

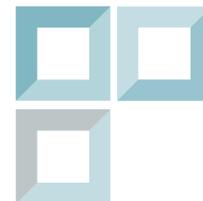
SERIE DE ESTUDIOS NORMATIVOS



Marco general para el diseño de métodos estándar de provisiones por riesgo de crédito

Jaime Forteza S.
Víctor Medina O.
Carlos Pulgar A.

Nº 18/04 - Agosto 2018



La Serie de Estudios Normativos es una publicación de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras de Chile (SBIF), cuyo objetivo es divulgar la investigación realizada por profesionales de la Superintendencia, o encargada por ésta a especialistas o consultores externos, en que se apoya la elaboración de la normativa en las áreas de competencia de este Organismo. Si bien estos trabajos son utilizados como insumo en las decisiones normativas, la responsabilidad de las opiniones expresadas en los trabajos de esta serie corresponde exclusivamente a sus autores y no necesariamente representan la visión de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras.

The Normative Studies Series is a publication of the Superintendency of Banks and Financial Institutions of Chile (SBIF), whose objective is to disseminate the research carried out by professionals of the Superintendency, or commissioned by it to external specialists or consultants, which supports the development of regulations in the areas of competence of this institution. Although these works are used as an input in the elaboration of regulation, the responsibility of the opinions expressed corresponds exclusively to their authors and does not necessarily represent the vision of the Superintendency of Banks and Financial Institutions.

Marco general para el diseño de métodos estándar de provisiones por riesgo de crédito*

Jaime Forteza S.** , Víctor Medina O.*** , Carlos Pulgar A****

Dirección de Estudios
Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras

RESUMEN

Las provisiones repercuten directamente en el cálculo de los activos y, por lo tanto, en el cómputo del capital. El regulador debe tener un rol activo en revisar y/o definir las provisiones mínimas computadas por los bancos, evitando así subprovisionamientos que puedan poner en riesgo la estabilidad financiera.

Este documento presenta un marco metodológico para el diseño y desarrollo de modelos estandarizados para la constitución de provisiones por riesgo de crédito. Este considera métodos de estimación de pérdida esperada a través del ciclo, los que están en línea con los estándares internacionales. Sin perjuicio de lo anterior, el marco metodológico es bastante flexible, de manera de permitir al regulador considerar aspectos idiosincráticos de su jurisdicción, así como adaptar técnicas estadísticas, las que están en constante evolución.

Dado que la metodología utilizada en este estudio se basa en la distribución de pérdidas crediticias, los resultados de los modelos de pérdida esperada pueden ser extendidos a modelos estandarizados de pérdida inesperada, logrando así un marco coherente entre los requerimientos de provisiones y de suficiencia de capital.

ABSTRACT

Bank loan loss reserves not only have a direct impact on the expected value of the assets, but also on its capital. For this reason, regulatory authorities are likely to have an active role overseeing loan loss reserves sufficiency, as well as providing the banking system with a standardized approach that sets a minimum regulatory requirement.

This paper develops a methodological framework for regulators that are interested in designing and building a loan loss reserve standardized model. The framework is based on what is known in the industry as Through the Cycle (TTC) expected losses, which is the international standard. Aside from the previous consideration, this framework is generally flexible, allowing for variations due to local aspects as well as to mathematical/statistical techniques, which are constantly evolving.

Given that the methodology is based on loan losses distribution, the results obtained in this paper could be easily expanded to a standardized model for unexpected losses. Combining both expected and unexpected losses, provides a coherent and robust framework for provisioning and capital requirements.

* Departamento de Investigación y Riesgos, Dirección de Estudios de la SBIF. Las opiniones del estudio, errores y omisiones son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la visión de la institución. Se agradecen los comentarios y sugerencias de Luis Figueroa, David Pacheco, Alfredo Pistelli y Nancy Silva.

** jforteza@sbif.cl

*** vmedina@sbif.cl

**** cpulgar@sbif.cl

1. Introducción

Contar con modelos robustos para la constitución de provisiones es fundamental para la estabilidad financiera del sistema, ya que las provisiones son un factor clave en la correcta valorización de los activos y, en consecuencia, en la posición de capital de las instituciones. Adicionalmente, las provisiones permiten a las instituciones reconocer en sus estados de resultados las pérdidas esperadas de sus portafolios y cuando estas pérdidas se materializan, las instituciones pueden recurrir a estas reservas para absorberlas.

En el contexto de regulación de riesgo de crédito, un modelo estándar establece requisitos mínimos de aprovisionamiento para las entidades que otorgan créditos. Estos métodos son esenciales cuando las instituciones financieras no cuentan con los requisitos mínimos para la construcción de sistemas internos o con las capacidades para diseñarlos e implementarlos apropiadamente.

Este documento presenta un marco metodológico para el diseño y desarrollo de modelos estándares para la constitución de provisiones por riesgo de crédito. Este se basa en el enfoque de estimación de pérdida esperada expresada como el producto de tres componentes: exposición dado el incumplimiento (*exposure at default* o EAD), pérdida dado el incumplimiento (*loss given default* o LGD) y probabilidad de incumplimiento (*probability of default* o PD). Cada uno de estos componentes es tratado de manera independiente, detallando los ajustes necesarios para adaptarlos a las características locales.

2. Provisiones por riesgo de crédito

En este estudio, las provisiones por riesgo de crédito son entendidas como un resguardo que las entidades colocadoras mantendrán permanentemente para cubrir pérdidas futuras. Bajo una visión prospectiva basada en riesgos, este resguardo debe contemplar subconjuntos de pérdidas: i) la pérdida esperada para créditos en cumplimiento y ii) la pérdida incurrida para créditos en incumplimiento.

2.1 Provisiones - definición desde una perspectiva prudencial

En línea con los estándares internacionales de regulación basada en riesgos, promovidos por el Comité de Basilea de Supervisión Bancaria (BCBS, por sus siglas en inglés) y el *Financial Stability Board* (FSB), las provisiones por riesgo de crédito deben determinarse en base a:

- La estimación de las pérdidas esperadas, según el enfoque de distribución de pérdidas incurridas y latentes.
- La filosofía denominada a través del ciclo o *through-the-cycle* (TTC), que se funda en estimaciones de largo plazo para los factores de riesgo.

Siguiendo el enfoque de distribución de pérdidas, la Pérdida Esperada (PE) puede ser expresada mediante la siguiente fórmula¹:

$$PE = PD \cdot LGD \cdot EAD, \quad (1)$$

donde PD, LGD y EAD corresponden a la probabilidad de incumplimiento del deudor, la pérdida dado el incumplimiento y la exposición al incumplimiento, respectivamente.

El incumplimiento del deudor es definido por el evento de no-pago en el portafolio en cuestión², el que se materializa transcurridos 90 días de atraso o en una reestructuración forzosa, dentro de un horizonte de un año. La LGD corresponde al complemento de los flujos de recuperación, netos de costos incurridos en el proceso, normalizada por la exposición al incumplimiento (EAD).

2.2 Contexto internacional

En julio de 2014 se publicó la versión final de IFRS 9, que reemplaza a partir de 2018 a IAS 39. Esta versión agrega un capítulo sobre provisiones, adoptando un enfoque de pérdida esperada con una probabilidad de incumplimiento *Point-In-Time* (PIT)³. La metodología anterior resultaría apropiada para la revaloración de activos, pero conduce a un comportamiento procíclico de las provisiones. En contraste, esquemas del tipo *Through-The-Cycle* (TTC) evalúan la capacidad de pago del deudor en el mediano a largo plazo.

El efecto pro-cíclico de los sistemas PIT genera desventajas frente a la gestión prudencial de riesgos, entre ellos⁴: menor sensibilidad al riesgo de crédito de mediano a largo plazo; mayor volatilidad de las reservas de provisiones y; requerimientos de provisiones menores en periodos de mayor actividad económica, reduciendo así la capacidad del banco para corregir el riesgo de crédito reconocido, particularmente, ante reversiones abruptas del ciclo económico-financiero.

Debido a esas desventajas, los estándares de regulación internacional se han alineado hacia el cómputo de provisiones y capital por riesgo de crédito bajo la filosofía TTC⁵. No obstante, como recientemente lo ha expuesto el Comité de Basilea (BCBS, 2015) para alcanzar una implementación consistente entre los

¹ La fórmula supone independencia estadística entre los parámetros, debido a la dificultad teórica y práctica de estimar correlaciones entre ellos. Mayor detalle en BCBS (2005) y Chernih et al (2006).

² Mayor detalle sobre convergencia prudencial de la definición de incumplimiento en BCBS (2006), FSB, (2009), Islam et al (2013) y Majnoni et al (2004). Por otra parte, el estado y variantes de su aplicación en distintas jurisdicciones es abordado por Gaston y Song (2014) y Harris et al (2013).

³ PIT entrega una estimación o señal basada tanto en factores cíclicos como permanentes, a diferencia de TTC que intenta capturar factores más permanentes del comportamiento. En este sentido, PIT entrega una señal más efectiva a los cambios en el riesgo de incumplimiento y, por lo tanto, más sensible a fluctuaciones en el tiempo, según las condiciones cíclicas.

⁴ Mayores detalles sobre las desventajas de un comportamiento procíclico de las provisiones pueden ser consultados en Angelini et al (2010) y Mota (2005).

⁵ Véase BCBS (2006), FSB (2009), Crouhy et al (2002) y Ozdemir y Miu (2008).

estándares de representación financiera y regulación basada en riesgos, se requerirá de directrices de parte del regulador y políticas de gestión afines por parte de la banca.

2.3 ¿Qué se entiende por un enfoque estándar de provisiones?

Estándares internacionales de regulación bancaria proponen que las entidades deben implementar sistemas internos de gestión de riesgos (SI)⁶ para asegurar dos objetivos claves. El primero es que un SI puede aportar con sensibilidad adicional al riesgo, en el sentido que incorpora factores de riesgo y de pérdida económica específicos del banco. El segundo dice relación con la compatibilidad de incentivos, ya que un SI adecuadamente estructurado puede alentar a los bancos a continuar mejorando sus prácticas internas de gestión de riesgos. SI deben ser transversales a todo el ciclo de vida de los créditos. Es decir, desde etapas tempranas como el diseño de nuevas estrategias comerciales, productos y evaluación del otorgamiento de los créditos, hasta etapas de cobranza y recuperación.

En el contexto de regulación de riesgos bancarios, la definición de un modelo estándar (ME) tiene como propósito establecer requerimientos mínimos de provisiones o de capital regulatorio. Los modelos estándar son esenciales cuando los métodos internos evaluados de las entidades reguladas se objetan, pues no satisfacen requisitos mínimos de diseño, construcción, validación, desempeño e implementación. Estos niveles prudenciales no deben sustituir la responsabilidad de los bancos en cuanto a su deber de mantener adecuados sistemas internos de gestión y los resguardos suficientes para respaldar el riesgo de crédito de sus posiciones.

Los ME deben atender y balancear al menos tres principios básicos, a saber:

- Sensibilidad al riesgo bajo una filosofía TTC;
- Sencillez de implementación y parsimonia, especialmente para entidades con sistemas de gestión que presenten deficiencias;
- “Prudencialidad” y generación de incentivos para que los bancos robustezcan sus sistemas internos de gestión de riesgos, en línea con las mejores prácticas.

Es importante mencionar que los Modelos Estándares también pueden ser utilizados por el supervisor como herramienta de monitoreo para contrastar la suficiencia de provisiones de las entidades autorizadas a utilizar un SI y para comparabilidad general entre bancos (Elizondo, 2010), así como para fortalecer el vínculo entre enfoques normativos generales y modelos de gestión internos⁷.

⁶ Denominados como enfoque IRB (Internal-Risk-Based) en Basilea II.

⁷ Siguiendo objetivos similares, recientemente el Comité de Basilea ha propuesto modificaciones al Enfoque Estandarizado de Riesgo de Crédito de Basilea II (BCBS, 2015b).

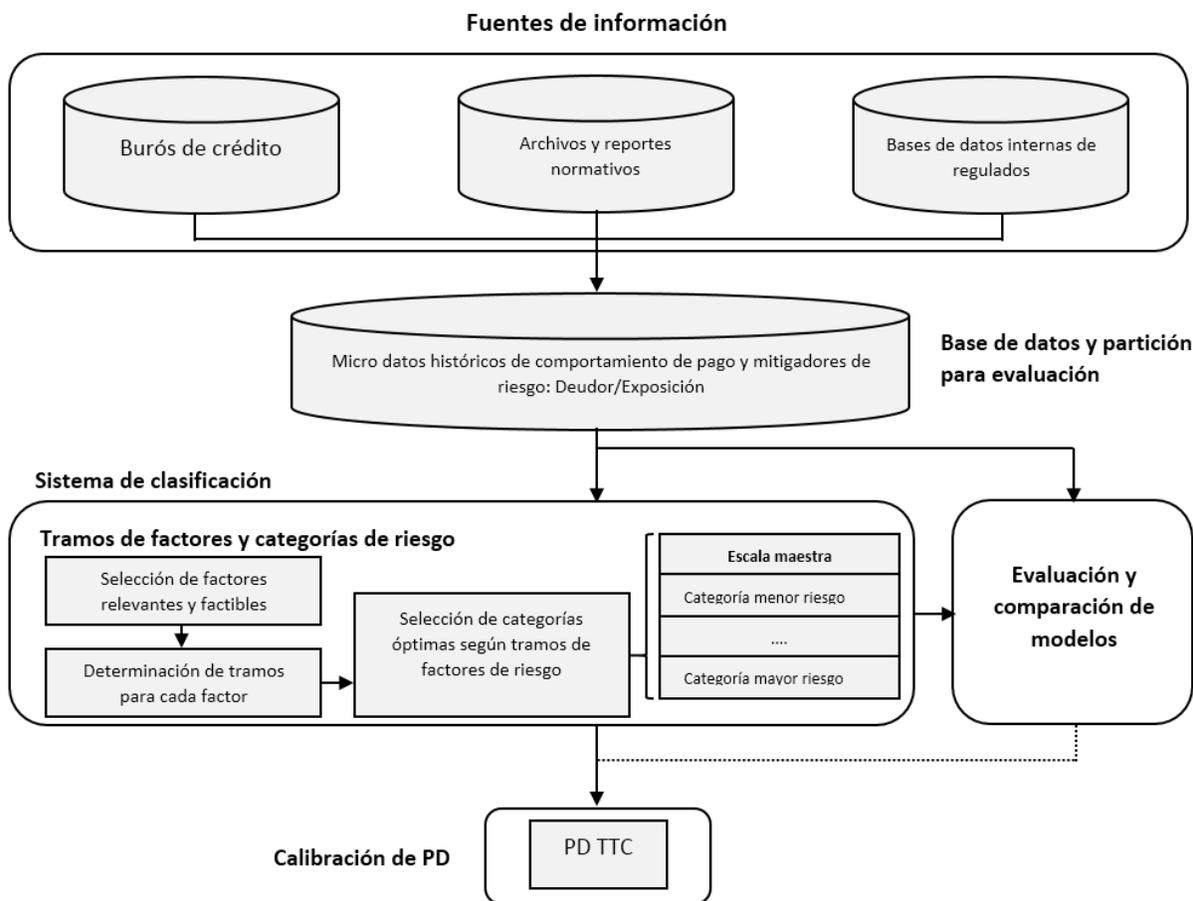
3. Propuesta metodológica para la definición de un modelo estándar

A continuación se describe una propuesta metodológica para el diseño y desarrollo de un Modelo Estándar de provisiones por riesgo de crédito. La propuesta detalla separadamente el tratamiento de los tres componentes de la pérdida esperada y no condiciona de ninguna manera el (los) enfoque(s) que el supervisor podría considerar para la fiscalización de los sistemas internos o la autorización para constituir provisiones sobre la base de esos sistemas.

3.1 Probabilidad de Incumplimiento (PD)

El modelo de PD se construye a partir de tres componentes básicos: base de datos, diseño del sistema de clasificación y calibración. La Figura 1 provee una representación sintética de los pasos e interrelaciones entre los componentes.

Figura 1: Componentes básicos del modelo de PD



Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Diseño del sistema de clasificación o rating

El diseño del sistema de clasificación comienza con dos definiciones básicas:

- Definición del evento de incumplimiento. Esta definición debe permitir obtener una medida objetiva del perfil de riesgo de cada deudor y de su exposición, y debe ser coherente con el propósito de constituir provisiones según pérdidas esperadas.
- Definición de la cartera bajo estudio. Para ello se puede seguir como orientación los criterios propuestos por el Comité de Basilea en la segmentación de la cartera, por ejemplo, a personas naturales o empresas, tipo de producto y mitigadores de riesgo (BCBS, 2006).

Habiéndose definido los puntos anteriores, se deben abordar las siguientes tareas de manera secuencial:

- Selección de factores de riesgo
- Generación de tramos
- Sistema de rating

Selección de los factores de riesgo

La metodología de selección de factores de riesgo para la PD utiliza como referencia los algoritmos descritos por Altman (2002), Garside y Greenman (2002) y Ozdemir y Miu (2008).

Los factores de riesgo se clasifican en dos grupos: aquellos referidos a las características del deudor y aquellos que se refieren a las características de las operaciones de crédito y garantías. Ambos tipos de variables son susceptibles de sub-división, por ejemplo estáticas o dinámicas, o aquellas que tengan relación con el ciclo de vida del crédito⁸. La

Tabla 1 presenta un conjunto ilustrativo de factores de riesgo pre-seleccionables.

Tabla 1: Ejemplo de factores de riesgo pre-seleccionables para un ME

Dimensión	Factores de riesgo
Deudor	Máxima mora, carga financiera sobre ingreso, deuda total sobre ingreso, etc.
Operación de crédito y garantías	Monto original crédito, saldo residual del crédito, monto original sobre valor de garantía, saldo residual sobre el valor de garantía, plazo original del crédito, madurez residual del crédito, mora del crédito, tipo de garantía, cláusulas de cobertura, etc.

⁸ Por ejemplo, el ratio deuda sobre garantía o Loan-to-Value (LTV) puede ser definido estáticamente según sus componentes al momento del otorgamiento del crédito, o dinámicamente según la evolución del saldo residual o la revalorización de la garantía.

Los factores de riesgo para ser considerados en el modelamiento de la PD deben cumplir con 5 requisitos, a saber:

- Amplia evidencia regulatoria⁹ y empírica de que los factores poseen alto poder de discriminación de riesgo crediticio, representado por el incumplimiento futuro de pagos.
- Evitar inclusión de variables macroeconómicas, puesto que inducirían mayor sensibilidad a las fases del ciclo económico y, por lo tanto, un componente PIT al sistema de rating del ME¹⁰.
- No generar riesgo reputacional o legal para el regulador como, por ejemplo, discriminadores sociodemográficos.
- Ser de fácil interpretación.
- Utilizar información de calidad y suficiente extensión histórica para cumplir con los requisitos del enfoque TTC.

El nivel de mora es un indicador sencillo y objetivo del deterioro en la capacidad de pago del deudor/exposición, dotando a los ME de un poder de discriminación de riesgo importante. Sin embargo, presenta ciertas deficiencias como único indicador, por ejemplo, dar una señal del incumplimiento para el corto plazo. Además, puede no ser aplicable para ciertos productos como créditos rotativos en los que, dependiendo de su renovación contractual o de la propia estructura del producto, es difícil determinar morosidad y la definición del evento de no pago.

En línea con lo anterior, la mora es el primer factor de riesgo que se considera en el modelamiento de la PD, siempre que tenga razonabilidad para la cartera en cuestión. La

Tabla 2 muestra la segmentación de la mora del deudor en los cinco tramos utilizados¹¹.

Tabla 2: Factores de riesgo de la PD y tramos especificados

N° Tramo Mora	1	2	3	4	5
Mora (días)	0	[1 , 29]	[30 , 59]	[60 , 89]	≥90

Fuente: Elaboración propia.

⁹ El Comité de Basilea publicó una actualización al Enfoque Estándar de Riesgo de Crédito (BCBS, 2015b) referente a una estructuración de enfoques estándares mediante factores de riesgo fundados, de manera de compatibilizar sencillez de implementación y sensibilidad al riesgo.

¹⁰ Un trabajo adicional es entender los factores macroeconómicos asociados al ciclo económico que podrían explicar el riesgo de crédito de la cartera. Con ello, se podría estudiar la conveniencia del uso de provisiones dinámicas, entre otros.

¹¹ Comúnmente, los reguladores y supervisores no disponen de información con la desagregación suficiente para observar incumplimiento de pagos intra-mes para, por ejemplo, definir tramos de mora de 0 a 15 días.

Generación de tramos

La segmentación de cada uno de los factores de riesgo seleccionados se realiza mediante el siguiente procedimiento:

- Se asume como factor de riesgo inicial la mora segmentada en los cinco tramos mencionados.
- Si la variable candidata a segundo factor es categórica se procede a calcular su poder discriminante directamente con sus categorías. Por otra parte, si la variable es continua, se segmenta considerando criterios de masa, distancia y de información en una malla razonable¹², y:
 - Se define el número de tramos a considerar.
 - Se seleccionan aquellos tramos que maximizan el poder de discriminación.
 - Se acepta o rechaza el candidato a segundo factor según su significancia estadística, número de observaciones en cada tramo y sentido económico.
- En el caso de modelos con dos factores, se considera la mora con cada uno de los factores de riesgo seleccionados, evaluando su capacidad de discriminación fuera de muestra y se selecciona el mejor.
- En el caso de modelos con tres o cuatro factores, se procede de manera análoga, teniendo en consideración que la incorporación de un nuevo factor disminuirá la parsimonia del modelo, por lo tanto, este nuevo factor debe:
 - Aumentar de forma significativa el poder discriminante del modelo.
 - Reducir la redundancia de información contenida en los factores de riesgo ya seleccionados.

El modelo final de PD se selecciona de un conjunto de al menos tres modelos candidatos con diferentes combinaciones de factores de riesgo, y debe representar un balance razonable entre sensibilidad al riesgo y simplicidad.

La tabla 3, presenta resultados para dos carteras minoristas del sistema bancario chileno. A modo de ilustración se utiliza el criterio de información AUROC¹³ como medida de discriminación. Para la cartera minorista 1 se observa el alto poder de discriminación de riesgo que se logra utilizando cinco tramos para la mora en vez de cuatro. Esta diferencia produce una ganancia mayor que la que se logra al incluir un tercer factor de riesgo (“monto del crédito”). Por el contrario, segmentaciones adicionales de los factores de riesgo sólo producen incrementos marginales y afectan negativamente la parsimonia del ME.

¹² Las normas deben considerar valores simples y de fácil lectura, por lo que los cortes para la generación de tramos deben ser también simples.

¹³ El AUROC (“Area Under the Receiver Operating Characteristic curve”) es una métrica para medir poder discriminatorio en un modelo y se puede interpretar como la probabilidad que el modelo clasifique una observación positiva aleatoriamente escogida por sobre una observación negativa aleatoriamente escogida.

Para el segmento de la cartera minorista 2, se observan incrementos marginales al incluir más tramos para el segundo factor de riesgo, como también si se incorpora un tercer factor de riesgo, independientemente del número de tramos.

Tabla 3: Sensibilización del poder discriminante de riesgo según distintas estructuras de ME

Cartera	Factores de Riesgo y N° Tramos	AUROC
Cartera Minorista 1	Mora (4 Tramos) - LTV (4 Tramos)	78,71%
	Mora (5 Tramos) - LTV (4 Tramos)	80,70%
	Mora (5 Tramos) - LTV (5 Tramos)	81,03%
	Mora (5 Tramos) - LTV (4 Tramos) - Monto Crédito (2 Tramos)	82,90%
	Mora (5 Tramos) - LTV (5 Tramos) - Monto Crédito (5 Tramos)	83,39%
Cartera Minorista 2	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (3 Tramos)	71,16%
	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (4 Tramos)	71,33%
	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (5 Tramos)	71,39%
	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (4 Tramos) - Monto Crédito (2 Tramos)	71,69%
	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (5 Tramos) - Monto Crédito (2 Tramos)	71,74%
	Mora (5 Tramos) - Saldo Residual Crédito (5 Tramos) - Monto Crédito (5 Tramos)	71,87%

Fuente: Elaboración propia.

Sistema de rating

El sistema de rating debe cumplir un conjunto específico de condiciones¹⁴ que se derivan de la aplicación de los principios presentados en la sección 0. Estas condiciones son:

- Granularidad de las categorías para lograr una apropiada discriminación del riesgo. En general, las clasificadoras de riesgo internacional poseen sistemas con 22 categorías. En cambio, en Basilea II el mínimo de categorías requeridas para los SI de bancos es 8.
- Categorías de riesgo compuestas por deudores/exposiciones con características cualitativas similares y perfil de riesgo homogéneo dentro de cada categoría.
- Coherencia entre las categorías y su riesgo de crédito. Por ejemplo, al ordenar las categorías por su nivel de riesgo, deberían mostrar una relación cuasi-exponencial¹⁵.

¹⁴ Basado en los principios y componentes de un sistema rating, según Angelini et al (2010), Krahen y Weber (2001), Löffler (2013), Ozdemir y Miu (2008) y BCBS (2005).

¹⁵ La relación exponencial entre categorías de riesgo y PD o PE puede ser corroborada en aplicaciones prácticas de los sistemas de rating calibrados, por ejemplo, por agencias clasificadoras de riesgo (ver Vazza et al (2011)). Esto también ha sido ampliamente documentado en la literatura académica, véase por ejemplo Krahen y Weber (2001), Tasche (2009) y Van Der Burgt (2008).

- Enfoque del sistema de rating en línea con un enfoque TTC.
- Discriminación de riesgo, se analiza mediante medidas de amplia difusión como AUROC, que debe presentar un valor mínimo fuera de muestra de 70%.

3.1.2 Calibración

La calibración del sistema de rating involucra la asignación de un único valor de PD a cada categoría de riesgo. Como se indica en la sección 0, esos parámetros deben basarse en estimadores de largo plazo.

Siguiendo los estándares de regulación internacional (BCBS, 2006; FSB, 2009), el incumplimiento del deudor corresponde a un estado de no-pago a 90 días¹⁶. La definición adoptada en el presente trabajo consideró además reestructuraciones forzosas frente al deterioro de la capacidad o disposición de pago del deudor¹⁷.

Consecuentemente, la PD_t es definida en el periodo t como la probabilidad de incumplimiento del deudor dentro de un horizonte de un año¹⁸. df_{dt} es una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando existe al menos un incumplimiento para el deudor d-ésimo en los 12 meses siguientes al mes t, condicional a que no se encontraba en esa situación en t; y 0 en caso contrario. Por último N_t corresponde al número de deudores que no se encuentran en incumplimiento de pagos en t. Luego, la tasa de incumplimiento del portafolio en el mes t (TI_t) puede expresarse como:

$$TI_t = \frac{\sum_{d=1}^{N_t} df_{dt}}{N_t} \quad (2)$$

La tasa de incumplimiento definida anteriormente, por la ley de los grandes números converge a la esperanza de la probabilidad de incumplimiento PD_t .

Para la calibración se utiliza una extensión al Modelo Unifactorial Asintótico¹⁹ (Vasicek, 2002). Ésta incorpora:

¹⁶ Si bien, existen entidades que consideran un plazo distinto de 90 días para la medición del incumplimiento, se considera que existe un *trade-off* entre la PD y la Recuperación Técnica, en cuanto al plazo de la PD, debido a que para plazos más pequeños se obtienen PD más grandes y recuperaciones técnicas más grandes, y viceversa. Luego, los efectos se contrapondrían para la estimación de la PE, generando relativa insensibilidad al plazo de la PD. Frente a esto, es deseable estar alineado con la métrica usada más comúnmente por la literatura internacional para, entre otras razones, poder comparar los riesgos.

¹⁷ Especialmente, para aquellos casos en los cuales la operación de crédito original haya acumulado al menos 60 días de no pago y sea complementada por una nueva estructura crediticia, con el fin de regularizar la operación original. En general, este tipo de reestructuraciones son denominadas comúnmente renegociaciones, reconducciones o reprogramaciones.

¹⁸ La delimitación de ese horizonte temporal se fundamenta principalmente en que: i) estandariza la ventana de observación del evento, para portafolios de créditos que pueden mostrar alta dispersión en su plazo residual y ii) está acorde con las prácticas y estándares internacionales sobre la materia.

¹⁹ Vasicek (2002) muestra que para un portafolio homogéneo y suficientemente grande, los factores de riesgo idiosincráticos de los deudores se anulan, por efectos de la diversificación, y la probabilidad de incumplimiento del portafolio puede ser condicionada a la realización de un único factor de riesgo sistemático. Extensiones que consideran multi-factores sistemáticos e idiosincráticos no diversificados pueden ser encontradas en Dietsch y Petey (2002) y Rösch y Scheule (2006).

- Un umbral de incumplimiento dinámico, como en Crook y Bellotti (2010), que puede depender de variables idiosincráticas y sistemáticas observables, distintas a las ya controladas mediante los factores de riesgo que determinan cada categoría de riesgo del sistema de rating.
- Un proceso auto-regresivo de primer orden (AR1) para el factor sistémico latente, que permite lidiar con la auto-correlación y tendencia que comúnmente exhiben las series temporales de incumplimientos (Lamb y Perraudin, 2008).

Luego, la PD_t de cada categoría de riesgo es modelada mediante la expresión (3) y (4).

$$PD_t(I_t; \vec{D}_t) = \phi \left(\sqrt{\beta} \phi^{-1} \left(PD_{t-1}(I_{t-1}; \vec{D}_{t-1}) \right) + \frac{1}{\sqrt{1-\rho}} \phi^{-1} \left(PDLR_{\vec{D}_{t-1}} \right) - \frac{\sqrt{\beta}}{\sqrt{1-\rho}} \phi^{-1} \left(PDLR_{\vec{D}_{t-1}} \right) - \frac{\sqrt{\rho(1-\beta)}}{\sqrt{1-\rho}} I_t \right) \quad (3)$$

donde

$$PDLR_{\vec{D}_{t-1}} = \phi \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot d_{it} \right) \quad (4)$$

$\phi(\cdot)$ y $\phi(\cdot)^{-1}$ corresponden a la distribución normal estándar y su inversa, respectivamente; $PDLR^{20}$ puede ser entendido como el valor de largo plazo de la PD de la categoría de riesgo y ; ρ representa teóricamente la correlación entre los activos que determinan la capacidad de pago de cada deudor y el factor sistemático no observable I_t . Por otro lado β , \vec{D}_t y α_i corresponden al cuadrado del coeficiente del proceso AR1 de I_t , al vector de n -ésimas variables exógenas (d_{it}) en periodo el t y los coeficientes de éstas últimas, respectivamente.

En la práctica, las expresiones (3) y (4) pueden ser “linealizadas” y ajustadas en base a la instrumentalización de la PD_t mediante TI_t .

Se evalúa la bondad de ajuste del modelo extendido en 3 versiones:

- La más restringida, que equivale al modelo de un factor de Vasicek ($\alpha_i = 0 \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}$ y $\beta = 0$)
- El modelo de un factor de Vasicek extendido por un proceso autorregresivo para el factor sistemático ($\alpha_i = 0 \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}$).

²⁰ La transformación mediante la distribución normal estándar inversa depende de un umbral fijo. Si el valor de los activos es menor entonces existe incumplimiento.

- La versión extendida considera un conjunto acotado de variables ortogonales a los factores de riesgo que definen cada categoría, idiosincráticas al grupo de deudores/exposiciones²¹.

Entre las tres especificaciones anteriores, se selecciona aquella que sea razonable, supere con mayor éxito las pruebas de significancia global ($\alpha < 5\%$) y maximice los criterios de información seleccionados.

3.2 Pérdida dado el incumplimiento (LGD)

El parámetro LGD corresponde a la fracción de la exposición que no logra ser cubierta por los flujos de recuperación netos de los costos²² bajo un escenario de incumplimiento, actualizados por una tasa de descuento relevante. Esta última se consideró como la prima por riesgo asimilable a la contraparte (ver título número 0).

3.2.1 Diseño del sistema de clasificación o rating

La estimación del parámetro LGD se basa en criterios conservadores bajo condiciones desfavorables (*downturn*), pero no necesariamente de tensión. Esto responde a dos razones: primero, la severidad de las pérdidas crediticias es mayor en periodos de menor actividad económica y, segundo, la carencia tanto de información histórica para un período lo suficientemente largo como de metodologías que aseguren estimaciones robustas de la correlación entre PD y LGD.

La metodología utilizada se compone de tres “macro-procesos estocásticos” consecutivos²³:

- La migración desde el estado de incumplimiento a un cumplimiento normal de los pagos, por pago directo de los montos en mora, comúnmente denominada recuperación técnica.
- La recuperación forzosa, a través de la ejecución de garantías reales. Este tipo de recuperación es la más relevante en productos hipotecarios. Es importante señalar que existe la alternativa de descontar el valor de la garantía directamente a la EAD. Evidentemente sólo debe considerarse en uno de los parámetros, de manera de no doble contabilizar la garantía. El valor de la garantía computada debe considerar la actualización al momento del incumplimiento de los flujos futuros esperados (netos de costos) asociados a la enajenación de la garantía, bajo condiciones desfavorables. Indudablemente, garantías financieras que gocen de alta liquidez deberían tener asociados *haircuts* inferiores a los de las garantías hipotecarias, por ejemplo.

²¹ Para controlar, por ejemplo, cambios normativos relevantes y la entrada de nuevos actores a la cartera estudiada.

²² Incluye costos directos e indirectos incurridos durante todo el proceso integral de cobranzas y recuperación, relacionados con las actividades de gestión de cobranzas preventiva (*call-centers*, gestiones de ejecutivo comercial, *outsourcing*, etc.); liquidación de garantías; mantención de garantías en caso de adjudicación por parte del banco (por ejemplo, para bienes inmuebles: contribuciones, gastos comunes; multas; venta final; etc.); entre otras.

²³ Utilizamos la denominación “macro-procesos”, debido a que en carteras como la hipotecaria residencial del sistema bancario chileno, existen al menos tres sub-procesos o vías de enajenación de las garantías: i) bien recibido en pago, ii) remate a terceros; iii) adjudicación del bien por parte del banco. Éstos son eventos mutuamente excluyentes, sujetos a incertidumbre de ocurrencia y presentan características distintivas y determinadas por un amplio número de drivers de riesgo.

- El valor actualizado al momento del incumplimiento de los flujos de recuperaciones (netas de costos) provenientes de acciones de cobranza, en caso de persistir el no pago de la exposición no garantizada.

Según lo anterior, el parámetro LGD depende al menos de los siguientes componentes:

- Los flujos de pago provenientes de desembolsos del deudor o de acciones de cobranzas (incluidas las judiciales).
- Los flujos provenientes de la ejecución y liquidación de garantías.
- Los gastos y costos directos e indirectos involucrados en los procesos de cobranza, acciones judiciales, remates y de mantenciones del bien (en caso de ser adjudicado por la propia entidad).
- El plazo que toma el proceso de recuperación.
- La tasa de descuento que se aplique para actualizar los flujos

El parámetro LGD puede ser formalizado, en términos discretos, mediante la ecuación (5).

$$LGD_{it} = \text{Max} \left\{ 1 - \frac{\sum_{j>\tau_{io}}^{\tau_{io}+\Delta_i} R_{ij}(r_i) - G_{ij}(r_i)}{EAD_i}; 0 \right\}, \quad (5)$$

donde, LGD_{it} representa la pérdida dado el incumplimiento del crédito i -ésimo para el periodo t . $R_{ij}(r_i)$ y $G_{ij}(r_i)$ corresponden a los flujos de recuperación y de gastos/costos, respectivamente, materializados durante el máximo horizonte temporal Δ_i . Ambos flujos son actualizados al momento del incumplimiento del crédito (τ_{io}), a la tasa de interés r_i ²⁴.

Es importante señalar que los factores de riesgo óptimos para el parámetro LGD, no necesariamente guardarán relación con los factores de riesgo óptimos para la PD. Más aún, cada macro-proceso de la LGD puede tener diferentes factores de riesgo óptimos asociados.

Para generar el sistema de rating se debe seguir un proceso análogo al desarrollado en la sección 0 para cada macro-proceso. Tal como para el parámetro PD TTC, seleccionamos la especificación que muestre razonabilidad, supere con mayor éxito los test de significancia global ($\alpha < 5\%$) y maximice los criterios de información.

En general, al ser la LGD un parámetro compuesto por tres macro-procesos, tiene una mayor complejidad en su estimación. Por lo mismo, en muchas carteras no es posible lograr una calibración con información

²⁴ La expresión de la LGD también puede depender de las características de la cartera. Mayor detalles en Pacheco et al (2014).

histórica del parámetro, dada la baja cantidad y calidad de los datos. Para ello es recomendable lograr una formulación analítica de la LGD para estudiar la dependencia a factores de riesgo, por ejemplo, de la garantía.

En general, la recuperación técnica depende del tipo de crédito (créditos de empresas tienen baja o nula recuperación técnica). La recuperación por ejecución de garantía depende del grado de cobertura de la garantía sobre la exposición de la operación. Por último, el valor actualizado de recuperaciones por acciones de cobranza, depende de si es persona natural o jurídica, la eficiencia de los procesos de renegociación y liquidación de la jurisdicción (plazos administrativos o judiciales, gastos judiciales y recuperaciones por liquidación), además del grado de preferencia de la deuda en la cadena de pagos tras la liquidación de los activos del deudor.

La mora no debiese ser un buen factor de riesgo para la LGD, al contrario de lo que sucede con la PD, pues independiente del nivel de mora en el periodo de evaluación, la operación deberá llegar a incumplimiento. En términos generales, la cantidad de factores de riesgo óptimos para la LGD resulta menor que para la PD.

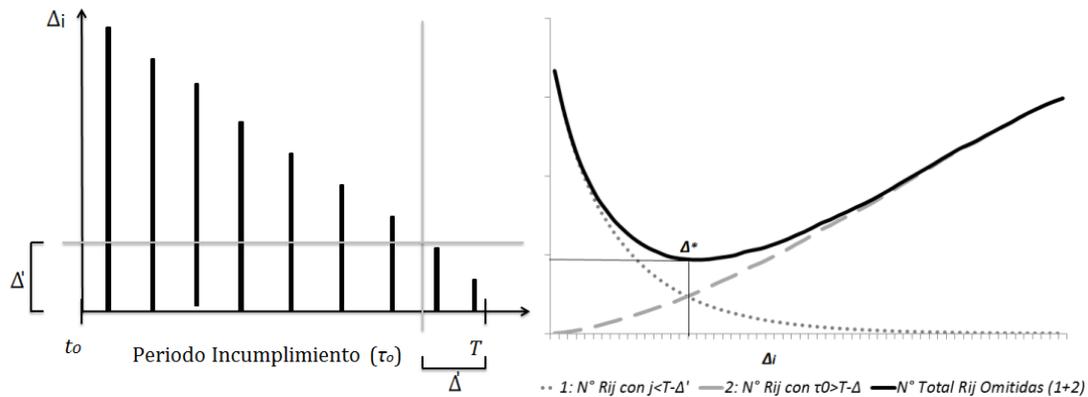
3.2.2 Horizonte de recuperación

El horizonte máximo temporal de recuperación (Δ_i) es heterogéneo entre créditos. Cuando los incumplimientos se incrementan en el tiempo, existe un sesgo a sobreponderar los plazos de recuperaciones de créditos con incumplimientos más recientes. Este sesgo se traslada al cómputo de la LGD según la ecuación (5), puesto que Δ_i está determinado por el plazo que transcurre entre el incumplimiento τ_{io} y el último periodo de información disponible (T).

Por lo tanto, para estimar el parámetro LGD se propone homogenizar el horizonte de recuperación de operaciones. Esta es una materia que, según la revisión bibliográfica efectuada, no parece estar abordada.

El efecto de estandarizar el plazo máximo de recuperación ($\Delta_i = \Delta'$) es ejemplificado al lado izquierdo del Figura 1. El eje de las abscisas indica el periodo de incumplimiento (τ_{io}), mientras que el eje de las ordenadas representa el máximo plazo para el cual es factible observar flujos de recuperaciones (Δ_i). Se visualiza que, por construcción, la homogenización del horizonte máximo de recuperación, por ejemplo igual a Δ' , acota a ese máximo el plazo de recuperación a considerar (línea gris paralela al eje de las abscisas) y, a su vez, suprime la información de las operaciones con incumplimiento más recientes que $T - \Delta'$.

Figura 1: Horizonte máximo y horizonte de recuperación (*)



(*) Gráficos de la izquierda y derecha representan al horizonte máximo y el horizonte de recuperación, respectivamente.
Fuente: Elaboración propia.

El lado derecho del Figura 1 muestra el resultado de un proceso utilizado para encontrar el horizonte temporal de recuperación Δ^* que minimiza la omisión de observaciones de recuperación. Esas recuperaciones omitidas son computadas como la suma de dos componentes. La primera, es la proporción de recuperaciones acontecidas en periodos previos a $T - \Delta'$, es decir $j < T - \Delta'$, representado por la serie 1 y que es equivalente a la cota que define la línea gris paralela al eje de abscisas de la imagen al lado izquierdo del Figura 1. La segunda componente es definida como la proporción de observaciones en que el incumplimiento ocurrió después de $T - \Delta'$, es decir $\tau_{i0} > T - \Delta'$, representado en la serie 2. Esta restricción es representada por la línea gris paralela al eje de las ordenadas en la imagen al lado izquierdo de la Figura 1.

Existen otros mecanismos para encontrar el horizonte temporal de recuperación óptimo Δ^* , como por ejemplo el promedio del máximo plazo observado para cada operación en incumplimiento, el cual consideramos que no solucionaría los problemas de sesgos ya señalados pues omitiría gran parte de la información de recuperaciones.

3.2.3 Tasa de interés de descuento

La selección de la tasa de descuento no se encuentra exenta de debate y no existe un consenso en la literatura internacional.

El enfoque adoptado considera tasas determinadas en la fecha a la cual la LGD es estimada, es decir todos los flujos de caja asociados a las recuperaciones son descontados usando una tasa, o curva de tasas, determinada a la fecha de la estimación²⁵. Este enfoque utiliza el costo de oportunidad que incorpora un riesgo asimilable a los tipos de créditos que son objeto del ME. Este costo de oportunidad es expresado por

²⁵ Mayores detalles en BCBS (2005).

las tasas de interés promedio de las operaciones otorgadas²⁶ en cada uno de los meses en que se verifica el incumplimiento.

3.2.4 Modelamiento

Bruche y González-Aguado (2010) y Huang y Oosterlee (2011) proponen utilizar un enfoque estadístico que asume una distribución Beta de la pérdida dado incumplimiento (LGD, por sus siglas en inglés), lo que admite heterocedasticidad en la severidad de las pérdidas modeladas, estimando los parámetros de localización (u) y escala (v) de la distribución Beta en función de covariables.

$$LGD_{it} \sim \text{Beta}(u_t, v_t) \quad (6)$$

Sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, esta propuesta considera realizar un tratamiento diferenciado para cada macro-proceso. En particular, para el tercer macro-proceso de recuperación se propone no utilizar un link Beta por la imposibilidad de ajustar ceros. Aun cuando Smithson y Verkuilen (2006)²⁷ han propuesto un ajuste para incorporar ceros y unos, no pareciera adecuado por la imposibilidad que tiene este ajuste de explicar una diferencia de comportamiento entre no llevar a cabo la cobranza y el nivel recuperado, dado que se llevó a cabo.

Una propuesta que se hace cargo del problema anterior es la de Swearingen et al (2012), donde se propone seguir un proceso *Zero/one inflated beta* (ZOIB), que comprende secuencialmente un proceso logístico para los valores ceros y unos, para luego modelar como una distribución Beta la proporción entre ceros y unos estricto.

Con este tipo de modelamiento se han obtenido resultados tan sorprendentes como que el monto de la deuda afecta crecientemente a la probabilidad de obtener una recuperación positiva y decrecientemente la fracción recuperada. Así, modelar de esta forma genera un entendimiento más acabado del efecto de los factores de riesgo en los parámetros.

Por último es necesario señalar que a través del modelamiento se pueden determinar distintos estadísticos para la LGD, de los cuales se selecciona aquel que muestre razonabilidad para un estimador en una fase económica recesiva en cada categoría de riesgo del ME. Por ejemplo, para aplicaciones prácticas Peter (2011) propone utilizar el percentil 75.

²⁶ En términos rigurosos, debiera extraerse y utilizarse una tasa de interés cero cupón; no obstante, debido a las dificultades de extraer la curva respectiva desde créditos ilíquidos, en la práctica es común la aplicación directa de la tasa de interés de otorgamiento como primera aproximación.

²⁷ El ajuste considera reducir el soporte de la variable mediante la fórmula $y' = (y*(N - 1) + .5)/N$.

3.3 Exposición dado el incumplimiento (EAD)

La Exposición al momento del incumplimiento para los créditos sin línea contingente, debiese considerar el saldo de la deuda en el periodo de evaluación, reajustado por moneda al momento del incumplimiento.

Por otro lado, para el caso de los créditos que consideran una línea contingente o fuera de balance, es necesaria la utilización de un Factor de Conversión de Crédito (FCC), tal como se indica en la expresión 15²⁸.

$$EAD = \text{Usos} + \text{FCC} \cdot \text{Cupo Disponible} \quad (15)$$

El FCC se obtiene como el promedio ponderado del uso potencial del cupo disponible, $\alpha_{t,i}$, y la fracción de créditos/deudores en cada periodo i del ciclo económico. El parámetro $w_{t,i}$ considera las operaciones que en t no están en incumplimiento, pero que entran en incumplimiento en los periodos $i \in \{t + 1, \dots, t + 12\}$, según lo definido en la ecuación 16.

$$\text{FCC}_t = \frac{\sum_{i=1}^{12} w_{t,i} \cdot \alpha_{t,i}}{\sum_{i=1}^{12} w_{t,i}} \quad (16)$$

Se define $Usos_j^t$ como el uso de la tarjeta/línea del crédito del cliente j en el tiempo t y $\text{Cupo Disponible}_j^t$ como el cupo de la tarjeta/línea del crédito del cliente j en el tiempo t . Luego, el uso potencial del cupo disponible, $\alpha_{t,i}$, se define según la ecuación 17.

$$\alpha_{t,i} = \text{Promedio}_{\text{credito}_i/\text{cliente}_j} \left\{ g \left(\frac{Usos_j^{t+i} - Usos_j^t}{\text{Cupo Disponible}_j^t} \right) \right\} \quad (17)$$

En la estimación con micro-datos, es probable que se generen valores inferiores a cero o superiores a uno, sobre los cuales cobra sentido la función g ²⁹. En otras palabras, existen diversas estimaciones, las cuales consideran diferentes operaciones (redondeo, eliminación o ninguna de las anteriores) a los límites inferior (0) y superior (1), según los resultados empíricos. Las diferentes alternativas implícitas que genera esta metodología, debiesen ir sensibilizándose dependiendo de la razonabilidad de los resultados y de las consideraciones particulares de la cartera o sub-cartera en estudio.

3.4 Validación

Los procesos de validación se construyen en base a un conjunto de evidencia, más que en un único enfoque o test. Esta evidencia se sustenta en³⁰:

²⁸ Ver por ejemplo Araten y Jacobs Jr (2001) y Asarnow y Marker (1994).

²⁹ Pan (2009) propone eliminar los valores inferiores a cero, pues dichos valores reflejan un comportamiento ideal por parte de los bancos en el manejo de riesgo. Por otro lado, el autor propone redondear a 1 en caso de sobrepasar el valor, debido a que puede ser reflejo de una decisión nueva del banco o bien de un aumento mínimo sin tener que contar con la aprobación comité.

³⁰ Basado en Ozdemir y Miu (2008) y BCBS (2005).

- La validación del diseño del sistema de rating, que se basa en una revisión fundamentalmente cualitativa y de criterio experto sobre la suficiencia de la información utilizada; los métodos estadísticos y supuestos para la construcción del ME; la razonabilidad de los factores de riesgo utilizados en relación con el número de categorías y; el benchmarking con sistemas de rating externos, diseñados por la industria o implementados por reguladores.
- La evaluación de los parámetros de riesgo calibrados, que tiene un importante componente cuantitativo, desarrollado en dos dimensiones. La primera es el *backtesting*, que examina el desempeño de cada parámetro de riesgo en relación a la distribución empírica, lo que se efectúa principalmente mediante enfoques estadísticos. La segunda es el benchmarking que, en esencia, consiste en el contraste de la estructura del sistema de rating y los parámetros de riesgo estimados, con los SI implementados por la industria o los Modelo Estándar implementados en otras jurisdicciones (lo que no significa avalar que estas estén técnica o conceptualmente bien fundadas).

Un *backtesting* entre un modelo de provisiones basado en PE y series estadísticas de recuperaciones y castigos ciertamente es inconsistente, puesto que esas estadísticas reflejan pérdidas netas ya incurridas o materializadas que nada tienen que ver con las pérdidas latentes que se obtienen a partir de los parámetros PD y LGD. Además, estas series consideran información contable y no económica, por lo que no se consideran las actualizaciones a valor presente de los flujos de recuperación, tendiendo a sobreestimar las recuperaciones. Evidentemente tampoco es apropiado considerar como *benchmark* la serie de provisiones acumuladas por las instituciones debido a que son los valores que justamente se desean ajustar con el ME.

No existen procedimientos de *backtesting* conceptualmente robustos, ni de amplia aceptación, para evaluar consistentemente provisiones bajo un enfoque de PE. Si bien Reitgruber (2013) presenta una propuesta para evaluar de manera sencilla las provisiones por PE a nivel de portafolios, el autor destaca que un *backtesting* debe centrarse en la validación de los parámetros de riesgo PD y LGD.

En esta línea, la validación cuantitativa se realiza por parámetro de riesgo y está orientada a evaluar el poder discriminante de las categorías fuera de muestra (¿es capaz de identificar diferentes categorías de riesgo?), el nivel de la calibración (¿se le ha asignado un valor coherente a la evidencia?) y la estabilidad poblacional (¿ha existido un cambio importante en las distribuciones?). La validación periódica de los modelos determina si los objetivos para los que se construyó se siguen cumpliendo o se debe proceder a una acción correctiva.

4. Conclusiones

El marco metodológico presentado permite el diseño y desarrollo de métodos estándares para provisiones por riesgo de crédito por cartera de préstamos, conjugando prácticas regulatorias internacionales y características de las entidades locales. Su aplicación en el sistema bancario chileno muestra un buen balance entre criterios comúnmente contrapuestos: (i) sensibilidad al riesgo, medido por indicadores objetivos de discriminación de riesgos y procedimientos de validación de parámetros y (ii) sencillez de aplicación, dado por las estructuras de modelos estándares resultantes.

La aplicación del presente enfoque deriva en parámetros de riesgo (PD, LGD y EAD) que guardan relación con estudios internacionales relevantes y provee una propuesta objetiva para un perfeccionamiento normativo que, ante indicios de subprovisionamiento, conlleve al fortalecimiento de la estabilidad financiera.

Finalmente, extensiones del enfoque propuesto en este documento pueden proveer al supervisor bancario de herramientas complementarias para el análisis de suficiencia de provisiones de las entidades fiscalizadas y para la construcción de métodos estándares para requisitos de capital.

Referencias

- Altman, E. I. (2002). Revisiting credit scoring models in a Basel 2 environment. *NYU Working Paper, No. FIN-02*.
- Angelini, P., Enria, A., Neri, S., Panetta, F., y Quagliariello, M. (2010). Pro-cyclicality of capital regulation: is it a problem? How to fix it? *Bank of Italy, No. 74*.
- Araten, M., y Jacobs Jr, M. (2001). Loan equivalents for revolving credits and advised lines. *The RMA Journal, 83(8)*, 34–39.
- Asarnow, E., y Marker, J. (1994). Historical performance of the US corporate loan market: 1988-1993. *Com. Lending Rev., 10*, 13.
- BCBS. (2005). Studies on the Validation of Internal Rating Systems. *Working Papers of the Basel Committee on Banking Supervision, (14)*, 120. Retrieved from http://www.bis.org/publ/bcbs_wp14.pdf
- BCBS. (2006). *Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework - Comprehensive Version*. Basel Committee on Banking Supervision. Retrieved from <http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>
- BCBS. (2015a). Basel Committee on Banking Supervision Guidance on credit risk and accounting for expected credit losses. *Basel Committee on Banking Supervision, (December)*. <https://doi.org/ISBN 978-92-9197-387-3>
- BCBS. (2015b). Revisions to the Standardised Approach for credit risk - second consultative document. *Basel Committee on Banking Supervision, (December)*. Retrieved from <https://www.bis.org/bcbs/publ/d347.pdf>
- Bruche, M., y González-Aguado, C. (2010). Recovery rates, default probabilities, and the credit cycle. *Journal of Banking & Finance, 34(4)*, 754–764.
- Chernih, A., Vanduffel, S., y Henrard, L. (2006). Asset correlations: A literature review and analysis of the impact of dependent loss given defaults. *Katholieke University Leuven, 1–15*. Retrieved from http://econ.kuleuven.be/tew/academic/actuawet/pdfs/CVH-AssetCorrelations_v12.pdf
- Crook, J., y Bellotti, T. (2010). Time varying and dynamic models for default risk in consumer loans. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society), 173(2)*, 283–305.
- Crouhy, M., Galai, D., y Mark, R. M. (2002). Internal risk rating systems. *Credit Ratings Methodologies, Rationale and Default Risk*. London: Risk Books, 369–389.
- Dietsch, M., y Petey, J. (2002). The credit risk in SME loans portfolios: Modeling issues, pricing, and capital requirements. *Journal of Banking & Finance, 26(2)*, 303–322.

- Elizondo, J. (2010). *Regulatory use of system-wide estimations of PD, LGD and EAD*. *Financial Stability Institute*. Retrieved from <https://www.bis.org/fsi/awp2010.pdf>
- FSB. (2009). Report of the Financial Stability Forum on addressing procyclicality in the financial system. Retrieved from http://www.fsb.org/wp-content/uploads/r_0904a.pdf
- Garside, T., y Greenman, J. (2002). Designing and Implementing Effective Credit Rating Systems. *Credit Ratings Methodologies, Rationale and Default Risk*. London: Risk Books, 413–428.
- Gaston, E., y Song, M. I. (2014). Supervisory roles in loan loss provisioning in countries implementing IFRS. *Working Paper International Monetary Fund*, (14–170). Retrieved from <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2014/wp14170.pdf>
- Harris, T. S., Khan, U., y Nissim, D. (2013). The Expected Rate of Credit Losses on Banks' Loan Portfolios. *Columbia Business School*, No. 15-21.
- Huang, X., y Oosterlee, C. W. (2011). Generalized beta regression models for random loss given default. *The Journal of Credit Risk*, 7(4), 45.
- Islam, M. A., Karim, L., y Islam, M. R. (2013). A Comparative Study of Prudential Regulation on Loan Classification and Provisioning of the Southeast Asian Countries. *Journal of Management Research*, 6(1), 25–51.
- Krahnen, J. P., y Weber, M. (2001). Generally accepted rating principles: A primer. *Journal of Banking & Finance*, 25(1), 3–23.
- Lamb, R., y Perraudin, W. (2008). Dynamic default rates. *Imperial College Working Papers*.
- Löffler, G. (2013). Can rating agencies look through the cycle? *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 40(4), 623–646.
- Majnoni, G., Miller, M. J., y Powell, A. P. (2004). *Bank Capital and Loan Loss Reserves under Basel II: Implications for Emerging Countries* (Vol. 3437). World Bank Publications.
- Mota, E. G. (2005). Prociclicidad, volatilidad financiera y Basilea II. *Estabilidad Financiera*, (8), 151–162.
- Ozdemir, B., y Miu, P. (2008). *Basel II implementation: a guide to developing and validating a compliant, internal risk rating system*. McGraw Hill Professional.
- Pacheco, D., Pulgar, C., y Valdebenito, E. (2014). Método Estándar para la Cartera Hipotecaria Residencial. *Series de Estudios Normativos*, No. 14/01. Retrieved from https://www.sbif.cl/sbifweb3/internet/archivos/publicacion_10633.pdf
- Pan, K. (2009). The Loan Equivalency Factor. *RMA Journal*, (June). Retrieved from https://cms.rmau.org/uploadedFiles/Credit_Risk/Library/RMA_Journal/Credit_Risk_Management/The Loan Equivalency Factor for Revolving Lines of Credit in Commercial.pdf

- Peter, C. (2011). Estimating loss given default: Experience from banking practice. In *The Basel II Risk Parameters* (pp. 151–183). Springer.
- Reitgruber, W. (2013). Expected loss and Impact of Risk: backtesting parameter-based expected loss in a Basel II framework. *Journal of Risk Model Validation*, (September), 59–84.
- Rösch, D., y Scheule, H. (2006). A multi-factor approach for systematic default and recovery risk. In *The Basel II Risk Parameters* (pp. 105–125). Springer.
- Smithson, M., y Verkuilen, J. (2006). A better lemon squeezer? Maximum-likelihood regression with beta-distributed dependent variables. *Psychological Methods*, 11(1), 54.
- Swearingen, C. J., Castro, M. S. M., y Bursac, Z. (2012). Inflated beta regression: Zero, one and everything in between. In *SAS Global Forum* (pp. 325–2012).
- Tasche, D. (2010). Estimating discriminatory power and PD curves when the number of defaults is small. *Lloyds Banking Group Working Paper*, (March). Retrieved from <https://arxiv.org/abs/0905.3928>
- Van Der Burgt, M. (2008). Calibrating low-default portfolios, using the cumulative accuracy profile. *Journal of Risk Model Validation*, 1(4), 17–33.
- Vasicek, O. (2002). The distribution of loan portfolio value. *Risk Journal*, 15(December), 160–162.
- Vazza, D., Kraemer, N., Khan, R., y Richhariya, N. (2011). 2010 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions. *Standard and Poor's*, 30(March).



Superintendencia
de Bancos
e Instituciones
Financieras
Chile