tiempo, esto para efectos de la estimación insesgada de la matriz de transición.

A lo largo de este capítulo se revisó la clasificación del riesgo y sus conceptos básicos, dando un contexto de la exposición del riesgo que presenta la entidad.

Se puntualizó el riesgo de crédito y los principales modelos usados en el entorno financiero para poder cuantificarlo y así poder mitigarlo. También se dio a conocer algunas metodologías para estimar la probabilidad de incumplimiento, teniendo como objetivo determinar el modelo a elegir para estimar la pérdida esperada y así mismo la probabilidad de incumplimiento.

## **CAPÍTULO 3. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ESPERADA A LA SOFOM E.N.R.**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Después del panorama que se ha proporcionado acerca de la presencia de la SOFOM y de las metodologías existentes para la medición del riesgo al que está expuesta la entidad, en este capítulo se describirá de manera general la cartera estudiada y la forma en que se calculó la pérdida esperada y sus tres componentes principales. El primero y de mayor importancia, la probabilidad de incumplimiento que se estimó a través de un modelo Logit, el segundo, el monto expuesto que depende del saldo insoluto que presenta el acreditado al momento de corte y la severidad de la pérdida al incumplimiento que se basa en la experiencia histórica de la SOFOM en cuestión.

También se proporcionará una descripción estadística de las variables que se tomaron en cuenta para la estimación de la probabilidad de incumplimiento en el modelo Logit mencionado, así como los resultados obtenidos con el software estadístico SPSS al construir el modelo Logit.

Por último, se dan a conocer los principales resultados de modelo estimado Logit, así como la estimación de la pérdida esperada.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LA CARTERA**

La cartera de la entidad analizada se enfoca al otorgamiento de créditos al consumo, que se conforma por créditos de nómina, personales y automotrices.

El crédito al consumo es concedido a personas físicas con el fin de que adquieran bienes de consumo (electrodomésticos, autos, mobiliario, alimentos, ropa, etc.) o pago de servicios (servicios básicos, salud, educación, etc.).

### **3.2.1 CRÉDITO PERSONAL**

El crédito personal es abierto sin ningún fin específico, puede ser destinado a diferentes cosas, según las necesidades del acreditado.

### **3.2.2 CRÉDITO DE NÓMINA**

El crédito de nómina es una modalidad del crédito personal, sólo que es indispensable recibir el pago del salario a través de una cuenta de nómina en un banco por el cual el pago del crédito se descuenta directamente de la cuenta.

### **3.2.3 CRÉDITO AUTOMOTRIZ**

Este crédito es destinado específicamente para la compra de un automóvil que cubra las necesidades personales del acreditado. En este tipo de crédito se debe dejar el auto como garantía del crédito.

En general, los pagos de los créditos antes mencionados se hacen en función de una amortización de pagos periódicos de forma semanal, quincenal o mensual, en un plazo que puede ir desde los seis meses hasta los dos años para crédito de nómina y tres años para créditos personales y automotrices.

La cuota periódica no suele sobrepasar la capacidad de pago del acreditado la cual se toma como el 30% del ingreso mensual, aunque hay casos en donde se sabe por información del cliente de otros ingresos a menudo no comprobables que tiene el acreditado, por lo que un análisis correcto al otorgar el crédito es fundamental.

## **3.3 DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA**

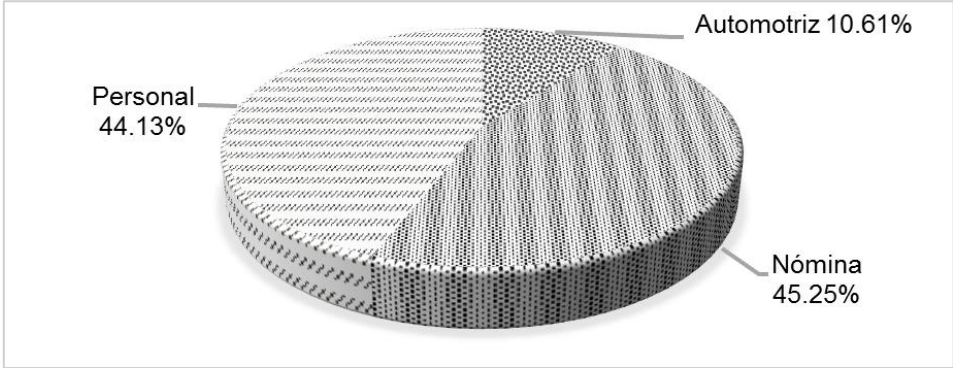
La base de datos de la cartera de consumo de la Sofom E.N.R. estudiada en la ciudad de Toluca cuenta con 179 créditos en total concedidos entre enero de 2014 y 15 de julio 2016 (fecha de cierre/ corte), siendo una cartera madura, pues “el periodo de



desempeño asociado es suficiente para garantizar un comportamiento de pago definido” (Sotomayor, 2012)

Se tiene información completa de todos los créditos, distribuidos en 19 créditos de auto, 81 de nómina y 79 personales como se muestra en la siguiente figura 10.

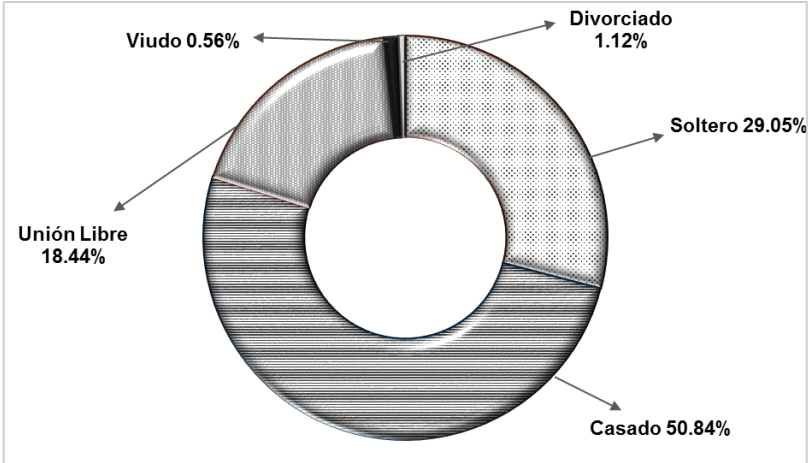
Figura 10. Distribución de cartera por Tipo de Crédito



Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

La cartera tiene mayor participación del género masculino con un 69.83% ante un 30.17% que tiene el género femenino. Con respecto al estado civil que predomina entre los acreditados sobresalen las personas casadas como se refleja en la figura 11.

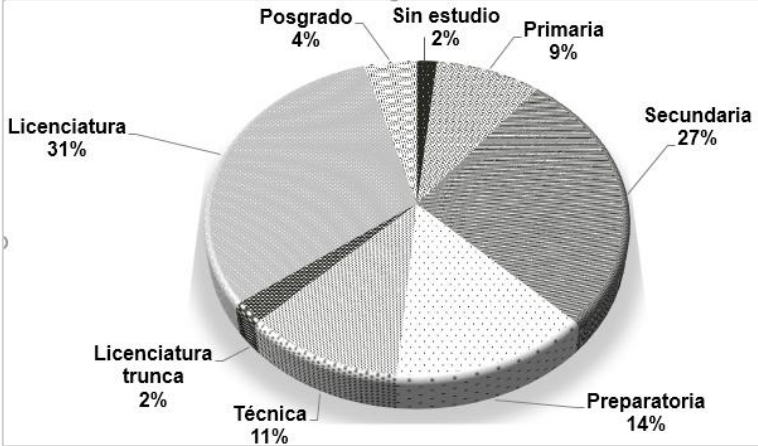
Figura 11. Distribución de cartera por Estado Civil



Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

Con respecto a la escolaridad de los acreditados la mayoría tiene el nivel de estudios de secundaria y licenciatura como se observa en la figura 12:

Figura 12. Distribución de cartera por escolaridad

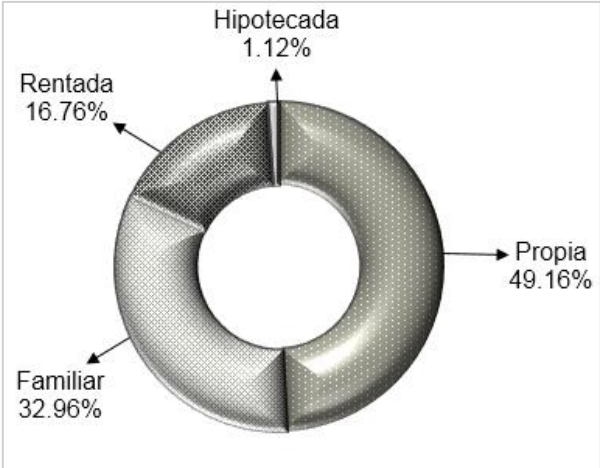


Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

También, el 76.54% de los créditos se otorgaron con el tipo de responsabilidad individual y el 23.46% tienen la responsabilidad compartida.

Con respecto al tipo de vivienda de los acreditados se tiene que el 49.16% tiene vivienda propia, el otro 50.84% se distribuye como muestra la figura 13:

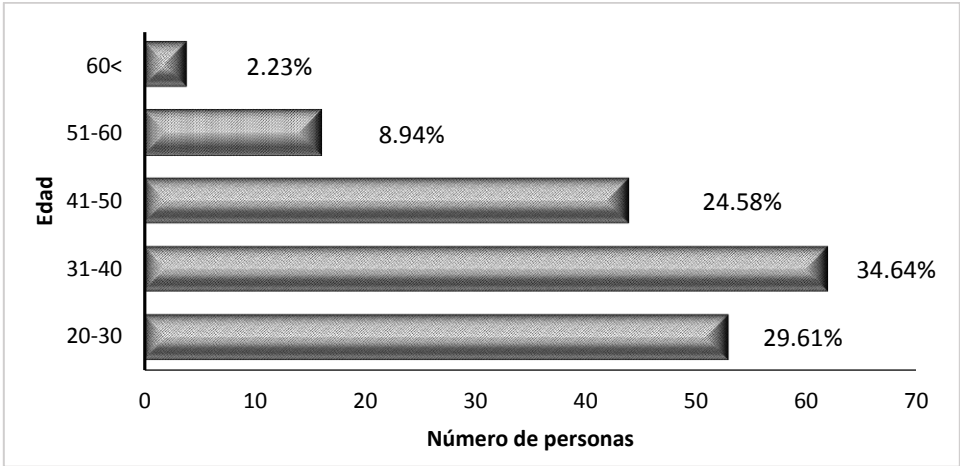
Figura 13. Distribución de cartera por tipo de vivienda



Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

El 34.64% de la cartera lo conforman personas de entre 31 y 40 años de edad, seguido de las personas de entre 20 y 30 años con el 29.61%, como se observa en la figura 14. Reflejando que los créditos se otorgan a personas económicamente estables, por así decirlo.

Figura 14. Distribución de cartera por edad



Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

Los resultados de la estimación de la probabilidad de incumplimiento se explican en términos de llegar al estado de incumplimiento una vez otorgado el crédito, pues por razones de disponibilidad de información la muestra sólo cuenta con datos de los créditos concedidos.

En esta sección se describió a la cartera de crédito de la SOFOM E.N.R. que se está estudiando, reflejando un panorama de las características que predominan en los acreditados.

### **3.4 EXPOSICIÓN AL RIESGO (EAD)**

Para la estimación de la exposición en riesgo dado el incumplimiento se tomó el valor del saldo insoluto de la operación vigente a la fecha de cierre de la base de datos de la entidad financiera, posteriormente se evaluó y analizó los montos seleccionados.

La validación de la EAD se da a través de la información actualizada que tiene la SOFOM E.N.R. y considera pagos en deuda y al corriente a la fecha de cierre, así se refleja puntualmente el panorama que tiene la entidad ante el riesgo que tiene en sus acreditados.

### **3.5 SEVERIDAD DE LA PÉRDIDA (LGD)**

La severidad de la pérdida hace referencia a la pérdida en términos porcentuales que se tendría si el acreditado incumple a sus obligaciones al momento de la fecha de cierre, incluyendo todos los gastos que se pudiesen generar para la recuperación del monto adeudado (costos de cobranza, judiciales, etc.).

Como menciona Sotomayor (2012), “la severidad representa el costo neto del incumplimiento de un deudor; es decir, la parte no recuperada al incumplir un acreditado”, por lo que se representa como la resta de uno menos la tasa de recuperación. El valor de la tasa de recuperación se ha considerado por la SOFOM E.N.R. en cuanto a su experiencia histórica, no en base a una definición contable, tomando igualmente en consideración si se presenta alguna garantía en el crédito o se compartió la responsabilidad del mismo.

### **3.6 ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO (PI)**

Se eligió un modelo Logit Binario para la estimación de la probabilidad de incumplimiento pues los resultados se apegan a la información de la entidad financiera, reflejando de esta manera el estado de la cartera de manera puntual.

### **3.6.1 ESTIMACIÓN DEL MODELO LOGIT**

Para la elaboración del modelo que permitirá conocer la probabilidad de incumplimiento, se tomó en cuenta la información de 15 variables de la base de datos proporcionada por la SOFOM garantizando la fiabilidad y calidad de los datos.

Las variables describen distintas características socio-demográficas y económicas del acreditado, así como las variables referentes al préstamo solicitado.

Las variables seleccionadas sobre la información socio-demográfica, son datos esenciales que se pidieron al cliente a través de la solicitud del crédito al iniciar el trámite. Se determinó su capacidad de pago, situación financiera y patrimonial, así como sus ingresos, que llevan a determinar un límite de crédito para el cliente.

Las variables seleccionadas se consideraron por la posible influencia que tienen con el incumplimiento y también por los criterios definidos por políticas internas de la entidad.

En general, se tomaron en cuenta las variables que la entidad examina al momento de otorgar un crédito, los elementos fundamentales que se analizan para medir el riesgo de la operación que se le autorice al cliente.

Las variables se podrían clasificar en diferentes factores: crediticio, financiero, laboral, socio-demográfico, como las fundamentales a analizar. A continuación, en la tabla 9, se describe el factor al que pertenecen las variables estudiadas, así como los valores y nivel de medición de la misma.

Tabla 9. Variables organizadas por factor

Factor	Variable	Nivel de medición
Socio – Demográfico	Edad	Numérica en años
	Estado Civil	Cualitativa nominal
	Dependientes económicos	Cualitativa nominal
Financiero	Ingreso mensual	Numérica en pesos
	Tipo de propiedad	Cualitativa nominal
	Pago promedio	Numérica en pesos
Laboral	Tipo de trabajador	Cualitativa nominal
	Antigüedad	Cualitativa nominal
Creditorio	Tipo de crédito	Cualitativa nominal
	Monto del préstamo	Cualitativa nominal
	Plazo del préstamo	Cualitativa nominal
	Frecuencia de pago	Cualitativa nominal
	CAT	Cualitativa Nominal
	Porcentaje de pago	Numérica porcentual
	Garantía	Cualitativa dicotómica

Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

La información de la variable respuesta indica si el acreditado incumplió con sus obligaciones; el incumplimiento se define en base a la experiencia de la entidad, cuando el cliente alcanza una mora mayor a tres pagos implica que el crédito llega a *default* puesto que no cumplió con los pagos acordados en el periodo dado.

En la tabla 10 se muestra la codificación de la variable dependiente que divide a los acreditados que mantienen sus obligaciones y los que están en estado moroso, respectivamente.

Tabla 10. Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
Cumplimiento	0
Incumplimiento	1

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

En la tabla 11 se muestra que el 18.44% de la cartera está en estado de incumplimiento, el tener una mejor administración del riesgo este porcentaje podría disminuir.

Tabla 11. Clientes que se encuentran en incumplimiento

	No Default	Default	Total
Número de clientes	146	33	179
Porcentaje	81.56%	18.44%	100%

Fuente: Elaboración Propia con base a la información de la SOFOM E.N.R.

Una vez definidas las variables y la metodología para la estimación de la probabilidad de incumplimiento, se analiza el comportamiento de las variables explicativas cuantitativas para observar si tienden a distribuirse de manera normal, considerando como hipótesis nula que los datos siguen una distribución normal.

A partir del análisis del *p value* arrojado en las pruebas de normalidad *Anderson Darling* y *Kolmogorov Smirnov*, así como las medidas de forma (asimetría y curtosis) que exceden el valor requerido, como la curtosis con valor tres para que se considere normal se resumen en la tabla 12.

Además, se rechazó la hipótesis nula en todas las variables tomando significancia del 5%, por lo que se realizó una transformación Box-Cox<sup>26</sup> con el fin de normalizar los datos y obtener el valor de lambda óptimo, en la tabla 12 se observan los valores aproximados de lambda resultantes para la transformación.

---

26 Transformación potencia con el fin de conseguir normalidad, se determina el valor adecuado de lambda que minimiza el error cuadrático.

Tabla 12. Estadísticos de variables cuantitativas

Variable	Anderson-Darling		Kolmogorov - Smirnov		Medidas de forma		Transformación Box Cox
	AD	p value	K-S	p value	Asimetría	Curtosis	Valor de $\lambda$
EDAD	1.257	<.005	0.084	<.01	0.54	-0.22	0.07
PAGO_PROM	33.89	<.005	0.334	<.01	6.58	49.88	-0.255
%PAGO	5.86	<.005	0.148	<.01	0.87	-0.24	0.352
INGRESO_M	11.334	<.005	0.202	<.02	2.31	6.71	-0.50

Fuente: Elaboración Propia con base en resultados obtenidos del programa estadístico Minitab Posteriormente, ya con todos los datos verificados se procedió a la estimación del modelo Logit Binario mediante eliminación hacia atrás (RV), el cual se fundamenta en estimaciones de máxima verosimilitud parcial en el programa estadístico SPSS.

El modelo se estudió con un nivel de significancia del 10%, Paz (s.f.) menciona que un criterio restrictivo, como sería 5%, puede conducir a dejar de incluir en el modelo covariables con una débil asociación con la variable incumplimiento en solitario, pero podrían ser fuertes predictores en conjunto con el resto de las covariables. Se tomó una muestra de 82 casos. Las variables finales que son parte del modelo son: pago promedio, tipo de propiedad y CAT que tuvieron influencia significativa. Las variables cualitativas se codificaron como muestra la tabla 13. El anexo 5.1 muestra la codificación de todas las variables al iniciar el modelo.

Tabla 13. Codificación de variables categóricas en el modelo

Codificaciones de variables categóricas				
		Frecuencia	Codificación de parámetros	
			(1)	(2)
Tipo de propiedad	Propia	43	1.000	.000
	Familiar	22	.000	1.000
	Rentada	17	.000	.000
Costo Anual Total	15% - 30%	17	1.000	.000
	30% - 45%	4	.000	1.000
	45% - 60%	61	.000	.000

Fuente: Elaboración propia



Posteriormente se obtuvieron los valores de la constante y los estimadores  $\beta_i$  del modelo que se muestran en la tabla 14, seguido de los errores estándar asociados a los coeficientes, probando si el parámetro es significativo o no.

En la siguiente columna se encuentra el valor de Wald con los grados de libertad correspondientes y la significancia estadística relacionada ( $\alpha = 0.10$ ) de que todas las variables cumplen, observando la existente asociación entre la variable respuesta y cada una de las covariables cuando el resto de las variables permanece constante y por último las estimaciones de los *odds-ratio* ( $OR = \text{Exp}(\beta_j)$ ); “que cuantifica el riesgo que representa poseer el factor correspondiente o no poseerlo, suponiendo que el resto de variables del modelo permanecen constantes” (De la Fuente, 2011), para cada variable del modelo; la fuerza de asociación de cada una de las variables con el incumplimiento.

Tabla 14. Variables en la ecuación

Variables en la ecuación							
	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	
Paso 13a	Pagoprom_tr	-24.316	7.244	11.268	1	.001	.000
	propiedad			6.895	2	.032	
	propiedad(1)	-1.590	.689	5.334	1	.021	.204
	propiedad(2)	-.262	.717	.134	1	.715	.769
	cat			8.889	2	.012	
	cat(1)	-2.421	.832	8.462	1	.004	.089
	cat(2)	-1.497	1.275	1.379	1	.240	.224
	Constante	5.359	1.602	11.192	1	.001	212.409

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

Interpretando los *odds-ratio* se puede decir lo siguiente:

Existe una asociación negativa con las variables pago promedio, tipo de propiedad y Costo Anual Total; para poder hacer un comparativo con los demás  $\text{Exp}(B)$ , se calculará la inversa, por ejemplo, con la variable propiedad (1):  $\text{Exp}(B) = 1/0.204 = 4.91$  y así con las demás variables.

La variable de pago promedio presenta una asociación negativa, tomando el inverso del  $Exp(B)$  se tiene que si el resto de las variables permaneciera constante, un aumento en la pago promedio que hacen los acreditados tengan menos probabilidad de incumplir en sus pagos, siendo un factor protector.

Existe una asociación negativa con la variable tipo de propiedad, tomando el inverso del  $odd$ , se tiene una relación fuerte ante que los acreditados que no tengan una propiedad propia tienen más  $odds$  de presentar incumplimiento en 4.91 veces más.

Los acreditados que no tienen un CAT (Costo Anual Total) entre 15% y 30% tienen más  $odds$  de presentar incumplimiento en 11.25 veces más que sí tuvieran una tasa diferente.

El modelo final es el siguiente:

$$\text{Probabilidad de Incumplimiento} = \frac{1}{1+e^{-K}}$$

$$K = 5.359 - 24.316 (\text{pago promedio}) - 1.590(\text{tipo de propiedad}_1) \\ - 0.262(\text{tipo de propiedad}_2) - 2.421(\text{cat}_1) - 1.497(\text{cat}_2)$$

Para observar el ajuste del modelo final, se tienen pruebas que a continuación se explican y dan evidencia de que el modelo se ajusta a los datos estudiados.

El modelo globalmente es significativo, se presenta la prueba del logaritmo de cociente de verosimilitudes, que alude independencia global; se muestra en la tabla 15 valores de la prueba Chi-cuadrada que valora la hipótesis nula de que los coeficientes  $\beta_i$  de todas las variables excepto la constante son cero. En el ejercicio, el estadístico  $\chi^2 = 21.35$ , así la probabilidad es  $P = 0.000 \leq 0.05 \Rightarrow$  el modelo es significativo pues se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 15. Prueba Omnibus sobre los coeficientes del modelo.

		Chi cuadrado	gl	Sig.
Paso 13a	Paso	-2.361	1	.124
	Bloque	21.350	5	.001
	Modelo	21.350	4	.000

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

Complementado la validez global del modelo, SPSS proporciona el resumen de los modelos Log likelihood y modelos Pseudo  $R^2$ , se muestra el resultado en la tabla 16, indicando un resultado ajuste propicio pues los datos de la muestra representan bien al modelo logístico presente, el 22.90% y 31.0% de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables incluidas en el modelo, según los valores de la R cuadrado de Cox y Snell y el R cuadrado de Nagelkerke, respectivamente, por lo que es un modelo aceptable.

Tabla 16. Pruebas globales, Resumen del modelo.

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Coxy Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	60.245	.458	.619
2	60.245	.458	.619
3	60.276	.458	.619
4	60.554	.456	.617
5	60.802	.455	.614
6	61.541	.450	.608
7	62.092	.446	.603
8	68.624	.400	.541
9	72.081	.374	.506
10	80.867	.304	.410
11	85.532	.263	.355
12	86.823	.251	.339
13	89.184	.229	.310

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

Con la prueba de Hosmer y Lemeshow que se muestra en la tabla 17 se puede verificar que el modelo ajusta adecuadamente a los datos puesto que el estadístico es  $\chi^2 = 10.062$ , así la probabilidad es  $P = 0.261 > 0.10 \Rightarrow$  el modelo ajusta a los datos.

Así como la bondad de ajuste es buena, basta observar en la tabla 18, Tabla de contingencias para la prueba de Hosmer y Lemeshow la similitud de los valores esperados y observados.

Tabla 17. Prueba Hosmer y Lemeshow

Paso	Chi cuadrado	gl	Sig.
1	9.080	8	.336
2	9.073	8	.336
3	8.849	8	.355
4	5.053	8	.752
5	3.524	8	.897
6	5.657	8	.686
7	9.390	8	.310
8	4.588	8	.801
9	9.567	8	.297
10	3.221	8	.920
11	2.349	8	.968
12	10.048	8	.262
13	10.062	8	.261

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

Tabla 18. Tabla de Contingencias para la prueba de Hosmer y Lemeshow

	Incumplimiento = cumplimiento		Incumplimiento = incumplimiento		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
1	8	7.341	0	.659	8
2	7	7.059	1	.941	8
3	6	6.707	2	1.293	8
4	7	5.942	1	2.058	8
5	7	5.097	1	2.903	8
6	4	4.685	4	3.315	8
7	1	4.074	7	3.926	8
8	3	3.610	5	4.390	8
9	3	2.685	5	5.315	8
10	3	1.800	7	8.200	10

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

El modelo es aceptable, en vista de que clasifica el 81.60% de los casos de cumplimiento de manera correcta, así como el 60.60% de los casos de incumplimiento, clasificando el 73.20% de los casos adecuadamente de manera global, como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Clasificación

Observado		Pronosticado			
		Incumplimiento		Porcentaje correcto	
		cumplimiento	incumplimiento		
Paso 13	Incumplimiento	cumplimiento	40	9	81.6
		incumplimiento	13	20	60.6
	Porcentaje global				73.2

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

Con base en el modelo se clasificaron los 97 casos restantes, se observó que clasificó el 78.40% de los casos correctamente de manera global, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Clasificación

Observado		Pronosticado		
		Incumplimiento		Porcentaje
		cumplimiento	incumplimiento	
Incumplimiento	cumplimiento	76	21	78.351
	incumplimiento	0	0	88.268
Porcentaje global				78.4

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos con el programa estadístico SPSS

### 3.7 ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ESPERADA

Al finalizar la estimación de la probabilidad de incumplimiento y tener la información completa de la severidad de la pérdida por acreditado, así como el monto expuesto al

momento de incumplimiento, los cuales se encuentran en el anexo 1, se continuó con la estimación de la pérdida esperada, resultando en un monto de **\$375,910.96** pesos mexicanos, siendo la cantidad que debe constituir la entidad como provisión de la cartera de crédito como resultado de la exposición al riesgo en el periodo estudiado. El monto estimado ayudará a la SOFOM a evaluar su nivel de solvencia que dispone en términos de riesgo crediticio.

### **3.8 PRINCIPALES RESULTADOS**

Se estimó adecuadamente un modelo Logit Binario para el cálculo de la probabilidad de incumplimiento, el cual tiene un nivel de asertividad global de 73.20% de los casos dentro de la muestra, general según las pruebas realizadas el modelo es bueno.

Las variables más influyentes para describir y determinar el incumplimiento de las obligaciones de la cartera crédito de la entidad acorde a la teoría fueron el pago promedio que hace el acreditado de manera mensual, quincenal o semanal, el tipo de propiedad con la que cuenta el acreditado y por último el costo anual total del crédito, el que presente garantía o no y la frecuencia de pago de obligaciones que tiene el acreditado así como el ingreso mensual que presenta.

La entidad presenta en promedio el 20.29% de severidad de pérdida en la cartera estudiada, en base a la experiencia de su pérdida.

Con respecto al monto expuesto en el periodo de tiempo estudiado, se tiene un promedio de \$ 23,946.29 pesos mexicanos con respecto a la cartera estudiada.

Con respecto a los resultados obtenidos la entidad debería provisionar \$ 2,100.06 en promedio por acreditado, siendo un importante que la SOFOM debería considerar y realizar un plan estratégico para minimizar lo más posible estas cantidades.

A lo largo de este capítulo se reviso la descripción de la cartera de crédito que se estudia en esta investigación, así como la estadística básica que permitió conocer la situación actual de la misma.

Se analizan los resultados del modelo Logístico Binario que se ocupa de estimar la probabilidad de incumplimiento, así como se revisa el cálculo de la severidad de la pérdida y el monto expuesto de la cartera, pudiendo así obtener la pérdida esperada de la cartera de crédito de la SOFM E.N.R.

## CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta tesis se permitió conocer y analizar los principales modelos de medición de riesgo que se ocupan en el entorno financiero para medir el riesgo de crédito, detectando ventajas y desventajas en su aplicación. Se eligió un modelo de pérdida esperada con el que se realizó el ejercicio en la SOFOM E.N.R., dado que se enfoca en la probabilidad de incumplimiento de los acreditados, la exposición al riesgo y la severidad de la pérdida, teniendo un sustento teórico más apropiado para el desarrollo de esta tesis, elementos que fueron posibles de evaluar.

Por lo que se comprueba la hipótesis, ya que fue posible estimar la pérdida esperada de la SOFOM E.N.R., teniendo el modelo un buen desempeño.

La severidad de la pérdida depende de la tasa de recuperación del crédito la cual por experiencia de la SOFOM en promedio es de 79.71%, así mismo se dio a conocer la exposición de la cartera.

Se estimó la probabilidad de incumplimiento a través de un modelo Logit Binario, el cual permitió adecuarse a la información de la entidad estudiada, tomando en cuenta criterios de estudio como Támara - Ayús, Aristizábal y Velásquez (2010), así como Missaoui (s.f.), resultando la estimación obtenida un reflejo contundente de la entidad donde se establecieron que los factores: pago promedio, tipo de propiedad y Costo Anual Total son los que influyen sobre el incumplimiento de los acreditados de la cartera de la SOFOM, E.N.R.

De acuerdo a los resultados se puede argumentar lo siguiente:

- Es importante que la propiedad que el acreditado presenta sea propia pues su probabilidad de incumplimiento disminuye si esto sucede.
- En relación con la variable pago promedio, el acreditado que tiene un pago promedio bajo tiene mayor probabilidad de incumplir con sus obligaciones, de



modo que se pueden establecer estrategias que contribuyan a disminuir el incumplimiento, como podría ser establecer un mínimo pago promedio.

- Sobre la tasa de Costo Anual Total que obtiene el acreditado es relevante, si la tasa excede el 45%, el acreditado tiene más probabilidad de incumplir con sus obligaciones.

El modelo Logit Binario estimado se puede emplear de manera interna para segregar a los acreditados que están propensos a presentar incumplimiento de sus debidas obligaciones, anticipando a la SOFOM E.N.R. a tomar medidas pertinentes y evitar el incumplimiento y así la pérdida del capital.

Por otra parte, se muestra el perfil de la cartera con respecto a la concentración por género de los acreditados, por nivel de estudios, por edad, por tipo de crédito entre otras características que la administración debería tener en cuenta para tener un mercado objetivo más definido, maximizando la rentabilidad.

Al tener la reserva mencionada la SOFOM, E.N.R. estaría minimizando el riesgo crediticio con el que cuenta, así como evaluando su solvencia al momento del cierre de estudio.

La SOFOM E.N.R. tiene gran importancia en el sector crediticio en México, contribuye en proporcionar su servicio financiero a la proporción de la población que no cuenta con acceso al financiamiento bancario y se observa un crecimiento en los últimos años, el gestionar una forma para aminorar el riesgo crediticio fomentando una buena administración de riesgos que facilitarían la toma de decisiones y la creación de estrategias para un mejor manejo de la cartera que llevarían a tomar una ventaja competitiva.

Como país emergente que es México, tiende a enfrentarse a un riesgo volátil por lo que es importante ir desarrollando medidas de identificación y cuantificación de riesgo que promuevan una mejor cultura de administración de riesgos reflejando un resultado a corto y mediano plazo.

La aplicación de un modelo de medición de riesgos a una entidad como es la SOFOM, E.N.R. es viable, ya que se cuenta con los recursos para poder realizar este tipo de estudio así como cuenta con la información que requiere el modelo.

Por otra parte, se observaron desventajas al realizar el estudio como el tiempo en organizar y cuestionar información a la SOFOM E.N.R. que tendría que tener de primera mano, así como los montos que se tienen expuestos en determinado momento.

El estudio de evaluar la pérdida esperada no es costoso ni tardado, sería un proceso que la SOFOM E.N.R. debería plantearse pues obtiene más ventajas sobre el análisis de decisiones y estrategias propias del negocio.

# ANEXOS

## 5.1 ANEXO 1

Codificaciones de variables categóricas										
	Frecuencia	Codificación de parámetros								
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
Préstamo	1,500 - 13,572.55	30	1.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	13,572.55 - 25,645.09	18	.000	1.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	25,645.09 - 37,717.64	9	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	.000	.000
	37,717.64 - 49,790.18	7	.000	.000	.000	1.000	.000	.000	.000	.000
	49,790.18 - 61,862.73	4	.000	.000	.000	.000	1.000	.000	.000	.000
	61,862.73 - 73,935.27	2	.000	.000	.000	.000	.000	1.000	.000	.000
	73,935.27 - 86,007.82	1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000	.000
	86,007.82 - 98,080.36	2	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	1.000
	Mayor a 98,080.36	9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Antigüedad	Menor igual a 1 año	15	1.000	.000	.000	.000	.000			
	Menor igual a 2 años	15	.000	1.000	.000	.000	.000			
	Menor igual a 3 años	11	.000	.000	1.000	.000	.000			
	Menor igual a 4 años	6	.000	.000	.000	1.000	.000			
	Menor igual a 5 años	7	.000	.000	.000	.000	1.000			
	Mayor a 5 años	28	.000	.000	.000	.000	.000			
Estado civil	Víudo	1	1.000	.000	.000	.000				
	Soltero	27	.000	1.000	.000	.000				
	Casado	39	.000	.000	1.000	.000				
	Unión libre	13	.000	.000	.000	1.000				
	Divorciado	2	.000	.000	.000	.000				
Dependientes económicos	Ninguno	22	1.000	.000	.000					
	1-2	34	.000	1.000	.000					
	3-4	24	.000	.000	1.000					
	5-6	2	.000	.000	.000					
Tipo de propiedad	Propia	43	1.000	.000						
	Familiar	22	.000	1.000						
	Rentada	17	.000	.000						
Plazo en años	Hasta un año	52	1.000	.000						
	Más de 1 menos de 2	23	.000	1.000						
	Más de 2 menos de 3	7	.000	.000						
Costo Anual Total	15 - 30	17	1.000	.000						
	30 - 45	4	.000	1.000						
	45 - 60	61	.000	.000						
Frecuencia	Semanal	27	1.000	.000						
	Quincenal	32	.000	1.000						
	Mensual	23	.000	.000						
Tipo de crédito	Auto	12	1.000	.000						
	Nómina	31	.000	1.000						
	Personal	39	.000	.000						
Tipo de Trabajo	Subordinado	67	1.000	.000						
	Empleador	3	.000	1.000						
	Cuenta propia	12	.000	.000						
Garantía	No	53	1.000							
	Si	29	.000							

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 ANEXO 2 ESTIMACIONES DE LA PÉRDIDA ESPERADA POR ACREDITADO

Caso	Pérdida Esperada	Caso	Pérdida Esperada	Caso	Pérdida Esperada	Caso	Pérdida Esperada
1	\$ 79.91	46	\$ 51.71	91	\$ 154.07	136	\$ 3,552.21
2	\$ 45.19	47	\$ 941.84	92	\$ 851.14	137	\$ 46.60
3	\$ 1,046.39	48	\$ 377.49	93	\$ 1,278.63	138	\$ 2,799.24
4	\$ 688.54	49	\$ 200.42	94	\$ 1,017.05	139	\$ 7,943.26
5	\$ 164.52	50	\$ 472.99	95	\$ 898.67	140	\$21,968.62
6	\$ 331.44	51	\$ 1,747.52	96	\$ 2,641.57	141	\$ 441.09
7	\$ 34.60	52	\$ 2,177.19	97	\$ 637.34	142	\$ 563.49
8	\$ 38.31	53	\$ 1,079.71	98	\$ 401.19	143	\$ 587.52
9	\$ 417.74	54	\$ 165.30	99	\$ 2,594.30	144	\$ 75.83
10	\$ 1,764.66	55	\$ 82.00	100	\$ 131.55	145	\$ 2,458.37
11	\$ 1,706.65	56	\$ 735.94	101	\$ 217.12	146	\$ 688.62
12	\$ 711.01	57	\$ 4,642.62	102	\$ 5,992.59	147	\$ 1,591.06
13	\$ 639.43	58	\$ 777.59	103	\$ 516.75	148	\$ 307.47
14	\$ 211.13	59	\$ 8,306.18	104	\$17,539.39	149	\$ 465.84
15	\$ 161.46	60	\$ 30.35	105	\$ 54.30	150	\$ 492.97
16	\$ 449.41	61	\$ 503.63	106	\$ 844.49	151	\$ 4,459.01
17	\$ 2,860.39	62	\$ 417.21	107	\$ 58.86	152	\$53,484.58
18	\$ 136.84	63	\$ 339.43	108	\$ 713.34	153	\$ 77.13
19	\$ 126.34	64	\$ 1,326.17	109	\$12,908.75	154	\$ 644.88
20	\$ 360.42	65	\$ 356.00	110	\$ 812.63	155	\$ 1,017.69
21	\$ 5,018.64	66	\$ 145.16	111	\$ 399.87	156	\$ 177.84
22	\$ 383.71	67	\$ 2,242.05	112	\$ 6,281.52	157	\$ 254.09
23	\$ 243.80	68	\$ 8,968.56	113	\$ 277.06	158	\$ 3,607.17
24	\$ 521.50	69	\$ 201.14	114	\$ 166.08	159	\$ 2.48
25	\$ 276.82	70	\$ 1,083.44	115	\$ 260.45	160	\$ 3,798.10
26	\$ 2,063.73	71	\$ 958.48	116	\$ 665.38	161	\$ 303.22
27	\$ 102.04	72	\$ 79.62	117	\$ 6,666.63	162	\$ 3,264.71
28	\$ 3,910.84	73	\$ 522.15	118	\$35,075.05	163	\$ 9,580.86
29	\$ 1,743.30	74	\$ 551.75	119	\$ 2,167.00	164	\$ 85.12
30	\$ 83.13	75	\$ 1,123.17	120	\$ 209.71	165	\$ 1,354.06
31	\$ 3,970.69	76	\$ 587.52	121	\$ 524.15	166	\$ 970.69
32	\$ 282.63	77	\$ 1,239.79	122	\$ 209.82	167	\$ 284.45
33	\$ 2,562.57	78	\$ 554.93	123	\$ 175.36	168	\$ 2,353.22
34	\$ 22.12	79	\$ 428.97	124	\$ 618.98	169	\$ 5,021.45
35	\$ 1,034.90	80	\$ 1,908.54	125	\$ 1,072.08	170	\$ 1,996.20
36	\$ 150.77	81	\$11,081.39	126	\$ 48.11	171	\$ 305.55
37	\$ 7,145.48	82	\$ 1,016.70	127	\$ 90.87	172	\$ 150.08
38	\$ 3,001.00	83	\$ 421.26	128	\$ 1,529.36	173	\$ 1,377.34
39	\$ 541.30	84	\$ 148.37	129	\$ 192.56	174	\$ 1,687.86
40	\$ 499.37	85	\$ 1,291.87	130	\$ 1,162.26	175	\$ 184.28
41	\$ 3,491.26	86	\$ 1,299.79	131	\$ 352.70	176	\$ 3,600.64
42	\$ 366.44	87	\$ 158.84	132	\$ 1,306.31	177	\$ 660.76
43	\$ 1,720.91	88	\$ 125.19	133	\$ 832.75	178	\$ 128.09
44	\$ 690.33	89	\$ 2,715.47	134	\$ 371.26	179	\$ 57.85
45	\$ 167.89	90	\$ 665.25	135	\$ 3,900.13		

Fuente: Elaboración propia

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo Canela, M. (2007). *Cómo hacer una regresión logística en SPSS paso a paso*. Obtenido de Fundación Andaluza Beturia para la investigación en salud: [http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/Regres\\_log\\_1r.pdf](http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/Regres_log_1r.pdf)
- Altman, E., De la fuente, M., Elizondo, A., Finger, C., Guitérrez, R., Márquez, J., . . . Segoviano, M. (2003). *Medición Integral del riesgo de crédito*. México DF: Limusa.
- Álvarez Cáceres, R. (1995). *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS*. Madrid, España: Ediciones Díaz Santos, S.A. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=GxhpROT-HB0C&pg=PA162&lpg=PA162&dq=estadistico+de+wald+distribuye+chi+cuadrada&source=bl&ots=-2Ydmra9Xn&sig=uiiH6VFH0nrSctVtM-Y7tOGovk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCgIXezo3SAhVT32MKHY3ECQIQ6AEIQzAG#v=onepage&q&f=false>
- Álvarez Navarro, V., & Gutiérrez García, J. (2014). *Modelos de riesgo para el seguro de crédito a la vivienda*. Obtenido de Comisión Nacional de Seguros y Fianzas: [http://www.cnsf.gob.mx/Eventos/Premios\\_2014/1er.%20Lugar%20Seguros%202010.pdf](http://www.cnsf.gob.mx/Eventos/Premios_2014/1er.%20Lugar%20Seguros%202010.pdf)
- Álvarez, S. (12 de Enero de 2016). *Sofomes, las peores portadas en 2015*. Obtenido de CNN Expansión: <http://www.cnnexpansion.com/mi-dinero/2016/01/12/sofomes-las-peor-portadas-en-2015>
- Banco de México. (Noviembre de 2005). *Definiciones básicas de Riesgos*. Obtenido de Banxico: <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/intermedio/riesgos/%7BA5059B92-176D-0BB6-2958-7257E2799FAD%7D.pdf>
- Banco de México. (Noviembre de 2015). *Reporte sobre el sistema financiero*. Obtenido de Banxico: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-discursos/publicaciones/informes-periodicos/reportesf/%7B6254F318-F5A7-AFD2-24B1-873BBE33EAC6%7D.pdf>

- Banco de México. (2016). *Sistema Financiero*. Obtenido de Banxico: <http://www.banxico.org.mx/dyn/sistema-financiero/index.html>
- Bank for International Settlements. (s.f.). *Marco regulador internacional para bancos (Basilea III)*. Obtenido de Bank for International Settlements: [http://www.bis.org/bcbs/basel3\\_es.htm](http://www.bis.org/bcbs/basel3_es.htm)
- Banxico. (2016). *Banco de México*. Obtenido de <http://www.banxico.org.mx/>
- Basso, O. (2013). *Modelos de Gestión del Riesgo de Crédito*. Obtenido de Superintendencia de bancos de Guatemala: [http://www.sib.gob.gt/c/document\\_library/get\\_file?folderId=1409374&name=DLFE-13522.pdf](http://www.sib.gob.gt/c/document_library/get_file?folderId=1409374&name=DLFE-13522.pdf)
- Brachfield, P. (2009). *Gestión del crédito y cobro*. Barcelona: Profit. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=TRF0kJL8PUEC&printsec=frontcover&dq=gestion+del+credito+y+cobro&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiU5vCC2eTMAhVDVYKHSoVBFMQ6AEIzAA#v=onepage&q=gestion%20del%20credito%20y%20cobro&f=false>
- Castillejos, L. L. (31 de 10 de 2014). *La administración financiera, el sistema financiero mexicano y su importancia sobre las instituciones del microfinanciamiento*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/microfinanzas-y-administracion-financiera-en-mexico/>
- Castro, C. (13 de Enero de 2016). *Las Sofomes no reguladas están causando más dolores de cabeza*. Obtenido de Dinero en Imagen: <http://www.dineroenimagen.com/2016-01-13/67164>
- Centro de Análisis Multidisciplinario. (Diciembre de 2015). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de <http://cam.economia.unam.mx/reporte-de-investigacion-122-mexico-se-agudiza-la-superexplotacion-del-trabajo-continua-la-perdida-del-poder-adquisitivo-del-salario-de-9-65-con-pena-nieto/>
- CNBV. (Agosto de 2013). *La perspectiva de la CNBV sobre el Sistema Financiero Mexicano*. Obtenido de Comisión Nacional Bancaria y de Valores: <http://www.cnbv.gob.mx/PRENSA/Presentaciones%20y%20Discursos/20130826%20ITAM%20Sistema%20financiero%20mexicano.pdf>

- CNBV. (30 de Junio de 2015). *Sofomes*. Obtenido de Comisión Nacional Bancaria y de Valores: <http://www.cnbv.gob.mx/SECTORES-SUPERVISADOS/OTROS-SUPERVISADOS/Descripci%C3%B3n-del-Sector/Paginas/SOFOMES-Reguladas.aspx>
- CNSF. (2016). *Comisión Nacional de Seguros y Fianzas*. Obtenido de <http://www.cnsf.gob.mx/>
- Comisión Nacional Bancaria y de Valores. (s.f.). *Grupo de Acción Financiera Internacional sobre el Blanqueo de Capitales*. Obtenido de [http://www.cnbv.gob.mx/CNBV/Documents/VSPG\\_GAFI.pdf](http://www.cnbv.gob.mx/CNBV/Documents/VSPG_GAFI.pdf)
- Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. (2016). *¿Qué es la Consar?* Obtenido de CONSAR: [www.consar.gob.mx](http://www.consar.gob.mx)
- Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros. (Marzo de 2016). *Multas impuestas por Condusef a instituciones financieras*. Obtenido de CONDUSEF: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75304/multas-impuestas-marzo-2016.pdf>
- Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros. (s.f.). *Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (SOFOM)*. Obtenido de CONSUSEF: <http://www.condusef.gob.mx/index.php/instituciones-financieras/sociedades-financieras-de-objeto-multiple>
- Condusef. (2013). *Condusef*. Obtenido de <http://www.condusef.gob.mx/index.php/instituciones-financieras/aseguradoras/informacion-general-sobre-seguros/457-origen-de-la-actividad-aseguradora>
- CONDUSEF. (2016). *Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros*. Obtenido de <http://www.condusef.gob.mx/>
- Correa, E., & Girón, A. (2004). *Economía Financiera Contemporánea IV*. México, D.F: Miguel Ángel Porrúa. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=cP\\_DK6PxIjKc&printsec=frontcover&dq=economia+financiera+contemporanea+eugenia+correa+sergio+cabrera&hl=es&s](https://books.google.com.mx/books?id=cP_DK6PxIjKc&printsec=frontcover&dq=economia+financiera+contemporanea+eugenia+correa+sergio+cabrera&hl=es&s)

a=X&ved=0ahUKEwjJp4WM\_f\_MAhUPK1IKHaJbBwUQ6AEIGzAA#v=onepage&q&f=true

Cruz, A. (s.f.). *Economía. UNAM.* Obtenido de <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/CruzMA/tesis.pdf>

De la Fuente Fernández, S. (2011). Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. *Regresión Logística*. Madrid, España. Obtenido de <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/CUALITATIVAS/LOGISTICA/regresion-logistica.pdf>

De Lara Haro, A. (03 de Abril de 2008a). *La medición de riesgos en la ingeniería financiera*. Obtenido de Academia de Ingeniería México: <http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/4/La%20Medicion%20de%20Riesgos%20en%20la%20Ingenieria%20Financiera.pdf>

De Lara Haro, A. (2008b). *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa.

Deloitte. (Mayo de 2012). *Adopción de Basilea III en México*. Obtenido de Deloitte : <http://www2.deloitte.com/mx/es/pages/financial-services/articles/adopcion-basilea-iii-mexico.html>

Deloitte. (Noviembre de 2015). *Evaluación de Riesgos*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/risk/Evaluacion-Riesgos-COSO.pdf>

Diario Oficial de la Federación. (31 de Diciembre de 2015). *Disposiciones de carácter general aplicables a las instituciones de crédito*. Obtenido de CNBV: <http://www.cnbv.gob.mx/Normatividad/Disposiciones%20de%20car%C3%A1cter%20general%20aplicables%20a%20las%20instituciones%20de%20cr%C3%A9dito.pdf>

Domínguez, I. L. (s.f.). *Basilea, Acuerdos*. Obtenido de Expansión: <http://www.expansion.com/diccionario-economico/basilea-acuerdos.html>

Domínguez, J., Miranda Torrado, F., Pallas González, J., & Peraza Fandiño, C. (s.f.). *La medición del riesgo de crédito y el nuevo acuerdo de capital del comité de*



- Basilea*. Obtenido de Asociación Española de Profesores Universitarios de Matemáticas para la Economía y la Empresa: <http://www.uv.es/asepuma/XI/31>
- Egan, M. (29 de Agosto de 2014). *Sí, la peor crisis económica mundial fue en 2008: Bernanke*. Obtenido de CNN EXPANSIÓN: <http://www.cnnexpansion.com/economia/2014/08/28/crisis-de-2008-peor-que-la-gran-depresion>
- Enchautegui, M. (s.f.). *Módulo de estudio sobre Modelos Probit y Logit*. Obtenido de Universidad de Puerto Rico: <http://economia.uprrp.edu/notas%20de%20clase%207.pdf>
- Ernst & Young. (2012). *SOFOMES NO REGULADAS: metodología de estimación de créditos incobrables*. Obtenido de E&Y: [http://www.ey.com/MX/es/Industries/Boletin\\_Servicios\\_Financieros\\_No3\\_2012--SOFOM-no-reguladas](http://www.ey.com/MX/es/Industries/Boletin_Servicios_Financieros_No3_2012--SOFOM-no-reguladas)
- Espiñeira, Sheldon y Asociados. (2008). *La estimación de la "Pérdida dado el incumplimiento" (LGD - Loss Given Default) como marco diferenciador en la gestión y administración del riesgo crediticio*. Obtenido de PriceWaterHouseCoopers: <https://www.pwc.com/ve/es/asesoria-gerencial/boletin/assets/boletin-advisory-edicion-04-2008.pdf>
- García Céspedes, J. C. (s.f.). *Nuevas técnicas de medición del riesgo de crédito*. Obtenido de Asociación Española de Finanzas: [http://www.aefin.es/articulos/pdf/C5-4\\_244397.pdf](http://www.aefin.es/articulos/pdf/C5-4_244397.pdf)
- García Sánchez, M., & Sánchez Barradas, C. (03 de Diciembre de 2005). *Riesgo de crédito en México: aplicación del Modelo CreditMetrics*. Obtenido de UDLAP Bibliotecas: [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/laex/garcia\\_s\\_m/](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/laex/garcia_s_m/)
- Gómez Monge, R., & Guerrero García Rojas, H. R. (Diciembre de 2012). El Índice de Ganancia/Pérdida del poder adquisitivo (IGPPA):Un análisis tomando en cuenta la inflación y el salario mínimo para México, 1982-2010. (U. M. Hidalgo, Ed.) *Ciencia Nicolaita*, 135-155. Obtenido de <http://www.cic.cn.umich.mx/index.php/cn/article/view/137/53>

- González, C. (Febrero de 2016). Sofomes con apetito de crecimiento. *Mundo Ejecutivo*, 68,70,72,73. Obtenido de <http://mundoejecutivo.com.mx/publicaciones/mundo-ejecutivo/mundo-ejecutivo-febrero-2016>
- Gutiérrez, F. (04 de Diciembre de 2015). Mejorar fondeo, el reto de las sofomes para los siguientes años. *El Economista*. Obtenido de Mejorar: <http://eleconomista.com.mx/sistema-financiero/2015/12/04/mejorar-fondeo-reto-las-sofomes-siguientes-anos>
- Guzmán, M. (12 de Abril de 2011). *La banca, una historia apasionante (II)*. Obtenido de El Economista: <http://eleconomista.com.mx/mercados-estadisticas/2011/04/12/banca-historia-apasionante-ii>
- Iglesias Cabo, T. (2013). *Métodos de Bondad de Ajuste en Regresión Logística*. Obtenido de Universidad de Granada: [http://masteres.ugr.es/moea/pages/tfm-1213/tfm\\_iglesiascabo\\_tania/](http://masteres.ugr.es/moea/pages/tfm-1213/tfm_iglesiascabo_tania/)
- IPAB. (2016). *Instituto para la Protección al Ahorro Bancario*. Obtenido de <http://www.ipab.org.mx/>
- Kofi Awotwi, E. (Julio de 2011). *Estimation of the Probability of Default of Consumer Credit in Ghana*. Obtenido de Kwame Nkrumah University of Science and Technology: <http://ir.knust.edu.gh/bitstream/123456789/4082/1/Final%20Thesis.pdf>
- Larrañaga, P., Inza, I., & Moujahid, A. (2007). Regresión Logística. *Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unib.* Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t7logistica.pdf>
- Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito. (10 de Enero de 2014). México. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/139.pdf>
- Marques Dos Santos, M. (s.f.). *Estadística Básica: un enfoque no paramétrico*. Cd de México: FES-Zaragoza. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=SaGNZ9CDIe0C&pg=PP9&lpg=PP9&dq=maria+jose+marques+dos+santos+estadistica+basica+un+enfoco+no+parametrico&source=bl&ots=K0gn7Yqpmj&sig=hbKxR6eYsBMSPNh1\\_VPtQTa-ijj&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwitwbON0erOAhVdImMKHdt-CHsQ6AEIGzA](https://books.google.com.mx/books?id=SaGNZ9CDIe0C&pg=PP9&lpg=PP9&dq=maria+jose+marques+dos+santos+estadistica+basica+un+enfoco+no+parametrico&source=bl&ots=K0gn7Yqpmj&sig=hbKxR6eYsBMSPNh1_VPtQTa-ijj&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwitwbON0erOAhVdImMKHdt-CHsQ6AEIGzA)

- Medina Moral, E. (Diciembre de 2003). *Modelos de elección discreta*. Obtenido de Universidad Autónoma de Madrid: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/economicas/eva/pdf/logit.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/logit.pdf)
- Meján, L. M. (2008). *Sistema Financiero Mexicano Instituciones Jurídicas*. México: Porrúa.
- Millán Sagredo, H.-C. R., & Robles Merino, L. G. (11 de Mayo de 2007). *Propuesta de una estrategia para invertir en fondos de inversión*. Obtenido de Colección de Tesis Digitales Universidad de las Américas de Puebla: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lad/millan\\_s\\_hr/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/millan_s_hr/capitulo2.pdf)
- Missaoui, B. (s.f.). *Statistics in Retail Finance, Statical models of default*. Obtenido de Imperial College London: <http://wwwf.imperial.ac.uk/~bm508/teaching/retailfinance/Lecture2.pdf>
- Moreno Valencia, S. (2013). *El Modelo Logit Mixto para la construcción de un Scoring de Crédito*. Obtenido de Biblioteca digital Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39466/1/43596322.2014.pdf>
- Ocaranza, C. (25 de Mayo de 2015a). *Finamex*. Obtenido de <http://www.finamex.com.mx/the-visionary/soy-inversionista/sistema-financiero-mexicano-historia-evolucion-y-retos-1a-parte/>
- Ocaranza, C. (28 de Mayo de 2015b). *Finamex*. Obtenido de <http://www.finamex.com.mx/the-visionary/soy-inversionista/sistema-financiero-mexicano-historia-evolucion-retos-2a-parte/>
- Ordóñez, M. (06 de Mayo de 2005). *Tesis Administración integral de riesgos de los negocios en Puebla*. Obtenido de Colección de Tesis Digitales de la Universidad de las Américas de Puebla: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/ladi/ordonez\\_g\\_jm/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ladi/ordonez_g_jm/capitulo3.pdf)
- Ortega, P. (10 de Septiembre de 2015). *Sofomes ENR se reinventan para seguir creciendo*. Recuperado el 17 de 02 de 2016, de El Economista: <http://eleconomista.com.mx/fondos/2015/09/10/sofomes-enr-se-reinventan-seguir-creciendo-0>

- Paz, J. M. (s.f.). *Regresión Logística*. Barcelona: Sociedad Española de Medicina de Laboratorio.
- Peña Sánchez De Rivera, D., & Peña Sánchez De Rivera, J. I. (s.f.). *Un contraste de normalidad basado en la transformación Box-Cox*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística Española: [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13880/contraste\\_pena\\_EE\\_1986.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13880/contraste_pena_EE_1986.pdf?sequence=1)
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22nd ed.). Madrid, España: Autor. Obtenido de <http://www.rae.es/>
- Rodríguez Vázquez, V., & Hernández Vaquero, J. (Enero de 2013). Matriz de probabilidad de transición de microcréditos: el caso de una microfinanciera mexicana. *Estudios Económicos*, 28(1), 39-77. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59727431002>
- Rojo Abuín, J. M. (2007). Regresión con variable dependiente cualitativa. Obtenido de [http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web\\_UAE/tutoriales/PDF/Regresion\\_variable\\_dependiente\\_dicotomica\\_3.pdf](http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/tutoriales/PDF/Regresion_variable_dependiente_dicotomica_3.pdf)
- Salmerón, R. (s.f.). *Modelo de elección discreta*. Obtenido de Universidad de Granada: <http://www.ugr.es/~romansg/material/WebEco/Eco2-Discreta.pdf>
- Samaniego Medina, R. (2008). *El Riesgo de Crédito en el marco del Acuerdo Basilea II*. Madrid: Delta Publicaciones. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=YogTTsZZyBoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=YogTTsZZyBoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Sarmiento, T. (s.f.). *Regresión Logística*. Obtenido de Academia: [http://www.academia.edu/24332775/REGRESION\\_LOGISTICA](http://www.academia.edu/24332775/REGRESION_LOGISTICA)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (10 de 05 de 2016). *Catálogo del sistema financiero*. Obtenido de gob.mx: <http://www.gob.mx/shcp/documentos/catalogo-del-sistema-financiero-mexicano>
- SHCP. (s.f.). *Guía para la constitución de una Sociedad Financiera de Objeto Múltiple*. Obtenido de Secretaría de Hacienda y Crédito Público:

[http://www.hacienda.gob.mx/sitios\\_interes/otros\\_sitios/sofomes/guiaparaconstitucion\\_sofomes.pdf](http://www.hacienda.gob.mx/sitios_interes/otros_sitios/sofomes/guiaparaconstitucion_sofomes.pdf)

- Solares, R. M. (12 de Enero de 2016). *El Economista*. Recuperado el 17 de Febrero de 2016, de <http://eleconomista.com.mx/finanzas-personales/2016/01/12/planeacion-financiera-ano-incertidumbre-volatilidad>
- Solís, L. (1997). *Evolución del sistema financiero mexicano hacia los umbrales del siglo XXI*. México: Siglo veintiuno editores.
- Sotomayor Ruiz, S. A. (31 de Mayo de 2012). *Estimación de la pérdida esperada para una cartera de microcréditos basada en calificaciones internas*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4668>
- Támara Ayús, A. L., Aristizábal Velásquez, R. E., & Velásquez Ceballos, H. (Julio de 2010). Estimación de las provisiones esperadas en una institución financiera utilizando modelos logit y probit. *Revista Ciencias Estratégicas*, 18(24), 259-270. Obtenido de Revistas académicas y científicas, Universidad Pontificia Bolivariana: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151316944007>
- Támara-Ayús, A., Aristizábal, A., & Velásquez, E. (Enero de 2012). Matrices de Transición en el análisis del riesgo crediticio como elemento fundamental en el cálculo de la pérdida esperada en una institución financiera colombiana. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 105-114. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75025069009>
- Turrent, E. (s.f.). *Banco de México*. Obtenido de <http://www.banxico.org.mx/sistema-financiero/material-educativo/basico/%7BFFF17467-8ED6-2AB2-1B3B-ACCE5C2AF0E6%7D.pdf>
- Velandia, N. (2013). *Establecimiento de un Modelo Logit para la Medición del Riesgo de Incumplimiento en Créditos para una Entidad Financiera del Municipio de Arauca*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10202/1/7709584.2013.pdf>
- Villegas Hernández, E., & Ortega Ochoa, R. M. (2002). *Sistema Financiero Mexicano*. México: Mc Graw Hill.

Zurita González , J., Martínez Pérez, J. F., & Rodríguez Montoya, F. (2009). La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México. *El cotidiano*, 17-27. Obtenido de La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México: <http://www.redalyc.org/pdf/325/32512739003.pdf>