

## MEDICIÓN DEL RIESGO CREDITICIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS BASADOS EN CALIFICACIONES INTERNAS

### APPLICATION OF INTERNAL RATINGS-BASED METHODS ON CREDIT RISK MEASUREMENT

Alejandro Vargas Sánchez y Saulo Mostajo Castelú

Universidad Privada Boliviana

alejandrovargas@lp.upb.edu

(Recibido el 05 de septiembre 2014, aceptado para publicación el 17 de noviembre 2014)

#### RESUMEN

En el presente documento se exponen los conceptos relacionados con el riesgo de crédito y los métodos utilizados para su medición. El objetivo principal fue describir los Métodos Basados en Calificaciones Internas para calcular medidas de riesgo crediticio. La aplicación y análisis de resultados se realizó utilizando información financiera para un préstamo empresarial mediante un caso supuesto, así como una base de datos de operaciones bancarias simuladas que fueron manipuladas para desarrollar un modelo de score crediticio. Los resultados alcanzados mediante la aplicación de un Modelo Estructural y un Modelo en Forma Reducida, mostraron diferencias importantes en el nivel de Provisiones, respecto a los requerimientos establecidos en la normativa legal aplicable a Entidades Financieras reguladas en Bolivia. El trabajo reveló que la aplicación de modelos avanzados para la medición de riesgo, requiere estimaciones adecuadas sobre la volatilidad de un negocio y modelos de score crediticio que permitan analizar profundamente una operación crediticia.

#### ABSTRACT

This paper presents the concepts and methods used for credit risk measurement. The main objective was to explain Internal Ratings Based Methods. The application and analysis was performed on financial information for a supposed business case loan, as well as a simulated banking transaction database used to develop a credit scoring model. The results obtained from a Structural Model and Reduced Form Model showed significant differences in credit risk measures with respect to requirements established by applicable law for regulated financial entities in Bolivia. The study revealed that the application of advanced models for measuring credit risk requires adequate estimates of business volatility and credit scoring models that allow deeply analyze of a credit transaction.

**Palabras Clave:** Riesgo de Crédito, Score Crediticio, Modelos Estructurales, Modelos en Forma Reducida, Pérdida Esperada, Probabilidad de Incumplimiento.

**Keywords:** Credit Risk, Credit Scoring, Structural Models, Reduced Form Models, Expected Loss, Probability of Default.

## 1. INTRODUCCIÓN

La principal actividad de la industria bancaria es la intermediación financiera, la misma que por sus características le genera la mayor parte de sus beneficios y por tanto los mayores riesgos. Esta actividad está sujeta a una serie de riesgos financieros como resultado del proceso de transformación de activos y pasivos, destacándose el riesgo de crédito o contrapartida “*counterparty risk*” propio de la administración de carteras de cuentas por cobrar.

Habitualmente la palabra riesgo tiene una connotación negativa: algo que debemos evitar. En este sentido, el negocio bancario supone precisamente eso, gestionar los riesgos propios de la actividad de intermediación financiera con el objetivo de obtener una rentabilidad conducente con la creación de valor de para los accionistas “*shareholders*”. Por lo tanto, un banco es básicamente una máquina de gestión de riesgos, en busca de rentabilidad a través de la administración de todos los riesgos a los que está expuesto, principalmente el riesgo de crédito.

Comúnmente los agentes económicos adoptan perfiles aversos al riesgo, motivo por el cual el accionar orientado a minimizar, transferir y/o mitigar los riesgos conducía a los bancos a rechazar aquellas operaciones que no ofrecían plenas garantías, la gestión moderna del riesgo de crédito establece como objetivo gestionar el riesgo de crédito para obtener una rentabilidad acorde con un nivel de pérdida esperada asumida, comprometiéndose para ello una porción de su capital propio en cumplimiento de la normativa. Esto significa que una operación crediticia con una mayor probabilidad de impago, no necesariamente tiene que ser mal negocio, debe obtener una rentabilidad mayor que compense el riesgo de crédito asumido.

En ese sentido, para gestionar apropiadamente una cartera de créditos y realizar una colocación adecuada de los recursos, las entidades financieras se ven en la necesidad de medir el riesgo de crédito, utilizando diferentes enfoques y

metodologías desarrolladas en éste ámbito. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una aplicación de Métodos Basados en Calificaciones Internas a partir de dos modelos financieros que fueron utilizados para calcular medidas de riesgo crediticio, los resultados obtenidos fueron comparados con los requerimientos establecidos en la normativa boliviana para Entidades de Intermediación Financiera (EIF) reguladas.

El trabajo se desarrolla en seis partes: en principio se presenta una revisión de la literatura sobre el Riesgo de Crédito, en la segunda parte se desarrollan los enfoques para la identificación del riesgo a partir del análisis crediticio tradicional y los modelos de score crediticio, en la tercera parte se exponen los métodos de medición de riesgo crediticio a partir del Método Estándar y los Métodos Basados en Calificaciones Internas conocidos como Modelos Estructurales y Modelos en Forma Reducida, en la cuarta parte se describen los mecanismos utilizados para la cobertura del riesgo de crédito, en la quinta parte se desarrolla una aplicación al caso de un crédito empresarial, utilizando datos simulados se realizó una estimación de indicadores de riesgo y se contrastaron los resultados obtenidos con los requerimientos establecidos en la normativa boliviana, finalmente en la sexta parte se presentan las conclusiones finales del trabajo.

## 2. RIESGO DE CRÉDITO

Existen diferentes definiciones sobre el riesgo de crédito, de acuerdo a la recopilación de normas de ASFI [1], se entiende al riesgo de crédito como la probabilidad de que un deudor incumpla<sup>1</sup>, en cualquier grado, con el repago de sus obligaciones con la Entidad Financiera de modo tal que se genere una disminución en el valor presente del contrato<sup>2</sup>.

De acuerdo con Christopher [2], el riesgo crediticio es el riesgo de pérdida como resultado de que el prestatario (emisor de deuda) no pueda hacer los pagos completos y oportunos de intereses y/o principal. El riesgo de crédito tiene dos componentes. El primero se conoce como riesgo de impago, o la probabilidad de incumplimiento, es decir, la posibilidad de que un prestatario no pague, incumpliendo con su obligación de hacer los pagos completos y oportunos de principal e intereses, de acuerdo con los términos del contrato de la deuda. El segundo componente es la severidad de la pérdida en caso de incumplimiento, es decir, la parte del valor de un bono (incluyendo intereses no pagados) que el inversionista pierde. Un incumplimiento puede dar lugar a pérdidas de diversas magnitudes.

Según la Guía de Gestión de Riesgos [3], es la posibilidad de que un prestamista (por ejemplo una EIF) incurra en pérdidas debido al incumplimiento del prestatario o de la contraparte en operaciones directas, indirectas, o de derivados, que conlleva el no pago, el pago parcial o la falta de oportunidad en el pago de las obligaciones pactadas. Se reconoce que esta posibilidad de pérdida puede provenir directamente de un evento de incumplimiento, en cuyo caso la pérdida puede afectar al estado de pérdidas y ganancias de una EIF, o también puede presentarse como resultado del deterioro en la calidad crediticia del prestatario, emisor o contraparte, reflejándose en una disminución en el valor presente del contrato.

En el presente documento se definirá al riesgo de crédito como el riesgo de no recibir a tiempo todo el pago de intereses y capital [2].

En cuanto a la gestión del riesgo crediticio, el proceso que deben seguir las EIF contempla las etapas de identificación, medición, monitoreo, control/mitigación/transferencia y divulgación; cada una de ellas con implicancias importantes en la administración de cartera de créditos y cuyos efectos ulteriores decantarán en efectos patrimoniales vía utilidades a través de la constitución de provisiones por insolvencia.

## 3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO

El proceso de identificación es el reconocimiento de todos los factores que al presentar comportamientos adversos, originan un incremento en el riesgo de crédito, lo que significa, identificar tanto el riesgo potencial en la concesión de créditos nuevos, como el posible deterioro de la calidad crediticia de operaciones ya desembolsadas [3].

### 3.1. Análisis Crediticio Tradicional

De acuerdo con Robert *et. al.* [4], bajo este enfoque el analista financiero puede utilizar el modelo de las cuatro C del crédito, al momento de evaluar una solicitud de crédito:

<sup>1</sup> El incumplimiento de pago debe definirse con cautela, por lo que es necesario identificar todo atraso que conlleve un coste para la organización. Para ello se han de verificar las siguientes condiciones: a) el atraso percibido ha de ser real y no estimado, según fechas concretas marcadas en la contratación del crédito, en función del método estipulado para su amortización por las partes contratantes, b) el atraso ha de producirse en, al menos, una cuota de amortización del microcrédito, c) el atraso considerado ha de suponer un incremento en el costo para la entidad más que proporcional al habitual en caso de no sucederse esta contingencia. Generalmente, estos incrementos suelen darse en términos de costos administrativos debido al incremento monetario que supone realizar un seguimiento y gestionar el pago de un crédito cuyo reembolso mantiene un retraso considerable. Se define atraso a 15 a más días.

<sup>2</sup> Artículo 3, Capítulo I, Sección I, Título II Riesgo Crediticio de la Recopilación de Normas de ASFI.

- **Capacidad**, se busca medir la habilidad del prestatario para generar fondos que le permitan pagar la obligación, para lo cual es necesario realizar un análisis de los estados financieros, calcular los flujos de caja<sup>3</sup>, para el caso de firmas se debe complementar con una evaluación económica de las tendencias en la industria, el entorno regulatorio y la posición competitiva<sup>4</sup>.

De acuerdo a la normativa actual [1], cada EIF<sup>5</sup> debe contar con políticas de evaluación de deudores, que permitan evaluar la capacidad de generación de flujos de caja positivos, su estabilidad, su tendencia, la suficiencia de los mismos en relación con la estructura de pasivos ajustados al ciclo productivo del negocio y los factores internos y externos que podrían motivar una variación de la capacidad de pago tanto en el corto como en el largo plazo.

Respecto a los flujos de caja y según Vargas [5], se debe analizar el flujo de actividades de operación, inversión y financiamiento, para posteriormente realizar la proyección del flujo de efectivo libre de la firma y del flujo de efectivo libre para los accionistas.

- **Colateral**, una operación crediticia puede ser con o sin garantía, colateral se refiere a todos aquellos elementos de que dispone el negocio o sus dueños, para garantizar el cumplimiento de pago en el crédito, es decir las garantías o apoyos colaterales; mismos que se evalúan a través de sus activos fijos, el valor económico y la calidad de estos. No es recomendable determinar el monto del crédito basado en el valor que tiene la garantía que respalda el crédito, el monto de la operación debería ser calculado en base a lo que el cliente puede pagar y no a lo que se podría embargar si se incumple el crédito.

Uno de los fundamentos del análisis de crédito establece que no debe otorgarse un crédito que no tenga prevista una segunda fuente de pago, a menos que el margen de la utilidad sea muy alto, lo que permitiría correr un mayor riesgo. Esta segunda fuente, funciona como “un plan B” en caso de que el cliente no pague, algunas opciones de colateral podrían ser: aval, pagaré, contrato prendario, fianza, seguro de crédito, depósito en garantía, garantía inmobiliaria.

- **Condiciones**<sup>6</sup>, Robert *et. al.* [4] plantea que en las condiciones se consideran los acuerdos que generan limitaciones y restricciones respecto a las actividades del prestatario, estos pueden ser de tipo afirmativo como realizar el pago de intereses y capital a tiempo o cumplir con el pago de impuesto; pero también pueden ser negativos (prohibitivos) generando restricciones por ejemplo al incremento de deuda; estas restricciones pueden ser evaluadas por medio de indicadores como el test de mantenimiento o el test de contracción de la deuda y los test de flujo de caja.
- **Carácter**, son las cualidades de honorabilidad y solvencia moral que tiene el deudor para responder a un crédito. Para inferir el comportamiento futuro de un deudor es necesario utilizar información sobre sus hábitos de pago y comportamiento pasado (Como se ha comportado en operaciones crediticias pasadas) y presente (Como se está comportando actualmente en relación a sus pagos) esto marcará una tendencia y por ende una probabilidad de mantener un similar comportamiento para futuros eventos.

La evaluación del carácter o solvencia moral de un cliente debe hacerse a partir de elementos contundentes, medibles y verificables tales como: pedir referencias comerciales a otros proveedores con quienes tenga crédito, obtener un reporte de Buró de Crédito, verificar demandas judiciales y obtener referencias bancarias.

Robert *et. al.* [4] señala que carácter también implica el análisis de la calidad de la administración, evaluando las políticas y estrategias del negocio, tales como: dirección estratégica, filosofía financiera, tendencia conservadora, record histórico, planificación exitosa, sistemas de control, entre otros aspectos.

### 3.2. Modelos de Score Crediticio

La forma más común de identificar el riesgo de crédito es mediante el uso de metodologías que se agrupan genéricamente bajo el nombre de “*scoring*”, las cuales complementan el análisis y sirven como herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

De acuerdo a Rayo *et. al.* [6] los “*credit scoring*”, son procedimientos estadísticos que se usan para clasificar a aquellos que solicitan crédito, inclusive a los que ya son clientes de la entidad crediticia, en los tipos de riesgo ‘bueno’ y ‘malo’.

Estos sistemas funcionan a partir del historial de cumplimientos e incumplimientos. Para cada caso, la base de datos o historial equivalente deberá contener información sobre las características del sujeto de crédito para poder descifrar un

<sup>3</sup> Algunos autores clasifican a este elemento como la variable Capital.

<sup>4</sup> Algunos autores clasifican a estos elementos como la variable Condiciones, referida a los factores externos que pueden afectar la marcha de algún negocio, que no pueden ser controlados por ejemplo ubicación geográfica, situación política y económica, etc.

<sup>5</sup> Recopilación de normas artículo 10.

<sup>6</sup> Este componente en inglés es conocido como *Covenants*.

patrón que pueda pronosticar de manera prospectiva si una operación de crédito entrará o no en incumplimiento en base a experiencias similares. Este pronóstico se puede expresar de dos maneras: un score (puntaje) numérico y una probabilidad de incumplimiento.

Rayo *et. al.* [6] señala que el score numérico es una medida de tipo ordinal que compara distintas operaciones dentro de una cartera o portafolio. La probabilidad de incumplimiento es una medida estandarizada que, siendo una probabilidad, se encuentra entre 0 y 1, por lo que generalmente es más fácil de interpretar.

Estos scores o puntajes dependen de las variables que el modelo detecta como claves para predecir incumplimientos, en función del historial propio de la entidad que otorga el crédito. En general, es la combinación de las variables la que determina el puntaje y la probabilidad de incumplimiento en base a las ponderaciones que determina el modelo, y no está sujeto al criterio subjetivo del analista sino a los datos históricos de cumplimientos e incumplimientos.

Precisamente el término de *scoring* técnico, se refiere a la capacidad del modelo de recoger las variables importantes y asignarles su debida ponderación, cosa que no se podría realizar de modo subjetivo, pues resultaría imposible identificar estos patrones en los datos a simple vista, especialmente cuando existen miles de registros.

Cabe resaltar que, además de identificar las variables significativas para predecir incumplimientos, el modelo genera automáticamente las ponderaciones en el *scoring*, en lugar de una asignación mediante algún criterio subjetivo.

El “*credit scoring*” según Rayo *et. al.* [6] estima el momento en el que se está llevando a cabo la solicitud, cuál será el comportamiento del crédito hasta su vencimiento, atendiendo al riesgo del cliente. Se evalúa a través de un modelo predictivo de comportamiento de pago o reembolso mediante una puntuación que mide el riesgo de un prestatario y/o de la operación.

De acuerdo a Saunders y Allen [7] Por lo general, existen dos tipos de modelos de *scoring*: i) *scoring* de aprobación o de evaluación de solicitudes para créditos nuevos y ii) *scoring* de gestión o de comportamiento, que realiza seguimiento a los clientes ya incorporados dentro de la EIF y permite generar y automatizar algunos procesos tales como: estimación de provisiones, acciones de cobranza, detección preventiva de fraude, análisis de mercadeo para medir niveles de consumo, lealtad y deserción, proveer ratings que diferencien clientes.

### 3.2.1. Métodos de Estimación

#### a) Modelos de Probabilidad Lineal

Brooks [8] señala que los modelos de probabilidad lineal constituyen la forma más simple de trabajar con una variable independiente binaria (variable *dummy*), y están basados en el supuesto de que la probabilidad de que ocurra un evento (incumplimiento 1 o cumplimiento del pago 0)  $P_i$ , se encuentra linealmente relacionada con un set de variables explicativas:

$$P_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2,i} + \beta_3 x_{3,i} + \dots + \beta_k x_{k,i} + u_i \quad (1)$$

Las probabilidades actuales no pueden ser observadas, por lo que se estima un modelo en el cual los resultados  $P_i$  (la serie de 0 o 1) serán las variables dependientes; este modelo puede ser estimado utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los coeficientes estimados pueden ser interpretados como el cambio en la probabilidad por el cambio en una unidad de la variable independiente<sup>7</sup>.

#### b) Modelos Logit

Brooks [8] describe que los modelos de regresión logística permiten calcular la probabilidad que tiene un cliente para pertenecer a uno de los grupos establecidos a priori (no pagador o pagador). La clasificación se realiza de acuerdo con el comportamiento de una serie de variables independientes de cada observación o individuo. La principal ventaja del modelo de regresión logística radica en que no es necesario plantear hipótesis de partida, como por ejemplo la normalidad de la distribución de las variables, mejorando el tratamiento de las variables cualitativas o categóricas. Además, este modelo presenta la ventaja de medir la probabilidad de incumplimiento al mantener la variable explicada siempre dentro de un rango de variación entre cero y uno.

La Regresión Logística Binaria como técnica estadística es empleada debido a sus mayores ventajas, fundamentalmente por los siguientes motivos [8]:

- Las propiedades estadísticas son más adecuadas que las de los modelos lineales en los que, en ocasiones, se obtienen estimadores ineficientes.

<sup>7</sup> De acuerdo a Brooks [8], uno de los problemas con estos modelos son los problemas de heterocedasticidad debido a que  $u_i$  cambia de manera sistemática respecto a las variables explicativas.

- Dadas las características del historial crediticio de los clientes, donde la información cualitativa complementa la escasez de variables cuantitativas, la Regresión Logística Binaria admite las variables categóricas con mayor flexibilidad que los modelos lineales.
- Permite estimar la probabilidad de impago del crédito según los valores de las variables independientes.

El modelo de regresión logística se puede formular como:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (2)$$

donde  $p$  es la probabilidad de ocurrencia del evento de interés, en este caso, impago o default. Debido al valor de las variables independientes, la probabilidad señalada puede ser calculada directamente de la siguiente forma:

$$p = \frac{e^Z}{1+e^Z} = \frac{1}{1+e^{-Z}} \quad (3)$$

siendo:

$$Z = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k \quad (4)$$

### c) Redes Neuronales Artificiales

Son modelos de Inteligencia Artificial basados en Redes Neuronales Artificiales que tratan de imitar al sistema nervioso, de modo que construyen sistemas con cierto grado de inteligencia. La red está formada por una serie de procesadores simples, denominados nodos, que se encuentran interconectados entre sí. Como nodos de entrada se consideran las características o variables de la operación de crédito. El nodo de salida sería la variable respuesta definida como la probabilidad de no pago. La finalidad de cada nodo consiste en dar respuesta a una determinada señal de entrada [3].

## 4. MEDICIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO

Christopher [2] plantea que la fase de medición del riesgo de crédito, consiste en cuantificar las pérdidas derivadas de la actividad crediticia. Tomando en cuenta los enfoques de medición más avanzados propuestos por el Comité de Basilea<sup>8</sup>, estas estimaciones deben realizarse considerando los criterios de frecuencia y severidad de las pérdidas. Corresponde aclarar que las pérdidas por riesgo de crédito se dividen en esperadas e inesperadas, estando las primeras relacionadas con el requerimiento de provisiones por incobrabilidad<sup>9</sup>, mientras que las segundas con el requerimiento de capital regulatorio mínimo por riesgo de crédito<sup>10</sup> [3].

El Comité de Basilea recomienda que las EIF puedan elegir entre dos alternativas de medición del riesgo de crédito y, por ende, para la determinación de las pérdidas por este tipo de riesgo. Estas alternativas son: i) Método Estándar y ii) Método Basado en Calificaciones Internas (IRB)<sup>11</sup>.

<sup>8</sup> El Comité de Basilea (*Basel Committee*) es el organismo normativo mundial principal para la regulación prudencial de los bancos y proporciona un foro para la cooperación en materia de supervisión bancaria. Su mandato es fortalecer la regulación, supervisión y prácticas de los bancos en todo el mundo con el fin de mejorar la estabilidad financiera

<sup>9</sup> De acuerdo al Manual de Cuentas de la ASFI subcuenta 253.01 Provisiones Genéricas Voluntarias, existen varios tipos de provisiones genéricas, entre las que se encuentran aquellas asociadas a pérdidas inesperadas.

<sup>10</sup> El Coeficiente de Adecuación Patrimonial se calcula a partir del cociente entre el Patrimonio Neto y los Activos Ponderados por Riesgo (*Risk Weight Asset – RWA*) del Banco, el numerador está conformado por el Capital Primario (TIER I) y el Capital Suplementario que puede variar de acuerdo a norma. El denominador está conformado por los RWA, que de acuerdo con el Acuerdo de Capital (BASILEA I), son Activos ponderados de acuerdo a su Riesgo de Crédito relativo, calculados mediante la multiplicación del Coeficiente de Ponderación de Riesgo (*Risk Weight – RW*) con el Valor Nominal de cada Activo dentro de la Hoja de Balance. Para el caso de Operaciones Fuera de Balance, se hace una conversión previa del Valor Nominal a montos equivalentes de carácter crediticio dentro del Balance, utilizando Factores de Conversión del Crédito (*Credit Conversion Factor – CCF*) antes que los RW sean aplicados. Los RW y los CCF son establecidos discrecionalmente por la Autoridad Supervisoras [10].

<sup>11</sup> El Método basado en calificaciones internas (IRB), a su vez se subdivide en método básico y esquema avanzado. La diferencia radica en el hecho que bajo el primer esquema, la EIF debe calcular internamente la Probabilidad de Incumplimiento (PI) asociada a cada una de las calificaciones de sus prestatarios; este cálculo puede ser realizado utilizando cualquiera de las metodologías de *scoring* mencionadas en el punto anterior, pero deberán utilizar las estimaciones suministradas por el regulador con relación a los demás componentes del riesgo, vale decir, la Pérdida dado el Incumplimiento (PDI) y Exposición al Momento del Incumplimiento (E), estos tres parámetros bajo el esquema de Basilea se denominan “componentes de riesgos”. Por su parte, bajo el esquema avanzado, la EIF debe calcular internamente todos los componentes del riesgo y, al igual que en el anterior caso, también puede utilizar las metodologías de *scoring*.

#### 4.1. Método Estándar

Bajo este enfoque, la medición del riesgo de crédito de los activos se realiza con base en calificaciones o ratings externos otorgados por una empresa calificadora de riesgo de reconocido prestigio internacional<sup>12</sup>. Para ello, de cara a estimar los activos ponderados por riesgo de crédito, a las exposiciones netas de previsión específica se aplica un coeficiente de ponderación en función a la calificación de riesgo. Este método es considerado como una extensión del método utilizado en la actualidad y propuesto en el primer Acuerdo de Capital, ligeramente más sensible al riesgo [3].

#### 4.2. Método Basado en Calificaciones Internas

Este método es más sofisticado que el anterior, debido a que incorpora nuevos conceptos relacionados con la medición del riesgo de crédito.

Bajo un esquema de calificaciones internas, se deben calcular los componentes del riesgo de una determinada operación y cuantificar el requerimiento de capital y provisiones correspondientes a esa exposición. Estos cálculos deberán ser realizados mediante la utilización de información interna de cada entidad, debidamente validada.

##### 4.2.1. Componentes del riesgo

De acuerdo con Robert *et. al.* [4] bajo este método se reconocen cinco componentes del riesgo de crédito:

##### a) Probabilidad de Incumplimiento (PI)

La Probabilidad de Incumplimiento se refiere a la probabilidad de que un deudor incumpla sus obligaciones con la Entidad de Intermediación Financiera en cualquier grado. La probabilidad de incumplimiento se encuentra en función a una tasa de riesgo, un intervalo de tiempo y el momento o punto del tiempo donde se analiza el evento de incumplimiento.

##### b) Intensidad del Incumplimiento<sup>13</sup> (IC)

También conocida como tasa de riesgo [9], es una medida que permite evaluar la probabilidad condicional de incumplimiento a lo largo de un periodo de tiempo con amplitud  $\Delta t$ , tal que no hubo un incumplimiento previo. La Tasa de Riesgo  $\lambda(t)$ , en el momento  $t$  se define como  $\lambda(t)\Delta t$ , ésta representa la probabilidad de incumplimiento entre el periodo  $t$  y  $\Delta t$ , condicionado a que no existe incumplimiento entre el periodo cero y el periodo  $t$ .

##### c) Pérdida dado el Incumplimiento (PDI)

La PDI estima la pérdida que asume una Entidad Financiera una vez que se ha producido el evento de incumplimiento; corresponde a la diferencia entre el monto adeudado y el valor presente neto de realización de la(s) garantía(s) que respaldan la(s) operación(es).

En otras palabras, este indicador de severidad mide la pérdida que sufriría el acreedor después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos que han sido incumplidos y puede estimarse como  $1 - TR$ , donde "TR" es la Tasa de Recuperación (en porcentaje)<sup>14</sup>. Se entiende como tasa de recuperación a la relación entre el saldo incumplido, neto de recuperaciones por concepto de capital y otros, y el saldo total incumplido<sup>15</sup>.

##### d) Exposición al Momento del Incumplimiento (E)

La exposición al momento del incumplimiento es el monto total comprometido por el deudor en el momento en que ocurre el incumplimiento; en consecuencia, su estimación comprende, además de la deuda directa contraída por el deudor, la exposición potencial por operaciones contingentes que podrían convertirse en cartera en el futuro.

##### e) Maduración (M)

Representa el vencimiento efectivo, que calcula el plazo de vencimiento económico restante de una exposición (medido por  $T - t$ ). La maduración se calcula sobre la base del plazo residual de la operación.

<sup>12</sup> Las tres calificadoras de riesgo más importantes a nivel mundial son: Moody's Investors Service, Standard & Poor's Corporation y Fitch Ratings.

<sup>13</sup> En inglés se traduce como *default intensity*.

<sup>14</sup> De acuerdo a Altman [11], la evidencia empírica muestra que existe una correlación negativa entre la Probabilidad de Incumplimiento y las tasas de recuperación, lo cual lleva a concluir que el riesgo de recuperación puede considerarse como un riesgo sistemático y como tal, éste deberá incluir una prima de riesgo.

<sup>15</sup> Se sugiere que este indicador se mida por tipo de cartera, región geográfica y sector económico.

#### 4.2.2. Cálculo de las pérdidas

Una vez efectuado el cálculo de los componentes del riesgo, el siguiente paso es estimar las pérdidas por riesgo de crédito.

##### a) Pérdida Esperada (PE)

En base a la probabilidad de incumplimiento (PI), la pérdida dado el incumplimiento (PDI), la exposición (E) y maduración de la operación (M). La pérdida esperada se encuentra en función de estas variables [4]:

$$PE = f(PI, PDI, E, M) \quad (5)$$

Por lo tanto, se interpreta que la pérdida esperada es una pérdida media o promedio basada en los parámetros de frecuencia (PI) y severidad (PDI), aplicados a la exposición por riesgo de crédito (E) según su maduración (M).

Este modo de medir la pérdida esperada constituye una acción proactiva en el sentido de asumir ex - ante las medidas necesarias para cubrir las pérdidas estimadas, sin tener que esperar a que la operación llegue a una situación de incumplimiento para recién empezar a prever por el riesgo de crédito asociado a esa operación.

Es importante destacar que el cálculo de la pérdida esperada se debería realizar a nivel de operaciones individuales para posteriormente llevar a nivel de la cartera general.

##### b) Valor Presente de la Pérdida Esperada (VPPE)

Robert *et. al.* [4] indica que representa el precio máximo que un agente económico (por ejemplo una EIF) estaría dispuesta a pagar a un tercero con el propósito de retirar completamente el riesgo crediticio de una operación. Al pagar esta prima, se lograría transformar una deuda riesgosa (un bono con riesgo) en una operación libre de riesgo crediticio (bono libre de riesgo), bajo el supuesto que el tercero (denominado el Asegurador) no incurre en riesgo de incumplimiento.

El VPPE es una de las medidas de riesgo crediticio más complejas de calcular debido a que se requiere realizar dos modificaciones a la pérdida esperada. En primer lugar modificar las probabilidades para registrar el riesgo de los flujos de caja<sup>16</sup>. La segunda modificación es incluir el concepto del valor del dinero en el tiempo en los cálculos para traer a valor presente la PE. Estos dos ajustes pueden traer como resultado una disminución o un incremento del VPPE respecto a la PE [4].

##### c) Pérdida Inesperada (PIN)

A diferencia de la PE, que representa una medida promedio, la PIN es una medida de dispersión respecto a la media de las pérdidas por riesgo de crédito.

El cálculo de la PIN requiere de un nivel de confianza asociado, puesto que como se mencionó anteriormente la PIN captura la dispersión alrededor del promedio y, al aumentar el nivel de confianza, se pretende cubrir una pérdida potencial severa que se podría situar en un nivel muy alejado del promedio [3].

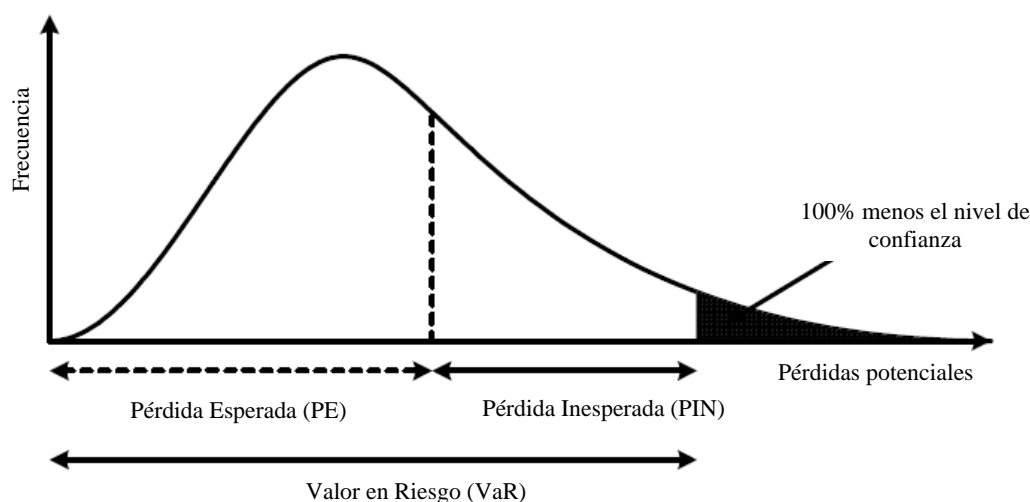
Las prácticas internacionales relacionadas con la cobertura de pérdidas sugieren que las PE se cubran a través de la constitución de provisiones, en tanto que las PIN mediante requerimientos de capital [13]<sup>17</sup>.

La relación entre PE y PIN puede ilustrarse a través de la siguiente Figura 1<sup>18</sup>:

<sup>16</sup> Esto se logra a partir de una valoración neutral al riesgo, que constituye un método utilizado en el análisis de opciones financieras Ver Hull [12].

<sup>17</sup> Sobre el tema se puede consultar el trabajo sobre Requerimientos de Capital por Riesgo Crediticio bajo el Acuerdo de Basilea II Implicaciones para el sistema Bancario Boliviano [14].

<sup>18</sup> Una de las técnicas para poder realizar una estimación de la Pérdida Inesperada es a través del Valor en Riesgo (VaR), específicamente los modelos de *Credit VaR*. Este tipo de modelos buscan encontrar el valor mínimo de un activo o pasivo a lo largo del tiempo para un determinado nivel de confianza (por ejemplo 95%, o 99%) [17].



**Figura 1** - Relación entre la Pérdida Esperada y la Pérdida Inesperada

Fuente: Elaborado en base a publicación del BIS<sup>19</sup> [13]

#### 4.2.3. Modelos Estructurales

Los modelos estructurales fueron originados para comprender la economía de las deudas de una empresa y se construyen a partir de la teoría de opciones financieras [4]. Los modelos estructurales subyacen las probabilidades de incumplimiento y análisis de crédito en la metodología proporcionadas por Moody's en su modelo KMV o Kamakura Corporation [7].

Para la comprensión de estos modelos siguiendo a Robert *et. al.* [4] se considera el caso de una empresa que tiene Activos cuyo valor en el punto  $t$  es  $A_t$ . Sus pasivos consisten de una emisión de deuda con un Bono cupón cero con valor de carátula igual a  $K$ , el cual madura en el periodo  $T$ , el valor del Bono en el momento  $t$  es igual a  $D(t,T)$ ; el valor del patrimonio en el punto  $t$  se denomina  $S_t$ . Consecuentemente se puede expresar el valor de los activos a través de la identidad contable:

$$A_t = D(t, T) + S_t \quad (6)$$

Los accionistas de esta empresa tendrán responsabilidad limitada respecto a sus pasivos<sup>20</sup>, vale decir que la responsabilidad de los accionistas respecto a los tenedores de deuda se extiende sólo a los activos de la empresa y no así su patrimonio personal.

Si los accionistas deciden pagar su deuda en el momento  $T$ , estos pagarán la deuda únicamente si el valor de los activos excede al valor de la deuda, en caso contrario los accionistas incumplirán con el pago de la deuda, por lo tanto el valor de los activos se puede expresar de la siguiente forma [4]:

$$S_T = \begin{cases} A_T - K & \text{if } A_T \geq K \\ 0 & \text{if } A_T < K \end{cases} = \max[A_T - K, 0] \quad (7)$$

La ecuación (7) permite ver la analogía que tiene el valor de las acciones con una opción de compra<sup>21</sup>; siendo que el patrimonio de la empresa tiene los mismos pagos que una Opción de Compra Europea con precio de ejercicio  $K$  y maduración  $T$ .

Para el caso de los tenedores de bonos, en el momento  $T$  la deuda tendrá un valor de<sup>22</sup>:

$$D(T, T) = \begin{cases} K & \text{if } A_T \geq K \\ 0 & \text{if } A_T < K \end{cases} = \min[K, A_T] \quad (8)$$

Estas relaciones se reflejan en las siguientes implicaciones:

<sup>19</sup> Por sus siglas en inglés Bank for International Settlements.

<sup>20</sup> Esta responsabilidad limitada constituye la base para realizar la analogía entre el patrimonio de la empresa y las opciones financieras de compra.

<sup>21</sup> Ver Hull [12].

<sup>22</sup> Tener la deuda es equivalente a tener una posición larga en un bono libre de riesgo que paga  $K$  al vencimiento en el periodo  $T$  y simultáneamente vender una opción Europea de venta sobre los activos con un precio de ejercicio de  $K$  y maduración  $T$ .



- La probabilidad de que se incumpla con el pago de la deuda en el punto T es igual a la probabilidad de que el valor de los activos sea menor al valor de la deuda.
- La pérdida dado el incumplimiento será igual a la diferencia entre el valor de carátula K y el valor de los activos  $A_t$ .

Como señala Robert *et. al.* [4] para determinar el riesgo crediticio de una empresa utilizando un Modelo Estructural es necesario formular un conjunto de supuestos, que permitan valorar opciones de compra y venta, estos supuestos son los siguientes<sup>23</sup>:

- Los activos se negocian en mercados sin fricciones<sup>24</sup> y se encuentran libres de oportunidades de arbitraje<sup>25</sup>.
- La tasa de interés libre de riesgo es constante a lo largo del tiempo<sup>26</sup>.
- En el momento T el valor de los activos de la empresa tiene una distribución lognormal con media  $\mu T$  y varianza  $\sigma^2 T$ .

Por tanto, el valor del patrimonio se puede calcular como [4]:

$$S_t = A_t N(d_1) - Ke^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (9)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{K}\right) + r(T-t) + \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (10)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (11)$$

$N(\cdot)$  representa la función de distribución normal estándar acumulada, con medio 0 y varianza 1 y  $r$  representa una tasa libre de riesgo.

El valor de la Deuda puede calcularse a partir de la identidad contable planteada en la ecuación (6), reemplazando en la ecuación (9), se obtiene:

$$D(t, T) = A_t N(-d_1) + Ke^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (12)$$

- El primer término de la ecuación  $A_t N(-d_1)$ , corresponde al valor actual del pago de la deuda si se produce el incumplimiento.
- El segundo término  $Ke^{-r(T-t)} N(d_2)$ , corresponde al valor presente del pago de la Deuda si el incumplimiento no ocurre. La probabilidad neutral al riesgo de que la deuda no entre en incumplimiento es igual a  $N(d_2)$ .

A partir del modelo formulado a continuación se presentan las medidas de riesgo crediticio [4]:

▪ **Probabilidad de Incumplimiento (PI):**

$$prob(A_T < K) = 1 - prob(A_T \geq K) = 1 - N(b_2) \quad (13)$$

donde:

$$b_1 = \frac{\ln\left(\frac{A_t}{K}\right) + \mu(T-t) + \frac{1}{2}\sigma^2(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (14)$$

$$b_2 = b_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (15)$$

siendo  $\mu$ , la rentabilidad de los activos<sup>27</sup>.

<sup>23</sup> Estos supuestos son idénticos a los supuestos del Modelo de Black-Scholes para la valoración de opciones financieras.

<sup>24</sup> Se refiere a que no existen costos de transacción, que los mercados son líquidos, donde no existe un diferencial bid-ask.

<sup>25</sup> Se refiere que el precio de los activos es observable todo el tiempo por lo que no existen oportunidades para obtener ganancias por arbitraje.

<sup>26</sup> Este modelo asume que no existe un riesgo de tasas de interés, por lo que las tasas permanecen constante en el tiempo.

<sup>27</sup> Esta rentabilidad será igual al costo promedio ponderado del capital (WACC).

- **La Pérdida Esperada (PE)**<sup>28</sup>:

$$PE = KN(-b_2) - A_t e^{u(T-t)} N(-b_1) \quad (16)$$

- **Valor Presente de la Pérdida Esperada (VPPE):**

$$KP(t, T) - D(t, T) = Ke^{-r(T-t)} N(-d_2) - A_t N(-d_1) \quad (17)$$

donde  $P(t, T) = e^{-r(T-t)}$ , es el precio en el punto t, de un bono libre de riesgo con maduración en T.

#### 4.2.4. Modelos de Forma Reducida

Robert *et. al.* [4] también desarrolla este tipo de modelos y manifiesta que los mismos se originan para superar una de las debilidades más importantes que presentan los Modelos Estructurales: “El supuesto de que los activos de la empresa son negociados<sup>29</sup>”. Los Modelos de Forma Reducida remplazan este supuesto por uno más robusto, “algunas de las deudas de la empresa son negociadas”. Se denominan forma reducida porque los supuestos se imponen sobre las salidas generadas por el modelo estructural (la PI y la PDI) en lugar de la estructura del balance general como tal.

Los supuestos del Modelo en Forma Reducida son los siguientes [4]:

- La empresa tiene bonos cupón cero que se negocian mercados sin fricciones y libres de arbitraje.
- La tasa de interés libre de riesgo r es estocástica<sup>30</sup>.
- El estado de la economía puede describirse a partir de un vector con variables estocásticas  $X_t$ , que representan los factores macroeconómicos que impactan en la economía en el tiempo t<sup>31</sup>.
- La empresa incumple con sus deudas en un periodo aleatorio t, donde la probabilidad de incumplimiento a lo largo de un periodo  $[t, t+\Delta]$  cuando la economía se encuentra en un periodo  $X_t$ , se encuentra dada por  $\lambda(X_t)\Delta$ <sup>32</sup>.
- Dado el vector de estado con variables macroeconómicas, el incumplimiento de la empresa representa un riesgo idiosincrático<sup>33</sup>.
- Dado el incumplimiento, el porcentaje de pérdida sobre la deuda de una empresa se encuentra entre 0 y 1.

Las medidas de riesgo considerando el caso donde PI y PDI se mantienen constantes, son las siguientes:

- Probabilidad de Incumplimiento  $\lambda(X_t) = \lambda$ , lo que implica que no depende de las variables de estado de la economía.
- El precio de un Bono cupón cero tiene la siguiente forma:

$$D(t, T) = Ke^{\lambda\gamma(T-t)} P(t, T) \quad (18)$$

donde P(t,T) es el precio de un bono libre de riesgo que paga 1 en el tiempo T,  $\gamma$  representa la pérdida dado el incumplimiento.

- El porcentaje de pérdida esperada por año  $\lambda\gamma$  es igual a la Probabilidad de incumplimiento por año multiplicado por el porcentaje de pérdida dado el incumplimiento.

- **La Probabilidad de Incumplimiento (PI) a lo largo del periodo [0,T]:**

$$prob(t \leq T) = 1 - e^{-\lambda(T-t)} \quad (19)$$

- **La Pérdida Esperada (PE):**

$$K[1 - e^{-\lambda\gamma(T-t)}] \quad (20)$$

<sup>28</sup> Como se puede apreciar en la ecuación, esta pérdida se encuentra en función del nivel de exposición K, la probabilidad de incumplimiento  $1-N(b_2)$ , la maduración T, y la recuperación  $A_t$ .

<sup>29</sup> Los activos de una empresa no son negociados, en realidad se pueden negociar en los mercados financieros acciones (Patrimonio) o Bonos (Deuda).

<sup>30</sup> Este supuesto permite incorporar el riesgo de tasas de interés.

<sup>31</sup> Estas variables pueden incluir la tasa libre de riesgo, la tasa de inflación, el nivel de desempleo, la tasa de crecimiento del PIB, etc.; corresponde destacar que su comportamiento y evolución es completamente arbitraria.

<sup>32</sup> Este supuesto permite modelar el incumplimiento mediante un proceso de Cox, similar al desarrollado en el punto de Tasa de Riesgo [4].

<sup>33</sup> Es el Riesgo específico de un activo financiero. El Riesgo idiosincrático tiene poca o ninguna correlación con el riesgo de mercado, y por lo tanto puede ser mitigado o eliminado de una cartera mediante el uso de una adecuada diversificación.

- **El Valor Presente de la Pérdida Esperada (VPPE):**

$$KP(t, T) - D(t, T) = KP(t, T) \left[ 1 - e^{-\lambda \gamma (T-t)} \right] \quad (21)$$

#### 4.2.5. Clasificación de créditos de acuerdo a Normativa

La Gestión de Riesgo Crediticio en las EIF de Bolivia, se desarrolla en base a las directrices establecidas en la Recopilación de Normas emitida por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI). Si bien en dicha normativa se mencionan los Modelos Internos, en la práctica dichas instituciones no requieren realizar el cálculo de las medidas de riesgo: PE, VPPE, PI.

La Normativa directamente dispone la aplicación de un régimen de provisiones a partir de una Calificación de la Cartera de Créditos, concretamente el Libro 3° de la Recopilación de Normas para Servicios Financieros en su Título II - Riesgo Crediticio, Capítulo IV, desarrolla el Reglamento para la Evaluación y Calificación de Cartera de Créditos, en función al tipo de crédito<sup>34</sup>, los prestatarios deben ser calificados en 6 diferentes tipos de categorías (de la A - F), con el objetivo de aplicar el Régimen de Provisiones<sup>35</sup>, el cuál se utiliza como mecanismo de reconocimiento económico del riesgo crediticio y a la vez para la cobertura incorporando sus efectos en el Estado de Resultados de cada EIF.

Para el caso de créditos empresariales, las EIF deberán centrar su análisis en la capacidad de pago del deudor, y la calificación se debe realizar en base a los criterios establecidos en el Artículo 5. Respecto a los créditos de PYME se pueden aplicar los criterios de créditos empresariales o en base a los criterios de calificación para microcréditos. Para el caso de créditos de vivienda, créditos de consumo y microcréditos los criterios de calificación se basan fundamentalmente en la morosidad de la operación por el número de días de mora (Art. 7 y 8).

De acuerdo a la recopilación de Normas, como resultado de la evaluación y calificación de la cartera las entidades financieras deben constituir provisiones específicas, las cuales constituyen un reconocimiento explícito y anticipado de una pérdida ocasionada por un evento crediticio. Las tablas de previsión para los diferentes tipos de crédito se encuentran detalladas en la Sección 3 del Capítulo IV correspondiente al Título III de Riesgo Crediticio.

Respecto a la gestión patrimonial el Título VI en su Capítulo I, Sección 1 y 2 reglamento la suficiencia patrimonial y la ponderación de activos y contingentes por riesgo, dicha norma establece 6 categorías de ponderación (existen activos ponderados al 0%, 10%, 20%, 50%, 75% y 100%.) [15].

## 5. COBERTURA DE RIESGO CREDITICIO

La cobertura o mitigación del riesgo de crédito consiste en la aplicación de medidas dirigidas a atenuar el efecto en la posición financiera de una EIF, que podría producir la materialización de este riesgo. Por lo tanto, la mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo de crédito en su totalidad; en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, por lo que sólo es posible atenuarlas [3].

Las estrategias más usuales para cubrir el riesgo crediticio, se dan a través de: i) garantías, ii) productos estructurados y iii) el reconocimiento de provisiones por incobrabilidad<sup>36</sup>.

### 5.1. Garantías

De acuerdo con Mavila [16] las garantías pueden ser dos tipos: i) Personales, representan la obligación que contrae una persona natural o jurídica de respaldar el pago de una obligación crediticia. Se formalizan mediante la suscripción de instrumentos establecidos por ley y ii) Reales, es aquella que se constituye cuando el deudor, o una tercera persona, compromete un elemento determinado de sus activos para garantizar el cumplimiento de la obligación contraída. El Patrimonio puede ser: i) sobre inmuebles hipotecas, ii) sobre muebles prendas, iii) sobre patrimonios el factoraje o fideicomisos, etc.

Las garantías forman parte integrante del proceso crediticio, por lo cual la EIF debe tener como política mantener un registro actualizado de las mismas y los antecedentes necesarios que demuestren su existencia, protección y tasación en los casos que corresponda [3].

<sup>34</sup> El Artículo 2 de la Sección 2 desarrolla un total de 5 tipos de créditos: Empresarial, PYME, Microcrédito, de Vivienda, de Consumo.

<sup>35</sup> Se trata de un constituir provisiones específicas diferenciadas por moneda sobre el saldo de crédito directo y contingente de los prestatarios de acuerdo a porcentajes fijados por Norma, en la Sección 3 Artículo 1.

<sup>36</sup> Este punto de provisiones ya fue desarrollado en el acápite 4.2.5. Clasificación de Créditos de acuerdo a Normativa.

## 5.2. Productos Estructurados

Existe una amplia gama de productos financieros de cobertura de riesgo, en principio se encuentran los derivados de crédito. Hull [12] muestra que se tratan de instrumentos financieros que permiten a las empresas negociar el riesgo crediticio en una forma similar a la que se negocian los riesgos de mercado. Los bancos y otras entidades financieras pueden administrar activamente su riesgo crediticio.

Fabozzi [17] explica que entre los derivados más usuales se encuentran las Permutas de Incumplimiento Crediticio<sup>37</sup> (CDS), son contratos derivados entre dos partes: un comprador del riesgo crediticio respecto a un vendedor de la protección, en la cual el comprador realiza una serie de pagos en efectivo y recibe el compromiso de ser compensado por las pérdidas de crédito que resultan de un evento de incumplimiento.

Por otro lado se tienen los instrumentos emergentes de proceso de Titularización de Créditos, Hull [12] señala entre los más importantes a los Títulos Respaldados por Activos<sup>38</sup> (ABS), donde se emiten títulos creados a partir de un portafolio de préstamos, bonos, hipotecas y otros activos financieros, mediante la creación de un Vehículo de Propósito Especial, por medio de la constitución de un patrimonio autónomo. Un tipo de ABS es conocido como Obligaciones de Deuda Colateralizada<sup>39</sup> (CDO) [17], en el cual los activos que son titularizados son bonos emitidos por corporaciones.

## 6. APLICACIÓN

En el presente acápite se desarrolla la aplicación de conceptos a un estudio de caso para un crédito empresarial utilizando “datos simulados”. En principio se presentan los fundamentos generales de una empresa que solicita un crédito a una EIF, así como las variables que fueron utilizadas para la proyección de los estados financieros y los flujos de caja para un periodo de 5 años. Posteriormente en base a los resultados obtenidos se realiza una estimación de los indicadores para medir el riesgo crediticio de la operación utilizando los modelos previamente expuestos (Modelo Estructural y Modelo en Forma Reducida), posteriormente se determinan los niveles de previsiones y requerimientos de capital de acuerdo a la Normativa vigente y finalmente se comparan los resultados alcanzados.

En la Tabla 1 se presentan los datos generales de la empresa y los parámetros utilizados para la proyección de sus Estados Financieros.

**TABLA 1 - DATOS DE LA EMPRESA Y PARÁMETROS PARA LA PROYECCIÓN FINANCIERA**

Descripción	Datos
Rubro	Producción
Antigüedad de la empresa	5 años
Cantidad de Empleados	20
Categoría de la empresa <sup>40</sup>	Pequeña – Índice 0.076
Créditos obtenidos anteriormente	3
Créditos obtenidos durante la última gestión	2
Estado Civil del propietario	Casado
Situación Laboral del solicitante	Propietario del negocio
Género del solicitante de crédito	Mujer
Monto solicitado	22,755 Bs.
Destino del crédito	Activos Fijos (Adquisición de un equipo)
Garantía	Personal
Costo de la Deuda	7% anual <sup>41</sup>
Tasa Libre de riesgo	4.5% anual
Costo del Patrimonio	14% <sup>42</sup>

<sup>37</sup> Por sus siglas en Inglés CDS *Credit Default Swaps*.

<sup>38</sup> Por sus siglas en Inglés ABS *Asset Backed Securities*.

<sup>39</sup> Por sus siglas en Inglés CDO *Collateralized Debt Obligation*.

<sup>40</sup> Esta categoría se la determina en base a la estratificación de empresa de la ASFI, (ver Vargas [18]) tomando en cuenta Ventas por 2,359,800 Bs. un Patrimonio de 671,600 Bs. y 20 empleados.

<sup>41</sup> De acuerdo a DS. 2055 para pequeñas empresas productivas.

<sup>42</sup> Se está considerando una prima de riesgo del patrimonio del 7% respecto al costo de la deuda.

Descripción	Datos
Costo Promedio Ponderado del Capital	9.6%
Tasa de crecimiento anual aplicable a las cuentas de los Estados Financieros, utilizada para la proyección.	5% anual
Política de pago de dividendos	Dividendo igual al FCFE <sup>43</sup>
Tasa de pago de dividendos de largo plazo ( <i>Payout Ratio</i> )	56%
Margen neto de largo plazo (Utilidad Neta/Ventas)	9%
Eficiencia de Activos Totales (Ventas/Activos Totales)	1.5
Apalancamiento (Deuda/Patrimonio)	1.3 con tendencia a 1 después de 5 años
Tasa de reinversión neta en Activos	22%

Fuente: Elaboración propia.

El Estado de Resultados expuesto en la Tabla 2 fue proyectado utilizando una tasa de crecimiento del 5% anual para cada uno de sus componentes (excepto los gastos por intereses y los impuestos).

La Tabla 2 refleja que los resultados proyectados son positivos en todos los periodos, se estiman beneficios positivo durante todas las gestiones con una tasa de crecimiento promedio de 0.57% anual. En cuanto al nivel de rentabilidad del negocio se reporta un margen bruto del 51%, un margen operativo del 14% y un margen neto del 10%. La cobertura de intereses es de aproximadamente 12 veces medida por la Utilidad Operativa y de 16 veces por las Utilidades Antes de Intereses Impuestos Depreciaciones y Amortizaciones.

**TABLA 2 - ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO (EXPRESADO EN BOLIVIANOS)**

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ingresos Netos	2,359,800	2,477,79	2,601,680	2,731,763	2,868,352	3,011,769
Costo de venta	1,145,600	1,202,88	1,263,024	1,326,175	1,392,484	1,462,108
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>1,214,200</b>	<b>1,274,91</b>	<b>1,338,656</b>	<b>1,405,588</b>	<b>1,475,868</b>	<b>1,549,661</b>
Gastos de sueldos y salarios	412,300	432,915	454,561	477,289	501,153	526,211
Gastos de depreciación Edificios	7,400	8,344	9,435	10,642	11,976	13,452
Gastos de depreciación Equipos	97,800	110,831	125,313	141,342	159,071	178,666
Otros Gastos de operaciones	357,700	375,585	394,364	414,082	434,787	456,526
<b>Gastos Totales</b>	<b>875,100</b>	<b>494,760</b>	<b>529,112</b>	<b>566,066</b>	<b>605,834</b>	<b>648,644</b>
<b>Utilidad Operativa (EBIT)</b>	<b>339,100</b>	<b>347,235</b>	<b>354,982</b>	<b>362,233</b>	<b>368,881</b>	<b>374,806</b>
Ganancias por la venta de equipos	20,500	-	-	-	-	-
Gastos de intereses	28,525	28,525	28,879	29,250	29,641	30,050
<b>Utilidad antes de Impuestos (EBT)</b>	<b>335,000</b>	<b>318,710</b>	<b>326,104</b>	<b>332,983</b>	<b>339,240</b>	<b>344,756</b>
Impuestos	83,750	79,677	81,526	83,246	84,810	86,189
<b>Utilidad Neta</b>	<b>251,250</b>	<b>239,032</b>	<b>244,578</b>	<b>249,737</b>	<b>254,430</b>	<b>258,567</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración del Balance General las cuentas de activos corrientes y pasivos de corto plazo fueron proyectadas con un crecimiento del 5% anual, el cual también fue considerado para el crecimiento de los activos fijos netos, respecto a los Fondos Adicionales Necesarios, se aplicó una política de financiamiento de 50% por medio de deuda y de 50% por medio de aportes de los socios orientada a alcanzar una relación de Deuda a Patrimonio igual a 1, los resultados se presentan en la Tabla 3.

Los datos expuestos en la Tabla 3 permiten apreciar que el Capital de Trabajo es positivo durante todos los años, la Razón Corriente es de 1.25 y la prueba Ácida es igual a 0.44. El Ciclo Operativo medido a través del Periodo Promedio de Inventarios y el Periodo Promedio de Cuentas por Cobrar es de 137 días mientras que el Ciclo de conversión del Efectivo es de 25 días, estos elementos muestran una situación aceptable de la empresa para poder cumplir con sus obligaciones a corto plazo. El nivel de endeudamiento es razonable ya que se encuentra en el orden de 1.29 (medido por

<sup>43</sup> Por sus siglas en ingles *Free Cash Flow to Equity*, ver Vargas [5].

la relación Deuda Total/Patrimonio) aunque tiene tendencia a la baja. La rentabilidad de los activos (ROA) es de 14% mientras que la rentabilidad del Patrimonio (ROE) alcanza a 33%, en ambos casos con una ligera tendencia a la baja, finalmente la eficiencia de los Activos (Ventas/Activos Totales) presenta una relación de 2 a 1 [19].

**TABLA 3 - BALANCE GENERAL PROYECTADO (EXPRESADO EN BOLIVIANOS)**

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Efectivo	101,100	106,155	111,463	117,036	122,888	129,032
Cuentas por Cobrar	101,200	106,260	111,573	117,152	123,009	129,160
Inventario	398,400	418,320	439,236	461,198	484,258	508,471
Gastos pagados por	15,500	16,275	17,089	17,943	18,840	19,782
<b>Total Activos Circulantes</b>	<b>616,200</b>	<b>647,010</b>	<b>679,361</b>	<b>713,329</b>	<b>748,995</b>	<b>786,445</b>
Terreno	51,000	51,000	51,000	51,000	51,000	51,000
Edificios	368,000	417,222	471,741	532,081	598,820	672,587
Equipos	879,800	997,478	1,127,819	1,272,079	1,431,635	1,607,995
Depreciación acumulada	344,300	463,475	598,223	750,207	921,254	1,113,372
Total Activos Fijos Netos	954,500	1,002,225	1,052,336	1,104,953	1,160,201	1,218,211
<b>Total Activos</b>	<b>1,570,700</b>	<b>1,649,235</b>	<b>1,731,697</b>	<b>1,818,282</b>	<b>1,909,196</b>	<b>2,004,655</b>
Cuentas por pagar	358,800	376,740	395,577	415,356	436,124	457,930
Sueldos y salarios por pagar	8,500	8,925	9,371	9,840	10,332	10,848
Intereses por pagar	6,200	6,510	6,836	7,177	7,536	7,913
Impuestos por pagar	5,500	5,775	6,064	6,367	6,685	7,020
Otros pasivos devengados	112,600	118,230	124,142	130,349	136,866	143,709
<b>Total Pasivos de corto plazo</b>	<b>491,600</b>	<b>516,180</b>	<b>541,989</b>	<b>569,088</b>	<b>597,543</b>	<b>627,420</b>
Deuda de largo plazo	407,500	407,500	412,555	417,863	423,436	429,288
Acciones Comunes	375,000	375,000	380,055	385,363	390,936	396,788
Utilidades Retenidas	296,600	340,445	386,482	434,821	485,577	538,871
<b>Total Pasivos y Patrimonio</b>	<b>1,570,700</b>	<b>1,649,235</b>	<b>1,731,697</b>	<b>1,818,282</b>	<b>1,909,196</b>	<b>2,004,655</b>

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la proyección del Estado de Resultados y del Balance General, en la Tabla 4 se expone el Estado de Flujo de Caja Proyectado así como la proyección de los Flujos de Caja Libre de la Firma (FCFF) y Flujo de Caja Libre del Patrimonio (FCFE) [5].

**TABLA 4 - ESTADO DE FLUJO DE CAJA PROYECTADO (EXPRESADO EN BOLIVIANOS)**

	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Efectivo de las actividades de operación</b>	<b>357,033</b>	<b>378,092</b>	<b>400,425</b>	<b>424,117</b>	<b>449,257</b>
Flujo de actividades de inversión	-166,900	-184,859	-204,601	-226,295	-250,128
Flujo de actividades de financiamiento	10,110	10,615	11,146	11,704	12,289
<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>200,242</b>	<b>203,848</b>	<b>206,971</b>	<b>209,526</b>	<b>211,418</b>
Saldo Final de Efectivo	106,155	111,463	117,036	122,888	129,032
<b>Flujo de Caja Libre de la Firma (FCFF)</b>	<b>211,526</b>	<b>214,892</b>	<b>217,763</b>	<b>220,053</b>	<b>221,667</b>
<b>Flujo de Caja Libre del Patrimonio (FCFE)</b>	<b>195,187</b>	<b>198,540</b>	<b>201,398</b>	<b>203,674</b>	<b>205,273</b>

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4 muestra un Flujo de Actividades de Operación positivo y mayor al Flujo de Actividades de Inversión en todas las gestiones; el Flujo de Actividades de Financiamiento permite evidenciar una relación de Deuda a Patrimonio igual a uno. Finalmente tanto el FCFF como el FCFE reportan resultados positivos aunque con un crecimiento

moderado. Todos estos elementos respaldan la capacidad que tiene la empresa para cumplir con el pago de capital e intereses, lo cual permite asignar una calificación<sup>44</sup> de crédito empresarial al caso de análisis dentro de la Categoría A.

### 6.1. Modelo Estructural

Para la aplicación del Modelo Estructural es necesario estimar el valor de los activos que tiene la empresa<sup>45</sup>, para lo cual de acuerdo con Vargas [5] y [18] se realizará el cálculo a partir del FCFF descontado al Costo Promedio Ponderado del Capital, tal y como se presenta en la Tabla 5.

**TABLA 5 - ESTIMACION DEL VALOR DE MERCADO DE LOS ACTIVOS DE LA EMPRESA**

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Tasa de descuento (WACC)	10%					
Tasa de crecimiento de largo plazo (g) (1)	3.0%					
FCFF (Tabla 3)		211,526	214,892	217,763	220,053	221,667
Valor Final con crecimiento constante						3,429,752
Valor Presente	<b>2,995,715</b>	192,954	178,814	165,293	152,366	2,306,288

(1) Calculado en base a los parámetros de tasa de reinversión en Activos 22%, y un ROE del 13.5% (Tabla 1).

**Fuente:** Elaboración propia.

Tomando los datos formulados en la Tabla 1 y los resultados obtenidos de las proyecciones, en la Tabla 6 se presentan los parámetros utilizados para la aplicación del Modelo Estructural.

#### 6.2.1. Medición del Riesgo de Crédito

Con el propósito de realizar una evaluación integral, la medición del riesgo de crédito (para el caso simulado) se realizó considerando todos los pasivos que tiene la empresa. En la Tabla 7 se exponen los resultados obtenidos a partir de la aplicación de las ecuaciones (6) a (17) correspondientes al Modelo Estructural.

La estimación del valor de la Deuda es similar al monto reportado en el Balance General de la empresa, por otro lado, el modelo permite estimar el valor del Patrimonio (St) en un monto de aproximadamente 2.09 millones de bolivianos<sup>46</sup>. La tasa de intensidad de riesgo para el periodo de 5 años es de 0.14 y se estima una tasa de recuperación del 56.5%; a partir de estos parámetros la PE al final del periodo es de 54,595 Bs. y el VPPE alcanza a 70,319 Bs.

**TABLA 6 PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL MODELO ESTRUCTURAL**

Descripción	Variable	Valor
Valor de los Activos	At	2,995,715
Tasa de crecimiento de los activos (WACC) ajustada para una composición continua	<i>u</i>	9.19%
Tasa libre de riesgo ajustada para una composición continua	<i>r</i>	4.40%
Valor futuro de la Deuda Total (1)	K	1,208,072
Tiempo de Maduración de la Deuda	T	5
Punto en el cual se realiza la evaluación	<i>t</i>	0
Volatilidad (2)	$\sigma$	40%

(1) Es la sumatoria de los Pasivos de Corto Plazo y la Deuda de Largo Plazo proyectados por la gestión 2019 ajustados por los intereses pagados hasta ese periodo debido a que la variable K representa el valor futuro de una Deuda No Amortizable para un Bono Cupón Cero.

(2) Se realizó una estimación de la volatilidad utilizando el enfoque propuesto por Johanathan Mun [12] a partir de una simulación Montecarlo de los FCFF tomando como variable crítica la tasa de crecimiento del 5% para las cuentas del Estado de Resultados y del Balance General propuesta en la Tabla 1.

**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>44</sup> Esta calificación es asignada de acuerdo a lo establecido en el Artículo 5 de la Sección 2 Capítulo IV del Título III Riesgo de Crédito de la recopilación de normas de la ASFI.

<sup>45</sup> Se trata de estimar un valor de Mercado de los activos Vargas [5] y [20].

<sup>46</sup> Se puede obtener el mismo resultado aplicando el método de flujo de caja descontado, utilizando el FCFE una tasa de descuento del 14% y un crecimiento constante del 6%.

**TABLA 7 MEDICIÓN DEL RIESGO CREDITICIO SOBRE EL TOTAL DE PASIVOS**

Descripción	Variable	Resultado
Valor del Patrimonio	St	2,096,615
Valor de la Deuda	D(t,T)	899,100
Valor de los Activos	At	2,995,715
<b>Intensidad del Incumplimiento</b>	<b>IC</b>	<b>0.140</b>
<b>Pérdida Esperada</b>	<b>PE</b>	<b>54,595</b>
Nivel de Exposición	E	899,100
Pérdida Dado el Incumplimiento	PDI	0.435
<b>Tasa de Recuperación</b>	<b>TR</b>	<b>0.565</b>
<b>Valor Presente de la Pérdida Esperada</b>	<b>VPPE</b>	<b>70,319</b>
Diferencia de Pérdidas Esperadas	PE – VPPE	-15,723
Porcentaje de Previsión Requerida	P%	7.82%

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Modelo en Forma Reducida

El Modelo en Forma Reducida se desarrolla en base al mismo caso supuesto de estudio, sin embargo, la PI y la TR constituyen variables exógenas que deben ser previamente estimadas. Para el caso de la TR se utilizó el resultado obtenido mediante el Modelo Estructural<sup>47</sup> que es de 56.5%, sin embargo, la PI fue estimada mediante un modelo econométrico a partir de la aplicación de una base de datos simulada para créditos destinados a micro y pequeñas empresas.

#### 6.3.1. Descripción de la Base de Datos

Se trabajó con una base de datos de clientes empresariales que recibieron crédito por parte de una EIF, esta base se encuentra conformada por una muestra de 5.008 créditos simulados para pequeñas y medianas empresas<sup>48</sup>.

Para cada crédito se obtuvieron un total de 14 variables, la primera variable está referida al cumplimiento o no de la obligación de deuda, mientras que las restantes 13 variables reflejan las características de cada cliente, cada una de estas variables fueron utilizadas para explicar el comportamiento de pago, cuyo detalle se presenta en la siguiente Tabla 8.

**TABLA 8 - VARIABLES IDENTIFICADAS PARA EL SCORE CREDITICIO**

Variable	Descripción	Código	Signo esperado del estimador Beta
Mora	Cumplimiento o incumplimiento de las obligaciones de deuda	(0) Cumplió (1) Incumplió	Constituye la variable dependiente
Zona	Lugar geográfico de la agencia o sucursal donde se recibe la solicitud.	(0) Zona central (1) Otras zonas	(-)
Antigüedad	Tiempo que el prestatario es cliente de la entidad.	Variable numérica en años.	(-)
Créditos anteriores	Créditos concedidos con anterioridad.	Variable numérica.	(-)
Créditos último año	Créditos concedidos en el último año.	Variable numérica	(-)
Sector	Sector de la actividad de la empresa.	(0) Comercio (1) Agricultura (2) Producción (3) Servicio	(+) o (-)
Destino del Crédito	Uso de los recursos	(0) Capital de trabajo (1) Activos Fijos	(-)
Sexo	Genero del prestatario o titular del crédito	(0) Varón (1) Mujer	(-)
Edad	Edad en el momento de la solicitud del crédito	Variable numérica	(+)

<sup>47</sup> Este resultado se encuentra dentro de los parámetros propuestos por Altman [11].

<sup>48</sup> Las variables consideradas fueron tomadas de Rayo *et. al.* [6].



Variable	Descripción	Código	Signo esperado del estimador Beta
Mora	Cumplimiento o incumplimiento de las obligaciones de deuda	(0) Cumplió (1) Incumplió	Constituye la variable dependiente
Estado Civil	Situación familiar del titular del crédito	(0) Soltero (1) Unidad familiar	(-)
Capacidad	Capacidad de pago del cliente en base a su situación financiera	(0) Suficiente (1) Deficiente	(+)
Garantía	Tipo de garantía aportada por el cliente	(0) Personal (1) Garantía real	(-)
Monto	Importe del crédito	Variable numérica	(-)
Duración	Número de cuotas mensuales del crédito	Variable numérica	(+)

Fuente: Datos simulados para una Entidad Financiera, el tipo de variables y los signos esperados fueron tomados de Rayo [6].

En la Tabla 9 se presenta un resumen estadístico de las variables expuestas previamente.

**TABLA 9 - RESUMEN DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS VARIABLES**

Variable	Descriptivas
Mora	Cumplió 52.1% Incumplió 47.9%
Zona	Zona central 53.5% Otras zonas 46.5%
Antigüedad	Media 8.11 años, Desviación Estándar 4.31 años
Créditos anteriores	Media 1.14, Desviación Estándar 1.45
Créditos último año	Media 1.8, Desviación Estándar 0.83
Sector	Comercio 20.2% Agricultura 38.4% Producción 20.1% Servicio 21.2%
Destino del Crédito	Capital de trabajo 50.6% Activos Fijos 49.4%
Sexo	Hombre 61% Mujer 39%
Edad	Media 38 años, Desviación Estándar 10 años
Estado Civil	Soltero 59.3% Unidad familiar 40.7%
Capacidad	Suficiente 53.5% Deficiente 46.5%
Garantía	Declaración jurada 55% Garantía real 45%
Monto	Media 224.111 Bs., Desviación Estándar 239.725 Bs.
Duración	Media 38.87 cuotas, Desviación Estándar 34.92 cuotas

Fuente: Elaboración propia a partir de la muestra de 5.008 créditos simulados.

### 6.3.2. Estimación del Modelo Econométrico

A partir de los datos identificados se formuló un modelo de regresión logística teniendo como variable dependiente a la mora y como variables explicativas las características de cada cliente<sup>49</sup>. Los resultados se presentan en la Tabla 10.

La Tabla 10 permite evidenciar que en la muestra de datos: i) existe una relación inversa entre el número de créditos otorgados a un cliente y la probabilidad de mora, situación que lleva a concluir que aquellos prestatarios que tienen un mal comportamiento de pago tienden a recibir un menor número de créditos<sup>50</sup>, ii) respecto al estado civil cuando un cliente está casado o con familia disminuye la probabilidad de incumplimiento, iii) si la capacidad financiera del cliente es suficiente disminuye la probabilidad de incumplimiento, iv) cuando el titular del crédito es una mujer disminuye la

<sup>49</sup> En principio se formuló un modelo econométrico con todas las variables identificadas, sin embargo, ocho variables no fueron estadísticamente significativas, razón por la cual se formuló un modelo econométrico en el cual todos los coeficientes son estadísticamente significativos y sus signos concuerdan con los resultados esperados.

<sup>50</sup> Respecto a estas conclusiones, se descarta la presencia de un sesgo de supervivencia debido a que la base de datos simulada que fue utilizada para el estudio, se encuentra constituida por un 47,9% de clientes que si tuvieron mora y un 52.1% de clientes que no tuvieron mora.

probabilidad de incumplimiento, v) cuando el destino del crédito es para la compra de activos fijos, disminuye el riesgo de incumplimiento, finalmente vi) cuando las garantías son reales la probabilidad de incumplimiento se reduce.

Se realizó una evaluación de la capacidad explicativa del modelo para comprobar el nivel de aciertos, determinando que en el 93.67% de los casos se realizó una estimación correcta de que un cliente cumple con su crédito, por otro lado existe un 84.59% de aciertos para detectar aquellos clientes que incumplieron con el pago de su crédito.

**TABLA 10 - MODELO ECONÓMTRICO LOGÍSTICO  
(VARIABLE DEPENDIENTE MORA)**

VARIABLES	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	Z-ESTADÍSTICA	VALOR EN PROBABILIDAD	
Constante	1.0439	0.2056	5.0766	0.0000	Significativa
Créditos anteriores	-0.8980	0.0447	-20.0763	0.0000	Significativa
Créditos último año	-0.3071	0.0573	-5.3642	0.0000	Significativa
Estado civil	-0.2284	0.0946	-2.4139	0.0158	Significativa
Capacidad	2.1503	0.1708	12.5909	0.0000	Significativa
Sexo	-0.5214	0.1489	-3.5018	0.0005	Significativa
Destino del crédito (1)	-0.3174	0.1501	-2.1150	0.0344	Significativa
Garantía (1)	-0.5521	0.1646	-3.3551	0.0008	Significativa

(1) Para las operaciones realizadas en la Banca, en general las variables destino de crédito y garantía pueden presentar un significativo grado de correlación, en el presente caso el coeficiente de correlación es de 0.35, adicionalmente el Coeficiente de Determinación del modelo es igual a 0.55 y los estadísticos t de cada uno de los coeficientes son estadísticamente significativos, todos estos aspectos llevan a descartar la presencia de un problema de multicolinealidad en estas variables (dependencia lineal), que puedan afectar la precisión y confiabilidad de los resultados.

**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, en la Tabla 11 se desarrolla una aplicación de la estimación obtenida con el modelo econométrico en 8 casos (incluido el caso simulado), para determinar la probabilidad de incumplimiento en función de las variables significativas.

Los resultados planteados permiten establecer criterios de aceptación o rechazo para las solicitudes de crédito, por ejemplo: i) cuando la probabilidad de incumplimiento es muy elevada (Solicitud 1) rechazar, ii) cuando la probabilidad es intermedia (Solicitud 2 a 6) se puede solicitar garantías adicionales, restringir el monto o plazo de la operación y iii) cuando la probabilidad de incumplimiento es baja (Solicitudes 7 y 8) aceptarla.

**TABLA 11 - CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO**

VARIABLES	SOLICITUD 1	SOLICITUD 2	SOLICITUD 3	SOLICITUD 4	SOLICITUD 5	SOLICITUD 6	SOLICITUD 7	SOLICITUD 8
Constante								
Créditos anteriores	0	1	1	1	1	1	1	3
Créditos último año	0	0	1	1	1	1	1	2
Estado civil	Soltero	Soltero	Soltero	U. Familiar	U. Familiar	U. Familiar	U. Familiar	U. Familiar
Capacidad	Insuficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
Sexo	Varón	Varón	Varón	Varón	Mujer	Mujer	Mujer	Mujer
Destino del crédito	Cap. Trab.	Cap. Trab.	Cap. Trab.	Cap. Trab.	Cap. Trab.	Act. Fijos	Act. Fijos	Act. Fijos
Garantía	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Personal	Real	Personal
<b>Valor Z</b>	<b>3.194</b>	<b>0.146</b>	<b>-0.161</b>	<b>-0.390</b>	<b>-0.911</b>	<b>-1.228</b>	<b>-1.781</b>	<b>-3.332</b>
<b>PI</b>	<b>0.96</b>	<b>0.54</b>	<b>0.46</b>	<b>0.40</b>	<b>0.29</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>	<b>0.03</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 6.3.3. Medición del Riesgo Crediticio

En base a los resultados presentados en la Tabla 10 y tomando en cuenta las características del caso simulado, en la Tabla 12 se formulan los parámetros utilizados para la medición del Riesgo de Crédito.

**TABLA 12 - PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL MODELO EN FORMA REDUCIDA**

Descripción	Variable	Resultado
Probabilidad de incumplimiento, a partir del modelo logit	$\lambda$	0.03
Valor futuro de la Deuda Total	K	1,208,072
Tiempo de Maduración de la Deuda	T	5
Punto en el cual se realiza la evaluación	$t$	0
Pérdida dado el incumplimiento	$\gamma$	43%
Valor Presente de un activo Libre de Riesgo	P(t,T)	0.80

Fuente: Elaboración propia

La tasa de riesgo que mide la intensidad del incumplimiento del cliente es de 0.137 para un periodo de 5 años, dando como resultado una estimación de la PE al final del periodo por 75,200 Bs. sin embargo, el VPPE totaliza 60,344 Bs. tal y como se puede apreciar en la Tabla 13.

**TABLA 13 - MEDICIÓN DEL RIESGO CREDITICIO SOBRE EL TOTAL DE PASIVOS**

Descripción	Variable	Resultado
<b>Intensidad del Incumplimiento</b>	<b>IC</b>	<b>0.137</b>
<b>Pérdida Esperada</b>	<b>PE</b>	<b>75,200</b>
<b>Valor Presente de la Pérdida Esperada</b>	<b>VPPE</b>	<b>60,344</b>
Porcentaje de Previsión Requerida	P%	6.66%
Valor Presente de la Deuda	D(t,T)	909,075

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4. Análisis de Resultados

El análisis de los resultados es realizado a partir de una comparación de las medidas de riesgo calculadas para el caso de estudio, respecto a los requerimientos establecidos por la Normativa aplicable a las EIF reguladas, cuyo resumen se encuentra en la Tabla 14.

**TABLA 14 - COMPARACIÓN DE RESULTADOS**

Variabes	Modelo Estructural	Modelo en Forma Reducida	De acuerdo a Normativa
Tipo de operación	PYME productivo	PYME productivo	PYME productivo
Monto del Crédito	22,755 Bs.	22,755 Bs.	22,755 Bs.
Tipo de Garantía	Personal	Personal	Personal
Categoría	---	---	A
Previsión	1.780 Bs.	1.515 Bs.	0 Bs.

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de estudio examinado con el Modelo Estructural y el Modelo en Forma Reducida, los resultados obtenidos en cuanto al nivel de Previsiones no presentan diferencias muy significativas, sin embargo, estos resultados se contrastan notablemente con los requerimientos de la Normativa.

A partir de estos hallazgos, surge la interrogante de por qué se presentan estas diferencias. Partiendo de la premisa sobre la consistencia de los Modelos utilizados, las diferencias se deberían explicar por las variables que fueron utilizadas para realizar las estimaciones.

Para el caso del Modelo Estructural, el presente trabajo permitió verificar que uno de los elementos críticos que podría condicionar los resultados obtenidos es la estimación de la volatilidad de los activos, corresponde mencionar que en el

presente estudio, dicha volatilidad fue estimada a partir de la aplicación de un proceso de Simulación Montecarlo sobre el FCFF calculado a partir de los Estados Financieros proyectados. En este sentido, para la implementación de un Modelo de tipo Estructural (además de la técnica utilizada) es recomendable realizar estudios considerando datos históricos de operaciones crediticias, que permita realizar estimaciones consistentes acerca de la volatilidad financiera que presenta un negocio.

Respecto al Modelo en Forma Reducida, existen dos componentes que son exógenos al mismo, la Tasa de Recuperación y la Probabilidad de Incumplimiento, por tanto, la medición de los indicadores de riesgo, se encuentra condicionada a los métodos de estimación utilizados para calcular estas variables. Para el presente estudio se utilizó un modelo econométrico para determinar la Probabilidad de Incumplimiento; metodología que también se podría aplicar para la estimación del otro parámetro. En ese marco se debe destacar la importancia de desarrollar modelos de score crediticio que permitan analizar los factores profundos que expliquen los resultados de una operación crediticia.

## 7. CONCLUSIONES

Para gestionar apropiadamente una cartera de créditos y realizar una colocación adecuada de los recursos, las Entidades Intermediación Financieras se ven en la necesidad de medir el riesgo de crédito. El presente trabajo ha buscado comprender la aplicación de Métodos Basados en Calificaciones Internas a partir de dos modelos financieros que permitieron calcular medidas de riesgo crediticio.

Se evidenció que la Normativa aplicable a las entidades reguladas en Bolivia dispone la aplicación de un régimen de provisiones a partir de una calificación de la cartera de créditos, es decir, como resultado de la evaluación y calificación de su cartera las entidades financieras deben constituir provisiones específicas, las cuales constituyen un reconocimiento explícito y anticipado de una pérdida ocasionada por un evento crediticio, adicionalmente las operaciones crediticias pueden estar acompañadas de garantías que sirven como mecanismo de mitigación del crédito.

Por otro lado, bajo un esquema de calificaciones internas, se deben calcular los componentes del riesgo para una determinada operación y cuantificar el requerimiento de capital y provisiones correspondientes a esa exposición. Estos cálculos deberán ser realizados mediante la utilización de información interna de cada entidad, debidamente validada. Para lograr esta tarea el estudio desarrolló dos modelos: i) Modelo Estructural que se construye a partir de la teoría de opciones financieras y ii) Modelo en Forma Reducida que se originan a partir de información de mercado para instrumentos de deuda que son negociados en un mercado financiero [22].

En ese contexto, se desarrolló una aplicación a un estudio de caso para un crédito empresarial supuesto. A partir de la información planteada, se evaluó la capacidad financiera de una empresa y se realizó la medición del riesgo crediticio, mediante la utilización de los dos modelos mencionados, obteniéndose los siguientes indicadores: Probabilidad de Incumplimiento, Pérdida Esperada, Valor Presente de la Pérdida Esperada, con los cuales se pudo calcular las Provisiones requeridas por activos riesgosos.

Se evidenció que los resultados obtenidos con los modelos internos para calcular el nivel de provisiones no presentan diferencias muy significativas entre ellos, sin embargo, se comprobó que estos resultados se contrastan notablemente respecto a los requerimientos dispuestos por la Normativa.

Partiendo de la premisa sobre la consistencia de los Modelos utilizados, el trabajo permitió verificar que las diferencias encontradas se explican por las variables que fueron utilizadas para realizar las estimaciones.

En el caso del Modelo Estructural, se concluye que uno de los elementos críticos que condiciona los resultados, es la estimación de la volatilidad de los activos de la empresa sujeto de crédito.

Finalmente, respecto al Modelo en Forma Reducida, existen dos componentes que son exógenos al mismo, la Tasa de Recuperación y la Probabilidad de Incumplimiento, por lo que también se concluye que la medición del riesgo crediticio, estaría condicionada a la estimación a priori que se tenga de estas variables.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] ASFI, Recopilación de Normas para Servicios Financieros, Título II Riesgo de Crédito, 2005.
- [2] C. L. Gootkind. Alternative Asset Valuation and Fixed Income, *Program Curriculum Volume 5 Level II 2013*, CFA® Institute Ed. Boston: Pearson Custom Publishing, Reading 42, 2013.
- [3] Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras, *Guías para la Gestión de Riesgos*, Sagitario, 2008.
- [4] R. A. Jarrow and D.R. van Deventer, *Alternative Investment and Fixed Income, Program Curriculum Volume 5 Level II 2014*, CFA® Institute Ed. Boston: Pearson Custom Publishing, Reading 45, 2014.

- [5] S. A. Vargas. “Valoración Económica de Empresas mediante la aplicación de flujos descontados, modelos de creación de valor y múltiplos de mercado.” *Revista de Investigación & Desarrollo*, vol. 13, no. 1, pp. 81 – 97, 2013.
- [6] C. S. Rayo et al. “Un Modelo de Credit Scoring para instituciones de microfinanzas en el marco de Basilea II.” *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, vol. 15, no. 1, pp. 89 – 123, 2010.
- [7] A. Saunders and L. Allen. *Credit Risk Measurement in and out of the Financial Crisis, New Approaches to Value at Risk and Other paradigms*, Third Edition, John Wiley & Sons, 2010.
- [8] C. Brooks. *Introductory Econometrics for Finance*, Second Edition, Cambridge, 2008, Chapter 11.
- [9] J. C. Hull. *Risk Management and Financial Institutions*, Third edition, Wiley Finance, 2012.
- [10] Superintendencia de Bancos y Entidades Financieras, *Glosario de Términos de los Acuerdos de Capital de BASILEA I y BASILEA II*, Quality SRL, 2005.
- [11] E.I. Altman. “A further empirical Investigation of the Bankruptcy Cost Question.” *Journal of Finance*, vol. 39, no. 4, pp. 1067-1089, 1984.
- [12] J. C. Hull. *Options, Futures and other Derivatives*, Seventh Edition, Prentice Hall 2019.
- [13] Bank for International Settlements, “An Explanatory Note on the Basel II IRB Risk Weight Functions.” *Basel Committee on Banking Supervision*, ISBN print: 92-9131-673-3, 2005.
- [14] Q. T. Cosulich et al. *Requerimientos de Capital por Riesgo Crediticio bajo el Acuerdo de Basilea II: Implicaciones para el Sistema Bancario Boliviano*.
- [15] ASFI, Recopilación de Normas para Servicios Financieros, Título VI Gestión Patrimonial, 2005.
- [16] D. H. Mavila. “Garantías Crediticias.” *Journal: Industrial Data*, vol. 7, no. 1, pp. 61-64, 2004.
- [17] F. J. Fabozzi. *Bond Markets, Analysis and Strategies*, Seventh Edition, Prentice Hall 2010.
- [18] S. A. Vargas. “Estimación del Costo del Patrimonio y Costo del Capital por medio de tasas de rendimiento ajustadas al riesgo.” *Revista de Investigación & Desarrollo*, vol. 11, no. 1, pp. 118 – 135, 2011.
- [19] T. R. Robinson et al. *Financial Reporting and Analysis, Program Curriculum Volume 3 Level I 2011*, CFA® Institute Ed. Boston: Pearson Custom Publishing, 2011, Reading 35.
- [20] S. A. Vargas. “Estructura de Capital Óptima en presencia de Costos de Dificultades Financieras.” *Revista de Investigación & Desarrollo*, vol. 14, no. 1, pp. 44-66, 2014.
- [21] J. Mun. *Real Options Analysis, Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions*, Third Edition, Wiley Finance, 2002.
- [22] A. Saunders and C. M. Millom. *Financial Institution Management, a Risk Management Approach*, Seventh Edition, McGraw Hill, 2010.