

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL
CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO DE CONCENTRACIÓN INDIVIDUAL Y
SECTORIAL DE LA CARTERA DE CRÉDITO EN UNA ENTIDAD BANCARIA
DEL SISTEMA FINANCIERO DE COSTA RICA

Trabajo final de investigación aplicada sometido a la consideración
de la Comisión del Programa de Posgrado en Economía para optar al
grado y título de Maestría Profesional en Finanzas y Riesgo

SUSTENTANTES:

ADRIANA FONSECA CASTILLO

BRYAN OLIVAS ALGUERA

ARIANA SEDÓ ÁLVAREZ

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2026

DEDICATORIA

A nuestras familias, por estar presentes en cada paso, por su apoyo incondicional y por brindarnos la motivación necesaria para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro sincero agradecimiento a nuestro tutor, Erick Chaves, por su orientación, compromiso y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Asimismo, agradecemos a los lectores Álvaro Guevara y Jordan Vargas por su tiempo, disposición y observaciones que enriquecieron significativamente este proyecto.

“Este trabajo final de investigación aplicada fue aceptado por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Economía de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Profesional en Finanzas y Riesgo.”

Dra. Jackeline García Fallas
**Representante del Decanatura
Sistema de Estudios de Posgrado**

M.Sc. Erick Chaves Jiménez
Profesor Guía

Dr. Álvaro Guevara Villalobos
Lector

M.Sc. Jordan Vargas Solano
Lector

Dr. Luis Alfredo Vargas Montoya
**Representante del Director
Programa de Posgrado**

Adriana Fonseca Castillo
Sustentante

Bryan Olivas Alguera
Sustentante

Ariana Sedó Álvarez
Sustentante

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
HOJA DE APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	vi
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	ix
CAPITULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS	1
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	9
CAPITULO III: MODELOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO DE CONCENTRACIÓN	23
CAPITULO IV CARACTERÍSTICAS DE LA CARTERA SELECCIONADA	45
CAPITULO V RESULTADOS DE LAS METODOLOGÍAS	62
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	84

RESUMEN

En este trabajo se desarrolla una metodología para cuantificar el capital económico requerido por una entidad financiera del Sistema Bancario Nacional de Costa Rica para cubrir los riesgos de concentración individual y sectorial, en su cartera de crédito.

Se inicia con un análisis conceptual que distingue entre capital regulatorio y capital económico, abordando los conceptos de pérdida esperada, pérdida inesperada y suficiencia patrimonial. Posteriormente, se examinan las metodologías propuestas por organismos internacionales como Basilea, Moody's y la Comisión para el Mercado Financiero de Chile.

La propuesta metodológica se aplica a la cartera crediticia de una entidad bancaria local, utilizando datos anonimizados y clasificados por segmento y actividad económica. Se construyen escenarios que integran el riesgo de concentración individual (exposición a grandes deudores) y sectorial (exposición a sectores económicos específicos), con el fin de estimar el capital adicional necesario para absorber posibles pérdidas bajo condiciones adversas.

Los resultados muestran que, si bien el capital regulatorio cumple con los mínimos exigidos, la inclusión del riesgo de concentración puede implicar requerimientos adicionales significativos para mantener niveles adecuados de solvencia. Se evidencian sectores con alta concentración que podrían comprometer la estabilidad del portafolio crediticio ante un shock económico. Asimismo, se valida que el modelo interno propuesto permite capturar estos riesgos con mayor sensibilidad que los enfoques regulatorios estándar. Es esencial que las entidades financieras integren modelos avanzados de medición del capital económico por concentración en su planificación estratégica y gestión de riesgos.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Diferencias entre la cartera masiva y mayorista	46
Tabla 2: Criterios de clasificación de la cartera de crédito	47
Tabla 3: Detalle de la cartera de crédito (en millones ϕ) utilizada como base	48
Tabla 4: Capital regulatorio a cierre de diciembre	57
Tabla 5: ponderaciones para la cartera de crédito	58
Tabla 6: variables macroeconómicas	61
Tabla 7: resultados con modelo interno de VaR	63
Tabla 8: comparación modelo regulatorio y modelo interno VaR	63
Tabla 9: parámetro de correlación o contagio por segmento	64
Tabla 10: resultados con modelo IRB de Basilea	65
Tabla 11: comparación modelo regulatorio y modelo IRB de Basilea	65
Tabla 12: Comparación modelo regulatorio, modelo interno VaR y modelo IRB de Basilea	66
Tabla 13: factores de recargo de capital	69
Tabla 14: resultados adicionando el riesgo de concentración individual	70
Tabla 15: resultados con modelo IRB de Basilea	72
Tabla 16: Resultado de suficiencia patrimonial 2023 con ajuste granular y diferencias con los otros modelos	73
Tabla 17: Distribución de la cartera por actividades económicas	74
Tabla 18: determinación factor reductor (FRC)	75
Tabla 19: Resultados adicionando el riesgo de concentración sectorial	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Relación entre Pérdida y Capital Económico	18
Gráfico 2: Distribución del EAD y cantidad de operaciones según tipo de cartera	49
Gráfico 3: Histograma del EAD para la cartera masiva	51
Gráfico 4: Histograma del EAD para la cartera mayorista	54
Gráfico 5: Evolución del capital contable al cierre de año	55
Gráfico 6: Composición del Capital Regulatorio según Basilea	57
Gráfico 7: Requerimiento de riesgo de crédito según modelo y año	66
Gráfico 8: Resultados indicador de suficiencia patrimonial según modelo y año	66
Gráfico 9: concentración de saldo según cantidad de clientes principales	68
Gráfico 10: Resultado del riesgo de crédito y riesgo de concentración individual	70
Gráfico 11: Resultado de modelo IRB y el ajuste por granularidad (GA)	73
Gráfico 12: Impacto en indicadores por riesgo de concentración sectorial	76

LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

- LCR: Liquidity Coverage Ratio
- NSFR: Net Stable Funding Ratio
- SUGEF: Superintendencia General de Entidades Financieras
- ICL: Indicador de Cobertura de Liquidez
- NIIF: Normas Internacionales de Información Financiera
- SUGEVAL: Superintendencia General de Valores
- IRB: Internal Ratings Based
- BCBS: Basel Committee on Banking Supervision
- EL: Expected Loss
- PD: Probability of Default
- LGD: Loss Given Default
- LGL: Loss Given Loss
- EAD: Exposure At Default
- UL: Unexpected Loss
- TC: Tasa de Cura
- TI: Tasa de Incumplimiento
- APR: Activos Ponderados por Riesgo
- CMF: Comisión para el Mercado Financiero
- FMI: Fondo Monetario Internacional
- BUST: Bottom-Up Stress Test
- LTV: Loan To Value
- FRC: Determinación de Factor Reductor
- ICI: Índice de Herfindahl
- MN: Moneda Nacional
- ME: Moneda Extranjera
- CCN 1: Capital Común de Nivel 1
- CAN 1: Capital Adicional de Nivel 1
- CN 2: Capital de Nivel 2
- APR: Activos Ponderados por Riesgos



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Adriana Fonseca Castillo, con cédula de identidad 3-0443-0695, en mi condición de autor del TFG titulado _____

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL CAPITAL ECONOMICO POR RIESGO DE CONCENTRACIÓN INDIVIDUAL Y SECTORIAL DE LA CARTERA DE CRÉDITO EN UNA ENTIDAD BANCARIA DEL SISTEMA FINANCIERO DE COSTA RICA

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Adriana Fonseca Castillo

Número de Carné: 858768 Número de cédula: 3-0443-0695

Correo Electrónico: adrifoncas@gmail.com

Fecha: _____ Número de teléfono: 8559-0338

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Erick Chaves Jiménez

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Bryan Olivas Alguera, con cédula de identidad 1-1444-0689, en mi condición de autor del TFG titulado _____

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO DE CONCENTRACIÓN INDIVIDUAL Y SECTORIAL DE LA CARTERA DE CRÉDITO EN UNA ENTIDAD BANCARIA DEL SISTEMA FINANCIERO DE COSTA RICA

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Bryan Olivas Alguera

Número de Carné: A84607 Número de cédula: 1-1444-0689

Correo Electrónico: bryan.2511@gmail.com

Fecha: _____ Número de teléfono: 8509-7817

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Erick Chaves Jiménez

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Ariana Sedó Álvarez, con cédula de identidad 1-1289-0068, en mi condición de autor del TFG titulado _____

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO DE CONCENTRACIÓN INDIVIDUAL Y SECTORIAL DE LA CARTERA DE CRÉDITO EN UNA ENTIDAD BANCARIA DEL SISTEMA FINANCIERO DE COSTA RICA

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Ariana Sedó Álvarez

Número de Carné: A55344 Número de cédula: 1-1289-0068

Correo Electrónico: bryan.2511@gmail.com

Fecha: _____, Número de teléfono: 8309-8988

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Erick Chaves Jiménez

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, padece como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 315 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

CAPÍTULO I: ASPECTOS METODOLÓGICOS

1.1 Introducción

La gestión de riesgos evoluciona de forma vertiginosa. En efecto, el entorno cambiante y las nuevas dinámicas empresariales, derivadas de transformaciones demográficas, económicas, sociales y tecnológicas, propician la aparición de riesgos emergentes y, por ende, las organizaciones se enfrentan a nuevos retos para poder administrarlos.

Debido a la dinámica cambiante de los Sistemas Financieros, diversos organismos han recomendado medidas orientadas al fortalecimiento institucional, con el fin de que las entidades fortalezcan sus sistemas de gestión de riesgo y mejoren su resistencia a la materialización de diversos riesgos.

Dentro de las reformas propuestas por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, se encuentran aquellas relacionadas con la gestión y el desarrollo de indicadores de liquidez, que permitan brindar alertas tempranas a las entidades como lección aprendida de la crisis financiera de 2008, entre ellos el LCR “Liquidity Coverage Ratio” y el NSFR “Net Stable Funding Ratio”.

A nivel local, la Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEF) ha venido migrando en los últimos años al esquema de supervisión basada en riesgos, en línea con las mejores prácticas internacionales. En congruencia con lo anterior, se han venido adoptando una serie de medidas de supervisión prudencial, por ejemplo, la exigencia de calcular indicadores como el LCR o Indicador de Cobertura de Liquidez (ICL) en Costa Rica.

Dentro de la ruta de cambios regulatorios, se encuentra el cálculo del NSFR, reformas de capital más alineadas a los requerimientos de Basilea III, el cálculo de las estimaciones de la cartera de crédito mediante el modelo de pérdida esperada bajo un modelo estándar o la posibilidad de las entidades para desarrollar un modelo interno alineado a los principios de la Norma Internacional de Información

Financiera 9 (NIIF 9) que se ocupa del tratamiento contable de los instrumentos financieros; entre otros.

Como parte de las reformas, en el 2021 se realizaron ajustes al Acuerdo SUGEF 2-10 Reglamento sobre Administración Integral de Riesgos, en el cual se incluyó un apartado para la gestión de riesgos de crédito donde se determina la necesidad de que las entidades financieras cuenten con metodologías que permitan identificar, evaluar y gestionar el riesgo de concentración en las carteras de crédito.

El presente trabajo de investigación se orienta a implementar una metodología que permita determinar el nivel de capital económico requerido por una entidad financiera del Sistema Bancario Nacional, para cubrir los riesgos de concentración individual y sectorial de la cartera de crédito.

Para implementar una metodología apropiada se realizará en primera instancia una descripción sobre el marco conceptual y mejores prácticas internacionales en la materia.

Al final del documento de investigación, se incluirán las conclusiones y recomendaciones pertinentes, a fin de que la entidad bancaria pueda aprovechar y ejecutar de forma apropiada la metodología propuesta; por lo tanto, se espera que esta investigación sea un aporte significativo para la gestión del riesgo de crédito y solvencia.

1.2 Justificación

La gestión de riesgos en las entidades financieras ha evolucionado progresivamente a lo largo del tiempo. En cuanto a la gestión del riesgo de crédito, se han desarrollado metodologías relevantes para determinar los riesgos de default y contraparte de los clientes o deudores de una entidad; sin embargo, las entidades mantienen exposiciones relevantes por el monto otorgado a algunos clientes (concentración individual), así como exposición significativa en un sector o actividad económica (concentración sectorial).

El Comité de Basilea, en el “Marco Supervisor para controlar y calcular grandes exposiciones al riesgo”, determina la relevancia de las mejores prácticas:

“A lo largo de la historia, ha habido casos de quiebras bancarias provocadas por la concentración de exposiciones frente a cada contraparte (como Johnson Matthey Bankers en el Reino Unido en 1984 y la crisis bancaria coreana a finales de los años 90). La regulación sobre grandes exposiciones al riesgo ha sido concebida como herramienta para limitar la pérdida máxima que un banco podría sufrir en caso de quebrar alguna de sus contrapartes a un nivel que no hiciera peligrar la solvencia del banco”. (BIS, 2014).

El Comité de Basilea no solo considera relevante la cuantificación de estos riesgos, sino que esta cuantificación debe reflejarse en la solvencia de las entidades, es decir, en la capacidad de absorber con su capital eventuales pérdidas de crédito (de carácter incremental) debido a la concentración.

A nivel nacional, la SUGEF, ha implementado una serie de modificaciones a la normativa nacional, entre ellas se encuentra la reforma al Acuerdo SUGEF 2-10, donde introduce un capítulo relativo a la gestión integral de riesgos de crédito y establece lo siguiente:

“Artículo 33. Concentración de riesgo de crédito: En la elaboración de la Declaración, la entidad debe considerar el impacto de factores de riesgo comunes asociados a un mismo sector, actividad económica, ubicación geográfica, dependencia en canales de negocio, entre otros factores de riesgo comunes. Se deben evaluar cuales son las fuentes de concentración de riesgo de crédito y planificar la asignación de capital frente a dichos riesgos considerando dichas concentraciones. La entidad debe identificar su dependencia de los productos crediticios más significativos en su modelo de negocio, asimismo, en tanto dicha identificación sea posible, debe incorporar el impacto de las correlaciones del riesgo de crédito en el desarrollo de sus pruebas de estrés de tal manera que las carteras con mayores correlaciones sean más impactadas”. (SUGEF, 2010, p.48).

En virtud de lo anterior, se considera medular para las entidades financieras no solo cumplir con los nuevos requerimientos establecidos en la normativa bajo un principio de observancia o cumplimiento, sino que es de suma importancia, contar con metodologías que permitan tomar decisiones relevantes en la gestión de estos riesgos y coadyuven a la planificación de capital de las entidades.

Es por ello, que el presente trabajo de investigación se abocará a implementar una propuesta metodológica que cumpla con lo solicitado por el regulador en la valoración de exposiciones individuales y sectoriales, pero que, además, determine el impacto en el capital económico, a fin de valorar el efecto en solvencia de las entidades financieras.

1.3 Área de estudio

El estudio compete al análisis del problema de investigación en una entidad del Sistema Bancario Nacional; por lo tanto, el área de estudio comprende disciplinas como administración, finanzas, economía, banca, gestión de riesgos y estadística, con un enfoque particular en la gestión del riesgo de concentración de la cartera de crédito. Este enfoque busca entender cómo la concentración de créditos en determinados sectores o clientes puede afectar la estabilidad y el desempeño financiero de la entidad, lo que lo convierte en un tema clave dentro del ámbito de la gestión financiera del riesgo, con el fin de calcular el capital requerido para hacer frente a éstos.

1.4 Situación o problema de investigación

¿Es posible implementar una metodología que permita cuantificar de forma apropiada el nivel de capital económico mínimo que debe mantener una entidad financiera del sistema bancario costarricense, a fin de cubrir su riesgo de concentración individual y sectorial en la cartera de crédito?

Con base en el estudio de este problema, se espera que la entidad bancaria, pueda generar un óptimo balance entre su negocio como intermediario financiero al

otorgar créditos, pero con un nivel o apetito de riesgo que considere el impacto en el capital económico al aceptar exposiciones que aumentan el grado de concentración individual o sectorial.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Implementar una metodología que permita determinar el nivel del capital económico que requiere una entidad financiera del Sistema Bancario Nacional para cubrir los riesgos de concentración individual y sectorial de la cartera de crédito.

1.5.2 Objetivos específicos

1.5.2.1 Objetivo uno

Analizar las bases teóricas de la gestión de riesgos, la relación entre capital regulatorio y económico, así como los principios recomendados por Basilea y las mejores prácticas internacionales para la gestión del riesgo de concentración en las carteras de crédito.

- **Tipo de investigación:** Este objetivo emplea una investigación de tipo descriptiva y analítica, centrada en identificar y caracterizar los factores que influyen en la gestión de riesgos dentro de una entidad bancaria del Sistema Financiero Nacional, abarcando aspectos financieros, económicos y regulatorios.
- **Método:** Se utilizarán métodos documentales y de campo, realizando una revisión exhaustiva de la literatura y la normativa, tanto a nivel nacional como internacional, para describir las principales tendencias en gestión de riesgos y el marco regulatorio pertinente.
- **Técnicas:** La investigación se llevará a cabo mediante la revisión bibliográfica.
- **Instrumentos:** Se emplearán herramientas como la revisión de literatura disponible en internet, sitios oficiales y material físico.

- **Fuentes:** Se recurrirá a fuentes primarias y a fuentes secundarias provenientes de sitios web oficiales, bibliotecas digitales, y materiales académicos y científicos disponibles.

1.5.2.2 Objetivo dos

Analizar propuestas metodológicas para calcular el nivel de capital económico que una entidad debe disponer para cubrir el riesgo de concentración de la cartera de crédito.

- **Tipo de investigación:** Este objetivo se abordará utilizando una investigación cuantitativa de tipo correlacional y explicativa. Se analizarán, relacionarán e interpretarán los insumos y elementos estudiados en el primer objetivo, aplicando herramientas estadísticas y matemáticas para determinar el nivel de capital económico necesario para cubrir el riesgo de concentración en la cartera de crédito.
- **Técnicas:** Se recopilará, analizará y correlacionará la información obtenida en los objetivos anteriores para identificar las mejores prácticas en la implementación de la metodología adecuada para enfrentar el problema de estudio.
- **Instrumentos:** Se utilizarán la revisión documental, y análisis estadísticos y matemáticos de la cartera de crédito.
- **Fuentes:** La investigación incluirá la revisión y análisis de información primaria, y secundaria, como literatura académica y normativa pertinente.

1.5.2.3 Objetivo tres

Evaluar el resultado de una metodología mediante la aplicación a la cartera de crédito de un banco del Sistema Financiero Nacional, utilizando datos anonimizados.

- **Tipo de investigación:** Este objetivo emplea un enfoque de investigación cuantitativo, basado en análisis correlacional y explicativo. La investigación se centra en la aplicación y evaluación de la propuesta desarrollada en el segundo objetivo analizando, relacionando e interpretando los resultados para establecer su pertinencia y adecuación a la entidad financiera en cuestión procurando que la muestra de datos sea suficientemente amplia para obtener resultados concluyentes y generalizables al caso de la entidad en diferentes contextos.
- **Técnicas:** Se utilizarán técnicas de recopilación, análisis y correlación de la información obtenida en los objetivos anteriores. El fin es aplicar la metodología propuesta a la cartera de crédito de la entidad bancaria, utilizando datos anonimizados para garantizar la privacidad y confidencialidad de la información, y realizar los ajustes o recomendaciones necesarios.
- **Instrumentos:** Revisión documental, análisis estadísticos y matemáticos de la cartera de crédito.
- **Fuentes:** Este objetivo requiere la revisión y análisis de información primaria y secundaria, abarcando tanto mejores prácticas internacionales como datos específicos anonimizados de la cartera de crédito de la entidad bancaria.

1.6 Alcance

El riesgo de concentración tiene un amplio alcance que incluye, entre otras perspectivas, la concentración en el portafolio de inversiones, la liquidez de las entidades o la cartera de crédito. En este último enfoque, el acuerdo SUGEF 2-10 Reglamento sobre la Administración Integral de Riesgos, establece que se deben evaluar las fuentes de concentración de riesgo de crédito con el fin de poder asignar el capital requerido (SUGEF, 2010, p.48).

Con base en lo anterior, el presente estudio se circunscribe en implementar una metodología para la valoración del riesgo de concentración de la cartera de

crédito, que considere exposiciones relevantes a un cliente (concentración individual) y exposiciones relevantes a nivel de sector o actividad económica (concentración sectorial) para una entidad del Sistema Financiero Nacional.

1.7 Limitaciones

Entre las principales limitaciones que se podrían presentar en el desarrollo de la presente investigación, se encuentran:

De tiempo: el estudio abarca el análisis de metodologías y mejores prácticas basados principalmente en lo que establece Basilea III y los marcos de mejores prácticas internacionales de reciente data. Para efectos de valorar la metodología, se considerarán los resultados obtenidos con información mensual de la cartera de crédito de la entidad bancaria en el periodo comprendido entre enero de 2022 y diciembre de 2023.

De disponibilidad de la información: podrían existir limitaciones en cuanto a la disponibilidad de la información, por ejemplo, comportamientos de variables que no podrían coincidir con los mismos sectores o actividades económicas en las que se segmentan las carteras de crédito a nivel nacional.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Con el propósito de sustentar teóricamente la presente investigación, se presentan los elementos teóricos y conceptuales relevantes que sustentan la propuesta metodológica para la cuantificación del capital económico por riesgo de concentración individual y sectorial de la cartera de crédito en una entidad bancaria.

2.1 Riesgo

El riesgo puede definirse como: *“contingencia o proximidad de un daño”* (Real Academia Española, 2023). Desde una perspectiva técnica, el riesgo se define como: *“La probabilidad de un daño”* (Brenes, 2015, p.32), donde el término probabilidad se puede entender como: *“La probabilidad de un evento (acontecimiento o resultado) es la proporción de las veces que eventos de la misma clase ocurrirán al repetir muchas veces el experimento”* (Miller y Freund, 1986, p.23). Esta definición vincula la probabilidad de que, en el desarrollo de actividades, se produzca una pérdida o daño.

En su forma más esencial, el riesgo también se entiende como la posibilidad de ocurrencia de algo que se espera. Desde la perspectiva financiera, se puede definir como: *“Medida de la incertidumbre en torno al rendimiento que ganará una inversión o, en un sentido más formal, el grado de variación de los rendimientos relacionados con un activo específico.”* (Gitman, 2012, pág. 287).

En el Reglamento sobre Administración Integral del Riesgo, Acuerdo SUGEF 2-10, se define el riesgo como la posibilidad de pérdidas económicas debido a eventos adversos. Las definiciones de riesgo anteriormente anotadas hacen referencia a un daño que puede ser de diferente naturaleza e impacto, o puede estar relacionado a una posible pérdida financiera en la que puede incurrir una empresa si se llega a un determinado estado financiero.

2.2 Administración integral de los riesgos

Según el Acuerdo SUGEF 2-10, la administración integral de riesgos consiste en un proceso por medio del cual una entidad financiera identifica, mide, evalúa, monitorea, controla, mitiga y comunica los distintos tipos de riesgo a que se encuentra expuesta.

2.3 Gestión integral de los riesgos financieros

En los principios de Gobierno Corporativo, formulados por el Comité de Basilea para la Supervisión Bancaria, lo define como *“El proceso de identificar, medir, monitorear, controlar, mitigar y divulgar todos los riesgos a los cuales las entidades financieras se encuentran expuestas, en el marco del conjunto de objetivos, políticas, procedimientos y acciones, establecidas por la entidad para este propósito”*.(BIS, 2015).

2.4 Riesgos financieros

Se define como *“La incertidumbre que existe siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro. El riesgo es la incertidumbre que importa porque incide en el bienestar de la gente. Toda situación riesgosa es incierta, pero puede haber incertidumbre sin riesgo”*. (Bodie, 1999).

A continuación, se describen los principales riesgos financieros que enfrentan las entidades bancarias:

2.4.1 Riesgo de mercado

La Superintendencia General de Valores (SUGEVAl), en el artículo 11 del Reglamento de Gestión de Riesgo, aprobado en el artículo 10 del acta de la sesión 772-2009, define el riesgo de mercado como: *“El riesgo de mercado surge de cambios potenciales en las tasas de interés de mercado, precios o liquidez, en diferentes mercados, tales como, divisas, renta fija y renta variable. La exposición a este riesgo es resultado de la negociación, inversiones, y otras actividades del*

negocio, las cuales generan posiciones dentro y fuera del balance. Las posiciones incluyen: instrumentos negociados, inversiones, posiciones abiertas (dentro y fuera) de balance, activos y pasivos, e instrumentos derivados.” (SUGEVAL, 2023, p.12).

A partir de esta definición, el riesgo de mercado puede entenderse como la pérdida potencial que puede sufrir una entidad debido a la diferencia que se pueda presentar en los precios del mercado o factores de riesgo como las tasas de interés y tipos de cambio. Entre los riesgos de mercado se incluyen:

- Riesgo de tasas de interés. En el acuerdo SUGEF 2-10, se indica que *“Es la posibilidad de que se produzcan cambios adversos en las condiciones financieras de una entidad ante fluctuaciones en la tasa de interés dentro del libro bancario (cartera de inversión), generando efectos negativos en el margen financiero y el valor económico de la entidad.”* (SUGEF, 2024, p.23).
- Riesgo de tipo de cambio. En el acuerdo SUGEF 2-10, se define como *“Posibilidad de sufrir pérdidas como consecuencia de variaciones en el tipo de cambio. Está compuesto por los riesgos de conversión, riesgos de posición en moneda extranjera y riesgos de transacciones. Este riesgo también se manifiesta cuando el resultado neto del ajuste cambiario no compensa proporcionalmente el ajuste en el valor de los activos denominados en moneda extranjera, ocasionando una reducción en el indicador de suficiencia patrimonial”.* (SUGEF, 2024, p.23). Este tipo de riesgo se muestra como resultado de las fluctuaciones de las cotizaciones de las monedas en los mercados de divisas como resultado de la oferta y la demanda.
- Riesgo de precio. El Consejo Nacional de Supervisión Financiera en el artículo 3 del Reglamento de Administración Integral de Riesgo, Gaceta N°137, define que *“Es la posibilidad de que ocurra una pérdida económica debido a variaciones adversas en el precio de un instrumento financiero.”* (CONASSIF, 2016, p.5).

2.4.2 Riesgo de crédito

El riesgo de crédito, según SUGEF 2-10, p.22, es *“Es la posibilidad de pérdidas económicas debido al incumplimiento de las condiciones pactadas por parte del deudor, emisor o contraparte. El riesgo de incumplimiento frente a una contraparte se define como la posibilidad de que una de las partes de una operación mediante instrumentos financieros pueda incumplir sus obligaciones. En tal caso, ocurriría una pérdida económica si las operaciones o la cartera de operaciones con dicha parte tuvieran un valor económico positivo en el momento del incumplimiento. A diferencia de la exposición de una entidad al riesgo de crédito a través de un préstamo o inversión, que es sólo unilateral para la entidad que otorga el préstamo o realiza la inversión, el riesgo de contraparte produce un riesgo de pérdida bilateral, pues el valor de mercado de la operación puede ser positivo o negativo para ambas partes, es incierto y puede variar con el tiempo a medida que lo hacen los factores de mercado subyacentes. Asimismo, cuando la entidad realiza préstamos e inversiones internacionales, también se encuentra expuesta al riesgo país y al riesgo de transferencia. La exposición al riesgo de crédito también puede incrementarse debido a movimientos en el tipo de cambio y las tasas de interés. En el primer caso, el riesgo se asume al otorgar créditos denominados en una moneda diferente al tipo de moneda en que principalmente se generan los ingresos netos o flujos de efectivo del deudor, y en el segundo caso, el riesgo se asume al otorgar créditos con tasas de interés ajustables.”* (SUGEF, 2024, p.22).

Adicionalmente, cuando una agencia calificadora de riesgo reduce la calificación de una entidad bancaria, esto refleja un aumento en la probabilidad percibida de incumplimiento de sus obligaciones financieras. Este hecho constituye riesgo de crédito, ya que la degradación indica un deterioro en la calidad crediticia del emisor.

2.4.3 Riesgo de concentración:

El Basel Committee on Banking Supervision (BCBS) define como riesgo de concentración a *“cualquier exposición individual o grupo de exposiciones con el*

potencial de producir pérdidas lo suficientemente grandes para amenazar la estabilidad del banco o su habilidad para mantener sus operaciones fundamentales". (BIS, 2015).

2.4.4 Riesgo de Liquidez

Según el acuerdo SUGEF 2-10, el riesgo de liquidez *"Es la posibilidad de una pérdida económica debido a la escasez de fondos que impediría cumplir las obligaciones en los términos pactados. El riesgo de liquidez también puede asociarse a un instrumento financiero particular, y está asociado a la profundidad financiera del mercado en el que se negocia para demandar u ofrecer el instrumento sin afectación significativa de su valor."* (SUGEF, 2024, p.22). Las pérdidas económicas que se pueden dar por una venta anticipada u obligada de activos con descuentos no considerados para hacer frente a sus obligaciones. El riesgo de liquidez se origina de los pagos y los cobros de una empresa cuando no coinciden con el volumen y periodicidad, por lo que se genera un superávit o déficit de tesorería.

2.5 Suficiencia patrimonial

La suficiencia patrimonial es el indicador que mide la capacidad de una entidad financiera para absorber pérdidas derivadas de los riesgos inherentes a su actividad, sin comprometer los recursos captados del público. Este indicador se calcula como el cociente entre el capital base y los activos ponderados por riesgo, y debe mantenerse por encima del nivel mínimo prudencial establecido en el Reglamento sobre la suficiencia patrimonial de entidades financieras, SUGEF 3-06. (SUGEF, 2025).

Según el artículo 61 del reglamento SUGEF 3-06, el indicador de Suficiencia Patrimonial deberá ser igual o mayor al 10% y se calculará según la siguiente fórmula. (SUGEF, 2025, p.67).

$$ISP_E = \frac{CB}{RC + 10 + (RP + RO + RTC)} * 100[\%]$$

Donde:

CB = Capital base de la entidad supervisada, calculado según corresponda, de conformidad con lo dispuesto en las Secciones I, II y III del Capítulo II del reglamento SUGEF 3-06.

RC = Activos y pasivos contingentes ponderados por riesgo de crédito más riesgo de precio de liquidación en operaciones con derivados cambiarios.

RO = Requerimiento patrimonial por riesgo operacional.

RP = Requerimiento de capital por riesgo de precio más requerimiento de capital por riesgo de variación de tasas de interés en operaciones con derivados cambiarios.

RTC = Requerimiento de capital por riesgo cambiario.

2.6 Riesgo Operativo

El riesgo operativo se define en el acuerdo SUGEF 2-10, como la *“Posibilidad de sufrir pérdidas económicas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien a causa de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal y el riesgo de tecnologías de información, pero excluye el riesgo estratégico y el de reputación.”* (SUGEF, 2024, p.24).

2.7 Riesgo legal

En el acuerdo SUGEF 2-10 se define como *“Posibilidad de pérdidas económicas debido a la inobservancia o aplicación incorrecta o inoportuna de disposiciones legales o normativas, instrucciones emanadas de los organismos de control, sentencias, resoluciones jurisdiccionales o administrativas adversas y a la falta de claridad o redacción deficiente en los textos contractuales que pueden*

afectar la formalización o ejecución de actos, contratos o transacciones.” (SUGEF, 2024, p.23).

2.8 Capital regulatorio

Intenta medir los recursos realmente disponibles para absorber pérdidas mientras el banco está en operación y en caso de su liquidación. Basilea III redefine el capital regulatorio como el conjunto mínimo de recursos propios que una entidad financiera debe mantener para absorber pérdidas y garantizar su solvencia y estabilidad ante riesgos financieros.

2.9 Capital económico

Se define como el capital necesario para cubrir las pérdidas inesperadas asociadas a los riesgos que pueden ser cuantificados. Este capital se calcula para alcanzar un determinado nivel de solvencia y está vinculado al nivel de confianza que una entidad quiera mantener, como podría ser el nivel de solvencia necesario para obtener una calificación crediticia específica (Gonzalez Mosquera, 2022).

Es una medida interna utilizada por las instituciones financieras para cuantificar el capital necesario para cubrir los riesgos a los que están expuestas. A diferencia del capital regulatorio, que se define por los reguladores y está basado en requisitos estándar, el capital económico se basa en el propio perfil de riesgo de la entidad y en escenarios adversos personalizados, utilizando modelos internos que reflejen el apetito por riesgo asumido por la entidad.

En el marco de Basilea, está relacionado con los requisitos de capital que se establecen para cubrir riesgos no solo de crédito, sino también de mercado y operacionales. Basilea II y III permiten a las instituciones financieras usar modelos internos (como el enfoque Internal Ratings Based, IRB por sus siglas en inglés) para calcular estos requisitos, los cuales deben estar alineados con la cantidad de capital económico que la entidad determina necesario para su estabilidad (BIS, 2010).

2.10 Pérdida Esperada

Es un concepto fundamental en la gestión de riesgos financieros, especialmente en el ámbito del riesgo de crédito. Se refiere a la cantidad promedio que se espera perder en una cartera de créditos durante un periodo específico, bajo condiciones económicas normales o esperadas. Según el marco regulatorio de Basilea II del Basel Committee on Banking Supervision, la Pérdida Esperada (Expected Loss, EL) se calcula utilizando tres componentes principales que se describen a continuación (BIS, 2004).

- Probabilidad de Incumplimiento (Probability of Default, PD): probabilidad de que un deudor incumpla sus obligaciones de pago en un periodo determinado.
- Pérdida Dado el Incumplimiento (Loss Given Default LGD): proporción del monto expuesto al incumplimiento que no se recuperará en caso de que ocurra un incumplimiento. Es decir, cuánto se perderá realmente si el deudor no paga.
- Exposición en el Momento de Incumplimiento (Exposure at Default, EAD): cantidad total de exposición al riesgo en el momento en que ocurre el incumplimiento. Esto puede incluir el saldo de capital pendiente, los intereses acumulados y cualquier otra cantidad que esté en riesgo.

Cabe destacar que, dado que la Pérdida Esperada representa una estimación promedio bajo condiciones normales, este costo ya se incorpora en la tasa de interés que se cobra al cliente. Por ello, no es necesario realizar una provisión adicional contable para cubrirla, a diferencia de lo que ocurre con las pérdidas inesperadas que sí requieren cobertura específica.

La fórmula para el cálculo de la Pérdida Esperada (EL) según Basilea II es la siguiente:

$$EL = PD * LGD * EAD$$

2.11 Pérdida Inesperada

Se refiere a las pérdidas que exceden la pérdida esperada (Expected Loss, EL) y que ocurren con una probabilidad baja, pero con un impacto potencialmente alto. Es una medida de la variabilidad de las pérdidas en un portafolio de créditos y es fundamental para determinar la cantidad de capital que una institución financiera debe mantener para estar preparada ante situaciones adversas.

En el contexto de Basilea II y III, la pérdida inesperada (Unexpected Loss, UL) se gestiona mediante la retención de capital adicional para cubrir riesgos que no son cubiertos por las provisiones para pérdidas esperadas.

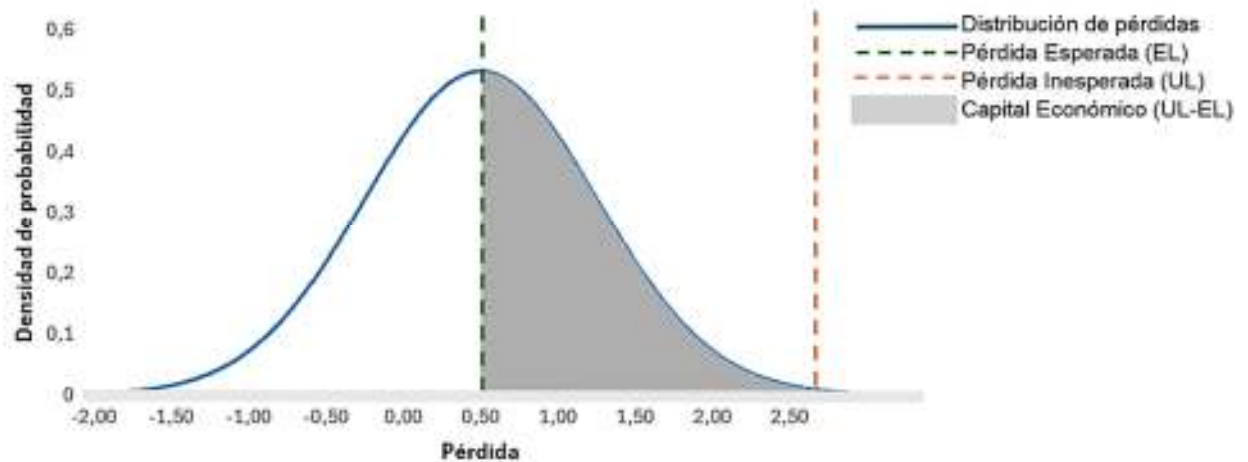
La fórmula para calcular la Pérdida Inesperada (UL) es la siguiente:

$$UL = LGD * EAD * \sqrt{PD * (1 - PD)}$$

Los conceptos de Capital Económico, Pérdida Esperada y Pérdida Inesperada, fundamentales en la gestión del riesgo financiero, han sido abordados de manera detallada en la literatura especializada. En particular, el Banco de España, a través del artículo titulado *“Capital regulatorio y capital económico: prociclicidad del nuevo Acuerdo de Capital y análisis de escenarios de crisis”*, analiza el capital económico y lo define como el monto necesario para cubrir las pérdidas inesperadas y cómo estas se diferencian de las pérdidas esperadas, que se consideran previsibles y deben ser cubiertas con provisiones. Este enfoque es esencial para comprender cómo las entidades financieras aseguran su solvencia en escenarios adversos (Gonzalez Mosquera, 2022).

A continuación, se presenta gráficamente la relación entre la Pérdida Esperada e Inesperada, con el Capital Económico.

Gráfico 1: Relación entre Pérdida y Capital Económico



Fuente: Elaboración propia, a partir de artículo *Capital regulatorio y capital económico prociclicidad del nuevo Acuerdo de Capital y análisis de escenarios de crisis*, del Banco de España.

El gráfico muestra la distribución de probabilidad de las pérdidas en una cartera de crédito, destacando la Pérdida Esperada (EL), la Pérdida Inesperada (UL) y el Capital Económico necesario para cubrir el riesgo. La curva representa la distribución normal de las posibles pérdidas que podrían ocurrir en una cartera de crédito. El eje X indica el monto de la pérdida, mientras que el eje Y muestra la densidad de probabilidad de esas pérdidas.

La línea vertical verde representa la Pérdida Esperada. Este valor de 0,5 fue seleccionado porque corresponde a la media de la distribución normal utilizada en el gráfico.

Por su parte, la línea vertical roja en 2,87 representa la Pérdida Inesperada (UL). Este valor se obtiene estimando que la pérdida tiene un nivel de confianza de 99.9%, dadas las características de la distribución media 0,5 y desviación estándar de 0,75.

La Pérdida Inesperada es menos probable pero más severa, y es por esto por lo que las entidades financieras deben mantener un Capital Económico adicional para cubrir estas posibles pérdidas.

El área sombreada entre las líneas de Pérdida Esperada y Pérdida Inesperada representa el Capital Económico que la entidad debe mantener. Esta área es la cantidad de capital adicional que se necesita para proteger a la entidad financiera contra pérdidas que exceden las expectativas normales.

Se puede concluir que el Capital Económico es la cantidad de capital que una institución financiera estima que es necesaria para absorber las Pérdidas Inesperadas durante un determinado horizonte temporal, con un nivel de confianza específico. Este capital está destinado a asegurar la solvencia de la institución en situaciones de estrés extremo, más allá de lo que se cubre con las provisiones para pérdidas esperadas.

2.12 Loss Given Loss

De acuerdo con lo indicado en la Guía metodológica Bottom Up Stress Test (BUST)2023 de SUGEF, el concepto de Loss Given Loss (LGL) se refiere a la pérdida final una vez tenido en cuenta el valor del colateral. Dicho colateral se refiere a un activo específico que se utiliza para garantizar el reembolso de un crédito en caso de incumplimiento por parte del prestatario (SUGEF, 2023).

2.13 Tasa de Cura

La Tasa de Cura (TC) se refiere al porcentaje de créditos dudosos que, después de un período determinado, pasan a un estado de crédito normal o cancelado, lo que permite evaluar la calidad y recuperación de la cartera de crédito (Guía Metodológica BUST, 2023).

2.14 Tasa de Incumplimiento

Según se establece en el Reglamento sobre Cálculo de Estimaciones Crediticias Acuerdo CONASSIF 14-21, emitido por el Consejo Nacional de Supervisión del Sistema Financiero, la Tasa de Incumplimiento (TI) es un porcentaje

que refleja la probabilidad de que un crédito determinado entre en mora. Se establecen diferentes tasas de incumplimiento dependiendo de la categoría de riesgo asignada a cada crédito. Por ejemplo, un crédito clasificado en una categoría de alto riesgo tendrá una TI más elevada en comparación con un crédito en una categoría de bajo riesgo. Este enfoque garantiza que las estimaciones sean adecuadas para la naturaleza específica del riesgo en cada segmento (CONASSIF, 2024).

2.15 Modelo de estimaciones

En la gestión del riesgo crediticio, es fundamental contar con metodologías claras y bien definidas para el cálculo de las estimaciones necesarias que protejan a las instituciones financieras frente a posibles incumplimientos. El Acuerdo CONASSIF 14-21, establece un modelo detallado de estimaciones crediticias que las entidades financieras supervisadas deben seguir en Costa Rica (CONASSIF, 2024).

El modelo de estimaciones crediticias tiene como propósito asegurar que las entidades financieras mantengan reservas suficientes para cubrir las posibles pérdidas derivadas de incumplimientos crediticios. Estas estimaciones son cruciales para la estabilidad financiera de las entidades y permiten mitigar el impacto de los riesgos crediticios en la solvencia de las instituciones.

El documento segmenta la cartera de créditos en diferentes categorías, como créditos revolutivos de consumo, créditos hipotecarios, y otros tipos de créditos. Cada segmento de la cartera tiene un tratamiento particular en el cálculo de las estimaciones crediticias, dado que las tasas de incumplimiento y las pérdidas esperadas pueden variar significativamente entre ellos. Esta segmentación permite un enfoque más preciso en la gestión del riesgo crediticio.

Aunque en el acuerdo CONASSIF 14-21 se establece una metodología estándar para calcular las estimaciones crediticias, también permite a las entidades financieras desarrollar sus propias metodologías internas. Estas metodologías internas pueden estar basadas en datos históricos específicos de la entidad, pero

deben ser aprobadas por la SUGEF antes de su implementación. Esta flexibilidad permite a las entidades ajustar sus modelos de estimaciones a sus realidades particulares, siempre bajo el marco regulador establecido.

2.16 Modelo de Capital

En el contexto de la regulación financiera costarricense, el Reglamento sobre Suficiencia Patrimonial de Grupos y Conglomerados Financieros, Acuerdo SUGEF 21-16, establece un marco normativo para la suficiencia patrimonial de los grupos y conglomerados financieros. Este reglamento define las metodologías que las entidades supervisadas deben seguir para asegurar que mantienen un nivel adecuado de capital para cubrir los diversos riesgos inherentes a sus actividades, con un enfoque particular en el riesgo de crédito. El capital regulatorio, calculado a partir de los Activos Ponderados por Riesgo (APR), es crucial para garantizar la estabilidad financiera y la capacidad de la entidad para absorber pérdidas inesperadas. (SUGEF, 2016).

Uno de los componentes más críticos del modelo de capital es el tratamiento del riesgo de crédito. Para determinar el capital necesario para cubrir este riesgo, los activos de la cartera de crédito de la entidad se ponderan según su riesgo. Este proceso, conocido como Activos Ponderados por Riesgo (APR), implica asignar un coeficiente de riesgo a cada activo, basado en factores como la probabilidad de incumplimiento y la pérdida esperada en caso de incumplimiento. Los APR resultantes se suman para obtener un total que refleja el riesgo total de la cartera de crédito. El capital regulatorio para el riesgo de crédito se calcula aplicando un porcentaje estándar, típicamente el 10%, sobre el total de los APR. Este porcentaje representa el capital que la entidad debe mantener como colchón para absorber posibles pérdidas crediticias.

2.17 Capital Base

Según SUGEF 21-16, el Capital Base es el *“Conjunto de instrumentos financieros disponibles para cubrir los riesgos a los que se enfrenta una entidad”*. (SUGEF, 2016). El capital base se divide en capital primario, que incluye elementos

como el capital pagado y las reservas, y capital secundario, que abarca componentes adicionales como la deuda subordinada y otros aportes no capitalizables, que, aunque útiles, tienen menor capacidad para absorber pérdidas.

2.18 Capital Regulatorio

Según SUGEF 21-16, se define como el *“Requerimiento mínimo de capital con base en riesgos que debe mantener el grupo o conglomerado financiero, calculado según la metodología establecida por el respectivo supervisor, nacional o extranjero, o según este Reglamento”*. (SUGEF, 2016).

Mantener un nivel adecuado de capital es fundamental para la estabilidad financiera de las entidades y para la protección del sistema financiero en su conjunto. El modelo de capital establecido en el reglamento SUGEF 21-16 proporciona un marco robusto para gestionar el riesgo de crédito y otros riesgos, asegurando que las entidades financieras tengan suficiente capital para cubrir sus pérdidas esperadas e inesperadas. Este enfoque es vital para la confianza del mercado y la seguridad de los depositantes y otras partes interesadas.

CAPÍTULO III: MODELOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO DE CONCENTRACIÓN

Como base inicial para desarrollar una metodología robusta que permita la cuantificación del capital económico por riesgo de concentración individual y sectorial de la cartera de crédito en una entidad bancaria, se realizará en primera instancia un análisis sobre algunos modelos destacados. En el contexto de la gestión de riesgos financieros, el riesgo de concentración representa una amenaza significativa para la estabilidad de las instituciones bancarias. Este riesgo, derivado de la excesiva exposición a un solo deudor o a un grupo de deudores con características similares, puede amplificar las pérdidas en tiempos de crisis económica.

El siguiente paso consistirá en evaluar su aplicabilidad y relevancia en el contexto específico de la institución financiera seleccionada, considerando las ventajas y limitaciones de cada modelo, lo que permitirá seleccionar el más adecuado.

3.1. Metodología para abordar la concentración sectorial según Basilea

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea es una de las instituciones más influyentes en el mundo financiero debido a que establece recomendaciones y normativas que buscan garantizar la solidez y estabilidad del sistema bancario internacional. Entre las normativas más conocidas se encuentran los Acuerdos de Basilea I, II y III, que establecen requisitos mínimos de capital, gestión de riesgos, control de liquidez y otras regulaciones que deben cumplir las entidades bancarias a nivel internacional.

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea posee una amplia trayectoria en desarrollar marcos regulatorios que mejoran la gestión de riesgos financieros. Los acuerdos de Basilea ayudan a los bancos a distribuir su riesgo de manera más

equilibrada y evitar que una única exposición comprometa su estabilidad. Basilea tiene una amplia experiencia en desarrollar marcos regulatorios que mejoran la gestión de riesgos financieros.

Basilea III, por ejemplo, establece estándares más estrictos para que los bancos mantengan un nivel adecuado de capital y gestión de riesgos, incluyendo las concentraciones de crédito, lo cual es fundamental para evitar colapsos financieros. Además, mantiene un enfoque dinámico, requiriendo un mayor colchón de capital a bancos sistemáticamente importantes y durante los ciclos de expansión económica, reforzando así la resiliencia del sistema financiero ante posibles crisis.

El documento llamado “Studies on credit risk concentration: An overview of the issues and a synopsis of the results from the Research Task Force project”, proporciona un análisis detallado sobre cómo la concentración de riesgos en las carteras de crédito puede impactar la estabilidad financiera de los bancos. (BIS, 2006).

3.1.1 Suposiciones en el modelo de calificaciones internas (IRB)

Se analiza cómo el Modelo de Factor Único de Riesgo (ASRF por sus siglas en inglés), que sustenta los cálculos de capital bajo el enfoque basado en calificaciones internas (IRB) del Marco de Basilea II, puede subestimar el riesgo en presencia de concentraciones significativas de exposición en la cartera. Esto se debe a que este modelo supone una diversificación perfecta, lo que no siempre es el caso en las carteras de los bancos.

3.1.2 Concentración individual

Se refiere a la falta de diversificación idiosincrática en una cartera, donde existen grandes exposiciones a deudores individuales. El riesgo asociado a este

tipo de concentración se debe a que una pérdida grande de uno o pocos deudores puede afectar significativamente la solvencia del banco.

3.1.3 Concentración sectorial

Ocurre cuando una cartera está concentrada en ciertos sectores o regiones geográficas, lo que genera una mayor exposición a riesgos sistémicos, como crisis económicas que afectan a industrias o áreas específicas. Este tipo de concentración puede incrementar sustancialmente el capital económico requerido para cubrir posibles pérdidas.

3.1.4 Prácticas actuales en la industria

El informe recoge información sobre cómo los bancos más avanzados miden y gestionan el riesgo de concentración. Algunos emplean modelos sofisticados que incorporan múltiples factores de riesgo, mientras que otros utilizan indicadores más sencillos y ad hoc.

3.1.5 Pruebas de tensión (stress testing)

Se establece cómo los bancos emplean pruebas de tensión para evaluar el riesgo de concentración, con ejemplos de metodologías que permiten medir el impacto de escenarios estresantes sobre las carteras de crédito concentradas.

3.1.6 Metodologías de ajuste

Se exploran diferentes métodos para ajustar los modelos de riesgo y medir el impacto de la concentración de nombres y sectores en el capital económico. Se discuten tanto enfoques ad hoc como modelos formales basados en múltiples factores para mejorar la precisión en la evaluación del riesgo.

3.1.7 Aplicabilidad de la metodología para abordar la concentración sectorial según Basilea

A pesar de su relevancia internacional, la metodología propuesta por el Comité de Basilea presenta limitaciones cuando se aplica a la medición del riesgo de concentración en una entidad financiera específica. Si bien el marco de Basilea constituye una referencia fundamental en materia de gestión de riesgos, su aplicabilidad para medir con precisión el riesgo de concentración individual o sectorial puede resultar limitada, por lo que se considera que dicha metodología debe complementarse antes de ser aplicada en la cartera de crédito del banco seleccionado en el presente trabajo de investigación.

3.2. Metodología para la cuantificación del riesgo de concentración de Moody's

Moody's Corporation es una reconocida agencia estadounidense de calificación crediticia global, reconocida por su análisis exhaustivo y su evaluación precisa del riesgo crediticio. Desde su fundación en 1909, Moody's ha desempeñado un papel fundamental en los mercados financieros, proporcionando calificaciones independientes y objetivas sobre la solidez financiera y la capacidad de pago de emisores de deuda en todo el mundo. Sus calificaciones son herramientas esenciales para inversionistas, instituciones financieras y gobiernos, ayudándoles a tomar decisiones informadas sobre inversiones, préstamos y políticas financieras. Moody's continúa siendo una autoridad de confianza en la evaluación del riesgo crediticio en el panorama financiero global.

En Costa Rica, Moody's ha evaluado la deuda soberana y las calificaciones crediticias de varias instituciones financieras, proporcionando un marco para entender los riesgos asociados y la salud financiera general. Estas calificaciones influyen en las tasas de interés y el acceso al capital para el gobierno y las empresas, afectando en última instancia la economía costarricense.

Adicionalmente, Moody's ofrece herramientas analíticas y soluciones de gestión de riesgo que las instituciones financieras locales pueden utilizar para evaluar y gestionar riesgos de cartera, como el riesgo de concentración. Estas herramientas ayudan a las entidades financieras a mejorar sus prácticas de gestión de riesgos, optimizar la asignación de capital y mejorar la estabilidad financiera en el país.

Con el objetivo de abordar la gestión del riesgo de concentración en una cartera crediticia, el documento "Quantifying, Decomposing, and Managing Portfolio Concentration Risk" de Moody's, propone una metodología robusta para evaluar y administrar este tipo de riesgo.

Esta metodología sugiere que el riesgo de concentración puede surgir de dos factores de diversificación imperfecta, una llamada "concentración en contrapartes", que se relaciona con la diversificación imperfecta del riesgo propio de la cartera (también llamado idiosincrático), ya sea debido a su tamaño o a la exposición a deudores individuales específicos, y otra llamada "concentración de segmentos", relacionada con la diversificación imperfecta entre componentes sistemáticos como el riesgo país o el riesgo propio de cada actividad económica o industria.

3.2.1. Modelo GCorr

Para cuantificar el riesgo de crédito de una cartera, es esencial determinar las correlaciones entre el valor futuro de los instrumentos dentro de la misma. Moody's utiliza un modelo de correlación multifactorial con más de 800 factores llamado GCorr, que proporciona correlaciones por pares para aproximadamente 48,218 empresas que cotizan en bolsa. Este modelo permite especificar una matriz de correlación por pares para las contrapartes en una cartera. Consta de tres etapas generales: la simulación de rendimientos de activos correlacionados mediante técnicas de Monte Carlo, la cuantificación del nivel de concentración en

contrapartes y la cuantificación del nivel concentración en segmentos en una cartera.

3.2.2. Simulación de rendimientos de activos correlacionados mediante Monte Carlo

Como punto de partida, el modelo construye una distribución del valor de la cartera, a partir de la cual se puede calcular el riesgo como el capital económico. Para construir esta distribución, se utiliza un enfoque ascendente donde las correlaciones describen el movimiento conjunto en los estados crediticios.

Para cada prestatario de la cartera, se simulan rendimientos de activos correlacionados mediante una simulación Monte Carlo, mediante la siguiente fórmula:

$$r_i = \sqrt{RSQ_i}\phi_i + \sqrt{1 - RSQ_i}\varepsilon_i$$

Donde r_i es el rendimiento del activo del prestatario i , ϕ_i es el factor sistemático del prestatario i , RSQ_i es el R cuadrado del prestatario i y ε_i es el factor propio o idiosincrásico del prestatario i .

El parámetro RSQ_i proviene de la correlación existente entre el rendimiento del activo del prestatario y el factor sistemático que representa las condiciones generales del mercado o del entorno económico. Esta correlación indica qué proporción de la variabilidad del rendimiento del activo puede explicarse por factores comunes (riesgo sistemático), y cuál parte corresponde al riesgo propio o idiosincrásico del prestatario.

En la simulación de Monte Carlo, el factor sistemático ϕ_i representa el riesgo compartido entre distintas empresas, reflejando el estado general del entorno económico y concentrando los factores comunes que afectan la calidad crediticia de los prestatarios. Por su parte, el factor idiosincrásico ε_i captura el riesgo

individual de cada empresa y se modela como una variable aleatoria normal independiente.

El parámetro RSQ_i indica la proporción del rendimiento del activo explicada por el componente sistemático, es decir, mide la sensibilidad del prestatario a las variaciones del riesgo común frente a su propio riesgo específico. De esta forma, los shocks que afecten a contrapartes con el mismo factor sistemático tendrán efectos similares, mientras que el componente idiosincrásico, propio de cada empresa, permanecerá siempre único y no correlacionado entre prestatarios.

La correlación entre las variaciones en las calificaciones de crédito de dos prestatarios ya sea dentro de la misma clase de activos o entre diferentes clases, se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 corr(r_i, r_j) &= corr(\sqrt{RSQ_i}\phi_i + \sqrt{1 - RSQ_i}\varepsilon_i, \sqrt{RSQ_j}\phi_j + \sqrt{1 - RSQ_j}\varepsilon_j) \\
 &= \frac{cov(\sqrt{RSQ_i}\phi_i + \sqrt{1 - RSQ_i}\varepsilon_i, \sqrt{RSQ_j}\phi_j + \sqrt{1 - RSQ_j}\varepsilon_j)}{\sigma_{r_i}\sigma_{r_j}} \\
 &= \frac{\sqrt{RSQ_i}\sqrt{RSQ_j}cov(\phi_i, \phi_j)}{1 * 1} \\
 &= \sqrt{RSQ_i}\sqrt{RSQ_j}cov(\phi_i, \phi_j)
 \end{aligned}$$

La fórmula muestra que la correlación entre las variaciones en las calificaciones de crédito de dos prestatarios depende principalmente de la interacción de sus factores sistemáticos, ponderados por sus respectivos valores R^2 . Si ambos prestatarios están influenciados por un mismo factor sistemático (como una condición económica global), y sus valores R^2 son altos, la correlación entre sus calificaciones de crédito también será alta.

Si los prestatarios subyacentes pertenecen al mismo mercado y comparten el mismo factor sistemático, la correlación se calcula como el producto de las raíces cuadradas de los valores R cuadrado de ambos prestatarios.

3.2.3 Cuantificación del nivel de concentración en contrapartes

La concentración en contrapartes ocurre cuando un portafolio tiene grandes exposiciones a prestatarios individuales lo que limita la diversificación efectiva del riesgo idiosincrático y provoca que los rendimientos de las exposiciones individuales estén más correlacionados.

Para poder cuantificar el nivel de concentración en contrapartes, se debe calcular la distribución del valor de la cartera en un horizonte determinado y obtener una distribución del valor de cada instrumento en el horizonte.

El riesgo idiosincrático es clave para cuantificar la concentración en contrapartes. Un shock de un factor idiosincrático importante para una contraparte individual muy ponderada dentro de una cartera puede deteriorar la calidad crediticia del prestatario, provocando incumplimiento y, en consecuencia, grandes pérdidas.

La simulación Monte Carlo calcula los rendimientos de los activos para cada contraparte dentro de una cartera, y sus correlaciones mediante los componentes sistemático e idiosincrático. Se utiliza un análisis de regresión para eliminar el componente idiosincrático, permitiendo que los rendimientos de los instrumentos no se vean afectados por el riesgo específico de cada contraparte. Dado que la relación entre el factor sistemático y los rendimientos no es lineal, se realiza una regresión sobre un polinomio del factor sistemático, con un orden óptimo de cuatro, en función de eficiencia computacional y precisión estimativa, representada matemáticamente de la siguiente forma:

$$\hat{r}_l = \beta_0 + \hat{\phi}_i^1 \beta_1 + \hat{\phi}_i^2 \beta_2 + \hat{\phi}_i^3 \beta_3 + \hat{\phi}_i^4 \beta_4$$

Donde r_l representa el rendimiento ajustado del activo l , β_0 es el término independiente o constante de la regresión, $\hat{\phi}_i^1, \hat{\phi}_i^2, \hat{\phi}_i^3, \hat{\phi}_i^4$, son los diferentes términos del factor sistemático que afectan al rendimiento del activo l , estos factores capturan la variabilidad del entorno económico general, y $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$, son los coeficientes de la regresión que ponderan la influencia de cada uno de los factores sistemáticos en el rendimiento del activo.

Esta regresión polinómica permite modelar la relación no lineal entre el factor sistemático y los rendimientos de los activos. Al hacerlo, la fórmula ajusta los rendimientos para que reflejen adecuadamente los efectos sistemáticos en la cartera, eliminando el impacto del componente idiosincrásico. Este enfoque es esencial para aislar el riesgo sistemático en el análisis de concentración de contrapartes y comprender cómo las correlaciones y los factores económicos afectan los rendimientos.

Al descomponer la cartera en contrapartes más pequeñas y diversificadas con perfiles de riesgo similares, se asegura que el riesgo sistemático se mantenga constante. Estas contrapartes tendrán shocks idiosincráticos únicos, por lo que no se espera que todas incumplan al mismo tiempo, reduciendo la probabilidad de grandes pérdidas. A medida que el portafolio se vuelve infinitamente granular, el componente idiosincrático se diversifica completamente, y el retorno del activo depende únicamente del riesgo sistemático, lo que resulta en una menor proporción de incumplimientos simultáneos.

3.2.4 Cuantificación del nivel de concentración en segmentos: países e industrias

La concentración en segmentos puede afectar el rendimiento de los activos debido a la correlación entre los componentes sistemáticos. Cuando una cartera

está altamente concentrada en un país o industria, las pérdidas pueden ser significativas si ese segmento enfrenta dificultades, pues cuanto mayor sea la concentración, mayor será el impacto en el requerimiento de capital, especialmente si las pérdidas se sitúan en la cola de la distribución. Diversificar la cartera puede mitigar este riesgo al redistribuir el capital a segmentos menos afectados, reduciendo así el impacto en la distribución general de pérdidas.

El conocimiento de los efectos de concentración no lineales permite ajustar la distribución de pérdidas de la cartera, aislando cada segmento para estimar su requerimiento de capital como si la cartera no estuviera concentrada. Por ejemplo, al eliminar un segmento de la distribución de pérdidas, se puede neutralizar su efecto en la cartera.

Al utilizar los resultados de los valores de prueba de simulación tras eliminar los efectos de la concentración en contrapartes, se pueden agregar los valores de prueba de los segmentos, analizando individualmente por país o industria en cada caso, sin que las concentraciones afecten los resultados. Por ejemplo:

$$\tilde{S}_{H_1}, \tilde{S}_{H_2}, \dots, \tilde{S}_{H_C|I} C \leq 49, I \leq 61$$

Donde C representa cada país (en este ejemplo el máximo de países es 49), I representa la cantidad de industrias (máximo 61 en este ejemplo), \tilde{S}_H representa los valores de prueba de un segmento individual que se pueden aislar mientras que, los valores de prueba de los otros segmentos se suman para obtener la distribución de valores del portafolio (\tilde{V}_H).

Al eliminar el impacto de un segmento específico, podemos calcular la distribución de pérdidas del portafolio sin ese efecto. Esto nos permite determinar el capital no concentrado del segmento, utilizando nuestro modelo de asignación de capital. En adelante, cualquier referencia a los valores del portafolio o al capital considerará que los efectos de dicho segmento han sido excluidos. Se tienen dos distribuciones de valor futuro:

$$\tilde{S}_H, \tilde{V}_H$$

Las distribuciones anteriores son distribuciones de pérdidas pues para los cálculos de capital económico, el enfoque se centra en los escenarios adversos. La pérdida se define como la diferencia entre los valores realizados y un punto de referencia de pérdida elegido (V_{LP}). Este punto de referencia de pérdida puede ser el valor esperado (pérdida por encima de la pérdida esperada) o el valor libre de riesgo (pérdida por encima del spread total).

$$Loss^P = V_{LP} - \tilde{V}_H$$

Se utiliza esta información para aproximar la asignación de capital para un segmento cuando el portafolio no está concentrado en ese segmento. Para ello, se emplea la asignación de capital por contribución al riesgo de cola (TRC, por sus siglas en inglés) y se calcula el capital del portafolio (C^P) que cumpla con lo siguiente:

$$P[Loss^P \geq C^P(1 + r_H^{zero-PD})^H] = \alpha$$

Donde α es una probabilidad dada y $r_H^{zero-PD}$ es la tasa libre de riesgo hasta un horizonte H .

Una vez que se calcula el capital del portafolio, se evalúa el valor presente esperado de las pérdidas del segmento no concentrando dentro de un intervalo que considera el capital del portafolio, especificando un límite inferior C_{LB}^P y un límite superior C_{UB}^P :

$$TRC_S = E \left[\left(\frac{V_{LP,S} - \tilde{S}_H}{Norm_S} \right) \cdot DF | C_{LB}^P < (Portfolio Loss) \cdot DF < C_{UB}^P \right]$$

Donde DF se refiere al factor de descuento.

$$C^S = \frac{w_S \cdot TRC_S}{\sum w_S \cdot TRC_S} C^P$$

La fórmula anterior, permite evaluar cómo se distribuye el capital dentro de un portafolio cuando se elimina la concentración de un segmento específico. Al hacer esto, se puede determinar cómo cada segmento contribuye al riesgo total y al capital del portafolio, proporcionando una manera de gestionar y mitigar los riesgos de concentración dentro del portafolio.

Al eliminar la influencia de un segmento del portafolio, la distribución de pérdidas es determinada por los demás segmentos. Dependiendo de la concentración previa del segmento eliminado, se observan dos escenarios:

- Segmento no concentrado: la distribución de pérdidas del portafolio permanece casi inalterada y los cambios en la asignación de capital son marginales.
- Segmento concentrado: la forma de la distribución de pérdidas cambia significativamente, reduciendo la asignación de riesgo de cola y el capital del portafolio no concentrado, ya que se eliminan grandes pérdidas asociadas a ese segmento.

Este enfoque permite mantener el perfil de riesgo general del portafolio, aislando el efecto de la concentración sin alterar la construcción del portafolio. Así, se puede descomponer el capital económico de manera robusta sin realizar simulaciones adicionales.

3.2.5 Aplicabilidad de la metodología para la cuantificación del riesgo de concentración de Moody's

Si bien la metodología propuesta por Moody's constituye un marco sólido para la medición del riesgo de concentración, su aplicación resulta poco pertinente en el contexto del sistema financiero costarricense.

Este enfoque depende de información detallada sobre correlaciones internacionales y de simulaciones avanzadas, como el modelo GCorr, cuya implementación requiere una infraestructura de datos y capacidades técnicas que exceden las condiciones locales.

Asimismo, los supuestos del modelo, basados en la estabilidad de las correlaciones y en contrapartes con calificación pública, no se ajustan a la composición ni a las características del mercado crediticio nacional. En consecuencia, no se considera apropiado desarrollar esta metodología en la cartera de crédito de la entidad financiera seleccionada en el presente trabajo de investigación.

3.3. Metodología para estimar requerimientos de capital por riesgo de concentración individual y sectorial de la Comisión para el Mercado Financiero de Chile

La Comisión para el Mercado Financiero (CMF) es el organismo regulador y supervisor del sistema financiero en Chile. Su misión es velar por el correcto funcionamiento, desarrollo y estabilidad del mercado financiero chileno, así como por la protección de los inversionistas, depositantes y asegurados.

Fue creada en 2017, consolidando las funciones de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras y la Superintendencia de Valores y Seguros. Este cambio buscó mejorar la eficiencia y la coherencia en la regulación y supervisión del mercado financiero chileno.

La CMF goza de un buen prestigio internacional, debido a que adopta y promueve estándares internacionales reconocidos, como los principios de Basilea III para la regulación asegurando que sus prácticas regulatorias y de supervisión están alineadas con las mejores prácticas globales. Ha recibido evaluaciones positivas de organismos internacionales como el Fondo Monetario Internacional

(FMI) y el Banco Mundial en sus revisiones de estabilidad financiera y desarrollo del sector, lo que refuerza su reputación como un regulador efectivo y confiable. Adicionalmente, publica informes periódicos y estadísticas sobre mercados financieros, proporcionando información relevante y accesible a inversionistas y otras partes interesadas.

Bajo la supervisión de la CMF, el sistema financiero chileno ha mostrado una notable estabilidad, incluso durante crisis financieras globales. Gracias a su enfoque prudencial y proactivo, ha contribuido a preservar la solvencia y la resiliencia de las instituciones financieras chilenas.

En el 2021, la CMF publicó el documento "*Riesgo de crédito por concentración individual y sectorial: Metodología para estimar requerimientos de capital*" en el que se presenta un marco metodológico que permite a las entidades financieras estimar y ajustar adecuadamente sus requerimientos de capital en función de los riesgos de concentración en sus carteras crediticias (Bears Lagos & Pulgar Arata, 2021).

La metodología IRB según la CMF, conceptualmente se deriva del modelo asintótico de factor único. Este modelo resume la distribución de pérdidas originadas por riesgo de crédito en fórmulas simples, una característica fundamental de este método es que los requisitos de capital de cada activo quedan estrictamente determinados por el valor de sus parámetros de riesgo (PD y LGD), independientemente del portafolio al que pertenezcan.

5.1.1.1 Derivación y supuestos del modelo IRB (Internal Ratings-Based) de Basilea (Vasicek)

Una manera de determinar el capital regulatorio es mediante métodos de simulación que permiten modelar la distribución de pérdidas. A partir de dichas simulaciones se obtienen fórmulas que aproximan el valor de $q_\alpha(L)$, el cual

representa el nivel de capital que una entidad bancaria debe mantener para cubrir posibles pérdidas con un determinado nivel de confianza.

El modelo base utilizado para la aproximación de este percentil se fundamenta en el trabajo de Merton (1974). Dicho modelo permite estimar la probabilidad de incumplimiento para cada individuo i , considerado como una de las contrapartes que integran el portafolio de créditos de una entidad bancaria. La fórmula asume que el rendimiento del activo del deudor, denotado como R_i se comporta como una variable aleatoria definida de la siguiente manera:

$$R_i = \sqrt{\rho_i}Y + \sqrt{1 - \rho_i}\epsilon_i$$

Donde:

- $Y \sim N(0,1)$ es un factor de riesgo sistemático, el cual es único a todos los deudores.
- $\epsilon_i \sim N(0,1)$ es una variable independiente e idénticamente distribuida que captura el riesgo idiosincrático de cada contraparte.
- ρ_i es la sensibilidad al factor de riesgo sistemático.

A partir de lo anterior, la correlación de los activos entre dos deudores i y j queda dada por $\mathbb{E}(R_i, R_j) = \sqrt{\rho_i}\sqrt{\rho_j}$, mientras que la correlación entre el retorno del activo del deudor i y el factor de riesgo sistemático Y está dada por $\sqrt{\rho_i}$.

Si p es la probabilidad incondicional de incumplimiento, entonces se define la siguiente variable binaria:

$$Z_i = \begin{cases} 1 & R_i \leq \phi^{-1}(\rho_i) \\ 0 & R_i > \phi^{-1}(\rho_i) \end{cases}$$

Donde $\phi^{-1}(x)$ es la distribución inversa normal acumulada de x . Así el estado 1, de incumplimiento, ocurre con probabilidad ρ_i , si el valor del factor de riesgo

sistemático es conocido, entonces se puede estimar la probabilidad condicional de incumplimiento con la siguiente manera:

$$P(Z_i|Y = y) = \phi\left(\frac{\phi^{-1}(p_i) - \sqrt{\rho_i}y}{\sqrt{1-\rho_i}}\right)$$

Esta fórmula permite calcularla probabilidad condicional de incumplimiento para cada contraparte a la cual el banco está expuesto. Luego, es posible estimar la distribución de pérdidas para el portafolio total del banco, y, por ende, definir su capital.

Si el portafolio tiene N clientes:

$$w_i = E_i / \sum_{i=1}^N E_i$$

w_i = peso relativo de la exposición del deudor i .

La pérdida total del portafolio representada por L , se define como la suma ponderada de las pérdidas asociadas a cada exposición individual i , por cada unidad monetaria de exposición:

$$L = \sum_{i=1}^N w_i PDI_i Z_i$$

En la fórmula anterior PDI_i es la pérdida dado el incumplimiento de la exposición i . Se denota por $\mathbb{E}(L|Y = q_\alpha(y))$ el valor esperado de la distribución de L , condicional en $Y = q_\alpha(y)$, se calcula con la siguiente ecuación:

$$\mathbb{E}(L|Y = q_\alpha(y)) = \sum_{i=1}^N w_i PDI_i \phi\left(\frac{\phi^{-1}(p_i) - \sqrt{\rho_i}\phi^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1-\rho_i}}\right)$$

De acuerdo con Gordy (2002) se indica:

$$|q_\alpha(L) - \mathbb{E}(L|Y = q_\alpha(y))| \xrightarrow{N \rightarrow \infty} 0$$

Si se unen las dos fórmulas anteriores da como resultado la siguiente fórmula:

$$RCM_{IRB} = \sum_{i=1}^N w_i (PDI_i \phi \left(\frac{\phi^{-1}(p_i) - \sqrt{\rho_i} \phi^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_i}} \right) - PDI_i \rho_i)$$

Para un nivel α de confianza de 99,9% se asume que un evento de incumplimiento extremo tiene una probabilidad de ocurrencia equivalente a una vez cada mil observaciones, reflejando así un escenario de estrés severo en el portafolio crediticio.

3.3.1. Simulación de Monte Carlo

Para el cálculo de la simulación Monte Carlo se usa la siguiente fórmula:

$$RCM_{SIM} = q_\alpha(L) - \sum_{i=1}^N PDI_i p_i w_i$$

Es importante considerar que esta simulación es una medida más precisa del capital que un banco debería mantener cuando los supuestos del modelo IRB no se cumplen por las características del portafolio y el proceso de simulación tiene costos elevados.

A la hora de elegir la cantidad de iteraciones, se debe considerar la compensación entre el beneficio de una mayor precisión y el costo de procesamiento. Como recomendación, antes de definir un número de iteraciones, el banco deberá realizar la simulación para un número grande de ellas, de tal manera que le permita monitorear el valor del capital estimado a lo largo del proceso. Si el valor del capital estimado muestra estabilidad, sin presentar

variaciones significativas en su estimación para las últimas iteraciones, la simulación debería finalizar sin necesidad de llegar al número definido al inicio.

3.3.2. Ajuste al capital regulatorio por riesgo de concentración individual

En determinadas circunstancias, un banco puede enfrentar exposiciones de riesgo significativas asociadas principalmente con grandes empresas, las cuales pueden representar una fracción considerable de su cartera total. Ante esta situación, se evidencia la presencia de riesgo por concentración individual, donde el componente idiosincrático adquiere un papel relevante en el comportamiento de las pérdidas del portafolio. Por ello, este tipo de riesgo debe considerarse al momento de definir el capital regulatorio exigido, en función del peso que dicha exposición tiene dentro del portafolio del banco.

La metodología utilizada para estimar el ajuste por falta de granularidad derivado del riesgo de concentración individual corresponde a la propuesta por Gordy et al. (2013), la cual permite expresar dicho ajuste mediante la siguiente relación:

$$|q_\alpha(L) - \mathbb{E}(L|Y = q_\alpha(Y))|$$

Dicha expresión será mayor que cero, por lo que el método IRB deja de ser un buen modelo para determinar el capital. El resultado corresponde al ajuste por granularidad, el cual queda dado por la siguiente expresión:

$$GA = \frac{1}{2K^*} \sum_{i=1}^N w_i^2 \left[\left(\delta C_i (K_i + R_i) + \delta (K_i + R_i)^2 * \frac{V(PDI_i)}{\mathbb{E}(PDI_i)^2} \right) - K_i \left(C_i + 2(K_i + R_i) * \frac{V(PDI_i)}{\mathbb{E}(PDI_i)^2} \right) \right]$$

w_i^2 :es el tamaño relativo de la exposición i , con respecto al portafolio total, al cuadrado.

R_i : es la pérdida esperada de la exposición i , vale decir $PDI_i * p_i$.

K_i : es el capital requerido según el modelo IRB.

$$V(PDI_i) = \gamma \mathbb{E}(PDI_i)(1 - \mathbb{E}(PDI_i)), \text{ con } \gamma = 0,25$$

$$C_i = \frac{V(PDI_i) + \mathbb{E}(PDI_i)^2}{\mathbb{E}(PDI_i)}$$

$$K^* = \sum_{i=1}^N w_i K_i, \text{ capital regulatorio total requerido.}$$

(PDI_i) =corresponde al valor de la LGD o PDI en español (Pérdida dada el Incumplimiento) para cada individuo en el momento que se hace el cálculo.

3.3.3. Calibración del parámetro δ en el ajuste por granularidad

Con el fin de cuantificar el impacto de la falta de diversificación en la cartera crediticia, Gordy et al. (2013) proponen la calibración de un parámetro de ajuste denominado δ , cuya formulación se expresa de la siguiente manera:

$$\delta = (q_\alpha(Y) - 1) * \left(\varepsilon + \frac{1 - \varepsilon}{q_\alpha(Y)} \right)$$

Luego de haber aplicado la fórmula anterior, se realiza una simulación de Monte Carlo, para obtener el valor del capital simulado, RCM_{SIM} , de cada banco. A su vez, para cada institución, se obtiene el capital requerido de acuerdo con el modelo IRB, dado por RCM_{IRB} . Dado que los portafolios bancarios presentan cierto grado de concentración individual, sabemos que $RCM_{SIM} > RCM_{IRB}$ donde la diferencia ocurre por la presencia del riesgo por concentración individual.

$$\delta | RCM_{SIM} = RCM_{IRB} + GA(\delta)$$

En los casos en que se dispone de información parcial o incompleta, es posible estimar el ajuste sin necesidad de realizar una simulación, mediante la siguiente fórmula:

$$\widetilde{GA} \leq \frac{1}{2K^*} (\sum_{i \in \Omega} w_i^2 Q_i C_i + \bar{w}((\delta - 1)(K^* - W_\Omega K_\Omega^*) + \delta(R^* - W_\Omega R_\Omega^*)))$$

Donde:

w_i^2 : es el tamaño relativo de la exposición i , con respecto al portafolio total, al cuadrado.

$$Q_i = \delta(K_i + R_i) - K_i$$

K_i = es el capital requerido según el modelo IRB

R_i = es la pérdida esperada de la exposición i

$$C_i = \frac{V(PDI_i) + \mathbb{E}(PDI_i)^2}{\mathbb{E}(PDI_i)}$$

$$K^* = \sum_{i=1}^N w_i K_i, \text{ capital regulatorio total requerido.}$$

$$W_\Omega = \sum_{i \in \Omega} w_i$$

$$K_\Omega^* = \frac{1}{W_\Omega} \sum_{i \in \Omega} w_i K_i$$

$$R_\Omega^* = \frac{1}{W_\Omega} \sum_{i \in \Omega} w_i R_i$$

La fórmula anterior permite estimar el ajuste por granularidad considerando el efecto combinado del tamaño relativo de las exposiciones, el capital requerido y las pérdidas esperadas de cada contraparte. De esta manera, se incorpora explícitamente la falta de diversificación del portafolio y su impacto en el capital regulatorio total, sin necesidad de recurrir a simulaciones extensas de Monte Carlo, lo que facilita una aproximación más práctica al riesgo de concentración individual.

3.3.4. Ajuste al capital regulatorio por riesgo de concentración sectorial

Para la estimación del ajuste al capital regulatorio por riesgo de concentración sectorial, es necesario definir adecuadamente los sectores económicos que componen la cartera crediticia. Según Kurtz et al. (2018), algunos criterios que el banco puede considerar para dicha definición son los siguientes:

- Materialidad: los sectores deben conformarse de manera que representen una proporción significativa dentro de la cartera, garantizando su relevancia en la medición del riesgo.
- Especificidad: las exposiciones asignadas a cada sector deben reflejar tanto los factores comunes como los factores específicos que inciden en el comportamiento de dicho sector.
- Factibilidad: debe ser posible asignar las exposiciones de forma efectiva a cada sector, además de construir métricas que permitan medir las correlaciones existentes entre los distintos sectores.

El requerimiento total de capital asociado al riesgo de concentración sectorial se determina aplicando la metodología propuesta por Kurtz et al. (2018), mediante la siguiente expresión:

$$CCS_{\alpha}(P) = \mathbb{E}[L(P)|L(P) = t_{\alpha}^P] - \sum_s \mathbb{E}[L(s)|L(P \setminus s) = t_{\alpha}^{P \setminus s}]$$

El cargo por riesgo de concentración crediticia (RCC) es la suma de los cargos por riesgo por concentración individual (RCI) y los cargos por riesgo por concentración sectorial (RCS).

Para que los bancos puedan operar de forma solvente y resiliente ante eventos de tensión financiera, deben contar con un capital suficiente para absorber las pérdidas inesperadas que surjan durante su operación.

Los estándares internacionales han desarrollado métodos que permiten estimar el nivel de capital adecuado para cubrir pérdidas inesperadas, como el modelo IRB. No obstante, no todas las entidades bancarias cumplen con los parámetros de medición.

3.3.5. Aplicabilidad de la metodología para estimar requerimientos de capital por riesgo de concentración individual y sectorial de la CMF de Chile

Esta metodología, resulta adecuada para su aplicación en la cartera de crédito de la entidad bancaria seleccionada, debido a que ofrece un marco técnico simple pero robusto, alineado con los principios de Basilea III y con las mejores prácticas internacionales en materia de gestión del riesgo de concentración.

Este enfoque combina el modelo asintótico de factor único derivado de Merton (1974) con ajustes por granularidad y concentración sectorial, permitiendo una estimación más precisa del capital económico requerido para cubrir pérdidas inesperadas, por lo que complementa a la metodología de Basilea, abordada en el punto 3.1 del presente capítulo.

Además, la metodología ha sido validada y reconocida por organismos internacionales como el FMI y el Banco Mundial, lo que refuerza su credibilidad y aplicabilidad en sistemas financieros que, como el costarricense, comparten características prudenciales y estructuras regulatorias similares. Su adopción permite, por tanto, adaptar un modelo probado y metodológicamente sólido a la realidad local, fortaleciendo la capacidad del banco para cuantificar de manera más rigurosa los riesgos de concentración individual y sectorial en su cartera crediticia.

CAPÍTULO IV CARACTERÍSTICAS DE LA CARTERA SELECCIONADA

Con base en el abordaje de apartados anteriores, se determina que, en el análisis financiero y la gestión de riesgos de las entidades bancarias, una cartera de crédito representa un componente crucial, ya que refleja la distribución y calidad de los préstamos otorgados por una institución financiera. Comprender sus características fundamentales es esencial para evaluar tanto el rendimiento como los riesgos asociados.

En este capítulo, se explora en detalle las principales características de la cartera de crédito seleccionada perteneciente a una entidad del sistema financiero costarricense, abarcando aspectos como la composición por tipo de activo, la diversificación y la calidad crediticia de los prestatarios.

En el análisis del riesgo de concentración individual, el enfoque metodológico puede variar de manera significativa según el tipo de cartera. En términos generales, la evaluación detallada de este riesgo se realiza principalmente en carteras empresariales o mayoristas, dado que presentan una naturaleza más específica y, por lo general, menor diversificación en comparación con las carteras masivas. A continuación, se describen las principales características que distinguen a cada uno de estos segmentos.

Tabla 1: Diferencias entre la cartera masiva y mayorista

Carteras masivas	Carteras empresariales o mayoristas
<p>Diversificación natural: Las carteras masivas están diseñadas para incluir una amplia variedad de deudores, reduciendo el riesgo asociado con cualquier deudor individual. La idea es que los riesgos se distribuyan entre muchos individuos, lo que mitiga el impacto de posibles incumplimientos.</p> <p>Menor impacto de incumplimientos individuales: Dado que cada préstamo representa una porción relativamente pequeña del total de la cartera, los incumplimientos individuales tienden a tener un impacto en los indicadores de riesgo y rendimiento de la cartera. Esto permite que los riesgos sean más gestionables (ante eventos individuales) y menos propensos a causar pérdidas significativas.</p> <p>Proceso automatizado: Las carteras masivas a menudo utilizan procesos automatizados para la evaluación de riesgos y la gestión del crédito, lo que facilita una gestión más eficiente y menos centrada en la identificación de riesgos de concentración individuales.</p>	<p>Exposiciones significativas: Las carteras empresariales suelen involucrar montos de crédito más grandes, lo que significa que la exposición a un solo prestatario o grupo de prestatarios relacionados puede tener un impacto considerable en la cartera total. Por ejemplo, un crédito significativo otorgado a una sola empresa puede representar una parte sustancial del total de la cartera, aumentando el riesgo de pérdidas significativas en caso de problemas financieros de esa empresa.</p> <p>Menor diversificación: A diferencia de las carteras de préstamos masivos, que suelen estar compuestas por un gran número de pequeños préstamos a individuos o empresas de menor tamaño, las carteras empresariales pueden tener una menor diversificación. Las entidades empresariales a menudo tienen relaciones financieras más profundas y complejas con los bancos, lo que puede llevar a una mayor concentración de riesgo.</p> <p>Exposición a riesgos específicos del sector: Las carteras empresariales pueden estar expuestas a riesgos específicos del sector o de la industria. Una alta concentración de préstamos en un sector particular puede exponer a la entidad financiera a fluctuaciones económicas o de mercado que afectan a ese sector en particular.</p>

Fuente: elaboración propia con base en información del Club de Riesgos de España

Con base en lo expuesto en la tabla 1, se determina que existen diversas características fundamentales y que son relevantes al evaluar el riesgo de concentración individual, entre ellas destaca la diversificación natural de las carteras masivas, al estar dirigidas a productos con montos más acotados y que poseen un mayor número de deudores.

Por el contrario, en las carteras mayoristas, pueden existir concentraciones relevantes, máxime si se consideran que las entidades financieras en el mercado costarricense tienen un mercado con una delimitación significativa que incluso se intensifica en sectores como el turismo, o aquellos que, por su dinámica de mercado, presentan barreras de entrada, como el sector energía o electricidad, que se caracteriza por tener barreras de entrada de índole jurídica (monopolios, oligopolios, etc.).

4.1. Análisis descriptivo de la cartera

Para definir la segmentación de la cartera base en este análisis, se establecen los siguientes criterios, considerando reglas aplicadas por la SUGEF para las pruebas Bottom Up Stress Test (SUGEF, 2023).

Tabla 2: Criterios de clasificación de la cartera de crédito

Segmento	Detalle	Tipo de cartera
Consumo	Operaciones donde el dinero por lo general se otorga a libre disposición para satisfacer necesidades personales. Por lo general son créditos donde la garantía que respalda la operación son pagarés.	Masiva
Empresarial con riesgo cambiario (CRC)	Operaciones en dólares otorgadas a clientes jurídicos donde sus flujos o ingresos son principalmente en colones.	Mayorista
Empresarial sin riesgo cambiario (SRC)	Operaciones en dólares otorgadas a clientes jurídicos donde sus flujos o ingresos son principalmente en dólares.	Mayorista
Empresarial moneda nacional	Operaciones en colones otorgadas a clientes jurídicos.	Mayorista
Física Empresarial	Operaciones en colones o dólares otorgadas a clientes físicos cuyo propósito es el uso hacia actividades productivas o de negocio.	Mayorista
Tarjetas	Operaciones que permiten al titular adquirir a crédito o pagar (medio de pago) bienes o servicios basado en un límite previamente aprobado por la entidad bancaria.	Masiva
Vehículos	Operaciones destinadas a la compra de vehículos para uso personal o empresarial.	Masiva
Vivienda moneda extranjera (ME)	Operaciones en dólares destinadas a adquirir bienes de uso habitacionales, por lo que considera compra de lotes, construcción, ampliación, entre otros de viviendas.	Masiva
Vivienda moneda nacional (MN)	Corresponden a operaciones en colones destinadas a adquirir bienes de uso habitacionales, por lo que considera compra de lotes, construcción, ampliación, entre otros de viviendas.	Masiva

Fuente: elaboración propia con base en información de SUGEF

A continuación se presenta una descripción inicial de la cartera de crédito utilizada en el presente trabajo de investigación. En la tabla 3, se puede observar la información del EAD (Exposure At Default) o monto expuesto, así como la cantidad de operaciones en la cartera de crédito según el segmento al cierre de diciembre de 2023.

Se pueden inferir diversas conclusiones que evidencian el cumplimiento de las características usuales de las carteras de crédito donde el negocio se orienta a atender el segmento masivo y mayorista. Por ejemplo, si se considera el segmento mayorista, la cantidad de operaciones suman alrededor de 25.400 operaciones, es decir, el 14% del total de operaciones de la cartera de crédito; en tanto, el saldo de exposición de esta cantidad de operaciones es de ¢1.418.363 millones lo cual equivale a un 54% del saldo total de la cartera, es decir, aproximadamente el 14% de las operaciones concentra más de la mitad del monto total de la cartera de crédito.

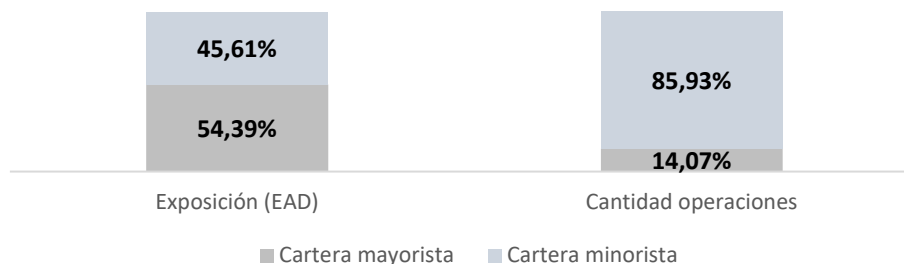
Tabla 3: Detalle de la cartera de crédito (en millones ¢) utilizada como base (datos al cierre de diciembre de 2023)

Segmento	Participación operaciones	EAD	Participación EAD	EAD promedio
Consumo	16.04%	176,487	6.77%	6
Empresarial ME con riesgo cambiario	0.25%	116,196	4.46%	257
Empresarial ME sin riesgo cambiario	0.32%	417,966	16.03%	717
Empresarial MN	2.48%	676,741	25.95%	151
Física Empresarial	11.02%	207,460	7.96%	10
Tarjetas	49.70%	146,661	5.62%	2
Vehículos	6.65%	111,606	4.28%	9
Vivienda ME	0.98%	77,245	2.96%	44
Vivienda MN	12.57%	677,248	25.97%	30
Total	100.00%	2,607,610	100.00%	14

Fuente: elaboración propia

En contraposición, al considerar el segmento masivo, la cantidad de operaciones supera el 85% del total de operaciones, con un saldo de ¢1.189.247 millones.

Gráfico 2: Distribución del EAD y cantidad de operaciones según tipo de cartera



Fuente: elaboración propia con base en datos de la cartera de crédito de la entidad financiera

Cuando se considera la distribución de las exposiciones individuales de la cartera masiva según el histograma de la ilustración 3 siguiente, se observa una distribución de exposiciones pequeñas en una cantidad importante de operaciones. A continuación, se presenta un breve resumen por segmento:

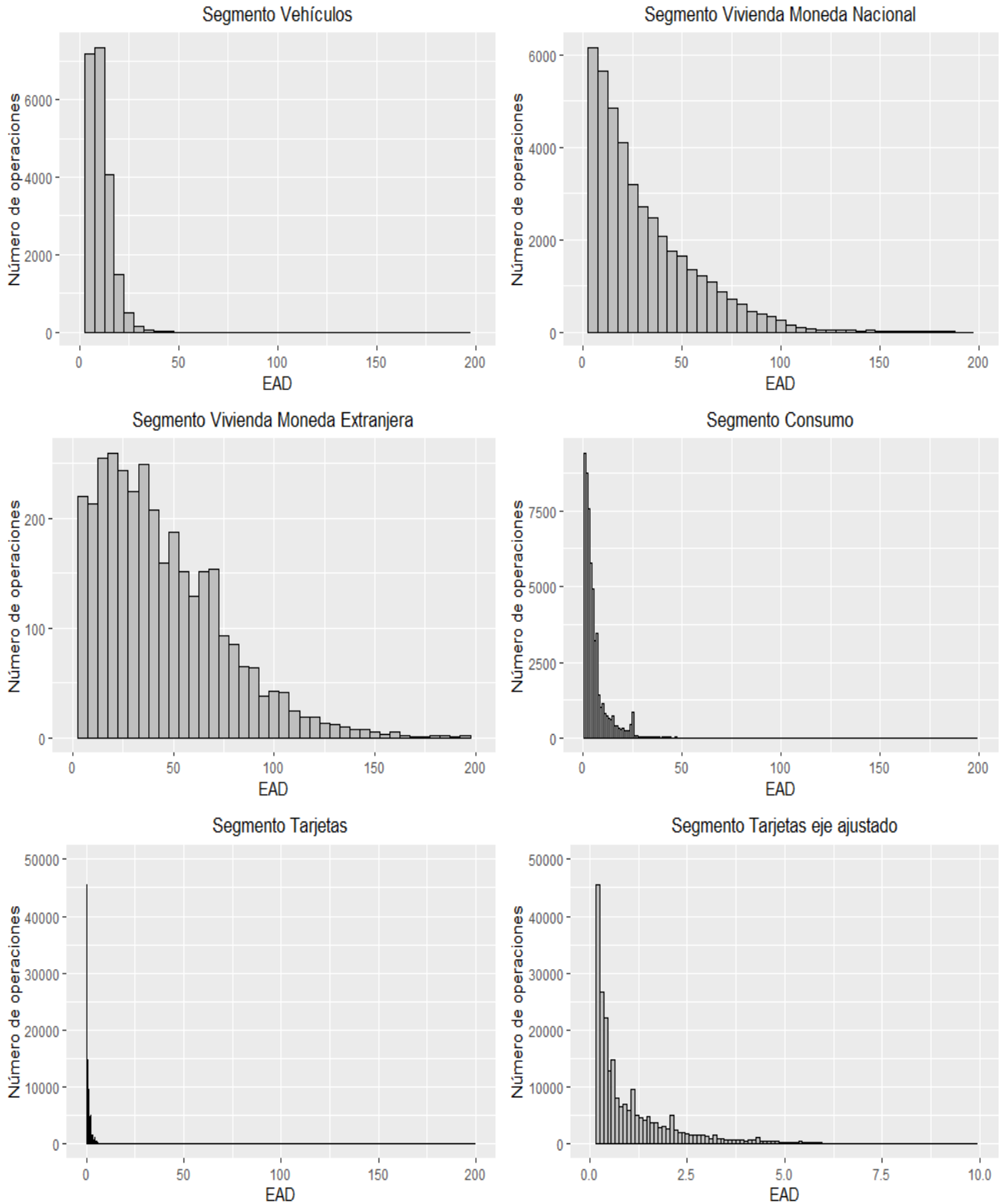
- Segmento vehículos: la mayoría de las operaciones se concentran en valores bajos de EAD, con un pico significativo en montos de 5 a 10 y de 10 a 20 millones de colones. Esto indica que la exposición por defecto para la mayoría de los créditos en este segmento es baja, lo cual es característico de las carteras masivas.
- Segmento vivienda moneda nacional: al igual que el segmento de vehículos, la mayoría de las operaciones se concentran en valores relativamente bajos de EAD. Se puede observar como las operaciones mantienen una tendencia a la baja y en el umbral de 100 millones de colones son pocos los casos.
- Segmento vivienda moneda extranjera: en comparación con vivienda moneda nacional, la distribución es más dispersa y, aunque se observa un pico inicial en los valores bajos, hay una mayor cantidad de operaciones distribuidas en rangos altos de EAD. Esta dispersión más amplia sugiere que, en créditos hipotecarios denominados en moneda extranjera, existen casos en los que la exposición es significativamente mayor. Esto puede

responder a diferentes estrategias de financiamiento o a condiciones particulares del mercado.

- Segmento consumo: en este segmento se generan concentraciones significativas en montos pequeños, específicamente, en el rango de 0 a 5 millones de colones. Este comportamiento es típico en créditos de consumo, donde se manejan montos relativamente pequeños y las operaciones se realizan en gran volumen.
- Segmento tarjetas: similar al segmento de consumo, se observa un pico muy alto en el rango de 0 a 5 millones de colones, con una disminución extrema en la frecuencia de operaciones a medida que aumenta el EAD. Este patrón es común en créditos asociados a tarjetas, donde la exposición es generalmente muy baja por transacción, a pesar de la alta cantidad de operaciones; esto considerando que los saldos en tarjetas usualmente no representan exposiciones altas.

En términos generales, el análisis del histograma del EAD para la cartera masiva en el gráfico 3, evidencia una alta concentración de operaciones en rangos bajos de exposición, con una disminución progresiva en la frecuencia a medida que los montos aumentan. Este comportamiento confirma que la mayor parte del riesgo crediticio individual se encuentra distribuido entre numerosos créditos de bajo valor, lo cual es característico de las carteras minoristas. No obstante, algunos segmentos, particularmente vivienda en moneda extranjera, presentan una dispersión más amplia, lo que refleja la existencia de casos puntuales con exposiciones significativamente mayores.

Gráfico 3: Histograma del EAD para la cartera masiva



Fuente: elaboración propia con base en información de la entidad financiera.

En el gráfico 4 que se presenta a continuación, se observa como la cantidad de operaciones es menor, pero esto también se ve acompañado de una distribución del monto de exposición (EAD) con colas más a la derecha, es decir, se visualizan operaciones con saldos más altos y en mayor recurrencia. A continuación, se presenta un breve resumen por segmento:

- Segmento empresarial moneda nacional: predomina una concentración elevada de operaciones con valores bajos de EAD, la mayoría entre 0 y 50 millones de colones. La frecuencia de operaciones disminuye significativamente conforme el EAD aumenta, con pocas transacciones por encima de 100 millones, pero se observan colas con montos de exposición mucho más altos (con valores que alcanzan los 500 millones) aunque en menor frecuencia.
- Segmento empresarial moneda extranjera sin riesgo cambiario: la distribución presenta un comportamiento similar al observado en el segmento de moneda nacional, aunque con una menor cantidad de operaciones. Si bien la mayoría de las exposiciones se concentra en el rango de 0 a 50 millones de colones, se identifican algunas transacciones con montos que alcanzan hasta los 500 millones de colones en EAD. Esto evidencia un mayor rango de exposición, entendido como una mayor dispersión en los montos crediticios, donde coexisten operaciones de bajo valor junto con créditos de mayor tamaño. Dicho rango más amplio sugiere una menor homogeneidad dentro del portafolio, lo que puede implicar una ligera concentración del riesgo en unos pocos deudores con exposiciones altas.
- Segmento empresarial moneda extranjera con riesgo cambiario: distribución muy parecida al segmento sin riesgo cambiario, con alta concentración en valores bajos de EAD. Se mantiene una presencia de operaciones dispersas hasta 500 millones, aunque en menor cantidad.
- Segmento físico empresarial: este histograma muestra una caída más pronunciada, con la mayoría de las operaciones se concentran en el rango

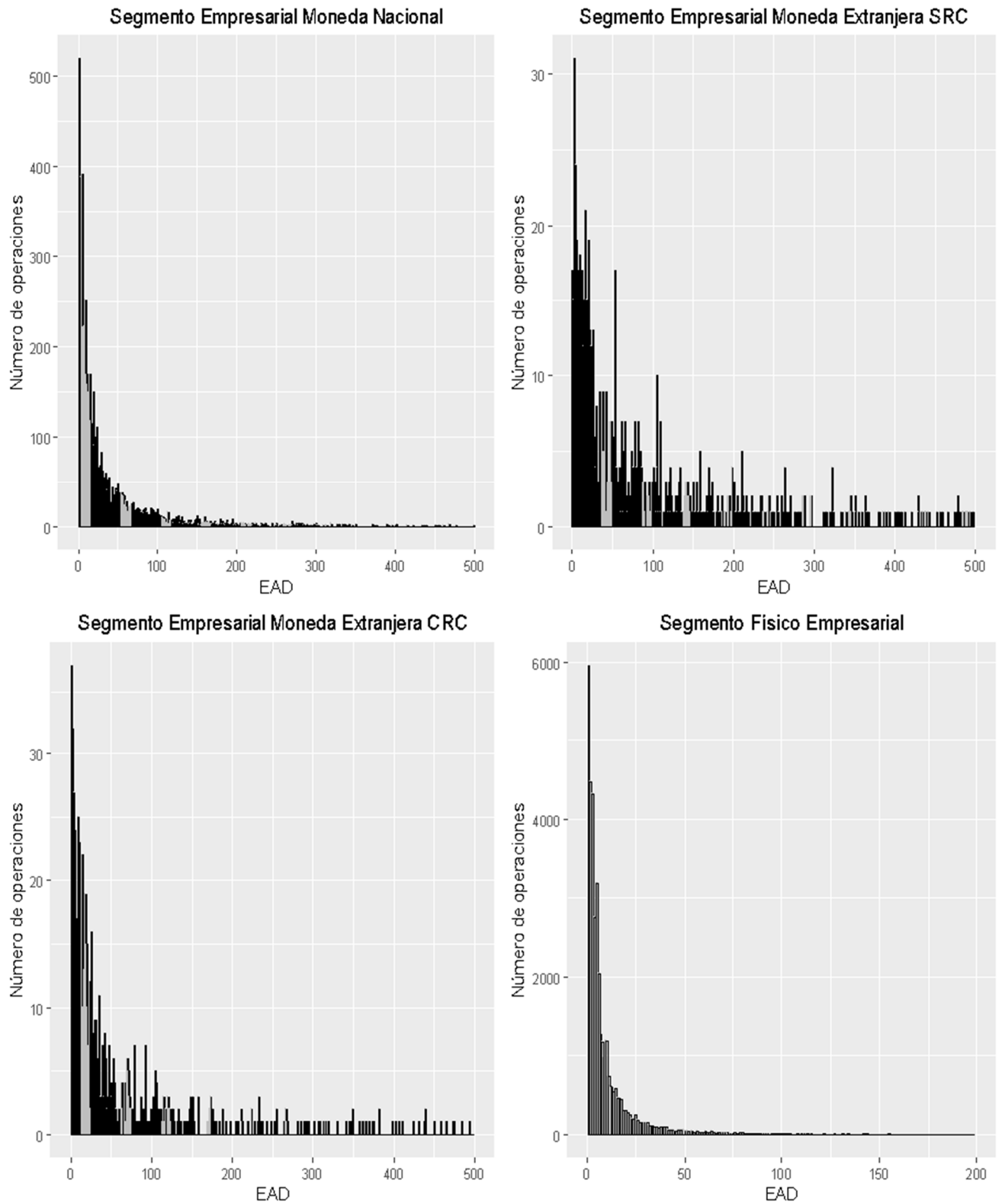
de 0 a 20 millones de colones en EAD. La baja dispersión indica que las empresas físicas podrían estar limitadas en cuanto a su capacidad de exposición crediticia son propias de micro, pequeñas y pequeñas empresas.

El análisis del histograma del EAD para la cartera mayorista, muestra una alta concentración de operaciones en rangos bajos de exposición, con una disminución pronunciada en la frecuencia conforme los montos aumentan. Este comportamiento refleja que la mayoría de las operaciones empresariales mantienen niveles moderados de exposición crediticia, mientras que los casos con montos elevados son menos frecuentes, pero constituyen focos potenciales de concentración individual.

Asimismo, se observa que los segmentos en moneda extranjera presentan una mayor dispersión, lo que podría asociarse con la participación de empresas con estructuras financieras más complejas o con mayor acceso a financiamiento internacional.

En conjunto, la forma de las distribuciones sugiere una cartera relativamente diversificada, aunque con la necesidad de monitorear las exposiciones de gran tamaño que, pese a su baja frecuencia, pueden representar riesgos significativos para la entidad.

Gráfico 4: Histograma del EAD para la cartera mayorista



Fuente: elaboración propia con base en la información de la entidad financiera.

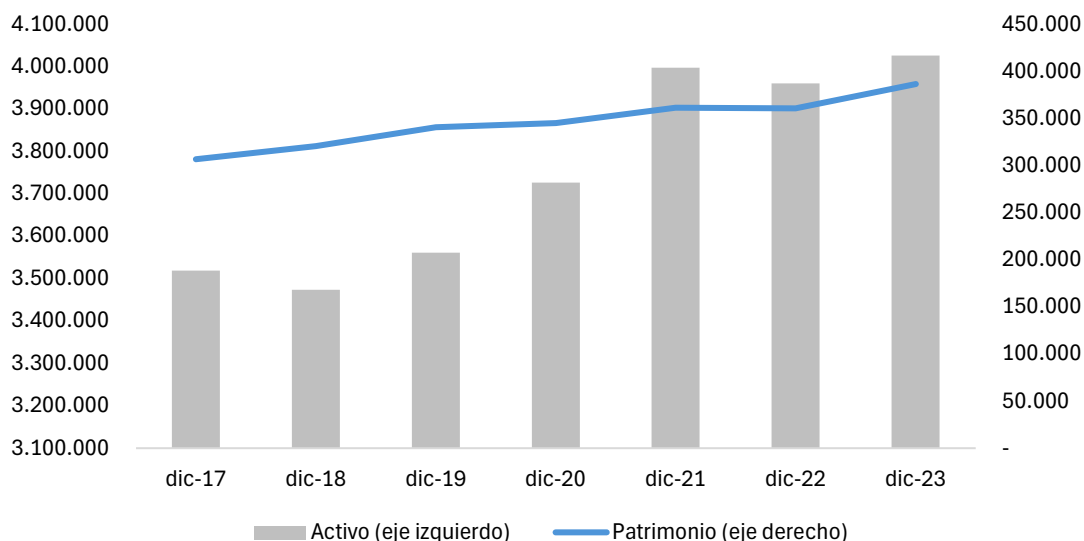
4.2 Requerimiento de capital

A continuación, se presentan los distintos requerimientos de capital que presenta la entidad en el análisis al cierre de diciembre de 2023.

4.2.1 Capital contable

Como se ha mencionado en apartados anteriores, el capital contable, corresponde al saldo registrado en el balance general.

Gráfico 5: Evolución del capital contable al cierre de año



Fuente: elaboración propia con base en información de SUGEF

Nótese que, para esta entidad financiera, el capital contable ha aumentado un 26% en los últimos 6 años, lo que equivale a un monto aproximado de $\text{¢}80.000$ millones de colones; no obstante, los activos crecieron 14.4%. Esta información no permite realizar ninguna inferencia o análisis en cuanto al riesgo que asume la entidad en estrategia o modelo de negocio, debido a que el patrimonio contable crece en mayor proporción que el activo total, pero no se cuenta con información detallada que permita determinar si el riesgo asumido en el activo es mayor o menor y, por lo tanto, no se puede determinar si la entidad en términos financieros y económicos se encuentra en una posición financiera más sólida. Para ello se

requiere analizar la exposición de la entidad en cuanto a su activo ponderado por riesgo y su capital ajustado.

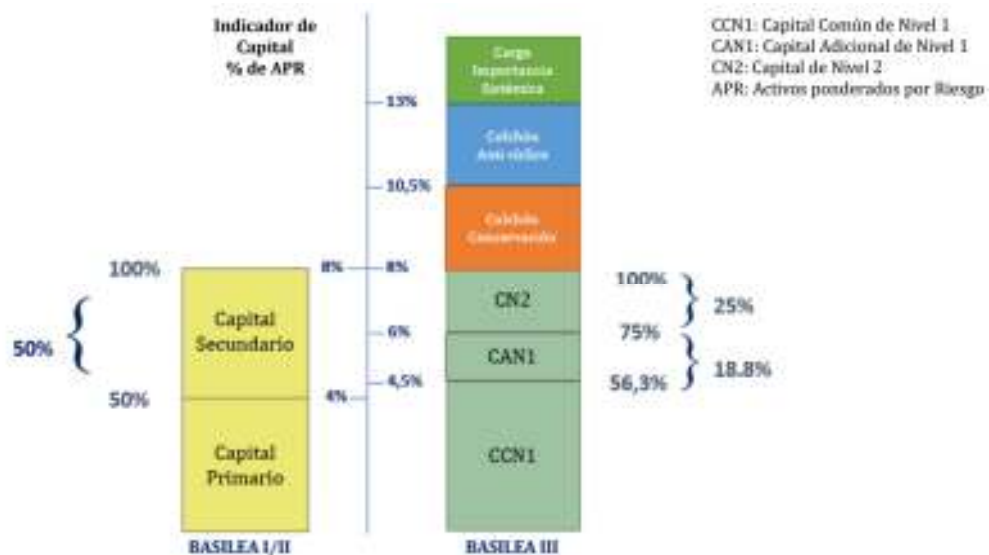
4.2.2 Capital regulatorio

Como se ha indicado anteriormente, el capital regulatorio corresponde al nivel de capital mínimo exigido por el regulador, mientras que el capital económico, es el nivel de capital que elegirían los accionistas de un banco en ausencia de regulación.

De acuerdo con Basilea I y II, el requerimiento debe ser de 8% de capital total sobre los activos ponderados por riesgo, sin diferenciar mucho la calidad del capital. De ese 8%, al menos la mitad debía ser Capital Común de Nivel 1 (CCN 1), es decir, acciones comunes y reservas, mientras que el resto podía ser Capital de Nivel 2 (CN 2), incluyendo deuda subordinada y provisiones. Su enfoque estaba centrado en riesgo de crédito, sin cubrir de manera robusta otros riesgos financieros.

Según Basilea III, el capital regulatorio de los bancos debe componerse principalmente de capital de la mayor calidad, que debe representar al menos el 4,5% de los activos ponderados por riesgo; el capital de Nivel 1 debe ser como mínimo del 6%, y el capital total (incluyendo instrumentos de Nivel 2) del 8%. A estos requerimientos mínimos se añade un colchón de conservación de capital del 2,5% , lo que eleva la exigencia total al 10,5%, y además los reguladores pueden imponer un colchón anticíclico de hasta 2,5% y cargas adicionales para bancos de importancia sistémica, que pueden incrementar el requerimiento total hasta un rango cercano al 16% en los casos más estrictos.

Gráfico 6: Composición del Capital Regulatorio según Basilea



Fuente: SUGEF 2021, [Regulación sobre Suficiencia Patrimonial y normas conexas](#)

En Costa Rica, el requerimiento de capital regulatorio para las entidades supervisadas por SUGEF se basa en lo establecido el Acuerdo 3-06 Reglamento sobre la suficiencia patrimonial de entidades financieras, donde se consideran requerimientos para distintos riesgos a saber: precio, cambiario, operativo y crédito, éste debe equivaler al 10 % de los activos ponderados por riesgo de cada entidad. El requerimiento por riesgo de crédito contempla distintas partidas, entre las más importantes se encuentra el riesgo de crédito del portafolio de inversiones, disponibilidades y la cartera de crédito.

Tabla 4: Capital regulatorio a cierre de diciembre

	dic-22	dic-23
Capital Base	353,510	352,935
Riesgo crédito	2,208,329	2,177,673
Riesgo precio	94,717	90,049
Riesgo cambiario	49,635	53,012
Riesgo operativo	109,378	110,035
Total	2,462,058	2,430,767
ISP	14.36%	14.52%

Fuente: Elaboración propia con información de suficiencia de la entidad financiera.

En lo relativo a la cartera de crédito, el regulador utiliza la metodología estándar donde se asignan ponderaciones de acuerdo con una serie de parámetros. En el caso local, SUGEF en algunos aspectos se aleja de lo que establece la metodología de ponderadores de Basilea; por ejemplo, es más conservador al evaluar los requerimientos para la cartera hipotecaria al establecer ponderadores más altos en LTV más bajos (en comparación con Basilea).

En la siguiente tabla se muestra un resumen del método establecido en el Acuerdo SUGEF 3-06 vigente a diciembre de 2023.

Tabla 5: ponderaciones para la cartera de crédito

Categoría	AAA	AA+ AA-	A+ A-	BBB+ BBB-	BB+ BB-	B+ B-	CCC D	Sin calificación
BMD (Banco multilateral desarrollo)	0%							
Gobierno Costa Rica y Banco Central MN Banco Central vista	0%							
Otros deudores y emisores Banco Central / Gobierno Costa Rica ME	0%	10%	25%	50%	75%	90%	100%	
Otros activos	100%							
LTV (Loan To Value)	< 40%	40% - 60%	60% - 80%	80% - 90%	90% - 100%	> 100%		
Hipotecario residencial	25%	30%	40%	50%	60%	80%		

Fuente: elaboración propia con base en el Acuerdo SUGEF 3-06

Como se puede observar, la ponderación correspondiente se asigna dependiendo de la categoría del deudor y su calificación de riesgo (otorgada por una calificadora internacional). En el caso de vivienda o créditos hipotecarios, el ponderador se establece en función del LTV (Loan To Value).

El total del requerimiento de riesgo de crédito se determina de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n (SBP_i - e_i) * p_i$$

Donde,

SBP_i corresponde al saldo base provisión (considera saldo principal, intereses, cuentas por cobrar y otros).

e_i corresponde al monto de estimación total de la operación (es decir, este componente es la pérdida esperada).

p_i corresponde al ponderador que le corresponde al deudor o la operación (si es hipotecaria).

Nótese que, en la fórmula anterior, el regulador no incorpora en ningún parámetro algún factor de riesgo de concentración. Es decir, que para un crédito de 10 millones de colones con un ponderador de 100%, la entidad financiera en términos relativos evalúa el riesgo de forma homogénea respecto a una operación con un saldo de $\text{¢}100.000$ millones, esto a pesar de que la entidad puede tener un riesgo de capital o solvencia en caso de que la operación de mayor cuantía incurra en incumplimiento.

4.2.3 Capital económico

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, el capital económico es una medida interna utilizada para estimar el nivel de capital que las entidades financieras requieren para cubrir sus riesgos. Como primer punto de diferencia con el capital regulatorio, en este tipo de indicadores las entidades desarrollan sus modelos internos para calcular los riesgos que son propios del modelo de negocio.

4.2.3.1 Modelo interno de capital para pérdida inesperada

En este apartado se brinda un detalle relativo al modelo interno utilizado por la entidad para el cálculo de las pérdidas inesperadas.

4.2.3.1.1 Modelo de cópulas

El modelo implementado por la entidad corresponde a una metodología basada en el uso de cópulas que simula escenarios de dependencia entre los impagos de las operaciones de la cartera, utilizando un modelo multifactorial. Asocia a cada contraparte con un variable aleatoria, denominada variable latente, la cual asigna un valor para determinar si hay o no incumplimiento para cada escenario, de manera tal que los incumplimientos se produzcan con un nivel de probabilidad. Estas variables latentes se simulan utilizando un modelo multifactorial, donde las fluctuaciones sistémicas del crédito se modelan con una serie de factores de riesgo. Estos factores pueden basarse en sectores industriales (como el financiero, el aeroespacial), regiones geográficas (como EE. UU., la zona euro), o cualquier otro factor subyacente de riesgo de crédito. Este modelo forma parte de un toolbox de Matlab, que permite parametrizarse para que se considere la cantidad de simulaciones y los niveles de confianza.

El modelo desarrollado por la entidad utiliza información de los parámetros típicos para cuantificar el riesgo de crédito:

- Exposición al incumplimiento (EAD)
- Probabilidad de incumplimiento (PD)
- Loss Given Loss (LGL)
- Pérdida dado el incumplimiento (LGD)
- Ponderaciones de factores de riesgo idiosincrático
- Factores de riesgo: considera la sensibilidad de los parámetros de PD y LGD a condiciones de variables macroeconómicas a saber:

Tabla 6: variables macroeconómicas

Tipo de variables macroeconómicas	Detalle
Tasa interés en dólares	Corresponde en primera instancia a la tasa Libor. Posteriormente con la salida de la Libor se recalibra considerando TRI (Tasa de referencia interbancaria) a 6 meses.
Tasa interés en colones	Corresponde a la Tasa Básica Pasiva (TBP)
Tipo de cambio	Corresponde a la variación cambiaria del tipo de cambio del MONEX.
Actividad económica	Corresponde a la variación interanual del Índice Mensual de Actividad Económica como variable desestacionalizada.
Empleo	Se utiliza la tasa de desempleo abierto que publica el BCCR.
Finanzas públicas	Corresponde al porcentaje del balance entre ingresos y egresos del Gobierno respecto del Producto Interno Bruto.

Fuente: Elaboración propia con base en información de BCCR y de la entidad financiera

CAPÍTULO V RESULTADOS DE LAS METODOLOGÍAS

En el presente capítulo, se aplica la metodología propuesta por la Comisión para el Mercado Financiero (CMF) de Chile (2021) para estimar los requerimientos de capital por riesgo de concentración individual y sectorial. Esta metodología, se deriva conceptualmente del modelo asintótico de factor único y del enfoque IRB (Internal Ratings-Based) y se complementa con un ajuste por granularidad que permite capturar el efecto de la falta de diversificación en las carteras crediticias. De esta forma, el modelo no solo cuantifica la exposición al riesgo de concentraciones en contrapartes o sectores económicos, sino que también ofrece una aproximación más realista del capital necesario para absorber pérdidas inesperadas.

Se aborda la aplicación de un modelo de riesgo de concentración individual y sectorial, herramientas indispensables para identificar y medir el riesgo asociado con una excesiva concentración en un determinado individuo o segmento de la cartera. A través de un análisis exhaustivo, se examina cómo este modelo puede ayudar a mitigar potenciales pérdidas y mejorar la estabilidad financiera. El objetivo es proporcionar una visión integral que permita a la institución gestionar eficazmente su exposición al riesgo, optimizar sus estrategias crediticias y mejorar la gestión del capital económico. Para un adecuado tratamiento, dicho modelo considera la correlación que existe entre los distintos factores (variables macroeconómicas).

Debido a que no es el principal objetivo de este trabajo realizar una propuesta de modelo para el cálculo del Valor en Riesgo de la cartera de crédito, solo se hace referencia a los principales aspectos metodológicos; sin embargo, la amplitud del detalle se puede encontrar en MathWorks 2024¹

¹ [Create creditDefaultCopula object to simulate and analyze multifactor credit default model - MATLAB \(mathworks.com\)](https://www.mathworks.com/help/credit/creating-credit-default-copula-object-to-simulate-and-analyze-multifactor-credit-default-model.html).

5.2 Resultados del modelo

**Tabla 7: resultados con modelo interno de VaR
(simulación Monte Carlo)**

	dic-22	dic-23
Capital Base	353,510	352,935
Riesgo crédito	1,877,528	1,995,192
Riesgo precio	94,717	90,049
Riesgo cambiario	49,635	53,012
Riesgo operativo	109,378	110,035
Total	2,131,258	2,248,288
ISP	16.59%	15.70%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la entidad financiera.

Nótese que, con base en el requerimiento regulatorio, este resultado muestra una sobreestimación del modelo estándar que en promedio representa 170 puntos base. Este resultado es esperable, debido a que el modelo estándar establece que la ponderación del crédito para requerimiento de capital estará determinada por la calificación de riesgo, emitida por una calificadora internacional. Es por ello, que muchos créditos con montos significativos, entre ellos, los créditos corporativos, reciben un ponderador del 100% debido a que no poseen dicho parámetro. Este resultado, dista mucho del componente de probabilidad de default, debido a que es usual que este segmento mantenga una PD relativamente baja.

Tabla 8: comparación modelo regulatorio y modelo interno VaR

Modelo	dic-22			dic-23		
	Regulatorio	VaR	Cambio	Regulatorio	VaR	Cambio
Capital Base	353,510	353,510	0	352,935	352,935	0
Riesgo crédito	2,208,329	1,877,528	330,801	2,177,673	1,995,192	182,481
Riesgo precio	94,717	94,717	0	90,049	90,049	0
Riesgo cambiario	49,635	49,635	0	53,012	53,012	0
Riesgo operativo	109,378	109,378	0	110,035	110,035	0
Total riesgos	2,462,058	2,131,258	330,800	2,430,767	2,248,288	182,479
ISP	14.36%	16.59%	223 pb	14.52%	15.70%	118 pb

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la entidad financiera.

5.2.1.1 Modelo con enfoque IRB (Internal Ratings-Based) de Basilea (Vasicek)

A continuación, se procede a realizar el cálculo utilizando el modelo base según lo establece Basilea. Nótese que este modelo considera el supuesto de que la cartera evaluada tiene las características para cumplir con los supuestos, es decir, es una cartera granular y homogénea (supuesto que después deberá ser ajustado debido al interés de capturar el riesgo de concentración, propio de las carteras que no son granulares y homogéneas).

Una de las limitaciones en el uso del modelo de Vasicek se relaciona con la determinación de parámetros calibrados con información de entidades europeas. Este no se apega a la realidad de las entidades financieras de Latinoamérica y discrepa mucho de las entidades financieras locales, por ejemplo, la clasificación de pequeñas empresas a aquellas con volumen de negocio anual inferior a 50 millones de euros. Para abordar esta problemática, se realiza la clasificación de carteras con base en Basilea utilizando las segmentaciones y perfilamientos internos de la entidad. Con base en lo anterior, se mantienen los mismos parámetros de Rho (parámetro de correlación o contagio) a saber:

Tabla 9: parámetro de correlación o contagio por segmento

Segmento	Parámetro de contagio (Rho)
Soberanos, corporativos y entidades financieras pequeñas	$\rho(PD) = 12\% * \left(\frac{1 - e^{-5.000*PD}}{1 - e^{-5.000}} \right) + 24\% * \left(1 - \frac{1 - e^{-5.000*PD}}{1 - e^{-5.000}} \right)$
Entidades financieras grandes	$\rho(PD) = 15\% * \left(\frac{1 - e^{-5.000*PD}}{1 - e^{-5.000}} \right) + 30\% * \left(1 - \frac{1 - e^{-5.000*PD}}{1 - e^{-5.000}} \right)$
Vivienda	$\rho(PD) = 15\%$
Créditos revoluticos	$\rho(PD) = 4\%$
Resto reatil	$\rho(PD) = 3\% * \left(\frac{1 - e^{-3.5*PD}}{1 - e^{-3.5}} \right) + 16\% * \left(1 - \frac{1 - e^{-3.5*PD}}{1 - e^{-3.5}} \right)$

Fuente: Elaboración propia con base en información de Basilea

Como se puede observar en los resultados, con el modelo de Vasicek también existen resultados positivos al tener incrementos en los niveles de suficiencia patrimonial.

Tabla 10: resultados con modelo IRB de Basilea

	dic-22	dic-23
Capital Base	353,510	352,935
Riesgo crédito	1,842,551	1,871,667
Riesgo precio	94,717	90,049
Riesgo cambiario	49,635	53,012
Riesgo operativo	109,378	110,035
Total	2,096,281	2,124,762
ISP	16.86%	16.61%

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

A continuación, se presentan los resultados comparativos del modelo regulatorio y el modelo IRB de Basilea.

Tabla 11: comparación modelo regulatorio y modelo IRB de Basilea

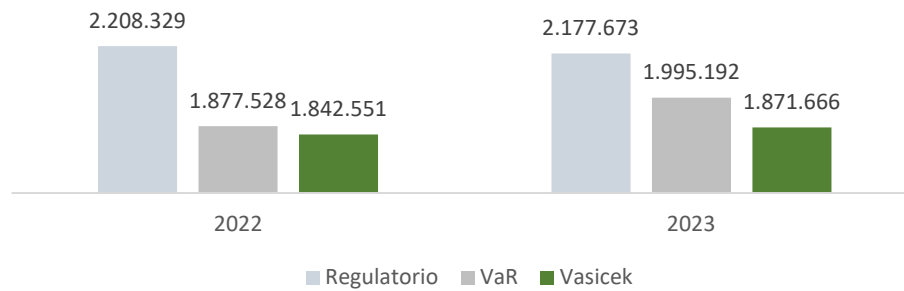
Modelo	dic-22			dic-23		
	Regulatorio	IRB	Cambio	Regulatorio	IRB	Cambio
Capital Base	353,510	353,510	0	352,935	352,935	0
Riesgo crédito	2,208,329	1,842,551	365,778	2,177,673	1,871,667	182,481
Riesgo precio	94,717	94,717	0	90,049	90,049	0
Riesgo cambiario	49,635	49,635	0	53,012	53,012	0
Riesgo operativo	109,378	109,378	0	110,035	110,035	0
Total riesgos	2,462,058	2,096,281	365,778	2,430,767	2,124,762	182,481
ISP	14.36%	16.86%	250 pb	14.52%	16.61%	209 pb

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la entidad financiera.

5.2.2 Comparación de resultados

En el siguiente grafico se muestran los resultados relativos al requerimiento de riesgo de crédito.

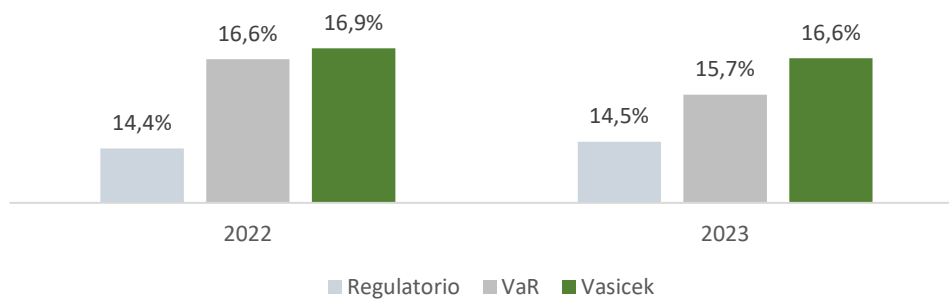
Gráfico 7: Requerimiento de riesgo de crédito según modelo y año



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

Con base en los resultados anteriores, se sensibiliza el resultado en el indicador de suficiencia patrimonial, según se muestra en el gráfico 8.

Gráfico 8: Resultados indicador de suficiencia patrimonial según modelo y año



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

El resumen de los resultados se muestra en la siguiente tabla, seguido del análisis de resultados.

Tabla 12: Comparación modelo regulatorio, modelo interno VaR y modelo IRB de Basilea

Modelo	dic-22			dic-23		
	Regulatorio	VaR	IRB	Regulatorio	VaR	IRB
Capital Base	353,510	353,510	353,510	352,935	352,935	352,935
Riesgo crédito	2,208,329	1,877,528	1,842,551	2,177,673	1,995,192	1,871,667
Riesgo precio	94,717	94,717	94,717	90,049	90,049	90,049
Riesgo cambiario	49,635	49,635	49,635	53,012	53,012	53,012
Riesgo operativo	109,378	109,378	109,378	110,035	110,035	110,035
Total riesgos	2,462,058	2,131,258	2,096,281	2,430,767	2,248,288	2,124,762
ISP	14.36%	16.59%	16.86%	14.52%	15.70%	16.61%

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la entidad financiera.

Al analizar los resultados obtenidos bajo los modelos Regulatorio, interno VaR e IRB, se observa que las variaciones se concentran principalmente en el riesgo de crédito, mientras que los demás riesgos mantienen un comportamiento estable entre metodologías y períodos. La disminución en el riesgo de crédito afecta hacia la baja de forma significativa el total de riesgos ponderados, y dado que el capital base se mantiene constante, esta reducción en el denominador de la fórmula incrementa el Índice de Suficiencia Patrimonial (ISP).

Al disminuir las exposiciones por riesgo, el capital disponible resulta relativamente mayor frente a las exigencias, lo que fortalece el nivel de solvencia de la entidad. Aún con estas variaciones, en todos los casos el ISP se mantiene por encima del mínimo regulatorio requerido, lo que confirma que la entidad dispone de capital suficiente para cubrir los riesgos asumidos bajo cualquiera de los enfoques aplicados.

5.3 Requerimiento de capital con ajustes por riesgo de concentración

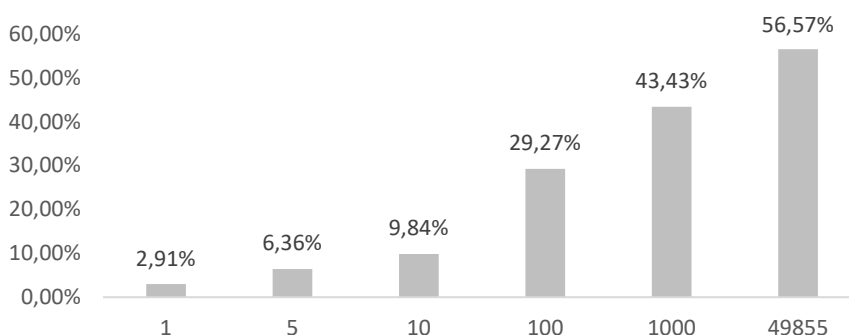
El abordaje de la temática en el presente trabajo destaca la incapacidad del modelo estándar para considerar temas relevantes en la gestión de riesgos: correlaciones de las probabilidades de default.

A continuación, se abordan algunas propuestas para la cuantificación del riesgo de concentración para la cartera de crédito de la entidad.

5.3.1 Riesgo de concentración individual

El riesgo de concentración individual pretende capturar el riesgo marginal de mantener exposiciones altas en un cliente o pocos clientes. Generalmente, los clientes grandes o corporativos mantienen probabilidades pequeñas que llevan a las entidades a mantener niveles relativamente bajos de estimaciones y que los modelos como el de Vasicek pueden subestimar.

**Gráfico 9: concentración de saldo según cantidad de clientes
(datos a diciembre 2023)**



Fuente: Elaboración propia con base en la información de la entidad financiera

Del gráfico anterior, se observa que para esta cartera el principal cliente representa un 2.91% de la exposición al default (EAD). Al agrupar a los principales diez clientes, el porcentaje aumenta y se aproxima al 10% del total de exposición de la cartera de crédito. Nótese que los principales 1000 clientes representan un valor que no dista mucho de la mitad de la cartera. Estos resultados muestran un grado de concentración que debe evaluarse, debido a que la cantidad total de clientes, supera los 50.000.

5.3.2 Método estándar

La metodología estándar, se basa en la norma del Banco de España la cual establece dos enfoques, uno relacionado con enfoques simplificados y el otro brinda la oportunidad de que las entidades puedan realizar sus propios modelos.

El enfoque simplificado, corresponde al cálculo de un coeficiente de recargo por riesgo de concentración individual mediante el uso del Índice de Herfindahl (ICI) basado en la exposición de los principales mil clientes de la cartera de crédito. Por lo tanto, el recargo estaría determinado por el resultado del ICI según se muestra a continuación:

Tabla 13: factores de recargo de capital

ICI	Recargo de capital por ICI
0.10	0%
0.15	1.40%
0.30	5.60%
0.60	12.30%
1.20	21.80%
2.40	41.50%
4.80	83.70%
9.60	166.20%
36.54	915.20%

Fuente: Elaboración propia con base en información del Banco de España

Para la cartera en evaluación, se procede a calcular el ICI correspondiente obteniendo como resultado 1.07. En ese sentido, el valor del recargo de capital estaría determinado por un valor entre 12.30% y 21.80%. Para poder determinar el valor correspondiente, se realiza una interpolación lineal por lo que el recargo específico corresponde a un 19.74%.

Aplicando el resultado obtenido mediante $19.74\% * 10\% * APR$, donde el 10% corresponde al mínimo regulatorio, se presenta el resultado utilizando los diversos modelos al corte de diciembre del 2023:

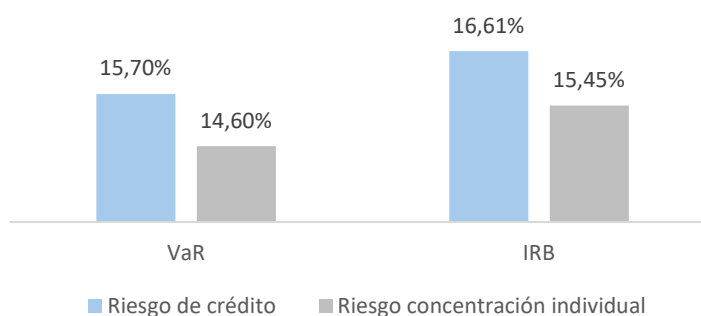
Tabla 14: resultados adicionando el riesgo de concentración individual

	VaR	IRB
Riesgo de crédito	1,995,192	1,871,667
Riesgo concentración individual	169,356	158,871
Total requerimiento	2,164,548	2,030,538

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

La incorporación del riesgo de concentración mediante esta metodología tiene un impacto en el indicador según se muestra a continuación:

Gráfico 10: Resultado del riesgo de crédito y riesgo de concentración individual



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

El resultado agregado que incorpora este factor de riesgo refleja una reducción promedio de 113 puntos base en el indicador de suficiencia patrimonial. Esta disminución puede explicarse por la alta diversificación de la cartera crediticia de la entidad, que reduce la exposición a concentraciones individuales significativas. La entidad presenta un portafolio amplio y distribuido entre diferentes sectores y contrapartes, lo que atenúa el impacto de eventos idiosincrásicos sobre el capital económico.

Aun así, los resultados permanecen por encima del cálculo obtenido mediante la metodología estándar regulatoria, cuyo valor asciende a 14,5%. En este sentido, la reducción observada resulta coherente con la estructura y perfil de riesgo de la entidad, aunque sigue mostrando un nivel de capital prudencialmente superior al exigido por el marco regulatorio.

5.3.3 Ajuste al modelo IRB- Vasicek (Basilea)

El modelo IRB - Vasicek es apropiado cuando se cumple el supuesto de que la cartera es granular y homogénea, en ese sentido, el riesgo idiosincrático de cada individuo es diversificado por lo que el factor de riesgo relevante corresponde al riesgo sistémico. Dado a que en el portafolio analizado se observan algunas concentraciones significativas, con individuos o clientes que representan una participación relevante del portafolio, es necesario medir el riesgo de concentración individual, es decir, en estos portafolios es de suma relevancia cuantificar el riesgo idiosincrático y el posible impacto en las pérdidas inesperadas de la cartera de crédito.

Debido a que el modelo de Vasicek, por sus supuestos, no considera este factor de riesgo, el monto estimado de capital económico podría estar subestimado. Para realizar el ajuste anterior, se utilizan los principios planteados por Gordy et. Al (2013) y abordados por (Beas y Pulgar 2021), donde el objetivo es añadir el monto de capital que se subestima. Esta metodología (ajuste por granularidad GA) consiste en aproximar la diferencia de capital mediante el uso de una expansión de Taylor, basados en la siguiente expresión matemática:

$$GA = \frac{1}{2K^*} \sum_{i=1}^N w_i^2 \left[\left(\delta C_i (K_i + R_i) + \delta (K_i + R_i)^2 * \frac{V(PD_i)}{E(PD_i)^2} \right) - K_i \left(C_i + 2(K_i + R_i) * \frac{V(PD_i)}{E(PD_i)^2} \right) \right]$$

Donde:

w_i^2 : corresponde al tamaño de la exposición i , respecto del total

K_i : capital requerido según modelo IRB

R_i : corresponde a la pérdida esperada nominal de i

$V(PD_i)$: $\gamma E(PD_i)(1 - E(PD_i))$, con $\gamma = 0.25$

$$C_i: \frac{V(PD_i) + E(PD_i)^2}{E(PD_i)}$$

K^* : capital total requerido $\sum_{i=1}^N w_i * K_i$

δ : 4, parámetro sugerido según Gordy. et al

El trabajo de Beas y Pulgar (2021), plantean la necesidad de definir y calibrar el parámetro δ , debido a la sensibilidad de los resultados ante cambios de este factor. Para esta investigación se utiliza el valor de δ sugerido de 4, no obstante, se realizó el ejercicio con valores de $\delta = 3$ y $\delta = 5$, a fin de valorar la razonabilidad de los resultados.

A continuación, se presenta los resultados por el ajuste granular (GA) del modelo Vasicek-IRB, según lo indicado previamente:

Tabla 15: resultados con modelo IRB de Basilea

	$\delta = 3$	$\delta = 4$	$\delta = 5$
Resultado IRB (RC_{IRB})	1,871,667	1,871,667	1,871,667
Ajuste % GA (GA)	6.10%	11.28%	16.46%
Ajusta GA	114,224	211,193	308,162

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

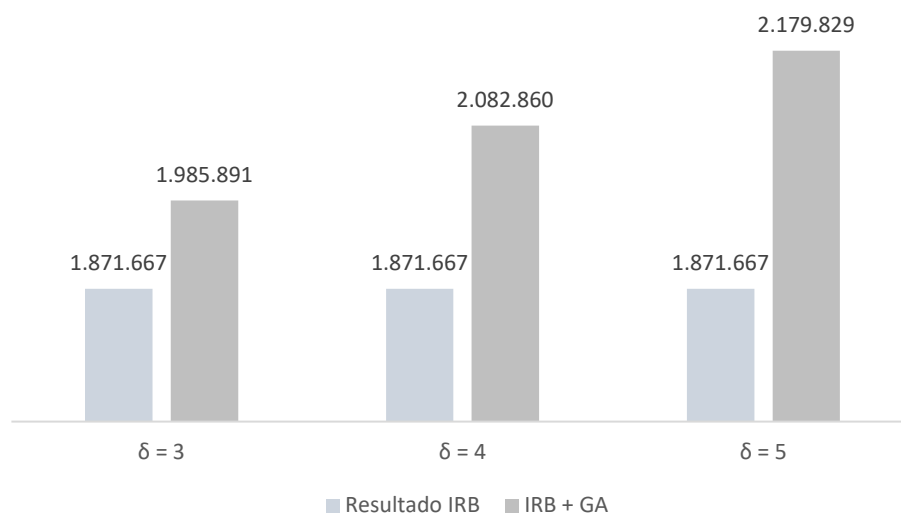
En los resultados se observan aspectos relevantes y congruentes con los obtenidos por los autores. El porcentaje adicional de capital para esta cartera se encuentra entre un 6.10% y 16.46%, las diferencias en cada uno de los δ son simétricos y la escogencia del valor es sensible y determinante para el nivel de capital adicional.

En términos generales, el resultado total del requerimiento de riesgo de crédito considerando el componente de concentración corresponde a:

$$\text{Requerimiento riesgo de crédito} = \text{IRB} + \text{GA}$$

En ese sentido, el resultado total considerando los distintos valores de δ , se presentan a continuación:

Gráfico 11: Resultado de modelo IRB y el ajuste por granularidad (GA)



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

El impacto en el indicador de suficiencia se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 16: Resultado de suficiencia patrimonial 2023 con ajuste granular y diferencias con los otros modelos

GA	IRB + GA	Δ pb con Regulatorio	Δ pb con VaR	Δ pb con IRB
$\delta = 3$	15.76%	126	6	-84
$\delta = 4$	15.11%	61	-59	-149
$\delta = 5$	14.51%	1	-119	-209

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

Del resultado anterior, destaca que en todos los valores de δ , el modelo IRB con ajuste granular continúa siendo más favorable que el regulatorio; no obstante, con respecto al modelo de VaR interno, el valor de $\delta = 3$, es el único que resulta

ser más favorable, por lo tanto, resulta razonable el uso de un valor entre 3 y 4, considerando que el modelo de VaR interno con simulación Montecarlo implícitamente captura el riesgo de concentración individual y sectorial.

5.3.4 Riesgo de concentración sectorial

El factor de riesgo sectorial (recargo RCS) considera el efecto de contagio que existe por mantener exposiciones relevantes en sectores que comparten un mismo factor de riesgos. En ese sentido, es relevante determinar de forma adecuada los sectores a utilizar.

Tabla 17: Distribución de la cartera por actividades económicas

Actividad económica	EAD	Participación
Agricultura y silvicultura	57,928	2.22%
Comercio	192,152	7.37%
Construcción	30,567	1.17%
Consumo	406,989	15.61%
Energía	207,976	7.98%
Extracción de minerales	182	0.01%
Ganadería caza y pesca	39,300	1.51%
Industria	83,697	3.21%
Servicios	614,247	23.56%
Servicios financieros	44,461	1.71%
Transporte, comunicación	20,025	0.77%
Turismo	138,569	5.31%
Vivienda	771,518	29.59%
Total general	2,607,610	100.00%

Fuente: Elaboración propia con base en información de la entidad financiera

Con base en la información anterior, se procede con el cálculo del Herfindahl sectorial, dando como resultado un 18.42.

El coeficiente de recargo utilizando esta metodología se determina por la siguiente tabla:

Tabla 18: determinación factor reductor (FRC)

ICS	Coeficiente
12%	0%
15%	2%
20%	4%
25%	6%
100%	8%

Fuente: Elaboración propia con base en información de Banco de España

Dado el resultado anterior, se realiza la interpolación lineal, generando con ello un valor o coeficiente de recargo de 3.37%.

Aplicando el resultado obtenido mediante $3.37\% * 10\% * APR$, donde el 10% corresponde mínimo regulatorio, se presenta el resultado utilizando los diversos modelos al corte de diciembre del 2023:

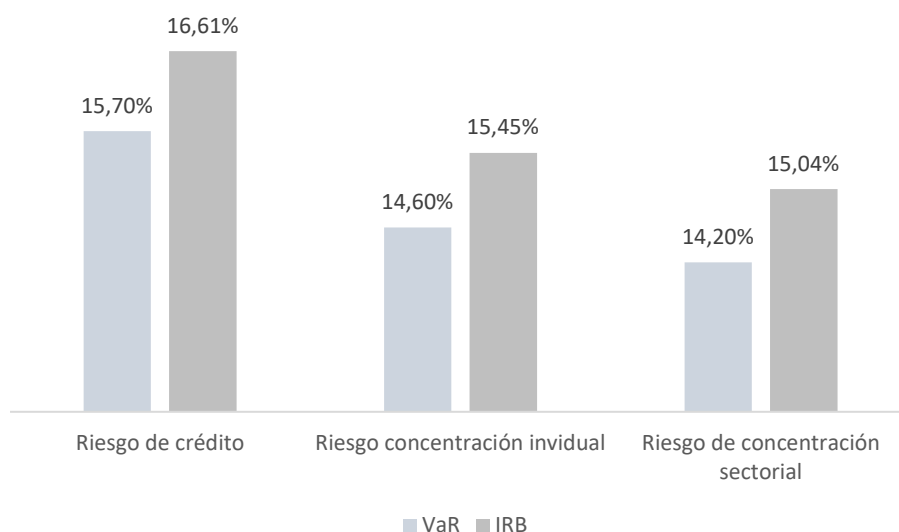
Tabla 19: Resultados adicionando el riesgo de concentración sectorial

	VaR	IRB
Riesgo de crédito	1,995,192	1,871,667
Riesgo concentración individual	169,356	158,871
Riesgo concentración sectorial	67,238	63,075
Total requerimiento	2,231,786	2,093,613

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

La incorporación del riesgo de concentración sectorial mediante esta metodología tiene un impacto en el indicador según se muestra a continuación:

Gráfico 12: Impacto en indicadores por riesgo de concentración sectorial



Fuente: Elaboración propia con base en los resultados del modelo

En el gráfico anterior, se observa el impacto de incluir de manera acumulada los riesgos de concentración individual y sectorial. Se deriva que, con el efecto total, el índice de suficiencia patrimonial pasaría de 15.70% a 14.20% en la metodología Montecarlo. En la metodología IRB la reducción corresponde a pasar de 16.61% a 15.04%, nótese que el riesgo de concentración sectorial tiene un efecto promedio de -40 puntos base.

Considerando los efectos totales, el resultado del VaR interno se ubica por debajo del regulatorio 14.50%, no obstante, es importante destacar que el modelo Montecarlo captura implícitamente los riesgos de concentración individual y sectorial, por lo que se recomienda determinar la capacidad de cada modelo y con base en la evaluación determinar si corresponde la adición de los efectos o si estos se encuentran contemplados en el resultado original. En cuanto al resultado del modelo IRB, este se encuentra 54 puntos base por encima del modelo estándar que utiliza el esquema de activos ponderados por riesgos.

5.4 Aplicabilidad de la metodología seleccionada en el Sistema Financiero Nacional

La metodología aplicada en el presente estudio fue implementada sobre la cartera de crédito de una entidad bancaria de importancia sistémica dentro del Sistema Financiero Nacional, lo cual constituye un elemento central para validar su robustez técnica, relevancia práctica y consistencia metodológica. La aplicación sobre un portafolio de gran tamaño, con alta heterogeneidad de segmentos, productos y exposiciones, permite demostrar que el enfoque propuesto es capaz de capturar de forma adecuada los efectos del riesgo de concentración individual y sectorial, incluso en contextos de elevada complejidad operativa y relevancia sistémica.

A continuación, se presentan los principales aportes de la metodología desarrollada desde la óptica de la supervisión financiera costarricense, considerando el rol del CONASSIF y de las Superintendencias en la gestión prudencial y la preservación de la estabilidad del Sistema Financiero Nacional.

5.4.1 Mejora en el análisis del requerimiento patrimonial ajustado

La metodología es un insumo técnico para evaluar si los requerimientos patrimoniales vigentes capturan adecuadamente los riesgos asumidos por las entidades, en particular aquellos asociados a la concentración individual y sectorial que no son considerados explícitamente en el enfoque regulatorio estándar. Desde la perspectiva del supervisor, su aplicación permitiría complementar el análisis tradicional de suficiencia patrimonial, identificando posibles brechas entre el capital regulatorio y el capital económico requerido según el perfil real de riesgo de las carteras.

5.4.2 Calibración y fortalecimiento de pruebas de estrés regulatorias

La metodología también puede apoyar la calibración de pruebas de estrés utilizadas en el marco de la supervisión basada en riesgos, al permitir:

- Definir escenarios macroeconómicos y sectoriales consistentes con la estructura de la cartera.
- Incorporar correlaciones entre factores de riesgo comunes.
- Evaluar el efecto conjunto de dichos escenarios sobre el capital y la solvencia de las entidades.

Este enfoque resulta particularmente útil para analizar el impacto sistémico de shocks sectoriales o de eventos adversos que afecten simultáneamente a múltiples instituciones.

5.4.3 Evaluación del capital económico y validación de modelos internos

Desde el ámbito supervisor, la metodología puede utilizarse como un referente para evaluar la razonabilidad de los modelos internos de capital económico desarrollados por las entidades, especialmente en aquellas que emplean enfoques avanzados. En este sentido, puede servir como:

- Punto de comparación (benchmark) para revisar resultados.
- Guía para evaluar supuestos y parámetros utilizados.
- Apoyo para identificar oportunidades de mejora en la gobernanza del riesgo y en la gestión de modelos.

5.4.4 Apoyo al diseño de normativas y lineamientos prudenciales más consistentes

La utilización de una metodología estandarizada para la medición del riesgo de concentración contribuiría a:

- Mejorar la consistencia regulatoria entre distintos sectores supervisados.
- Reducir el arbitraje regulatorio entre industrias financieras.
- Facilitar la alineación normativa dentro de grupos y conglomerados financieros.

Lo anterior resulta coherente con el rol del CONASSIF como ente rector del sistema, encargado de promover una supervisión integrada y homogénea entre las distintas Superintendencias.

5.4.5 Soporte para decisiones estratégicas de supervisión prudencial

Finalmente, la metodología puede constituirse en una herramienta de apoyo para decisiones estratégicas de supervisión, tales como:

- La definición de planes de acción para entidades con brechas relevantes de capital.
- La evaluación de la necesidad de colchones patrimoniales adicionales.
- El monitoreo de riesgos emergentes con potencial impacto sistémico, como concentraciones sectoriales persistentes.

Dado lo anterior, se considera que la metodología seleccionada en el presente capítulo constituye una base técnica sólida que podría servir como insumo para el desarrollo de lineamientos prudenciales en el sistema financiero costarricense. Su implementación no solo permitiría complementar el enfoque regulatorio estándar, sino también promover una gestión de capital más prospectiva, robusta y coherente con los principios de supervisión basada en riesgos, fortaleciendo así la estabilidad y resiliencia del sistema financiero en su conjunto.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

La cartera de crédito de la entidad financiera costarricense refleja una distribución diferenciada entre los segmentos masivos y mayoristas, con una marcada concentración de riesgo en el segmento mayorista.

Aunque las carteras masivas presentan una diversificación natural que reduce el impacto de incumplimientos individuales, las carteras mayoristas pueden tener una exposición significativa a ciertos prestatarios y sectores.

El análisis del riesgo de concentración muestra que los principales clientes tienen un peso importante en la exposición crediticia, lo que implica un riesgo elevado si alguno de ellos entra en incumplimiento.

La metodología estándar regulatoria utilizada por SUGEF no incorpora factores de riesgo de concentración, lo que puede subestimar la exposición al riesgo real de la entidad financiera.

Los modelos internos utilizados para el cálculo del capital económico, como el de cópulas y el IRB de Basilea ajustado, permiten una mejor estimación del riesgo al considerar factores específicos y correlaciones entre variables macroeconómicas. Se han empleado diversos modelos para la medición del riesgo: el modelo interno VaR mediante simulación Monte Carlo y el enfoque IRB de Basilea (modelo de Vasicek).

El análisis comparativo indica que el modelo interno VaR tiende a generar una sobreestimación (en promedio, 170 puntos base más altos) respecto al modelo regulatorio, ya que este último no contempla de manera explícita los riesgos de concentración.

El modelo IRB con ajuste por granularidad (GA) permite incorporar el riesgo idiosincrático vinculado a concentraciones significativas. Dependiendo del parámetro calibrado (valor de δ entre 3 y 5), el ajuste puede incrementar el requerimiento de capital de forma sensible, mostrando que la elección del parámetro es determinante para definir el capital adicional necesario.

La inclusión del riesgo de concentración individual y sectorial en el cálculo de requerimientos de capital muestra una reducción en el indicador de suficiencia patrimonial, destacando la relevancia de estos factores en la gestión de riesgos.

La metodología estándar, basada en el Índice de Herfindahl (ICI), permite calcular un recargo específico para el riesgo de concentración individual. En este caso, se obtuvo un coeficiente aproximado de 1.07 que, a través de interpolación, condujo a un recargo de capital del 19.74%.

Por otra parte, al incorporar el riesgo de concentración sectorial (medido mediante parámetros como el coeficiente de recargo derivado de la distribución de la cartera por actividades económicas y el cálculo del índice Herfindahl sectorial), se observa que el impacto acumulado tiende a reducir el indicador de suficiencia patrimonial en una cantidad significativa (por ejemplo, de 15.70% a 14.20% en algunos modelos).

Se evidencia la necesidad de evaluar si los modelos internos (como el de simulación Monte Carlo) ya capturan implícitamente estos riesgos o si es necesaria la aplicación explícita de recargos por concentración.

Debido a su solidez técnica y a su capacidad de adaptación, la metodología aplicada en el último capítulo podría replicarse en otras entidades del Sistema Financiero Costarricense, con el objetivo de fortalecer la medición del capital económico por riesgo de concentración.

El enfoque desarrollado aporta insumos concretos para una supervisión prudencial más prospectiva, al complementar el análisis del capital y fortalecer una supervisión basada en riesgos, contribuyendo a la estabilidad y resiliencia del Sistema Financiero Costarricense.

La metodología desarrollada se alinea con los principios de supervisión basada en riesgos impulsados por el CONASSIF y las Superintendencias, al aportar elementos técnicos que permiten analizar de forma más prospectiva la solvencia y la resiliencia de las entidades. Su aplicación puede servir como apoyo al análisis prudencial del supervisor, especialmente en carteras con baja granularidad o con niveles relevantes de concentración sectorial, contribuyendo así a la estabilidad del Sistema Financiero Costarricense en su conjunto.

5.2. Recomendaciones:

- Implementar estrategias para mejorar la diversificación de la cartera de crédito, especialmente en el segmento mayorista, reduciendo la exposición a prestatarios individuales y sectores específicos. Se recomienda implementar límites internos y políticas de diversificación que reduzcan el riesgo de concentración. Esto podría incluir restricciones en el porcentaje máximo concentrado en un cliente o grupo de clientes y en sectores específicos, sobre todo en segmentos con alta exposición como el empresarial o determinados sectores (energía, turismo, etc.).
- Considerar la inclusión de modelos internos de gestión de riesgo, como el enfoque IRB de Basilea ajustado, para contar con un comparativo de la estimación del riesgo crediticio. La entidad cuenta con un robusto modelo interno de simulación de Monte Carlo, por lo que se considera que la inclusión del modelo IRB es de forma complementaria.

- Adoptar metodologías que permitan capturar el riesgo de concentración para efectos comparativos (basado en IRB), como el ajuste por granularidad y el cálculo del Índice de Herfindahl, para una mejor gestión del capital económico.
- Gestionar el riesgo de modelo al introducir o ampliar el uso de modelos interno, para ello se recomienda realizar pruebas de sensibilidad en los modelos internos (VaR y IRB) para identificar la robustez ante variaciones en los parámetros críticos como el factor de ajuste granular (δ), según corresponda; así como la definición de revisiones y calibraciones periódicas. La calibración cuidadosa ayudará a definir un requerimiento de capital más ajustado a la realidad de la entidad y a capturar adecuadamente el riesgo idiosincrático.
- Revisar la metodología regulatoria utilizada por SUGEF para evaluar si es posible incluir parámetros que reflejen mejor la realidad del riesgo asumido por las entidades financieras.
- Fortalecer los modelos predictivos con variables macroeconómicas clave para anticipar potenciales riesgos y ajustar estrategias de gestión de crédito en función del comportamiento del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Bodie, Zwi y Robert C. Merton (1999). *Finanzas*. Editorial Prentice Hall, México.
- Brenes, T. (2015). *Guía de gestión del riesgo financiero en los contratos de fideicomiso bancario en Costa Rica*. (Tesis de maestría inédita).
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2015). *Principios de gobierno corporativo para bancos*. Banco de Pagos Internacionales (BIS). Recuperado de: <https://www.bis.org/bcbs/publ/d328.pdf>
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2006). *International convergence of capital measurement and capital standards: A revised framework (Comprehensive version, June 2006)*. Banco de Pagos Internacionales (BIS). Recuperado de: <https://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2004). *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework (Basilea II)*. Banco de Pagos Internacionales (BIS). Recuperado de: <https://www.bis.org/publ/bcbs107.htm>
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2010). *Basel III: A Global Regulatory Framework for More Resilient Banks and Banking Systems*. Banco de Pagos Internacionales (BIS). Recuperado de: <https://www.bis.org/publ/bcbs189.htm>
- Consejo Nacional de Supervisión del Sistema Financiero (CONASSIF). (2016). *Reglamento sobre suficiencia patrimonial de grupos y conglomerados financieros (CONASSIF 21-16)*. Recuperado de: [https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_transversal/documentos/CONASSIF%203-16%20\(v5%209%20de%20marzo%20de%202023\).pdf](https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_transversal/documentos/CONASSIF%203-16%20(v5%209%20de%20marzo%20de%202023).pdf)
- Consejo Nacional de Supervisión del Sistema Financiero (CONASSIF). (2024). *Reglamento sobre Cálculo de Estimaciones Crediticias (CONASSIF 14-21)*. Recuperado de: [https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_transversal/documentos/CONASSIF%2014-21%20\(v11%2012%20de%20enero%20de%202024\).pdf](https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_transversal/documentos/CONASSIF%2014-21%20(v11%2012%20de%20enero%20de%202024).pdf)
- Gitman, J. (2012). *Principios de administración financiera*. México: Pearson.

- González Mosquera, L. (2002). *Capital regulatorio y capital económico: prociclicidad del nuevo Acuerdo de Capital y análisis de escenarios de crisis*. Revista de Estabilidad Financiera, Banco de España. Recuperado de: https://www.bde.es/f/webbde/GAP/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/RevistaEstabilidadFinanciera/02/Fic/02_Capitales.pdf
- Merton, R. C. (1974). *On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates*. The Journal of Finance. <https://doi.org/10.2307/2978814>
- Miller y Freund. (1986). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. México, México: Editorial Prentice-Hall.
- Real Academia Española. (2015). *Diccionario de la Lengua Española*. (23a edición). Recuperado de: <http://dle.rae.es/?id=WT8tAMI>
- Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEF). (2019). *Reglamento para juzgar la situación económica financiera de las entidades fiscalizadas*. Recuperado de: [https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_consulta/historico_normativa_consulta/normativa_vigente/SUGEF%2024-%20\(V24%2014%20AGOSTO%202019\).pdf](https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_consulta/historico_normativa_consulta/normativa_vigente/SUGEF%2024-%20(V24%2014%20AGOSTO%202019).pdf)
- Superintendencia General de Entidades Financieras. (2024). *Reglamento sobre administración integral de riesgos (SUGEF 2-10, versión 29)*. Recuperado de: [https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_vigente/SUGEF%202-10%20\(v29%201%C2%B0%20de%20enero%20de%202024\).pdf](https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_vigente/SUGEF%202-10%20(v29%201%C2%B0%20de%20enero%20de%202024).pdf)
- Superintendencia General de Entidades Financieras. (2025). *Reglamento sobre la suficiencia patrimonial de entidades financieras (SUGEF 3-06, versión 73)*. Recuperado de: [https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_vigente/SUGEF%203-06%20\(v73%2030%20abril%202025\).pdf](https://www.sugef.fi.cr/normativa/normativa_vigente/SUGEF%203-06%20(v73%2030%20abril%202025).pdf)
- Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEF). (2023). *Guía Metodológica BUST 2023*. Recuperado en: https://www.sugef.fi.cr/informacion_relevante/manuales/manual_sicveca/Prueba_de_%20Tension-BUST/2023%20BUST%20Guia%20Metodologica.pdf
- Venegas, A. (2012). *Riesgos financieros y económicos*. Cengage Learning Latin America.